

Technologieakzeptanz in Organisationen

Ein Simulationsansatz

Dissertationsschrift

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Dr. rer. pol.

vorgelegt bei der
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Potsdam
am 31.03.2017

von
Christof Thim

Erstgutachter: Prof. Dr.-Ing. N. Gronau

Zweitgutachter: Prof. Dr. U. Lechner

Online veröffentlicht auf dem
Publikationsserver der Universität Potsdam:
URN urn:nbn:de:kobv:517-opus4-401070
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-401070>

Abstract

Technological change is influencing organisations in their operation. It is used as a means to enhance productivity or to gain momentum on the market. The success of introducing new technologies into the organisation relies heavily on user acceptance. Existing explanations like the Diffusion of Innovation Theory (Rogers, 2003) and the Technology Acceptance Model and its extensions (Davis, 1989; Venkatesh and Davis, 1996; Venkatesh and Davis, 2000; Venkatesh, Morris, et al., 2003) do not address the organisational context sufficiently. Their models concentrate on technology adoption in a non-mandatory environment. Furthermore they do not encompass resistance against a new technology. Hence these models cannot be used to analyse the acceptance and usage decision process within organisations.

This thesis therefore aims at investigating the organisational dynamics evoked by the introduction of new technologies with regard to acceptance and usage. More precisely it answers the question, whether different organisation types exert varying influences on their members and produce different patterns of acceptance and usage. The groundwork to achieve this insight is the synthesis and extension of different models of technology acceptance and organisational governance.

The resulting model describes the development dynamics within an organisation and model combines two perspectives. On one hand the individual level encompasses socio-psychological aspects and individual decision making processes. This perspective is based on the aforementioned theories of individual acceptance, which are extended with different fit theories (Goodhue and Thompson, 1995; Floyd, 1986; Liu, Lee, and Chen, 2011; Parkes, 2013). Furthermore the resistance to new technology is introduced into the analysis as another possible course of action (Patsiotis, Hughes, and Webber, 2012).

The organisational perspective on the other hand embeds the individual acceptance and usage decision into a social context. The interaction between organisation members based on the observation of others and the internalisation of social pressure are introduced as determinants of acceptance and usage. Furthermore organisational governance structures moderate this social influence and specify its impact. The relationship between governance and social influence is elaborated through the application of system theory to the organisational

context: Actors like change agents or management use governance media (Luhmann, 1997; Fischer, 2009) to intervene in the individual decisions.

The effect of these governance media varies with certain attributes of the organisation. Different coordination mechanisms of organisational configurations (Mintzberg, 1979) provide a link to governance media and their connectivity to individual decision processes.

In order to demonstrate the feasibility of model a simulation experiment is conducted in AnyLogic. The validity of the model was tested in a sensitivity analysis. The results from the experiment show a specific acceptance and usage pattern. The acceptance is dropping at first due to the initial frustration. It then recovers and is growing in a bounded manner. Since usage is mandatory in an organisation, it is enforced by the management. This leads to a rapid increase of usage at first and stabilises on different levels during the course of the simulation. It was also found that different organisation configurations produce varying outcomes. The bureaucratic organisation enforces the usage better than any other configuration, leading to a higher usage level. However it fails to produce acceptance. The adhocracy on the other hand reaches a higher acceptance level through mutual adjustment. Its downside is the lack of usage. Furthermore the behaviour is not predictable, which can either lead to mostly positive outcomes or the complete break-down of the diffusion process.

The simulation shows that organisations have to decide during the introduction of a new technology whether they want high usage rates fast with the risk of failing in the long term or establish a self-enforcing and sustainable diffusion processes which requires more time to be effective.

Zusammenfassung

Der technologische Wandel stellt Organisationen vor die Herausforderung, Innovationen möglichst schnell produktiv zu nutzen und damit einen Wettbewerbsvorteil zu erzielen. Der Erfolg der Technologieeinführung hängt stark mit der Schaffung von Akzeptanz bei den Mitarbeitern zusammen. Bestehende Ansätze wie die Diffusionstheorie (Rogers, 2003) oder das Technology Acceptance Model (Davis, 1989; Venkatesh und Davis, 1996; Venkatesh und Davis, 2000; Venkatesh, Morris u. a., 2003) widmen sich dem Organisationskontext jedoch nur am Rande. Ihre Modelle zielen auf die Übernahme einer Technologie in freier Entscheidung und im Marktkontext ab. Weiterhin beleuchten sie den Widerstand gegen Neuerungen nicht, welcher sich bei der verpflichtenden Übernahme bilden kann. Zur Untersuchung der Technologieeinführung und von Akzeptanzbildungsprozessen in Organisationen sind sie daher nur begrenzt nutzbar.

Das Ziel dieser Arbeit ist es daher, den spezifischen Einfluss des Kontextes Organisation auf die Akzeptanz und das Nutzungsverhalten herauszuarbeiten. Konkreter soll die Forschungsfrage geklärt werden, welchen Einfluss unterschiedliche Organisationstypen auf die Akzeptanz- und Nutzungsdynamik innerhalb von Organisationen haben. Hierfür wird die Erweiterung und Synthese bestehender Modelle der Akzeptanzforschung um organisationspezifische Attribute vorgenommen. Das resultierende Modell erfasst die dynamische Entwicklung innerhalb der Organisation und ermöglicht damit die Beobachtung des Wandels. Die Funktionsweise des entwickelten Modells soll in einem Simulationsexperiment demonstriert und die Wirkung unterschiedlicher Organisationsformen verdeutlicht werden.

Das Modell vereint daher zwei Perspektiven: Die personale Perspektive fasst Akzeptanz als kognitiv-psychischen Prozess auf individueller Ebene. Dieser basiert auf den Kalkülen und Entscheidungen einzelner Personen. Zentral sind hierfür die Beiträge der Diffusionstheorie (Rogers, 2003) sowie das Technology Acceptance Model in seinen diversen Weiterentwicklungen und Veränderungen (Davis, 1989; Venkatesh und Davis, 1996; Venkatesh und Davis, 2000; Venkatesh, Morris u. a., 2003). Individuelle Faktoren aus unterschiedlichen Fit-Theorien (Goodhue und Thompson, 1995; Floyd, 1986; Liu, Lee und Chen, 2011; Parkes, 2013) werden genutzt, um diese Modelle anzureichern. Neben der Entwicklung

einer positiven, förderlichen Einstellung muss jedoch auch die Ablehnung und das offene Opponieren gegen die Innovation berücksichtigt werden (Patsiotis, Hughes und Webber, 2012).

Die organisatorische Perspektive hingegen sieht Akzeptanzentscheidungen eingebettet in den sozialen Kontext der Organisation. Die gegenseitige Beeinflussung basiert auf der Beobachtung der Umgebung und der Internalisierung sozialen Drucks. Dem steht in Organisationen die intendierte Beeinflussung in Form von Steuerung gegenüber. Beide Vorgänge formen das Akzeptanz- oder das Nutzungsverhalten der Mitarbeiter. Ausgehend von einem systemtheoretischen Organisationsbegriff werden unterschiedliche Steuerungsmedien (Luhmann, 1997; Fischer, 2009) vorgestellt. Diese können durch Steuerungsakteure (Change Agents, Management) intendiert eingesetzt werden, um den Akzeptanz- und Nutzungsprozess über Interventionen zu gestalten.

Die Wirkung der Medien unterscheidet sich in verschiedenen Organisationstypen. Zur Analyse unterschiedlicher Organisationstypen werden die Konfigurationen nach Mintzberg (1979) herangezogen. Diese zeichnen sich durch unterschiedliche Koordinationsmechanismen aus, welche wiederum auf dem Einsatz von Steuerungsmedien beruhen.

Die Demonstration der Funktionsweise und Analysemöglichkeiten des entwickelten Modells erfolgt anhand eines Simulationsexperiments mittels der Simulationsplattform AnyLogic. Das Gültigkeitsspektrum wird anhand einer Sensitivitätsanalyse geprüft.

In der Simulation lassen sich spezifische Muster der Nutzung und Akzeptanzentwicklung nachweisen. Die Akzeptanz ist durch ein initiales Absinken und ein anschließendes gedämpftes Wachstum gekennzeichnet. Die Nutzung wird in der Organisation hingegen schnell durchgesetzt und verharrt dann auf einem stabilen Niveau. Für die Organisationstypen konnten unterschiedliche Effekte beobachtet werden. So eignet sich die bürokratische Steuerungsform zur Nutzungserhöhung, schafft es jedoch nicht, die Akzeptanz zu steigern. Organisationen, welche eher auf gegenseitige Abstimmung zur Koordination ausgelegt sind, erhöhen die Akzeptanz, jedoch nicht die Nutzung. Weiterhin ist die Entwicklung der Akzeptanz in diesem Organisationstyp sehr unsicher und weist einen hohen Schwankungsbereich auf.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
1.1 Problemstellung	2
1.2 Zielstellung	4
1.3 Aufbau der Arbeit	5
1.4 Vorstellung zentraler Begriffe	8
2 Akzeptanz und Verbreitung technischer Neuerungen	17
2.1 Diffusionstheorie	18
2.1.1 Elemente der Diffusion	19
2.1.2 Der individuelle Innovationsentscheidungsprozess	26
2.1.3 Bestimmung der individuellen Übernahmerate	30
2.1.4 Anwenderkategorien und Rollen	33
2.1.5 Verbreitung über Diffusionsnetzwerke	41
2.1.6 Kritik am Diffusionsmodell	43
2.2 Technologieakzeptanzmodelle	45
2.2.1 Das Grundmodell – TAM	45
2.2.2 Modellerweiterungen TAM II, TAM III und UTAUT	48
2.2.3 Kritik am Technologieakzeptanzmodell	59
2.3 Widerstand gegen Neuerungen	63
2.3.1 Individuelle Motive und Formen des Widerstands	63
2.3.2 Verbreitungsbarrieren	67
2.4 Zwischenfazit – Akzeptanz- und Verbreitungsfaktoren	71
3 Wirkung der Organisation: Akzeptanz und Verbreitung	75
3.1 Organisationen als Systeme	77

3.2	Organisation als Kontext von Entscheidung und Interaktion . . .	85
3.2.1	Entscheidungen über Innovationen	85
3.2.2	Attribute der Organisation	88
3.2.3	Organisationskultur	93
3.3	Aufgabenbezogene Akzeptanzmodelle	99
3.3.1	Task Technology Fit (TTF)	99
3.3.2	Task Individual Technology Fit (TaITF)	103
3.4	Entscheidungen der Person: Einstellung und Nutzung	106
3.4.1	Motivation der Mitglieder	106
3.4.2	Übernahme und Akzeptanz in Organisationen	108
3.5	Steuerung von Akzeptanz- und Verbreitungsprozessen	115
3.5.1	Gestaltung durch Interventionen	115
3.5.2	Koordination und Steuerung in Organisationen	120
3.5.3	Interventionsakteure	128
3.6	Zwischenfazit – Faktoren auf organisatorischer Ebene	131
4	Simulation von Technologieakzeptanz und -verbreitung	135
4.1	Methoden zur Analyse von Systemen	137
4.2	Methodologie der Simulationsstudien	143
4.3	Modellierung und Implementierung	148
4.3.1	Der Modellbegriff	148
4.3.2	Modellerstellung	152
4.4	Modellexperimente und Auswertung	163
4.4.1	Planung der Experimente	163
4.4.2	Simulationsauswertung	166
4.5	Validierung der Modellierung und Modelle	172
4.5.1	Validierung als Prozess	173
4.5.2	Validierungsmethoden	175
4.5.3	Sensitivitätsanalyse	182
4.6	Simulation von Akzeptanz und Diffusion	185
4.6.1	Simulation sozialer Prozesse	186
4.6.2	Überblick bestehender Ansätze	193
4.7	Grenzen des Erkenntnisprozesses	201

5	Aufbau eines Simulationsmodells	205
5.1	Konzeptuelles Modell	205
5.1.1	Systemabgrenzung	206
5.1.2	Agentenarchitektur – Kollektive Struktur	214
5.1.3	Beschreibung der Technologie – Physische Struktur	234
5.1.4	Beschreibung der Organisation – Konstitutionelle Struktur	235
5.1.5	Operative Struktur	238
5.1.6	Evaluationsstruktur	238
5.2	Logisches Modell	240
5.2.1	Spezifikation der Attribute in Variablen und Parameter	243
5.2.2	Wirkverhältnisse und Bestimmungsgleichungen	263
5.3	Implementierung	285
5.3.1	Grafische Modellierung	285
5.3.2	Programmstruktur	289
5.3.3	Eigene Implementierungen	291
5.4	Zwischenfazit	297
6	Simulation der Technologieeinführung	299
6.1	Allgemeines Simulationsverhalten	299
6.1.1	Organisationsebene	300
6.1.2	Mitarbeitersebene	306
6.1.3	Steuerungsebene	328
6.2	Sensitivitätsanalyse	335
6.2.1	Strukturelle Variation	335
6.2.2	Variation der Parameter auf Agentenebene	343
6.3	Untersuchung der Steuerungswirkung	350
6.3.1	Herleitung des Experiments	351
6.3.2	Ergebnisse der Simulation	353
6.4	Diskussion der Experimentergebnisse	361
7	Ausblick und Fazit	367
7.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	367
7.2	Gültigkeit	371
7.3	Beitrag zur Weiterentwicklung des Standes der Forschung	373
7.4	Ausblick	374

Tabellenverzeichnis

2.1	Zusammenfassung der signifikanten Akzeptanzfaktoren	57
2.2	Gründe für das Scheitern von Diffusion	70
2.3	Individuelle Einflussfaktoren	73
3.1	Eigenschaften von Diffusionssystemen	87
3.2	Interventionen des TAM III	121
3.3	Überblick über Steuerungsmedien	127
3.4	Eigenschaften der Championstypen	130
4.1	Vergleich von Verfahren zur sozialen Simulation	187
4.2	Agentenbasierte Ansätze I – Agentenlogik	196
4.3	Agentenbasierte Ansätze II – Einflussebenen	198
4.4	Agentenbasierte Ansätze III – Netzwerktopologien	200
5.1	Modellabgrenzungen	213
5.2	Attribute des Mitarbeiteragenten	219
5.3	Zusammenfassung der Agentenaktionen	223
5.4	Interventionen nach Barrieretyp und Reichweite	230
5.5	Überblick über die Wirkung der Steuerungsinterventionen	233
5.6	In der Simulation genutzte ADICO-Regeln	237
5.7	Organisationstypen und ihre dominierenden Steuerungsmedien	237
5.8	Elemente der Evaluationsstruktur	241
5.9	Besetzung der Hierarchieebenen	247
5.10	Parameter des Agentenkontextes	254
5.11	Variablen und Parameter des Mitarbeiteragenten	259
5.12	Zusätzliche Variablen und Parameter des Managementagenten	261
5.13	Variablen und Parameter des Change Agent	263
5.14	Grenzwerte der Akzeptanzbildung	267

5.15	Überblick über die Interventionseffekte	276
6.1	Korrelation der Mittelwerte	305
6.2	Parameter der beispielhaft betrachteten Mitarbeiteragenten . . .	308
6.3	Anzahl der Change-Agent-Interventionen	329
6.4	Vergleich der getesteten Modellvarianten	341
6.5	Faktoren und Faktorstufen auf Organisationsebene	345
6.6	Analyseergebnisse der Organisationsfaktoren	346
6.7	Faktoren und Faktorstufen	348
6.8	Gestaltung des Experimentsettings	352
6.9	Vergleich der Wirkung der Konfigurationen	363

Abbildungsverzeichnis

1.1	Organisation-Umwelt-Interaktion im Innovationsprozess	11
1.2	Prozess der Adoption und Diffusion	14
2.1	Verteilungsfunktion neuer Nutzer	23
2.2	Anwenderkategorien nach Innovationsbereitschaft	24
2.3	Der Innovationsentscheidungsprozess	26
2.4	Einflussfaktoren auf die Diffusion	30
2.5	Technology Acceptance Model	46
2.6	Erweiterungen des TAM	48
2.7	Technology Acceptance Model II	52
2.8	Technology Acceptance Model III	56
2.9	Unified Technology Acceptance and Use of Technology	59
3.1	Der Innovationsprozess in Organisationen	86
3.2	Systemtheoretisches Konzept der Organisationskultur	95
3.3	Kulturkonflikte	97
3.4	Technologie-zu-Leistungs-Kette	102
3.5	Tätigkeitsbezogenes Akzeptanzmodell	103
3.6	Rückkopplungsmodell	111
3.7	Mehrstufige Akzeptanzbildung	113
3.8	Wechselwirkungen Person, Organisation, Technologie	133
4.1	Methoden der Wirtschaftsinformatik	138
4.2	Einordnung der Simulation	140
4.3	DDI-Vorgehen	143
4.4	Vorgehen in Simulationsstudien	147
4.5	Variablentypen in Experimenten	164

4.6	Mikro-Makro-Beziehungen	191
5.1	Agentenarchitektur	216
5.2	Steuerungsbeziehungen zwischen den Agenten	217
5.3	Einflüsse der Beobachtung auf die Agentenstruktur	225
5.4	Entscheidungsverhaltens des Mitarbeiteragenten	227
5.5	Auswahl geeigneter Interventionen durch den Change Agent	229
5.6	Beispielhafte Entwicklung der Erwartungswerte	266
5.7	Exemplarische Entwicklung der Akzeptanz	267
5.8	Entwicklung der Nutzungserwartung des Change Agent	280
5.9	Zustandsdiagramm des Mitarbeiteragenten	287
5.10	Rollenauswahl und Rollenverhalten	288
5.11	Zustandsdiagramm des Managementagenten	288
5.12	Zustandsdiagramm des Change Agent	289
5.13	Interventionsentscheidung des Managements	296
5.14	Interventionsentscheidung des Change Agent	297
6.1	Beispielhafter Verlauf der Akzeptanz	300
6.2	Verlauf der Akzeptanzmittelwerte über 500 Replikationen	302
6.3	Verteilung des Übertritts über den Schwellenwertes in 500 Replikationen	302
6.4	Verlauf der Aufteilung der Nutzertypen	303
6.5	Beispielhafter Verlauf der Nutzungsintensität	304
6.6	Beispielhafter Verlauf der Differenz aus Aufwand und Leistung	305
6.7	Verteilung der Akzeptanzverläufe	306
6.8	Verteilung der Nutzungsverläufe	307
6.9	Akzeptanz- und Nutzungsentwicklung eines Champions	309
6.10	Akzeptanz- und Nutzungsentwicklung eines Gegners	310
6.11	Akzeptanz- und Nutzungsentwicklung eines alt. Agenten	312
6.12	Akzeptanz- und Nutzungsentwicklung eines stag. Agenten	314
6.13	Mittelwerte der Typen sozialen Drucks	316
6.14	Wirkung sozialen Drucks auf polare Akteure	317
6.15	Wirkung sozialen Drucks auf mittlere Akteure	318
6.16	Wirkung des Nutzungsdrucks	319
6.17	Überzeugungen durch Champions und Gegner	320

6.18	Wirkung der Überzeugungsversuche auf die Akzeptanz	321
6.19	Wirkung der Managementinterventionen auf die Nutzung	323
6.20	Wirkung der Überzeugungsarbeit des Change Agent	325
6.21	Wirkung der Anreize auf die Nutzung (nur Change Agent)	325
6.22	Wirkung der Anreize auf die Nutzung (Change Agent und Management)	326
6.23	Wirkung der Schulung auf Erfahrung	327
6.24	Interventionen aller steuernden Akteure	328
6.25	Verteilung der Interventionen der Change Agents	329
6.26	Wirkung der Anreize auf die Gruppennutzung	330
6.27	Interventionen der Managementagenten	331
6.28	Interventionsintensität in Abhängigkeit von Leistung	332
6.29	Wirkung der Anreize auf die Nutzung	333
6.30	Auftreten von Zwang in Abhängigkeit zur Nutzung	334
6.31	Entwicklung der Akzeptanz (Modellvarianten)	342
6.32	Entwicklung der Nutzung (Modellvarianten)	343
6.33	Vergleich der Akzeptanzverläufe der Konfigurationen	354
6.34	Vergleich der Nutzungsverläufe der Konfigurationen	355
6.35	Replikationsergebnisse Akzeptanz – Maschinenbürokratie und professionelle Bürokratie	357
6.36	Replikationsergebnisse Akzeptanz – Spartenorganisation	357
6.37	Replikationsergebnisse Akzeptanz – Adhokratie	358
6.38	Replikationsergebnisse Nutzung – Maschinenbürokratie	359
6.39	Replikationsergebnisse Nutzung – professionelle Bürokratie und Adhokratie	360
6.40	Replikationsergebnisse Nutzung – Spartenorganisation	361

ACT-R Adaptive Control of Thought-Rational
ADICO Attribute, Deontic, Aim, Conditions, Or else
C-TAM-TPB Combined Technology Acceptance Model and Theory of Reasoned Action
IDT Innovationsdiffusionstheorie
MAIA Modelling Agent-based systems based on Institutional Analysis
MM Motivational Model
MPCU Model of PC Utilization
SCT Social Cognitive Theory
SOAR State, Operator Apply Result
TaIF Task Individual Fit
TaITF Task Individual Technology Fit
TAM Technology Acceptance Model
TAM II Technology Acceptance Model II
TAM III Technology Acceptance Model III
TPB Theory of Planned Behavior
TPC Technology to Performance Chain
TRA Theory of Reasoned Action
TRI Technology Readiness Index
TTF Task Technology Fit
TTFM Task Technology Fit Model
UML Unified Modelling Language
UTAUT Unified Technology Acceptance and Use of Technology

Kapitel 1

Einführung

Der größte Teil des menschlichen Arbeitslebens spielt sich in Organisationen ab. Während Menschen dem technologischen Wandel im privaten Bereich recht offen gegenüberstehen, rufen Veränderungen im Arbeitsumfeld nicht selten Widerstände oder Resignation hervor. Ist dieses Verhalten auf individuelle Faktoren zurückzuführen? Sind es also die gleichen Personen, die im privaten Umfeld nicht technikaffin sind, welche auch in der Organisation die Neuerung skeptisch betrachten? Oder ist es eine Frage des Organisationskontextes, welcher die Wahrnehmung der Neuerung als Gefährdung oder Belastung erscheinen lässt?

Für die Organisationen ist diese Frage von großer Bedeutung, wenn es um die Gestaltung des Einführungsprozesses geht. Zwar ist die Frage der Technologieakzeptanz und der Einführung und Verbreitung von Neuerungen ein Forschungsfeld, welches auf eine längere Historie zurückblicken kann. Auch die Hinweise zur erfolgreichen Gestaltung bei der Einführung neuer Technologien und Prozesse in Organisationen sind durch das Change Management vielfach diskutiert worden. Die praktischen Ergebnisse legen jedoch nahe, dass der Umgang mit der entstehenden Dynamik, dem Wechselspiel zwischen individueller Einstellung und Entscheidung sowie organisationaler Steuerung, bisher nur oberflächlich analysiert und verstanden wird.

In dieser Arbeit wird daher eine neue Perspektive auf die Technologieakzeptanz in Organisationen eröffnet, indem strukturierende Effekte durch die Funktion und den Aufbau der Organisation mit individuellem Entscheiden verbunden werden. Technologieakzeptanz ist dabei nicht durch individuelle

Faktoren oder Organisationsattribute bedingt, sondern entsteht in einem emergenten Prozess aus der Überschneidung individueller und organisatorischer Handlungslogiken.

In den folgenden sieben Kapiteln werden die Quellen für diese Perspektive kritisch untersucht. Anschließend wird daraus ein neues, dynamisches Akzeptanzmodell abgeleitet, dessen Eignung anhand einer Simulation getestet wird, welche wiederum Rückschlüsse auf die organisatorische Praxis erlaubt. Zunächst wird jedoch das Problem der Technologieeinführung in Organisationen und die darin bestehende Forschungslücke genauer umrissen.

1.1 Problemstellung

Nicht erst seit der Digitalisierung sind Organisationen mit der Einführung neuer Technologien konfrontiert. Innovationen aus der Umwelt sollen Organisationen zu höherer Effizienz in der Zielerreichung verhelfen. Dies kann in Unternehmen die Erhöhung des Umsatzes und der Innovationskraft bzw. die Senkung der Herstellungskosten sein. In Verwaltungen und nicht gewinnorientierten Organisationen kann sich die Zielerreichung auf Anforderungen aus dem politischen Umfeld oder eine bessere Koordination der Leistungserbringung beziehen. Die Einführung der neuen Technologie ist jedoch nicht unproblematisch. Es kann immer wieder beobachtet werden, wie die Einführung neuer technischer Produkte scheitert (Schultz und Slevin, 1983). Es existieren hierfür unterschiedliche Schätzungen, welche zwischen 50% (Quinn, 2004; Cartwright und Schoenberg, 2006) und 70% (Hammer und Champy, 1993; Nohira und Beer, 2000; Washington und Hacker, 2005) liegen. Daneben ist zusätzlich von Projekten auszugehen, welche ihre Ziele nicht erreichen, jedoch als gescheitert bezeichnet werden. Hier werden rund 60% genannt (Claßen und Von Kyaw, 2009).

Die Gründe hierfür können vielfältig sein (Washington und Hacker, 2005). Neben technischen Mängeln, Fehlern in der Projektorganisation, fehlenden Schulungen der Mitarbeiter sowie mangelnder Integration in die Unternehmensabläufe stellt die geringe Akzeptanz der Mitarbeiter und die damit einhergehende geringe Nutzung der Systeme ein Hauptproblemfeld dar. Es sind immer wieder Widerstände der Nutzer gegenüber Veränderungen zu beobachten (Steinburg, 1992; West, 1994; Dent und Goldberg, 1999; Dent, 1995).

Wenngleich es diverse Ansätze zur Erklärung der Verbreitung und zur Einführung von Innovationen gibt, liegt in der Betrachtung der Dynamik der Interaktion zwischen Technologie, Organisation und Mensch ein Beschreibungs- und Analysedefizit vor. Es ist zwar über die Diffusions- und Promotorentheorie bekannt, wie sich Innovationen in Märkten verbreiten, auch die individuellen Faktoren sind über das Technology Acceptance Model (TAM) und die darauf aufbauenden Ansätze hinreichend beschrieben, die spezifische Rolle der Organisation im Adoptionsprozess ist hingegen nur am Rande betrachtet worden. Insbesondere die Dynamik im Wechselverhältnis zwischen interpersonaler Interaktion und organisatorischer Steuerung ist in bisherigen Ansätzen nicht berücksichtigt worden. Wenn dies thematisiert wird, dann nur auf politischer Ebene (policies) oder begrenzt auf Anreizsysteme und Nutzerzufriedenheit (Mellone, 1990). Ein strikteres, mehrdimensionales Eingreifen, wie es Organisationen über Steuerungsmedien möglich ist, findet keine Beachtung.

Damit einher geht auch die mangelnde theoretische Auseinandersetzung mit unterschiedlichen, vom Organisationstypus abhängigen Steuerungskonzepten. Es werden zwar die Wirkungen von Organisationsattributen untersucht, jedoch die Vorgänge, welche das Verhalten in Organisationen regulieren, ausgeblendet. Die Konzentration erfolgt auf Was-Fragen; zum Verständnis ist hingegen die Beantwortung von Wie-Fragen notwendig. Es müssen daher zwei Perspektiven vereint werden, welche bisher nur lose miteinander verbunden waren: das individuelle Akzeptanzverhalten der Mitglieder und die organisatorische Steuerung (Sousa u. a., 2015; Sibertin-Blanc u. a., 2013). Hierüber wird ein tieferes Verständnis der Dynamik der Akzeptanz und Verbreitungsprozesse in Organisationen geschaffen, welche durch individuelle Faktoren, Interaktion und Managementaktivitäten strukturiert werden kann.

Führung ist in Veränderungsprojekten ein wichtiger Aspekt. Neben dem wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt hat daher die Erfassung der Dynamik auch einen praktischen Nutzen. Das Verständnis der Bedingungen und Folgen steuernder Eingriffe ermöglicht eine effizientere Gestaltung des Veränderungsprozesses und eine Erweiterung der Werkzeuge des Change Management.

Das Ziel dieser Arbeit ist es daher, die individuelle Akzeptanzbildung und die organisatorische Steuerung in einem Modell zu verbinden und anhand einer Simulation zu demonstrieren, welche Erkenntnisse über den intraorganisationa-

len Veränderungsprozess gewonnen werden können. Hierbei werden die Effekte in unterschiedlichen Organisationstypen betrachtet. Im Folgenden wird die Zielstellung weiter spezifiziert.

1.2 Zielstellung

In der Arbeit werden drei unterschiedliche Zielklassen unterschieden. Die *wissenschaftliche Zielstellung*, welche den Kern der Arbeit bildet, befasst sich mit der Entwicklung und dem Test eines Simulationsmodells für die Akzeptanz von Neuerungen in Organisationen. Die allgemeine Zielstellung kann auf folgende Forschungsfragen heruntergebrochen werden:

1. Welche Faktoren beeinflussen die Akzeptanz von Neuerungen in Organisationen?
2. Welche Vorgänge zur Verbreitung der Innovation existieren? Was sind deren Besonderheiten in Organisationen?
3. Welches Verfahren eignet sich für die Analyse der Organisationsdynamik?
4. Wie können diese Vorgänge modelliert werden?
5. Welche Erkenntnisse lassen sich aus der Simulation eines solchen Modells hinsichtlich des Erfolges der Technologieeinführung gewinnen?

Die Erreichung der wissenschaftlichen Zielstellung bildet die Grundlage für die *Anwendung und Demonstration* des Vorgehens. Ausgehend von der letzten Forschungsfrage wird daher untersucht, wie sich der Erfolg bei der Technologieeinführung zwischen verschiedenen Organisationstypen unterscheidet.

Der Erfolg wird hierbei auf zwei Ebenen betrachtet: Auf der Einstellungsebene bedeutet Erfolg, dass sich die Mitarbeiter mit der neuen Technologie identifizieren, sie also eine hohe Akzeptanz entwickeln. Auf der Umsetzungsebene wird die Nutzungsintensität der Technologie als Erfolgsindikator gewählt.

Die *Implikationen für die Organisationspraxis*, welche der Beobachtung der Steuerung in den unterschiedlichen Organisationstypen und der dabei verwendeten Steuerungsmedien entspringen, geben Hinweise auf die zielgerichtete Beeinflussung der Akzeptanzbildung und Nutzungsausdehnung neuer Technologien. Es können damit Aussagen darüber getroffen werden, welche Medien

und Maßnahmen sich für einzelne Phasen der Technologieeinführung besonders eignen und welche eher hinderlich sind.

1.3 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit folgt den Fragestellungen. Die wissenschaftliche Fragestellung als Kern der Arbeit nimmt dabei den größten und differenziertesten Teil ein. Die Struktur orientiert sich an dem von Nance (1994, S. 21) formulierten Modelllebenszyklus, welcher an späterer Stelle weiter ausgeführt wird (siehe Abbildung 4.4). Dabei werden drei Phasen unterschieden: Problemdefinitionsphase, Modellbildungsphase und Entscheidungsunterstützungsphase. Die ersten vier Kapitel dieser Arbeit dienen der Strukturierung des beobachteten Problems und sind entsprechend der ersten Phase zuzuordnen. Die Problemstellung und Zielsetzung wurde bereits in den vorangehenden Abschnitten formuliert. Ein Überblick über die zentralen Begriffe Innovation, Organisation und Akzeptanz erfolgt zum Abschluss von Kapitel 1.

In Kapitel 2 werden die relevanten Faktoren und Vorgänge aus bestehenden Theorien und Modellen auf individueller Ebene hergeleitet. Hierzu bildet die Diffusionstheorie nach Rogers (2003) die Grundlage. Die daran beschriebenen Attribute und Prozesse sind insbesondere bei der Akzeptanzbildung generisch. Über das TAM und seine Erweiterungen werden diese Aspekte spezifiziert. Beiden Ansätzen ist jedoch ein positiver Bias vorzuwerfen. So wird Akzeptanz nur positiv betrachtet, wohingegen Möglichkeiten zur aktiven Gegnerschaft nicht thematisiert werden. Die Berücksichtigung negativer Motivation und deren Effekte wird daher neben den Modellen gesondert thematisiert. Als Ergebnis der individuellen Betrachtungen steht ein Überblick über die Einflussfaktoren und Vorgänge bei der individuellen Akzeptanzbildung.

Die individuelle Perspektive wird in Kapitel 3 um organisationsspezifische Aspekte erweitert. Ziel ist es, die Wechselwirkung zwischen Organisations- und individuellen Entscheidungen abzubilden. Hierzu wird zunächst der Organisationsbegriff genauer definiert. Die Einflüsse auf die Übernahme und Verbreitung werden zunächst nach der allgemeinen Organisationsumwelt, also der Organisationsstruktur, den Koordinationsmechanismen, den Entscheidungsprozessen sowie der Organisationskultur bestimmt. Die spezifische Wirkung auf den in-

dividuellen Entscheidungsprozess wird über die Aufgaben des Mitarbeiters, seine Einstellung und Motivation sowie den organisatorischen Steuerungseingriff bestimmt. Die Bedeutung der Aufgabe wird anhand des Task Technology Fit Model (TTFM) und des TaITF beleuchtet. Die Einstellungsbildung wird über Motivationsmodelle und die Reformulierung der Akzeptanzmodelle näher betrachtet. Der Kern der Überlegungen liegt in den Steuerungseingriffen. In unterschiedlichen Phasen kann, wie im TAM III beschrieben, in den Bewertungs- und Verbreitungsprozess eingegriffen werden. Weiterhin stehen Organisationen unterschiedliche Steuerungsmedien zur Verfügung, mit denen sie die Mitglieder zu erwartungskonformem Handeln bewegen können. Der zielgerichtete Einsatz dieser Steuerungsmedien obliegt bestimmten Rollen in der Organisation: den Change Agents, dem Management und den Champions. Kapitel 3 erweitert daher die individuellen Faktoren aus Kapitel 2 und zeigt auf, wo und wie Organisationen den Übernahme- und Verbreitungsprozess steuern können.

Die identifizierten Faktoren bilden ein interdependentes, sich dynamisch entwickelndes Netz ab. Die Wirkverhältnisse spiegeln die Komplexität der intraorganisationalen Abläufe wider. Die Untersuchung dynamischer, komplexer Gebilde ist methodisch anspruchsvoll. Daher befasst sich Kapitel 4 mit der Fragestellung, wie eine solche Untersuchung am besten angelegt wird. Es werden dazu unterschiedliche Untersuchungsmethoden abgewägt. Die Eignung der Simulation zur Untersuchung der Akzeptanzbildung in Organisationen wird dabei hervorgehoben. Diese Methode wird genauer vorgestellt und kritisch beleuchtet, wobei die Methodologie und einzelne Phasen von Simulationsstudien näher beschrieben werden. Konkreter wird weiterhin auf die Simulation sozialer Systeme eingegangen und damit die Brücke zwischen allgemeinen Simulationsmethoden und dem Untersuchungsgegenstand geschlagen. Mit dem Abschluss von Kapitel 4 liegen die notwendigen Faktoren und Vorgänge sowie eine geeignete Methodik zur Modellbildung vor. Mit der Beantwortung der dritten Forschungsfrage ist somit die erste Phase abgeschlossen und es wird zur Modellentwicklung übergegangen.

Dem Modellentwicklungszyklus bei Nance (1994) entsprechend, werden im Kapitel 5 bei der Modellbildung folgende Schritte durchlaufen: Systemabgrenzung und Zieldefinition, Entwurf des konzeptuellen Modells, Überführung in ein logisches Modell sowie Implementierung in ein programmiertes Modell. Die

Grundlage für die Modellierung bildet das *Modelling Agent-based systems based on Institutional Analysis (MAIA)*-Metamodell (Ghorbani, Dignum und Dijkema, 2012), welche die institutionelle Analyse im Rahmen einer Multi-Agenten-Modellierung ermöglicht. Damit kann genauer betrachtet werden, wie Regeln unter Berücksichtigung individueller Zielfunktionen das Verhalten einzelner Akteure und das Gesamtverhalten der Organisation beeinflussen. Hierfür werden fünf Strukturen beschrieben. In der kollektiven Struktur werden die Akteure mit ihren Eigenschaften, Zielfunktionen und Interaktionsmöglichkeiten beschrieben. Die physische Struktur bestimmt die Eigenschaften der eingesetzten Technologie in Beziehung zu der Organisation und den Mitgliedern. Die konstitutionelle Struktur definiert die Organisationsregeln und Rollen. Alle drei Teile fließen in der operativen Struktur zusammen, welche Aufgaben und Tätigkeiten der Mitglieder mit der Technologie unter den Regeln der Organisation abbildet. Die Evaluationsstruktur misst die Zielvariablen der Simulation. Nachdem im konzeptuellen Modell eine verbale Beschreibung des Systemverhaltens erfolgt ist, werden im logischen Modell Variablen, Parameter und Wirkungsgleichungen festgelegt. Diese werden dann mithilfe der Simulationsplattform AnyLogic implementiert. Das so entstandene Modell beantwortet die vierte Forschungsfrage und ist der Ausgangspunkt für die Gültigkeitsprüfung und die Durchführung der Experimente.

Den Abschluss des Modellentwicklungszyklus bilden die Betrachtungen in Kapitel 6. Sie stellen zugleich die Anwendung und Demonstration der bisherigen Überlegungen dar. Zunächst wird zur Sicherung der Augenscheinvalidität das allgemeine Simulationsverhalten auf der Makro- und Mikroebene dargestellt. Die Gültigkeit wird weiterhin über eine Sensitivitätsanalyse abgesichert. Hierdurch werden strukturelle und numerische Varianten des Modells miteinander verglichen, um die Bereiche der Modellanwendbarkeit festzulegen. Das so validierte Modell wird zur Durchführung von Parametervariationsexperimenten genutzt. Diese beantworten die anwendungsbezogene Forschungsfrage und bilden den Ansatzpunkt für die praktischen Implikationen.

Den Abschluss der Arbeit bildet die Übertragung der Forschungsergebnisse in Handlungsempfehlungen für die Praxis der Technologieeinführung. Weiterhin wird das eigene Vorgehen kritisch reflektiert und die Gültigkeit der Ergebnisse

eingegrenzt. Hieraus erwächst weiterer Forschungs- und Untersuchungsbedarf, welcher die Schlussbetrachtungen abrundet.

Zur allgemeinen Einführung in die Thematik werden zunächst erste zentrale Begriffe dieser Arbeit kurz definiert. Eine detailliertere Begriffsarbeit erfolgt in den jeweiligen Spezialkapiteln.

1.4 Vorstellung zentraler Begriffe

Zum Verständnis der weiteren Darstellungen sind einige Begriffe von zentraler Bedeutung. *Technische Innovationen* stellen den Untersuchungsgegenstand dar. Die betrachteten Vorgänge sind in *Diffusion*, *Adoption* und *Akzeptanz* zu unterscheiden. Den Untersuchungskontext bildet die *Organisation*. Im Folgenden werden diese Kernbegriffe kurz dargestellt. In den einzelnen Kapiteln erfolgt eine Spezifikation der allgemeinen Definitionen.

Untersuchungsgegenstand: technische Innovation

Aus der Forschungsrichtung Innovationsmanagement lässt sich eine Vielzahl von Definitionen des Begriffs Innovation extrahieren. Die meisten davon beziehen sich auf das Hervorbringen und Verbreiten einer Innovation durch eine Organisation. Die in dieser Arbeit behandelte Fragestellung erfordert jedoch einen Innovationsbegriff, welcher die Blickrichtung umkehrt und das Verhältnis einer exogenen Innovation zur Organisation hervorhebt. Durch die Konfrontation mit der Neuerung wird ein organisatorischer Wandlungsprozess angestoßen. Auslöser des Wandels kann die Beobachtung der Umwelt oder der Organisation selbst sein. Folgende Definition berücksichtigt das dargestellte Verhältnis:

Innovation is conceived as a means of changing an organization, either as a response to changes in the external environment or as a pre-emptive action to influence the environment. Hence, innovation is here broadly defined to encompass a range of types, including new product or service, new process technology, new organization structure or administrative systems, or new plans or program pertaining to organization members. (Damanpour, 1996, S. 694)

Innovation tritt daher immer in der Beziehung einer Organisation mit ihrer Umwelt hervor. Ihre Form ist dabei generisch. Im Rahmen dieser Arbeit wird der

Aspekt der neuen Technologie hervorgehoben. Es wird hierbei ein generischer Technologiebegriff aus Rogers (2003, S. 15) entlehnt, welcher als Ursache-Wirkungs-Verknüpfung zur Unsicherheitsverringerung definiert wird. So fallen sowohl Objekte (Maschinen) als auch Ideen und Praktiken (Prozesse, Werte etc.) darunter. Neben einzelnen Technologien kann sich die Innovation auch auf Technologiebündel beziehen. Diese bestehen aus mehreren Elementen, die eng miteinander verbunden sind. Der Neuheitswert muss sich dabei nicht auf ein einzelnes Element beziehen, sondern kann in einer Kombination der unterschiedlichen Elemente bestehen.

Eine Innovation grenzt sich von bestehenden Technologien dadurch ab, dass sie von den Akteuren im sozialen System als neu wahrgenommen wird. Es ist daher keine absolute Aussage über den Neuheitsgehalt möglich. Ob etwas innovativ oder neu ist, unterliegt einem organisatorischen und individuellen Bewertungsvorgang. Technologien können von der Organisation oder den Mitgliedern als neu wahrgenommen werden, obwohl sie in anderen Bereichen schon etabliert sind und als Imitation aufgefasst werden (Van de Ven, 1986, S. 108).

Zur weiteren Spezifikation des oben vorgestellten Innovationsbegriffs können drei Aspekte unterschieden werden (Kimberly, 1981, S. 108):

1. *Innovation als Artefakt* betrachtet z. B. ein Produkt, eine Dienstleistung oder die Anwendung eines neuen Verfahrens, welches neue Technologien nutzt (Nord und Tucker, 1987).
2. *Innovation als Prozess* berücksichtigt die Hervorbringung, Verbreitung und Verfestigung neuer Ideen, Prozesse, Produkte oder Dienstleistungen (Thompson, 1965, S. 2). Dieser Vorgang kann radikal oder inkrementell erfolgen.
3. *Innovation als Attribut von Organisationen* fokussiert die Fähigkeit einer Organisation, neues Wissen und neuen Wert zu erzeugen (du Plessis, 2007, S. 21). Der Prozess der Innovation und die resultierenden Artefakte werden dabei in der Organisation selbst angewendet, z.B. mit dem Ziel, interne Prozesse und Strukturen zu verbessern, Märkte zu erschließen und Vorteile für alle Beteiligten zu schaffen (West und Anderson, 1996). Hierdurch kann die Organisation selbst wieder Neues hervorbringen.

Auf Basis dieser Unterscheidung lässt sich der Untersuchungsbereich weiter eingrenzen. Die neue Technologie führt dabei zu einem radikalen Umbruch in der Organisation. Das Ziel der Technologieeinführung ist die Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, z. B. durch Beschleunigung, Erhöhung der Qualität oder Reduzierung der Kosten. Alle drei Aspekte werden in folgender Definition miteinander verbunden: „Innovation is the multi-stage process whereby organizations transform ideas into new/improved products, service or processes, in order to advance, compete and differentiate themselves successfully in their marketplace.“ (Baregheh, Rowley und Sambrook, 2009, S. 1334)

Die angesprochenen unterschiedlichen Schritte, welche der Innovationsprozess durchläuft, können folgendermaßen spezifiziert werden: (a) Zielformulierung, (b) Mittelauswahl, (c) Einführung, (d) Verfestigung.

Die Wechselwirkung mit der Umwelt erfolgt in den ersten beiden Phasen. So können neue, disruptive Technologien eine veränderte Zielformulierung der Organisation nach sich ziehen (Christensen, 2005). Die Organisation wird dabei von einer neuen Technologie irritiert und muss ein Mittel entwickeln, sie in die Vorgänge zu integrieren. Dem gegenüber steht die aktive Suche der Organisation in der Umwelt nach einer neuen Technologie zur Erreichung einer festen Zielstellung. Die Technologieauswahl folgt dabei der Organisationslogik und den Erfordernissen des weiteren Betriebs. Das Ziel dieser Technologieauswahl ist nicht die Umweltanpassung, sondern die selbstbezogene und selbstgewählte Veränderung der Organisation.

Der Übergang von der Mittelwahl zum Mitteleinsatz erfolgt organisationsintern über die Technologieeinführung. Hierbei werden die Mitglieder mit der Neuerung konfrontiert und auf die Benutzung vorbereitet. Während in den ersten beiden Phasen nur eine punktuelle Mitarbeiterbeteiligung stattfand, erstreckt sich die Einführungsphase auf alle Mitglieder. Entsprechend ist die Organisation auf eine schnelle Durchdringung angewiesen. Dem steht aber auch die Skepsis der Mitarbeiter gegenüber, welche das unbekannte Neue noch nicht vollständig produktiv einsetzen können.

Der Einführung schließt sich die Verfestigungsphase an. Die Neuerung wird dabei von den Mitgliedern genutzt und ihr gewünschtes Potenzial sukzessive erschlossen. Es erfolgt ein Lernprozess, in welchem eine intensive Auseinandersetzung der Mitarbeiter mit der Technologie stattfindet. Je länger diese

Auseinandersetzung andauert, desto mehr verliert die Innovation ihre charakteristische Eigenschaft, das Neue. Über das Lernen und die Gewöhnung wird die Innovation in die Standardvorgänge inkorporiert.

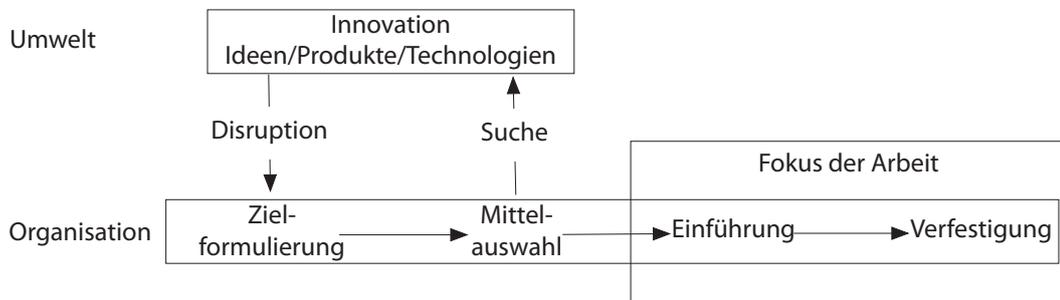


Abbildung 1.1: Organisation-Umwelt-Interaktion im Innovationsprozess

Abbildung 1.1 skizziert diesen Prozess und verdeutlicht, dass die Umweltinteraktion, also die Selektion des Neuen aus der Umwelt, in einer Phase stattfindet, welche dem Betrachtungshorizont dieser Arbeit vorgelagert ist. Entsprechend wird eher die Innenperspektive thematisiert. Hieraus ergeben sich folgende Einschränkungen des Innovationsbegriffs und -prozesses.

Das *Ziel der Neuerung* ist nicht nach außen auf einen Markt oder auf Kunden gerichtet, sondern bezieht sich auf interne Stakeholder. So wird in dieser Arbeit Innovation eingeschränkt als Einsatz neuer Technologie innerhalb der Organisation betrachtet.

Auch die normative Ebene wird in dieser Arbeit ausgeblendet. Welches Gesamtziel mit der Innovation verfolgt wird, ob die Leistungsfähigkeit der Organisation steigen soll oder ob neue Produkte generiert werden, wird nicht behandelt. Die *Zielformulierung* und die *Festlegung des Mittels* zur Zielerreichung werden als extern durch Managemententscheidungen festgelegt betrachtet. Hier interessiert nur die Durchdringung der Organisation mit dem gewählten Mittel, z. B. einer neuen Kombination aus Technologie und Prozessen. Es wird also der Wandel der Organisation als solcher betont und weniger die Richtung des Wandels.

Insbesondere das Abheben auf die Wahrnehmung der Organisationsmitglieder ist von besonderer Bedeutung. Es wird damit eine interne Perspektive eingenommen und die Entscheidungs- und Handlungsweisen einzelner Personen sowie ihre Interaktion werden als soziales System betrachtet.

Innovation wird somit als ein vom Management selektiertes Mittel zur zielgerichteten Veränderung der Vorgänge und Ergebnisse der Organisation formuliert. Somit hat die Innovation zwar einen direkten Wert für die Organisation, insbesondere aus der Perspektive des Managements, von den Mitarbeitern wird sie jedoch als Irritation wahrgenommen, auf welche in unterschiedlicher Art und Weise reagiert werden kann.

Die Unterscheidung dieser Vorgänge auf Mikro- und Makroebene wird durch die Begriffe Diffusion, Adoption und Akzeptanz vorgenommen.

Diffusion – Adoption – Akzeptanz

Die Einführung und Verstetigung neuer Technologien in Organisationen verlaufen auf unterschiedlichen Ebenen. Betrachtet man das Verhalten des Gesamtsystems, so ist von Diffusion zu reden, da mehrere Einzelemente daran beteiligt sind und der soziale Verbreitungsprozess im Fokus steht. *Diffusion* wird daher folgendermaßen definiert: „Diffusion is the process in which an innovation is communicated through certain channels over time among the members of a social system.“ (Rogers, 2003, S. 3 f.)

Rogers nutzt den Begriff im Gegensatz zu anderen Autoren sowohl für spontane, ungeplante als auch für geleitete Veränderungen. Zudem wird die Diffusion als spezieller Kommunikationsprozess verstanden und weist damit auch eine zeitliche Komponente auf.

In der Beschreibung des Makroprozesses sind die Entscheidungen und Aktivitäten der einzelnen Mitglieder enthalten. Die Betrachtung der Mikroebene beleuchtet daher die kognitiven und kommunikativen Vorgänge jedes Mitglieds des Systems. Dabei sind zwei Phasen zu unterscheiden, welche sich aneinander anschließen. Zunächst erfolgt die Einstellungs- bzw. Meinungsbildung, welcher sich die Nutzungsentscheidung anschließt.

Die individuelle Aufnahme basiert auf einem Informationsverarbeitungsprozess, der Unsicherheiten in Bezug auf die Auswirkungen der Technologienutzung verringert. Er untergliedert sich in die Phasen Informationssuche sowie Informationsverarbeitung und resultiert in der Übernahmeentscheidung (Rogers, 2003, S. 13). Neben den kognitiven Vorgängen wird der Akteur über den Kommunikationsprozess sozial beeinflusst. Die Gesamtheit der kognitiven und kommunikativen Vorgänge der Entscheidungsfindung wird als Akzeptanzbil-

dung bezeichnet. *Akzeptanz* ist damit die Einstellung der Person gegenüber der neuen Technologie.

Adoption hingegen beschreibt den Implementierungsprozess auf der Ebene der Systemelemente nach der Einstellungsbildung (Böcker und Gierl, 1988). Das Resultat der Adoption ist die Umsetzung der Nutzungsentscheidung zur tatsächlich beobachtbaren Nutzung. Diese Verbindung kann jedoch gestört sein. Zum einen kann ein Attitude-Behavior-Gap (LaPiere, 1934; Peattie, 2001; Westaby, 2005; Bhattacharjee und Sanford, 2009) existieren. Dabei hat der potenzielle Nutzer eine positive Einstellung gegenüber der Technologie, die sozialen, organisatorischen oder ökonomischen Rahmenbedingungen erlauben jedoch keine Nutzung. Zum anderen kann die Nutzung auch erzwungen werden. Insbesondere im Organisationskontext ist die Adoption verpflichtend. Der Nutzung an sich geht daher keine positive Einstellung voraus.

Die Messung der Diffusion und Adoption auf der Mikro- und Makroebene kann in unterschiedlicher Granularität erfolgen. Während die meisten Ansätze recht grobe Konstrukte wie den Kauf (Marketing), die Benutzung (Landwirtschaft, Technologie) oder auch die Praxis (Werte und Normen) einsetzen, geben differenziertere Betrachtungen anhand des Nutzungsgrades (Häufigkeit oder Dauer) (Davis, 1989; Davis, Bagozzi und Warshaw, 1989; Thompson, Higgins und Howell, 1991) und der Nutzerbewertungen (Goodhue, 1992; Goodhue, 1995) einen tieferen Einblick in die Adoptions- und Diffusionsvorgänge. Akzeptanz ist hingegen nicht direkt beobachtbar. Daher werden zur Messung Skalen und Konstrukte der Einstellungsmessung verwendet. Der Forscher ist hierbei jedoch auf die wahrheitsgetreue Aussage des Akteurs angewiesen.

Kommunikation hat im Akzeptanzbildungs-, Adoptions- und Diffusionsprozess eine zweifache Wirkung. Zunächst stellt sie auf der Mikroebene einen Einflussfaktor zwischen den Individuen dar, indem sie individuelle Entscheidungen durch das System verbreitet. Die individuellen Handlungen erlangen durch die Kommunikation soziale Relevanz. Die Entscheidungen anderer spielen somit in die eigene Entscheidung hinein. Weiterhin bildet Kommunikation das Bindeglied zwischen individuellen Adoptionen und aggregiert damit die Entscheidungen auf der Systemebene (Schmalen und Xander, 2000; Pechtl, 1991). Erst über die Verbindung der Einzelentscheidungen ist es möglich, die Geschwin-

digkeit, Intensität und Muster auf Systemebene zu beobachten. Abbildung 1.2 stellt die einzelnen Schritte auf der Makro- und Mikroebene übergreifend dar.

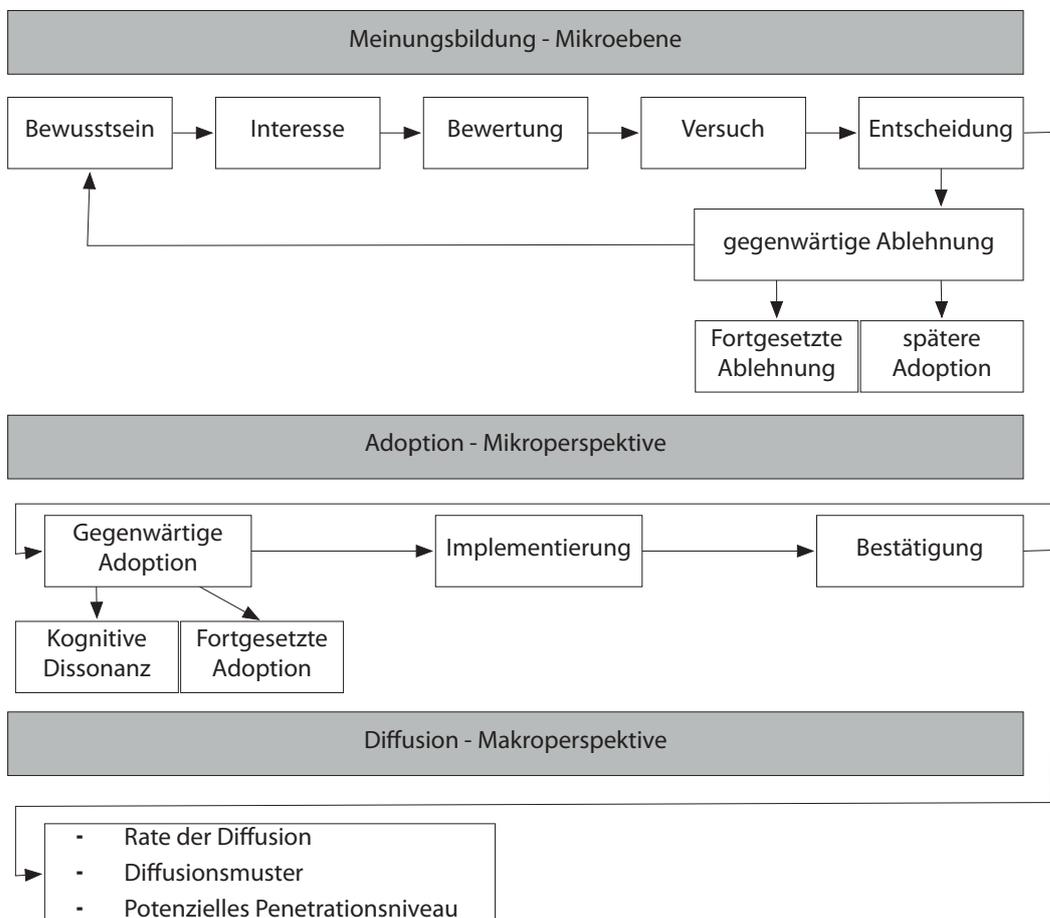


Abbildung 1.2: Prozess der Adoption und Diffusion (nach Schmidt, 2009, S. 21)

Da die Kommunikation bei der Verbreitung der technologischen Neuerung einen starken Einfluss hat, ist der gesamte Vorgang kontextsensitiv. Die Form und die Regulierung der Kommunikationskanäle beeinflusst die Akzeptanzbildung und Diffusion erheblich. Daher ist es notwendig, den Kontext Organisation über eine begriffliche Annäherung festzulegen.

Organisation

Den Kontext der Untersuchung der Akzeptanz-, Nutzungs- und Verbreitungsprozesse bildet die Organisation. Anders als in einem marktförmigen Umfeld sind die Interaktionen und Entscheidungen der Personen an den Organisationsrahmen gebunden und auf ein gemeinsames Ziel ausgerichtet. In der einfachsten

Form kann eine Organisation definiert werden als: „[...] a stable system of individuals who work together to achieve common goals through a hierarchy of ranks and a division of labor.“ (Rogers, 2003, S. 404)

Es handelt sich daher um bewusst strukturierte soziale Systeme, welche durch folgende Elemente gekennzeichnet sind (Rogers, 2003, S. 404):

- (a) Vorgegebene *Ziele* zur Erfüllung des Organisationszwecks;
- (b) Vorgeschriebene *Rollen* und Begrenzung des Handlungs- und Entscheidungsspielraums;
- (c) *Weisungsstruktur* zur Zuordnung von Verantwortung und Schaffung von Ordnung durch Hierarchie;
- (d) *Regeln und Bestimmungen* zur Festlegung der Handlungs- und Entscheidungsinhalte sowie -verfahren;
- (e) *Informelle Muster*, welche sich über die Zeit etablieren, wie Normen, Praktiken und soziale Beziehungen.

Über die Unternehmensziele sowie die Regeln und Bestimmungen wird der Bewertungskontext der Übernahmeentscheidung beeinflusst. Weisungsstruktur, Rollen und informale Muster formen hingegen die Verbreitung der technischen Neuerung.

Wird die Definition der Diffusion als kommunikativer Prozess aufgegriffen, so liegt es nahe, auch einen kommunikationsorientierten Organisationsbegriff zu verwenden. Zentral ist hierfür der Aspekt der Entscheidung, welche definiert ist als eine Handlung, welche auf eine Erwartung gerichtet ist (Luhmann, 1984, S. 594). Alle oben beschriebenen Elemente der Organisation beziehen sich auf Entscheidungen und können durch Entscheidungen hervorgebracht werden. Demnach sind Organisationen „Systeme, die aus Entscheidungen bestehen und die Entscheidungen, aus denen sie bestehen, durch die Entscheidungen, aus denen sie bestehen, selbst anfertigen“ (Luhmann, 1988). Auf diese etwas sperrige Definition wird genauer in Abschnitt 3.1 eingegangen.

Für die individuelle Einstellungsbildung und Übernahmeentscheidung hat dies zur Folge, dass durch das Entscheiden der Organisation, z. B. über Ziele oder die Art, wie Aufgaben erledigt werden, Erwartungen herausgebildet werden,

auf welche die Person Bezug nehmen muss. Dies bewirkt auf der Systemebene, dass die individuellen Entscheidungen kommunikativ aufgegriffen und durch weitere Mitglieder interpretiert werden und für diese wiederum Erwartungen darstellen. Die Erwartungen können sich dann auf die eigene Übernahme oder Ablehnung beziehen, sie entfalten jedoch im Steuerungskontext eine noch größere Wirkung. Indem die Entscheidungen der Mitglieder auf die Erwartungen des Managements und der mit der Verbreitung betrauten Akteure (Change Agents) treffen, handeln diese durch Interventionen in das Organisationssystem in Bezug auf ihre Zielstellung.

Somit strukturiert die Organisation als Kommunikationszusammenhang sowohl die individuelle Nutzungsentscheidung als auch die organisatorischen Reaktionen darauf. Hieraus entsteht ein dynamisches, sich selbst verstärkendes und reproduzierendes System. Zur Beantwortung der oben gestellten Forschungsfrage sind daher Methoden und Konzepte notwendig, welche die Komplexität erfassen und handhabbar machen. Diese werden in den folgenden Kapiteln entwickelt.

Kapitel 2

Akzeptanz und Verbreitung technischer Neuerungen

Zur Darstellung der Dynamik von Technologieakzeptanz im intraorganisatorischen Kontext ist es notwendig, die Bestimmungsfaktoren auf individueller, Team- und Organisationsebene zu identifizieren, zu systematisieren und ihr Zusammenspiel zu beschreiben. Das Ziel dieses Kapitels ist die Herleitung der Haupteinflussfaktoren hinsichtlich der Aufnahme von Neuerungen auf individueller Ebene (Akzeptanz) sowie die Abbildung der Wandlungsdynamik auf sozialer Ebene (Verbreitung). Den Rahmen der Analyse bildet die Innovationsdiffusionstheorie (IDT). Weitere Faktoren werden aus dem Technology Acceptance Model (TAM) und dessen Erweiterungen entlehnt. Beide Ansätze decken die Fragestellung ab, was dazu führt, dass eine Technologie akzeptiert und genutzt wird. Spiegelbildlich ist jedoch auch zu fragen, warum eine Technologie abgelehnt wird und welche Vorgänge im sozialen System dafür sorgen, dass es Neuerungen blockiert. Hierzu werden insbesondere kognitive und motivationale Aspekte beleuchtet und mögliche Barrieren identifiziert. Neben den statischen Nutzer- und Systemattributen werden zudem unterschiedliche Phasen und deren Übergänge im Adoptionsprozess dargestellt. Sie bilden die temporale Struktur für die Untersuchung ab.

2.1 Diffusionstheorie

Der Begriff Diffusion ist dem chemischen Konzept der Durchmischung zweier Stoffe, z. B. Salzen und Flüssigkeiten entlehnt. Ende des 19. Jahrhunderts wurden diese Vermischungs- und Verbreitungsvorgänge von Kulturanthropologen auf die soziale Ebene übertragen (Heidemann, 2011, S. 56). Die entsprechenden Theorien (Diffusionismus) haben die Verbreitung kultureller Entwicklungen und Artefakte zum Thema. Einen Überblick zu den frühen Entwicklungen gibt Dixon (1928). Diese Theorien wurden weiterentwickelt und formalisiert. So formuliert bereits Pemberton (1936) die später genutzte S-förmige Diffusionskurve und leitet sie empirisch her.

Die Ausarbeitung der Faktoren und ihrer Wirkungsweise erfolgte in den Arbeiten von Rogers. Dieser untersuchte in den 1950er-Jahren die Aufnahme landwirtschaftlicher Innovationen durch Landwirte. Später wurden diese Studien auf andere Anwendungsbereiche ausgeweitet. Die beobachteten Effekte wurden in einem Messmodell zusammengefasst und empirisch überprüft. Eine Formalisierung der Dynamik des dort beschriebenen Prozesses erfuhr die Diffusionstheorie durch Bass (1969). Das mathematische Beschreibungsmodell beschränkt Diffusion auf zwei Verbreitungskanäle: massenmediale Werbung und mündliche Empfehlung. Im Zeitverlauf ergeben sich dabei die typische Glockenkurve der Anzahl neuer Nutzer bzw. der S-förmige Kurvenverlauf bei der Betrachtung der Gesamtanzahl der Nutzer.

Obwohl die Ablehnung der Innovation in Rogers' Grundmodell erwähnt wurde, findet sie erst durch Moore (1991) Berücksichtigung, der eine mögliche Diffusionslücke (Chasm) zwischen der Gruppe der frühzeitigen Anwender und der frühen Mehrheit identifiziert. Im Folgenden werden die Diffusionstheorien näher beschrieben, Bestimmungsfaktoren identifiziert sowie die dynamischen Wirkverhältnisse aufgezeigt.

Mit Ausnahme der generischen Arbeiten von Rogers (2003) bezieht sich die Vielzahl der Beiträge zur Diffusion auf Fragestellungen des Marketings, also auf die Einführung neuer Produkte in einen Markt. Es muss daher auch diskutiert werden, welche Reichweite die Modelle haben und ob sie innerhalb von Organisationen Anwendung finden können.

2.1.1 Elemente der Diffusion

Wie bereits in Abschnitt 1.4 dargestellt, handelt es sich bei der Diffusion um einen sozialen Prozess, welcher eine Innovation über bestimmte Kommunikationskanäle in einem sozialen System verbreitet.

Die Diffusion ist dabei ein wertfreier Mechanismus. Die Ergebnisse des Diffusionsvorgangs müssen nicht notwendigerweise positiv oder erwünscht sein. Es können sich für das soziale System auch dysfunktionale Innovationen verbreiten (Rogers, 2003, S. 30 f.). Die Nutzung eines effizienteren Informationssystems wäre dabei eine intendierte, funktionale Folge. Die Verbreitung von Wegen, dieses neue System zu umgehen, würde entsprechend eine nicht intendierte dysfunktionale Folge darstellen.

Weiterhin wird zwischen direkten und indirekten Effekten unterschieden. Direkte Effekte sind unmittelbar mit der Innovation verbunden, z. B. die Erreichung einer höheren Datenqualität durch ein neues Informationssystem. Indirekte Effekte oder Effekte zweiten Grades sind Folgen der Aufnahme der Innovation, z. B. die Erleichterung der Entwicklungsarbeit, weil das genutzte System konsistente Daten bereitstellt.

Die zugrunde liegenden Verbreitungsprozesse werden anhand von vier Elementen beschrieben:

1. die Innovation, welche sich verbreitet;
2. die Kommunikationskanäle, die dazu genutzt werden;
3. die Zeit, die während des Prozesses vergeht;
4. das soziale System, in dem der Vorgang stattfindet.

Innovation

Die Innovation kann sowohl statisch als auch anpassbar betrachtet werden. Bei statischer Betrachtung ist die neue Technologie unabhängig von seiner aufnehmenden Umgebung. Dem Nutzer steht nur frei, die Technologie so aufzunehmen oder abzulehnen, wie sie ist. Im Unterschied dazu bezieht die dynamische Betrachtungsweise die Wechselwirkung mit der Umgebung ein. Rogers (2003, S. 17 f.) wählt dafür den Begriff der Neuerfindung. Nutzer können dabei die Technologie im Übernahmeprozess modifizieren. In Bezug

auf das Charge Management ist dies eine häufig gewählte Option, um die Akzeptanz zu steigern (Eveland, Rogers und Klepper, 1977).

Innovationen können durch ihre Form, Funktion und Bedeutung gekennzeichnet werden. Form ist dabei das physische Erscheinungsbild und Funktion ist der Beitrag, den die Innovation zur Zielerreichung leistet. Bedeutung wird der Innovation hingegen von ihren Benutzern zugeschrieben (Rogers, 2003, S. 451 f.). Jede Innovation kann aus der Nutzerperspektive durch folgende Attribute beschrieben werden (Rogers, 2003, S. 15 ff.):

Relativer Vorteil als die Wahrnehmung, ob eine Technologie besser ist im Vergleich zu existierenden Lösungen. Die Verbesserung bezieht sich auf ökonomische Vorteile, soziales Prestige, Bequemlichkeit oder Zufriedenheit.

Kompatibilität als wahrgenommene Passung der Technologie mit bestehenden Werten, vergangenen Erfahrungen und Bedürfnissen.

Komplexität als die Einschätzung der Schwierigkeit beim Verständnis und bei der Nutzung.

Erprobbarkeit als Wahrnehmung, inwiefern mit der Technologie vorab begrenzte Erfahrungen gesammelt werden können.

Beobachtbarkeit als Einschätzung, inwiefern die Ergebnisse der Technologienutzung sichtbar für andere sind.

Es wird hervorgehoben, dass insbesondere der relative Vorteil als auch die Komplexität für die Erklärung der Übernahmerate von besonderer Bedeutung sind.

Kommunikationskanäle

Neben der Innovation bestimmen die genutzten Kommunikationskanäle die Verbreitung einer Innovation. Kommunikationskanäle werden dabei als Mittel zur Übertragung von die Innovation betreffenden Mitteilungen zwischen beteiligten Personen verstanden (Rogers, 2003, S. 18). Über die Kommunikationskanäle tauschen Nutzer Erfahrungen direkt aus oder beeinflussen über ihre Vorbildwirkung (modelling) und die Imitation ihres Verhaltens andere indirekt. Grob

werden drei Kanäle unterschieden: Massenmedien, interpersonale Kommunikation und Internetkommunikation. In den Phasen des Diffusionsprozesses wirken die Medien unterschiedlich auf die Akteure (Rogers, 2003, S. 205 f.).

Interpersonale Kommunikation ist bei der Diffusion bestimmend. Die Interaktion findet dabei häufig zwischen Individuen mit ähnlichen Ansichten, ähnlichem Status und Bildungshintergrund, also im sozialen Nahbereich statt (homophilous interaction). Über die geteilte Bedeutung (shared meanings) und eine gemeinsame, subkulturelle Sprache erfolgt die Kommunikation hier effizienter. Umgekehrt kann die starke Heterogenität der Interaktionspartner in Bezug auf Erfahrung, Sprache und organisatorischem Hintergrund zu Kommunikationsproblemen führen. Zudem existiert im sozialen Nahbereich ein starkes Vertrauen in die Einschätzung anderer Akteure. Ein Nachteil der starken kommunikativen Kohäsion ist ihre geringe Reichweite. Rogers (2003, S. 207) spricht von „localite“, also lokal begrenzten Kommunikationskanälen, welche die Verbreitung eingrenzen.

Zur Erzielung einer hohen Durchdringung im Gesamtsystem müssen grundlegend unterschiedliche Gruppen erfasst werden. Zum einen können zur Überbrückung der Verständnis- und Wissensdifferenzen bestimmte Akteure eingesetzt werden, zum anderen werden Maßnahmen des Change Management ergriffen, um ein einheitliches Verständnis aufzubauen. Auch massenmediale Kommunikationskanäle können aufgrund ihrer generalisierten und anonymisierten Form größere soziale Distanzen überbrücken („cosmopolite communication channels“). Es ist jedoch schwerer, damit Erfahrungen und tief greifende Inhalte zu transportieren.

Für den dritten Kommunikationskanal bietet das Internet ein Medium, das sowohl One-To-Many-Kommunikation als auch interpersonale Kommunikation ermöglicht. Es verfügt über eine hohe Reichweite und bietet im Vergleich zu den klassischen Massenmedien ein höheres Kommunikationstempo (Rogers, 2003, S. 213).

Die Nutzung von Massenmedien und der Internetkommunikation hat vor allem im Marketingkontext Bedeutung. Bei der Betrachtung von Organisationen hat vor allem die interpersonale Kommunikation Gewicht. Diese wird im Verlauf der Arbeit um Steuerungsaspekte und die Nutzung von Steuerungsmedien erweitert.

Zeit

Diffusion ist als Prozess, also als zeitliche Abfolge von Handlungen definiert. Zeit wirkt in drei Aspekten der Diffusion: im Innovationsentscheidungsprozess, bei der individuellen Aufnahme der Innovation (Innovationsbereitschaft) und bei der Aufnahmerate der Innovation im Gesamtsystem.

Der individuelle Innovationsentscheidungsprozess besteht aus fünf Phasen: Wissenserwerb, Überzeugung, Entscheidung, Umsetzung und Bestätigung. Andere Faktoren wie die Art der Innovation, die Eigenschaften des sozialen Systems, die genutzten Kommunikationskanäle und die Eigenschaften des Akteurs bestimmen die Dauer der jeweiligen Phasen. Der Innovationsentscheidungsprozess wird genauer in Abschnitt 2.1.2 beschrieben.

Der zweite zeitliche Aspekt ist nutzerspezifisch. Die Akteure erlangen zu unterschiedlichen Zeitpunkten Informationen über die Technologie und verweilen unterschiedlich lange in den einzelnen Phasen. Daraus ergibt sich eine nicht lineare Verteilung der neuen Nutzer und der kumulierten Gesamtnutzerzahl. Die Streckung dieser Kurve gibt Auskunft über die Geschwindigkeit, in der eine Population eine Neuerung übernimmt. Sie hängt sowohl vom sozialen System als auch von der Innovation ab. Die Übernahmerate (Steigerung der Kurve) verändert sich über die Dauer des Diffusionsvorgangs. Dies liegt im zunehmenden Druck auf die Akteure bei der Übernahmeentscheidung und den damit einhergehenden Informations- und Kommunikationsprozessen begründet. Im Zeitverlauf werden unter der Annahme, dass die Interaktion zwischen den Mitgliedern des Systems frei ist, immer mehr Akteure im Netzwerk aktiviert, bis eine Sättigung erreicht ist (Rogers, 2003, S. 272). Die Verbreitung erfolgt daher in einem Ansteckungsmodell (Murray, 1993). Die Verteilung der neuen Anwender hat bei erfolgreichen Diffusionen einen glockenförmigen Verlauf (Normalverteilung); die kumulierte Nutzerzahl hat dementsprechend eine S-Form. Abbildung 2.1 zeigt die beiden Verläufe, welche bereits durch Pemberton (1936) hergeleitet wurden. Spätere empirische Untersuchungen belegen diesen Verlauf (Mansfield, 1961; Griliches, 1957; Ryan und Gross, 1943; Ryan, 1948; Dimit, 1954; Beal und Rogers, 1960; Bose, 1964; Hamblin, Jacobson und Miller, 1973) und überführen ihn in ein Vorhersagemodell (Bass, 1969).

In einer Formalisierung des Systemverhaltens untersucht Bass (1969), wie der Zeitpunkt und das Wachstum von Erstkäufen in einer neuen Produktkategorie

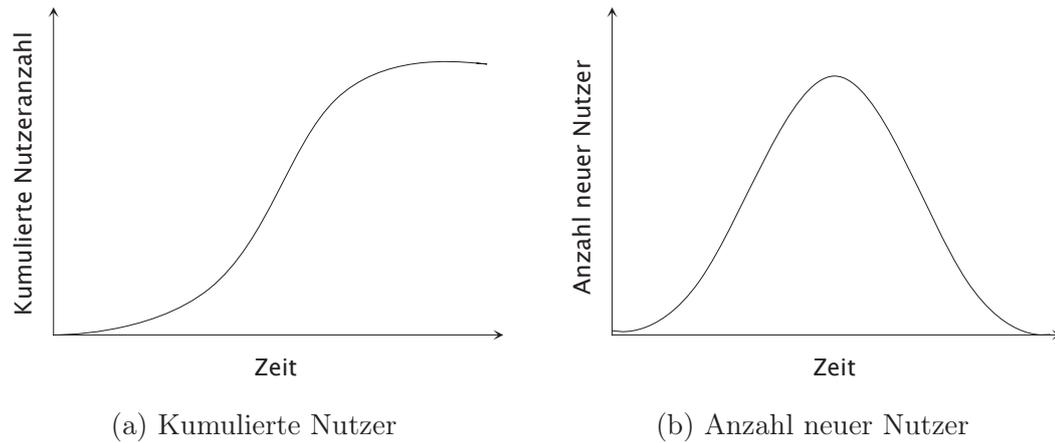


Abbildung 2.1: Verteilungsfunktion neuer Nutzer (nach Rogers, 2003)

vorab bestimmt werden kann. Im Gegensatz zu früheren Wachstumsmodellen (Haines, 1964; Fourt und Woodlock, 1960) wird kein exponentielles Wachstum angenommen, sondern ein Abflachen der Wachstumskurve aufgrund von Sättigungseffekten.

Die Absatzdynamik basiert auf zwei Annahmen: Die *Verhaltensannahmen* werden explizit auf die Arbeiten zur Diffusion und Adoption von Katz und Lazarsfeld (1955), King (1966) und Mansfield (1961) sowie der hier beschriebenen Diffusionstheorie nach Rogers (2003) formuliert. Des Weiteren werden Lernmodelle von Bush und Mosteller (1955) und Rashevsky (1959) herangezogen. Die Entscheidung hängt dabei nur vom Kontakt mit der Werbebotschaft oder einem bereits überzeugten Nutzer sowie der Übertragungswahrscheinlichkeit ab. Hierzu werden *Übertragungsannahmen* für die Beeinflussung der Akteure untereinander getroffen, welche das von Bartlett (1960) formulierte epidemiologisches Ansteckungsmodell nutzen.

Die Kaufwahrscheinlichkeit $P(T)$ leitet sich als lineare Funktion aus der Anzahl der vorherigen Käufer $Y(T)$ ab (Bass, 1969, S. 1826). Hieraus ergibt sich folgende Formel:

$$P(T) = p + (q/m)Y(T) \quad (2.1)$$

wobei p der Anteil der Innovatoren, m die Gesamtanzahl der im Betrachtungszeitraum getätigten Erstkäufe und q der Imitationskoeffizient sind. Somit stellt der Term $(q/m)Y(T)$ den Druck in der Gruppe der Imitatoren dar, einen Erstkauf zu tätigen.

Das Bass'sche Modell reproduziert die normalverteilte Anzahl der Neunutzer. Es existieren jedoch auch Diffusionsvorgänge, bei denen keine normalverteilte Übernahme auftritt, wenn die Neuerung z. B. mit einem Tabu belegt ist und damit keine freie Diskussion stattfinden kann oder die Neuerung nur für eine bestimmte Nutzergruppe relevant ist (Rogers, 2003, S. 277).

Als dritter zeitlicher Aspekt der Diffusion lassen sich Akteure in homogene Gruppen hinsichtlich des Zeitpunktes des Eintritts in den Prozess und der Übernahme der Innovation einteilen. Diese Gruppen sind nicht nur in zeitlicher Hinsicht homogen, sondern weisen auch ähnliche individuelle und soziale Attribute auf (Rogers, 2003, S. 22). Es werden folgende fünf Gruppen unterschieden: Innovatoren, frühe Anwender, frühe Mehrheit, späte Mehrheit und Nachzügler (Abbildung 2.2). Da diese Gruppen in ihren Entscheidungs- und Interaktionsmustern von Bedeutung für die Vorgänge in Organisationen sind, werden sie genauer in 2.1.4 beschrieben.

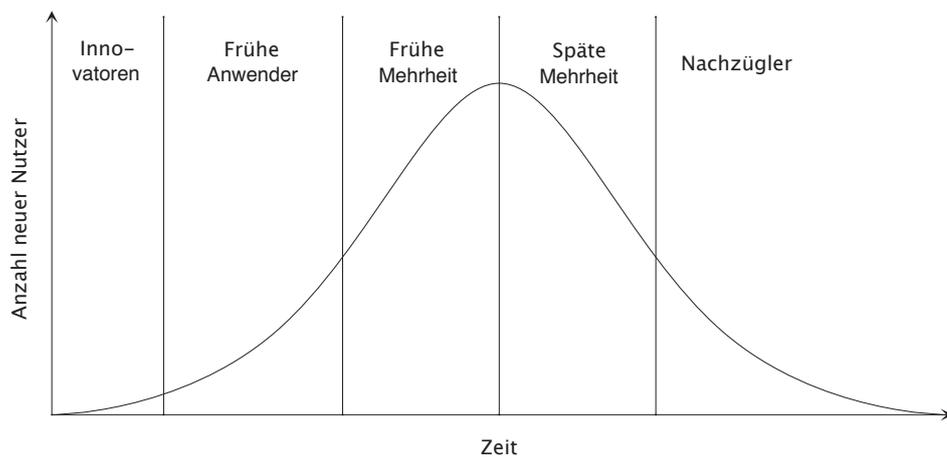


Abbildung 2.2: Anwenderkategorisierung nach Innovationsbereitschaft (nach Rogers, 2003, S. 281)

Soziales System

Die vierte Komponente zur Beschreibung der Diffusion ist das soziale System, in welchem sie stattfindet: „The social system constitutes a boundary within which an innovation diffuses.“ (Rogers, 2003, S. 23) Das soziale System besteht aus einer Menge von verbundenen Einheiten (Individuen, informale Gruppen, Organisationen, Subsysteme), welche gemeinsam ein Problem lösen, um ein geteiltes Ziel zu erreichen.

Folgende Faktoren wirken aus dem sozialen System auf die Diffusion: Normen, Struktur des sozialen Systems, Meinungsführer bzw. Change Agents. Weiterhin haben die Art der Innovationsentscheidung sowie die Konsequenzen der Übernahmeentscheidung Einfluss auf die Diffusion. Diese Aspekte werden jedoch in Kapitel 3 beschrieben.

Die Akteure sind einer Verhaltensregulierung über *Normen* ausgesetzt. Diese stellen unabhängig von den Interaktionspartnern existierende tradierte Verhaltensweisen dar und grenzen den Bereich des tolerierten Verhaltens ein. Sehr eng gezogene Normen können somit Wandel behindern. Quellen für die Tradierung können Gruppeninteraktionen, Organisationsregeln, Religion bzw. nationale Kulturen sein (Rogers, 2003, S. 26). Das soziale System stellt also die Bedingungen für die Interaktion und den Anwendungsbereich für den Diffusionsvorgang dar (MacVaugh und Schiavone, 2010).

Als zweiter Faktor wird daher die *Struktur des sozialen Systems* bestimmt. Darunter versteht Rogers (2003, S. 24 ff.) die Ordnungsmuster, welche zwischen den Einheiten des Systems Unsicherheit durch die Regulierung des Verhaltens und der Interaktion reduzieren. Strukturen können dabei formal als Hierarchie oder informal als Netzwerke gefasst werden. Dabei regulieren formale Strukturen stärker das Verhalten, während informale Strukturen die Kommunikation und damit nur indirekt das Verhalten beeinflussen. Entlang der Strukturen kann im sozialen System Einfluss ausgeübt werden, z. B. durch Überzeugung oder Imitation (Rogers, 2003, S. 24 ff.).

Auf Basis der Struktur des sozialen Systems und Normen des sozialen Systems bilden sich besondere *Rollen* heraus. Innovatoren verhalten sich z. B. häufig abweichend von der Gruppennorm. Dies steht in direktem Zusammenhang mit ihrer Offenheit gegenüber Neuem. Sie bilden eine Schnittstelle zur Umwelt, finden aufgrund dieser Charakteristik nicht bei allen Mitgliedern Anschluss und können nur wenig Einfluss ausüben. Andere Personen, sogenannte Meinungsführer (Opinion Leaders) oder Change Agents, können ob ihrer guten Vernetzung als Multiplikatoren agieren.

In der Betonung der absichtlichen Strukturierung der Diffusionsmuster durch Unternehmen hebt Brown (1981, S. 31) die Gestaltbarkeit der Vorgänge gegenüber ihrer Emergenz hervor: „innovation diffusion becomes a problem in logistics, distribution and promotion instead of consumer behavior“ (Brown,

1981, S. 289). Dies ist insbesondere für Aktivitäten des Change Management von Bedeutung, da es auf die Strukturierungskraft der Initiatoren der Veränderung abhebt und die institutionellen Beschränkungen der Anwender stärker betont.

2.1.2 Der individuelle Innovationsentscheidungsprozess

Der Innovationsentscheidungsprozess wird über fünf sequenziell verbundene Schritte abgebildet (Ryan und Gross, 1943). Abbildung 2.3 stellt die einzelnen Phasen mit ihren Eigenschaften dar.

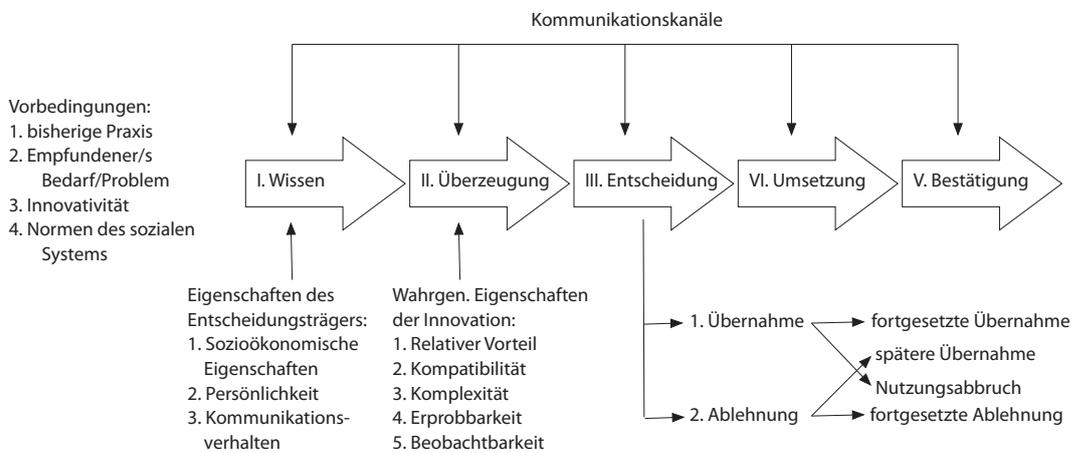


Abbildung 2.3: Der Innovationsentscheidungsprozess (nach Rogers, 2003, S. 170)

Phase 1: Wissenserwerb

In der ersten Phase wird Wissen über die Innovation und ihre Merkmale erworben (knowledge). Das Individuum versucht über Informationssuche und -einordnung die Ursache-Wirkungsbeziehung der Innovation zu ergründen. Dieser kognitive Vorgang wird von internen (bisheriges Wissen, Bewertungsvorgänge) und externen (Informationen in Medien, Kontakt zu Change Agents) Faktoren beeinflusst. Die Suche erfolgt selektiv. Individuen wählen Informationen nach ihren Interessen, Bedürfnissen und Einstellungen aus und versuchen konfligierende Informationen zu vermeiden. Wahrnehmungsmuster spielen daher eine große Rolle bei der Einschätzung der Relevanz und Konsistenz der Informationen. Die Bereitstellung von Informationen über massenmediale Kanäle (passive

Wahrnehmung) oder Change Agents (gezielte Aktivierung) kann Individuen bei der Informationssuche beeinflussen.

Beim Wissenserwerb werden drei Wissenstypen unterschieden: Aufmerksamkeit, Fachkenntnisse und Prinzipienwissen. Aufmerksamkeit sichert nur die Kenntnis von der Existenz der Innovation und ist die Bedingung, dass die zwei anderen Wissenstypen aktiviert werden können. Die Fachkenntnisse ermöglichen den Akteuren die adäquate Benutzung der Innovation. Bei komplexen Innovationen ist entsprechend mehr Fachwissen notwendig. Tritt ein Nutzer mit zu geringer fachlicher Expertise in die Erprobung der Innovation ein, führt die Frustration bei der Bedienung dazu, dass er die Innovation wahrscheinlich verwirft. Der dritte Wissenstyp abstrahiert von konkreten Fachkenntnissen und tritt in Form von generalisiertem Prinzipienwissen auf. Die Aufnahme der Innovation ist auch ohne dieses Wissen möglich, jedoch vergrößert sich die Gefahr der Fehlnutzung und des Nutzungsabbruchs. Zum langfristigen Erfolg der Implementierung der Innovation ist daher Prinzipienwissen bei den Akteuren erforderlich (Rogers, 2003, S. 173).

Die erste Phase schafft die Relevanz für den Nutzer, sich weiter mit der Innovation zu befassen und in die nächste Phase einzutreten.

Phase 2: Einstellungsbildung

In der zweiten Phase findet die Einstellungsbildung (persuasion) statt. Nach der kognitiven Annäherung an die Innovation entwickeln die Akteure dabei eine affektive Bindung. Das Ziel ist die Reduzierung der Unsicherheit der erwarteten Konsequenzen der Nutzung. Die Einstellung bildet sich mit Blick auf die relativen Vorteile, die Kompatibilität und Komplexität der Innovation. Die Bewertung erfolgt hierbei wiederum selektiv und unter Einbeziehung von Erfahrungen aus dem Umfeld, z. B. Berichte von Kollegen über die Funktion und die Ergebnisse der Innovation. Hierfür werden die interpersonalen Netzwerke genutzt.

Der Übergang zur Entscheidung ist von der Annahme geprägt, dass eine positive Einstellung auch zur Nutzung führt. Tatsächlich kann jedoch eine Lücke zwischen Wissen, Einstellung und Nutzung existieren (Rogers, Vaughan u. a., 1999; Hornik, 1989; Chaffee und Roser, 1986). Dies trifft insbesondere auf vorbeugende Innovationen zu, bei denen das Herausbilden der Einstellung

aufgrund hoher Unsicherheit beim Eintreten des zu verhindernden Ereignisses schwer möglich ist. Weiterhin kann Nutzungszwang existieren, welcher die Einstellungsbildung sekundär werden lässt. Die Diffusionstheorie führt die Einstellungsbildung nicht weiter aus. Genauer werden die Einflussfaktoren im Technologieakzeptanzmodell herausgearbeitet (Kapitel 2.2.1).

Phase 3: Entscheidungsfindung

Die Entscheidung zur Nutzung bzw. Ablehnung fällt in der dritten Phase (decision) und wird durch das Testen der Innovation und Beobachtung der Versuche und Entscheidungen im Umfeld beeinflusst. Der Einfluss des Umfeldes unterscheidet sich zwischen individualistischen und kollektiven Kulturen (Rogers und Steinfatt, 1999). Entsprechend kann der oben skizzierte Prozess auch in unterschiedlicher Schrittfolge durchlaufen werden. Individualistische Kulturen setzen die Einstellungsbildung vor die Entscheidung, während in kollektivistischen Kulturen die Gruppe die Entscheidung trifft und dann eine Einstellungsbildung stattfindet (Rogers, 2003, S. 179). Für den Organisationskontext muss genauer untersucht werden, ob der persönliche Innovationsprozess eher einem individualistischen oder kollektivistischen Muster folgt. Zudem muss definiert werden, welche weiteren Steuerungsfaktoren auf die Übernahme von Innovationen in Organisationen Anwendung finden können.

Die Dauer des Übergangs zwischen der Wissensphase und dem Abschluss der Entscheidungsphase unterscheidet sich in Bezug auf die Eigenschaften der Innovation und der Nutzergruppe. Nutzer mit einer generell positiven Einstellung zu Veränderungen, direkten Kommunikationskanälen zu Change Agents und technischen Experten sowie der Fähigkeit, mit Unsicherheit und Abstraktheit umzugehen, nehmen die Innovation z. B. schneller auf (Rogers, 2003, S. 213).

Phase 4: Umsetzung

In der vierten Phase erfolgt die Umsetzung der vorangegangenen Entscheidung (implementation). Während die Phasen 1–3 noch keine Handlung hervorbrachten und nur mental von den Akteuren vollzogen wurden, ist in der Umsetzungsphase der Umgang mit der Innovation beobachtbar. Die Umsetzung folgt, so keine

logistischen Schwierigkeiten den Zugriff auf die Innovation erschweren, direkt nach der Entscheidung.

Es ist hervorzuheben, dass die Umsetzungsphase in Organisationen häufiger Probleme erzeugt. Dabei treffen individuelle und gemeinschaftliche Übernahmeverscheidungen auf bestehende Organisationsstrukturen und -prozesse. Organisationen widersetzen sich mitunter der Veränderung und erhalten Stabilität und Kontinuität. Rogers (2003) ergänzt daher das allgemeine Diffusionsmodell um organisationsspezifische Prozesse und Faktoren, welche in Kapitel 3.2 ausgeführt werden.

Die Umsetzungsphase erstreckt sich über einen längeren Zeitraum. Während der Umsetzung wird die Innovation institutionalisiert. Sie verliert dabei ihre zentrale Eigenschaft, die Neuheit. In vielen Fällen ist damit der Diffusionsprozess abgeschlossen. Es erfolgt jedoch häufig die Neuerfindung der Innovation (Rogers, 2003, S. 180 ff.). Die Nutzer verändern dabei die Technologie, sodass sie dem Umfeld entsprechend spezifiziert oder angepasst wird. Häufig geschieht dies durch Innovatoren und führt zu einer beschleunigten Aufnahme der Technologie (Rogers, 2003, S. 186 f.).

Phase 5: Bestätigung

In der Bestätigungsphase (confirmation) versuchen die Nutzer daher ihre Entscheidung durch eine weitere Informationssuche zu verstärken. Um Dissonanzen zu vermeiden, werden Informationen gesucht, die den Nutzer bestätigen. Die Dissonanz kann hingegen auch so groß sein, dass sie wahrgenommen werden muss. Dies kann z. B. bei langfristig von der Erwartung abweichenden Ergebnissen der Technologie erfolgen. Die entstehende Frustration führt zu deren Aufgabe. Dabei sind zwei Arten der Aufgabe zu unterscheiden: Der Nutzer kann die genutzte Technologie durch eine andere ersetzen oder die Enttäuschung ist so groß, dass er komplett auf die Technologie verzichtet (Rogers, 2003, S. 190).

Der dargestellte Innovationsentscheidungsprozess kann mit analogen Konzepten angereichert werden. Rogers (2003, S. 199) differenziert z. B. die einzelnen Phasen anhand einer Effektreihenfolge (McGuire, 1989) aus und ordnet sie einem psychologischen Phasenmodell der Veränderung (Prochaska, DiClemente und Norcross, 1992) zu.

2.1.3 Bestimmung der individuellen Übernahmerate

Im oben dargestellten individuellen Aufnahmeprozess spielt die subjektive Einschätzung der Innovation eine zentrale Rolle.

„Subjective evaluation of an innovation, derived from individuals’ personal experiences and perceptions and conveyed by interpersonal networks, drives the diffusion process and thus determines an innovation’s rate of adoption.“ (Rogers, 2003, S. 223)

Auf Systemebene wirkt weiterhin die Verbreitung auf die Diffusion. Die individuelle Entscheidung wird durch die Systemfaktoren restringiert. Die Übernahmerate im Gesamtsystem richtet sich nach unterschiedlichen Faktoren, welche in Abbildung 2.4 dargestellt sind.

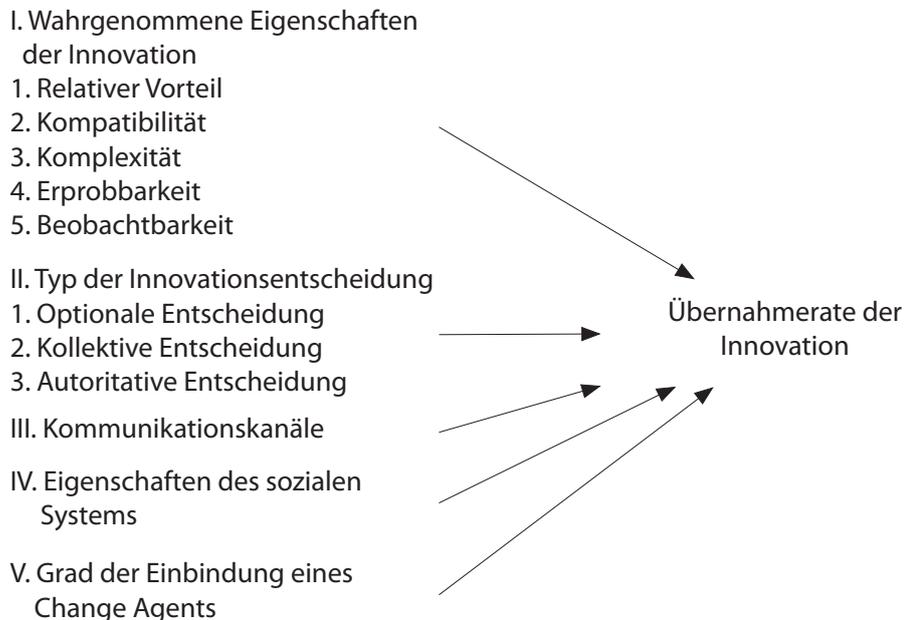


Abbildung 2.4: Einflussfaktoren auf die Diffusion (nach Rogers, 2003, S. 221)

Diese Faktoren wurden durch eine Reihe von Studien bestätigt (Holloway, 1977) und z. B. um die Eigenschaften Freiwilligkeit, Image und Nachweisbarkeit erweitert (Moore und Benbasat, 1991). Auch eine Übertragbarkeit auf den Organisationskontext ist für die fünf Hauptfaktoren nachgewiesen (Kearns, 1992). Als innovationsbezogene Faktoren werden relativer Vorteil, Kompatibilität, Komplexität, Erprobbarkeit sowie Beobachtbarkeit genannt, diese wirken auf die individuelle Einschätzung.

Relativer Vorteil

Der stärkste Prädiktor der Übernahmerate ist der relative Vorteil. Die Vorteilhaftigkeit einer Innovation bestimmt sich sowohl aus ihrer Art (ökonomisch, sozial etc.) und aus den Eigenschaften des übernehmenden Akteurs. Somit ist die Bewertung der Innovation immer subjektiv. In die Bewertung spielen ökonomische Faktoren (Kosten) und Statusaspekte hinein. Diese Einschätzung kann selbst oder über die Erfahrungen im Umfeld gewonnen werden (Rogers, 2003, S. 232).

Die Vorteilhaftigkeit kann durch Anreize verändert werden. Rogers (2003, S. 237) nennt fünf Anreiztypen: Übernahme- oder Verbreitungsanreize, individuelle oder systemische Anreize, positive oder negative Anreize, monetäre oder nicht monetäre Anreize sowie unmittelbare oder verzögerte Anreize. Die Erhöhung der Übernahmerate durch Anreize hat meist nur quantitative Vorteile, führt langfristig jedoch zu einem häufigen Nutzungsabbruch (Rogers, 2003, S. 239).

Kompatibilität

Die Passfähigkeit der Innovation mit bestehenden Werten, Erfahrungen sowie Bedürfnissen wird als Kompatibilität bezeichnet. Die Bewertung der Innovation erfolgt nicht anhand ihrer technisch-rationalen Aspekte, sondern in Bezug auf den Effekt auf die Wertkategorien (z. B. Sauberkeit, Zusammenhalt). Die Werte des sozialen Systems wirken dabei als verdeckte Rationalität. Die Werthaltungen können selbst in Organisationen differieren, z. B. zwischen Standorten und Berufsgruppen, sodass eine Innovation unterschiedlich bewertet wird. Die Einführung eines ERP-Systems kann aufgrund dieser kulturellen Unterschiede einmal als Effizienzsteigerung, im anderen Fall jedoch als Überwachungsinstrument betrachtet werden (Alder, 2001; Chisalita u. a., 2005).

Bestehende Erfahrungen sind der zweite Aspekt der Kompatibilität. Sie bilden als mentale Werkzeuge den Kontext für die Bewertung und die Verwendung der Innovation. Dies kann aber auch zu potenzieller Fehlbenutzung der Neuerung führen, wenn z. B. alte Nutzungsformen auf die neue Technologie angewendet werden. In Organisationen wäre dies z. B. das Beibehalten einer alten Reihenfolge von Handgriffen, obwohl diese nicht mehr nötig sind und sogar den Betrieb der neuen Technologie gefährden. Die Kompatibilität mit

bestehenden Erfahrungen wirkt sehr stark auf die Übernahmerate. Je stärker sich eine Neuerung in bereits bestehende Praktiken einpasst, desto eher und schneller werden die Akteure sie übernehmen, da sie weniger Verhaltensänderungen erfordert. Häufig sind es daher kompatible Neuerungen, welche in einem mehrstufigen Einführungsprozess zuerst eingeführt werden, um die Aufnahme weniger kompatibler Praktiken zu beschleunigen (Rogers, 2003, S. 245). Analog dazu gilt jedoch auch, dass die negativen Erfahrungen mit einer Innovation auf spätere Einführungsversuche abfärben (Arensberg und Niehoff, 1965).

Der dritte Aspekt der Kompatibilität ist der Bedarf nach Neuerung. Change Agents setzen hier an und versuchen diesen Bedarf zu ermitteln oder über Aufmerksamkeitsgenerierung zu wecken (Rogers, 2003, S. 246). Erst wenn die Innovation und ihre Folgen bekannt sind, ist eine Bedürfnisbildung möglich.

Die Wirkung der Kompatibilität auf die Übernahmerate lässt sich empirisch nicht klar abgrenzen, da die Messung von Werten, Erfahrungen und Bedürfnissen schwierig ist und häufig mit dem relativen Vorteil zusammenhängt. Konzeptuell erhellt diese Kategorie jedoch den psychischen und kulturellen Hintergrund der Übernahme.

Komplexität

Neben der Bewertung der individuellen und sozialen Vorteile sowie den Restriktionen des sozialen Systems wirkt die Bewertung des Aufwandes der Benutzung auf die Übernahmerate. Der Faktor Komplexität fasst dies zusammen. Eine Neuerung wird als komplex betrachtet, wenn sie schwierig zu verstehen oder schwer zu benutzen ist. Die Einschätzung richtet sich u. a. nach der bereits bestehenden Erfahrung mit ähnlichen Technologien und der Offenheit gegenüber Neuem. Die Wahrnehmungsmuster unterscheiden sich daher zwischen den Nutzergruppen. So bewerten frühe Anwender die Komplexität geringer als spätere Anwender (Rogers, 2003, S. 257). Als komplex wahrgenommene Neuerungen werden langsamer oder gar nicht übernommen.

Erprobbarkeit

Die Einschätzung der Neuerung erfolgt durch die Nutzer zunächst hypothetisch. Sie haben vorab kaum Möglichkeiten, die Technologie aus eigener Erfahrung heraus zu bewerten. Durch Erprobung wird jedoch das Verständnis für die Funk-

tionsweise und die Anpassbarkeit gewonnen und der Technologie Bedeutung zugeschrieben. Inwiefern eine Technologie die begrenzte Erprobung ermöglicht, bestimmt die Übernahmerate. Auch hier existieren Unterschiede zwischen den Nutzergruppen. Erprobbarkeit hat bei frühen Nutzern eine größere Bedeutung als bei Akteuren im späteren Verlauf. Diese kompensieren die eigene Erprobung mit den Erfahrungen der frühen Nutzer (Rogers, 2003, S. 258).

Beobachtbarkeit

Bei der Kommunikation der Effekte und Funktionsweisen einer Neuerung zwischen den Akteuren spielt die Beobachtbarkeit der Resultate eine wichtige Rolle. Die Beobachtbarkeit ist jedoch nicht bei allen Technologien gegeben. So sind nicht materielle Neuerungen schwerer zu beobachten und ihre Wirkung ist schwerer einem Effekt zuzurechnen. Daher erfolgt die Übernahme materieller Technologien häufig schneller als die Übernahme einer neuen Praxis (Rogers, 2003, S. 258 f.).

Wie die Wahrnehmung der Innovation erfolgt, hängt mit individuellen Faktoren zusammen. Über die Bildung von Anwenderkategorien lassen sich diese Faktoren zu Typen bündeln.

2.1.4 Anwenderkategorien und Rollen

Da die zeitbezogene Kategorisierung in Abschnitt 2.1.1 wenig über die Akteure aussagt, ist es erhellender, die Einordnung in Anwendergruppen anhand der Innovationsbereitschaft, also dem Bündel persönlicher Attribute, vorzunehmen (Rogers, 2003, S. 267 f.). Diese können in intraindividuelle und interindividuelle Faktoren differenziert werden (Fantapié Altobelli, 1991). Intraindividuell sind dabei soziodemographische Faktoren und Persönlichkeitsmerkmale, interindividuelle Aspekte kennzeichnen hingegen die Position in der Gruppe und die Vernetzung mit anderen Akteuren.

Zwischen der Innovationsbereitschaft und dem Zeitpunkt der Übernahme besteht eine enge Verbindung. Daher kann für die Einteilung der Gruppen der Eintritt in die Nutzung entlang der Verteilung der Neunutzer als Indikator verwendet werden.

Die angeführten Eigenschaften sind idealtypisch und zur analytischen Trennung sowie zum Vergleich entwickelt worden. Reine Gruppen kommen somit

empirisch nicht vor, dort herrscht eher ein Mischung der Eigenschaften. Im Folgenden werden die fünf Gruppen genauer beschrieben.

Innovatoren: Die Nutzergruppe, welche Neuerungen in das soziale System einführt, wird Innovatoren genannt. Sie sind risikofreudig und an neuen Ideen interessiert. Ihre Kommunikationsnetzwerke sind weit verzweigt und sie verfügen über ausreichende ökonomische Ressourcen. Zum Verstehen und zur Nutzung der Neuerung können sie auf umfangreiches technisches Wissen zurückgreifen. Innovatoren können gut mit Unsicherheit umgehen und akzeptieren im Übernahmeverlauf auch Fehlschläge. Sie sind häufig in ihren sozialen Systemen nicht stark akzeptiert (Rogers, 2003, S. 282 f.).

Frühe Anwender: Die frühen Anwender verschaffen der Innovation Sichtbarkeit in der lokalen Gruppe. Sie sind häufig Meinungsführer, werden als Vertrauenspersonen im sozialen System gesehen und sind somit Respektpersonen. Andere Akteure verlassen sich auf die Erfahrungen der frühen Anwender. Sie sind daher auch stark mit anderen Akteuren verbunden und können somit dazu beitragen, die kritische Masse für einen sich selbst fortpflanzenden Diffusionsprozess zu erzeugen. Des Weiteren sind frühe Anwender häufig erfolgreich im Umgang mit Neuerungen. Die Innovation erhält darüber ein Gütesiegel im sozialen System (Rogers, 2003, S. 283).

Frühe Mehrheit: Anders als die frühen Anwender benötigt die frühe Mehrheit länger, um den Innovationsentscheidungsprozess zu durchlaufen. Sie haben zwar auch eine starke Netzwerkposition im sozialen System und interagieren häufig, nehmen jedoch selten die Position des Meinungsführers ein. Die Entscheidung, eine Innovation zu übernehmen, ist bei der frühen Mehrheit nicht impulsiv, sondern erfolgt bewusst. Dies erklärt die erhöhte Dauer des Innovationsentscheidungsprozesses.

Späte Mehrheit: Während die frühe Mehrheit noch offen gegenüber Neuem ist, sind die Akteure der späten Mehrheit eher skeptisch und abwartend. Die Übernahme erfolgt aufgrund ökonomischer Notwendigkeit oder des Gruppendrucks. Sie übernehmen eine Innovation erst dann, wenn es ein großer Teil des sozialen Systems getan hat. Förderlich ist dabei, wenn die Gruppennorm offen gegenüber Innovationen ist. Ihre abwartende

Haltung liegt darin begründet, dass ihre Ressourcen, mit der Unsicherheit umzugehen, knapp sind. Sie können sich daher keine Fehlschläge leisten.

Nachzügler: Die letzte Gruppe sind die Nachzügler. Sie haben wenig Bindungen außerhalb der Gruppe und sind auch dort recht isoliert. Daher sind in dieser Gruppe auch sehr selten Meinungsführer zu finden. Ihr Referenzpunkt bei der Bewertung von Neuem ist die Vergangenheit. Entsprechend interagieren sie häufig mit Akteuren, welche ihre traditionellen Werte teilen. Dadurch, dass Nachzügler nicht aktiv nach Neuerung suchen, treten sie erst spät in die Wissensphase des Innovationsentscheidungsprozesses ein. Ähnlich wie die späte Mehrheit stehen ihnen auch wenig Ressourcen zur Verfügung. Zur Übernahme der Innovation benötigen sie daher die Sicherheit, dass diese nicht scheitern wird.

Bass (1969) aggregiert diese Gruppen für sein Vorhersagemodell in Abhängigkeit von der Quelle der Übernahme. *Innovatoren* treffen dabei ihre Übernahmeentscheidung unabhängig von den Einflüssen ihres sozialen Systems, d. h. von bereits getätigten Käufen in ihrer sozialen Umwelt. *Imitatoren* (bei Rogers frühzeitige Anwender, frühe Mehrheit, späte Mehrheit und Nachzügler) treffen die Entscheidung aufgrund des sozialen Drucks in ihrer Referenzgruppe. Über diese Neueinteilung der Gruppen werden die Wirkungsweisen einzelner Kommunikationskanäle deutlicher hervorgehoben. Aus diesem Modell lassen sich ähnliche Nutzergruppen auf Basis der Anzahl der nicht kumulierten neuen Nutzer sowie dessen Veränderungsrate herleiten (Mahajan, Muller und Srivastava, 1990), wobei sich – anders als bei Rogers – die Gruppengröße nicht allein nach der Eintrittszeit richtet, sondern innovationsspezifische Parameter über das Verhältnis von externem und internem Einfluss berücksichtigt.

Eine weitere Spielart der Nutzerklassifizierung ist bei Moore (1991) zu finden. Innovatoren werden dabei als Technologie *Enthusiasten*, frühe Adoptoren als *Visionäre*, die frühe Mehrheit als *Pragmatiker*, die späte Mehrheit als *Konservative* und die Nachzügler als *Skeptiker* bezeichnet. Über die Gruppengrößen wird keine Aussage getroffen, jedoch über die Unterschiede zwischen Visionären und Pragmatikern, zwischen denen eine Diffusionslücke entstehen kann.

Wird die Diffusion nicht als kommunikativer Vorgang untersucht, sondern eine ökonomische Perspektive angenommen, gerät die „adoption rent“ in den

Blick (Brown, 1981). Dabei können frühere Nutzer insgesamt größere Vorteile erzielen als spätere. Dies wirkt auf die Innovationsbereitschaft zurück. Es entsteht somit eine *Kern-Peripherie-Disparität* (Brown, 1981, S. 261), welche sich über die Zeit verfestigt.

Rogers (2003, S. 287) führt soziodemografische Faktoren, Persönlichkeitsmerkmale sowie Kommunikationsgewohnheiten auf, welche für die Bestimmung der Innovationsbereitschaft und die Einordnung in die Nutzerkategorien relevant sind. Positiv wirkende *soziodemografische Variablen* sind dabei die Ausbildung, der soziale Status (Einkommen, Beruf, Prestige) sowie soziale Mobilität als Möglichkeit zum Statuserwerb. Der Innovationsbereitschaft förderliche *Persönlichkeitsmerkmale* sind Empathie, Abstraktionsfähigkeit, Rationalität, Intelligenz, Einstellung zum Wandel, Umgang mit Unsicherheit, Einstellung zur Wissenschaft sowie Strebsamkeit. Dogmatismus und Schicksalsglaube wirken hingegen negativ (Lilien, Kotler und Moorthy, 1992; Fantapié Altobelli, 1991; Gatignon und Robertson, 1985). Hierbei findet sich eine starke Überschneidung mit dem Konzept der Selbstwirksamkeit von Bandura (1997), welches in den Akzeptanzmodellen aufgegriffen wird. Als *Kommunikationsgewohnheiten* wirken soziale Teilhabe, Verbundenheit, Weltläufigkeit, Kontakt mit Change Agents, Umgang mit Massenmedien, Umgang mit sozialen Netzwerken, aktive Informationssuche, Wissen um die Innovation sowie Meinungsführerschaft positiv.

Alle Betrachtungen gehen von einer Normalverteilung der Anzahl neuer Nutzer über die Zeit aus. Diese Annahme ist nur begrenzt haltbar, da z. B. Tabus zu einer Verzögerung des Aufnahmeverhaltens später Nutzergruppen führen können. Auch der unterschiedliche soziale Druck, welcher durch abweichende Normen zwischen den Adoptorengruppen erzeugt wird, findet keine Berücksichtigung in der Normalverteilung (Mahajan und Muller, 1998). Weiterhin betrachten die oben dargestellten Einteilungen nur die erstmalige Aufnahme der Innovation zur Gruppenklassifizierung. Wie intensiv die Nutzung danach erfolgt oder ob die Innovation in einzelnen Gruppen wieder aufgegeben wird, findet keine Beachtung.

Darüber hinaus wird dem Diffusionsansatz vorgeworfen, die Forschung über die Differenzierung in die fünf Gruppen zur reinen Zuordnungsaufgabe zu machen. Forscher tendieren auf Basis dieser Theorie dazu, Beobachtungen in

das vorgegebene Muster einzupassen und andere wichtige Aspekte zu ignorieren (Bigum und Rowan, 2004). So ist allen bisher aufgeführten Kategorien gemein, dass nur nutzende Akteure berücksichtigt werden. Die Gruppe derjenigen, welche sich spät oder nicht zur Nutzung entschließt, wird nicht differenziert. Lee, Kwon und Schumann (2005), Ozdemir, Trott und Hoecht (2008) und Patsiotis, Hughes und Webber (2012) nehmen dafür verfeinernde Analysen vor. Hierzu werden zwei Kategorien gebildet: Potenzielle Nutzer und dauerhafte Verweigerer. Ausschlaggebend für die Nicht-Nutzung ist die Wahrnehmung der Risiken der neuen Technologie (Curran und Meuter, 2005), welche von beiden Nutzerkategorien höher eingeschätzt werden als von Nutzern der Technologie. Die beiden verweigernden Nutzergruppen unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der Erfahrung mit ähnlichen Technologien bzw. Technologie im Allgemeinen. Potenzielle Nutzer haben mehr Erfahrung und die Technologienutzung ist im Alltag eingebettet, dauerhafte Verweigerer verwenden hingegen auch sonst wenig Technologie (Lee, Kwon und Schumann, 2005, S. 431 f.). Weiterhin sind leichte Unterschiede hinsichtlich des Einkommens und des Alters festzustellen. Bei älteren Nutzern ist jedoch festzustellen, dass unterschiedliche Handlungsmuster, welche mit der Selbstständigkeit der Nutzer zusammenhängen, bedeutenden Einfluss haben (Gilly, Celsi und Schau, 2012).

Neben dem Übernahmeverhalten spielt auch die Stellung im Kommunikationsprozess eine Rolle bei der Differenzierung der Anwendergruppen. Neben den Akteuren, welche die Innovation nur benutzen, gibt es unterschiedliche kommunikative Rollen, welche die Verbreitung aktiv beeinflussen: Meinungsführer und Change Agents.

Die Übernahme von Neuerungen erfolgt schneller, wenn im Netzwerk Personen existieren, welche Informationen und Erfahrungen zu vielen Akteuren verbreiten können (Valente, 1993; Valente, 1995). Verglichen mit ihren Anhängern lassen sich *Meinungsführer* charakterisieren durch (Rogers, 2003, S. 27):

- starke Einbindung in die Kommunikation mit Akteuren außerhalb des Systems, häufig aufgrund höherer Weltoffenheit (Burt, 1999);
- höheren sozioökonomischen Status;
- höhere Innovationsbereitschaft;

- Zugang zu vielen Akteuren aufgrund ihrer zentralen Position im Kommunikationsnetzwerk und starker formaler und informaler Partizipation (Rogers, 2003, S. 317).

Durch ihre zentrale Stellung im System sind sie sowohl stärker mit anderen Mitgliedern verbunden, aber auch der Wirkung der Norm stärker ausgesetzt.

Meinungsführerschaft wird folgendermaßen definiert: „degree of ability to influence others attitudes or overt behavior informally with relative frequency“ (Rogers, 2003, S. 26). Der Einfluss führt dazu, dass das Verhalten der Meinungsführer anderen Personen als Orientierung dient und imitiert wird. Die Eigenschaften des sozialen Systems bestimmen die Wirkung der Einflussquellen. Als Quelle kommen technische Kompetenz (Wissen), soziale Zugänglichkeit und Konformität mit den geltenden Normen infrage. Insbesondere die technische Kompetenz kann dazu führen, dass sich Meinungsführer nur in bestimmten thematischen Kontexten etablieren (monomorphe Meinungsführerschaft). Handelt es sich um abstrakte Themen, wird die Kompetenz häufig auch auf andere Themen übertragen (polymorphe Meinungsführerschaft) (Rogers, 2003, S. 314 ff.).

Meinungsführerschaft ist neutral gegenüber der Innovation. Begründet in ihrer zentralen Stellung im sozialen System, sind Meinungsführer Repräsentanten der Einstellungen im Gesamtsystem. Ist das soziale System am Wandel orientiert, so werden die Meinungsführer Innovation vorantreiben. Ist das soziale System hingegen zurückhaltend, werden auch die Meinungsführer zögerliches oder gar opponierendes Verhalten bei der Aufnahme von Neuem zeigen (Rogers, 2003, S. 318 f.). Die Bindung an die Norm zeigt sich auch, wenn Meinungsführer die Vorteile der Innovation zu stark betonen, obwohl diese nicht vom Gesamtsystem akzeptiert wird. Diese Beteiligung als Change Agent führt dazu, dass ihr Einfluss erodiert und sie ihre zentrale Stellung im System verlieren. Da soziale Systeme selten eine einheitliche Struktur aufweisen und es zur Bildung von Subsystemen kommt, existiert häufig eine Mischung aus innovativen und zurückhaltenden Meinungsführern.

Während Meinungsführer der internen Norm folgen und die systeminhärenten Wandlungsprozesse vorantreiben, sind *Change Agents* im Auftrag eines externen Initiators des Wandels (Change Agency) aktiv. Ihr Handeln ist, anders als bei den Meinungsführern, klar auf eine extern vorgegebene Zielstellung ausgerichtet. Diese kann sich auf das Fördern der Innovation beziehen, wenn

das Entscheidungsorgan sie für positiv erachtet, sie kann jedoch auch auf die Verlangsamung der Aufnahme aus sein, wenn die Folgen der Innovation nicht erwünscht sind. Die Handlungen der Change Agents sind daher instrumentell am Ziel der beauftragenden Stelle ausgerichtet.

Im Übernahmeprozess übernehmen Change Agents unterschiedliche Aufgaben (Rogers, 2003, S. 369):

- Bedürfnisse wecken;
- Informationsaustausch etablieren;
- Probleme diagnostizieren;
- Motivation zum Wechsel herstellen;
- vom Wechsel überzeugen;
- Übernahmeabbruch verhindern;
- Entwicklung der Eigenständigkeit der Akteure.

Der Erfolg des Change Agent hängt zunächst davon ab, ob es ihm gelingt, die relevanten Nutzer anzusprechen und kommunikativ zu erreichen. Sie müssen dadurch in die Lage versetzt werden, die Innovation zu bewerten und zu nutzen. In diesem Prozess ist sowohl Wissen als auch Überzeugungskraft notwendig. Change Agents sind daher meist ausgebildete Fachleute, deren Wissen und sozialer Status sich von den Mitgliedern des Systems abhebt. Sie sollen als Verbindung zwischen dem Initiator der Neuerung und dem Zielsystem dienen. Damit ist ihre Bindung an die relevanten Gruppen häufig schwach.

Their superior know-how actually poses a barrier, making it difficult for them to communicate directly with clients. Their heterophily in technical competence usually is accompanied by heterophily in subcultural language differences, socioeconomic status, and beliefs and attitudes. (Rogers, 2003, S. 368)

Bedingt in zu großer sozialer Distanz und der Tendenz, mit sozial ähnlich gestellten Personen zu interagieren, erreicht der Change Agent nicht alle potenziellen Nutzer bzw. sucht nicht den Kontakt mit ihnen. Rogers, Ascroft

und Roling (1970) zeigen, dass primär der Kontakt zu Akteuren mit hoher Innovationsbereitschaft gesucht wird und weniger zu Personen, die überzeugt werden müssen. Gründe für diese Heterophilie-Lücke sind Vorurteile des Agenten gegenüber weniger innovativen Nutzern, fehlende Ressourcen dieser Nutzer und Misstrauen gegenüber dem Agenten (Rogers, 2003, S. 383). Für den Erfolg des Change Agent ist die Bindung an die Gruppe wichtiger als seine technische Expertise. Es hat daher einen positiven Effekt, wenn er selbst ein Nutzer ist, der die Neuerung bereits übernommen hat. Indirekt kann dies auch durch die Überzeugung und Aktivierung von Meinungsführern erfolgen (Rogers, 2003, S. 388 f.)

Für Change Agents ist die Anpassbarkeit der Innovation von besonderer Bedeutung. Zunächst kann über ein Design und eine Ansprache, die sich an der Zielgruppe orientiert, die Informations- und Überzeugungswirkung erhöht werden (Dearing und Rogers, 1996). Die Möglichkeit zur Personalisierung während des Übernahmeprozesses führt des Weiteren dazu, dass eine stärkere Verbindung zwischen Akteur und Innovation hergestellt werden kann. Über ihre Verbindungsfunktion eröffnen Change Agents einen Feedback-Kanal zur Anpassung der Innovation durch den Initiator.

Der Erfolg des Change Agent, also die Beeinflussung der Übernahmerate, hängt zudem von der Häufigkeit und Dauer der Kommunikationsaktivität ab. Dabei sind insbesondere die Aktivitäten in den frühen Phasen des Übernahmeprozesses wichtig. Später, nach Erreichen der kritischen Masse erhält sich der Prozess selbst. Im Kommunikationsprozess ist die Orientierung an den potenziellen Nutzern von Bedeutung. Empathie und Offenheit der Change Agents für Feedback führen zu einer höheren Glaubwürdigkeit und damit auch zu einem erweiterten Personenkreis, den der Agent erreichen kann. Zudem beeinflussen Informationen, die mit den bisherigen Einstellungen und Normen konsistent sind, den Kommunikationserfolg (Hyman und Sheatsley, 1947). Während des Übernahmeprozesses sollte der Change Agent die Bedürfnisse der Nutzer im Blick behalten. Nur dann wird eine dauerhafte, nachhaltige Nutzung in der intendierten Form gesichert (Rogers, 2003, S. 374).

Neben der Berücksichtigung der Anpassung der Innovation an die Nutzerbedürfnisse sollte die Kompetenz der Nutzer in den Blick genommen werden. Diese bezieht sich zunächst auf die Fähigkeit, die Innovation zu nutzen, erstreckt

sich jedoch auch weiter auf die Fähigkeit, die Innovation und die Ergebnisse adäquat zu bewerten (Rogers, 2003, S. 390). Die Ausbildung der Nutzer hat selten kurzfristige Erfolge, äußert sich jedoch langfristig in der Belastbarkeit der Nutzer.

Der kommunikative Prozess erfordert nicht nur die Beschreibung der beteiligten Akteure, sondern auch die Struktur der Kommunikationskanäle. Diffusionsnetzwerke stellen die einzelnen Akteure in Relation zueinander und eröffnen bzw. verschließen ihnen Kommunikations- und Einflussmöglichkeiten.

2.1.5 Verbreitung über Diffusionsnetzwerke

Da die Diffusion als Kommunikationsprozess aufgefasst wird, sind konkretere Kommunikationsmodelle notwendig, um die Interaktion der Akteure zu beschreiben. Ein einfaches Modell liefern Lazarsfeld, Berelson und Gaudet (1948). Dabei findet zunächst eine Aktivierung der Meinungsführer durch die Massenmedien statt. Diese üben dann Einfluss über ihre Netzwerke aus. Das Modell wurde anhand von Untersuchungen des amerikanischen Präsidentschaftswahlkampfes erstellt. Rogers (2003) argumentiert hingegen, dass Massenmedien und personale Netzwerke im Innovationsentscheidungsprozess unterschiedliche Stellungen einnehmen.

„Mass communication channels are primarily knowledge creators, whereas interpersonal networks are more important in persuading individuals to adopt or reject.“ (Rogers, 2003, S. 305)

In der Anfangsphase der Diffusion muss die Innovation zunächst in das soziale System eingeführt werden, in späteren Phasen setzt sie sich dann über interne Netzwerkverbindungen fort. Diese Kommunikationsnetzwerke bilden sich über die Interaktionspraxis heraus und sind sehr stabil. Zwischen den Akteuren bestehen Bindungen unterschiedlicher Stärke, welche folgendermaßen definiert werden: „[...] combination of the amount of time, the emotional intensity, the intimacy (mutual confiding), and the reciprocal service which characterize the tie“ (Granovetter, 1973, S. 1361).

Die Interaktionshäufigkeit und -intensität hängt mit der Präferenz der Akteure zusammen, mit ähnlichen Akteuren zu interagieren. Sind diese ähnlich, spricht man von homophilen Verbindungen, sind sie unterschiedlich, so werden sie heterophil genannt. Enge homophile Verbindungen haben meist eine geringe

Reichweite. Heterophile Verbindungen sind hingegen meist schwach und sorgen als Brücken für die Verbreitung der Innovation zwischen homogenen Gruppen (Rogers, 2003, S. 340).

Kommunikations- und Einflusststrukturen sind nicht nur für die Verbreitung von Bedeutung. Netzwerke bestimmen auch das soziale Lernen in Gruppen (Mohammed, 2001) über Beobachtung und Imitation der Handlungen (Bandura, 1977; Bandura, 1986).

Beides baut im Netzwerk sozialen Druck auf. Dieser tritt neben die individuellen Nutzungserwägungen. Netzwerkeffekte führen zu selbsterhaltenden Prozessen nach Erreichen der kritischen Masse. Der soziale Druck innerhalb des sozialen Systems ist dann hoch genug, um weitere Nutzergruppen zur Übernahme zu bewegen. Die Akteure entwickeln gegenseitige Erwartungen in Bezug auf die Übernahme des Anderen. Übernimmt eine Person (häufig der Meinungsführer) die Neuerung, folgen die anderen. Dies trifft aber auch auf den Nutzungsabbruch zu. Hört die relevante Person oder eine größere Gruppe auf, die Technologie zu nutzen, so folgen ihr die anderen. Dieses Verhalten ist insbesondere bei interaktiven Neuerungen zu beobachten, also solche Technologien, die zur Entfaltung ihres Potenzials mehrere Nutzer benötigen (Shapiro und Varian, 1999). Die Größe der kritischen Masse richtet sich nach der Netzwerkstruktur. Werden darin alle Meinungsführer überzeugt, ist die kritische Masse früher erreicht als bei der Überzeugung einer großen Anzahl peripherer Akteure.

Individuen sind unterschiedlich empfänglich für sozialen Druck. So haben frühe Anwender einen geringeren Schwellenwert als die frühe und späte Mehrheit (Rogers, 2003, S. 357 f.). Neben dem sozialen Druck spielen aber auch Nutzenabwägungen der Akteure eine Rolle bei der Schwellenwertbildung. Innovatoren und frühe Anwender tolerieren ein geringeres Kosten-Nutzen-Verhältnis als spätere Anwender (Granovetter und Soong, 1983; Bikhchandani, Hirshleifer und Welch, 1992; Valente, 1995; Delre, 2007). Eine alternative Beschreibung der Verbreitung von Neuerungen stellt Latour (2006) zur Debatte. Sein Translationsmodell schließt die Machtausübung innerhalb interpersonaler Netzwerke mit ein. Zentral hierbei ist die Weitergabe eines Tokens, welcher von jedem Akteur des Netzwerkes verändert werden kann. Im betrachteten Fall ist dieses Token die Information über die Neuerung, welche sich durch das Netzwerk fortpflanzt.

Wenngleich die Diffusionstheorie einen etablierten und umfassenden Ansatz zur Beschreibung der Verbreitung von Neuerungen darstellt, weist sie eine Reihe von Punkten auf, welche ihre Übertragung auf den Untersuchungskontext erschwert. Diese Aspekte werden im folgenden Kapitel diskutiert.

2.1.6 Kritik am Diffusionsmodell

Die Diffusionstheorie bildet ob der gelungenen Generalisierung einer Vielzahl empirischer Studien in einem übergreifenden theoretischen Rahmen eine gute Ausgangsbasis für die weiteren Untersuchungen. Insbesondere die Verbindung des mikrobasierten Innovationsentscheidungsprozesses mit den Verbreitungsvorgängen auf der Makroebene ist hierfür förderlich. Trotz der starken theoretischen und vielfältigen empirischen Arbeit am Diffusionsmodell sind diverse Punkte zu kritisieren.

Der individuelle Entscheidungsprozess berücksichtigt zwar ökonomische und soziale Aspekte, es gelingt aber nicht, einen einheitlichen Rahmen für die kognitiven Prozesse zu nutzen. Die Einstellungsbildung wird in der Folge nicht hinreichend ausgearbeitet. Weiterhin ist der Entscheidungsprozess nicht durch strategisches Handeln geprägt, sondern geht nur auf die Einstellungsbildung ein. Ansätze der Coping-Theory stellen die Nutzungsentscheidung mehrdimensional dar und geben somit dem Akteur unterschiedliche Wege im Umgang mit der Technologie (Beaudry und Pinsonneault, 2005). Daran anschließend ist zu kritisieren, dass die Kommunikationsprozesse sehr oberflächlich im Sender-Empfänger-Schema dargestellt werden. Eine differenzierte Darstellung der Selbstbezüglichkeit, Medienwirkung und der Bedeutung unterschiedlicher Kommunikationsmodi findet nicht statt. Dies würde jedoch die Anschlussfähigkeit zur Selbststeuerung sozialer Systeme und zur Übertragung auf den Organisationskontext sichern.

Weiterhin entsteht eine einseitige Neigung der Forscher, die Innovation als positiv zu bewerten. Das geht einher mit den Annahmen, dass sie aufgenommen werden sollte, die Aufnahmegeschwindigkeit hoch sei und dass Veränderungen (re-invention) an der Innovation oder gar ihre Ablehnung schlecht wären. Somit wird der Blick von der Sinnstiftung der Akteure und deren Entscheidungsprämissen weg gelenkt. Es wird daher häufig die Wahrnehmung der Technokraten eingenommen und weniger die Perspektive der Nutzer.

Um dieses Bias zu vermeiden, sollten alternative Untersuchungsansätze gewählt werden, z. B. der Einsatz von Feldexperimenten und eine Multimomentmessung. Der Forschungsansatz, welcher in dieser Arbeit gewählt wurde, dient dazu, die Handlungslogik der Akteure in den Mittelpunkt zu rücken und die Effekte, welche die individuellen Einstellungen und Nutzenabwägungen sowie die sozialen Interaktionen auf der Makroebene haben, offenzulegen.

Weiterhin wird der Diffusionsprozess linear dargestellt. Die Abfolge der Entscheidungs- und Verbreitungsschritte ist unumkehrbar. Dies hat zur Folge, dass die Entwicklung der Einstellung und Nutzung im Nutzungsverlauf nicht berücksichtigt wird. Frustrations- und Desillusionierungsprozesse, welche nach der erstmaligen Nutzung auftreten, werden nur am Rande beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die Bewertung der Technologie eine abgeschlossene Phase ist und der Akteur in der Nutzung keine Neubewertung vornimmt. Tatsächlich erfolgt aber während des gesamten Nutzungsprozesses eine ständige Beobachtung der Resultate und der Anwendungsmöglichkeiten der Technologie. Eine Unterbrechung der Nutzung oder ein komplettes Aufgeben der Technologie ist somit jederzeit möglich.

Dieser Aspekt hängt eng mit der Messung des Diffusionserfolges zusammen. Wenn z. B. der Kauf oder die initiale Nutzung als relevante Variablen angesehen werden, sind graduelle Abstufungen über die Nutzungsdauer nicht möglich, sondern der Vorgang ist mit einem Ereignis abgeschlossen. Zur kontinuierlichen Betrachtung des Diffusionserfolges eignet sich daher die Beobachtung der Nutzungsintensität oder der erzielten Ergebnisse besser.

Im angenommenen sozialen Kontext ist weiterhin fraglich, ob die Annahme der freien Interaktion zwischen den Akteuren im formalisierten Organisationskontext weiterhin haltbar ist. Die Möglichkeiten zur Interaktion sind dabei strukturell und inhaltlich beschränkt. Weiterhin eröffnet die Steuerungskommunikation in Organisationen einen weiteren Einflusskanal, welcher in der ursprünglichen Diffusionstheorie nicht mit konzipiert ist. Im Verlauf der Arbeit muss daher geprüft werden, welchen Effekt beschränkte Kommunikationskanäle auf die Übernahmerate der Innovation haben.

2.2 Technologieakzeptanzmodelle

Diffusionsmodelle, welche sich an Rogers (2003) orientieren, haben den Nachteil, dass sie auf der Mikroebene unterspezifiziert sind. Es werden intra- und interpersonale Faktoren genannt und auch empirisch geprüft; sie stehen jedoch nicht in einem umfassenden Handlungskonzept. Technologieakzeptanzmodelle (Davis, Bagozzi und Warshaw, 1989; Venkatesh und Davis, 2000; Venkatesh, Morris u. a., 2003; Venkatesh und Bala, 2008) beleuchten das Zusammenspiel der einzelnen individuellen Parameter genauer. Der Kern dieses Ansatzes ist die Wahrnehmung des Umfelds und der Technologie durch die Person. Das Grundmodell basiert auf der Theory of Reasoned Action (TRA) (Fishbein und Ajzen, 1975) und verbindet den kognitiven Bewertungsvorgang mit der Handlungsebene. Dabei leitet sich Handlung von der Handlungsabsicht ab, welche wiederum durch die zwei Faktoren, Einstellung zur Handlung (attitude towards behavior) und subjektive Norm (subjective norm), beeinflusst wird. Die Einstellung zur Handlung bündelt eine Reihe von Variablen zur individuellen Nutzeneinschätzung, welche auf Bewertungen und Überzeugungen basieren, und zur subjektiven Norm, welche die Internalisierung der Erwartungen der sozialen Umwelt widerspiegelt (Fishbein und Ajzen, 1975, S. 302). Hierbei werden sowohl die Erwartungen im Hinblick auf die Referenzgruppe als auch die Motivation dieser Referenzgruppe kombiniert. Alle externen Variablen (Persönlichkeit, Organisationsstruktur, Einfluss, Systemdesign) wirken im TRA-Modell nur vermittelt über die individuelle bzw. soziale Einstellung. Somit ist das Modell anschlussfähig zu Rogers (2003) Diffusionstheorie

2.2.1 Das Grundmodell – TAM

Das Grundmodell des TAM ist dazu ausgelegt, die Wirkung externer Faktoren auf die Überzeugungen, Einstellungen und Absichten des Handelnden nachzuweisen (Davis, Bagozzi und Warshaw, 1989, S. 985). Wie in der TRA wird die Einstellung über die individuellen Überzeugungen bestimmt. Das TAM generalisiert im Unterschied zum TRA die Vielzahl der Wirkfaktoren auf zwei übertragbare Variablen: „perceived usefulness“ und „perceived ease of use“. Diese wirken auf die Einstellung der Person im Hinblick auf die neue Technologie. Die Entscheidungsgrundlage für die Akzeptanz bildet damit ein

Aufwand-Nutzen-Kalkül (Payne, Bettman und Johnson, 1993; Todd und Benbasat, 1992). Während die Nützlichkeit den erhofften Output beschreibt, fasst die Nutzbarkeit eher den Aufwand ins Auge.

Die subjektive Norm kann direkt über Konformität auf die Nutzungsabsicht oder indirekt über die Beeinflussung der Einstellung in Identifikations- und Internalisierungsprozessen wirken. Weiterhin kann es auch zu einer Wechselwirkung zwischen der Einstellung und der subjektiven Norm kommen, z. B. über die Projektion der eigenen Einstellung auf andere. Aus dem TAM wurde sie jedoch ob ihrer unklaren Wirkung entfernt. In späteren Modellerweiterungen wird die subjektive Norm jedoch wieder aufgegriffen.

Somit wirken nur die wahrgenommene Nützlichkeit und Nutzbarkeit auf die Einstellung, welche die Grundlage für die Nutzungsabsicht darstellt. Die wahrgenommene Nützlichkeit wirkt zudem direkt auf die Nutzungsabsicht. Somit ist das TAM eine Spezifikation der TRA (Fishbein und Ajzen, 1975) und der Theory of Planned Behavior (TPB) (Ajzen, 1991). Die Wirkung externer Variablen bleibt auf die wahrgenommene Nützlichkeit und Nutzbarkeit beschränkt. Abbildung 2.5 zeigt das ursprüngliche TAM nach Davis, Bagozzi und Warshaw (1989).

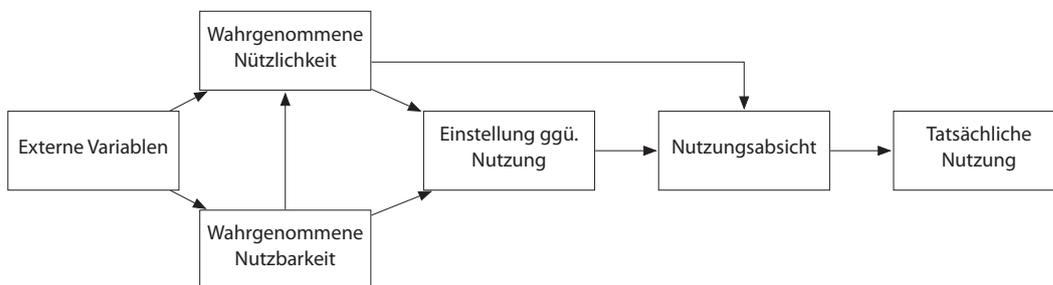


Abbildung 2.5: Technology Acceptance Model (TAM) (nach Davis, Bagozzi und Warshaw, 1989, S. 985)

Während die Nützlichkeit den individuellen Ertrag der Nutzung darstellt, thematisiert die Nutzbarkeit den damit verbundenen Aufwand. Dieser Faktor wird u. a. unter dem Aspekt der Komplexität (Thompson, Higgins und Howell, 1991) oder Einfachheit der Benutzung (Moore, 1991) in anderen Modellen geschrieben. Die Nutzbarkeit beeinflusst die Einstellung über die Steigerung der intrinsischen und extrinsischen Motivation. Die intrinsische Motivation wird über das Konzept der Selbstwirksamkeit (self-efficacy) beschrieben. Hier-

unter wird das Streben nach Kompetenz und Selbstbestimmung verstanden. Davis, Bagozzi und Warshaw (1989) gehen davon aus, dass ihr Grad ansteigt, je einfacher eine Technologie zu verwenden ist. Davon losgelöst wird die Zweckdienlichkeit (instrumentality) gesehen. Diese konzentriert sich auf die individuelle Leistungsfähigkeit und somit auf die extrinsische Motivation. Eine Verbesserung der Nutzbarkeit führt also dazu, dass mehr Aufgaben mit gleichem Aufwand erledigt werden können. Hier zeigt sich die enge Verbindung zwischen der Nützlichkeit und der Nutzbarkeit.

Unter externen Variablen werden im TAM Systemattribute und Unterstützungsmaßnahmen erfasst. Systemattribute wirken sowohl direkt, z. B. über die Output-Qualität der neuen Technologie auf die Bewertung der Nützlichkeit. Indirekt wirken Systemattribute wie eine leicht verständliche und anpassbare Benutzeroberfläche. Der vermittelnde Faktor ist dabei die Nutzbarkeit. Unterstützungsmaßnahmen umfassen das gegenseitige Lernen und Trainingsmaßnahmen. Sie wirken auf die Wahrnehmung der Nützlichkeit und auf das Verständnis für die Nutzung.

Die empirische Überprüfung anhand von 40 MBA-Studierenden zeigt, dass die tatsächliche Nutzung nur durch die Nutzungsabsicht bestimmt wird. Diese wurde weiterhin deutlich durch die Nützlichkeit und an zweiter Stelle durch die Einstellung gegenüber der Technologie bestimmt. Über eine Faktoranalyse der TRA- und TAM-Items konnten weiterhin vier Faktoren identifiziert werden: Nützlichkeit, Nutzbarkeit, Abhängigkeit und Zugänglichkeit (Davis, Bagozzi und Warshaw, 1989, S. 994).

Generelle Nützlichkeitsabwägungen haben insbesondere in frühen Aufnahmephasen Bedeutung. Im Zeitverlauf verstärkt sich die Wirkung der spezifischen Nützlichkeitsbewertung. Diese Verschiebung wird damit erklärt, dass mit steigender Systemerfahrung die Bewertungsmaßstäbe konkreter werden. Ein neuer Nutzer tendiert zunächst dazu, generelle Bewertungsmaßstäbe anzuwenden, bevor er die spezifischen Aspekte des Systems genauer kennengelernt hat und diese in sein Bewertungskalkül aufnehmen kann. Die Bedeutung der Nutzbarkeit nimmt im zeitlichen Verlauf ab. Nutzer scheinen sich schnell an neue Oberflächen und Bedienungsformen zu gewöhnen, sodass diese Aspekte in späteren Phasen der Systemnutzung keine Rolle mehr spielen (Davis, Bagozzi und Warshaw, 1989, S. 998).

2.2.2 Modellerweiterungen TAM II, TAM III und UTAUT

Das Grundmodell weist einige Einschränkungen auf. So sind die externen Variablen unspezifiziert, auch Persönlichkeitsmerkmale, Ressourcenverfügbarkeit und Lerneffekte werden nicht hinreichend abgedeckt. Daher wurde das Grundmodell in einer Reihe von weiteren Studien um zusätzliche Variablensets ergänzt (Schepers und Wetzels, 2007; Yousafzai, Foxall und Pallister, 2007a; Venkatesh und Davis, 2000; Venkatesh, 2000; Venkatesh, Morris u. a., 2003; Venkatesh und Bala, 2008). King und He (2006, S. 741) systematisieren vier Erweiterungsgruppen des TAM, welche sich in Abbildung 2.6 wiederfinden: *Vorgelagerte Faktoren* wie situative Einbindung, bestehende Nutzungserfahrungen sowie Selbstwirksamkeit; *Erklärungsfaktoren* aus anderen Theorien wie die subjektive Norm, Aufgaben-Technologie-Fit, Risiko und Vertrauen; *Kontextfaktoren*, welche Moderatoreffekte hervorrufen, wie Geschlecht, Kultur und Technologieeigenschaften; *Ergebnisvariablen* wie Einstellung, wahrgenommene Nutzung und tatsächliche Nutzung.

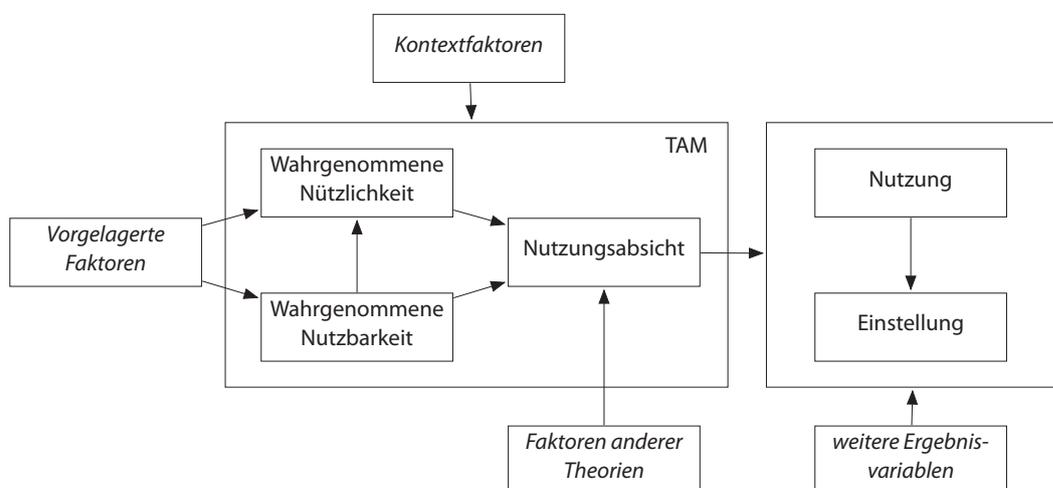


Abbildung 2.6: Das TAM und seine vier Erweiterungskategorien (nach King und He, 2006, S. 741)

Systematisierend lassen sich folgende Gruppen der Einflussfaktoren bilden, auf welche in den folgenden Abschnitten genauer eingegangen wird (Venkatesh und Bala, 2008):

1. *Individuelle Unterschiede* wie Persönlichkeitsmerkmale, demografische Verortung, Geschlecht und Alter beeinflussen die Wahrnehmung der Nützlichkeit und der Nutzbarkeit.
2. *Systemeigenschaften* betrachten die Gestaltung des Systems und sind damit Betrachtungsobjekt der Nutzer.
3. *Sozialer Einfluss* beschreibt unterschiedliche soziale Mechanismen und Prozesse, welche das Individuum bei der Entscheidungsfindung leiten.
4. *Umsetzungsbedingungen* beleuchten den Organisationskontext und die Unterstützung in Form von Information und Schulung, welche bei der Technologieeinführung geleistet wird.

Technology Acceptance Model II (TAM II)

Zur Erklärung der Nützlichkeit und Nutzbarkeit erweitern Venkatesh und Davis (2000) das TAM über eine Längsschnittstudie zum TAM II. Das TAM II beschreibt sowohl den Prozess des sozialen Einflusses als auch den kognitiven Bewertungsprozess detaillierter. Für den Prozess der sozialen Einflussnahme werden folgende zusätzliche, miteinander zusammenhängende Variablen berücksichtigt: (a) subjektive Norm, (b) Freiwilligkeit sowie (c) Image.

Die *subjektive Norm* wurde bereits im Abschnitt 2.2.1 erläutert, im Modell jedoch aufgrund der mangelhaften Operationalisierbarkeit und Messbarkeit verworfen. Die Ergebnisse von Taylor und Todd (1995b, S. 171) legen jedoch eine genauere Analyse der subjektiven Norm, z. B. über den Grad der Einbeziehung in den Entwicklungs- und Einführungsprozess nahe.

Die Variable *Freiwilligkeit* wird mit unterschiedlichen theoretischen Vorüberlegungen bedacht. Hierbei werden direkte und indirekte Beeinflussung unterschieden. *Direkte Beeinflussung* stellt die Machtdimension dar und unterscheidet zwischen Freiwilligkeit und Folgsamkeit. So ist z. B. in Organisationen die Nutzungsentscheidung nicht freiwillig, sondern hängt von der positiven und negativen Sanktionierbarkeit der Handlung ab. Diese Sanktionen sind immer an die Ressourcen gebunden, über die derjenige Bestimmen kann, der das Verhalten erzwingen will. Je mehr Ressourcen zur positiven Sanktionierung zur Verfügung stehen, z. B. durch neue Aufgabenbeschreibungen, mehr Vergütung

etc., desto stärker ist die Machtposition. Ähnliches gilt für negative Sanktionen, wie das Streichen von Boni, die Versetzung oder die Entlassung.

Dennoch haben die beeinflussten Mitarbeiter Möglichkeiten, sich diesem Machtbereich mehr oder weniger offensichtlich zu entziehen. Dies berücksichtigen Venkatesh und Davis (2000), indem sie die Freiwilligkeit negativ als wahrgenommene Abwesenheit von einer Nutzungsverpflichtung operationalisieren.

Bei der *indirekten Beeinflussung* wird zwischen Einfluss und Image unterschieden. Beim Einfluss ist, anders als bei der machtvollen Durchsetzung, nicht die formale Sanktionsfähigkeit relevant, sondern das informale Vertrauen auf Expertenwissen (French und Raven, 1959; Deutsch und Gerard, 1955). Je höher dabei die Expertise und das Vertrauen gegenüber der beeinflussenden Person ist, desto stärker kann sich dieser Einfluss entfalten. Das Image der Technologie spiegelt hingegen die Möglichkeit des Akteurs wider, seinen Status durch die Nutzung zu erhöhen. Anders als bei den vorherigen Einflussmechanismen basiert das Image auf der Identifikation mit Anderen, die als Vorbild dienen (French und Raven, 1959). Je erstrebenswerter der Status des bestehenden Nutzers ist, desto eher wird der neue Nutzer die Technologie auch nutzen.

Die beschriebenen Varianten der sozialen Einflussnahme (Vertrauen auf Hierarchie, Expertenwissen oder Status) stellen für Venkatesh und Davis (2000) nur eine Vereinfachung bei fehlender persönlicher Erfahrung dar. Sobald eigene Erfahrungen gesammelt sind, nimmt die Bedeutung der sozialen Faktoren ab. Dies zeigt auch die empirische Überprüfung des Modells (Venkatesh und Davis, 2000, S. 195 f.). Ein direkter Effekt auf die Nutzungsbereitschaft kann darin beim verpflichtenden Einsatz der Technologie nachgewiesen werden. Weiterhin wirkt die subjektive Norm indirekt über die Nützlichkeitsbewertung sowie das Image auf die Nutzungsabsicht. Es existieren also zwei Wirkungsmechanismen im Sozialen. Während die Normung bei verpflichtender Nutzung in den frühen Phasen bedeutend ist, wirkt das Image in jeder Konstellation auf die Adaptionsentscheidung. Im verpflichtenden Szenario wird der Effekt der Norm durch das Image verstärkt. Sozialer Druck kann also dazu führen, dass die Distanz zum System abgebaut wird und der Nutzen für die eigene Arbeit bewertet werden kann. Im Zeitverlauf nimmt die Wirkung des sozialen Umfeldes jedoch ab. An dessen Stelle tritt verstärkt der kognitive Prozess.

Dieser wird genauer durch Variablen aus der Arbeitsmotivationstheorie (Vroom, 1964), Sozialpsychologie (Fishbein und Ajzen, 1975) und aufgabenbedingten Entscheidungsfindung (Beach und Mitchell, 1978) beschrieben. Im Zentrum steht hierbei die Aufgabe, welche die Ziele (trajectory image) mit den Handlungsoptionen (strategic image) verbindet (Beach und Mitchell, 1996; Beach und Mitchell, 1998).

1. Prüfung der Handlungsoptionen auf Kompatibilität mit Auswahlstandards und Verwerfen inkompatibler Handlungsoptionen. Der Kompatibilitätstest wird über die Bewertung der *Tätigkeitsrelevanz* abgebildet. Nutzer bewerten, ob das System in ihrer Tätigkeit anwendbar ist oder nicht. Systeme mit einer geringen Tätigkeitsrelevanz werden ausgeschlossen.
2. Vergleich der verbleibenden Handlungsoptionen im Hinblick auf ihren Ertragswert und Auswahl der besten Option. Es besteht ein starker empirischer Zusammenhang zwischen dem erwarteten Ertragswert (Nützlichkeitsbewertung) und der *Ergebnisqualität* (Davis, Bagozzi und Warshaw, 1992). Diese wird zum Ranking der Systeme genutzt.

Beide Bewertungsprozesse werden durch die *Nachweisbarkeit der Wirkung des Systems* beeinflusst, also das Wissen der Nutzer darum, wie ihre Arbeitsergebnisse zustande gekommen sind. Dies ist unabhängig von der Ergebnisqualität, da bei intransparenten Systemen keine Verbindung zwischen der Arbeit des Systems und seinem Nutzen hergestellt werden kann.

Im kognitiven Prozess haben Lerneffekte in diesem Modell keine Bedeutung. Erfahrung hat keinen Einfluss auf die Einschätzung der Tätigkeitsrelevanz, da angenommen wird, dass die Ziele und Inhalte der Tätigkeit zeitlich stabil bleiben. Auch die Bewertung der Arbeitsergebnisse und die Nachvollziehbarkeit werden nicht vom Erfahrungsaufbau beeinflusst. Diese Annahmen sind zu kritisieren, da mit steigender Erfahrung auch andere Tätigkeitsverläufe möglich werden und das System mit gesteigener Nutzungsdauer immer stärker durchdrungen wird. Die Erfahrung trägt also zur Transparenz des Systems bei. Die Wirkung des Lerneffektes müsste daher sowohl im Abnehmen des sozialen Einflusses als auch in der Anpassung der Bewertung wiederzufinden sein.

Alle Einflussfaktoren des Modells sind in Abbildung 2.7 dargestellt.

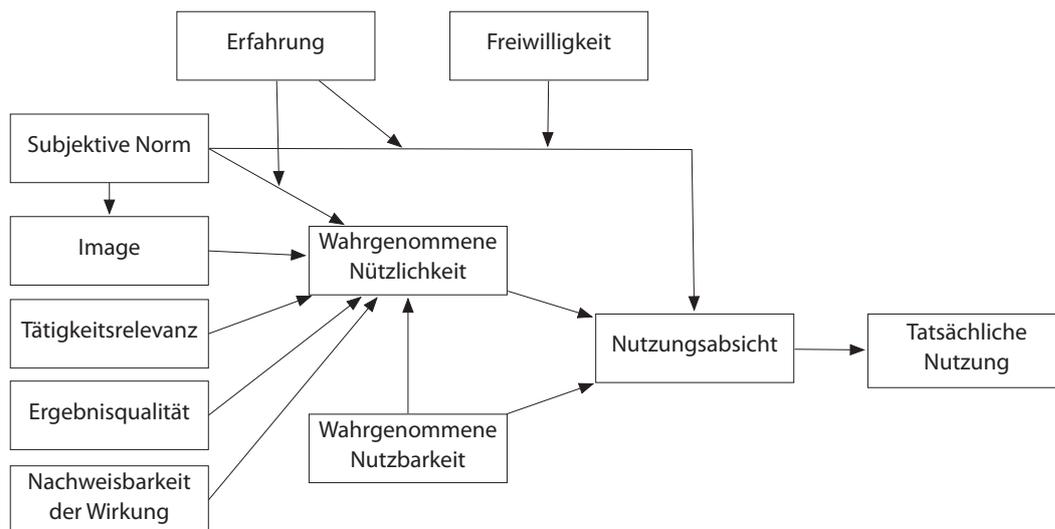


Abbildung 2.7: Technology Acceptance Model II (TAM II) (nach Venkatesh und Davis, 2000)

Technology Acceptance Model III (TAM III)

Während das TAM die Verbindung von Nützlichkeit und Nutzungsabsicht detailliert beschreibt und das TAM II die Nützlichkeit spezifiziert, thematisieren beide den Bewertungsprozess der Benutzerfreundlichkeit nicht näher. Im Grundkonstrukt des TAM kommt der Nutzbarkeit sowohl eine direkte Wirkung auf die Nutzungsabsicht als auch eine indirekte Wirkung über die Nützlichkeitsbewertung zu. Die Bewertung der Nutzbarkeit geht der Nützlichkeitsbewertung voraus. Sie liefert den ersten Eindruck des Nutzers von der Technologie und prägt damit gleichsam alle weiteren Bewertungen (Venkatesh, 2000, S. 344). Dabei unterscheiden sich die Bewertungsvorgänge für Nützlichkeit und Nutzbarkeit. Die Bewertung der Nutzens einer Technologie vollzieht sich eher instrumentell und ist mit extrinsischer Motivation und Kognition vergleichbar. Die Benutzerfreundlichkeit basiert hingegen auf der emotionalen Bewertung, bei welcher die Selbsteinschätzung eine große Rolle spielt. Sie wirkt somit ähnlich der intrinsischen Motivation.

Das TAM III beschreibt diejenigen Faktoren näher, welche auf die Bewertung der Nutzbarkeit auf Basis psychologischer Vorgänge wirken (Venkatesh und Davis, 1996; Karahanna und Straub, 1999; Venkatesh, 2000). Es wird daher von rein individuellen Unterschieden, die zu einer abweichenden Nutzbarkeitsbewertung führen, ausgegangen. Diese Unterschiede äußern sich in

der Selbstwirksamkeit des Nutzers, emotionalen Faktoren (Verspieltheit und Ängste) sowie in seinem Handlungswissen (procedural knowledge). Der Einfluss sozialer Faktoren auf die Nutzbarkeitsbewertung spielt im TAM III keine Rolle.

Der Mechanismus zur Bewertung wird aus Venkatesh (2000) entnommen und basiert auf der psychologischen Entscheidungsheuristik des „Anchoring and Adjustment“ (Slovic und Lichtenstein, 1971; Tversky und Kahneman, 1974). Die Bewertung verläuft in zwei Phasen: Der initiale Wahrnehmungsanker (Anchoring) bestimmt die Bewertung der Technologie bei erster Exposition. Während der Nutzung wird dieser erste Eindruck durch eine fortlaufende Anpassung (Adjustment) verfeinert. Den Konstrukten werden unterschiedliche Variablen zugeordnet.

Ankervariablen unterscheiden sich nach der Wahrnehmung der internen (Selbstwirksamkeit) und externen Kontrolle (Nutzungsunterstützung), der intrinsischen Motivation (Verspieltheit) sowie der mit der Technologie verbundenen Emotion (Unbehagen) (Venkatesh, 2000). Alle Ankervariablen sind unabhängig von verwendeten System. Sie stellen folgende individuellen Eigenschaften dar:

Selbstwirksamkeit in Bezug auf Computernutzung – bezeichnet die Vorstellungen der Person, über ihre individuellen Fähigkeiten den Computer zu benutzen;

Wahrnehmung externer Kontrolle – bezeichnet die Vorstellung des Nutzers über die Verfügbarkeit von organisationalen Ressourcen und vorhandener Unterstützung bei der Nutzung;

Verspieltheit im Umgang mit Computern – stellt die intrinsische Motivation bzw. kognitive Spontanität des Nutzers dar, sich mit der neuen Technologie auseinanderzusetzen;

Ängstlichkeit gegenüber der Computernutzung – stellt die Befürchtungen und Sorgen einer Person dar, wenn sie einen Computer nutzen soll.

Die Wirkung der Ankervariablen unterscheidet sich in den frühen und den späteren Phasen des Technologiekontaktes. In frühen Phasen, also ohne bestehende Erfahrungen und weitergehende Informationen über die neue Technologie, wirken die Ansichten über die eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Technologie auf die Einstellungsbildung. Diese orientieren sich an den Erfahrungen mit

anderen Systemen (Helson, 1964). Die Wahrnehmung der externen Kontrolle stellt die Bewertung des Umfelds der Nutzung dar. Hierzu zählt die Verfügbarkeit von Personal zur Unterstützung genauso wie die Erfahrungen, die die Nutzer mit vorangegangenen Einführungsprojekten gemacht haben (Venkatesh, 2000, S. 346 ff.). In späteren Phasen der Systemnutzung konnte der Nutzer bereits Erfahrungen sammeln und damit Handlungswissen zur Verwendung der Technologie aufbauen.

Der Einfluss der Selbstwirksamkeit und des Unbehagens bei der Computernutzung wirken weiterhin (Venkatesh, 2000, S. 351), sie nähern sich jedoch der objektiven Benutzungsfreundlichkeit an. Die Verspieltheit hat hingegen einen abnehmenden Einfluss. Sie wird im Zeitverlauf durch die Nutzungsfreude ersetzt (Venkatesh, 2000, S. 352).

Die Bewertung der Einführungsumgebung wird mit steigender Erfahrung spezifiziert. In frühen Phasen wurde die Umgebung generisch bewertet, mit wachsendem Kontakt zum System gewinnen jedoch systemspezifische Unterstützungsleistungen der Organisation an Bedeutung.

Aus den oben genannten Veränderungen im Zeitverlauf lassen sich folgende Anpassungsvariablen ableiten:

objektive Benutzungsfreundlichkeit – umfasst vergleichend den tatsächlichen (nicht empfundenen) Aufwand, welcher für die Verrichtung einer Tätigkeit notwendig ist (Card, Moran und Newell, 1980; Norman, 1988);

wahrgenommene Nutzungsfreude – gibt an, inwiefern die Nutzung der Technologie auch unabhängig von Outputerwägungen als angenehm empfunden wird (Davis, Bagozzi und Warshaw, 1992).

Während die objektive Benutzungsfreundlichkeit durch die Anpassung des Systems verbessert werden kann, wirken z. B. Schulungen auf die wahrgenommene Nutzungsfreude (Venkatesh, 1999). Anders als die oben genannten Ankervariablen lassen sich die Anpassungsvariablen leichter beeinflussen. Die Reduzierung des Unbehagens und die Erhöhung der Selbstwirksamkeit müssen daher über Interventionen längerfristig angelegt werden (Venkatesh, 2000, S. 359). Die Interventionen werden in Abschnitt 3.5.1 spezifiziert.

Trotz der nachgewiesenen Wirkung der Anpassungsvariablen behielten die allgemeinen, systemunabhängigen Einstellungen in Bezug auf Computernut-

zung im empirischen Test ihre Bedeutung. Insbesondere die Selbstwirksamkeit und die Wahrnehmung der organisatorischen Unterstützung wirkten stärker als die Anpassungsvariablen auf die wahrgenommene Nutzbarkeit (Venkatesh, 2000, S. 356). Eine mögliche Erklärung hierfür ist die Erwartungsbildung der Nutzer, welche sich an den jeweils aktuellen Konventionen und Standards der Nutzerschnittstellengestaltung orientiert. Bricht ein System nicht mit diesen Konventionen, so ist eine Anpassung nicht notwendig und die im Anker gefestigten Ansichten werden bestätigt.

Die Wirkung der Erfahrung ist eng mit dem kognitiven Prozess verbunden. Im TAM III moderiert die Erfahrung zusätzlich die Verbindung zwischen:

- Nutzbarkeit und Nützlichkeit – basierend auf der „Action Identification Theory“ (Vallacher und Kaufman, 1996) wird zwischen höheren und niedrigen Identitäten der Tätigkeiten unterschieden. Höhere Identitäten sind mit den Zielen und Plänen der Individuen verbunden, während niedrige Identitäten den Mitteln zur Verfolgung dieser Ziele zugeordnet werden. Nutzbarkeit wird im TAM III als niedrige Identität bestimmt, während Nützlichkeit eine höhere Identität ist. Mit wachsender Erfahrung nimmt im TAM III auch der Einfluss der Nutzbarkeit auf die Nützlichkeitsbewertung zu, da die Nutzer die Erreichbarkeit ihrer Ziele besser einschätzen können.
- Unbehagen bei der Nutzung und Nutzbarkeit – die Autoren nehmen an, dass mit verstärkter Systemnutzung die systemspezifische Bewertung gegenüber generellen Ansichten zur Computernutzung in den Vordergrund rückt. Der Effekt des allgemeinen Unbehagens nimmt daher mit steigender Erfahrung ab (Venkatesh und Bala, 2008, S. 290). Sie stützen ihre Vermutung auf psychologische Forschungsarbeiten zum Verhalten der Ankervariablen (Yadav, 1994; Wansink, Kent und Hoch, 1998; Mussweiler und Strack, 2001).
- Nutzbarkeit und Nutzungsabsicht – der erste Eindruck eines Systems wird bestimmt von seiner Benutzbarkeit. Über die Nutzungsdauer gewöhnen sich die Anwender an das System und erwerben Wissen in dessen Benutzung. Die Benutzbarkeit tritt somit als Entscheidungsgrundlage für die Nutzung mit steigender Erfahrung in den Hintergrund (Venkatesh

und Bala, 2008, S. 290). Die Wirkung der subjektiven Norm auf die Nutzungsabsicht gewinnt, wie schon im TAM II, bei verpflichtender Nutzung an Bedeutung.

Aus den obigen Ausführungen ergibt sich das Modell in Abbildung 2.8.

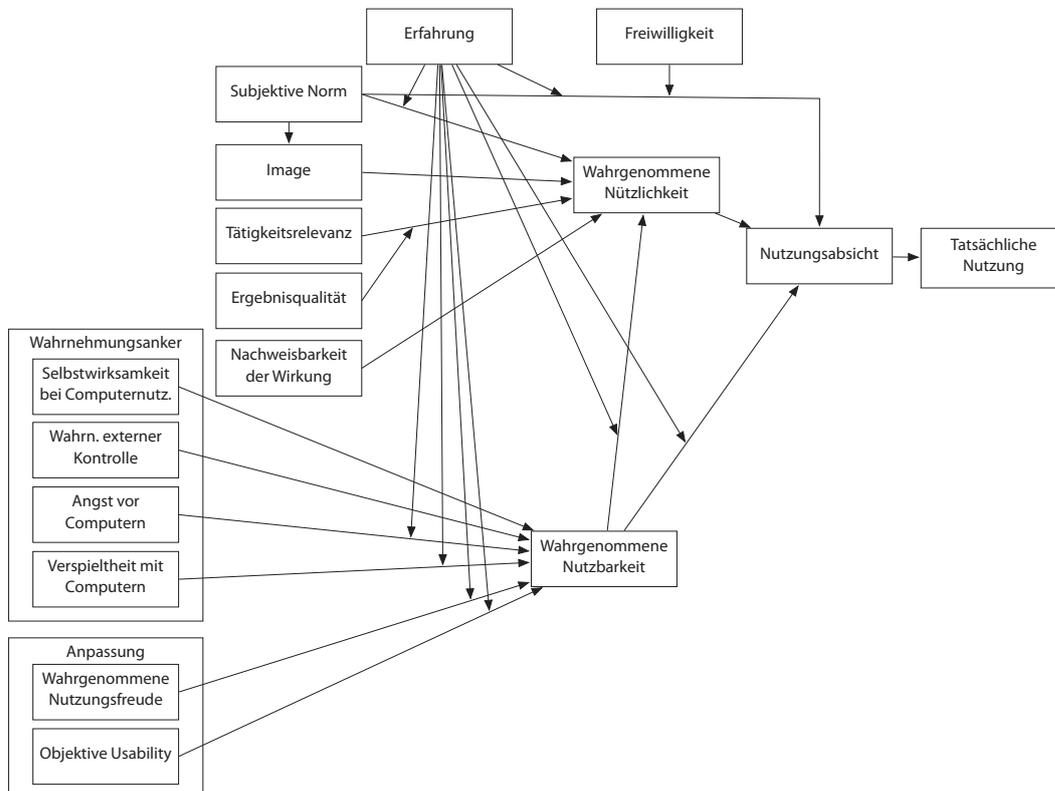


Abbildung 2.8: Technology Acceptance Model III (TAM III) (nach Venkatesh und Bala, 2008)

Unified Technology Acceptance and Use of Technology (UTAUT)

Um der Zerfaserung des TAM durch die große Anzahl spezifischer Folgeuntersuchungen und Modellerweiterungen zu begegnen, wurde im UTAUT (Venkatesh, Morris u. a., 2003) der Versuch einer Zusammenführung unternommen. Hierzu wurden in einer Metastudie folgende Modelle ausgewertet und deren Einflussfaktoren zusammengefasst: TRA (Ajzen und Fishbein, 1980), TAM I/II (Davis, 1989; Davis, Bagozzi und Warshaw, 1989; Venkatesh und Davis, 2000), das Combined Technology Acceptance Model and Theory of Reasoned Action (C-TAM-TPB) (Taylor und Todd, 1995a), das Motivational Model (MM)

(Vallerand, 1997; Davis, Bagozzi und Warshaw, 1992) sowie die IDT (Rogers, 2003), das Model of PC Utilization (MPCU) (Thompson, Higgins und Howell, 1994) und die Social Cognitive Theory (SCT) (Compeau und Higgins, 1995).

Die Wirkung der Faktoren wurde in vier Längsschnittstudien in freiwilligen und verpflichtenden Nutzungsszenarien überprüft. In jedem Modell konnte dabei mindestens ein Faktor gefunden werden, der über die Zeit invariant wirkt. Analog wurden auch Faktoren identifiziert, deren Wirkung über die Zeit nicht mehr signifikant nachzuweisen ist. Diese Faktoren sind in Tabelle 2.1 dargestellt.

Modell	zeitlich invarianter Faktor	zeitlich varianter Faktor
TRA	Einstellung zum Verhalten	
TAM	Wahrgenommene Nützlichkeit	Wahrgenommene Nutzbarkeit
MM	Extrinsische Motivation	
TPB	Einstellung zum Verhalten	Wahrgenommene Verhaltenskontrolle
C-TAM-TPB	Einstellung zum Verhalten	Wahrgenommene Verhaltenskontrolle
MPCU	Job-fit	Komplexität
IDT	Relativer Vorteil	Leichtigkeit der Benutzung
SCT	Ergebniserwartung (Leistung)	Selbstwirksamkeit
	Ergebniserwartung (Personal)	Angst

Tabelle 2.1: Zusammenfassung der signifikanten Akzeptanzfaktoren (nach Venkatesh, Morris u. a., 2003, S. 446)

Aus diesen Studien lassen sich vier direkt wirksame Faktoren des UTAUT zusammenfassen:

1. *Leistungserwartung* wird hierbei definiert als „degree to which an individual believes that using the system will help him or her to attain gains in job performance“ (Venkatesh, Morris u. a., 2003, S. 447). Sie ähnelt den Variablen *wahrgenommene Nützlichkeit*, *extrinsische Motivation*, *Job-fit*, *relativer Nutzen* und *Ergebniserwartung*. Dieser zweckrationale Aspekt stellt auch den stärksten Prädiktor für die Nutzungsabsicht dar.
2. *Aufwandserwartung* wird im UTAUT definiert als „degree of ease associated with the use of the system“ (Venkatesh, Morris u. a., 2003, S. 450). Die

entsprechenden Konstrukte in den Kerntheorien sind: (wahrgenommene) Nutzbarkeit und Komplexität.

3. *Sozialer Einfluss* wird definiert als „degree to which an individual perceives that important others believe he or she should use the new system“ (Venkatesh, Morris u. a., 2003, S. 451). In den untersuchten Ansätzen wurden hierfür Begriffe wie soziale Norm, soziale Faktoren und Ansehen verwendet.
4. *Einsatzbedingungen* werden von Venkatesh, Morris u. a. (2003) definiert als „degree to which an individual believes that an organizational and technical infrastructure exists to support use of the system“ (Venkatesh, Morris u. a., 2003, S. 453). Dies entspricht den Variablen wahrgenommene Verhaltenssteuerung, Unterstützungsbedingungen und Kompatibilität in anderen Ansätzen. Eine Wirkung auf die Nutzungsabsicht ist nur nachzuweisen, wenn weder Leistungs- noch Aufwandserwartungen vorhanden sind. Die Unterstützungsbedingungen wirken jedoch direkt auf das Nutzungsverhalten.

Zu den direkten Einflussvariablen kommen eine Reihe von Moderatorvariablen (Alter, Geschlecht, Erfahrung und Freiwilligkeit). Die Leistungserwartung wird durch Geschlecht und Alter moderiert, wobei Männer eine höhere Tätigkeitsorientierung und damit Leistungserwartung aufweisen als Frauen. Gleiches gilt für jüngere Mitarbeiter im Vergleich zu älteren. Die Aufwandserwartung wird ebenfalls durch Geschlecht und Alter moderiert. Hier wird die Wirkung insbesondere bei älteren Frauen verstärkt. Dieser Effekt nimmt mit steigender Erfahrung ab. Gleiches gilt für die Wirkung des sozialen Einflusses. Diese tritt jedoch stärker bei der verpflichtenden Nutzung zutage. Die direkte Wirkung der Unterstützungsbedingungen auf das Nutzungsverhalten wirkt stärker bei älteren Mitarbeitern (männlich sowie weiblich) und wird mit zunehmender Erfahrung verstärkt.

Aus den oben dargestellten Wirkverhältnissen ergibt sich das Modell in Abbildung 2.9. Im Unterschied zu den vorangehenden Modellerweiterungen verzichtet das UTAUT auf die Einstellung als endogene Variable, sondern berücksichtigt nur die Handlungsabsicht und die eigentliche Handlung. Zudem

werden die Kernkonstrukte Nützlichkeit und Nutzbarkeit nicht aufgenommen, sondern in die Leistungs- und Aufwandserwartung einbezogen.

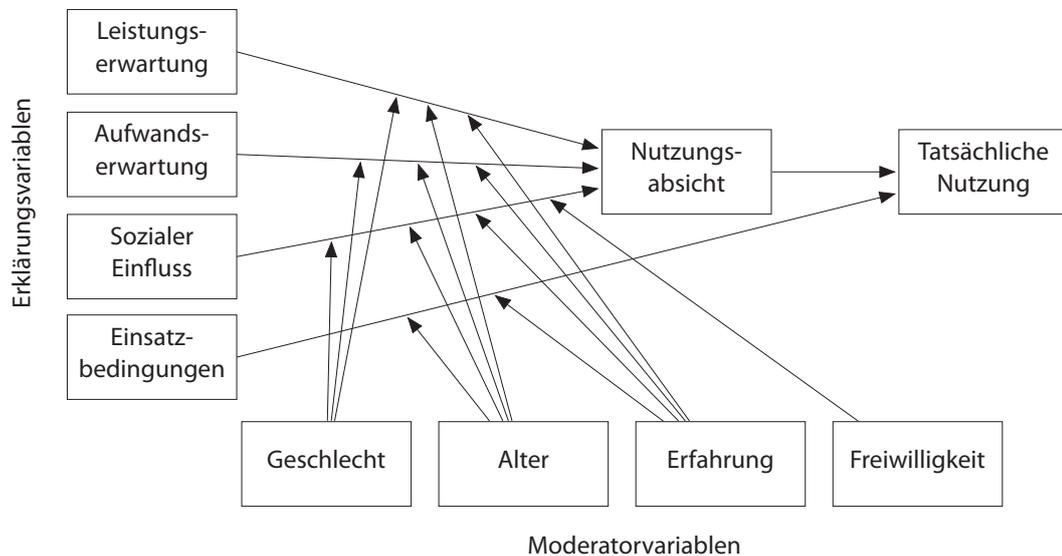


Abbildung 2.9: Unified Technology Acceptance and Use of Technology (UTAUT) (nach Venkatesh, Morris u. a., 2003, S. 447)

2.2.3 Kritik am Technologieakzeptanzmodell

Das Technologieakzeptanzmodell und seine Erweiterungen finden in einer Vielzahl von Kontexten Bestätigung. In den Meta-Analysen durch King und He (2006) und Schepers und Wetzels (2007) zeigen die Grundkonstrukte durchgängig eine hohe empirische Validität. Die Stärke des Modells ist die Verbindung von Einstellungsbildung und Handlungsentscheidung. Durch die Modellverfeinerungen wurden unterschiedliche Forschungsströmungen zur Erklärung der Bestimmungsfaktoren integriert.

Hierin liegt auch ein erster Kritikpunkt, welcher bereits von Venkatesh, Morris u. a. (2003) erkannt wurde. Die Überprüfung des Modells in unterschiedlichen Untersuchungskontexten führt dazu, dass keine spezifischen Aussagen über die Wirkung der Gestaltung der Technologie und Organisationen, dem Marktumfeld sowie den organisationsinternen Vorgängen getroffen werden können. Weiterhin wird die Interaktion mit der Gestaltung der Technologieeinführung nicht berücksichtigt. Zur Erklärung der Akzeptanzbildung wären daher zusätzliche Variablen notwendig, welche die Technologien, Tätigkeiten, Lern- und

Trainingsvorgänge, Fehlwahrnehmungen sowie die Veränderung im sozialen Umfeld berücksichtigen (Segars und Grover, 1993; Legris, Ingham und Colletette, 2003).

Insbesondere die hohe Bandbreite von betrachteten Technologien ist hierbei zu kritisieren. So ist die Einführung eines Textverarbeitungsprogramms im Vergleich zu betrieblicher Anwendungssoftware von geringerer Komplexität. Beide Technologien sind nur schwer miteinander zu vergleichen, da sich auch die Basis der Nützlichkeits- und Nutzbarkeitsbewertung unterscheiden. Zudem wird die Bedeutung von Technologien, welche auf Netzwerkeffekten beruhen, nicht aufgegriffen. Weiterhin wird die Technologie isoliert betrachtet. Häufig existiert zur untersuchten Technologie ein Substitut, welches in Konkurrenz zur Neuerung steht. Die Lock-in-Effekte und die individuellen Wechselkosten werden ebenfalls nicht berücksichtigt.

Neben den technologischen Attributen wird auch der kulturelle Kontext vom TAM nur mittelbar über die Wahrnehmung der Veränderung berücksichtigt. Straub, Keil und Brenner (1997) sowie Srite und Karahanna (2006) plädieren dafür, dass kulturelle Faktoren explizit in das Modell mit aufgenommen werden. Den Forderungen nach einer Ausdehnung des Betrachtungsbereichs steht jedoch auch die Kritik gegenüber, dass mit den Modellerweiterungen eine Zunahme der Komplexität einhergeht, welche die Flexibilität des Modelleinsatzes in unterschiedlichen Kontexten einengt (Straub und Burton-Jones, 2007). Einer Zerfaserung des Forschungsansatzes muss daher, wie im UTAUT vorgenommen, entgegengewirkt werden.

Neben den Kontextfaktoren ist modellinhärent zu kritisieren, dass die Entscheidungslogik auf einem wenig elaborierten kognitiven Prozess basiert. Die „Cognitiv Fit“-Theorie (Vessey und Galletta, 1991; Vessey, 1991; Umanath und Vessey, 1994) zeigt, dass ein Zusammenhang zwischen der Kombination der Tätigkeit und der Darstellungsform (Tabelle, Grafik, Schema) mit der erbrachten Leistung besteht. Auch die individuellen Attribute werden in anderen Ansätzen, wie dem Technology Readiness Index (TRI) (Parasuraman, 2000; Parasuraman und Colby, 2007; Parasuraman und Colby, 2015) und dem Person-Job-Fit (Caldwell und O'Reilly, 1990) stärker berücksichtigt. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die Wahrnehmung der Akteure perfekt ist. Psychologische

Effekte, wie die Fehlwahrnehmung der Nützlichkeit oder der Tätigkeitsrelevanz bleiben unbeleuchtet.

Neben den psychologisch-kognitiven Faktoren vereinfacht das TAM die soziale Interaktion. Es ist allein auf die individuelle Entscheidung ausgerichtet und hat kein Kommunikationskonzept. Entsprechend können teambasierte Entscheidungen und die Dynamik sozialen Einflusses (z. B. durch den Einsatz von Macht oder Überzeugung) nicht abgebildet werden. An diesem Punkt setzen Moore und Benbasat (1996) an, welche die Nutzungsentscheidung der TRA-basierten Modelle mit den sozialen Einflüssen der Diffusionstheorie verbinden, welche die Nutzerinteraktionen besser berücksichtigt. Weiterhin wird die Organisation einzig über die Variable Freiwilligkeit abgebildet. In Bezug auf die komplexen Interaktions- und Steuerungsbeziehungen in Organisationen und den Einfluss, welchen die Organisationen selbst auf den Verbreitungsprozess haben können, ist diese verkürzte Betrachtung nicht hinreichend. Eine Verknüpfung der einzelnen Einflussfaktoren mit Blick auf ihre soziale Einbettung wäre daher förderlich. Hierdurch könnte ein geschichtetes Modell entstehen, welches die Einstellungs- und Nutzungsentscheidungen auf individueller Ebene belässt, sie jedoch für soziale Einflüsse auf der formalen und informalen Organisationsebene öffnet.

Ein weiterer Kritikpunkt geht auf die TRA zurück, welche eine enge Verknüpfung zwischen Einstellung und Verhalten sieht. Die Verbindung kann jedoch nicht stabil nachgewiesen werden (Simon, 2001). Aus entscheidungstheoretischer Perspektive ist daher die Anwendung einer Aufwand-Nutzen-Betrachtung, ähnlich dem UTAUT sinnvoll, um dieses Problem zu umgehen.

Hieran knüpft auch die Kritik am Nutzungskonzept des TAM an. Es berücksichtigt nur, ob die Technologie genutzt wird und nicht in welcher Intensität. Chin und Marcolin (2001) unterscheiden hingegen oberflächliche („shallow“) und tiefgreifende („deep“) Nutzung, wobei die tiefgreifende Nutzung auf die direkten Produktivitätseffekte und damit auf die Verrichtung der Tätigkeit (Wang und Butler, 2006; Burton-Jones und Hubona, 2006) abzielt. Die Oberflächliche Nutzung betrachtet hingegen nur, ob und wie häufig die Technologie genutzt wird. Die Anwendung dieses differenzierten Nutzungskonzeptes macht es jedoch auch erforderlich, dass die Vorgänge der Akzeptanzbildung nicht linear und statisch betrachtet, sondern als dynamische Abläufe mit Rückkopplungen zwischen Erst- und Folgenutzung konzipiert werden (Kollmann, 1996). Über die

zeitliche Betrachtung ist dann auch eine Beobachtung individuell schwankender Nutzung möglich.

Ähnlich der Diffusionstheorie unterliegt das TAM auch der Verzerrung durch die Konzentration auf die positive Akzeptanz und Nutzungsentwicklung. Negative Effekte werden nicht berücksichtigt. So geraten die Folgen einer aktiven Ablehnung sowohl auf individueller als auch auf sozialer Ebene aus dem Blick. Gerade im Hinblick auf das Scheitern von Technologieeinführungsprojekten ist diese Unterscheidung aber fruchtbar. Daher wird im folgenden Abschnitt näher auf die Konzeption des Widerstandes gegen Neuerungen eingegangen und nach Anschlusspunkten zu den oben dargestellten theoretischen Ansätzen gesucht.

2.3 Widerstand gegen Neuerungen

Die Aufnahme und Verbreitung der Innovation verläuft nicht in allen Fällen positiv. Entsprechend sind auf individueller und auf Systemebene die Vorgänge zu beschreiben, welche eine individuelle Aufnahme und die Verbreitung verhindern. Die bisherige Akzeptanz und Diffusionsforschung konzentriert sich stark auf die erfolgreiche Übernahme. Rogers (2003) fasst dies wie folgt zusammen: „The problem is that we know too much about innovation success and not enough about innovation failures.“ (Rogers, 2003, S. 111)

Barrieren können sowohl in der Wahrnehmung des Akteurs als auch in der Struktur des sozialen Systems liegen. Die Motive und Formen, sich einer Neuerung zu widersetzen, bilden spiegelbildlich den Akzeptanz- und Nutzungsentscheidungsprozess ab. Individueller Widerstand ist damit als rationaler Entscheidungsprozess zu verstehen. Mit der Beobachtung blockierender und subversiver Handlungsweisen wird auch der Verbreitungsprozess komplexer. Einfache Ansteckungsmodelle sind dabei nicht ohne Weiteres anwendbar, da im sozialen System widerstreitende Einflüsse herrschen. Neben der direkten Interaktion kann auch die Struktur des Netzwerkes und die Platzierung der Akteure darin zu einem Abbruch der Verbreitung führen.

2.3.1 Individuelle Motive und Formen des Widerstands

Für die oben beschriebenen Ansätze ist Widerstand oftmals gleichbedeutend mit fehlender Übernahme der Technologie. Gatignon und Robertson (1989) weisen jedoch darauf hin, dass die Gegnerschaft andere Ursachen und Formen aufweist sowie nicht im Fehlen von Produkt- oder Akteurseigenschaften begründet ist. Somit muss Widerstand als selbstständiges Phänomen behandelt werden.

Zaltman und Duncan (1977, S. 83) definieren Widerstand als Verhalten, welches auf den Erhalt des Status quo ausgerichtet ist, wenn dieser unter Druck gerät. Er wirkt daher als Trägheit des sozialen Systems mit unterschiedlichen Verhaltensoptionen der Akteure (Molesworth und Suortti, 2002). Ein aktives Verhalten gegenüber der Technologie, wie in der *offenen Gegnerschaft* oder Ablehnung, stellt dabei die stärkste Form dar und deutet auf ein starkes Beharren des Status quo hin. Die Technologie wurde hierbei bereits durch den Akteur bewertet und für nicht sinnvoll erachtet. Dies kann soweit führen, dass die Akteure

subversive Praktiken entwickeln, um die Technologie zu verhindern. Passive Formen unterscheiden sich nach ihrer Ursache. Die *Verzögerung* ist in situativen Faktoren wie dem fehlenden Bedarf oder der zu hohen wahrgenommenen Komplexität der neuen Technologie begründet (Wood und Moreau, 2006). Dabei fand zwar eine erste Bewertung der Technologie bereits statt, der Akteur hat sich jedoch noch nicht entschlossen, die Technologie zu nutzen oder abzulehnen. Diese Trägheit basiert auf der Unfähigkeit des Akteurs zum Einsatz der Technologie (Yadav und Varadarajan, 2005) oder auf dem Wunsch, die Technologie zu verformen (Rogers, 2003). Darauf wird später weiter eingegangen. Als dritte Form tritt die *Informationssuche* auf, bei welcher der Akteur aufgrund fehlender Transparenz und mangels Wissen keine Entscheidung treffen kann. Es kann jedoch auch in der Indifferenz des Akteurs gegenüber der Technologie begründet liegen. Weiterhin führen Suzuki und Williams (1998) an, dass eine *teilweise Übernahme und Nutzung* der Innovation ein Anzeichen für Widerstand gegen die vollständige, intendierte Nutzung sind. Dieser Assimilation-Gap zwischen Verfügbarkeit und tatsächlicher Nutzung der Technologie liegt in Wissensbarrieren und der unterschiedlichen Wahrnehmung des Nutzens begründet (Fichman und Kemerer, 1999). Die teilweise Nutzung stellt somit eine Zwischenform dar und macht deutlich, warum das Nutzungskonzept in den oben dargestellten Modellen, welches sich auf den Erwerb oder die Übernahme der Technologie konzentriert, feiner differenziert werden muss.

Der Widerstand ist somit nicht irrational, sondern lässt sich als Bewertungsvorgang unter Unsicherheit beschreiben. Die Entscheidung, aktiv oder passiv Widerstand gegen die Veränderung zu leisten, ist somit rational aus Sicht des Akteurs und Ausdruck seiner Einstellung (Brown u. a., 2002; Rogers, 2003; Ford, Ford und D'Amelio, 2008).

Die Basis für die Nutzungsentscheidung ist nach Frantzich (1979, S. 968):

1. das Wissen um die eigenen Ziele und Bedürfnisse;
2. das Bewusstsein um mögliche Wege, diese Ziele zu erreichen;
3. die Bereitschaft und Fähigkeit, das mit der Nutzung verbundene Risiko zu tragen; sowie
4. die Fähigkeit, die Technologie entsprechend der Vorgaben zu nutzen.

Personen orientieren sich an ihren Zielen und halten an Praktiken fest, die ihnen die Zielerreichung ermöglichen. Sie haben daher ein Interesse am Erhalt des Status quo, solange keine Alternative präsentiert wird, welche entweder sehr reizvoll ist oder den Status quo unter erheblichen Druck setzt (O'Connor u. a., 1990, S. 82). Die Wahrnehmung der Chancen und Gefahren der Technologie ist dabei stark mit der individuellen Risiko- und Selbstwahrnehmung verbunden (Ellen, Bearden und Sharma, 1991; Bandura, 1997). Daran schließt sich die Bewertung der Zielerreichung über die Nutzen- und Aufwandserwartung an.

Aus der Relation zwischen Zielvorgabe und zur Verfügung stehenden Mitteln können unterschiedliche Konstellationen abgeleitet werden. Im ersten Fall ist die Verbesserung der Zielerreichung mittels der neuen Technologie nicht zu erzielen oder unsicher. Der Druck zum Verlassen des Status quo ist jedoch für den Akteur vernachlässigbar. Es ist daher rational, in eine Verzögerungsstrategie zu verfallen. In der zweiten Konstellation ist zu wenig über die neue Technologie bekannt, als dass eine Einschätzung ihres Beitrags zur Zielerreichung möglich wäre. Die rationale Strategie ist daher die weitere Informationssuche bzw., wenn die Möglichkeit dazu existiert, das Testen der Technologie. Dies führt zur dritten Konstellation, in welcher einer partielle Nutzung erfolgt. Der Akteur erkennt dabei eine Chance zur Zielerreichung, die Komplexität oder der Aufwand der Nutzung ist jedoch zu hoch. Den bisher dargestellten Konstellationen ist gemein, dass die Nutzung nicht verpflichtend ist. Folgt man der dargestellten Rationalität, ist aktiver Widerstand daher nur notwendig, wenn der Akteur zur Nutzung gezwungen wird, aber in der Technologie keinen Weg zur Zielerreichung sieht. Nach Hauschildt und Salomo (2007) ist der aktive Widerstand jedoch nur ein erster Versuch im Umgang mit der neuen Situation. Gelingt es nicht, die Neuerung zu verhindern, so verfällt der Akteur in passiven Widerstand (Verzögern) und versucht, sofern sich die Gelegenheit dazu ergibt, die Technologie zu verformen.

Die Punkte drei und vier erlauben eine Klassifizierung unterschiedlicher Barrieren (Talke, 2005, S. 31). Willensbarrieren adressieren die Wahrnehmung einer Bedrohung für das gewohnte Arbeitsumfeld und die individuelle Eignung (Kelman und Warwick, 1973; Leonard-Barton und Kraus, 1985; Davis, Bagozzi und Warshaw, 1989; Hiltz und Johnson, 1990). Im Widerstand artikulieren sich daher Ängste und Überforderung (Hauschildt und Salomo, 2007; Talke,

2005; Danneels und Kleinschmidt, 2001), aber auch die Wahrnehmung eines Kontroll- bzw. Autonomieverlustes (Coch und John R. P. French, 1948; Nadler, 1981). Diese Verhaltensweise kann in einer risikoaversen Persönlichkeitsstruktur verankert sein (Gatignon und Robertson, 1985; Watson, 1971) oder durch die Wahrnehmung nachteiliger Folgen und vorher erlebter negativer Erfahrungen hervorgerufen werden (Leonard-Barton, 1985).

Kenntnis- oder Fähigkeitsbarrieren hängen mit der fehlenden Eignung des Mitarbeiters zusammen. Auch hierüber werden Bedenken erzeugt, welche sich in Widerstandsstrategien äußern können. Während die Willensbarrieren motivationaler Natur sind (Rogers, 2003, S. 115), hängen Fähigkeitsbarrieren von der kognitiven Leistung des Akteurs und seiner Ressourcenausstattung ab (Porter und Donthu, 2006). Sie können mit entsprechenden Informationen oder Schulungen sowie durch die gezielte materielle Förderung leicht überwunden werden.

Willens- und Fähigkeitsbarrieren sind häufig miteinander verschränkt. So führt mangelnder Wille dazu, dass die Bereitschaft, Neues zu lernen, gering ist. Andererseits führt die fehlende Qualifikation auch zu einer eher negativen Bewertung der Selbstwirksamkeit und der Möglichkeiten, mit der veränderten Situation umzugehen. Dies indiziert wiederum Willensbarrieren.

Die dargestellten Barrieren sind in der Wahrnehmung des Akteurs verankert. Darüber hinaus können rein funktionale Barrieren existieren, die Widerstand hervorrufen. Diese äußern sich im objektiven Wertbeitrag, in der Form des Umgangs mit der Technologie sowie in den damit verbundenen Risiken (Ram und Sheth, 1989). Strukturierte Technologieauswahlprozesse sind dazu angelegt, diese funktionalen Barrieren zu eliminieren.

Funktionale Barrieren können, wenn sie nicht im Vorfeld ausgeräumt werden, auch im Verlauf der Übernahme eliminiert werden, sofern die Technologie dies zulässt. Bisher wurde diese als invariant angesehen. Rogers (2003) weist jedoch darauf hin, dass in jedem Diffusionsprozess nach oder während der Übernahme eine Neuerfindung (re-invention) auftreten kann, falls es die Technologie zulässt. Re-Invention bezieht sich dabei sowohl auf das Werkzeug bzw. die Technologie als auch auf dessen Benutzung. Im Change Management hat die sukzessive Anpassung der Technologie an die Bedürfnisse der Nutzung besondere Bedeutung. Über eine phasenweise Einführung werden Rückkopplungsschleifen erzeugt, die

nach und nach die Passung zwischen Technologie und den Nutzererwartungen herstellen. Die Veränderung bezieht sich dabei auf die funktionalen Attribute der Technologie und auf die motivationalen Attribute der beteiligten Nutzer. Dieser Prozess hat jedoch seine Grenzen in der Anpassbarkeit der Technologie und in der Durchdringung des sozialen Systems. So können bestimmte Aspekte der Technologie aufgrund von ursprünglichen Design-Entscheidungen nicht verändert werden. Auf der Seite der Nutzer existieren zudem konkurrierende Ansprüche an die Technologie. Weiterhin ist es häufig nicht möglich, alle relevanten Gruppen am Entwurf der einzuführenden Technologie zu beteiligen. Daher werden selbst bei einer maximalen Passung zwischen Technologie und Nutzerbedürfnissen weiterhin Willens- und Fähigkeitsbarrieren auftreten, welche Widerstand gegen die Neuerung evozieren. Daher ist es Aufgabe des Change Management, an diesen Punkten zu intervenieren und mit geeigneten Mitteln zu motivieren oder Wissen zu vermitteln.

2.3.2 Verbreitungsbarrieren

Die behandelten Widerstandsgründe beziehen sich bisher nur auf das Individuum. Ähnlich der selbstverstärkenden Wirkung im Diffusionsprozess können auch Ablehnungsprozesse Netzwerkeffekte hervorrufen, die zum Stocken oder zum Zusammenbruch der Ausbreitung führen können. Der in 2.1.2 dargestellte Verlauf der Diffusion ist somit nur idealtypisch für die positive Verbreitung. Barrieren der Durchdringung des sozialen Systems können in unterschiedlichen Facetten auftreten.

Im individuellen Innovationsentscheidungsprozess spielt der erwartete Nutzen und die damit verbundene Unsicherheit eine große Rolle. So unterscheiden sich z. B. die Anforderungen an die Produktivitätssteigerung und die Notwendigkeit von Referenzen zwischen Innovatoren, frühen Anwendern und der frühen Mehrheit. Die Erwartung an die Produktivitätssteigerung bildet sich aus einem Vergleich der neuen Technologie mit der alten. Diskrepanzen werden insbesondere von Personen der frühen Mehrheit wahrgenommen. Es kann daher zu einer Diffusionslücke kommen (Moore, 1991).

Die Lücke zwischen frühen und späten Anwendern liegt im unterschiedlichen Informationssuch- und Kommunikationsverhalten sowie in einer verschiedenen Ressourcenausstattung der Akteure begründet. Frühen Anwendern gelingt

es durch Mitnahmeeffekte, zusätzliche Ressourcen (Geld, Status, Macht) zu aktivieren. Diese stehen später Anwendern nicht mehr zur Verfügung. Entsprechend weitet sich die sozioökonomische Lücke zwischen beiden Gruppen (Rogers, 2003, S. 460). Mit spezifischen Change-Agent-Aktivitäten kann diesem Effekt entgegengewirkt werden (Rogers, 2003, S. 464–467).

Neben individuellen Barrieren der Verbreitung kann die Netzwerkstruktur durch starke Segmentierung dazu führen, dass die Innovation nur in Teilbereichen übernommen, in anderen Teilen des sozialen Systems jedoch nicht wahrgenommen oder eingesetzt wird. So kann es beim Übergang von hetero- zu homophilen Netzwerken zu Kommunikations- und Verständnisproblemen kommen (Sultanow und Weber, 2009). Des Weiteren bilden sich zwischen Akteuren mit Brückenfunktion mitunter Elitennetzwerke mit starker Homophilie heraus. Der Sprung in andere Gruppen wird damit unwahrscheinlich (Rogers, 2003, S. 306 f.). Über die Kommunikations- und Einflusststruktur lassen sich Cluster identifizieren, deren Akteure ähnliche Eigenschaften und Verhaltensweisen zeigen. Hierfür steht eine Reihe von Maßzahlen zur Verfügung (Wasserman und Faust, 2007; Müller, 2008). Die Netzwerkstruktur bestimmt daher den Kommunikationsfluss und die Offenheit des sozialen Systems. Die Segmentierung der Kommunikationsnetzwerke in Organisationen muss dabei besonders berücksichtigt werden. Nicht nur Wissen und Status spielen dabei eine Rolle, sondern auch berufsgruppenspezifische Kulturen und Normen, welche sich mit anderen Dimensionen überschneiden.

Beschleunigend wirkt auf die Interaktion zwischen individuellem Entscheidungsverhalten und Netzwerkstruktur der Interaktionsprozess zwischen den Akteuren. Dieser kann einerseits durch negative Meinungsführer dominiert werden. Leonard-Barton (1985) stellt zu dieser Rolle fest, dass die negative Meinungsführerschaft an Bedeutung gewinnt, wenn der Nutzer darüber nachdenkt, die Technologie nicht weiter zu verwenden. In diesem Fall sucht er in seinem Umfeld aktiv nach Informationen und findet im negativen Meinungsführer Bestätigung für den Abbruch der Nutzung. Andererseits kann auch beobachtet werden, dass die negativen Meinungsführer potenzielle Nutzer aktiv ansprechen, um deren Meinung gegen die Nutzung zu beeinflussen.

Neben den Meinungsführern beeinflussen sich die Nutzer über ihre kontinuierliche Interaktion gegenseitig. Die Artikulation der Unzufriedenheit mit der

Technologie hängt dabei von der Schwere des Problems bzw. von der Intensität der Unzufriedenheit ab (Richins, 1983). Es scheint daher eine Schwelle zwischen passiver und aktiver Ablehnung zu existieren, welche von dem Grad der negativen Einstellung abhängt. Wie auch bei positiver Verstärkung hängt somit der Verbreitungsgrad der negativen Einstellung von der Netzwerkstruktur ab. Somit können sich in sozialen Systemen „Widerstandsinself“ bilden, die sich auf einen zentralen, starken Meinungsführer konzentrieren. Weiterhin sollte ein Widerstreiten zwischen Akteuren mit positiver und negativer Einstellung zu beobachten sein. Anders als bei Ansteckungsmodellen bildet sich darüber ein dynamisches System mit sich verschiebenden Einflüssen. Es ist dabei unklar, ob ein stabiler Zustand, wie ihn die Diffusions- und Akzeptanzmodelle skizzieren, erreicht werden kann.

MacVaugh und Schiavone (2010) fassen die hier dargestellten individuellen und gemeinschaftsbezogenen Gründe des Scheiterns für die Nutzenbewertung der Technologie, die Struktur des sozialen Systems sowie den Wissenserwerb um die Technologie in Tabelle 2.2 zusammen.

Bereich	Untersuchungsbereich	Markt/Sektor
	Individuum Die Aufnahme einer neuen Technologie scheitert, wenn ...	
Technologie	ihre Komplexität ... ihre Komplementarität ... der Nutzungskontext ... die Nutzereinstellung ... Verbreitung ...	nicht über dem messbare Erfolg der alten Technologie liegt. die Wahrnehmung des neuen selten ermöglicht. nicht zu einem dominanten Design führt. dem Inhaber/Staat die Beschränkung des Zugangs erlaubt. die Aufmerksamkeit auf die allgemeine Effektivität und nicht die neuen Möglichkeiten konzentriert. zu alter Technologie einen höheren Gesamtnutzen hat. den Zugang materiell beschränkt. die Zugangsbeschränkung zu sozialer Trennung führt. im Hinblick auf die Benutzung die ältere Technologie bevorzugt. negativ ist. nicht stark genug ist, um existierende Normen zu verdrängen.
Soziale Struktur	die Kapazitäten ... die Fähigkeiten ...	durch den Zugang zur Ausbildung begrenzt werden. nicht zur Herausbildung einer Expertengemeinschaft führen.
Lernen	die Kosten ...	aufgrund von schlechtem Marketing oder Betrieb nicht erreicht wird. von Ressourcen/Führung unzureichend sind. das Produkt zu erleben, nicht gegeben ist. des Lernens untragbar sind.

Tabelle 2.2: Gründe für das Scheitern von Diffusion (nach MacVaugh und Schiavone, 2010, S. 208)

2.4 Zwischenfazit – Akzeptanz- und Verbreitungsfaktoren

Zusammenfassend lassen sich aus den dargestellten Ausgangsmodellen unterschiedliche Faktoren und Prozesse extrahieren, welche bei der individuellen Übernahmeentscheidung und bei der Verbreitung der Technologie im sozialen System von Bedeutung sind.

Wejnert (2002) fasst die Faktoren der Diffusionsforschung in drei Komponenten zusammen: Eigenschaften der Innovation, Eigenschaften der Akteure und Umwelteigenschaften.

Die Umweltfaktoren werden dabei als exogen betrachtet. Sie stellen die geografische, politische, soziokulturelle Umwelt sowie kohäsive Globalisierungsprozesse dar. Da in dieser Arbeit die Verbindung von individuellem zu organisationalem Verhalten im Mittelpunkt steht, werden die geografischen und politischen Aspekte sowie die Globalisierungsprozesse außer Acht gelassen, da diese auf die Organisation als Ganzes wirken. Der soziokulturelle Kontext hat zwar eine individuelle Bedeutung, wird jedoch erst im nächsten Kapitel im Zuge der Organisationskultur genauer betrachtet.

Der Diffusionsprozess nährt sich daher aus dem Zusammenspiel der beiden endogenen Komponenten: Innovation und Akteur. Die Zuschreibung von Eigenschaften zu einer der beiden Komponenten wäre eine nicht zulässige Vereinfachung. Zur Darstellung bietet sich daher vielmehr die Bewertung der Technologie durch den Akteur an. Auf der individuellen Ebene ergeben sich aus der Kombination von Diffusions- und Akzeptanzmodellen folgende vier Prozesse, in denen die Einstellung und Nutzung geformt werden:

1. Nützlichkeitsbewertung – hierbei ist in Bezug auf die durchzuführende Tätigkeit die Relation zwischen erwarteter Leistung und möglichen Nutzungsergebnissen relevant. Vermittelt wird in diesem Prozess durch die Möglichkeit, die Leistung direkt dem System zuzuordnen. Der kognitive Vorgang wird als zweckrationale Entscheidung abgebildet.
2. Nutzbarkeitsbewertung – beeinflusst die emotionale Einstellung zur Innovation. Berührungängste mit Neuem führen zu negativen Erwartungen an die Technologie. Ähnlich wirkt die Frustration bei der Nutzung auf

die Anpassung der Erwartungen. Umgekehrt ist auch eine positive Identifikation mit der Technologie zu erwarten, wenn solche Berührungspunkte nicht bestehen und die Nutzung Freude bereitet. Die Nutzbarkeit stellt somit den empfundenen Aufwand der Bedienung dar.

3. Sozialer Einfluss – die Einbettung des Mitarbeiters in den sozialen Kontext der Organisation übt normativen Druck aus, die Innovation zu nutzen. Zudem dient die Einstellung anderer signifikanter Mitarbeiter als Orientierung. Hierzu zählt auch das Image der Innovation. Der Vorgang wird über die Beobachtung der Umwelt sowie über die Orientierung an und die Übernahme von Fremdbewertungen erfasst.
4. Wahrnehmung der Organisationsunterstützung – die oben beschriebenen Prozesse werden gerahmt durch die Steuerungs- und Interventionsversuche der Organisation. Sie können die Aufwand-Nutzen-Bewertung, den sozialen Druck sowie die emotionalen Bindungen beeinflussen. Näheres zu den Interventionsprozessen wird in Abschnitt 3.5 ausgeführt.

Die neue Technologie bildet einen Kontextfaktor dieser Bewertungsprozesse. Neben der Einschätzung der Akteure besitzt sie objektive Faktoren. Hierzu zählt zum einen der Funktionsumfang, also die Eignung, die Zieltätigkeit auszuführen. Zum anderen beschreibt die objektive Bedienbarkeit, inwiefern die Technologie leicht erlernbar und intuitiv zu benutzen ist. Die Erprobbarkeit ist ein weiterer technologischer, aber auch organisatorischer Kontextfaktor. Zum einen kann die Technologie aufgrund hoher initialer Kosten oder des notwendigen Spezialwissens durch den Akteur nicht getestet werden. Zum anderen kann es organisatorisch nicht möglich sein, allen Nutzern Zugriff zur Technologie zu geben, bevor diese eingeführt wird. Die begrenzte Erprobbarkeit in Organisationen und deren Folgen werden im folgenden Kapitel genauer diskutiert.

Den Bewertungsprozessen selbst können weitere Einflussfaktoren zugeordnet werden. Tabelle 2.3 stellt die Faktoren des TAM, der Diffusionstheorie (IDT) sowie des UTAUT gegenüber.

Neben dem direkten Einfluss wirken Moderatorvariablen auf die Ausformung der jeweiligen Prozesse. Von Bedeutung sind dabei das Geschlecht, das Alter und die Erfahrung des Akteurs sowie die Freiwilligkeit der Technologieübernahme.

	TAM	IDT	UTAUT
Nützlichkeits- bewertung	Nachweisbarkeit	Beobachtbarkeit	Leistungserwartung
	Outputqualität Tätigkeitsrelevanz	Relativer Vorteil	
Nutzbarkeits- bewertung	obj. Nutzbarkeit	Komplexität	Aufwandserwartung
	Selbstwirksamkeit Ängstlichkeit Verspieltheit Nutzungsfreude		
Sozialer Einfluss	subjektive Norm Image	Kompatibilität	Sozialer Einfluss
Organisations- unterstützung			Einsatzbedingungen

Tabelle 2.3: Individuelle Einflussfaktoren

Je nach Ergebnis des Bewertungsprozesses kann der Akteur die Entscheidung zur Nutzung, zum Zögern oder zur Opposition treffen. Während sich die Nutzungsentscheidung direkt aus den Modellen erklärt, kommt das Zögern bei einer unklaren Bewertung zustande. Diese kann zum einen in den Attributen der Technologie bedingt sein, z. B. indem nicht klar und nachvollziehbar ist, welche Anforderungen sie an den Nutzer stellt oder inwieweit die Ergebnisse antizipierbar sind. Zum anderen können auch subjektive Faktoren wie die Ängstlichkeit oder fehlende Selbstwirksamkeit dazu führen, dass die Technologie nicht oder nur teilweise genutzt wird. Diese Entscheidungen werden mit fehlender Erfahrung und fehlendem Wissen um die Technologie verstärkt. Bei der Bestimmung des passiven Widerstandes sind daher Willens- und Wissensbarrieren zu unterscheiden. Aktiver Widerstand entsteht hingegen, wenn die Nutzung verpflichtend ist, aber die Technologie keinen nachweisbaren Anteil an der Zielerreichung des Akteurs hat, sondern ihn eher daran hindert, effektiv zu agieren.

Die individuellen Bewertungsvorgänge sind eng verzahnt mit dem sozialen Diffusionsprozess. Die Faktoren sozialer Einfluss sowie Organisationsunterstützung

weisen darauf hin, dass die Bewertung und Erwartungsbildung im sozialen Kontext stattfindet. Dieser wird als Interaktionskontext beschrieben und ist zunächst durch die verfügbaren Kommunikationskanäle gekennzeichnet. Aus der Diffusionstheorie werden Massenmedien, interpersonale Kommunikation und Internetkommunikation unterschieden. Insbesondere die interpersonale Kommunikation wirkt über den Austausch von Nutzungserfahrungen über Diffusionsnetzwerke auf die Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft. Diese Wirkung kann sowohl positiv als auch negativ sein.

Weiterhin kann die Verbreitung im sozialen System über unterschiedliche Rollen beschleunigt werden. Hierzu zählen Meinungsführer und Change Agents. Analog kann über negative Meinungsführerschaft die Verbreitung auch verhindert werden. Der gleiche Effekt kann jedoch auch über segmentierte, schwach vernetzte Nutzergruppen auftreten.

Insgesamt ist festzuhalten, dass über die Diffusionstheorie und das TAM die individuellen Vorgänge gut und präzise beschrieben sind, die Struktur der Verbreitung bleibt in beiden Ansätzen generisch. Mit den vorliegenden Betrachtungen ist es daher möglich, ein erstes, statisches Modell für die individuelle Entscheidungsfindung zu erzeugen. Dies genügt jedoch nicht für die Beantwortung der Forschungsfragen. Zur Berücksichtigung des Organisationskontextes müssen daher noch weitere Betrachtungen vorgenommen werden. Der Aufgabenfokus bei der Technologiebewertung muss dabei geschärft werden. Hinzu kommt die rollengebundene Interaktion in der Organisation. Zur Betonung der Gestaltbarkeit intraorganisationaler Akzeptanzbildung müssen die existierenden Modelle weiterhin um Interventionsmöglichkeiten erweitert und die entsprechenden Reaktionen der Akteure auf die Beeinflussung festgelegt werden. Im nächsten Kapitel erfolgt daher die Spezifikation des Organisationskontextes.

Kapitel 3

Wirkung der Organisation: Akzeptanz und Verbreitung

Die Betrachtung der Beziehung zwischen Innovationen und Organisation geht zurück auf Zaltman, Duncan und Holbek (1973). Insbesondere in den 1980er-Jahren wurde eine Reihe von Studien zum Thema veröffentlicht. Einen Überblick geben Van de Ven, Polley u. a. (1999), Van de Ven, Angle und Poole (1989) und Van de Ven und Rogers (1988) fassen weitere Studien zusammen. Es wurde festgestellt, dass die oben beschriebenen allgemeinen Elemente, Phasen, Rollen und Faktoren für die Diffusion innerhalb von Organisationen angepasst werden müssen. Durch die Beteiligung einer Vielzahl von Akteuren, die in einem stabilen System mit festen, verbindlichen Zielen, Aufgaben, Normen und Strukturen interagieren, ist die Diffusion von Neuerungen komplexer als auf individueller Ebene.

Die Betrachtungen aus Kapitel 2 berücksichtigen den Organisationskontext, welcher in dieser Arbeit im Zentrum steht, nur am Rande. Sobald Individuen in Organisationen eingebunden sind, werden ihre persönlichen Faktoren durch das Organisationsumfeld restringiert. In diesem Kapitel werden die Organisationseinflüsse auf die individuelle Akzeptanzbildung und Nutzungsentscheidung herausgearbeitet. Hierfür wird zunächst der zugrunde liegende Organisationsbegriff definiert und diskutiert. Damit geht auch das Konzept der Steuerung einher. Beide Aspekte werden in dieser Arbeit aus einem systemtheoretischen Blickwinkel betrachtet. Organisationen werden somit als Systeme verstanden.

Die Spezifika der Akzeptanz- und Nutzungsentscheidungen in Organisationen werden aus drei Perspektiven betrachtet. Zunächst wird der allgemeine Prozess anhand der Diffusionstheorie dargestellt (Rogers, 2003; Van de Ven, Polley u. a., 1999). Hieraus entwickelt sich ein differenziertes Bild über Entscheidungsarten, Einflussfaktoren sowie spezifische Rollen, welche in Organisationen zur Steuerung der Technologieeinführung genutzt werden.

Die zweite Perspektive bildet die Erweiterung des Technologieakzeptanzmodells um organisationsspezifische Aspekte. Zur Technologie tritt somit die Aufgabe als zweites Gestaltungsmerkmal hinzu. Technologische Veränderungen gehen in Organisationen häufig mit der Veränderung einzelner Aufgaben oder vollständiger Prozesse einher. Es werden daher zwei Modelle genauer dargestellt. Im TTFM (Goodhue und Thompson, 1995) erfolgt die Verbindung von Technologie und der damit auszuführenden Tätigkeit. Zur genaueren Bestimmung des Einflusses des Individuums wird des Weiteren das Task-Individual-Technology-Fit-Modell (Liu, Lee und Chen, 2011; Parkes, 2013) beschrieben. Hieraus leiten sich aufgabenbezogene Faktoren der Akzeptanzbildung und Nutzungsentscheidung ab.

Als dritte Perspektive werden die Steuerungsmöglichkeiten bei der Technologieeinführung beleuchtet. Dabei müssen die besonderen Wechselwirkungen und Dynamiken genauer beschrieben werden. Dynamische Akzeptanzmodelle, welche die Einstellung gegenüber der Neuerung differenzierter betrachten, bilden dazu den Ansatzpunkt (Filipp, 1996; Kollmann, 1996). Weiterhin werden die organisatorischen Gestaltungsmaßnahmen genauer untersucht. Anhand von Interventionen kann die Technologieeinführung gefördert werden. Wie diese Eingriffe mit der Akzeptanzbildung zusammenhängen, wird anhand des TAM III (Venkatesh und Bala, 2008) dargestellt. Die Möglichkeiten zur Anwendung von Interventionen unterscheiden sich zwischen Organisationen. Zur Beantwortung der Forschungsfrage müssen daher unterschiedliche Steuerungsmodi differenziert werden. Organisationskonfigurationen und ihre Koordinationsmechanismen (Mintzberg, 1979) bieten in Verbindung mit der Funktionsweise unterschiedlicher Steuerungsmedien (Fischer, 2009) einen Ansatz hierfür.

Im Ergebnis identifiziert dieses Kapitel die Faktoren und Prozesse, welche in Organisationen die Akzeptanz und Nutzung einer neuen Technologie beeinflus-

sen. Es spezifiziert somit die Erkenntnisse aus Kapitel 2 und dient als Grundlage zur Modellierung der Interaktion und Intervention in Organisationen.

3.1 Organisationen als Systeme

Den Kontext für die Akzeptanz- und Nutzungsbetrachtung bildet die Organisation. Um genauer zu fassen, welche Faktoren und Prozesse dort wirken, muss festgelegt werden, welcher Blickwinkel auf das Handeln in Organisationen eingenommen wird. Hierzu ist eine nähere Betrachtung der Organisationstheorie notwendig. Die Theorie dient als Scheinwerfer, der bestimmt, was beobachtet werden kann (Popper, 1995, S. 322). Sie sollte dem Untersuchungsgegenstand angemessen gewählt werden. Einen Überblick über den Kanon der gebräuchlichsten Organisationstheorien liefern Morgan (1997) und Kieser und Ebers (2014). Grob können dabei folgende Theoriezweige unterschieden werden:

- *Rational-Choice-Theorien* mit der Anwendung ökonomischer Prinzipien, z. B. vertragstheoretische Konzepte, Principal-Agent- und Transaktionskostentheorie zur Erklärung und Beschreibung von Anreiz-, Kontroll- und Informationsmechanismen.
- *Kontingenztheorien* (Situativer Ansatz) mit Konzentration auf die interne und externe Umwelt der Organisation als formende Faktoren für die Strukturen und Prozesse.
- *Evolutionstheoretische Ansätze* mit der Übertragung biologisch-ökologischer Vorgänge, insbesondere der Population Ecology, auf den Organisationskontext und mit dem Fokus auf Diversifikation und Selektion.
- *Verhaltenswissenschaftliche Entscheidungstheorie* mit dem Fokus auf Handlungsrationalität (Herrschaft und Motivation) und Wissen sowie deren Wirkung auf den Umgang mit Unsicherheit, Komplexität und Mehrdeutigkeit. Organisationales Lernen ist hierbei ein Teilgebiet der Weiterentwicklung organisationalen Wissens.
- *Mikropolitische Ansätze* mit dem Betrachtungsgegenstand Macht in Anlehnung an Webers Bürokratiethorie mit der Untersuchung von Machtkumulation und Machtspielen.

- *Systemtheorie* mit der Konzentration auf Kontingenz, Komplexität, Differenzierung und Selbsterzeugung (Autopoiesis) von Strukturen und Prozessen.
- *Neo-Institutionalismus* mit dem Untersuchungsgegenstand der Wirkung und Ausbildung von Institutionen und Erwartungen als Erklärungsfaktoren für ähnliche und unterschiedliche Organisationsformen.
- *Interpretative Theorien* unter Verwendung symbolischer und sprachtheoretischer Betrachtungen zur Erklärung von Organisationskultur und gemeinsamer Sinnstiftung.

Für diese Arbeit ist eine dem Untersuchungsgegenstand angemessene theoretische Basis zu nutzen. Der Ansatz sollte die Entwicklungsdynamik des Adoptionsprozesses, die individuelle Interaktion und ein möglichst breites Spektrum an organisationaler Steuerung berücksichtigen. Rational-Choice-Theorien und mikropolitische Ansätze engen die Steuerung auf die ökonomischen oder machtbezogenen Faktoren ein. Kontingenztheorien und evolutionstheoretische Ansätze thematisieren in ihrer Makrobetrachtung die Rolle des Individuums nicht hinreichend. Die verbleibenden drei Ansätze (verhaltenswissenschaftliche Entscheidungstheorie, Systemtheorie und Interpretative Theorie) eignen sich daher zur Betrachtung des Untersuchungsgegenstandes. Hierbei ist insbesondere die Anwendung der Systemtheorie förderlich, da diese verhaltenswissenschaftliche und interpretative Aspekte integrieren kann. Es bestehen zwar in Terminologie und den zugrunde liegenden Annahmen Unterschiede zwischen den Ansätzen, die untersuchten Phänomene können jedoch mit der Systemtheorie beobachtet werden.

Somit wird zunächst ein Systembegriff benötigt, welcher später auf Organisationssysteme angewendet werden kann: „The term *systems* is used here to mean a group of units which operate in some interrelated manner.“ (Payne, 1982, S. 2) Aus der Verbindung einzelner Elemente entsteht eine inhärente Systemkomplexität, welche sich durch (system-)globale Verhaltensmuster und eine emergente Dynamik beschreiben lässt. Die Analyse muss somit sowohl die interne Logik der Einzelelemente als auch ihre vielschichtige Interaktion untereinander berücksichtigen (Liebl, 1992; Bandte, 2007, S. 196).

Bei der Beobachtung von Akzeptanzbildung in Organisationen muss berücksichtigt werden, dass die Interaktionen zwischen den Elementen sozialer Natur sind. Organisationssysteme sind somit soziale Systeme. Es stehen zwei einschlägige Blickwinkel für die Definition zur Verfügung. Nach der strukturell-funktionalen Systemtheorie (Parsons, 1972) sind sie als Handlungssysteme zu betrachten. Dabei erfolgen Handlungen nur im Rahmen der zwischen Umwelt und System vermittelnden Struktur. Sie können als funktional oder dysfunktional beschrieben werden. Aus dieser Perspektive würde die Akzeptanzbildung (Handlung) durch die Struktur der Organisation (Programme und Hierarchien) beschränkt. Die Akzeptanzentscheidung würde danach beurteilt, ob mit bzw. ohne sie die Struktur der Organisation erhalten bliebe, also weiterhin ein Agieren des Systems in der Umwelt möglich wäre. Die Verbindung von Systemzielen und individueller Handlung ist hier stark hierarchisch angelegt.

Im Unterschied dazu steht die Konzeption sozialer Systeme nach Luhmann (1997). Die Kommunikation und nicht mehr die Handlung ist dabei die basale Operation sozialer Systeme (Luhmann, 1997, S. 269). Über Kommunikation (Sprache und generalisierte Kommunikationsmedien wie Geld, Macht, Wahrheit, Liebe) koppeln einzelne psychische bzw. biologische Systeme (Personen). Es werden entsprechend der Kommunikationsausprägung drei Typen sozialer Systeme unterschieden:

Interaktionssysteme sind durch die Kommunikation unter Anwesenden geprägt.

Die Besonderheit hierbei ist, dass die Kommunikation flüchtig ist, d. h. sie wird nur von den teilnehmenden Personen erinnert und manifestiert sich nicht in Dokumenten o.ä. Die Anschlussfähigkeit ist dabei nur begrenzt.

Organisationssysteme sind durch die Kommunikation über Entscheidungen geprägt. Hierbei werden Kommunikationen vorstrukturiert und selektiert. Die Kommunikation über Organisationen ist damit anschlussfähig, jedoch nur im Spektrum der Entscheidungen.

Das Gesellschaftssystem ist ein „umfassendes soziales System, das alle anderen sozialen Systeme in sich einschließt“ (Luhmann, 1997, S. 78).

Handlung ist in dieser Konzeption eine Zurechnung von Kommunikation zu einer Person. Während also die Kommunikation zur Selbstkonstitution

(Autopoiesis) der sozialen Systeme dient, bildet Handlung die Grundlage für Selbstbeobachtung und -beschreibung (Luhmann, 2010, S. 191-241). Indem also Mitgliedern der Organisation Handlungen (Ablehnung der Technologie, Steuerungs- und Überzeugungsversuche) auf ihrer Kommunikation zugeschrieben werden, kann zum einen das Verhalten in der Organisation beobachtet werden, zum anderen schließen sich daran wiederum andere Kommunikationen an, z. B. welche Folgen die Ablehnung oder Steuerung hat.

Die Kommunikation koppelt dabei die individuellen Handlungen an die Entscheidungen der Organisation. Der Rahmen für Beides wird durch die kognitive, semantische und soziale Struktur vorgegeben (Willke, 1994, S. 35). Diese Struktur legt fest, welche Kommunikation relevant und anschlussfähig ist. Analog zur Vermittlung zwischen Kommunikation und Handlung ist die Verbindung von Erwartung und Entscheidung zu sehen.

Es unterscheiden sich somit zwei Ebenen, welche über die Struktur der Kommunikation miteinander gekoppelt sind. Während die Person auf individueller Ebene entsprechend ihrer Erwartung entscheiden kann, z. B. ob ihr eine Technologie nutzt oder nicht nutzt, sind diese Entscheidungen als zugeschriebene Handlungen auf sozialer Ebene unterschiedlich anschlussfähig. Die Erwartungen der Organisation, z. B. an Leistungsfähigkeit und Verhalten, führen dann zu weiteren Kommunikationen, z. B. in Form von Sanktionen oder Anreizen. Eine weitere Kopplung findet zwischen den Ebenen Organisations- und Gesellschaftssystem statt. Hierbei werden akzeptable Ziele und Zwecke der Organisation über die gesellschaftlichen Funktionssysteme definiert. Da diese Verbindung auf der Makroebene erfolgt, wird sie in dieser Arbeit ausgeblendet.

Anders als in Interaktionssystemen tritt Kommunikation in Organisationen somit in der spezifischen Form des Entscheidens auf (Luhmann, 2011, S. 45). Entgegen der Intuition ist die *Entscheidung* dabei nicht als Wahl zwischen Alternativen definiert, sondern wird als auf eine Erwartung gerichtete Handlung angesehen (Luhmann, 1984, S. 594). Es ist nicht die persönliche Intention des Entscheidenden, sondern die soziale Erwartung und die Beobachtung der Handlung in Bezug auf diese Erwartung, welche die Entscheidung konstituieren (Luhmann, 1984, S. 595). Aus diesem Blickwinkel ist es unerheblich, welche Motivation ein Mitarbeiter an den Tag legt, es wird einzig seine Handlung von der Organisation beobachtet. Weicht diese von der Erwartung ab, wird

die Organisation irritiert (Luhmann, 2011, S. 57). Der Umgang mit dieser Irritation erfolgt wiederum über eine Entscheidungskommunikation auf Basis der Erwartungsstruktur. Entscheidungen werden dabei nicht beliebig getroffen, sondern schließen an vorherige Entscheidungen an.

„Vorentscheidungen setzen Folgeentscheidungen in der Kommunikation unter Erwartungsdruck, der es dann unausweichlich macht, die weitere Entscheidung in der Kommunikation als Entscheidung auszuflaggen.“ (Luhmann, 1993, S. 298)

Organisationen sind hierbei nicht offen gegenüber ihrer Umwelt, sondern operational geschlossen und selbstreferenziell (Luhmann, 2011, S. 45 ff.). Dies wird in ihren selbstbestimmten Strukturen, Verfahrensregeln, Programmatiken und Mitgliedschaftsregeln deutlich. Die Selbstreferenz findet ihre Verwirklichung in der Kommunikation innerhalb der Organisation in Form von Entscheidungen (Willke, 1995, S. 145 f.).

Für die Grenzziehung der Organisation, also die Festlegung, welche Kommunikation als relevant erachtet wird, ist die Mitgliedschaft von zentraler Bedeutung. Über den Eintritt der Person in die Organisation wird es zum Mitglied und die Erwartungen und Entscheidungen werden bindend (Fischer, 2009, S. 45). Mit der Mitgliedschaft geht daher die Übernahme einer Rolle einer, in welcher die Organisationserwartungen gebündelt sind (Willke, 1995, S. 151).

Luhmann (2011, S. 225) nennt drei Elemente der Erwartungsstruktur (Entscheidungsprämissen):

- Programme zur Bestimmung richtigen Entscheidens;
- Kompetenzen und Kommunikationswege zur Zuschreibung von Verantwortung für Entscheidungen;
- Personal in seinem Umgang mit Aufgaben und seiner Qualifikation dafür.

Programme

In der Sachdimension strukturieren Programme die Entscheidung und geben über die Feststellung von Richtigkeit die Möglichkeit, Fehler zu erkennen (Luhmann, 2011, S. 257). Hierbei wird zwischen inputorientierten Konditionalprogrammen und outputorientierten Zweckprogrammen unterschieden. *Konditionalprogramme* haben die allgemeine Form des „wenn-dann“ und binden

bestimmte Folgehandlungen an eine Auslösebedingung (Luhmann, 2011, S. 263). Sie enthalten klare Anweisungen über die zu wählenden Mittel. Unbestimmtheit tritt bei Definition des Auslöseereignisses und bei der Konkretisierung der Folgeentscheidung auf (Luhmann, 2011, S. 264).

Zweckprogramme sind hingegen Zukunftsprogramme. Die Mittelwahl ist nicht festgelegt; sie haben daher die Form des „um-zu“. Bei der Wahl der Mittel wird in Zweckprogrammen von Kausalrelationen ausgegangen, die Alternativen in der Mittelwahl konstruieren und aufgrund von Wertekonstellationen und Erfolgswahrscheinlichkeiten bewerten (Luhmann, 2011, S. 267 f.).

Kommunikationswege

Die Ordnung der Programme erfolgt über die Strukturierung nach Kompetenzen, nach fachlicher Zuständigkeit oder hierarchischer Weisungsbefugnis. Kommunikationswege verbinden diese Kompetenzen, um Entscheidungen an Stellen zu transportieren, an denen sie entschieden werden können (Luhmann, 2011, S. 313).

Personal

Kompetenzen sind häufig bestimmten Personen zugeordnet. In Organisationen werden sie als Erwartungsbündel konstruiert, die auf individuelle Art und Weise Entscheidungsbeiträge erbringen. Diese Beiträge können vorhersehbar oder unberechenbar sein. Welche Erwartungen sich an die Entscheidungsbeiträge von Personen richten, wird durch Programme und Kommunikationswege festgelegt.

Alle drei Prämissen werden in dem Konstrukt der *Stelle* gebündelt und untereinander abgestimmt (Fischer, 2009, S. 53). Stellen sind in Kommunikationswege eingebettet, ihnen werden Stelleninhaber zugeordnet und über ihre Aufgaben werden stellenbezogene Entscheidungsprogramme ausgewiesen (Luhmann, 1995, S. 133).

Welche Folgen hat der systemtheoretische Organisationsbegriff für diese Arbeit? Zunächst ist die Bedeutung der Erwartung hervorzuheben. Diese spiegelt sich sowohl auf der Organisationsebene als auch auf der individuellen Entscheidungsebene wider. Die Organisation hat bestimmte Erwartungen gegenüber ihren Mitgliedern hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und Technologienutzung, bezüglich derer sie die Mitglieder beobachtet. Entscheidungen, z. B. die Aus-

übung von Nutzungszwang oder die Verteilung von Anreizen richten sich an der Beobachtung der Handlung in Bezug auf diese Erwartungen aus.

Erwartungen werden auch durch die Mitglieder internalisiert. Das Wissen um die Rolle in der Organisation ist verbunden mit bestimmten Tätigkeiten und den daran anschließenden zu erbringenden Leistungen. Die individuelle Entscheidung berücksichtigen daher die Leistungserwartungen der Organisation. Weiterhin besteht für die Mitglieder auch die Freiheit, gegen diese Erwartungen zu verstoßen und dann die entsprechenden Folgen zu tragen. Das Mitglied ist daher nicht zur Konformität gezwungen, sondern erhält seine Entscheidungsfreiheit nach eigenen Prämissen.

Neben die formalisierten Erwartungen in der Rollenbeschreibung treten informale Erwartungen über die soziale Interaktion der Mitglieder. Über Normbildung entstehen in Gruppen bestimmte Verhaltenserwartungen, die auf das Entscheidungsverhalten der Personen wirken (Luhmann, 2011, S. 34). Es kann somit ein Spannungsfeld zwischen organisational erwartetem und in der Gruppe gewünschtem Verhalten entstehen.

Die Person ist somit in ihrer Entscheidungsfreiheit mehrfach restringiert und kann ihrer individuellen Einstellung nur begrenzt folgen. Daher muss ein Modell der Technologieakzeptanz diese teilweise widersprechenden Erwartungshaltungen mit berücksichtigen.

Somit ist aus einer externen Beobachterperspektive die Übernahme der neuen Technologie höchst unsicher. Zunächst ist unsicher, ob die Organisationserwartungen mit den Fähigkeiten der Technologie einhergehen und diese Fähigkeiten von den Mitgliedern so erkannt werden. Selbst wenn dies der Fall ist, bleibt weiterhin unsicher, ob nicht informale Erwartungen in der Gruppe existieren, welche die Übernahme verhindern oder abschwächen.

Dieser Unsicherheit begegnet die Organisation mit dem Aufbau gesonderter Erwartungen und Programme. Jenseits des individuellen Entscheidens der operativen Mitglieder kann die Technologieeinführung somit als Steuerungsprozess gefasst werden. Dabei werden die Mitglieder zur Übernahme und Nutzung einer Technologie angehalten. Auf der Managementebene bilden sich für diesen Prozess spezifische Erwartungen und Programme heraus. Unterschiedliche Erwartungsstrukturen und legitime Handlungsoptionen führen daraufhin zu einer Rollendifferenzierung in allgemeine Managementakteure, welche das operative

Verhalten der Mitglieder steuern, und Change Agents, welche mit einem anderen Set an Erwartungen und Programmen die Technologieaufnahme steuern.

Die *Steuerung* ist dabei nicht eindimensional, z. B. nur auf Macht oder Geld bezogen. Den komplexen Erwartungs- und Interaktionsstrukturen müssen daher unterschiedliche Steuerungsmechanismen gegenübergestellt werden (Willke, 1994, S. 50). Auch hier gilt, dass die Ergebnisse der Steuerung unsicher sind. Es ist kein Durchgriff der Organisation auf die Relevanz- und Entscheidungsstrukturen ihrer Mitglieder möglich. Daher wird bei der Steuerung von Intervention gesprochen. Die Reaktion auf bestimmte Steuerungsversuche wird durch das Mitglied selbst entschieden. Die Begriffe Steuerung und Intervention werden in Abschnitt 3.5.2 genauer ausgeführt.

Für die Untersuchung der Verbreitung einer neuen Technologie in Organisationen wird daher davon ausgegangen, dass:

- Mitglieder selbstständig über die Nutzung der Technologie entsprechend ihrer Präferenzen entscheiden;
- Mitglieder formalisierten Erwartungen der Organisation bezüglich ihrer Rolle ausgesetzt sind;
- Mitglieder auf informale Erwartungen der Gruppe Bezug nehmen;
- Mitglieder das Ziel von Steuerungsinterventionen sind;
- die Koordination des Verhaltens der Mitglieder entlang der Erwartungen mittels entsprechender Programme erfolgt, welche in der Rolle des Managements gebündelt sind;
- die Steuerung des Einführungsprozesses nach eigenen Programmen und Erwartungen erfolgt, welche sich in der Rolle des Change Agent bündeln.

Im Folgenden werden nun Faktoren und Prozesse, welche spezifisch bei der Akzeptanzbildung und Nutzungsentscheidung in Organisationen wirken, aus der Literatur identifiziert.

3.2 Organisation als Kontext von Entscheidung und Interaktion

Wie beschrieben, bildet die Organisation den Kommunikations- und Interaktionskontext für die individuellen Entscheidungen. Im Unterschied zur Verbreitung einer Technologie über den Markt, müssen in Organisationen weitere Aspekte beachtet werden.

Zunächst unterscheidet sich der Entscheidungsprozess auf der Makroebene. Die selbstständige Verbreitung der Technologie über Diffusionsnetzwerke wird über einen gesteuerten Entscheidungsprozess ergänzt. Die Organisationsentscheidungen finden nicht mehr nur individuell statt, sondern erfolgen in Gruppen. Entsprechend der Bindungskraft der Entscheidungen für die Individuen werden unterschiedliche Entscheidungstypen unterschieden.

Weiterhin bestimmen auf der Makroebene organisationsspezifische Attribute die Verbreitung und wirken auf die individuellen Entscheidungen ein. Die Form der Organisation bestimmt somit, wie viel Aufwand getrieben werden muss, um eine Innovation erfolgreich einzuführen.

Der individuelle Bewertungsprozess wird zudem durch Normen und Werte im sozialen System bestimmt. Bisher wurde der Einfluss der Kultur nicht weiter ausgeführt, im Organisationskontext lassen sich jedoch die Konflikte und Verstärkungseffekte zwischen individueller Präferenz, Organisationskultur und der in die Technologie eingeschriebenen Kultur genauer darstellen.

Alle drei Aspekte des Kontextes wirken von der Makroebene auf das Mitglied und strukturieren darüber die Verbreitung der Innovation.

3.2.1 Entscheidungen über Innovationen

Der individuelle und organisatorische Diffusionsprozess unterscheidet sich zunächst in der Art der Entscheidungsfindung. Während in der marktformigen Diffusion die Entscheidung einzig bei der Person lag, ist aufgrund der Koordinationsfunktion der Organisation ein anderer Prozess notwendig. Rogers (2003, S. 421) unterscheidet fünf Schritte, welche sich in zwei Phasen, Initialisierung und Implementierung, einordnen lassen (Abbildung 3.1).

Es werden folgende fünf Schritte unterschieden:

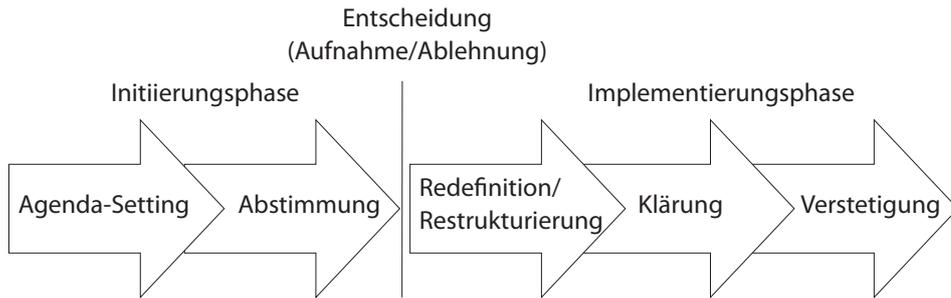


Abbildung 3.1: Der Innovationsprozess in Organisationen (nach Rogers, 2003, S. 421)

1. *Agenda-Setting* bezeichnet die Phase der Identifikation und Priorisierung der Bedürfnisse und Probleme der Organisation sowie der Suche nach möglichen Innovationen. Beide Schritte können auch in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen werden (March, 1981).
2. *Abstimmung* zwischen dem Problem und der Innovation findet in der zweiten Phase statt. Die Neuerung wird so verändert, dass die Passung möglichst groß ist. Es findet zudem die Bestimmung der Machbarkeit und der Nachhaltigkeit der Einführung der Innovation statt. Die Phase schließt mit der Entscheidungsfindung ab.
3. *Redefinition/Restrukturierung* ist die erste Phase der Implementierung. Nach der Übernahmeentscheidung der Organisation erfolgt eine gegenseitige Anpassung der Innovation und der Organisationsstruktur. Hierfür steht nur ein kleines Zeitfenster zur Verfügung, da sich schnell neue Routinen herausbilden und verfestigen.
4. *Klärung* der Unsicherheit in Bezug auf die Ergebnisse des Einsatzes der Innovation erfolgt in der vierten Phase. Die Nutzer konstruieren über die Interaktion miteinander ein klareres Verständnis von der neuen Idee (Rogers, 2003, S. 428). Der Verständniseffekt kann durch Framing verstärkt werden (Plous, 1993; Tversky und Kahneman, 1981).
5. *Verstetigung* schließt den Übernahmeprozess in der Organisation ab. Die neue Lösung wird in Organisationsroutinen eingebettet. Gegebenenfalls findet hier auch eine Re-Invention statt (Westphal, Gulati und Shortell, 1997; Majchrzak u. a., 2000). Diese erfolgt langsamer, da sie zwischen den

Mitgliedern abgestimmt und gemeinschaftlich entschieden werden muss (Rogers, 2003, S. 277).

Die Initialisierungsphase kann auf unterschiedliche Art durchlaufen werden. In zentralisierten Diffusionssystemen wird davon ausgegangen, dass Experten die Innovation gestalten und als gleichförmiges Paket über passive Nutzer verteilen. Hier wird „top-down“ entschieden. In dezentralen Diffusionssystemen dominiert die gemeinschaftliche Entscheidungsfindung; die Verteilung erfolgt eher über horizontale Netzwerke. Die relevanten Eigenschaften der unterschiedlichen Diffusionssysteme fasst Tabelle 3.1 zusammen.

Eigenschaft	zentralisiert	dezentralisiert
Quelle	Entwicklungsabteilung	Nutzer
Entscheidungsfindung	Experten	Mitglieder
Verbreitungsrichtung	top-down	horizontal
Diffusionsentscheidung	Experten	beteiligte Nutzer
Nutzerbedürfnisse	innovationszentriert	problemzentriert
Re-Invention	niedrig	hoch

Tabelle 3.1: Eigenschaften von Diffusionssystemen (nach Rogers, 2003, S. 396–398)

Organisationen tendieren aufgrund der Nachteile in der Steuerung der Diffusion in puncto Qualitätskontrolle, Strategie und einheitlicher Nutzung dazu, eher zentralisiert vorzugehen und dezentrale Elemente zu integrieren, um z. B. eine höhere Passung mit den Nutzerbedürfnissen zu erzielen, die Nutzermotivation zu erhöhen und möglichst viele Nutzer zu erreichen (Rogers, 2003, S. 398). Die allgemeine Entscheidung zur Übernahme wird zentralisiert getroffen und mit den Lead-Usern abgestimmt. Von dort verbreitet sie sich dann horizontal und wird von den Nutzern angepasst. Es treten daher meist hybride Diffusionssysteme auf; die dezentrale und zentrale Form sind eher Idealtypen.

In der Abstimmungsphase kann das Entscheidungsverhalten weiter differenziert werden. Rogers (2003, S. 403) unterscheidet drei Formen, in denen die Diffusionsentscheidung getroffen werden kann:

1. *Optionale Entscheidung*: Jedes Mitglied kann frei entscheiden, ob es die Neuerung übernimmt oder ablehnt. Die Organisation greift hier nur über Kontextsteuerung ein.

2. *Kollektive Entscheidung*: Dieser Entscheidungstyp ist von Konsensfindung unter den Mitgliedern charakterisiert. Hierzu werden Abstimmungs- oder Deliberationsmechanismen genutzt. Die Entscheidung erhält damit eine für alle tragbare Form.
3. *Autoritative Entscheidung*: Neuerungen werden durch eine zentrale Instanz oder eine Gruppe von Mitgliedern mit Macht, hohem sozialen Status oder technischer Expertise festgelegt. Andere Mitglieder werden durch positive und negative Sanktionierung des Verhaltens gesteuert und die Erfüllung der Vorgaben wird überwacht.

Wie in der Typologie der Diffusionssysteme treten die Entscheidungstypen nicht in Reinform auf, sondern setzen sich aus mehreren Typen, welche aufeinander folgen, zu kontingenten Innovationsentscheidungen zusammen. So wird autoritativ die Einführung einer neuen Software beschlossen und die Konkretisierung der notwendigen Veränderungen erfolgt kollektiv in Gremien, während die konkrete Einführung über die gesamte Organisation eine optionale Entscheidung für alle Mitglieder sein kann. Dadurch, dass mehrere Individuen in unterschiedlichen Phasen und Modi miteinander interagieren können, ist die Diffusion in Organisationen komplexer als bei autonom handelnden Individuen.

Die Initialisierungsphase wirkt nach der Entscheidung auf die Implementierung. Während autoritative Entscheidungen mit Anreizen oder Zwang durchgesetzt werden müssen, führen kollektive Übernahmeentscheidungen zu einer intrinsischen Übernahme. Daher sind dort üblicherweise geringere Abbruchquoten zu beobachten. Neben dem Entscheidungsprozess wirken auf die Implementierung weitere organisationsspezifische Attribute, welche im Folgenden beschrieben werden.

3.2.2 Attribute der Organisation

Der organisatorische Übernahme- und Verbreitungsprozess wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst. Die Innovationsbereitschaft bestimmt dabei, wie wahrscheinlich die Übernahme einer Neuerung ist. Sie hängt von der Größe und Offenheit der Organisation sowie dem Führungsverhalten ab (Rogers, 2003, S. 409).

Für die interne Verbreitung in der Implementierungsphase spielen folgende strukturelle Eigenschaften der Organisation eine Rolle:

Zentralisierung wirkt negativ auf die Fähigkeit einer Organisation, Neues zu inkorporieren. Neue Ideen gelangen z. B. nur schwer in die Führungsebene. Zentralisierte Organisationen sind hingegen stark bei der Durchsetzung einmal getroffener Übernahmeentscheidungen.

Komplexität äußert sich in einem hohen Grad an Spezialisierung und Professionalisierung und geht mit der Organisationsgröße einher. Das individuelle Verständnis für die Neuerung kann damit schneller erreicht werden, jedoch zu dem Preis, dass es schwerer wird, Konsens zu erreichen.

Formalität hebt die Bindung von Mitgliedern an Rollen und Regeln hervor und hemmt das Erkennen der Notwendigkeit des Wandels, beschleunigt jedoch dessen Aufnahme.

Verflechtung zwischen den Mitgliedern über interpersonale Netzwerke verbessert den Fluss der Informationen und trägt damit zur schnelleren Verbreitung der Neuerung bei.

Organizational Slack beschreibt die Verfügbarkeit freier Ressourcen in der Organisation (March und Simon, 1958) und wirkt insbesondere positiv auf die Übernahme, wenn die Neuerung mit hohen Kosten verbunden ist.

Die strukturellen Eigenschaften äußern sich insbesondere in Form des Kommunikationskontextes. Zentralisierung und Formalität schränken die Netzwerke ein, Professionalisierung und Spezialisierung verstärken die Segmentierung zwischen Berufs- und Statusgruppen. Beide Aspekte strukturieren im Sinne des Organisationsbegriffs formale und informale Kommunikationswege.

Zur Systematisierung der strukturellen Einflüsse bietet sich der Ansatz von Mintzberg (1979) an. Dabei werden Organisationen in unterschiedliche idealtypische Konfigurationen eingeteilt. Eine *Konfiguration* ist, dem situativen Ansatz folgend, das Resultat der inneren und äußeren Umwelt. Sie lassen sich anhand struktureller, verhaltens- und designbezogener sowie situativer Faktoren bestimmen. Zu den strukturellen Faktoren zählen dabei Organisationselemente mit spezifischen Aufgaben. Genauer wird unterschieden in (Mintzberg, 1979, S. 19 ff.):

1. Betrieblicher Kern;
2. Strategische Spitze;
3. Mittellinie;
4. Technostruktur;
5. Hilfsstab; sowie
6. Ideologie (Mintzberg, 1998).

Organisationskonfigurationen unterscheiden sich dabei hinsichtlich der Bedeutung der jeweiligen Elemente. Es lassen sich davon ausgehend sechs Konfigurationen unterscheiden (Mintzberg, 1979, S. 466 f.):

1. *Einfachstruktur* ist geprägt durch die hohe Bedeutung der strategischen Spitze, welche durch zentralisierte, direkte Kontrolle die Handlungen in der Organisation koordiniert. Die Tätigkeiten in der Organisation sind wenig formalisiert; es existiert keine nennenswerte Struktur. Typischerweise sind kleine Einzelunternehmen dieser Konfiguration zuzuordnen.
2. *Maschinenbürokratie* zeichnet sich durch formale Prozessgestaltung (Stellenbeschreibung, Beschreibung von Arbeitsabläufen) sowie einen hohen Formalisierungsgrad aus. Die Technostruktur ist hierbei das dominierende Element. Hier werden Prozessabläufe und die Aufgabenverteilung festgelegt. Einzelne Einheiten sind stark funktional und hierarchisch voneinander abgegrenzt. Entscheidungen erfolgen „top-down“. Öffentliche Verwaltungen und alte Unternehmen der Massenproduktion weisen typischerweise diese Konfiguration auf.
3. *Professionelle Bürokratie* wird durch den betrieblichen Kern geprägt. Hier arbeiten die Mitarbeiter weitgehend unabhängig von ihren Kollegen und die Handlungserwartung wird durch eine stark standardisierte Ausbildung geformt. Aus dieser Ausbildung heraus können professionelle Mitarbeiter angemessene Standardverfahren zur Behandlung ihrer Aufgaben auswählen. Durch die hohe Eigenständigkeit der Mitarbeiter ist die professionelle

Bürokratie dezentralisiert, da die Arbeit sehr komplex und schwer zu kontrollieren ist. Typisch für diese Konfiguration sind Beratungsunternehmen, Universitäten und Krankenhäuser.

4. *Spartenstruktur* ist gekennzeichnet durch gleichrangige Einheiten (Sparten), welche von einer strategischen Spitze koordiniert werden. Dominant ist in dieser Konfiguration jedoch die Mittellinie, also das Management der einzelnen Sparten. Die Steuerung erfolgt dabei durch „Management-by-objectives“. Jede Sparte an sich ist daher teilautonom wie eine Maschinenbürokratie gegliedert. Die Herausbildung der Sparten ist häufig eine Reaktion auf große Produkt- und Marktdiversität. Daher sind typischerweise in dieser Konfiguration vor allem ältere, größere, meist auch multinationale Konzerne zu finden.
5. *Adhokratie* basiert auf der Auflösung der üblichen, hierarchischen, standardisierten Koordinationsformen. Hier dominiert kein Element, stattdessen ist Fachwissen die zentrale Strukturierungskomponente. Es erfolgt eine Gruppierung von Experten zur Problemlösung. Die Zusammenarbeit erfolgt dabei adhoc. Die Arbeit ist demnach häufig in Projekten organisiert, wie z. B. in Beratungsunternehmen, der Werbebranche oder in der Forschung.
6. *Mission* stellt eine Organisationskonfiguration dar, welche Normen als zentrales Steuerungselement verwendet. Sie wurde nachträglich den ursprünglichen fünf Konfigurationen hinzugefügt (Mintzberg, 1998). Die Ideologie spielt dabei eine tragende Rolle, welche die Mitglieder auf eine gemeinsame Zielstellung verpflichtet. Durch die starke Indoktrination neuer Mitglieder wird in den Tätigkeiten auf eine Verhaltenskontrolle weitgehend verzichtet. Vielmehr wird diese durch die internalisierten Normen durch das Mitglied selbst vorgenommen. Missionen stellen daher eine hohe emotionale Bindung der Mitglieder an die Organisation her. Typischerweise tritt diese Konfiguration auf, wenn ein charismatischer Führer einer wenig formalisierten Organisation, z. B. der eines Einzelunternehmens, das Unternehmen verlässt, jedoch weiterhin als zentraler Identifikationspunkt dient.

Für die Verbreitung der Neuerung ist nicht nur die Struktur der Organisation von Bedeutung. Das Verhalten der Mitglieder wird weiterhin durch das Wechselspiel zwischen Arbeitsteilung und Koordination bestimmt. Über die sechs grundlegenden *Koordinationsmechanismen* kann Einfluss auf die individuellen Entscheidungen ausgeübt werden (Mintzberg, 1979, S. 2–9):

1. *Direkte Aufsicht* ist zunächst mit der Einfachstruktur assoziiert. Hierbei übernimmt eine zentrale Einheit die Steuerung durch direkten Eingriff in die Entscheidungen.
2. *Standardisierung der Arbeitsprozesse* schreibt die Ausführung der Tätigkeit direkt vor. Mitglieder der Organisation haben wenig Spielraum bei der Ausführung. Meist tritt diese Form in der Maschinenbürokratie auf.
3. *Standardisierung der Arbeitsergebnisse* bestimmt nicht, wie die Tätigkeit ausgeführt werden soll, sondern misst die Zielerreichung durch das Organisationsmitglied. Diesem wird ein hoher Grad an Autonomie zugestanden, solange die Ergebnisse erreicht werden. Diese Koordinationsform ist typisch in der Spartenstruktur.
4. *Standardisierung der Fähigkeiten* tritt als Koordinationsmechanismus auf, wenn weder der Inhalt noch die Ergebnisse der Tätigkeiten überprüfbar sind. Die Organisation vertraut bei diesem Mechanismus auf die Ausbildung seiner Mitglieder und das dabei erlernte Vorgehen. Die Erwartungen an die Fähigkeiten werden meist in Form von Professionen abgebildet. Entsprechend dominiert dieser Koordinationsmechanismus in professionellen Bürokratien.
5. *Standardisierung der Normen* koordiniert das Verhalten der Mitglieder durch eine geteilte Vision. Diese schlägt sich in klar definierten, gegebenenfalls externalisierten Verhaltensnormen (Kodex) nieder. Die Koordination erfolgt durch gegenseitige Überwachung der Normeinhaltung und eine individuelle Bindung durch starke Internalisierung der Normen. Die Mission bedient sich primär dieses Koordinationsmechanismus.
6. *Gegenseitige Anpassung* verzichtet weitgehend auf die Standardisierung und Strukturierung der Interaktion. Es wird vielmehr davon ausgegangen,

das die an der Tätigkeit beteiligten Mitglieder sich untereinander abstimmen. Direkte Kommunikation ist dabei zentral. Daher eignet sich dieser Koordinationsmechanismus für sehr einfache Tätigkeiten, aber auch für sehr komplexe Aufgaben, bei denen die Möglichkeiten zur Standardisierung sehr begrenzt sind. Die Adhokratie fußt auf diesem Mechanismus.

Der Entscheidungs- und Kommunikationskontext der Mitglieder wird durch die Ressourcen der Organisation, ihre Struktur und den vorliegenden Koordinationsmechanismen bestimmt. In Verbindung zur Forschungsfrage ist daher anzunehmen, dass sich der Erfolg bei der internen Verbreitung technischer Neuerungen zwischen den Organisationstypen unterscheidet, da sie unterschiedliche Ressourcen, Kommunikationswege und Kommunikationsmedien nutzen, welche im individuellen Bewertungs- und Entscheidungsprozess verschieden anschlussfähig sind.

3.2.3 Organisationskultur

Die im letzten Abschnitt dargestellten Organisationsattribute betreffen entscheidbare Entscheidungsprämissen (Luhmann, 1995). Darüber hinaus existieren im Organisationskontext zusätzlich unentscheidbare Entscheidungsprämissen, welche als Fremdreferenz in die Organisation importiert werden oder sich emergent verfestigen. Hierzu zählt neben der informalen Kommunikationsstruktur auch die Organisationskultur.

Der Organisationskulturbegriff kann aus drei Perspektiven beleuchtet werden (Smircich, 1983):

1. Kultur als externe Variable, welche objektiv wahrnehmbar und messbar ist. Sie wirkt als äußerer Referenzrahmen, z. B. in Form der Nationalkultur auf die Wahrnehmung und Handlung der Mitglieder.
2. Kultur als interne Variable, welche von der Organisation selbst hervorgebracht wird. Sie bildet dabei den „normative glue“, welcher die geteilten Annahmen in Mythen und Symbolen verfestigt und darüber die Handlungen beeinflusst.
3. Organisation als Kultur sieht das Phänomen als dynamisches Konstrukt, welches sich in der Interaktion der Mitglieder konstituiert. Kultur ist

selbst nicht objektiv messbar, sondern auf individueller (Wahrnehmung) und Systemebene (Symbole, Mythen, Normen) verankert und erst in der gemeinsamen Interaktion erfahrbar.

Den ersten beiden Perspektiven sind z. B. die Arbeiten von Hofstede (1984) zuzuordnen. Kulturelle Unterschiede werden auf die vier unterschiedlichen *Wertedimensionen* zurückgeführt:

- Männlichkeit/Weiblichkeit;
- Individualismus/Kollektivismus;
- Machtdistanz;
- Unsicherheitsvermeidung;

Jede dieser Dimensionen ist messbar. Die Kombination aus ihren Ausprägungen macht das kulturelle Profil aus. Es wird in diesem Modell davon ausgegangen, dass die Wertedimension die Wahrnehmung prägt und bestimmte Verhaltensweisen fördert. Kultur ist dabei eine Eigenschaft, ähnlich dem Alter oder dem Geschlecht. Sie wird nicht in der Interaktion verortet und beeinflusst die Übernahme und Verbreitung neuer Technologien (Srite und Karahanna, 2006; Straub, Keil und Brenner, 1997). Dies ist in der dritten Perspektive zu erkennen. Kultur geht dabei aus kommunikativen Akten hervor. Dies legt eine Verbindung zur Systemtheorie nahe. Kultur zählt zwar nicht zu den Grundbegriffen der Systemtheorie, kann aber als „[...] eine Sinnfestlegung, eine Reduktion von Komplexität (gleichzeitig auch Erzeugung von Sinnüberschuss), gebündelt nach Themen, die für Anschlussfähigkeit sorgen“ (Burkart, 2004), definiert werden. Ihr Hauptmerkmal ist der Sinn, welcher die sozialen Systeme mit den Bewusstseinsystemen (Menschen) koppelt.

Auf die Organisation übertragen lassen sich drei Verbindungsversuche identifizieren: Wollnik (1991) sieht Organisationskultur als *Merkmal der Beschreibung der Funktionsweise* der Organisation. Es zeigt sich in den bestehenden und relevanten Interaktionstendenzen der Mitglieder. Damit ist es eng verbunden mit der informalen Organisation. Bardmann (1994) rückt den *Sinnbegriff* in den Mittelpunkt. Für ihn bildet die Organisationskultur ein eigenes soziales System mit der basalen Operation „Deutung“. Drepper (1992) sieht hingegen

die Sachdimension im Mittelpunkt. Für ihn hat Organisationskultur die Funktion der *Selbstbeschreibung*. Hierüber produziert sie Themen, welche in der Organisation anschlussfähig sind.

Kolbeck und Nicolai (1996) versuchen eine Synthese dieser Ansätze in Anlehnung an das Ebenenmodell nach Schein (2004). Im Kern steht dabei der Sinn, welcher aus Identitätskonstrukten und dem Selbstverständnis der Organisation besteht. Die Sinnebene ist eng verbunden mit den grundlegenden Annahmen und dem axiomatischen Wissen über Zustände und Zusammenhänge. Die Identität stellt die Grenzziehung durch Selbstbeobachtung und -beschreibung dar. Diese Selbstbeschreibungen erzeugen auf der Strukturebene Erwartungen, auf welche die Organisation kommunikativ reagieren kann. Somit fließt der Sinn aus der Identitätskonstruktion in die Rollen, Programme und Strukturen der Organisation ein. Sinn hat damit eine latenzzerhaltende Funktion, indem er die Identität gegen die Fremderwartung in Stellung bringt. Wie im bereits geschilderten Organisationsmodell erzeugen die Erwartungen Mitteilungshandlungen auf der sichtbaren Ebene, auf welche wiederum kommunikativ Bezug genommen werden kann. Dabei findet wieder Sinnstiftung statt. Abbildung 3.2 stellt das Modell grafisch dar.

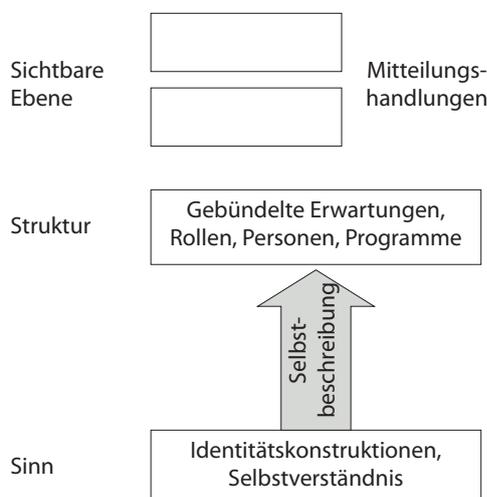


Abbildung 3.2: Systemtheoretisches Konzept der Organisationskultur (nach Kolbeck und Nicolai, 1996)

Da sich die Kommunikation immer auf bereits vorhandene Strukturen beruft und an diese anschließt, erzeugt die Kultur bei der Veränderung des soziotechnischen Systems Trägheit. Normen, Werte, Mythen sowie geteilte Annahmen,

welche die Identität des Systems prägen, verändern sich langsamer als das technische und soziale Umfeld (Cooper, 1994).

Die Wahrnehmung, ob eine Technologie anschlussfähig ist, unterscheidet sich daher zwischen unterschiedlichen Organisationstypen. Die Zuschreibung von Bedeutung erfolgt immer vor dem kulturellen Hintergrund. Die Technologie ist daher nicht etwas Objektives, mit dem die Organisation konfrontiert wird, sondern sie wird immer vor dem Hintergrund der möglichen Nutzung und der in den Normen, Werten und Mythen verfestigten Erfahrungen interpretiert (Robey und Azevedo, 1994). Der mentale Referenzrahmen ist bestimmt durch die Organisationskultur, da diese Bewertung, Übernahme und Implementierung der Neuerung prägt (Huang, 2012). So wird z. B. die Leistungsmessung in bürokratischen Organisationen als angemessen betrachtet, während Organisationen, welche gegenseitige Unterstützung als Norm haben, eher die Mitarbeiterbeteiligung hervorheben (Alder, 2001). Es muss daher eine Passung zwischen Kultur und Veränderung vorhanden sein, um eine erfolgreiche Implementierung zu gewährleisten (Cabrera, Cabrera und Barajas, 2001).

Die Kultur spielt nicht nur aus der Perspektive der Aufnehmenden eine Rolle. Leidner und Kayworth (2006) zeigt, dass jedes Artefakt, also jede neue Technologie, Träger einer bestimmten kulturellen Praxis ist: „[...] a receiving culture attaches new meanings to the borrowed elements of complexes, and these may have little relation to the meaning which the same element carried in their original setting.“ (Linton, 1936, S. 409) Des Weiteren werden mit der Innovation bestimmte Gruppenerwartungen verbunden. Zuletzt wird die Innovation im Kontext bestimmter Werte eingesetzt. Hieraus ergibt sich bezogen auf IT folgendes Konfliktdreieck (Abbildung 3.3).

Im Systemkonflikt wird die Technologie von der aufnehmenden Gruppe als nicht passend wahrgenommen, da sie ihre Werte darin nicht vertreten sieht. Als Beispiel dafür wird angeführt, dass ein Wissensmanagementsystem eingeführt wird, welches zum Austausch untereinander genutzt werden soll. Die Mitarbeiter rechnen ihre Arbeitszeit jedoch nur gegenüber Kundenprojekten ab. Dem kooperativen Anspruch des Wissensmanagementsystems steht die individualistische Kultur der Mitarbeiter gegenüber. Der zweite Konflikt ist der Beitragskonflikt. Hierbei wird der Technologie im Allgemeinen auf Gruppenebene kein Wert zugeschrieben, z. B. wenn von Ärzten der IT-Einsatz nur als

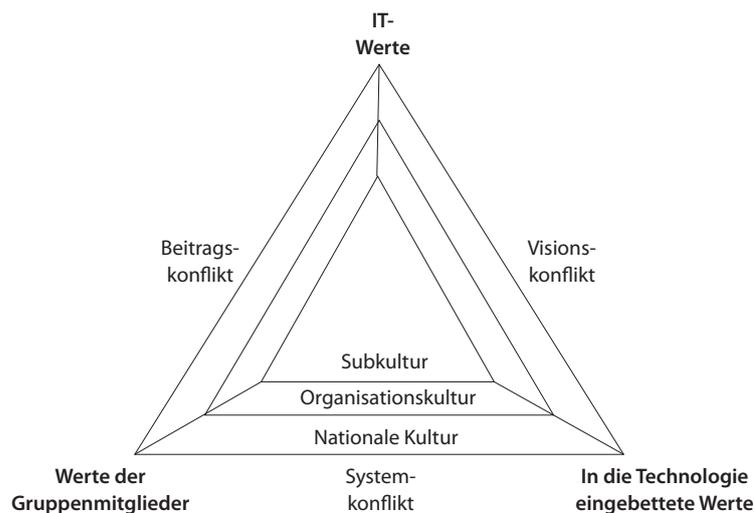


Abbildung 3.3: Kulturkonflikte (nach Leidner und Kayworth, 2006, S. 374)

Kostenkontrolle betrachtet wird, der keinen Beitrag zur Erfüllung ihrer eigentlichen Aufgabe leistet. Als dritter Konflikt kann der Visionskonflikt entstehen. Hierbei kollidiert die allgemeine Sichtweise auf IT mit den in der Technologie eingeschriebenen Werten, z. B. wenn ein System unter Effizienzgesichtspunkten eingeführt wird, die Organisation IT aber als „Zeitfresser“ betrachtet. An den dargestellten Konflikten wird deutlich, dass der Einfluss von Kultur auf den Aufnahmeprozess mehrdimensional betrachtet werden muss.

Dies betrifft nicht nur die sachliche Ebene. Die Beteiligung von Personen als Bewusstseinsysteme öffnet das Konzept für mehrfache, sich überschneidende Kulturdimensionen (Sackmann, 1997, S. 139). So importieren die Personen unterschiedliche kulturelle Prägungen, z. B. über Ethnie, Profession und Nationalität in die Organisation. Gleichzeitig bilden sich entlang der Interaktionszusammenhänge Subkulturen innerhalb der Organisation aus. Das unterschiedliche kulturelle Wissen hat zur Folge, dass die Werte, Normen und Ziele nicht identisch und gegenläufig sein können, was zu Konflikten in der Organisation führt (Sackmann, 1992; Kaarst-Brown und Robey, 1999). Es kommt somit durch die Herausbildung unterschiedlicher Semantiken zu verfestigten Interaktionsmustern entlang geschlossener kultureller Gruppen. Innerhalb dieser Gruppen entwickelt sich eine eigene Erwartungshaltung. In Bezug auf die individuelle Übernahmeentscheidung homogenisiert daher die Subkultur die persönlichen Wahrnehmungs- und Entscheidungsmuster (Kearns, 1992). Hinsichtlich der

Verbreitung kann eine starke subkulturelle Schließung der Gruppen dazu führen, dass die Interaktionsinhalte untereinander nicht anschlussfähig sind. Die Sinnzuschreibung der einen Gruppe wird nicht von der anderen geteilt. Die Verbreitung springt daher nicht über die Gruppen (Chisalita u. a., 2005). Für eine erfolgreiche Implementierung muss daher die Kultur sowohl auf strategischer als auch auf Subgruppenebene beachtet werden und sowohl ein horizontaler als auch vertikaler Konsens hergestellt werden (Cabrera, Cabrera und Barajas, 2001).

Insgesamt stellt die Kultur, wenngleich sie durch ihren dynamischen Charakter schwer beobachtbar und analysierbar ist, einen wichtigen Referenzrahmen für die Bewertungs- und Entscheidungsprozesse bei der Übernahme und Verbreitung dar. Sie bildet den mentalen Anker für die Beobachtung der neuen Technologie und stellt Codes zur Verfügung, entlang derer sich in der Organisation Gruppen segmentieren.

3.3 Aufgabenbezogene Akzeptanzmodelle

Neben der Wirkung der Organisation als Kontextfaktor definiert die Organisation über die Zuordnung von Programmen zu Rollen die Tätigkeiten ihrer Mitglieder. Die Programme geben Ziele und anschlussfähige Lösungswege vor. Der Einsatz von Technologie ist dabei ein Mittel zur Zielerreichung.

Bei der Untersuchung von Übernahme- und Verbreitungsvorgängen spielt daher die Tätigkeit der Mitarbeiter eine große Rolle und muss entsprechend berücksichtigt werden. Statt die Organisation als Rahmen für die Vorgänge zu betrachten, sollte vielmehr die Passung zwischen Aufgabe und Technologie als fördernder oder behindernder Faktor untersucht werden (Van de Ven und Rogers, 1988). Hierfür bieten sich unterschiedliche Ansätze an. Einerseits wird die Beziehung zwischen den Eigenschaften der Aufgabe und der Technologiecharakteristik über das Task Technology Fit Model (TTFM) (Goodhue und Thompson, 1995) dargestellt. Andererseits wird die Bedeutung der Person in diesem Verhältnis genauer über den Task Individual Fit (TaIF) (Parkes, 2013) und den Task Individual Technology Fit (TaITF) (Liu, Lee und Chen, 2011) beschrieben. Die Implikationen dieser Ansätze werden im Folgenden näher betrachtet.

3.3.1 Task Technology Fit (TTF)

Die Arbeitsteilung und Spezialisierung führen in Organisationen dazu, dass individuelles Verhalten koordiniert werden muss. Hierzu sind individuelle Zielstellungen notwendig, welche sich an den Tätigkeiten orientieren (Campbell, 1990). Für die Organisation ist die Einstellung der Nutzer sowie ihre Nutzungsintensität sekundär. Die Verhaltenssteuerung basiert zumeist auf dem Output, der mit der Nutzung erzielt wird. Entsprechend müssen die Individuen die Bewertung ihrer Leistungsfähigkeit bei der Technologiebewertung mit einbeziehen.

Damit ist die Aussagekraft des TAM begrenzt, da hier nur Einstellung und Nutzung differenziert werden. Eine Spezifikation unterschiedlicher Nutzungsformen ist daher sinnvoll. Es kann dabei zwischen bloßer Verwendung („shallow usage“) und der daraus resultierenden Leistung („deep usage“) unterschieden werden (Chin und Marcolin, 2001). Goodhue und Thompson (1995) nutzen

diese beiden Prädiktoren für ihr TTFM. Sie behaupten darin, dass der positive Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Individuums sowohl von der eigentlichen Nutzung als auch von der Passung zwischen Technologie und Aufgabe zusammenhängt (Goodhue und Thompson, 1995, S. 213). Die alleinige Betrachtung der Verwendung, wie sie im TAM geschieht, lässt den Erfolg der Systemeinführung nicht bewerten. Insbesondere im Organisationskontext ist die Verwendung nicht freiwillig. Die Nutzung ist zwingend, was jedoch nichts über die Nutzungsqualität aussagt. Zudem hat die Nutzung eines schlechten Systems, z. B. aufgrund von sozialen Zwängen, Gewohnheiten etc. keinen oder sogar einen negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit. Die Nutzungshäufigkeit und -intensität allein gibt daher keine Aussage über die Wirkung im Arbeitsprozess. Hierfür wird eine Passung zwischen der Funktionalität des Systems und den Nutzeranforderungen an die Tätigkeit benötigt (Goodhue, 1988). Dies wird zwar bereits oberflächlich im TAM über die Variable „Tätigkeitsrelevanz“ dargestellt, die unterschiedlichen Anforderungen von Aufgaben im Hinblick auf die Technologie werden dabei jedoch nicht berücksichtigt. Der Aufgaben-Technologie-Fit wird als Grad der Anwendbarkeit der Technologie für das jeweilige Aufgabe-Set verstanden. Es stellt die Übereinstimmung zwischen den Anforderungen der Tätigkeit, den individuellen Fähigkeiten und der Funktionalität des Systems dar (Goodhue und Thompson, 1995, S. 216).

Die Passung wird bestimmt durch drei Elemente (Goodhue, 1992):

Technologien werden als Werkzeuge betrachtet, welche Individuen zur Aufgabenerbringung nutzen. Eine Technologie kann ein spezifisches System (Hardware, Software, Daten) oder eher generisch formuliert als ein Bündel aus Systemen, Diensten und Richtlinien sein.

Aufgaben sind Tätigkeiten, welche ein Individuum ausführt, um einen Input in einen Output umzuwandeln. Im Modell werden vor allem Aufgaben betrachtet, die stark von Technologienutzung durchdrungen sind.

Individuen sind Nutzer der Technologie und Ausführende der Aufgaben. Ihre Nutzung kann u. a. durch Eigenschaften wie Erfahrung, Ausbildung und Motivation beeinflusst werden.

Sie wirkt jedoch auch auf die Erwartungshaltung als Vorläufer der Nutzungsentscheidung. Hinzu kommen die bereits im TAM beschriebenen Einflussva-

riablen, welche die Nutzung bestimmen. Bestimmungsfaktoren hierfür wären Ansichten über die Folgen der Nutzung (Aufwand, Nutzen), soziale Normen etc. Die Nutzung wird von Goodhue und Thompson (1995) als Kontinuum konzipiert, da die Nutzungsintensität und -dauer von der jeweiligen Aufgabe und dem TTF abhängen.

Das Zusammenspiel von Nutzung und Task Technology Fit (TTF) bestimmt die erreichbare Leistung. Sie kann gemessen werden in der Effizienz, Effektivität bei der Erfüllung sowie der Qualität des Ergebnisses. Anders als die bloße Verwendung der Technologie sind dabei Aussagen über die Qualität der Übernahme möglich. Gleichzeitig wird über die Selbstbeobachtung der Mitarbeiter ein Rückkopplungsprozess etabliert. Zum einen erhält der Nutzer eine akkuratere Bewertung der Leistungsfähigkeit des Systems und passt seine Erwartungshaltung an, zum anderen sammelt er Erfahrungen in der Benutzung und kann somit seine Leistungsfähigkeit steigern. Hierdurch wird die Betrachtung dynamischer als beim TAM.

Das vollständige Modell mit dem Aufgaben-Technologie-Fit und der Erklärung der Nutzung wird in der Technologie-Leistungskette (Technology to Performance Chain (TPC)) dargestellt (Abbildung 3.4).

Eine empirische Überprüfung der Modellteile und Verbindungen wurde in mehreren Studien unternommen. Der Aufgaben-Technologie-Fit (Goodhue, 1995; Zigurs und Buckland, 1998; Dishaw und Strong, 1998; Zigurs, Buckland u. a., 1999) und seine Verbindung zur Leistungsfähigkeit (Jarvenpaa, 1989; Kim u. a., 2015) wurden nachgewiesen. Hierbei spielt die Stabilität des Organisationskontextes, d. h. die Unsicherheit in der Organisationsumwelt eine bedeutende Rolle bei der Bewertung der einzelnen Aufgaben (Karimi, Somers und Gupta, 2004). Die Studien zur Akzeptanzuntersuchung wurden bereits in Abschnitt 2.2 ausführlich rezipiert. Die Integration beider Modelle über die Nutzbarkeit (Mathieson und Keil, 1998), Nützlichkeit (Lim und Benbasat, 2000) und Selbstwirksamkeit (Dishaw, Strong und Bandy, 2002) erweitern den Erklärungsgehalt. Eine nach dem Strukturierungsgrad der Aufgaben differenzierende Untersuchung zeigt Unterschiede im Output der Ideenfindung je nach eingesetzter Technologie (Shirani, Tafti und Affisco, 1999; Dennis, Wixom und Vandenberg, 2001). Auch in unterschiedlichen kulturellen Kontexten bleiben die Zusammenhänge stabil (Ferratt und Vlahos, 1998). Das Modell zeigt sowohl im

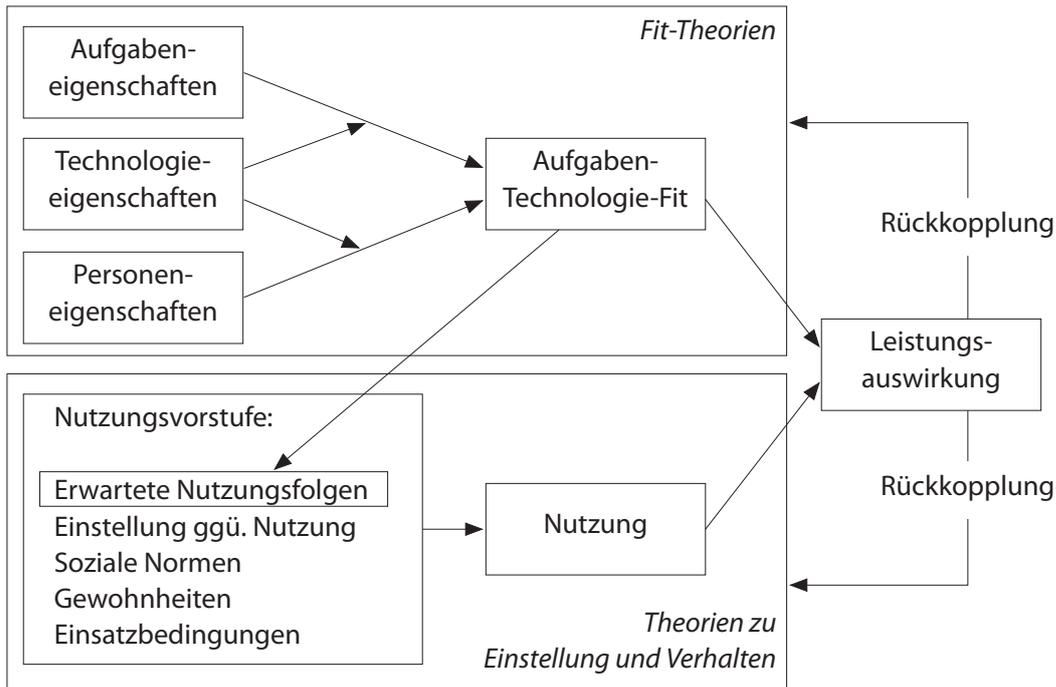


Abbildung 3.4: Technologie-Leistungskette (nach Goodhue und Thompson, 1995, S. 217)

freiwilligen als auch verpflichtenden Kontext stabile, valide Ergebnisse (Staples und Seddon, 2004).

Ähnlich dem TTFM bestimmt Degenhardt (1986) die individuelle Akzeptanz durch die wahrgenommene Nützlichkeit. Diese ist abhängig von der Systemkonfiguration, der Aufgabencharakteristik sowie den Benutzermerkmalen. Die bereits aufgeführten Charakteristika der einzelnen Faktoren werden auch hier aufgenommen. Auf der Benutzerseite wird jedoch der Zusammenhang zwischen Fähigkeiten, Erlernen des Umgangs sowie Motivation genauer spezifiziert. Hierauf wird in Abschnitt 3.4 genauer eingegangen. Die Motivationsstruktur wirkt auf das Erlernen. Sie ist durch das soziale Umfeld, die Erwartungen und Zwänge geprägt. Weiterhin erlernt der Nutzer mit größeren Fähigkeiten das System schneller. Degenhardt (1986) unterscheidet zudem zwischen der Nützlichkeitsbewertung und dem der individuellen Akzeptanz. Hier spielt die, wie er sie nennt, Akzeptierbarkeit eine vermittelnde Rolle. Werte und Normen des Nutzers verstärken oder vermindern das Nutzenargument. Die Gewichtung ist u. a. abhängig davon, ob der Nutzer eher individuell oder kollektiv geprägt ist und daher seine Nutzenfunktion oder den Nutzen der Gemeinschaft in den

Mittelpunkt der Bewertung rückt. Abbildung 3.5 zeigt die Zusammenhänge des Modells.

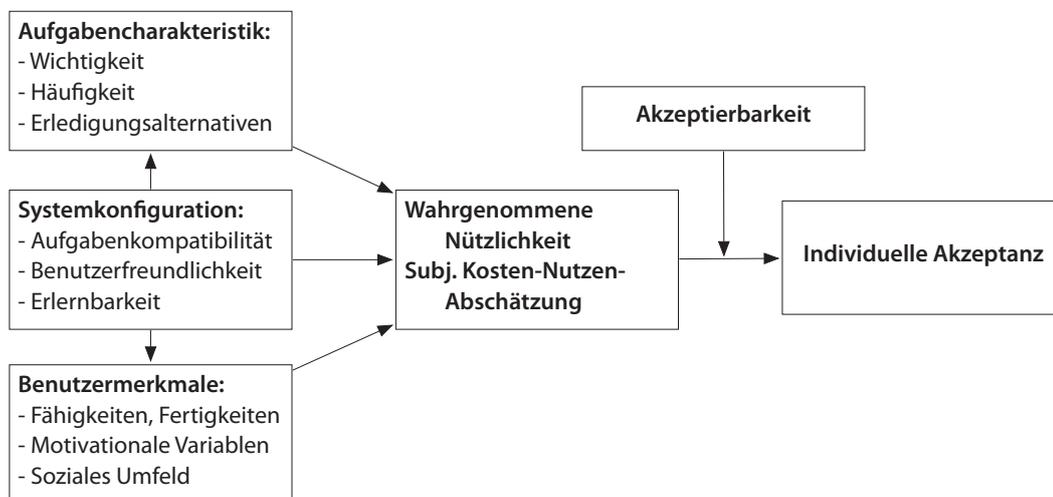


Abbildung 3.5: Tätigkeitsbezogenes Akzeptanzmodell (nach Degenhardt, 1986, S. 247)

Für die Betrachtung der Akzeptanz und Übertragungsvorgänge müssen daher sowohl die eingeführte Technologie als auch die Aufgaben der Mitarbeiter berücksichtigt werden. Erst wenn eine Passung zwischen beiden besteht, wird Nützlichkeit wahrgenommen und eine positive Einstellung herausgebildet. Üblicherweise wird bei der Technologieauswahl und -konfiguration darauf geachtet, dass die Passung möglichst hoch ist. Betrachtet man jedoch die Organisation als Ganzes, so lässt sich nicht ein vollständiger Fit herstellen. Es existieren somit immer Bereiche oder Personen, die ihre Tätigkeit nicht optimal in der Technologie repräsentiert sehen.

3.3.2 Task Individual Technology Fit (TaITF)

Die Spezifikation der Passung wurde im TTFM nicht vorgenommen. Hierfür müssen individuelle Wahrnehmungs- und Bewertungsvorgänge mit einbezogen werden. Der Ansatz von Floyd (1986) unterteilt dabei in System/Work-Fit, System/Skill-Fit und Nutzerhintergrund. Dabei spielt die Passung zwischen dem verwendeten System und den Aufgaben die stärkste Rolle. Einen, nur auf der Darstellung von Informationen basierenden Ansatz, bietet der Cognitive Fit (Vessey, 1991). Dabei wird festgestellt, dass die Art, wie Informationen dargestellt werden, die Leistungsfähigkeit der Nutzer beeinflusst. Es wird

dabei in zwei Aufgabentypen unterschieden: symbolisch und räumlich. Die Grundannahme ist, dass Probleme und Aufgaben eine mentale Repräsentation aufweisen. Die Technologie kann somit über die passende Darstellungsform zur mentalen Repräsentation (in diesem Fall Grafik oder Tabelle) dazu beitragen, dass die Aufgabe schneller und fehlerfrei erledigt wird.

Daran anschließend konzipieren Liu, Lee und Chen (2011, S. 689 f.) drei unterschiedliche Passungen zwischen Aufgabe, Individuum und Technologie:

1. Task Technology Fit (TTF) ist die rein technische Passung zwischen der Aufgabe und der Technologie. Sie kann auch als Funktionalität der Technologie beschrieben werden.
2. Task-Individual-Fit gibt die Eignung der Person für die Tätigkeit an.
3. Individual-Technology-Fit hebt hingegen auf die Eignung der Technologie für das individuelle Problemlösungsverhalten ab.

Es kann dabei festgestellt werden, dass bei strukturierten Tätigkeiten die Funktionalität der Technologie den größten Einfluss auf die individuelle Bewertung hat. Die Passung zwischen Individuum und Aufgabe sowie Technologie spielt dabei keine Rolle. In teilweise strukturierten oder unstrukturierten Tätigkeiten spielen hingegen die individuelle Eignung sowie die Passung zwischen Person und Technologie eine größere Rolle. Dabei ist anzumerken, dass ein negatives Verhältnis zwischen der Eignung und der Technologiebewertung besteht. Sind Personen also für die Aufgabe stark qualifiziert und geeignet, tendieren sie zu einer schlechteren Bewertung des Systems (Liu, Lee und Chen, 2011, S. 694).

Die Ergebnisse werden durch Parkes (2013) aufgegriffen, indem die Eigenschaften der Aufgaben, der Person und der Technologie näher beschrieben werden. Aufgaben werden genauer durch ihre objektive Komplexität gekennzeichnet. Im Hinblick auf die Passung zwischen den Fähigkeiten der Person und der Aufgabe wird dann von Aufgabenschwierigkeit gesprochen. Diese ist abhängig von der Erfahrung des Nutzers mit der Aufgabe oder ähnlichen Aufgaben. Die Nutzererfahrung bildet somit ein zusätzliches Attribut auf der Personenebene. Weiterhin wird die Technologie genauer über ihre Gestaltung beschrieben, welche ein Ausdruck für die angemessene, zielführende Darstellung der für die Aufgabe notwendigen Informationen ist.

Der Effekt der Passung wird bei Parkes (2013) differenzierter betrachtet. So wird die Leistungsfähigkeit in Bezug auf die Technologie und die Aufgabe differenziert. Daraus ergibt sich, dass die Nutzererfahrung und die Technologiegestaltung positiv auf die Einstellung gegenüber der Technologie wirken. Die Interaktion zwischen Aufgabenkomplexität und Erfahrung führt ebenso zu besseren Ergebnissen in der Technologienutzung wie die Kombination aus Aufgabenkomplexität und Technologiegestaltung. Die Erfahrung und die Gestaltung haben einen positiven Effekt auf die eigentliche erbrachte Leistung. Diese wird jedoch durch die Einstellung und die Leistung der Technologie vermittelt. Es wird deutlich, dass die Erfahrung der Mitarbeiter eine tragende Rolle bei der Herstellung des Fit spielt. Hiermit nimmt auch der Einfluss der Selbstwirksamkeit zu (Dishaw, Strong und Bandy, 2002).

Aus den beiden vorgestellten Modellen wird deutlich, dass Organisationen nicht nur den Kontext für Übernahme und Verbreitungsprozesse neuer Technologien darstellen, sondern den Prozess über die Auswahl der Technologie, die Strukturierung der Aufgaben und die Qualifizierung der Mitarbeiter für Aufgaben und Technologie einschlägig strukturieren können. Bedeutsam dafür ist die Passung zwischen der Person, der Aufgabe und der Technologie. Diese bestimmt nicht nur die Akzeptanz der Mitarbeiter gegenüber der Technologie, sondern auch ihre Leistungsfähigkeit.

3.4 Entscheidungen der Person: Einstellung und Nutzung

Während der Kontext die Kommunikationskanäle und die Aufgabe die Programme der Organisation darstellen, muss weiterhin das dritte Strukturierungselement, die Person, mit berücksichtigt werden. Diese handelt im Hinblick auf die organisatorischen Erwartungen, sie trifft somit Entscheidungen. Im Folgenden werden die individuellen Entscheidungsmodelle im Organisationskontext beleuchtet. Zunächst wird die psychologische Komponente der Motivation dargestellt. Daran anschließend werden auf dem TAM basierende Konzepte mit differenzierter Einstellungs- und Handlungsebene betrachtet.

3.4.1 Motivation der Mitglieder

Die psychologische Grundlage für die Nutzung ist die Motivation der Mitarbeiter. Zur Bestimmung von Faktoren, welche die Auswahl von Verhaltensmustern beeinflussen, kann die Motivational Systems Theory (Ford, 1992) herangezogen werden. Diese nutzt 32 unterschiedliche, bereits bestehende Motivationsmodelle und aggregiert diese unter den Faktoren persönliche Ziele, Emotionen und Selbstregulierung.

Persönliche Ziele werden dabei definiert als „thoughts about desired or (undesired) states or outcomes that one would like to achieve (or avoid).“ (Ford, 1992, S. 248) Die Ziele erfüllen somit eine Orientierungsfunktion in der Motivation der Mitarbeiter. Es können unterschiedliche Ziele verfolgt werden, welche dann jedoch in einer Zielhierarchie in ein Verhältnis zueinander gesetzt werden müssen.

Emotionen zeigen hingegen das Verhältnis der Person zur Umwelt an. Sie sind nicht direkt handlungsleitend, sondern gewinnen erst in Beziehung zu hoch bewerteten Zielen an Bedeutung. Sie erfüllen damit sowohl eine antreibende als auch eine in Bezug auf die Ziele regulierende Wirkung.

Die Selbstregulierung stellt „evaluative thoughts involving a comparison between a desired consequence (a goal) and an anticipated consequence (expectations about what will happen if the goal is pursued)“ (Ford, 1992, S. 251) dar. Es können zwei Arten unterschieden werden. Fähigkeitsannahmen stellen die

Eigenbewertung der Person im Hinblick auf ihre Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Zielerreichung dar. Kontextannahmen erwachsen hingegen aus der Einschätzung der Person über ihre Umwelt. Sie wird dahingehend eingeschätzt, ob sie materielle und soziale Ressourcen zur Zielerreichung bereitstellt bzw. diese honoriert.

Aus der Kombination dieser drei Komponenten ergibt sich die Motivation der Person, eine bestimmte Handlung zu wählen. Im betrachteten Fall betrifft dies die Übernahme und Nutzung der Technologie. Die persönlichen Ziele ergeben sich im Organisationskontext u. a. aus den Tätigkeiten, während die Selbstwahrnehmung auf der eigenen Erfahrung fußt. Die Kontextannahmen erfolgen über eine Beobachtung der Organisation im Hinblick auf die Einsatzbedingungen der Technologie.

In einer Erweiterung identifiziert Clark (1998) im CANE-Modell die Selbstregulierung, Emotionen und den Wert der Aufgabe als Haupteinflussfaktoren auf die Verpflichtung gegenüber der Zielstellung. Weiterhin legen die Selbstwirksamkeit gemeinsam mit der Zielstellung den tolerierten Aufwand für die Aufgabe fest.

Nach Vallerand (1997) kann weiterhin zwischen extrinsischer und intrinsischer Motivation bei der Nutzung unterschieden werden. Extrinsische Motivation beruht dabei auf der wahrgenommenen Unterstützung der Organisation. Dies kann über soziale und materielle Ressourcen zur Zielerreichung erfolgen; es können aber auch Anreize genutzt werden, um die Entscheidungsstruktur der Mitarbeiter zu verschieben. Bei den extrinsischen Faktoren spielen insbesondere die zur Verfügung stehenden Ressourcen eine Rolle (Ku, 2009; Mathieson, Peacock und Chin, 2001). Intrinsische Motivation ist hingegen auf die Wahrnehmung der eigenen Zielerreichung bezogen. Die Nutzung der Technologie folgt dabei einer positiven Einstellung, welche in der guten Bewertung der Erreichbarkeit der eigenen Ziele mit dieser Technologie begründet ist.

Die Betrachtung der motivationspsychologischen Grundlagen zeigt, dass Organisationen die Einstellung und die Nutzung der Technologie in Grenzen steuern können. Die auf der Selbstreflexion begründeten Wahrnehmungen können über gezielte Interventionen beeinflusst werden. Dieser Prozess hat jedoch Grenzen, da in der Wahrnehmung selbst entschieden wird, ob die Interventionen anschlussfähig sind oder nicht. Weiterhin führt die emotionale

Komponente dazu, dass Opposition und Widerstand unter den Mitarbeitern entstehen, weil sie sich in ihrer Zielerreichung gefährdet sehen. Umso mehr muss hervorgehoben werden, dass eine Trennung zwischen Einstellung und Nutzung notwendig ist, um die Übernahme und Verbreitungsvorgänge zu betrachten. Dies erfolgt im folgenden Abschnitt.

3.4.2 Übernahme und Akzeptanz in Organisationen

Die in Kapitel 2 vorgestellten Faktoren waren sehr stark auf das Individuum und weniger auf das Wechselverhältnis zwischen Organisation und Mitglied bezogen. Das TAM ist sowohl im allgemeinen Kontext als auch im Organisationskontext anwendbar. Die meisten der durchgeführten empirischen Untersuchungen finden jedoch im freiwilligen Umfeld statt. Venkatesh (2000, S. 354) führt an, dass die freiwillige Nutzung eine Randbedingung des Einsatzes des TAM ist. Das resultierende Modell muss daher mit Vorsicht genossen werden, wenn die Ergebnisse auf die verpflichtende Technologienutzung angewandt wird (Venkatesh, Morris u. a., 2003, S. 437).

Auf Basis der umfassenden Meta-Analyse durch Yousafzai, Foxall und Pallister (2007a) kann festgehalten werden, dass bei der Vielzahl der TAM-Studien eine starke Verzerrung in Bezug auf die genutzte Technologie vorhanden ist. So sind es zumeist einfache, nicht kollaborative Computerprogramme, die getestet werden. Die Ergebnisse der Studien mit komplexen Informationssystemen, die einen gewissen Grad an Kollaboration beinhalten, berücksichtigen zu wenig die Verknüpfung zwischen der Aufgabe und der Technologie.

Für den Einsatz komplexer, spezialisierter Technologien im Organisationskontext zeigt die Metastudie einen verstärkten Effekt der Nützlichkeit auf die Einstellung gegenüber der Technologie sowie einen direkten Effekt der Einstellung auf die eigentliche Nutzung. Die Vermittlung über die Nutzungsabsicht wirkt sich in diesem Kontext schwächer aus. Die hohe Bedeutung der Einstellung kann so interpretiert werden, dass sie die Zufriedenheit des Nutzers mit dem System darstellt (Yousafzai, Foxall und Pallister, 2007b, S. 297). Entsprechende Ergebnisse lassen sich auch in einem Literaturreview der ausschließlich auf verpflichtender Nutzung basierenden Technologieakzeptanzuntersuchungen wiederfinden (Gangwar, Date und Raoot, 2014; Hwang, Al-Arabi und Shin, 2016).

Im TAM II findet Organisation nur mittelbar über die Variable „Freiwilligkeit“ Niederschlag. Die Untersuchungen zeigen dabei, dass die verpflichtende Nutzung auf Dauer ineffektivere Ergebnisse liefert. Vielmehr sollten positive Verhaltensveränderungen durch Freiwilligkeit und sozialen Einfluss erzielt werden. Maßnahmen hierfür wären die Erhöhung der Glaubwürdigkeit der Quellen (subjective norm) oder die Erhöhung des Prestige der Anwendungsnutzung (Image).

Um die Effekte in Organisationen systematisch analysieren zu können, bietet sich eine Trennung in zwei Ebenen an (Frambach und Schillewaert, 2002). Zunächst bestimmt die Organisationsentscheidung den Eintritt der Innovation in die Organisation. Dabei sind die Grenzstellen von Bedeutung, die für die Auswahl und Spezifikation der Technologie verantwortlich sind. Dieser Vorgang wird hier ausgeblendet, da er nicht zur Beantwortung der Forschungsfrage beiträgt. Nach der Organisationsentscheidung findet die organisationsinterne Verbreitung statt. Die individuelle Nutzungsentscheidung steht dort im Mittelpunkt. Das entsprechende Modell berücksichtigt sowohl individuelle Faktoren (Innovativität) als auch organisationale Faktoren (internes Marketing und Unterstützungsleistungen) sowie die soziale Umwelt (Frambach und Schillewaert, 2002, S. 167). Das Modell endet jedoch bei der Akzeptanz und berücksichtigt nicht die besondere Stellung der Organisation bei der Durchsetzung von Nutzung.

In Organisationen unterscheidet sich die Verbindung zwischen Einstellung, Nutzungsabsicht und tatsächlicher Nutzung (Brown u. a., 2002). Es muss dabei unterschieden werden, ob die Nutzung freiwillig oder verpflichtend ist. Beides kann in Organisationen vorkommen. Wenn z. B. ein neues Textverarbeitungsprogramm eingeführt wird, besteht für die Nutzer weiterhin die Möglichkeit, um das neue System herum zu arbeiten und bei ihrem bestehenden Programm zu bleiben. Dies trifft jedoch nur auf einen kleinen Teil der Nutzungsentscheidungen zu. Je komplexer die Informationssysteme werden und je stärker die Tätigkeiten anderer Mitglieder auf die Nutzung angewiesen sind, desto stärker muss die Organisation die Mitglieder zur Anwendung verpflichten (Hartwick und Barki, 1994). Da die Nicht-Nutzung gleichbedeutend ist mit dem Austritt aus der Organisation, unterscheiden sich die Mitarbeiter nur in der Nutzungsintensität

und nicht in der Nutzung an sich. Dabei variiert die Nutzungsintensität mit der Integration der Technologie in die auszuführende Tätigkeit (Melone, 1990).

Brown u. a. (2002) untersuchen die Unterschiede zwischen verpflichtender und freiwilliger Nutzung. Sie stellen fest, dass die Nutzbarkeit eine höhere Bedeutung bei der Einstellungsbildung hat als die Nützlichkeit. Dies liegt in der Entscheidung der Organisation begründet, die den Mitgliedern die Nützlichkeitsbewertung abnimmt. Die Orientierung der Nutzer erfolgt daher anhand des notwendigen Aufwandes der Nutzung. Weiterhin wird festgestellt, dass es keine Verbindung zwischen der Einstellung gegenüber der Technologie und der Nutzungsabsicht gibt. Die Absicht zur Nutzung (und damit die Nutzung) ist einzig durch die Tätigkeit bestimmt. Dabei können die Einsatzbedingungen und die soziale Norm verstärkend wirken. Die Entscheidung der Mitglieder in Bezug auf ihr Verhalten wird daher nicht durch die Einstellung gegenüber der Technologie, sondern gegenüber den organisatorischen Rahmenbedingungen (Anreize, Strafen) bestimmt. Melone (1990) stellt dazu fest: „in a mandated adoption situation, it is possible to have an ‚effective‘ information system without positive attitudes, or satisfaction, on the part of the users“ (Melone, 1990).

Weiterhin ist für die Übernahme und Verbreitung einer neuen Technologie in Organisationen von der statischen Sicht auf die Technologie und den organisatorischen Kontext abzurücken. Rückkopplungsmodelle (Filipp, 1996; Kollmann, 1996) berücksichtigen die sukzessive Anpassung der Technologie und der Organisation im Einführungsprozess. Filipp (1996) nimmt als Ausgangsfaktoren die Technologie (unterteilt in Inhalt und Benutzerführung), die Organisation sowie den Anwender. Die Akzeptanz wird in einen inneren und äußeren Aspekt zerlegt.

Die innere Akzeptanz ist bestimmt durch die Einstellung des Anwenders und sein spezifisches Verhalten. Dieses ist mit der reinen, qualitativ und quantitativ unbewerteten Nutzung gleichzusetzen. Beide stehen anders als im TAM in einer Wechselbeziehung und beeinflussen sich gegenseitig. Die Einstellung wird beeinflusst durch die individuellen, organisatorischen und Systemmerkmale. Hieraus resultiert das individuelle Verhalten, was wiederum auf die Bewertung der Merkmale zurückwirkt (1. Rückkopplung).

Bei der äußeren Akzeptanz wird die eigentliche Nutzung im Hinblick auf Professionalität (qualitativ) und Intensität (quantitativ) bewertet. Erst darüber ist eine Kopplung an die Folgewirkungen (konkreter Output, Bearbeitungszeit, Ressourceneffizienz etc.) möglich. Die Systemnutzung wird damit für die Organisation beobachtbar.

Anhand dieser organisatorischen Beobachtungen kann der Einführungsprozess der Neuerung modifiziert werden. Die Anpassungsentscheidungen wirken dann zurück auf die Ausgangsfaktoren Technologie, Organisation und Anwender (2. Rückkopplung). So kann auf technologischer Ebene die Anwendung im Hinblick auf die dargestellten Inhalte oder die Benutzerführung angepasst werden. Organisatorisch werden hingegen die Strukturen und Prozesse, in welchen die Anwendung eingesetzt wird, verändert. Personell können positive und negative Anreize die Entscheidungsprämissen verändern. Abbildung 3.6 zeigt das vollständige Modell.

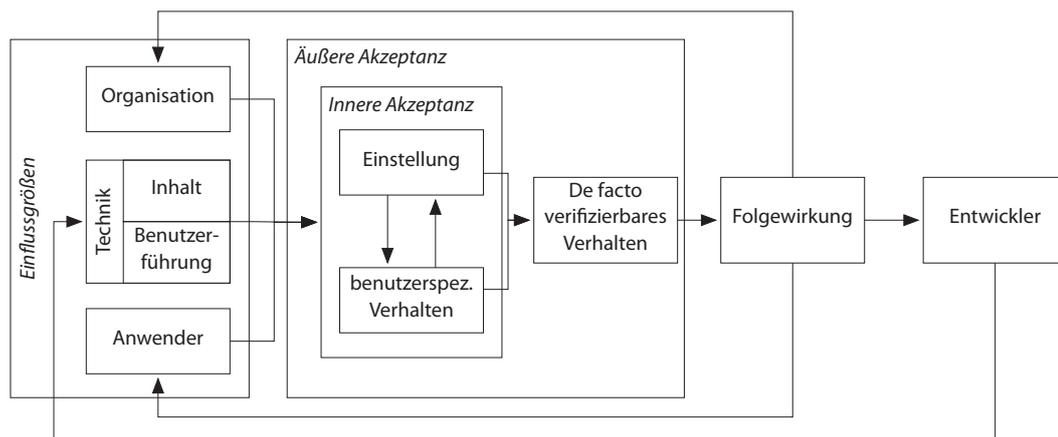


Abbildung 3.6: Rückkopplungsmodell (nach Filipp, 1996, S. 38)

Anders als bei einigen der bisher vorgestellten Modelle werden hier keine Werte und Normen berücksichtigt. Die Ausarbeitung dieser Aspekte ist bei Degenhardt (1986) wesentlich elaborierter. Zudem sind die Rückkopplungen wenig dynamisch. Es wird keine prozessendogene Dynamik dargestellt, sondern nur auf bewusste Designveränderungen des Systems durch den Entwickler eingegangen. Der Rückkopplungsprozess in der inneren Akzeptanz berücksichtigt nicht die Folgewirkungen und die daraus resultierenden Sanktionen oder Anreize, sondern befasst sich einzig mit der Nutzungserfahrung, vergleichbar mit dem Joy-of-Use im UTAUT.

Eine differenzierte Betrachtung der Rückkopplungen findet bei Kollmann (1996) statt. Hierfür wird ein Phasenmodell entworfen, das einen sequenziellen Akzeptanzprozess abbildet. Die einzelnen Phasen sind dabei: Einstellungsphase, Handlungsphase und Nutzungsphase. Am Ende jeder Phase bilden sich partielle Akzeptanzen, die sich mit fortlaufendem Prozess von der Einstellungsbildung (*preacceptance*) über die Nutzungsentscheidung (*acceptance*) bis hin zur Einbettung in das Alltagsverhalten (*post-acceptance*) entwickeln. Die einzelnen Schritte sind analog zu den bei Rogers (2003) angeführten Schritten des Diffusionsprozesses.

Die *Einstellungsphase* umfasst dabei die abstrakte Betrachtung der Neuerung vor deren Einführung und untergliedert sich in die Schritte Bewusstsein, Interesse und Erwartung/Bewertung. Den Abschluss der Phase bildet die Erwartung an die Neuerung. Positive Erwartungen führen zur nächsten Phase, negative Erwartungen resultieren in der (zeitweisen) Unterbrechung des Akzeptanzprozesses.

In der *Produktphase* wird der Nutzer mit der Innovation konfrontiert. Sie gliedert sich in die Schritte Versuch/Erfahrung, Akzeptanzentscheidung sowie Adaption und Adoption. Hierbei verändert sich die Erwartungshaltung entweder positiv (die Neuerung ist besser als erwartet) oder negativ (die Neuerung ist schlechter als erwartet). Am Ende dieser Phase steht die Handlungsakzeptanz.

In der *Nutzungsphase* wird die Neuerung implementiert, dauerhaft genutzt und in der *post-acceptance* in alltäglichen Routinen verankert. In dieser Phase bildet sich die Nutzungsakzeptanz. Die Entwicklung ist jedoch nicht deterministisch positiv. Das Modell berücksichtigt in jeder Phase auch die Möglichkeit, die Neuerung zeitweise oder dauerhaft abzulehnen. In den beiden ersten Phasen äußert sich dies in gegenwärtiger Ablehnung der Neuerung, in der Nutzungsphase ist es die Anwendungsverweigerung. Jeder negative Schritt kann entweder temporären oder dauerhaften Charakter haben. So wird entweder die Akzeptanz verschoben oder es erfolgt der Abbruch des Akzeptanzprozesses. Beim Verschieben der Akzeptanzentscheidung wird weiterhin zwischen Leap-Frogging und der vorläufigen Zurückweisung unterschieden. Beim Leap-Frogging wird die Akzeptanz zugunsten einer späteren, neueren Innovation, z. B. dem Folgeprodukt, verschoben und die gegenwärtige Neuerung übersprungen. Bei der vorläufigen Zurückweisung wird in einem Rückkopplungsprozess erneut in die

jeweilige Phase eingestiegen und die Schritte werden noch mal durchlaufen. Somit bilden sich in jeder Phase unterschiedliche Rückkopplungsschleifen.

Abbildung 3.7 zeigt den Kern des mehrstufigen Akzeptanzbildungsprozesses. In der Darstellung wird auf weitere Umweltfaktoren verzichtet.

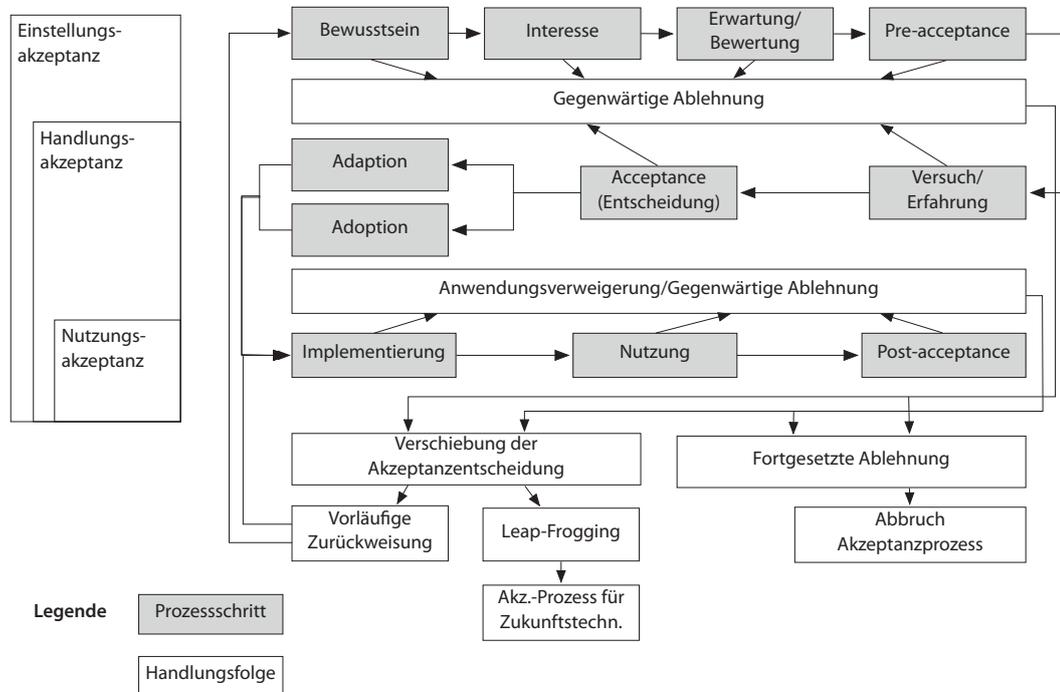


Abbildung 3.7: Mehrstufige Akzeptanzbildung (nach Kollmann, 1996, S. 113)

Das Modell passt sich somit gut in die Nutzertypen des Change Management und die in Abschnitt 2.3 dargestellten Widerstände ein. Bei positiv durchlaufenen Akzeptanzprozessen kann somit von Adoptoren gesprochen werden. Wird die Akzeptanz zurückgestellt und vorläufig verschoben, kann man von potenziellen Adoptoren bzw. potenziellen Ablehnern sprechen. Die vierte Gruppe bilden dann jene Nutzer, welche die Neuerung dauerhaft ablehnen bzw. ihre Nutzungsintensität minimieren.

Die abgebildeten Phasen und Faktoren sind dabei endogen. Eine Reihe exogener Faktoren umrahmt die Möglichkeiten, was als Neuerung eingeführt werden kann. Die Umwelt, untergliedert in technologische, makroökonomische, politisch-rechtliche und soziokulturelle Umwelt, beschränkt, was in den Akzeptanzprozess aufgenommen wird. So können Standards und Normen (technologisch) das Aufkommen der Neuerung blockieren; es können jedoch auch die konjunkturelle Situation, Wachstumserwartungen (makroökonomisch) o. Ä. auf die Fähigkeit

der Organisation zur Aufnahme wirken. Politisch-rechtliche Aspekte wären z. B. geltende Gesetze (Datenschutz) oder der Einfluss von Interessenvertretern (Betriebsräte, Branchenverbände), welche eine Neuerung nicht erlauben bzw. empfehlen. Im soziokulturellen Bereich sind Kommunikationsgewohnheiten, aber auch soziale Normen und die öffentliche Meinung zu finden.

Weitere exogene Faktoren beziehen sich auf den Akzeptanzprozess als solchen. Hier wird zwischen produkt-, akzeptierer- und organisationspezifischen Determinanten unterschieden. Die produktspezifischen Komponenten decken sich mit den Innovationsmerkmalen bei Rogers (2003). Akzeptiererspezifisch sind soziodemografische und psychografische Faktoren, aber auch beobachtbare Kriterien des tatsächlichen Nutzerverhaltens. Unternehmensspezifische Faktoren sind hingegen die Struktur der Organisation und der Entscheidungsfindung sowie Branche und Unternehmensgröße.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Einstellungsbildung und die Nutzungsentscheidung in Organisationen in weiten Teilen entkoppelt sind. Weiterhin spielen andere Kalküle eine Rolle beim Verhalten der Mitglieder. So wirkt der Aufwand über die Nutzbarkeit stärker auf die Einstellungsbildung als der mögliche Nutzen. Weiterhin ist die Art der Tätigkeit entscheidend dafür, ob eine Nutzungsabsicht vorliegt. Andere Faktoren des TAM wie die subjektive Norm und die Einsatzbedingungen wirken verstärkend auf die Absicht. Zudem ist der Übernahmeprozess in der Organisation besser über Rückkopplungen zu verstehen, in welchen die Nutzungsergebnisse und die Beobachtung der organisatorischen Umwelt (Managementunterstützung, Ressourcen etc.) auf die Akzeptanz- und Nutzungsentscheidung zurückwirkt.

Zwar kann die Organisation die Nutzung über Zwang und das Eliminieren von Alternativen erzwingen, die Berücksichtigung einer positiven Einstellung ist jedoch weiterhin notwendig, um sich verbreitenden Widerstand zu verhindern: „Thus, in a mandatory setting, the organization must work to engender positive attitudes toward the technology and its use.“ (Brown u. a., 2002, S. 291) Daher sind Maßnahmen notwendig, welche die Nutzung fördern und eine positive Einstellung generieren. Hierauf wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

3.5 Steuerung von Akzeptanz- und Verbreitungsprozessen

Die oben dargestellten Einflüsse betrachten entweder die Organisation als passiven, stabilen Kontext oder sind auf das Individuum bezogen. Das Agieren der Organisation im Übernahme und Verbreitungsprozess wird nicht beschrieben. Es existiert jedoch eine Reihe von Wegen, mit denen die Organisation aktiv in den Prozess eingreifen kann. Ansätze des Change Management beschreiben, welche Wirkungen durch den Einsatz unterschiedlicher Steuerungswerkzeuge erzielt werden können.

In diesem Abschnitt werden unterschiedliche Wege der Beeinflussung dargestellt. Diese Interventionen in die Entscheidung der Mitglieder und in den Einführungsprozess beeinflussen die Aufnahme der Technologie. Zur Beantwortung der Forschungsfrage muss jedoch weiter differenziert werden, wie die Interventionswerkzeuge konkret wirken. Daher erfolgt eine spezifische Betrachtung der Koordination und Steuerung in Organisationen und der damit verbundenen Steuerungsmedien. Neben dem sachlichen Aspekt der Beeinflussung können weiterhin unterschiedliche Akteure auf der personalen Ebene unterschieden werden. Die spezielle Rolle von Management, Change Agents und Champions bei der Verbreitung der Technologie muss daher mit berücksichtigt werden.

3.5.1 Gestaltung durch Interventionen

Einen ersten Ansatz, den Übernahmeprozess organisatorisch zu strukturieren, liefert das TAM III. Hierin begegnen Venkatesh und Bala (2008) dem Kritikpunkt, dass die vorhergehenden Modelle keinen Ansatz zur praktischen Gestaltung geboten haben. Neben den bereits in Abschnitt 2.2.2 dargestellten zusätzlichen Einflussvariablen werden daher Interventionen in den Einführungsprozess berücksichtigt. Es wird in eine Phase vor und eine nach der Implementierung unterschieden. Hierbei orientieren sich die Autoren an Cooper und Zmud (1990) sowie an Saga und Zmud (1994) und leiten folgende sechs Stufen ab:

1. *Initiierung*: Identifikation der organisatorischen Probleme/Chancen, welche die technologische Lösung rechtfertigen;

2. *Übernahme*: Organisationsentscheidung, die Technologie zu übernehmen und einzurichten;
3. *Anpassung*: Modifikationsprozess, welcher die Technologie besser in die individuellen/organisatorischen Bedürfnisse der Arbeitsumgebung einpasst;
4. *Akzeptanz*: Maßnahmen, die darauf abzielen, dass sich Organisationsmitglieder zur Nutzung der Technologie verpflichten;
5. *Routinisierung*: Veränderungen in der Arbeitsumgebung, welche das System nicht mehr neu erscheinen lassen;
6. *Eindringen*: tiefe Einbettung der Technologie in die Arbeitsumgebung.

Hierbei lassen sich die Stufen eins bis drei der Phase vor und während der Implementierung, die Stufen fünf und sechs der Phase nach der Implementierung zuordnen. Beide Phasen überschneiden sich in Stufe vier, der Akzeptanz.

In der Phase *vor und während der Einführung (Phase I)* kommt es häufig aufgrund der Systemkomplexität und den vielfältigen Veränderungen in der Arbeitsumgebung (Geschäftsprozesse, Arbeitsplätze, technische Ausstattung) zu Widerständen, da die Mitarbeiter diese Veränderung als Bedrohung für bestehende Routinen, ihre Arbeitsinhalte und ihren Status sehen (Venkatesh, 2006). Die Wahrnehmung der Systemeigenschaften und des möglichen Nutzens sind deshalb von Bedeutung, um den initialen Widerstand zu minimieren sowie ein realistisches Bild der Veränderung zu vermitteln.

In Phase I werden Eingriffe über die Veränderung der Systemeigenschaften (Funktionen und Design), die Einbindung der Nutzer in den Veränderungsprozess, die Unterstützung des Managements sowie das Setzen von Anreizen vorgenommen.

Die *Veränderung der Systemeigenschaften* bezieht sich auf die Funktion und die Handhabung. Veränderungen der Funktion wirken sich auf die Informationsversorgung der Nutzer aus. Sie nehmen eine höhere Produktivität und Leistungsfähigkeit wahr, da ihnen die relevanten Informationen vorliegen (DeLone und McLean, 1992; DeLone und McLean, 2003). Veränderungen der Handhabung (Stabilität, Flexibilität, Nutzerfreundlichkeit) wirken hingegen auf die Nutzungserfahrung. Sie reduziert damit die Distanz zwischen Nutzer und System, führt zu einer Reduzierung des Unbehagens bei der Bedienung,

der Erhöhung der Nutzungsfreude und gibt dem Nutzer das Gefühl, das System zu beherrschen. Funktions- bzw. informationsbezogene Veränderungen wirken daher auf die Attribute der wahrgenommenen Nützlichkeit, während die Veränderung der Handhabung des Systems die Attribute der wahrgenommenen Nutzbarkeit beeinflusst (Venkatesh und Bala, 2008, S. 294 f.).

Die *Teilhabe der Nutzer in den Veränderungsprozess* gewinnt bei komplexen Systemen, welche tief in die Arbeitsumgebung eingreifen, an Bedeutung. Es kann zwischen der Einbeziehung der Nutzer (Involvement) und ihrer Teilhabe (Participation) unterschieden werden. Die Teilhabe bezieht sich auf eine aktive Rolle des Nutzers im Implementierungsprojekt, während die Einbeziehung lediglich eine subjektive Bewertung der Wichtigkeit des neuen Systems für den Nutzer darstellt (Barki und Hartwick, 1994; Hartwick und Barki, 1994). Die Teilhabe kann in drei Dimensionen gegliedert werden:

- *Gesamtverantwortung*: Projektleitung oder Rechenschaft im Projekt;
- *Systementwicklung*: Mitarbeit an der Konzeption und Gestaltung des Systems und seiner Kommunikation;
- *tatsächlicher Nutzer*: Durchführung spezifischer Tätigkeiten.

Möglichkeiten zum Einbeziehen der Nutzer bieten sich in der Systembewertung und -anpassung, beim Testen von Prototypen sowie bei der Überarbeitung der Geschäftsprozesse. Je besser der Nutzer eingebunden ist, desto besser kann er seine Meinung über die Tätigkeitsrelevanz, Ergebnisqualität und die Nachweisbarkeit der Ergebnisse bilden. Damit wird dann auch die Bewertung der Nützlichkeit beeinflusst.

Des Weiteren führt die Einbindung der Nutzer zur Angleichung der Perspektiven auf Benutzer und Managementebene. Der kontinuierliche Austauschprozess wirkt somit in Form sozialen Drucks auf die subjektive Norm. Die praktische Erfahrung in der Implementierungsphase kann darüber hinaus das Unbehagen reduzieren. Die Nutzer bekommen einen besseren Eindruck über die Fähigkeiten des Systems, die zur Verfügung stehenden organisatorischen Ressourcen sowie über die Unterstützung bei der Benutzung. Somit wirkt die praktische Einbindung auf die Wahrnehmung der externen Kontrolle, das Nutzungsvergnügen sowie auf die objektive Nutzbarkeit.

Die dritte Interventionsmöglichkeit besteht über die *Unterstützung des Managements* (Jasperson, Carter und Zmud, 2005). Dabei kann die Einflussnahme indirekt über die Rolle des Sponsors bzw. Champions (Holland und Light, 1999; Purvis, Sambamurthy und Zmud, 2001; Chatterjee, Grewal und Sambamurthy, 2002; Liang u. a., 2007), die Bereitstellung von Ressourcen oder die Ausgabe von Richtlinien erfolgen. Es ist jedoch auch die direkte Einflussnahme möglich. Insbesondere über die Veränderung von Anreizstrukturen und Tätigkeits- bzw. Prozessprofilen, aber auch über Impulse aus der eigenen IT-Nutzung zur Anpassung oder Weiterentwicklung des Systems kann hier der Akzeptanzprozess beeinflusst werden. Ähnlich wie bei der Nutzerpartizipation übt die Unterstützung durch das Management einen normativen Druck aus, welcher sich in der subjektiven Norm niederschlägt. Gleichzeitig verändert sich das Image des Systems aufgrund der Antizipation von Statusveränderungen, sobald sich das Management damit befasst. Beides, subjektive Norm und Image, sind Bestimmungsfaktoren der Nützlichkeit.

Das direkte Engagement, also die Anpassung des Systems, des Anreizsystems und der Prozesse, macht die externe Kontrolle sichtbar und reduziert für andere Beteiligte die Unsicherheit in puncto Tätigkeitsrelevanz sowie Ergebnisqualität. Weniger Unsicherheit führt dann auch zur Reduzierung des Unbehagens der Nutzung. Es werden damit sowohl die Nützlichkeits- als auch die Nutzbarkeitserwägungen beeinflusst.

Trotz der Berücksichtigung im Managementhandeln wird die *Anpassung der Anreizstruktur* als separate Intervention gesehen (Ba, Stallaert und Whinston, 2001). Die Anreizstruktur verbindet die gewünschte Nutzung mit den Interessen der Nutzer. So kann das System eine hohe Qualität aufweisen und die Einstellung der Nutzer (Technologieakzeptanz) kann positiv sein. Wenn die Nutzung des Systems jedoch keine Vorteile bringt, welche in die Anreizstruktur des Unternehmens passen, so wird auch keine Nutzung erfolgen (Todd und Benbasat, 1999).

Anreize sind hierbei nicht nur monetäre Gratifikationen zur Nutzung des Systems, sie stellen vielmehr die Verbindung zwischen den Tätigkeitsanforderungen und dem Wertesystem dar. Daher kann eine angepasste Anreizstruktur die Wahrnehmung der Tätigkeitsrelevanz des Systems, der Ergebnisqualität sowie der Ergebnismachbarkeit beeinflussen. Wiederum mit Orientierung auf

das Management kann über die Anerkennung der Nutzung auch die subjektive Norm und das Image der Technologie beeinflusst werden. Über die extrinsische Motivation können zudem die Effekte des Unbehagens reduziert werden.

In der zweiten Phase (nach der Bereitstellung) konzentrieren sich die Interventionen auf die Verarbeitung des initialen Schocks durch die Veränderung. Dieser Schock kommt zustande, da die Nutzer die Wirkung der Veränderungen auf ihre Tätigkeitsbeschreibung, Arbeitsprozesse, Routinen und Gewohnheiten beziehen. Sie können darauf positiv, aber auch negativ reagieren (Orlikowski, 2000; Boudreau und Robey, 2005). Die Reaktion hängt davon ab, ob die Nutzer das neue System als Chance oder Gefährdung sehen und wie sie ihre Steuerungsmöglichkeiten in Bezug auf das System wahrnehmen (Beaudry und Pinsonneault, 2005). Auf die Beeinflussung dieser Wahrnehmung zielen die Interventionen in Phase II.

Eine der bedeutsamsten Interventionen in der Implementierungsphase ist die *Schulung* (Sharma und Yetton, 2007). Obwohl Schulungen auch vor der Implementierungsphase stattfinden können, ordnen Venkatesh und Bala (2008) sie hier zu, da die Durchführung in den meisten Fällen erst erfolgt, wenn das System schon im Einsatz ist. Es können unterschiedliche Schulungsarten verwendet werden, die die Entscheidungs- und Motivationsstruktur der Mitarbeiter auf verschiedene Weise ansprechen. So haben z. B. spielbasierte Schulungen einen positiven Einfluss auf die Wahrnehmung der Bedienbarkeit (Venkatesh, 1999). Weiterhin überträgt eine gut gestaltete Schulung die positive Wahrnehmung auf die Technologie (Venkatesh und Speier, 1999). Darüber hinaus kann in einer dynamischen Betrachtung die Selbstwirksamkeit der Nutzer durch einen unterstützten Kontakt mit dem System vor der eigentlichen Nutzung erhöht werden. Dadurch wird die Angst im Umgang gemindert und die Akzeptanz erhöht.

Während Schulungen nur zeitpunktbezogen durchgeführt werden, bietet *organisatorische Unterstützung* den Nutzern kontinuierlich die Möglichkeit für Rückfragen und Hilfesuche. Dies kann z. B. in Form der notwendigen Infrastruktur, eines Helpdesks sowie der Verfügbarkeit von Technologie- und Prozessexperten erfolgen. Die Unterstützung ist besonders bei der Einführung komplexer Systeme, z. B. ERP-Systeme, notwendig, damit die Nutzer diese richtig verstehen und nutzen können (Bajwa, Rai und Brennan, 1998). Eine

besonders hervorgehobene Rolle scheinen dabei interne und externe Experten zu spielen (Jasperson, Carter und Zmud, 2005). Hierauf wird in Abschnitt 3.5.3 näher eingegangen. In Bezug auf das TAM III zeigt sich die organisatorische Unterstützung als Quelle für die wahrgenommene externe Kontrolle und beeinflusst somit die Nutzbarkeitsbewertung. Weiterhin kann die Verfügbarkeit von Hilfequellen die Angst im Umgang mit neuen komplexen Systemen verringern.

Neben der formal bereitgestellten Unterstützung bilden sich in Organisationen Netzwerke zur *gegenseitigen Hilfe* heraus. Andere Mitglieder aus dem nahen sozialen Umfeld (gleiche Abteilung, gleicher Ort) können dem Nutzer bei Problemen schnell Lösungen vorschlagen und ihm unklare Aspekte erklären. Diese Interventionen beeinflussen die Wahrnehmung der Nützlichkeit, indem die Nutzer einander zeigen, wie man effektiv mit dem neuen System arbeitet. Hierdurch wird nicht nur Wissen um den besten Umgang mit dem System gewonnen, sondern auch die Transparenz der Funktionsweise erhöht. Weiterhin wirkt sich gegenseitige Unterstützung auch auf die Bewertung der Nutzbarkeit aus, indem sich die Einschätzungen anderer Nutzer über das Image als soziale Norm im Netzwerk fortpflanzen.

Tabelle 3.2 fasst die Wirkung der unterschiedlichen Interventionen auf die Einflussfaktoren der Akzeptanz zusammen.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird nur auf Interventionen in späteren Stufen Bezug genommen. Die Modifikation der Systemeigenschaften sowie die Einbeziehung der Nutzer bei der Systemgestaltung werden nicht weiter berücksichtigt, da die Agenda-Setting- und Abstimmungsphase im Innovationsentscheidungsprozess durchlaufen wurden. Die Betrachtung bezieht sich daher nur auf die Implementierung und Verfestigung.

Um die Wirkung der Interventionen genauer zu beschreiben, muss ihre Funktionsweise offengelegt werden. Da es sich bei Interventionen um kommunikative Prozesse handelt, bietet sich eine Übertragung auf die Systemtheorie an. Daher wird im Folgenden die Steuerung und Koordination in Organisationen anhand von Steuerungsmedien ausgeführt.

3.5.2 Koordination und Steuerung in Organisationen

Die Beeinflussung der Übernahme und der Verbreitungsprozesse erfolgt über organisatorische Steuerung. Deren Wirkung unterscheidet sich je nach organi-

Faktor	Vor und während der Einführung			nach der Einführung			
	System- eigenschaften	Einbeziehen der Nutzer	Management- unterstützung	Anreiz- systeme	Schulung	Organisations- unterstützung	gegenseitige Hilfe
Nützlichkeit							
Subjektive Norm		x	x	x			x
Image			x	x			x
Tätigkeitsbezug	x	x	x	x	x	x	x
Ergebnisqualität	x	x	x	x	x	x	x
Ergebnisdemonstration	x	x	x	x	x	x	x
Nutzbarkeit							
Selbstwirksamkeit					x		
Externe Kontrolle		x		x		x	x
Unbehagen		x				x	
Verspieltheit		x			x		
Nutzungsfreude	x	x			x		
objektive Usability	x	x			x		

Tabelle 3.2: Interventionen des TAM III (nach Venkatesh und Bala, 2008, S. 293)

satorischer Ausrichtung (Tornatzky und Fleischer, 1990; Oliveira und Martins, 2011). Zur Beantwortung der Forschungsfrage muss daher eine Beschreibung des Steuerungsverhaltens gefunden werden, welche eine hinreichende Differenzierung der Organisationstypen ermöglicht.

Zunächst können in Organisationen drei Modi unterschieden werden (Rogers, 2003). Im ersten Modus können über die Weisung negative Sanktionen angedroht und ausgeübt werden. Der Druck auf Akteure, welche die Neuerung nicht übernehmen, nimmt damit zu. Bei der individuellen Beurteilung der Vorteilhaftigkeit der Innovation fließen auch die befürchteten Strafen einer Weigerung mit ein (Rogers, 2003, S. 239). Da die Weisung nicht die Motivation der Nutzer sichert und häufig zu Übernahmeabbrüchen führt, wird häufiger zur Kontextsteuerung gegriffen. Hierbei werden Anreize zur Übernahme gesetzt, jedoch kein Übernahmepflicht ausgeübt. Ein weiterer Modus liegt in der Konsensbildung und kollektiven Abstimmung über die Vorteilhaftigkeit.

Diese Modi ermöglichen jedoch nur eine sehr grobe Unterscheidung von Organisationstypen. Zudem ist die konkrete Wirkungsweise weiterhin unklar. Eine feinere Unterscheidung bieten die *Koordinationsmechanismen*, welche in Abschnitt 3.2.2 ausgeführt wurden. Es lassen sich somit die Organisationskonfigurationen nach Mintzberg (1979) als Differenzierung heranziehen. Zudem ist in Verbindung mit den Interventionen des TAM III festzustellen, dass sich die Bedeutung der einzelnen Interventionstypen je nach Organisationskonfiguration unterscheidet. Während z. B. die Systemgestaltung ein größeres Gewicht bei stark standardisierten Arbeitsabläufen hat, sind die Anreizsysteme für die Akzeptanzbildung eher in Organisationen von Bedeutung, welche auf die Standardisierung der Arbeitsergebnisse zur Koordination vertrauen. Entsprechend ist auch die gegenseitige Unterstützung von größerer Bedeutung, wenn die Organisation eher auf soziale, weniger formalisierte Regulative vertraut, wie z. B. in der Mission oder der Adhokratie.

Das Steuerungsgeschehen wird durch Mintzberg (1979) jedoch nur auf oberster Ebene in Form von Koordination beschrieben; die konkreten Mechanismen und ihre Wirkung auf das Individuum werden nicht ausgeführt. Die Verbindung zwischen Koordinationsmechanismus und individueller Reaktion kann aber über den *Steuerungsakt* hergestellt werden.

Hierbei ist konzeptuell zwischen einem handlungs- und einem kommunikationstheoretischen Steuerungs begriff zu unterscheiden. Während Steuerung aus der handlungstheoretischen Perspektive die absichtsvolle Beeinflussung sozialer Prozesse meint (Mayntz, 1996, S. 157), ist Steuerung aus kommunikationstheoretischer Perspektive ein Kommunikationsbeitrag unter dem Bemühen zur Verringerung einer Differenz (z. B. der Managementenerwartung und Mitarbeiterleistung) (Luhmann, 1996, S. 328). Der handlungstheoretische Ansatz ermöglicht den Durchgriff des Steuerungssubjekts auf das Steuerungsobjekt, während der Blickwinkel Luhmanns Fremdsteuerung ausschließt, da sich die Kommunikationsbeiträge nur im System selbst selektieren und reproduzieren. Ein direkter Durchgriff würde somit die Grenzziehung und damit das System zerstören.

Dieser radikale Steuerungspessimismus lässt sich durch den Ansatz der *Kontextsteuerung* (Teubner und Willke, 1984) aufweichen. Hierbei geht es darum, die Motivation und Selektion des Steuerungsobjektes soweit zu beeinflussen, dass eine Annahme der Selektion des Steuerungssubjekts wahrscheinlich wird. Kontextsteuerung setzt an den Veränderungen der Rahmenbedingungen an und versucht darüber gezielt die Selbststeuerung der Steuerungsobjekte zu beeinflussen. Über vielfache Interventionen sollen die Erwartungsstrukturen zwischen Steuerungssubjekt und -objekt angeglichen werden. Es ist dabei kein Durchgriff in das Zielsystem möglich: „Jede Intervention von außen muss über die Barriere einer eigengesetzlichen Relevanz- und Kausalstruktur hinweg und macht sich damit in ihren Wirkungen vom internen Operationsmodus des betreffenden Teilsystems abhängig.“ (Teubner und Willke, 1984, S. 31)

In der Unterscheidung der unterschiedlichen Typen sozialer Systeme ist ein Übergang zwischen den Typen, z. B. von Organisations- zu Interaktionssystemen konzeptuell anspruchsvoll. Fischer (2009, S. 372 ff.) schafft die Verbindung über die gegenseitige Sinnzuschreibung zwischen den Akteuren als Handelnde in der Organisation. Damit erweitert sich der Bereich der Steuerungsformen. *Direkte Steuerung* findet dabei im Interaktionssystem statt, indem der steuernde dem adressierten Akteur kommunikativ eine bestimmte Erwartungshaltung oder Handlung durch Überzeugung, Drohung oder moralische Appelle nahelegt (Fischer, 2009, S. 375). *Indirekte Steuerung* ist hingegen die bereits angesprochene Kontextsteuerung, in welcher über die Gestaltung von Rahmenbedingungen eine

bestimmte Erwartung oder Handlung beim Adressatenkreis indiziert werden soll (Fischer, 2009, S. 376).

Steuerungsversuche sind daher Zumutungen für den Adressaten. Er ist dazu aufgefordert, selbst zu selektieren, ob er seine Erwartungen und Handlungen umstellt. Daher ist es sinnvoll, hier die Verbindung zum Begriff der Intervention zu knüpfen. Im TAM III wurde Intervention nicht näher definiert. Systemtheoretisch ist darunter ein Eingriff in ein System zu verstehen, welcher bestehende Muster stört. Das System entscheidet dabei selbst, ob es die Irritation annimmt oder nicht (Willke, 1994).

Erfolg kann ein Steuerungsversuch nur haben, wenn es dem Steuernden gelingt, Einfluss auf die Präferenzen des Steuerungsobjekts hinsichtlich einer Struktur- oder Handlungsselektion zu nehmen; und diese Funktion übernehmen die so genannten Steuerungsmedien, auch symbolisch generalisierte Kommunikationsmedien, Interaktionsmedien oder Erfolgsmedien genannt. (Fischer, 2009, S. 381)

Steuerungsmedien erhöhen somit die Wahrscheinlichkeit der Annahme einer Steuerungszumutung für den Adressaten, indem sie eine Umstellung der eigenen Erwartungs- und Handlungsstrukturen erleichtert bzw. anreizt. Während Willke (1995) unter alleiniger Berücksichtigung der Kontextsteuerung drei Steuerungsmedien (Macht, Geld und Wissen) nennt, erweitert Fischer (2009) den Begriff der Steuerungsmedien um die direkten Steuerungsanteile. Nicht berücksichtigt werden dabei für den Organisationskontext nicht anschlussfähige Medien wie Liebe und Schönheit. Er unterscheidet in folgende Steuerungsformen mit ihren spezifischen Medien:

Weisung

Macht stellt das zentrale Steuerungsmedium in Organisationen dar. *Weisung* stellt die generalisierte Form von Macht in Organisationen dar. Über *Weisung* und Entzug von Ressourcen können Organisationsmitglieder dazu angehalten werden, dem Steuerungsziel zu folgen.

Zahlung

Geld gilt als sekundäres Steuerungsmedium. Es ist zwar von Bedeutung, wirkt jedoch nur über die Konvertierung in *Macht*. Über *Zahlungen* bzw.

den Entzug von Zahlungen können Mitglieder dazu gebracht werden, Zugriff auf ihre Ressourcen zu akzeptieren.

Aufforderung

Die Verbindung zwischen Mitgliedern auf Basis von Zuneigung eröffnet die Möglichkeit, über das Medium Liebe zu steuern. Die Aufforderung stellt die medialisierte Steuerungsform dar. Gesteuert wird über die *Bitte*, für eine geliebte Person etwas zu tun.

Autorität

In Organisationen liegen neben den formalen Verhältnissen auch informale Verhältnisse auf Basis von Vertrauen vor. Das Vertrauen kann fachlich oder moralisch begründet sein. In Organisationen tritt dies in Form von *Autorität* auf.

Argumente

Da in Organisationen rational entschieden wird, kann die rationale Erklärung selbst als Steuerungsmedium genutzt werden. Das Medium Wahrheit kann daher in der generalisierten Form des Argumentes bzw. der *Rationalität* verwendet werden.

Appell

Als Gegenstück zum zweckrationalen Argument können Werte zur Steuerung genutzt werden. Werte legitimieren Standpunkte der Mitglieder. Die Steuerung erfolgt dann über die Kommunikation des allgemein akzeptierten Standpunkts in der Organisation.

Dabei sind der Appell und die Aufforderung ähnliche Formen, da beide auf einer wertbasierten Kommunikation beruhen. Bei der Aufforderung ist der Wert in der Interaktion zu finden, während beim Appell die Steuerung auf Basis abstrakter Handlungsnormen erfolgt.

Die genannten Steuerungsmedien können weiter in formale und informale Steuerung unterschieden werden. Systemtheoretisch bedeutet dies einen Unterschied in der Durchgriffsstärke. Formale Regeln und Mitgliedschaften ermöglichen über strikte Kopplung den direkten Durchgriff auf das untergeordnete System. Informelle Steuerung hingegen kann nur auf die Wirkung oder Annahme der Drohung, Anreize, Kompetenzsignale, Appelle oder Argumente

bei den Mitgliedern hoffen. Bei formaler und informaler Steuerung bedarf es der Kommunikation zwischen Steuerungssubjekt und -objekt.

Tabelle 3.3 fasst die Steuerungsmedien und ihre Grundlagen zusammen.

Auf der einen Seite können Steuerungsmedien mit den Koordinationsmechanismen und den Organisationskonfigurationen verbunden werden. Somit ist in jeder Konfiguration ein Medium vorherrschend. Der Maschinenbürokratie lässt sich das Medium Macht klar zuordnen. Die professionelle Bürokratie setzt im Koordinationsmechanismus „Standardisierung der Fähigkeiten“ auf das Medium Rationalität, da von geteilten Wahrheitskonstruktionen aufgrund gleicher Ausbildung ausgegangen wird. Die Spartenstruktur koordiniert das Verhalten über Leistungssteuerung. Das entsprechend anschlussfähige Medium hierfür ist das Geld bzw. die Anreize, welche bei Leistungserfüllung gewährt und bei Minderleistung entzogen werden. Der Adhokratie lassen sich zwei Medien zuordnen. Autorität und Verpflichtung bestimmen das Verhältnis in der gegenseitigen Abstimmung zwischen den Mitarbeitern. Die dargestellten Beziehungen stellen eine Gewichtung dar. Empirisch treten Mischformen der Medien auf, wobei jedoch die angeführten Medien den größten Einfluss haben.

Auf der anderen Seite können die Steuerungsmedien mit den Interventionen aus dem TAM III verbunden werden. Dabei basiert die Managementunterstützung aufgrund der Top-down-Kommunikation auf dem Medium Verpflichtung. Die Grundlage dafür sind die geteilten Werte und die entsprechende Bewertung des Managements durch die Mitarbeiter. Die Anreizstruktur versucht, extrinsische Motivation zu erzeugen und dadurch die Akzeptanz und die Nutzung zu heben. Hierfür wird über Gratifikationen das Medium Geld eingesetzt. Schulungen vermitteln die Eigenschaften und die Benutzung des Systems. Das Verständnis baut auf dem Verstehen des Systems auf. Somit ist die Rationalität das Medium, welches hier Einsatz findet. Auf Autorität, also der Wahrnehmung von Qualifikation des Gegenübers, basiert die gegenseitige Hilfe. Mitarbeiter werden sich an den Personen im Umfeld orientieren, welche ihnen am kompetentesten Erscheinen. Die organisatorische Unterstützung stellt Ressourcen zur Verfügung und erreicht so eine höhere Akzeptanz und Nutzung. Die Bereitstellung von Ressourcen hat andererseits auch eine normative Wirkung auf die Mitarbeiter. Somit wird auch hier die Verpflichtung als Medium zugeordnet. Das TAM III orientiert sich an einer weichen Kontextsteuerung. Der Einsatz

	Macht	Anreiz	Autorität	Verpflichtung	Rationalität
Motivationsbasis	Angst vor negativen Sanktionen bei Ablehnung der Entscheidung	Erwartung von Vorteilen bei Annahme der Entscheidung	Vertrauen in die Richtigkeit der Entscheidung	Auffassung, zur Annahme der Entscheidung verpflichtet zu sein	Überzeugung von der Richtigkeit der Entscheidung
vom Steuernden beanspruchte Ressource	Bestrafungspotenzial des Steuernden	Belohnungspotenzial des Steuernden	Vertrauen in die Kompetenz des Steuernden	Verpflichtungen des Adressaten	rationale Gründe für die Entscheidung
Voraussetzungen aufseiten des Adressaten	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidungspräferenz • Einschätzung von Bestrafungspotenzial und -bereitschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Belohnungspräferenz • Einschätzung von Belohnungspotenzial und -bereitschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Einschätzung der Kompetenzüberlegenheit und Kooperationsbereitschaft des Entscheiders 	<ul style="list-style-type: none"> • Präferenz für Integrität größer als andere eigene Interessen • Wahrnehmung der eigenen Verpflichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Rationalitätskriterien und Wissensbestand
organisationsstrukturelle Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> • hierarchische Kompetenzen • Ungewissheitszonen 	<ul style="list-style-type: none"> • hierarchische Kompetenzen • Ungewissheitszonen 	<ul style="list-style-type: none"> • formale Zuständigkeiten • Ungewissheitszonen 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsvertrag • kulturelle Regeln 	<ul style="list-style-type: none"> • Homogenität der kulturellen Deutungsmuster
typische respektive Praktiken	implizite/explicite Drohungen, z. B. durch Signalisieren von Überlegenheit	implizite/explicite Versprechen, z. B. im Rahmen von Zielvereinbarungen	Vorschläge bei Sym-bolisierung von Kompetenz, z. B. durch Jargon und Auftreten	normative Appelle, z. B. auf der Basis eines gemeinsam erarbeiteten Leitbildes	Begründungen für Entscheidungen, z. B. in Form von Erläuterungen

Tabelle 3.3: Überblick über Steuerungsmedien (nach Fischer, 2009, S. 420)

von Zwang wird ob seiner begrenzten und nicht nachhaltigen Wirkung nicht thematisiert. In Organisationen können jedoch durch den Einsatz des Mediums Macht erste Widerstände durchbrochen werden. Die Möglichkeiten zur Ausübung von Zwang sind jedoch mit der Sanktionsfähigkeit verbunden und damit nur dem Management möglich.

Steuerung ist somit das verbindende Element zwischen Organisation und individueller Akzeptanz- und Nutzungsentscheidung. Somit dient sie als Brückenkonstrukt zwischen Mikro- und Makroebene. Das Steuerungs- und Interventionskonzept ermöglicht dadurch die Beantwortung der Forschungsfrage.

3.5.3 Interventionsakteure

Steuerung ist auf ausführende Akteure angewiesen. Während im Interaktionsverhältnis die direkte gegenseitige Beeinflussung auf Basis der informalen Steuerung stattfindet, existieren in Organisationen gesonderte Rollen, welche formale Steuerungsziele verfolgen.

Zunächst nimmt das Management qua seiner Positionierung und Aufgabe in der Organisation eine steuernde Rolle ein. Dabei ist es häufig das Management, welches über die Ressourcen zur Ausübung von Zwang und zur Verteilung von Anreizen in der Lage ist. Die Steuerungslogik des Managements orientiert sich an den formalisierten Erwartungen gegenüber den Mitarbeitern. Diese sind in den Programmen festgehalten und treten häufig in Form von Leistungserwartungen auf. Managementakteure sind jedoch auch selbst der Organisation und der technischen Umstellung unterworfen. Sie dienen darüber den Mitarbeitern als Vorbild. Die sichtbare Technologienutzung durch das Management wird daher als Unterstützung wahrgenommen.

Zentral für die Steuerung von Diffusions- und Akzeptanzprozessen ist die Rolle des Change Agent. In Organisationen muss zwischen internen und externen Change Agents unterschieden werden. Letztere werden von der Organisation häufig als Berater verpflichtet. Sie bringen externe Expertise in die Organisation und sind relativ unabhängig. Sie sind daher beratend tätig. Ihre Möglichkeiten zur Intervention basieren auf ihren Kompetenzen für Eingriffe in die Organisation ohne vorherige Abstimmung. Interne Change Agents sind hingegen in der Organisation beschäftigt. Dadurch haben sie eine größere Nähe zu Personen und Vorgängen in der Organisation als ihr externes Pendant. Weiterhin können

sie mit Ressourcen und Weisungsbefugnis ausgestattet werden. Sie stellen damit konkrete Steuerungsakteure dar, welche über Interventionen den Diffusions- und Akzeptanzprozess positiv beeinflussen können.

Die Aufgaben der Change Agents wurden bereits in Abschnitt 2.1.4 genauer ausgeführt. Weitere Aspekte werden in (Lunenburg, 2010; Ottaway, 1983) behandelt. Mit Blick auf die Steuerung steht den Change Agents eine breitere Basis von möglichen Interventionen zur Verfügung als Managementakteuren. Auch sie können über Anreize arbeiten. Darüber hinaus obliegt es ihnen auch, Schulungen zu initiieren und Informationen zu verbreiten. Neben diesen gruppenorientierten Interventionen können Change Agents auch überzeugend auf die Mitarbeiter wirken. Dies erfolgt dann in einem persönlichen Interaktionsverhältnis. Das Steuerungsziel ist nur mittelbar die Leistung der Mitarbeiter. Es geht den Change Agents vielmehr um die Erhöhung der Nutzungsintensität. Daher unterscheidet sich das Steuerungsverhalten zu dem des Management.

Bereits im allgemeinen Diffusionsprozess spielen positive Meinungsführer eine große Rolle. In Organisationen erfüllen sie häufig eine Brückenfunktion zu anderen Organisationen (Rogers, 2003, S. 321). Weiterhin sorgen sie als Champions für die Überwindung von Gleichgültigkeit oder Widerstand (Van de Ven, Polley u. a., 1999; Howell und Shea, 2006). Sie können ähnlich den Change Agents agieren und werden dann instrumentell eingesetzt (Warrick, 2009). Dies kann jedoch zu einer Erosion ihrer Glaubwürdigkeit führen. Sie sind allerdings selbst von der Notwendigkeit des Wandels überzeugt und unterstützen entsprechend andere bei der Umsetzung der Veränderung. Einem Champion können die Attribute Kommunikation (Konfliktlösungs- und Netzwerkfähigkeit), Netzwerkposition (Teamfähigkeit und Bindung an Schlüsselakteure), Charisma (Fähigkeit das Team zu motivieren, zu inspirieren und entsprechend der Vision anzuleiten) sowie technische Kompetenz (Unterstützung der Akteure bei Problemen) zugeordnet werden (Warrick, 2009).

Die fachliche und Problemlösungskompetenz wird auch von Jenssen und Jørgensen (2004) hervorgehoben. Zudem besitzen Champions häufig das Vertrauen der anderen Akteure (Porter Lynch, 2001). Ihr Steuerungsmedium ist daher die Autorität. Champions agieren so als Broker zwischen formalen Entscheidungsträgern und den anderen Mitgliedern der Organisation und sorgen dafür, dass eine Neuerung an den Organisationskontext angepasst wird.

Shaw u. a. (2012) identifizieren zwei Champion-Typen: Projektchampions und Organisationschampions. Projektchampions engagieren sich für bestimmte Veränderungen; ihre Aktivitätsdauer ist entsprechend kurz. Organisationschampions hingegen agieren längerfristig und fokussieren sich auf organisationalen Wandel im Allgemeinen. Tabelle 3.4 fasst die Eigenschaften zusammen.

	Projektchampion	Organisationschampion
Befugnis	für einzelne Projekte	für ein Umfeld der kontinuierlichen Verbesserung und des organisationalen Lernens
Aufgaben	Effektive Kommunikation des Zwecks und des Umfangs des Wandlungsprojektes	Entwicklung einer klaren Vision für die gesamte Organisation und Einordnung der Projektinhalte in diese Vision
Dauer	durch das Projekt begrenzt	dauerhaft
Inhalte	nur Innovationsprojekte	Innovationsprojekte sowie permanente Weiterentwicklung
Ressourcen	für Projekt	für projektübergreifende Aktivitäten
Umfeld	Projektmitglieder und Stakeholder	Mitarbeiter und Führungskräfte
Führung	in Innovationsprojekten	in der kontinuierlichen Weiterentwicklung

Tabelle 3.4: Eigenschaften der Championtypen (nach Shaw u. a., 2012, S. 681)

Es sind daher diese drei Akteure, welche bei der Steuerung von Interventionsprozessen besonders berücksichtigt werden müssen. Sie steuern mit teilweise unterschiedlichen Medien und Zielen, was mitunter zu Steuerungskonflikten führen kann, wenn z. B. ein Mitarbeiter widersprüchlichen Impulsen ausgesetzt wird.

3.6 Zwischenfazit – Faktoren auf organisatorischer Ebene

In diesem Kapitel wurde gezeigt, wie Organisationen auf die individuellen Akzeptanz- und Nutzungsentscheidungen sowie auf die Verbreitung wirken. Ausgehend von einem systemtheoretischen Organisationsbegriff konnte die Organisation als Kommunikationskontext spezifiziert werden. Die Entscheidung über die Aufnahme der neuen Technologie und ihre interne Verbreitung wird in fünf Stufen im organisationsspezifischen *Innovationsentscheidungsprozess* dargestellt. Die Zuordnung von Rollen und Entscheidungsmodi zum Ablauf erfolgte über die Gegenüberstellung zentralisierter und dezentraler Diffusionssysteme und den damit einhergehenden Entscheidungsmodi. Für die Arbeit wurde eingeschränkt, dass autoritative Entscheidungen in zentralisierten Diffusionssystemen betrachtet werden. Weiterhin erfolgte eine Konzentration auf die Implementierungsphase.

Als *Entscheidungsprämissen* wurden die Struktur der Organisation, ihre Programme (Koordinationsmodi) sowie als unentscheidbare Entscheidungsprämisse die Organisationskultur untersucht. Als struktureller Kontext wirken folgende Faktoren auf die Verbreitung: Zentralisierung, die Komplexität, die Formalität, die Verflechtung und der Organizational Slack. Weiterhin können Organisationen nach ihren Koordinationsmechanismen unterschieden werden. Nach der Typologie von Mintzberg (1979) können die Mitglieder über direkte Aufsicht, Standardisierung der Arbeitsprozesse, Standardisierung der Arbeitsergebnisse, Fähigkeiten oder Normen sowie über gegenseitige Abstimmung koordiniert werden. Die Organisationskultur wirkt hingegen über Sinnstiftung. Sie kann als exogene Variable in den Wertdimensionen nach Hofstede (1984) betrachtet werden, aber auch als endogenes Konstrukt aus der Interaktion hervorgehen. Die Sinnzuschreibung schlägt sich in den Erwartungen nieder und strukturiert damit die Wahrnehmung des psychischen Systems (Mensch) und die Entscheidungskommunikation im sozialen System. Durch die Verankerung im Interaktionskontext können auch Differenzen und Konflikte innerhalb der Organisation auftreten, welche im Verbreitungsprozess Barrieren darstellen.

Die Betrachtung der Organisationsprogramme wurde weiter in der Bedeutung der *Tätigkeit* spezifiziert. Mitgliedern werden über ihre Rolle bestimmte

Aufgaben und Tätigkeiten zugewiesen. Diese bilden das Zielsystem für die Einstellungsbildung und Nutzungsentscheidung. Das Zusammenspiel von Person, Aufgabe und Technologie wurde im TTFM und im TaITF-Modell dargestellt. Es kann hervorgehoben werden, dass nicht nur die Nutzung als Zielvariable in Organisationen zu betrachten ist, sondern auch die erzielbare Leistung die Entscheidungen der Mitglieder prägt. Über die Beschreibung der Aufgabe über ihre Technikintensität und Komplexität ist es möglich, eine Verknüpfung zwischen der Technologie- und Aufgabengestaltung sowie der Qualifikation der Mitarbeiter herzustellen.

Weiterhin erwiesen sich organisationale Einflüsse auf die *Person* als bedeutsam. Zunächst wirken die persönliche Zielstellung sowie die Selbst- und Fremdwahrnehmung der eigenen Fähigkeiten auf den Antrieb zur Nutzung. Organisationen kann es über extrinsische Anreize und die Förderung intrinsischer Motive gelingen, die Mitarbeiter von Nutzung und Akzeptanz zu überzeugen. Die verpflichtende Nutzung hat jedoch weiterreichende Folgen für die Einstellungsbildung und Nutzungsentscheidung. Da die Nicht-Nutzung mit dem Verlassen der Organisation verbunden ist, muss die Nutzung granularer gefasst werden. Die Betrachtung der Nutzungsintensität und -folgen bietet sich hierfür an. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass die Einstellung nicht die Nutzungsintensität bestimmt; vielmehr sind es organisationsgesteuerte Faktoren, wie Zwang, Anreize und die Arbeitsumgebung, welche die Mitarbeiter zur Nutzung bringen. Daher ist eine Rückkopplung zwischen dem Nutzungskontext, den Ergebnissen und der Einstellungsbildung notwendig. Hierfür wurden die Modelle von Filipp (1996) und Kollmann (1996) betrachtet. Über diese Rückkopplungen kann die Einstellung (innere Akzeptanz) abhängig von der Nutzung (äußere Akzeptanz) und der Umwelt betrachtet werden. Die Einstellung spielt dann bei der Verbreitung eine Rolle, indem eine negative Einstellung Widerstand in Form von geringer Nutzungsintensität und sogar Sabotage hervorrufen kann. Organisatorisch sind sowohl nutzungs- als auch akzeptanzfördernde Maßnahmen notwendig.

Die Verbindung zwischen strukturellen, programmatischen und personalen Faktoren wurde über den Begriff der Steuerung geschaffen. Hierbei wurden als Verbindung zur Mikroebene *Interventionen* des TAM III genutzt. Da sich die Arbeit auf die Implementierungsphase beschränkt, konnten Management-

unterstützung, Anreizsysteme, Schulung, Organisationsunterstützung sowie gegenseitige Hilfe als Interventionen identifiziert werden. Die Wirkung auf die Akzeptanzbildung und Nutzungsentscheidung erfolgt über unterschiedliche Einflussvariablen. Der Erfolg des Einsatzes der Interventionen hängt von ihrer Anschlussfähigkeit im Organisationssystem ab. Die Verbindung dorthin wurde über *Steuerungsmedien* hergestellt. Nach Fischer (2009) können fünf Medien unterschieden werden: Macht, Geld, Autorität, Verpflichtung und Rationalität. Je nach vorherrschendem Koordinationsmechanismus moderieren diese Medien den Einfluss der Interventionen auf die Variablen des Entscheidungsprozesses.

Zur Umsetzung der Steuerung wurden organisationsspezifische *Rollen* vorgestellt, die mit unterschiedlichen Medien und Zielstellungen auf die Mitarbeiter ihrer Umwelt einwirken. Es wurden dabei Management, Change Agents und Champions anhand ihrer Interventionsmöglichkeiten und Steuerungsziele unterschieden.

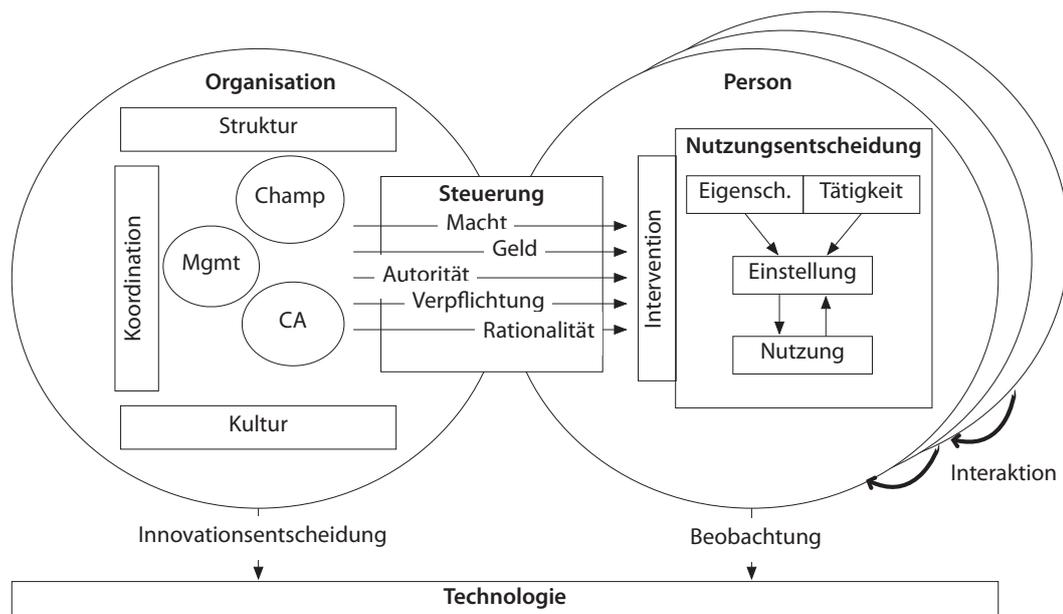


Abbildung 3.8: Wechselwirkungen Person, Organisation, Technologie

Abbildung 3.8 stellt zusammenfassend die Organisationseinflüsse dar, welche zur Modellbildung in Kapitel 5 genutzt werden.

Kapitel 4

Simulation von Technologieakzeptanz und -verbreitung

Das Zusammenspiel von Mensch, Organisation und Technik entfaltet ein komplexes Geflecht von Aktion und Reaktionen. Wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, sind Akzeptanzvorgänge gekennzeichnet durch:

- eine Vielzahl von Einflussfaktoren;
- interagierende Akteure mit unterschiedlichen Wahrnehmungen und Zielstellungen;
- eine nicht lineare zeitliche Entwicklung.

Der Untersuchungsgegenstand kann daher als dynamisches, adaptives System beschrieben werden. Zudem wurde als Forschungsziel die Analyse verschiedener Interventionen in unterschiedlichen Organisationstypen formuliert. Die Forschungsmethode sollte daher folgende Eigenschaften aufweisen: (a) Eignung zur Untersuchung komplexer Systeme, (b) Abbildung der Systemdynamik sowie (c) Experimentierfähigkeit.

Für die Untersuchung von Systemen können unterschiedliche Ansätze gewählt werden. Die empirische Analyse bezieht ihre Erkenntnisse aus der Beobachtung und Messung des Systemverhaltens und generalisiert diese mithilfe statistischer

Verfahren. Mathematisch-analytische Verfahren abstrahieren das Systemverhalten anhand von Prämissen und bilden daraus ein kohärentes Modell. Beide Verfahren gelangen jedoch bei komplexen Systemen an ihre Grenzen. Empirische Verfahren stehen vor dem Problem, dass nicht alle Vorgänge im System direkt beobachtbar sind oder ihre Beobachtung sehr aufwändig ist. Zudem ist die Durchführung von Experimenten am Realsystem nur begrenzt möglich und im Fall von soziotechnischen Systemen schwer kontrollierbar (Liebl, 1992, S. 196). Analytische Verfahren geraten bei der mathematischen Formulierung von Zusammenhängen an ihre Grenzen. Dafür müssen Annahmen getroffen werden, die im Vergleich zum Realsystem sehr restriktiv sind. Zudem erschwert eine elaborierte, umfassende mathematische Beschreibung die Transparenz und Übertragbarkeit der Lösung auf den Untersuchungsbereich.

Die Methode der Simulation versucht, die empirischen und analytischen Aspekte der Systemuntersuchung zu verbinden. Zu ihren Vorteilen zählen (Law und Kelton, 1991, S. 115):

- die Abbildung komplexer, realweltlicher Phänomene mit stochastischen Elementen, welche nicht hinreichend in einem analytisch lösbaren mathematischen Modell beschrieben werden können;
- Untersuchung der Leistung eines Systems unter der Vorgabe angenommener Einsatzbedingungen;
- Vergleich alternativer Systementwürfe oder Umweltbedingungen hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit;
- erleichterte Durchführung von Experimenten durch die Stabilisierung der Umweltbedingungen;
- Untersuchung des Systems über lange Zeiträume in geraffter oder ausgehnter Zeit.

In diesem Kapitel wird begründet, warum sich die Methode der Simulation zur Untersuchung von Interdependenzen eignet, welche Anforderungen an Simulationsstudien gestellt werden und wie die einzelnen Schritte in Simulationsstudien ausgeführt werden sollten. Neben dem allgemeinen methodischen Vorgehen werden einzelne, bereits bestehende Ansätze der Simulation von

Akzeptanz sowie Nutzungsverbreitung dargestellt und von diesem Forschungsvorhaben abgegrenzt. Die Ergebnisse dieses Kapitels dienen dazu, im nächsten Schritt ein konkretes, theoriebasiertes Simulationsmodell zu erstellen und zu überprüfen.

4.1 Methoden zur Analyse von Systemen

Organisationen können als soziotechnische Systeme betrachtet werden (siehe Abschnitt 3.1 sowie (Morgan, 1997)). Die Elemente soziotechnischer Systeme sind sowohl dessen Mitglieder als auch technische Komponenten. Es sind daher zwei Interaktionseffekte zu beachten: Interaktion der Mitglieder mit der Technik sowie Interaktion der Mitglieder untereinander. In diesem Sinne bringen soziotechnische Systeme zweierlei Verhalten hervor: das Verhalten des Mitglieds zur Technik (psychologischer Prozess) sowie das Verhalten des Mitglieds zu anderen Mitgliedern (sozialer Prozess). Die Analyse soziotechnischer Systeme basiert auf der Annahme, dass sich diese Prozesse als Informationsverarbeitung darstellen lassen. Sie sind daher über ein rekursiv mehrstufig organisiertes, deterministisches System abbildbar (Dörner, 1999, S. 327).

Die Auswahl der Methode wird durch das Erkenntnisinteresse geleitet. Wilde und Hess (2006) führen Methoden der Wirtschaftsinformatik zur Systemuntersuchung an und klassifizieren diese, wie in Abbildung 4.1 dargestellt, nach Formalisierungsgrad (qualitativ, quantitativ) und vorherrschendem Paradigma (behaviouristisch, konstruktivistisch).

Die meisten Studien zur Akzeptanzforschung (u. a. TAM, TTFM etc.) verwenden ein komparativ-statisches, quantitativ-empirisches Vorgehen zur Untersuchung von Dynamik. Die Parameter und Variablen des Messmodells werden zu unterschiedlichen Zeitpunkten erhoben und ihre Einflüsse miteinander verglichen. Obwohl diese empirischen Verfahren eine sehr hohe Korrespondenz zwischen dem Modell und dem Realsystem zeigen, ist ihre Aussagekraft beschränkt. Konkrete Interaktionen werden nur statisch erfasst, die Übergänge zwischen den Messzeitpunkten werden extrapoliert und die Durchführung von Experimenten und seine empirische Überprüfung sind schwierig und häufig sehr aufwändig, da die relevanten Parameter nicht kontrolliert werden können. Zudem werden Rückkopplungseffekte nur unzureichend berücksichtigt, da hierfür

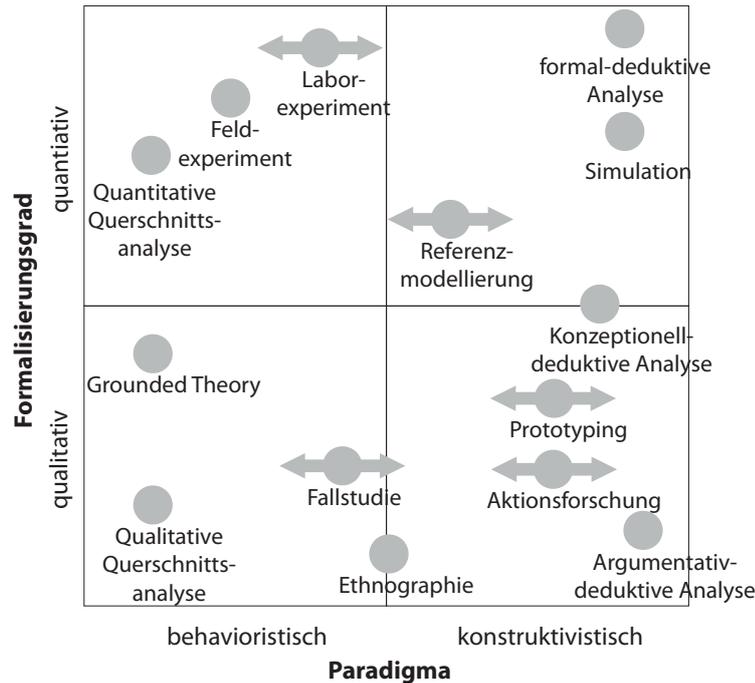


Abbildung 4.1: Methoden der Wirtschaftsinformatik (nach Wilde und Hess, 2006, S. 14)

eine konstante Messung und eine Verbindung von Input- und Outputvariablen nötig wäre.

Weiterhin können qualitative-empirische Verfahren zur genauen Beschreibung des Akzeptanzvorganges im Sinne einer Durchdringung der Lebenswelt des Organisationsmitglieds verwendet werden. Die individuelle Motivationslage und die Wirkung der Organisationsregeln kann dabei rekonstruiert werden (Kühl, Strodtholz und Taffertshofer, 2009). Die häufig verwendeten ethnografischen Verfahren (Narrationsanalyse, Diskursanalyse, objektive Hermeneutik, rekonstruktive Sozialforschung) oder Fallstudien bzw. Ergebnisse der Aktionsforschung sind jedoch nur begrenzt generalisierbar. Eine genaue Bestimmung der verhaltensrelevanten Faktoren und der Wirkung einzelner Umweltkonstellationen auf das individuelle und das Gruppenverhalten ist nur schwer möglich.

Neben den empirischen Verfahren stellt ein mathematisch-analytisches Vorgehen, z. B. die mathematische Formalisierung im Bass'schen Diffusionsmodells, eine weitere Möglichkeit zur dynamischen Betrachtung dar. Hier werden die Annahmen und Wirkzusammenhänge in mathematische Formeln überführt. Die Dynamik wird z. B. über zeitabhängige Differenzialgleichungen abgebildet.

Enge Prämissen sichern die Transparenz und Handhabbarkeit der komplexen Gleichungssysteme. Die Korrespondenz zwischen mathematischem Modell und Realsystem ist daher eher gering. Dies äußert sich auch darin, dass die Lösungen deterministisch sind und stochastische Effekte nur unzureichend berücksichtigt werden.

Die Simulation als Methode der Systemanalyse versucht die Nachteile von empirischen und analytischen Verfahren auszugleichen (Payne, 1982, S. 273). „Die Simulation ist konstruktionsorientiert und wird eingesetzt, wenn ein Problem zwar formal formulierbar, aber analytisch nicht oder nur schwer lösbar ist. Hierbei wird das Verhalten des Problemsystems in einem Simulationsmodell abgebildet, Umweltzustände durch Belegung der Modellparameter mit verschiedenen Zufallszahlen nachgebildet und die Ausprägungen der Zielgrößen analysiert.“ (Wilde und Hess, 2006) Simulationen bestehen dabei immer aus der Modellbildung sowie der Durchführung von Analysen an diesem Modell (Shannon, 1975, S. 2). Die Erkenntnisse werden dabei über computergestützte Experimentierverfahren („computing for insight“) gewonnen (Payne, 1982, S. 271).

Die Simulation ist daher eine Methode, welche:

1. das Systemverhalten beschreibt;
2. Theorien oder Hypothesen zur Erklärung des beobachteten Verhaltens entwirft; und
3. diese Theorien zur Vorhersage zukünftigen Systemverhaltens nutzt, welches aus der Veränderung der Systemstrukturen oder -arbeitsweisen resultiert.

Die Stärken der Simulationsmethode entfalten sich bei Problemstellungen, bei denen (a) ein Modell des Realsystemverhaltens in Form mathematischer oder logischer Beziehungen zwischen Variablen konstruiert werden kann und (b) dieses Modell die Haupteffekte des untersuchten Problems adäquat abbildet (Payne, 1982, S. 3). Im Folgenden wird die Methode der Simulation von mathematisch-analytischen, empirischen und anderen experimentellen Verfahren abgegrenzt (siehe Abb. 4.2).

Im Vergleich zu *mathematisch-analytischen Verfahren* bieten Simulationen eine Lösung für Probleme, die zwar mathematisch formulierbar, aber nur nu-

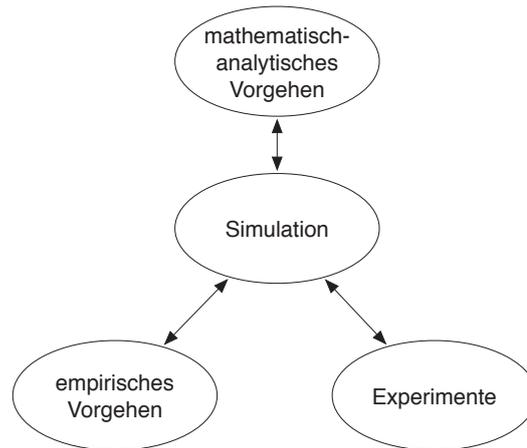


Abbildung 4.2: Einordnung der Simulation als Forschungsmethode

merisch lösbar sind (Law und Kelton, 1991, S. 1). Weiterhin erweisen sie sich als flexibler in der Darstellung funktionaler Verknüpfungen zwischen Entscheidungsvariablen, Umweltparametern und Entscheidungskriterien sowie im Umgang mit den Modellprämissen. Sie bedürfen keiner geschlossenen Form und rigiden Voraussetzungen, sondern werden als Reihe von Verarbeitungsschritten formuliert (Liebl, 1992, S. 7 ff.).

Analytische Lösungen und Simulationen stehen sich nicht diametral gegenüber. Es ist in Studien sinnvoll, beide miteinander zu verbinden. So können Simulationen zur Überprüfung der Annahmen analytischer Lösungen genutzt werden bzw. analytische Lösungen die Blickrichtung der Simulationsstudie leiten (Law und Kelton, 1991, S. 115).

Simulationen handhaben die Komplexität des Realsystems besser als *empirische Verfahren* (Payne, 1982, S. 273). Über die Systemmodellierung lassen sich die relevanten Variablen und Parameter identifizieren und in Relation zueinander setzen. Anders als in Feldstudien sind die Durchführungsbedingungen komplett kontrollierbar (Payne, 1982, S. 3 ff.). Dies erleichtert insbesondere die Untersuchung unterschiedlicher Systemalternativen in Vergleichsstudien.

Auch die Definition von Messpunkten und die kontinuierliche Erhebung der relevanten Daten gestaltet sich in Simulationen effizienter. Damit lässt sich die zeitliche Entwicklung eines Systems genauer beobachten und analysieren, die Systemzeit kann dabei gerafft bzw. gestreckt werden. Es sind keine zeitaufwändigen Langzeitstudien oder die künstliche Verlangsamung zur Beobachtung notwendig (Payne, 1982, S. 2). Anders als in komparativ-statischen Analysever-

fahren des Systemverhaltens lässt sich damit emergentes Verhalten über die Berücksichtigung von Rückkopplungseffekten besser analysieren.

Auch die empirische Analyse wird in Kombination mit der Simulation genutzt. So können z. B. Werte für Systemparameter und deren Verteilungen auf empirischen Daten basieren. Empirische Erklärungsmodelle können zudem als überprüfte Grundlage für Zusammenhänge zwischen Parametern genutzt werden. Andererseits können Simulationen die Grundlage für empirische Erhebungen darstellen, indem theoretisch gewonnene Modelle geprüft und somit die Anzahl der zu erhebenden Variablen reduziert wird.

Im Vergleich zu *Experimenten am Realsystem* ist der Umgang mit Modellen kosteneffizienter und stört das System nicht. Umweltparameter und Systemkonstellation können variiert werden, ohne dass das Realsystem beeinträchtigt wird. Durch die künstliche Experimentierumgebung ist die Untersuchung von Systemtypen (z. B. Ökosysteme) möglich, deren Manipulation entweder nicht kontrolliert erfolgen kann oder deren Beobachtungshorizont die normale Laufzeit einer Studie übersteigen würde (Payne, 1982, S. 275 f.). Insbesondere bei der Analyse soziotechnischer Systeme durch ein experimentelles Vorgehen sind Simulationen vorteilhaft. Direkte Experimente am Realsystem geraten an ihre Grenze, wenn Menschen mit einbezogen werden („Hawthorne Effekt“), da sie ihr Verhalten unter Beobachtung ändern (Shannon, 1975, S. 11). Konkret können über die Simulation der Mikroebene die Entscheidungszusammenhänge und Faktorenkonstellationen einzelner Akteure nach Definition eines kleinen Regelsets beobachtet werden. Es kann eine künstliche Laborsituation hergestellt werden, die in der realen Welt nicht abgeschlossen existieren würde. Anders als in der klassischen Untersuchung können einzelne Faktoren kontrolliert verändert werden, um spezifische Effekte hervorzurufen und genauer zu betrachten. Somit ist die Untersuchung von Entwicklungspfaden des Systems mit ihren Verzweigungen, Ausprägungen und Folgen möglich. Ebenso können Eingriffspunkte identifiziert und ihre Folgen antizipiert werden (Bossel, 2004, S. 18 f.).

Simulationsexperimente sind sowohl explorativ (zur Entdeckung bestimmter Prozesse im System) als auch konfirmatorisch (Bestätigung von Wissen über das System) einzusetzen (Montgomery, 1984, S. 1). Im Vorgehen weisen sie eine hohe Ähnlichkeit zu klassischen Experimenten auf. Sie können vorab

verwendet werden, um den Experimentumfang am Realsystem auf bestimmte Konstellationen zu beschränken.

Obwohl einfache Simulationen noch in Papierform möglich sind, werden Simulationen häufig mit computerbasierten Simulationen gleichgesetzt. Als computergestütztes Verfahren ist es von der Emulation abzugrenzen. Dabei ist der Modellbegriff zentral (siehe Abschnitt 4.3.1). Von Emulation wird gesprochen, wenn ein Modell isomorph konstruiert wird, also jedes Detail des Realsystems widerspiegelt. Für die Simulation sind hingegen nur die problemrelevanten Merkmale von Interesse. Eine vollständige Repräsentation ist nicht möglich bzw. nötig. Die Modellbildung erfolgt homomorph. Es interessieren nur diejenigen Systembestandteile und -zusammenhänge, die im Hinblick auf dieses Ziel das Verhalten des Systems kritisch determinieren (Liebl, 1992, S. 118). Daher ist der Detaillierungsgrad entscheidend: „Blind brute force simulations of systems of this degree of complexity usually result in large, unwieldy, and unverifiable simulation programs only understood by the creator (if by him) and/or statistically insignificant estimates due to unacceptable computational time per sample.“ (Van Slyke, Chou und Frank, 1973)

Die Reduktion der Komplexität des Realsystems wird daher als konzeptuelle Stärke der Simulation gesehen. Neben den genannten methodischen Vorteilen kann sie Problemstellungen und Lösungsvarianten besser veranschaulichen. Somit erfüllen Simulationen neben der Erkenntnis- auch eine wichtige Kommunikationsfunktion (Liebl, 1992, S. 196 f.).

Die Vereinfachung und Verkürzung des Realsystems in der Simulation muss, um wissenschaftlichen Kriterien zu genügen, kontrolliert erfolgen. Die Durchführung von Simulationsstudien bedarf daher einer Methodologie, welche eine Menge von Methoden zur Studiererstellung bereitstellt und diese über ein Vorgehen in eine logische Folge bringt. Im folgenden Kapitel werden unterschiedliche Methodologien vorgestellt und gegeneinander abgegrenzt.

4.2 Methodologie der Simulationsstudien

Eine Anforderung an die Forschungsarbeit ist das strukturierte und transparente Vorgehen bei der Erkenntnisgewinnung. Die Methodologie für Simulationsstudien sollte sowohl die relevanten Methoden als auch ein Vorgehen bei der Anwendung und Kombination dieser Methoden enthalten.

Das Durchführen einer Simulationsstudie hat zwei Aspekte: Der Prozess des Modellentwurfs wird eher als „Kunst“ verstanden, das Experimentieren, Testen und Analysieren hingegen als „Wissenschaft“ (Shannon, 1975, S. 19). Beide Ansätze sind über das Modell des Realsystems miteinander verschränkt, welches den zentralen Analysepunkt bildet. Die Durchführung von Simulationsstudien kann dabei als hierarchischer DDI-Prozess (denotation, demonstration, interpretation) verstanden werden (siehe Abb. 4.3).

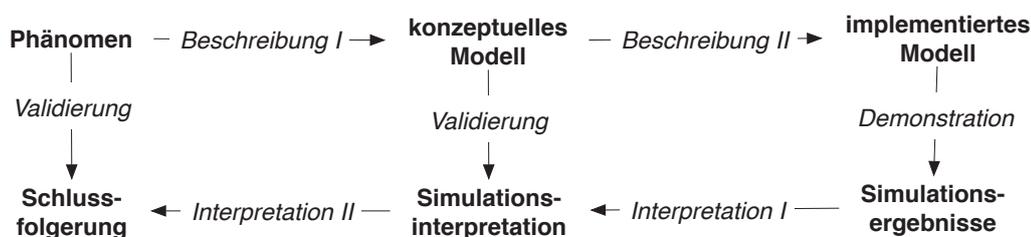


Abbildung 4.3: Hierarchischer DDI-Prozess nach Hughes (1997, S. 334)

Das erste Modell (konzeptuell) wird als Bezeichnung („denotation“) des Phänomens erstellt. Darauf baut das zweite Modell (logisch/implementiert) auf. Es ist eine genauere Bezeichnung bzw. Spezifikation des ersten Modells („2nd degree denotation“). Daran erfolgt die Demonstration des Forschungsgegenstandes. Die Güte beider Modelle bestimmt sich aus zwei Interpretationsschritten (Hughes, 1999, S. 131). Wissenschaftstheoretisch werden in der Simulation zwei Methoden zur Erkenntnisgewinnung genutzt: die theorie- bzw. evidenzbasierte Modellkonstruktion (Erkenntnisse aus der Beschreibung) und die empirische Gestaltung und Auswertung der Simulationsexperimente (Erkenntnisse aus der Interpretation). Die Güte der Abbildung spielt dabei eine entscheidende Rolle, sie findet in der Untersuchung der Modellvalidität anklang (Law und Kelton, 1991, S. 4 f.). Sowohl die Beschreibungs- als auch die Interpretationsschritte werden durch wissenschaftliche Verfahren gestützt. Unterschiedliches Vorgehen in Simulationsstudien kann daher anhand der Detaillierung der Beschreibungs-

schritte (Modellbildung) sowie der Absicherung der Validität der Ergebnisse beurteilt werden.

Eine Reihe von Autoren widmen sich dem korrekten und effektiven Vorgehen in Simulationsstudien. Davon sind die meisten linear mit Iterationen zwischen den einzelnen Phasen aufgebaut. Der Phasenablauf ist dabei nicht zwingend; es können gegebenenfalls auch Phasen übersprungen werden (Law und Kelton, 1991, S. 106). Im folgenden Abschnitt werden zunächst einige Vorgehensmodelle vorgestellt und gemeinsame Schritte identifiziert. Im Anschluss werden die einzelnen Phasen genauer beschrieben und in dieser Arbeit in Relation gesetzt.

Die meisten Autoren beginnen das Vorgehen mit der *Definition der Problemstellung* und damit mit der Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes (Gilbert und Troitzsch, 2005; Doran, 1997; Law und Kelton, 1991; Sterman, 2000; Liebl, 1992; Nance, 1994). Von vielen wird dies als erster Schritt der Modellbildung definiert. Implizit erfolgen dabei zwei Grenzziehungen: zum einen zwischen dem relevanten Ausschnitt des Realsystems und dem Rest (Universum), zum anderen zwischen dem betrachteten System und seiner Umwelt. Liebl (1992) macht diesen Schritt explizit, indem er der Problemeingrenzung die Systemabgrenzung nachstellt. Einzig Payne (1982) und Bossel (2004) führen diesen Schritt nicht auf.

In den weiteren Schritten unterscheiden sich die Ansätze hinsichtlich der *Nutzung von Beobachtungsdaten* zur Modellerstellung. Einige führen die Datensammlung explizit als eigenen bzw. integrierten Schritt der Modellbildung auf (Payne, 1982; Doran, 1997; Law und Kelton, 1991), während die restlichen Autoren dies nicht weiter thematisieren. Da Modelle nicht notwendigerweise datenbasiert erstellt werden müssen, sondern auch auf Theorien oder bisher durchgeführten Studien basieren können, ist die Generalisierung an diesem Punkt verständlich. Nance (1994) führt z. B. aus, dass sich an die Problemformulierung eine Phase der Systemuntersuchung anschließt, welche jedoch methodisch offen ist und neben empirischen auch theoretische Untersuchungen enthalten kann. Einzig Gilbert und Troitzsch (2005) führen den theoriebasierten Modellentwurf explizit auf.

Neben der Datensammlung ist auch die explizite *Nennung der Annahmen*, unter denen modelliert wird, nicht bei allen betrachteten Vorgehen zu finden. Einige Autoren (Payne, 1982; Sterman, 2000) stellen die Annahmen in Form

von Hypothesen auf, welche nach der Modellierung getestet werden, andere sehen die Annahmehbildung als ersten Schritt zur Modellierung, indem erste Wirkverhältnisse festgelegt und Elemente identifiziert werden (Doran, 1997).

Nach diesen vorbereitenden Tätigkeiten gehen alle untersuchten Vorgehen zur *Modellbildung* über. Dabei unterscheidet sich der Detaillierungsgrad erheblich. Während Law und Kelton (1991) und Gilbert und Troitzsch (2005) sowie Nance (1994) die Modellbildung sehr detailliert in unterschiedlichen Stufen beschreiben, differenzieren andere Autoren kaum zwischen der konzeptuellen Modellierung, der Erstellung eines formalen Modells und der Umsetzung als Computerprogramm. Auch die Integration der *Validierungs- und Verifikations-schritte* unterscheidet sich. Während bei Doran (1997) Verifikation, Validierung und Sensitivitätsanalyse als einzelne, immer wiederkehrende Schritte aufgeführt werden, sind Nance (1994) sowie Law und Kelton (1991) konkreter. Beide unterscheiden zwischen der Validierung des konzeptuellen Modells und der Verifikation des implementierten Modells. Sie ordnen die Schritte auch in den Modellerstellungsprozess ein, was konkrete Rücksprünge auf vorhergehende Schritte möglich macht.

Wie mit dem implementierten Simulationsmodell umgegangen wird, unterscheidet sich bei den Autoren. Einige (Law und Kelton, 1991; Serman, 2000; Bossel, 2004; Nance, 1994; Liebl, 1992) betonen, dass zunächst ein *Experimentdesign* erfolgen muss. Anderen (Payne, 1982; Doran, 1997) genügt die Definition der Hypothesen vor der Modellerstellung. Bei ihnen schließt sich die Simulationsausführung direkt an die Modellbildung an. Der Vorteil einer detaillierten Experimentplanung ist die Festlegung der genauen Input- und Parameterkonstellationen sowie die Ableitung der Anzahl notwendiger Simulationsläufe. Dies sichert die Belastbarkeit der Ergebnisse und weist eine größere Nähe zum experimentellen Vorgehen in anderen Disziplinen wie der Psychologie oder Soziologie auf. Die explizite Planung der Experimente sorgt zudem für die notwendige Transparenz in wissenschaftlichen Studien. Es wird konkret dokumentiert, welche Faktoren in welchen Konstellationen variiert werden.

Die *Durchführung der Simulation* macht nur einen kleinen Teil des Forschungsprojektes aus. Entsprechend der Hypothesen oder des Versuchsplans werden eine Reihe von Simulationsdurchläufen zur Datensammlung ausgeführt und die entstandenen *Daten analysiert*. Dies kann explorativ erfolgen, indem

z. B. Verhaltensmuster des modellierten Systems entdeckt werden, oder die Simulation nur dazu genutzt wird, vorher aufgestellte Hypothesen zu überprüfen. Die eigentliche Analyse kann sich statistischer Werkzeuge bedienen oder den Verlauf visuell erschließen. Die Analyserichtungen unterscheiden sich dabei und müssen bereits im Experimentdesign beachtet werden. Die erste Richtung ist die Bewertung der Leistungsfähigkeit eines konkreten Modells. Dabei werden konkrete Leistungsindikatoren (z. B. Kosten, Durchlaufzeiten, Fehlerquoten) ausgewertet. Das Modell wird im Hinblick auf die Stabilität bei sich verändernden Inputkonstellationen bewertet. Die zweite Analyserichtung ist der Vergleich unterschiedlicher Modellkonstellationen. Hierbei werden unterschiedliche Modelle mit ähnlichen Faktorkonstellationen genutzt. Der Modellvergleich gibt Auskunft über Muster, welche in allen Modellkonstellationen vorkommen bzw. zeigt signifikante Verhaltensunterschiede auf. Eine genaue Beschreibung der Analyseschritte findet in keinem Vorgehen Erwähnung, da die Auswahl geeigneter Methoden sehr stark vom Untersuchungsgegenstand und dem Untersuchungsfokus abhängen.

Mit der Analyse enden die meisten Simulationsvorhaben. In einigen Fällen (Nance, 1994) ist das *Ableiten von Handlungsempfehlungen* und die Einbindung des Simulationsmodells in die Entscheidungsfindung vorgesehen. Zudem wird die *Dokumentation und die Ergebnispräsentation* zur Sicherung der Akzeptanz und Nachhaltigkeit der Simulation aufgeführt (Law und Kelton, 1991).

Der Ansatz von Nance (1994, S. 22) (Abbildung 4.4) bietet im Hinblick auf die oben skizzierten Bewertungskriterien den höchsten Detaillierungsgrad. Daher soll er im weiteren Verlauf der Arbeit genutzt werden. Über das integrierte Vorgehen aus Modellbildung, Validierung und Verifikation wird der Forschungsprozess sehr transparent dargestellt und Modellentscheidungen und -annahmen sowie deren Qualität expliziert. Weiterhin ist das Vorgehen zyklisch angelegt, sodass das Modell nach den ersten Simulationen weiter verfeinert wird.

Ein weiterer Vorteil im Gegensatz zu anderen untersuchten Vorgehen ist die Verwendung gut strukturierter Kommunikationsartefakte während des Forschungsprozesses. Da die schriftliche Arbeit nur den Abschluss der Forschung darstellt und der Leser nicht jeden Weg und Irrweg nachvollziehen will, dienen diese Artefakte zur Darstellung eines schlüssigen, transparenten Gedankengebäu-

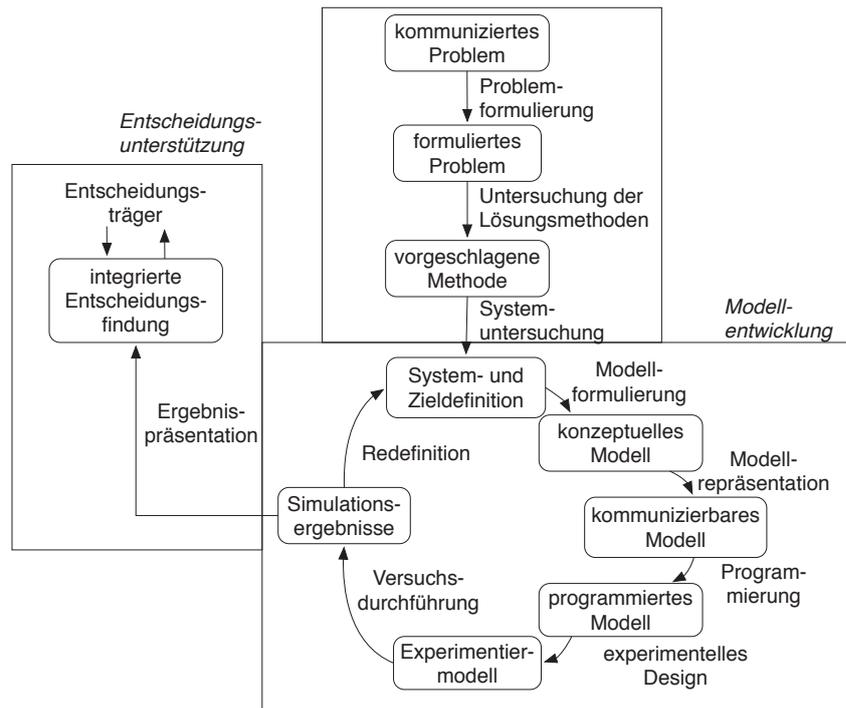


Abbildung 4.4: Vorgehen bei der Durchführung von Simulationsstudien nach Nance (1994, S. 22)

des und unterstützen den Leser bei der Bewertung. Dabei wird phasenadäquat in die kommunizierte Problemstellung, das kommunizierte Modell und die Ergebnispräsentation unterschieden. Diese Artefakte finden sich in der Struktur dieser Arbeit wieder.

Entgegen aller Unterschiede in den vorgestellten Ansätzen zur Durchführung von Simulationsstudien lassen sich drei Tätigkeiten bei allen Autoren identifizieren: (a) Modellierung und Implementierung, (b) Planen, Durchführen und Auswerten der Experimenten sowie (c) Validierung und Verifikation der Modelle. Während die ersten beiden Tätigkeiten aufeinander aufbauen, ist die Validierung und Verifikation jeweils ein begleitender Schritt. Entsprechend wird im nächsten Abschnitt zunächst auf die Modellierung und Implementierung eingegangen und entsprechende Methoden werden dafür spezifiziert. Danach werden die Ansätze zur Experimentgestaltung und -auswertung sowie zur Validierung und Verifikation von Modellen vorgestellt.

4.3 Modellierung und Implementierung

Die Modellierung vereint intuitive und wissenschaftliche Aspekte miteinander. Da der Modellierende auf seine Erfahrung zurückgreift und es sich bei den entstehenden Modellen um plausible Darstellungen der Realität handelt, welche nicht vollständig objektivierbar sind, wird von vielen Autoren die Modellierung eher als Kunst beschrieben (Tocher, 1963; Shannon, 1975). Dennoch gibt es wissenschaftliche Kriterien für die Modellbildung, welche die Generalisierbarkeit und Übertragbarkeit der Ergebnisse sichern sollen.

Zentral ist hierbei der Begriff des Modells. Dieser wird im nächsten Schritt spezifiziert. Die daran anschließenden Abschnitte beschreiben, welche Schritte von der Modellbildung bis zur Implementierung durchlaufen und wie diese wissenschaftlich unterfüttert werden.

4.3.1 Der Modellbegriff

Die Bearbeitung von Modellen stellt einen wesentlichen Bestandteil der wissenschaftlichen Tätigkeit dar (Morgan, 1999). Im Erkenntnisprozess werden Modelle zur Erklärung, zum Verständnis und zur Verbesserung von Systemen verwendet. Der Forschungsprozess kann daher als modellbasierte Abduktion zur Gewinnung neuer Hypothesen gefasst werden (Magnani, 1999). Hierbei wird an zwei Punkten Wissen erzeugt: (a) durch das Treffen von Modellierungsentscheidungen und deren Folgen sowie (b) durch die Nutzung und Manipulation des entwickelten Modells (Morgan, 1999). Modelle dienen somit dem „surrogate reasoning“ (Swoyer, 1991), da nicht auf das Ursprungsobjekt, sondern seine Repräsentation zugegriffen wird. Da in das Surrogat sowohl realweltliche Beobachtungen als auch theoretische Annahmen einfließen, eignen sich Modelle als Vermittlung zwischen beiden Aspekten (Morrison und Morgan, 1999).

Die Definition des Modellbegriffs unterscheidet sich in den Disziplinen. Allgemein kann jedoch ein *Modell* (eines Realsystems) definiert werden als: „representation of a group of objects or ideas in some form other than that of the entity itself“ (Shannon, 1975, S. 4). Die Repräsentation kann dabei den Status von physikalischen oder fiktionalen Objekten annehmen (Frigg und Hartmann, 2012). Modelle als physikalische Objekte bilden das System haptisch erfahrbar nach, wie z. B. im ursprünglichem Metall-DNA-Modell. Fiktionale

Objekte haben hingegen keine materielle Repräsentanz. Sie stellen vielmehr Vorstellungen des Modellierenden über die Realität dar. Diese Vorstellungen nehmen wiederum Objektcharakter an und können damit manipuliert und bearbeitet werden (Frigg, 2010). Fiktionale Objekte werden nach der Art ihrer Beschreibung unterschieden in mengentheoretische Strukturen, textuelle Beschreibungen oder Gleichungen. Sie treten jedoch häufig in gemischter Form aus textueller und mathematischer (Mengen und Gleichungen) Beschreibung auf.

Auch der Formalisierungsgrad unterscheidet sich zwischen der verwendenden Disziplin. Während die ingenieurwissenschaftliche und ökonomische Sichtweise auf Modelle durch starke Formalisierung und Quantifizierung geprägt ist und einen hohen Mathematisierungsgrad aufweist, erfassen sozialwissenschaftliche Modelle eher Systeme, deren Zielstellung nicht determiniert ist und deren Gestaltungsoptionen miteinander in Konflikt stehen können. Entsprechend werden dort eher qualitative Modelle in Wort- und Bildform verwendet.

In allen Fällen sind Modelle eine Repräsentanz des Systems, eine Replikation eines Realitätsausschnitts, welche sich durch drei Merkmale auszeichnen Stachowiak (1973, S. 131 ff.):

Abbildungsmerkmal

Modelle sind nicht identisch mit dem abgebildeten Realitätsausschnitt.

Verkürzungsmerkmal

Modelle enthalten nur Elemente, welche der Modellersteller als relevant erachtet.

Pragmatisches Merkmal

Modelle sind den Originalen nicht eindeutig zugeordnet. Die abgebildeten Elemente werden nach dem Nutzer, dem betrachteten Zeitabschnitt und den relevanten Operationen ausgewählt und dargestellt.

Darüber, wie das Modell gebildet wird und welchen Wahrheitsgehalt Modelle aufweisen, existiert eine Reihe wissenschaftsphilosophischer Auseinandersetzungen. Saam und Gautschi (2015) bieten einen Überblick zu den Modellbegriffen in der Sozialwissenschaft und deren wissenschaftsphilosophischer Verankerung. Für die wissenschaftliche Modellbildung spielt z. B. die Art des modellierten

Realitätsausschnitts eine Rolle. Die Grundlage für Modelle kann in Phänomenen, Daten oder Theorien liegen (Frigg und Hartmann, 2012). *Phänomenologische Modelle* repräsentieren dabei nur beobachtbare Eigenschaften des Realitätsausschnitts. Elemente, welche verborgen sind, werden nicht berücksichtigt. Werden die Beobachtungen bereinigt und aufbereitet, so spricht man von *Modellen von Daten*. Weiterhin können Modelle aus der Theorie abgeleitet werden. Diese *Modelle von Theorien* sind formalisierte, aber interpretierte Theoriestücke (Ziegler, 1972, S. 19). Die getroffenen Annahmen über das System sind daher theoriebasiert. Modelle selbst sind dabei autonom; sie hängen nur partiell von Theorien und dem untersuchten Gegenstand ab. Weiterhin können Theorien selbst als Menge von Modellen gefasst werden. Modelle von Daten und Modellen von Theorien werden häufig miteinander verglichen, um die Theorie zu überprüfen (Balzer, 1997). Jede Modellierung eines Theorieaspekts oder seine empirische Überprüfung erweitert und verfeinert somit die Theorie.

Neben dem Gegenstand des Modells ist zudem die Art der Repräsentation in der Modellbildung von Relevanz. Die wissenschaftliche Arbeit mit Modellen kann folgendermaßen beschrieben werden: „When presenting a model, scientists perform two different acts: they present a hypothetical system as object of study, and they claim that this system is a representation of the particular part or aspect of the world that we are interested in, the so-called target system.“ (Frigg, 2010, S. 252) Bei der Repräsentation werden relationale und nicht relationale Ansätze unterschieden. *Relationale Ansätze* der Repräsentation betonen den Morphismus und die Ähnlichkeit zwischen Elementen des Untersuchungssystems und des Modells. Der Strukturert halt steht bei den meisten dieser Ansätze im Mittelpunkt. Es werden dabei homomorphe (jedem Systemelement ist genau ein Abbildungselement zugeordnet) und isomorphe (strikttere Variante der Homomorphie, wobei die Relation auch umkehrbar sein muss) Modelle unterschieden (Saam und Gautschi, 2015). Die morphischen Ansätze sind dabei für die wissenschaftliche Erkenntnis zu strikt. Die Beziehung zwischen System und Modell wird in der Praxis häufig hypothetisch formuliert. Die beiden Objekte weisen daher Ähnlichkeiten auf, sind aber vereinfacht als „idealized systems“ dargestellt. Problematisch hierbei ist die Bestimmung des Grades der Ähnlichkeit.

Im Gegensatz dazu betrachten *nicht relationale Ansätze* den Vorgang der Modellbildung und -nutzung. Hughes (1997) führt Repräsentation daher auf drei Schritte zurück: (a) Bezeichnung, (b) Demonstration und (c) Interpretation. Die Bezeichnung beinhaltet nicht notwendigerweise die Ähnlichkeit zwischen System und Modell. Ein Modell wird als Symbol für das untersuchte System genutzt (Demonstration). Die wissenschaftliche Arbeit erfolgt an dem Symbol. Die Beurteilung, ob die Modellierung angemessen war, erfolgt im Interpretationsschritt. Hierbei werden die Ergebnisse des Modells in Bezug auf das repräsentierte System betrachtet. Insbesondere die Bezeichnung und die Interpretation müssen wissenschaftlichen Kriterien unterworfen werden. Suárez (2004) fordert daher, dass die Darstellungskraft („representational force“) eines Modells durch die Normen wissenschaftlicher Praxis sichergestellt werden muss. Weiterhin ist ein Modell nur repräsentativ für das System, wenn wissenschaftliche Regeln für korrekte und inkorrekte Rückschlüsse auf das repräsentierte System vorliegen. Die Gültigkeit wird daher nicht über die Ähnlichkeit zwischen System und Modell geprüft, sondern prozedural sichergestellt.

Simulationsmodelle sind ein konkreter Anwendungsfall der Modellbildung. Sie machen sich die Eigenschaft von konzeptuellen Modellen zunutze, Sachverhalte formalisiert darzustellen und das Experimentieren am Forschungsgegenstand zu erleichtern (Elmaghraby, 1968). Demnach bildet das konzeptuelle Modell den Ausgangspunkt für die Simulation, indem es die Untersuchungsfrage, Hypothesen, betrachtete Komponenten und Effekte festlegt (Liebl, 1992). Simulationsmodelle spezifizieren das konzeptuelle Modell anhand des Inputs, Outputs und deren funktionaler Beziehung zueinander. Jedes Simulationsmodell besteht daher aus den folgenden Elementen (Shannon, 1975, S. 14):

Komponenten

Teile, welche zusammengenommen das System ergeben, auch Elemente oder Subsysteme;

Variablen

Menge, welcher über eine Funktion Werte zugeordnet werden;

- Exogene Variablen (Inputvariablen) haben ihren Ursprung außerhalb des Systems, während

- endogene Variablen (Status- oder Outputvariablen) aufgrund interner Zusammenhänge belegt werden;

Parameter

Menge, welcher der Modellnutzer beliebige Werte zuordnen kann, die während der Modellausführung nicht variieren;

Funktionale Beziehungen

Beschreibung des Verhaltens zwischen Komponenten über Variablen und Parameter. Sie werden häufig in Form mathematischer Gleichungen beschrieben.

- Deterministische Beziehungen beschreiben eine eindeutige Wirkung, während
- stochastische Beziehungen einen Grad von Unsicherheit in der Beziehung enthalten;

Beschränkungen

Wertebereiche für Variablen und Ressourcen, welche durch die Modellentwicklung oder die Charakteristika des Systems festgelegt werden;

Bewertungsfunktionen (criterion functions)

Zielstellung des Systems und Art der Bewertung der Zielerreichung.

Die Modellerstellung wird in unterschiedlichen Schritten vollzogen, um von einem Realitätsausschnitt über ein konzeptuelles Modell zu einem ausführbaren und nutzbaren Simulationsmodell zu gelangen. Dies wird im Folgenden dargestellt.

4.3.2 Modellerstellung

Die Modellerstellung ist als Explikationsprozess zu verstehen, welcher auf systematische, explizite und effiziente Weise Bewertungen und Intuition über ein realweltliches Objekt in ein Modell überführt (Shannon, 1975, S. 4). Modellierung stellt einen Untersuchungsweg dar, wenn der Zugriff auf das Untersuchungsobjekt schwierig ist. Stattdessen wird ein hinreichend ähnliches Modell zur Untersuchung genutzt und die Ergebnisse auf das ursprüngliche

Untersuchungsobjekt übertragen (Doran und Gilbert, 1994, S. 4). Es stellt sich daher die Frage, wie das Modell „hinreichend genau“ abgebildet werden kann. In die Modellerstellung spielen daher neben theoretischen Aspekten und empirischen Daten auch mathematische Konzepte und Techniken, stilisierte Fakten, Sichtweisen, Analogien sowie Metaphern hinein (Boumans, 1999, S. 93).

Die Modellspezifikation und -ausführung sollte in Simulationsstudien getrennt werden. Hierfür eignet sich ein hierarchisches Vorgehen, in dem das Modell sukzessive verfeinert wird, bis es die gewünschte Komplexität widerspiegelt (Shannon, 1975, S. 19 f.). In Anlehnung an das Vorgehen für Simulationsstudien sind folgende sieben Stufen der Formalisierung zu nennen (Nance, 1994, S. 6 f.):

1. *Konzeptuelles Modell* – existiert als Gedankenkonstrukt des Modellierenden und hängt ab von der Form des Systems, der Wahrnehmung des Systems durch den Modellierenden (Hintergrund, Erfahrung) sowie dem Untersuchungsschwerpunkt.
2. *Kommunizierbares Modell* – Explikation des konzeptuellen Modells zum Zweck der Kommunikation mit anderen Akteuren oder dem Vergleich mit dem System durch Andere. Je nach Zweck können unterschiedliche Modelle erstellt werden. Diese werden entweder aus einem gemeinsamen kommunizierbaren Modell oder unterschiedlichen konzeptuellen Modellen abgeleitet.
3. *Programmiertes Modell* – Repräsentation eines Modells, das die Ausführung auf einem Computer erlaubt und Simulationsresultate produziert. Es ist ein kommunizierbares Modell, aus welchem experimentell Resultate gewonnen werden können.
4. *Experimentiermodell* – Programmiertes Modell sowie ausführbare Beschreibung der Testumgebung.
5. *Modellresultate* – Ergebnisse eines einzelnen Durchlaufs des Experimentiermodells oder Ergebnisse, welche die Bedingungen eines Testszenarios erfüllen und somit mehrere Modelldurchläufe mit unterschiedlichen Inputwerten, Strukturveränderungen etc. erfordern.

6. *Integrierte Entscheidungsunterstützung* – Ausweitung der experimentellen Umgebung auf mehrere Szenarien, um unterschiedliche Verhaltenseigenschaften oder Trends zu identifizieren.
7. *Angepasstes Modell* – signifikante Veränderung des Modells zur Erweiterung der Funktionen oder Reformulierung des Untersuchungsergebnisses.

Betrachtet man nur die Schritte der Modellerstellung ergibt sich ein dreistufiger Transformationsprozess (Hoover und Perry, 1984): (a) Erstellen eines konzeptuellen Modells zur Festlegung der Systembegrenzung; (b) Überführung in logisches Modell durch Zerlegung in operative Komponenten mittels Formulierung der relevanten Zusammenhänge und der Abbildung der Einflüsse der Umwelt; sowie (c) Implementierung in ein Computerprogramm. Die Methoden, welche bei der Anwendung dieser Transformationsschritte zum Einsatz kommen, werden im Folgenden beschrieben.

Erstellen eines konzeptuellen Modells

Das konzeptuelle Modell stellt den ersten Zugang zur Untersuchung des Systems dar. Ein modularer Aufbau erleichtert dabei die spätere Verfeinerung durch Hinzunahme neuer Variablen. Weiterhin kann die Aggregation von Variablen im Studienverlauf zurückgenommen und restriktive Annahmen gelöst werden. Die Erstellung des konzeptuellen Modells wird in sechs Schritten ausgeführt (Shannon, 1975, S. 90 f.):

1. Problemdefinition;
2. Festlegung der Zielstellung;
3. Systemabgrenzung;
4. Bestimmen der relevanten Komponenten und Variablen;
5. Annahmen und Abstraktion der Beziehungen zwischen Komponenten und Variablen; sowie
6. Abschätzen der Werte der relevanten Parameter.

Eine klare Problem- und Zieldefinition (Schritte 1 und 2) dient der Abgrenzung des Problembereichs vom Rest der Welt. Sodann wird zwischen dem System und seiner Umwelt unterschieden, um den Betrachtungsbereich festzulegen (Schritt 3). Die Wirkung der relevanten Umwelt wird über die Parameter beschrieben, während das Modell das Verhalten innerhalb der Systemgrenzen darstellt (Shannon, 1975, S. 26). Beide Abgrenzungen schränken die Anzahl möglicher Komponenten und deren Verbindungen ein (Shannon, 1975, S. 38).

Die statische Modellbeschreibung erfolgt über die Analyse, Abstraktion, Vereinfachung und Synthese der Komponenten und Beziehungen (Shannon, 1975, S. 18). Die relevanten Subsysteme und Komponenten werden über hierarchische Dekomposition identifiziert und in Beziehung zueinander gestellt (Shannon, 1975, S. 38). Diese erfolgt horizontal (alle Subsysteme einer Abstraktionsstufe) und vertikal (ein Subsystem in voller Tiefe) (Nance, 1994, S. 8). In der statischen Beschreibung werden zunächst die relevanten Komponenten identifiziert (top-down). Jede Komponente wird dann über eine Menge an Input- und Outputvariablen spezifiziert (bottom-up). Die zentralen Outputvariablen leiten sich direkt aus dem Modellzweck ab. Sie werden so gewählt, dass die Zielstellung des Modells messbar ist. Schwieriger ist die Bestimmung der Input- bzw. Statusvariablen. Meist sind im Realsystem eine Vielzahl von Einflussfaktoren zu beobachten, deren komplette Darstellung in einem isomorphen Modell selten notwendig ist. Vielmehr werden über ein homomorphes Abbild bestimmte Eigenschaften betont und andere weggelassen (Payne, 1982, S. 226 f.). Weiterhin wird die Transformation zwischen den Variablen auf Grundlage der Modellannahmen beschrieben. Sie wird in Richtung und Inhalt durch ein einfaches Pfeildiagramm dargestellt oder bereits als logische oder mathematische Beziehung formalisiert (Law und Kelton, 1991, S. 1).

Zur Spezifikation der Elemente, Attribute und Aktivitäten gibt es kein festes Vorgehen, sie basiert in großen Teilen auf dem Wissen und der Intuition des Modellierenden. Da die Aussagekraft und Übertragbarkeit des Modells von der Validität der Systemanalyse, der Abstraktion, der Vereinfachung und Synthese abhängen (Shannon, 1975, S. 18 f.), sollte die Modellierung durch Theorie, empirische Daten und Erfahrungen gestützt und im Forschungsprozess transparent dargestellt werden (Payne, 1982, S. 226). Für die Präsentation des

konzeptuellen Modells ist daher die schlüssige Darstellung der Annahmen sowie die Begründung der Komponentenauswahl zu beachten.

Häufig umfasst der erste Entwurf eine Vielzahl ungeordneter Komponenten in komplexen Beziehungen. Sowohl die Anzahl der Komponenten als auch die Komplexität der Beziehungen muss für ein transparentes und effizient nutzbares Modell über Modellabstraktion und -vereinfachung reduziert werden. Dabei werden folgende Strategien empfohlen (Shannon, 1975, S. 20):

- Umwandlung von Variablen in Konstanten;
- Eliminieren oder Zusammenführen von Variablen;
- Annahme linearer Beziehungen;
- Nutzung stärkerer Annahmen und Restriktionen;
- Einengen der Grenzen des Systems.

Die Modellabstraktion ist ein Spezialfall der Vereinfachung. Die Elemente und Verhaltensweisen werden dabei unter einer anderen Form bzw. in anderer Detailtiefe als im Original beschrieben. Dazu werden Analogiebildung und die Assoziation mit bereits bekannten und gelösten Problemstellungen genutzt (Shannon, 1975, S. 20).

Die Modellvereinfachung hat den Nachteil, dass häufig der Erklärungsgehalt und die Übertragbarkeit des Modells sinkt. Bei jeder Vereinfachung sollte daher zwischen der Genauigkeit und Effizienz des Systems abgewogen werden, sodass kein signifikanter Verlust an Genauigkeit entsteht (Shannon, 1975, S. 60 f.).

Im Ergebnis der konzeptuellen Modellierung steht ein reduziertes statisches Modell bestehend aus allen Komponenten, ihren In- und Outputvariablen sowie der Beschreibung der Relation der Komponenten untereinander, z. B. in Form eines Flussdiagramms. Die zeitliche Dynamik wird dabei noch nicht hinreichend erfasst. Die Beschreibung der Statusveränderungen im System und ihre zeitliche Abfolge werden daher im logischen Modell ergänzt.

Überführung in logisches Modell

Die statische Beschreibung wird im logischen Modell um die Zustandsveränderungen des Systems und der Umwelt über die Zeit ergänzt. Der Zustand

des Systems bzw. einzelner Komponenten wird über die wertmäßige Veränderung des dazugehörigen Statusvariablensets beschrieben. In der Darstellung der Dynamik wird zwischen den einzelnen möglichen Status und ihrer Sequenz unterschieden. Die Zuweisung des Status eines (Sub-)Systems bzw. einer Komponente erfolgt über die funktionale Verknüpfung von Input- mit Status- und Outputvariablen, üblicherweise beschrieben in mathematischen Gleichungen (Nance, 1994).

Die Bestimmung der funktionalen Beziehung hängt stark vom Wissen über das System ab. Je zugänglicher das System ist und je besser es erforscht ist, desto leichter fällt die Formulierung der funktionalen Zusammenhänge. Ist kein funktionaler Zusammenhang zwischen In- und Outputvariablen offensichtlich oder bekannt, muss dieser über eine Schätzung oder theoretische Herleitung bestimmt werden (Shannon, 1975, S. 64).

Findet im Simulationsprojekt keine eigene Datenerhebung statt, können bestehende Regressionsanalysen zur Bestimmung des funktionalen Zusammenhangs herangezogen werden. Durch eine strukturierte Literaturrecherche lassen sich B-Koeffizienten und ihre Schwankungsbereiche sammeln und in das logische Modell aufnehmen.

Sind alle Komponenten und Subsysteme analysiert und modelliert, werden sie rekombiniert. Die Kombination ist eine künstliche Annäherung an das tatsächliche komplexe Systemverhalten auf Basis relativ einfacher Elemente (Shannon, 1975, S. 17 f.). Bedeutend hierfür ist die Sequenz der Statusveränderungen. Diese ergibt sich über die Wechselwirkung und Verkettung von Input-, Status- und Outputparametern. Die Statusveränderungen einer Komponente wirken als Input auf andere Komponenten und stoßen damit eine Veränderungssequenz an, welche in den Outputparametern beobachtbar ist. Die Darstellung der Verkettung ist bereits in der konzeptuellen Modellierung über die Relation der Komponenten erfolgt, die genaue Ausprägung wird jedoch erst im logischen Modell beschrieben. Durch die Verkettung werden in das Modell Rückkopplungen eingeführt, welche zu einem emergenten Verhalten führen und somit die Komplexität des Realsystem adäquat widerspiegeln.

In logischen Modellen kann die Belegung der Variablen entweder deterministisch oder stochastisch erfolgen. Bei deterministischen Simulationsmodellen sind Zufallsereignisse ausgeschlossen; stochastische Modelle berücksichtigen solche

Einflüsse jedoch explizit (Bossel, 2004, S. 21). Stochastische Elemente erhöhen dabei die Realitätsnähe. Insbesondere in soziotechnischen Systemen ist der Eintritt eines Ereignisses häufig kontingent und damit nicht sicher. Die Darstellung dieser Unsicherheit erfordert jedoch die Wahl einer geeigneten Zufallsverteilung für jede stochastische Variable (Law und Kelton, 1991, S. 325 f.).

Diese stellt die Verteilung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines zufälligen Ereignisses dar. Die Auswahl einer geeigneten Verteilung kann entweder auf Beobachtungsdaten oder theoretischen Annahmen über die Variable basieren. Liegen empirisch erhobene Parameterwerte für die Zufallsverteilung vor, können diese (Law und Kelton, 1991, S. 328 f.):

- direkt als Inputdaten verwendet werden;
- zur Ableitung einer empirischen Verteilungsfunktion genutzt werden; oder
- zur Anpassung einer theoretischen Verteilung herangezogen werden.

Die ersten beiden Varianten implizieren, dass die Erfahrungen aus der Vergangenheit in die Zukunft extrapoliert werden können und die Form der Verteilung erhalten bleibt (Shannon, 1975, S. 27 f.). Dies ist insofern problematisch, da im Simulationsmodell andere Umwelt- und Systemkonstellationen auftreten, welche die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmter Ereignisse beeinflussen. Für die Simulation ist daher der letzte Ansatz zu bevorzugen, da er die Reproduktion vergangener Ereignisse, wie sie bei der direkten Nutzung von Inputdaten entstehen, vermeidet und Unregelmäßigkeiten der empirischen Verteilung umgeht. Zudem ermöglichen die theoretischen Verteilungen eine Fortschreibung der Werte über den Beobachtungshorizont hinaus.

Die theoretische Verteilung kann entweder anhand statistischer Verfahren aus vorliegenden Daten geschätzt werden oder ohne Datenbasis aus den bekannten Eigenschaften der Variablen abgeleitet werden. Hierzu schlagen Law und Kelton (1991, S. 403 f.) zwei heuristische Verfahren vor: Schätzung der Dreiecksverteilung oder Bestimmung der Beta-Verteilung

Bei der Dreiecksverteilung ist neben dem Intervall möglicher Daten eine weitere Einschätzung des wahrscheinlichsten Wertes notwendig (Liebl, 1992, S. 132). Der zweite Ansatz legt hingegen eine Beta-Verteilung für die Dichtefunktion zugrunde (Law und Kelton, 1991, S. 404). Dieser Ansatz hat den Vorteil,

dass die Beta-Verteilung mit zwei Formparametern flexibler und formbarer ist als die Dreiecksverteilung. Zur Auswahl der Formparameter kann einmal davon ausgegangen werden, dass jeder Wert die gleiche Auftretenswahrscheinlichkeit hat. Die Parameter haben dann beide die Ausprägung 1. Die Verteilung nimmt die Form einer Gleichverteilung im Intervall an (Liebl, 1992, S. 132). Die zweite Variante ist die Annahme, dass die Verteilung rechtsschief ist. Die Parameter lassen sich dann über die subjektive Schätzung des Mittelwertes und des Modus ermitteln.

Mit der Anreicherung des konzeptuellen Modells um die funktionalen Beziehungen zwischen den Komponenten und der Auswahl der stochastischen Verteilungen für Zufallsvariablen ist ein weiterer Formalisierungsschritt vollzogen. Das resultierende logische Modell kann daraufhin in ein Computerprogramm implementiert werden.

Implementierung in ein Computerprogramm

Die Umsetzung des logischen Modells in ein lauffähiges Computerprogramm kann auf drei Wegen erfolgen. Entweder wird das Modell selbst von Grund auf mittels einer General-Purpose-Sprache (Java, C++, C# etc.) programmiert, es werden bestehende Programmroutinen aus Spezialbibliotheken genutzt (Ascape, adevs etc.) oder der Forscher bedient sich einer Simulationsumgebung, welche die relevanten Programmbausteine und eine Experimentierumgebung zur Verfügung stellt.

Für die vollständig eigenständige Erstellung des Computerprogramms spricht die Kontrolle, welche der Forscher auf die konkrete Implementierung hat. Der Nachteil selbsterstellter Simulationsprogramme ist der Aufwand und die Anfälligkeit für Fehler, welche aus unzureichender Erfahrung und Qualitätssicherung resultieren. Bestehende Programmbibliotheken reduzieren meist den Aufwand erheblich. Ihre Qualität ist durch eine breite Nutzerbasis und kontinuierliche Weiterentwicklung häufig sehr hoch. Es kann zwar zu Einschränkungen in der für die Simulation notwendigen Funktionalität kommen, für die meisten Anwendungsfelder sollte jedoch der Umfang genügen. Simulationsumgebungen werden hingegen häufig von kommerziellen Anbietern vertrieben. Sie stellen bereits eine Reihe von Verhaltensmustern, Komponentenarten und Funktionsbibliotheken zur Verfügung. Zudem bieten einige Werkzeuge auch eine grafische

Oberfläche, welche zur konzeptuellen Modellierung genutzt werden kann. Es ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, einen Überblick und Vergleich der Bibliotheken und Umgebungen zu geben. Je nach Modellierungs- und Simulationsart (systemdynamisch, ereignisorientiert, agentenorientiert) und der Verwendungsdomäne (allgemeine Verwendung, Infrastruktursimulation, Produktionsplanung, Logistik, Klimasimulation etc.) existieren umfangreiche Spezialwerkzeuge.

Im Zuge der Implementierung ist es notwendig, das Programm zu testen und Fehler zu eliminieren. Hierzu wird das Simulationsprogramm verifiziert. Anders als die Validierung ist dies eine eher technische Tätigkeit. Hierfür kann eine Reihe von Methoden der Software-Qualitätssicherung genutzt werden (Balzert, 1998, S. 301–323). Damit soll verhindert werden, dass Simulationsprogramme unübersichtlich werden. Entsprechende Methoden setzen bei der Aufteilung und Komplexitätsreduktion umfangreicher Computerprogramme an (Law und Kelton, 1991, S. 302–306):

Nutzung von Modulen und Unterprogrammen – Das Zerlegen ermöglicht ein teilweises Testen des Programms. Ausgehend vom Hauptprogramm und den wichtigsten Unterprogrammen können nach und nach weitere Programmroutinen einzeln und in der Integration getestet werden. Ein weiterer Vorteil ist die graduelle Komplexitätssteigerung während der Entwicklung.

Verifikation des Programmcodes durch Dritte – Um Betriebsblindheit zu vermeiden und Kritik am Code anzuregen, ist eine Rollentrennung von Entwickler und Tester sinnvoll. Hierbei kann die Methode des „structured walk-through“ (Yourdon, 1979) verwendet werden.

Nutzung einer Standardsimulationsumgebung – Bereits existierende Simulationsplattformen reduzieren die notwendige Entwicklungsarbeit, könnten jedoch auch Fehler enthalten, die nicht durch den Entwickler kontrollierbar sind.

Zur Implementierung und zur Durchführung der Modellexperimente wird in dieser Arbeit die Standardsimulationsumgebung AnyLogic verwendet. Diese kann alle drei Simulationsarten abdecken und unterstützt zudem hybride Simulationsmodelle. Die Implementierung erfolgt sowohl über ein grafisches Frontend

als auch in der Feinspezifikation über Java-Programmcode. Das konzeptuelle Modell wird zunächst grafisch übertragen und entsprechend der Umgebungsanforderungen angepasst. Hieraus resultiert ein Codegerüst, welches über das logische Modell gefüllt wird. Die Spezifikation der Funktionen und Verteilungen erfolgt im Programmcode unter Einbindung von Funktionsbibliotheken und Datenquellen. Die objektorientierte Programmierung vereinfacht die Wartbarkeit und das Testen der einzelnen Funktionen und Verbindungen.

Neben der Fehlerfreiheit des Simulationscodes sind weiterhin Verifikationsschritte zum Simulationsverhalten durchzuführen (Law und Kelton, 1991, S. 302). Dies betrifft insbesondere die Wirkung stochastischer Elemente, bei denen die Fehlerermittlung schwieriger ist, als in deterministischen Programmen. Hierfür bieten sich folgende Techniken an (Liebl, 1992, S. 201 ff.):

Variation der Inputparameter – Durch gezieltes Variieren der Inputparameter kann überprüft werden, ob der Output sinnvoll ist. Einfache Kennzahlen können dabei meist exakt errechnet und zum Vergleich herangezogen werden.

Nutzung eines Modelltrace – Zur Fehlersuche können „traces“ verwendet werden, welche den Systemzustand (Zustandsvariablen, Ereignisse, statistische Kennzahlen) während der Laufzeit dokumentieren und notfalls per Hand nachgerechnet werden können. Alternativ kann ein interaktiver Debugger genutzt werden, um Wertveränderungen nachzuvollziehen, indem die Simulation während ihrer Laufzeit gestoppt wird und extern Wertänderungen an das Programm weitergegeben werden.

Modellausführung unter vereinfachten Annahmen – Die Nutzung vereinfachender Annahmen für die Programmläufe lassen eine direkte, parallel durchgeführte Berechnung der Wertveränderungen zu und weisen damit die grundlegenden Funktionen des Programms nach.

Grafische Fehlersuche – Die Nutzung von Animationen und der grafischen Darstellung des Systemverhaltens vereinfacht bei vielen Modellen das Verständnis der Funktionsweise und bietet Transparenz bei der Fehlersuche.

Kontrolle der Zufallsverteilungen – Zur Sicherstellung, dass stochastische Werte richtig generiert werden, sollten die Mittelwerte und Varianzen einer

Beispielverteilung und der Zielverteilung miteinander verglichen werden. Weiterhin können Zufallswerte für Testzwecke durch konstante Werte ersetzt werden, sodass das Verhalten leichter analysierbar ist.

Der Implementierungsprozess ist somit eine Abfolge von Modellumsetzung und -verifikation. Es kommt sukzessive zu Anpassungen, welche zunächst funktionaler Art sind und im späteren Verlauf die Leistungsfähigkeit und Skalierbarkeit betreffen. Es kann bei der Implementierung jedoch auch vorkommen, dass das logische bzw. das konzeptuelle Modell angepasst werden muss, weil die ausgewählte Plattform oder Programmiersprache nicht die Möglichkeiten zur adäquaten Darstellung bietet. Das implementierte Modell ist die Grundlage für die Experimente und die Auswertung. Die Ausgestaltung des Simulationscodes beeinflusst somit die Forschungsergebnisse.

4.4 Modellexperimente und Auswertung

Mit dem implementierten Modell können Forschungsfragen strukturiert beantwortet werden. Das implementierte Modell wird zur Datenerzeugung genutzt. Die Durchführung von Simulationen ist somit vergleichbar mit Stichprobenexperimenten (sampling experiments) (Payne, 1982, S. 29). Damit die Ergebnisse wissenschaftlich tragbar sind, müssen beim experimentellen Vorgehen zwei methodische Aspekte berücksichtigt werden: die Planung der Experimente und die statistische Datenanalyse (Montgomery, 1984, S. 2). Zur Planung gehört die Definition der Messpunkte, die Auswahl und kontrollierte Variation der Parameter sowie die Stichprobenziehung. Die Datenanalyse kann mit statistischen Mitteln, aber auch explorativ durchgeführt werden.

4.4.1 Planung der Experimente

Beim Experimentieren werden an definierten Messpunkten strukturierte Daten aus dem Modell gewonnen. Dazu existieren vier Möglichkeiten (Shannon, 1975, S. 146). Zunächst kann entweder der komplette Simulationslauf oder ein bzw. mehrere Zeitabschnitte im Simulationslauf das Ziel der Datenerhebung sein. Hierbei werden die entsprechenden Mittel- und Durchschnittswerte der Zielvariablen ermittelt. Weiterhin können jede einzelne Transaktion in ihrer Ausprägung (Zeit, Intensität) betrachtet oder gleichartige Transaktionen zu Gruppen zusammengefasst werden, welche dann Mittel- bzw. Durchschnittswerte erzeugen.

Die Datensammlung erfolgt durch kontrollierte Variation der Modellvariablen. Dafür muss das Modell weiter verfeinert und eingeschränkt werden. Sinnvolle Schlüsse sind nur möglich, wenn nicht alle Variablen gleichzeitig variiert werden. Ausgangspunkt für die Einschränkung sind die im logischen Modell formulierten funktionalen Zusammenhänge. Die abhängigen Variablen werden im Experimentdesign als Reaktionsvariable (response variable) bezeichnet. Die im Simulationsexperiment Faktoren genannten unabhängigen bzw. Inputvariablen werden unterschiedlich behandelt (Shannon, 1975, S. 150 f.). Ist ihre Wirkung nur indirekt von Bedeutung, werden sie konstant gehalten und bilden damit Teil der Randbedingungen der Simulation (Payne, 1982, S. 158). Wird ihre Variation nicht kontrolliert, so bilden sie die Störgrößen des Experiments. Die

Einflussfaktoren, deren Effekt auf die Zielgrößen ermittelt werden soll, werden kontrolliert variiert (Shannon, 1975, S. 154).

Abbildung 4.5 stellt die Berücksichtigung der unterschiedlichen Variablentypen in Experimenten dar.

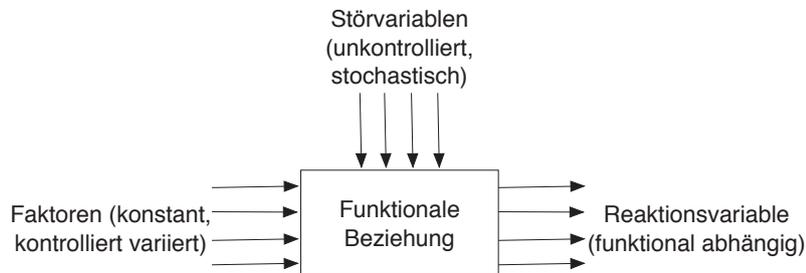


Abbildung 4.5: Variablentypen in Experimenten

Die Anzahl kontrolliert variiert Faktoren bestimmt die notwendigen Einzelexperimente über die Gestaltung von Versuchsplänen. Zur Experimentplanung werden daher jedem Faktor entsprechend seines Messniveaus (metrisch, ordinal, nominal) Faktorstufen zugewiesen. Die Kombination aus Faktoren und Faktorstufen ergeben die Zellen des Strukturmodells für das Experiment (Shannon, 1975, S. 151). Zur Ableitung konkreter Versuchspläne können unterschiedliche Vorgehensweisen verwendet werden.

Ein Versuchsplan ist vollständig, wenn allen Zellen des Strukturmodells ein Wert der Zielgröße zugeordnet werden kann (Shannon, 1975, S. 155). Hierbei sind zwei Arten zu unterscheiden. Die einfachste Art, Versuchspläne zu gestalten, ist, jeden Faktor einzeln zu variieren und dabei die anderen konstant zu halten. Bei zwei Faktoren mit jeweils drei Faktorstufen sind daher sechs Versuche notwendig, um das experimentelle Setting komplett abzubilden. Der Nachteil dieser Methode ist, dass sich Interaktionseffekte zwischen den Faktoren nicht abbilden lassen. Daher bietet sich das Verfahren des „full factorial design“ (Montgomery, 1984, S. 335) an. Hierbei werden alle Stufen eines Faktors mit allen Stufen der anderen Faktoren gleichzeitig kombiniert. Hiermit ist die korrekte Identifikation und Interpretation von Faktorinteraktionen möglich. Die Schlussfolgerungen sind damit weniger begrenzt (Shannon, 1975, S. 165).

Trotz der Vorteile geraten vollständige Versuchspläne schnell an ihre Grenzen, wenn die Zahl der betrachteten Faktoren und Faktorstufen wächst. Aufgrund begrenzter Ressourcen kann es daher sinnvoll sein, die Experimente nicht für

alle Faktorenstufenkombinationen durchzuführen. Es wird dann von nicht vollständigen Versuchsplänen bzw. Teilfaktorplänen (fractional factorial design) gesprochen. Dabei werden die wichtigsten Faktoren empirisch identifiziert. Durch die Reduzierung des Stichprobenumfangs werden einige Haupt- und Interaktionseffekte nicht mehr berücksichtigt. Daher muss vorab festgelegt werden, welche Effekte im Erkenntnisinteresse liegen. Die konkrete Form der Versuchspläne hängt von der gewählten Methode ab (Campolongo und Saltelli, 2000). Bortz und Schuster (2010) geben einen Überblick über die Einsatzmöglichkeiten unterschiedlicher Teilfaktorpläne, wie z. B. hierarchische, geschachtelte oder Split-Plot-Versuchspläne.

Durch die Nutzung stochastischer Elemente ist das Ergebnis einer einzelnen Simulation nicht notwendigerweise präzise und repräsentativ. Die gezogenen Schlussfolgerungen wären damit häufig falsch (Law und Kelton, 1991, S. 522). Daher müssen die Experimente mehrmals wiederholt werden, damit mehr ähnliche Datenreihen zur Analyse vorliegen und sich Fehler durch Mittelwertbildung reduzieren lassen. Die Anzahl der notwendigen Replikationen des Experiments kann entweder vorher festgelegt sein oder dynamisch zur Erreichung eines bestimmten Konfidenzintervalls wachsen. Law und Kelton (1991, S. 540) diskutieren die Vor- und Nachteile der jeweiligen Verfahren.

Es werden jedoch mindestens acht Replikationen pro Faktorstufe empfohlen (Shannon, 1975, S. 163), welche nach einer ersten Analyse und dem Wissen um den Simulationsfehler erweitert werden können. Ein Vorgehen zur Berechnung findet sich bei Shannon (1975, S. 186 ff.) und Montgomery (1984, S. 123–165) und wird hier nicht weiter ausgeführt. Der Gesamtumfang des Experiments ergibt sich aus den Faktoren, den Faktorstufen und den notwendigen Replikationen der jeweiligen Kombination der Faktorstufen.

In der Versuchsplanung müssen weiterhin die Rahmenbedingungen der Simulation so festgelegt werden, dass vergleichbare Ergebnisse generiert werden. Dies betrifft insbesondere die Wahl der Startbedingungen. Sie stellen den initialen Systemzustand dar und sollten entweder den Normalzustand adäquat abbilden oder von außen induzierte Störungen darstellen, deren Wirkung im Systemverhalten beobachtet werden soll (z. B. die Stabilisierungszeit oder die Gleichgewichtsbildung). Bei der Wahl der Startbedingungen kann unterschiedlich vorgegangen werden (Shannon, 1975, S. 185 f.):

1. Die Simulation startet leer ohne spezifische Startbedingungen und in geordnetem Zustand.
2. Es werden gleiche, für alle Konstellationen schlüssige Startbedingungen für alle Varianten formuliert.
3. Jede Variante weist die für sich schlüssigen Startbedingungen auf.

Hierbei stellt die erste Alternative eine unrealistische Annahme dar. Selten befinden sich reale Systeme in einem komplett leeren, geordneten Zustand. Auch Alternative drei eignet sich wenig, da die Vergleichbarkeit der Modellvarianten nicht gegeben ist. Daher ist empfohlen, vor der Simulation ein Set von gleichen Startbedingungen für alle Varianten zu definieren, anhand derer sich ihr Verhalten analysieren lässt.

Die Experimentplanung sichert somit die Verwertbarkeit der Stichprobe. Die enthaltenen Werte der Variablen können mit statistischen Verfahren analysiert werden. Die Allgemeingültigkeit der Schlüsse muss auf induktive Inferenz geprüft werden (Payne, 1982, S. 38).

4.4.2 Simulationsauswertung

Bei der Analyse der Simulationsdaten wird der Effekt der Inputvariablen (Faktoren, Parameter) auf (a) Entscheidungskriterien, also Größen, die Qualitätsaussagen und Wahlmöglichkeiten enthalten, oder (b) diagnostische Variablen, welche ein Verhalten beschreiben oder erklären und selten bewerten, untersucht. Modelle können je nach Untersuchungsziel auf drei Arten analysiert werden: *Präskriptive Aussagen* über die Leistungsfähigkeit der Modelle beurteilen die absoluten Werte der Outputvariablen im Hinblick auf die Entscheidungskriterien. Im Kontext dieser Arbeit wäre das z. B. die Anzahl der Mitarbeiter, welche die Technologie nutzen oder die Zeit, welche benötigt wird, bis die Mehrzahl der Mitarbeiter die Technologie nutzt. Weiterhin können unterschiedliche *Modellvarianten* miteinander verglichen werden (Liebl, 1992, S. 143 f.). Dies wäre z. B. bei einer Betrachtung unterschiedlicher Entscheidungs- oder Kommunikationsmodelle der Fall. *Deskriptive Aussagen* sind hingegen durch die Untersuchung der Effekte und die Bedeutung einzelner Variablen möglich.

Hierfür wird ein Modell mit unterschiedlichen Faktoren und Parameterkonstellationen genutzt und der Einfluss einzelner Faktoren auf den Output untersucht. Für alle Analysevarianten existieren adäquate Methoden.

Bei der Methodenauswahl muss weiterhin bezüglich des zeitlichen Verhaltens der Simulation unterschieden werden. Terminierende Simulationen weisen nach einem bestimmten Ereignis keine weiteren neuen Informationen mehr auf bzw. erreicht die Simulation einen leeren Zustand. Neben dem Reaktionsverhalten kann dabei die Dauer analysiert werden, die ein System zur Erreichung eines Normal- oder Gleichgewichtszustandes nach einer Störung benötigt (Law und Kelton, 1991, S. 529).

Weiterhin existieren Simulationen, welche zeitlich nicht terminieren. Diese können in ihrem Verhalten in drei Gruppen aufgeteilt werden. Zunächst kann die Simulation einen Gleichgewichtszustand (steady state) erreichen. Die Parameterwerte werden dabei zeitlich invariant. Nicht alle Modelle erreichen einen Gleichgewichtszustand. Modelle sind z. B. bei zeitlich variierenden Inputgrößen, beim Wechsel der Strategie oder durch den Zusammenbruch beim Erreichen der Kapazitäts- oder Leistungsgrenze im stetigen Ungleichgewicht. Sie sind gekennzeichnet durch Übergangsprozesse (transient states) und Strukturbrüche (Liebl, 1992, S. 145 f.). Ohne Gleichgewichtszustand können diese Simulationen ein zyklisches Verhalten zeigen. Gleiche Parameterkonstellationen kehren dabei immer wieder. Jeder Zyklus stellt dabei selbst einen stabilen Zustand dar, der für sich analysiert werden kann (Law und Kelton, 1991, S. 530 f.). Ein dritter Typus nicht terminierender Simulationen geht weder in ein zyklisches Verhalten über noch erreicht er einen stabilen Zustand. Dies ist der Fall, wenn sich die Simulationsparameter in der Simulationszeit verändern und nicht konvergieren. Die Simulationsergebnisse werden ähnlich den Simulationen mit zyklischem Verhalten in Abschnitte unterteilt. Die Bildung dieser Abschnitte richtet sich nach den Intervallen, in denen sich die Inputparameter verändern. Jedes dieser Intervalle terminiert mit dem Wechsel des Inputparameters und kann entsprechend analysiert werden (Law und Kelton, 1991, S. 531 f.).

Welches Verhalten eine Simulation zeigt, lässt sich selten theoretisch vorab bestimmen. Daher richten sich die verwendeten Analysemethoden nach dem in den Outputreihen beobachteten Simulationsverhalten. Im Folgenden werden einzelne Analyseansätze vorgestellt und methodisch eingeordnet.

Grafisch-explorative Analyse

Einen ersten Einblick in die Systemdynamik bietet die grafische Analyse. Dabei handelt es sich um eine nicht formalisierte Methode. Die explorative Datenanalyse geht auf Turkey (1977) zurück. Einen Überblick über deren Methoden ist in Schnell (1994), Polasek (1994) und Heiler und Michels (1994) zu finden. Im Folgenden werden einzelne Einsatzbereiche kurz umrissen.

Bereits während der Simulationsdurchführung können einzelne Variablenwerte beobachtet werden. Durch die Darstellung der Variablen in einer Zeitreihe ist schnell ein Konvergieren, Oszillieren oder Terminieren der entsprechenden Systemfunktion sichtbar. Starke Schwankungen können durch die Abbildung gleitender Durchschnitte geglättet werden (Heiler und Michels, 1994, S. 342 f.). Die Darstellung der Ergebnisse ist bei einzelnen Durchläufen übersichtlich; werden jedoch mehrere Experimentreplikationen untersucht oder Modellvarianten miteinander verglichen, bietet sich die Beschränkung auf bestimmte Variablen an, um den Schwankungsbereich in mehreren Replikationen zu erfassen.

Neben der Analyse des Zeitverlaufs lassen sich einzelne Variablen der Durchläufe, z. B. die Dauer, Anzahl von nutzenden Mitarbeitern zu bestimmten Zeitpunkten, Anteil der Mitarbeiter mit einer bestimmten Einstellung zu einem festgelegten Zeitpunkt etc., im Hinblick auf ihre Streuung in den Replikationen analysieren. Hierfür eignen sich z. B. multiple Boxplots, Histogramme oder Stamm-Blatt-Darstellungen (Polasek, 1994, S. 17 ff.). Mehrere Variablen zu einem Zeitpunkt lassen sich über parallele Koordinaten miteinander in Beziehung setzen (Polasek, 1994, S. 136 ff.).

Sollen Zusammenhänge zwischen zwei Variablen grafisch analysiert werden, sind Streudiagramme ein guter Ausgangspunkt. Diese können als Q-Q- bzw. P-P-Diagramme verfeinert werden (Heiler und Michels, 1994, S. 116 ff.). Hieraus können Informationen über die Verteilung, Clusterbildung sowie die Richtung und Art des Zusammenhangs abgelesen werden. Bei höherdimensionalen Zusammenhängen bietet sich die multidimensionale Skalierung an, welche die Ähnlichkeit unterschiedlicher Beobachtungen anhand von Distanzermittlung darstellt (Mathar, 1997).

Alle Methoden der grafischen Datenanalyse stellen einen ersten Ansatz dar, um sich den Ergebnissen der Simulation zu nähern. Sie dienen dem Forscher dazu, ein Gefühl für das Modellverhalten zu bekommen; sie eignen sich hingegen

nicht zur Bewertung der Präzision und Generalisierbarkeit der beobachteten Phänomene. Hierfür sind konfirmatorische, statistische Verfahren notwendig, welche die Datenkonstellationen und Zusammenhänge im Hinblick auf ihre Signifikanz und Genauigkeit bewerten.

Statistische Analyse

Die Vertiefung der explorativen Datenanalyse erfordert weitere statistische Methoden. Die Durchführung von Simulationsexperimenten kann das Ziel verfolgen, den Einfluss bestimmter Faktoren zu bestimmen. Ausgangspunkt für die Analyse ist eine Anzahl von unabhängigen Replikationen mit unterschiedlichen Ausprägungen der Zufallsvariablen, aber mit den gleichen Startbedingungen. Für jede Replikation entsteht ein Zielwert. Die Gesamtheit aller anfallenden Zielwerte kann zur Punktschätzung und Schätzung des Konfidenzintervalls des Mittelwerts $\mu = E(X)$ genutzt werden (Law und Kelton, 1991, S. 532 f.). Daran anschließend kann das bekannte Repertoire der bi- und multivariaten Statistik zum Einsatz gebracht werden.

In der einfachsten Form wird nur ein Faktor mit zwei Ausprägungen betrachtet. Zur Auswertung des Einflusses des Faktors auf die Zielvariable können einfache hypothesenprüfende statistische Verfahren (χ^2 -, t- oder F-Test) genutzt werden. Bei mehr als zwei Ausprägungen eines Bestimmungsfaktors sollte die Varianzanalyse genutzt werden (Shannon, 1975, S. 162). Bei der Untersuchung mehrerer Faktoren ist für jeden Faktor der Haupteinfluss auf die Zielvariable sowie die Interaktion mit anderen Faktoren zu errechnen. Die Signifikanz der Haupteinflüsse und der Interaktionen wird über eine *Analysis of Variance* (ANOVA) bestimmt.

Die oben angegebenen Verfahren setzen voraus, dass die Simulation einen abgeschlossenen Zeitraum umfasst. Dies ist bei terminierenden Simulationen der Fall. Bei nicht terminierenden Simulationen lässt sich der Zielparameter nicht ohne Weiteres aus den Beobachtungswerten schätzen. Es ist jedoch festzuhalten, dass alle flüchtigen (instabilen) Systemzustände zu einem stabilen Zustand konvergieren. Die Werte werden daher mit zunehmender Laufzeit der Simulation repräsentativer. Daher lässt sich der Verlauf der Simulation in eine Einschwing- und Produktivitätsphase teilen. Daten aus der Einschwingphase sind nicht repräsentativ, da ihre Startwerte zu unterschiedlich wirken. Die Einschwingphase

sollte daher vor der Auswertung aus den Analysedaten entfernt werden. Die Länge der abzuschneidenden Anfangperiode ist nur schwer über Algorithmen zu ermitteln, weshalb Law und Kelton (1991, S. 545) eine grafische Methode präferieren. Der Zeitpunkt, ab welchem die Werte in die Analyse einfließen, wird bestimmt, indem der Punkt auf dem Graphen identifiziert wird, an dem sich die Kurve der geglätteten Mittelwerte abflacht.

Hierfür sind mehrere (empfohlen werden 5–10) Pilotdurchläufe des Simulationsexperimentes notwendig, für welche die durchschnittlichen Beobachtungswerte und Varianzen bestimmt werden (Law und Kelton, 1991, S. 547). Innerhalb des repräsentativen Betrachtungszeitraums erfolgt die Ermittlung der Analysedaten in Produktivdurchläufen, welche ähnlich wie terminierende Simulationen ausgewertet werden können (Law und Kelton, 1991, S. 552).

Für Simulationen, welche keinen stabilen Zustand erreichen, sondern ein zyklisches Verhalten zeigen, müssen die oben beschriebenen Verfahren angepasst werden. Sie werden nicht auf die gesamte Wertereihe bezogen, sondern nur auf einen identifizierten zyklischen Teil, welcher wiederum als terminiert behandelt wird (Law und Kelton, 1991, S. 565).

Die dargestellten statistischen Verfahren eignen sich dafür, die emergenten Zusammenhänge in der Interaktion unterschiedlicher Elemente offenzulegen. Sie beziehen sich dabei auf einzelne Modellvarianten. Häufig ist es jedoch von Interesse, unterschiedliche Modellvarianten zu testen und die Einflüsse unter unterschiedlichen Annahmen zu vergleichen. Hierfür sind gesonderte methodische Überlegungen anzustellen.

Modellvergleich

Beim Vergleich unterschiedlicher Implementierungsformen eines Modells werden nicht die Einflüsse einzelner Faktoren untersucht, sondern die Differenz zwischen den Zielwerten unterschiedlicher Modelle bei ähnlichen Faktorkonstellationen (Law und Kelton, 1991, S. 586). Um zu prüfen, ob die Differenz in der Modellkonstruktion begründet ist und nicht zufällig auftritt, werden Konfidenzintervalle für die Differenz der Zielwerte berechnet.

Der erste Weg dazu ist die Betrachtung der Differenz aus beiden Beobachtungsreihen und die Erzeugung eines Schätzwertes, einer Varianz und des dazugehörigen Konfidenzintervalls in einem doppelten t-Test (Liebl, 1992, S. 187 f.).

Dieser Test hat den Vorteil, dass beide Beobachtungsreihen nicht unabhängig voneinander sein müssen. Andererseits muss die Anzahl der Simulationsdurchläufe für den Vergleich gleich hoch sein. Ist dies nicht der Fall, so bietet der direkte Vergleich der beiden Datenreihen unter Berücksichtigung ihrer Freiheitsgrade (Welch-Test) eine Ausweichmöglichkeit – wobei jedoch beide Reihen unabhängig voneinander sein müssen. Beide Verfahren sind auch beim Vergleich nicht terminierender Simulationen einsetzbar. Es ist hierbei jedoch der Stabilitätspunkt zu identifizieren und die Datenreihe wie oben dargestellt zu modifizieren (Law und Kelton, 1991, S. 586–591).

Werden mehr als zwei unterschiedliche Konfigurationen miteinander verglichen, so bietet sich ein paarweiser Vergleich mit einer zentralen Modellkonfiguration an. Diese Standardkonfiguration kann z. B. aus der Abbildung des aktuellen Realsystems bestehen; die zu prüfenden Abweichungen sind dann die jeweiligen Veränderungsoptionen. Im Unterschied zu einem paarweisen Vergleich zwischen allen Modellkonfigurationen, ist hier jedes einzelne Konfidenzintervall jedoch breiter, um die Gültigkeit des Gesamtvergleichs zu sichern. Der durchgehende Paarvergleich ist in dieser Hinsicht restriktiver (Law und Kelton, 1991, S. 592–595).

Ist das Ziel des Vergleichs nicht der Nachweis von Unterschieden, sondern die Auswahl des Systems mit der besten Leistung, so sind die Mittelwerte der Zielvariablen der jeweiligen Systemkonfigurationen miteinander zu vergleichen und die Zufälligkeit des Zustandekommens dieser Mittelwerte zu berücksichtigen (Law und Kelton, 1991, S. 596 ff.). Alternativ zu den Mittelwerten bietet es sich an, unterschiedliche Konfigurationen hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit definierter Ereignisse in einem Zeitintervall zu vergleichen (Law und Kelton, 1991, S. 543 ff.). So kann z. B. die Übertrittswahrscheinlichkeit von Technologiegegnern in einen neutralen Bereich oder zu Befürwortern für unterschiedliche Interventionsstrategien miteinander verglichen werden.

Sowohl die statistische Analyse als auch der Modellvergleich erfordern eine genaue Zielstellung. Hierfür sind die Zielvariablen und die betrachteten Faktoren genau festzulegen. Daher beginnt die Vorbereitung der Auswertung bereits bei der Modellerstellung und bei der Experimentplanung.

4.5 Validierung der Modellierung und Modelle

Neben der Modellierung ist die Validierung eine zentrale Aufgabe des Forschers. Das Ziel der Modellbildung ist die Erzeugung ähnlicher Verhaltensweisen, wie sie im Realsystem beobachtbar sind. Die Sicherung der Güte der Aussagen, welche in Simulationsstudien gewonnen werden, bemisst sich in der Validität des Modells in Bezug auf das System. „If a model is not valid, than all conclusions derived from the model will be of doubtful value.“ (Law und Kelton, 1991, S. 298) Die Sichtweise, wann ein Modell eine hinreichende Abbildung des Realsystems ist, hängt von der Wissenschaftsauffassung ab. Es können drei Ansätze unterschieden werden, welche in Simulationsstudien häufig in einer Mischform auftreten.

Beim *deduktiven Vorgehen* werden Modellzusammenhänge aus einer Menge von Prämissen abgeleitet. Für diese Ansätze ist die innere logische Geschlossenheit des Modells ein Gütekriterium. Dabei erweist sich jedoch die Auswahl der Prämissen als problematisch, da diese unhinterfragt genutzt werden, aber eine hohe Prägungskraft für das Modell entfalten.

Der *empirische Ansatz* argumentiert hingegen, dass nur empirisch nachgewiesene Elemente und Zusammenhänge in die Modelle einfließen sollten. Als Gütekriterium für die Modellqualität wird hierbei die Passung zwischen Beobachtung und Modell angeführt. Diese Beobachtungen sind jedoch bereits durch implizite theoretische Annahmen vorgeprägt und nicht komplett unverzerrt (Shannon, 1975, S. 212 ff.).

Der *pragmatische Ansatz* bewertet die Güte von Modellen anhand ihrer Nützlichkeit. Der Nutzen eines Modells richtet sich nach dem verfolgten Zweck. Entsprechend sind bei Modellen für wissenschaftliche Zwecke andere Validitätskriterien gültig als für Modelle für den praktischen Einsatz (Shannon, 1975, S. 214 f.). Die Zweckmäßigkeit zur Abbildung des Realsystems, nicht dessen Genauigkeit, stellt den Gradmesser für die Validität der Simulation dar (Liebl, 1992, S. 199). Dabei führt eine Steigerung der Genauigkeit nicht notwendigerweise zu einer Verbesserung der Nützlichkeit des Modells (Payne, 1982, S. 227).

Die Zweckmäßigkeit des Modells wird in drei Aufgaben geprüft (Law und Kelton, 1991, S. 299): (a) die Sicherung der Glaubwürdigkeit als kommunikativer

Prozess, (b) die Bestimmung der adäquaten Systemabgrenzung und Auswahl der Verhaltens- sowie Interaktionsmuster im konzeptuellen Modell sowie (c) die Überprüfung der richtigen und konsistenten Implementierung des konzeptuellen Modells (Verifikation). Diese Teilbereiche korrespondieren mit den Artefakten, welche in der Studienentwicklung und -durchführung anfallen. Die einzelnen Transformationsschritte zwischen den Artefakten müssen validiert bzw. verifiziert werden (Liebl, 1992, S. 201 f.). Da die Artefakte an sich keine vollständige Repräsentation des Realsystems darstellen, ist eine objektive Validität nicht nachzuweisen (Serman, 2000, S. 846). Daher ist die Validierung der Beziehung zwischen System, Modell und Simulation als Prozess zu verstehen, der sich Gültigkeit sichert, jedoch diese nie abschließend nachweisen kann (Payne, 1982).

4.5.1 Validierung als Prozess

Während die Modellerstellung subjektiv ist, muss die Überprüfung der Modellannahmen und der Repräsentativität objektiv messbar sein. Die modellbasierte Forschung stellt sich somit als eine Abfolge von Modellentwicklungs- und -validierungsschritten dar (Blyth, 1972). Die Validierung steht somit nicht am Ende der Simulationsstudie, sondern ist in den Prozess der Erstellung eingebettet. Sind die Ergebnisse der Validierung in einem Schritt ungenügend, so ist das Modell anzupassen.

Die Zielgruppe des Modells sollte in den gesamten Gestaltungsprozess eingebunden sein. Die Validität des Modells hängt daher mit dem Glauben der Zielgruppe an die Nützlichkeit und Richtigkeit der gewonnenen Erkenntnisse zusammen (Shannon, 1975, S. 29). Zwischen Zielgruppe und Modellierendem findet daher ein Aushandlungsprozess statt, wann das Modell als valide gilt und welche Kriterien und Methoden zur Validitätsbestimmung herangezogen werden sollten. Validität ist dabei als Glaubwürdigkeit des Modells zu bezeichnen. Sie wird in kommunikativen Akten zusammen mit dem Modell konstruiert, während die Simulationsstudie fortschreitet (Bulgren, 1982, S. 126). Hier sind Bezüge zum nicht relationalen Modellbegriff zu sehen, der den Vorgang der Repräsentation des Systems bei der Bewertung vor das Ergebnis stellt. In wissenschaftlichen Studien ist die wissenschaftliche Community die Zielgruppe. Glaubwürdigkeit wird über das Aufgreifen bisheriger Arbeiten und die wissenschaftsöffentliche Diskussion des Vorgehens und der Ergebnisse hergestellt.

Weiterhin kann Validität als Genauigkeit der Abbildung verstanden werden. Dies spiegelt einen relationalen Modellbegriff wider. Die Genauigkeit bezieht sich dabei auf die Zweckerfüllung. Validität ist somit graduell, d. h. die Modelle können ihre Zwecke besser oder schlechter erfüllen. Hierbei steht die erhöhte Genauigkeit und der Informationsgewinn in einem Spannungsverhältnis mit den Kosten (z. B. der Simulationszeit) und der Verständlichkeit (z. B. durch zu viele berücksichtigte Variablen) des Modells (Van Horn, 1971; Law und Kelton, 1991). Validität entsteht aus dem Abwägen unterschiedlicher Alternativen vor dem Hintergrund der Zielvorstellung des Modells. Dabei können dem Forscher folgende Fehler unterlaufen (Balci, 1986):

Fehler 1. Art – false negatives

Modellresultate werden als invalide angesehen, obwohl sie glaubwürdig sind. Dies kann zum einen an der unsachgemäßen Anwendung und Interpretation statistischer Verfahren, zum anderen an der Anwendung unangemessener Validierungskonzepte liegen (z. B. Validierung absoluter Werte für einen Modellvergleich).

Fehler 2. Art – false positives

Modellresultate werden akzeptiert, obwohl sie nicht hinreichend glaubwürdig sind. Dieser Fehler tritt auf, wenn die Validierungsanstrengungen vernachlässigt wurden. Häufig ist dies bei Modellen der Fall, für welche keine Realsysteme vorhanden sind, z. B. bei Modellen zu Theorien.

Fehler 3. Art – irrelevancy

Die Problemlösung ist irrelevant. Fehler der dritten Art kommen zumeist durch eine verzerrte oder unvollständige Realitätswahrnehmung zustande, was sich in einer falschen Problemdefinition, unsauberen Trennung verzahnter Probleme oder Problemverlagerung während der Simulationsstudie äußert. Weiterhin kann eine falsche Vorstellung von Ursache-Wirkungszusammenhängen bzw. eine Verkehrung von Ursache und Symptom vorliegen.

Aufgrund der Fülle von Einsatzmöglichkeiten gibt es kein standardisiertes Vorgehen zur Validierung von Simulationen. Die eingesetzten Validitätskriterien und deren Gewichtung entscheidet sich nach dem Modellzweck und -typ (Liebl,

1992, S. 204 f.). Gleichwohl existieren wissenschaftlich anerkannte Methoden, welche zur Validierung genutzt werden können. Diese werden im Folgenden vorgestellt.

4.5.2 Validierungsmethoden

Im Studienprozess lassen sich allgemein drei Schritte zur Glaubwürdigkeitssicherung identifizieren (Shannon, 1975; Van Horn, 1971; Law und Kelton, 1991):

1. *Modellentwicklung mit großer Plausibilität (face validity)*

In der ersten Phase sollte das Modell oberflächlich Plausibilität aufweisen. Da sich komplexe Modelle aus mehreren einfachen, gut verstandenen Prozessen zusammensetzen, sollte jeder dieser Teilprozesse auf einer theoretischen oder empirischen Basis fußen. Dies kann über Expertenbewertungen, den Rückgriff auf Beobachtungen ähnlicher Systeme, Sachverhalte oder Daten sowie bestehende Theorien erfolgen.

2. *Empirische Überprüfung der Modellannahmen*

Wurden theoretische Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf Basis von Beobachtungsdaten erzeugt, so kann die Passung grafisch oder mittels Goodness-of-Fit-Maßen bestimmt werden. Weiterhin kann eine Sensitivitätsanalyse (eine detaillierte Darstellung findet sich unter 4.5.3) den Effekt der Inputparameter (Größe, Verteilung, Detaillierungsgrad) auf den Simulationsoutput ermitteln.

3. *Bestimmung der Repräsentativität des Simulationoutputs*

Zum Vergleich der Ergebnisdaten mit vorliegenden Daten des Realsystems können statistische Verfahren angewendet werden. Deren Eignung ist jedoch aufgrund der Eigenschaften des Realsystems (nicht stationär, autokorreliert) und der Verkürzung bei der Modellierung eingeschränkt (Law und Kelton, 1991, S. 312). Liegen keine Daten aus dem Realsystem vor, so bietet sich ein sogenannter Turing-Test an, bei welchem Experten die Outputs der Simulation so bewerten, als wären es Realdaten. Wenn sie keinen Unterschied feststellen, wird das Modell als valide angenommen (Law und Kelton, 1991, S. 312 f.).

Die Auswahl geeigneter Validierungsmethoden richtet sich nach den Eigenschaften des betrachteten Realsystems. Ist dessen Verhalten beobachtbar, so kann das Modell direkt validiert werden. Hierzu werden quantitativ-statistische Verfahren verwendet. Entzieht sich das Realsystem der Beobachtung, so ist die Validierung nur noch mittelbar und partiell möglich (Law und Kelton, 1991, S. 306). Subjektiv-qualitative Validierungsmethoden sind hierzu das Mittel der Wahl. Häufig gehen beide Methodentypen jedoch miteinander einher, da Teile des Modells auf Realdaten, andere auf plausiblen Annahmen beruhen (Shannon, 1975, S. 212).

Eine weitere Klassifikation der Methoden richtet sich nach dem Gegenstand der Validierung. Hier können Funktionen (Reaktion des Modells in unterschiedlichen Umwelten), die Simulationsergebnisse (Vergleich des Simulationsoutputs mit dem Realsystem) oder die zugrunde liegenden Theorien (Vergleich mit theoretisch bzw. analytisch gewonnenen Resultaten oder anderen Simulationen) validiert werden (Liebl, 1992, S. 206).

Wie im Vorgehen nach Nance (1994) dargestellt, greifen Modellerstellung, Studiendurchführung, Validierung und Modellanpassung in einem Zyklus ineinander. Einzelne Validierungsmethoden lassen sich den Studienphasen zuordnen. Während der gesamten Studie eignen sich Desk Checking (papierbezogenes Durchführen der Simulation), die Überprüfung der Plausibilität (face validity), das Review durch Experten sowie der Structured Walk-Through. Im Entwurfsprozess sollten Ursache-Wirkungsgraphen sowie das Testen von Submodellen genutzt werden. Mit fortschreitender Formalisierung im logischen Modell kommen Methoden wie der Test der Dimensionskonsistenz oder die Überprüfung von Extrembedingungen sowie Festwerttests infrage. Für das ausführbare Modell und die Simulationsresultate lassen sich zusätzlich Animationen, Modellvergleiche, Tests auf interne Validität, Modellbeobachtung, Sensitivitätsanalyse, statistische Verfahren, Traces und Turing Tests verwenden (Rabe, Spieckermann und Wenzel, 2008).

Im Folgenden werden konkrete Methoden nach Sterman (2000) vorgestellt, die sich entweder auf die Modellerstellung oder die Outputanalyse beziehen. Erstere sichern die Gültigkeit im Prozess bis zur Modellausführung, Letztere überprüfen, ob sich das Modell tatsächlich ähnlich dem Realsystem verhält.

Modellorientierte Validierungsmethoden

Die Plausibilität des Modellerstellungs- und Nutzungsprozesses wird durch modellorientierte Validierungsverfahren gesichert (Stermann, 2000, S. 859 ff.). Entsprechend orientieren sie sich an den in Modellen genutzten Elementen: der Modellgrenze, der Modellstruktur, den Parametern, dem Verhalten sowie der Abbildung der Zeit. Zur Überprüfung können folgende Methoden genutzt werden:

Der Test der geeigneten Grenzziehung bezieht sich auf die Definition der Modellgrenzen. Es handelt sich dabei um ein grafisches Verfahren, in dem geprüft wird, ob die Abgrenzung im konzeptuellen Modell alle für den Modellzweck relevanten Parameter einschließt und alle Beziehungen und Rückkopplungen berücksichtigt werden. Es wird hierbei die Trennung von exogenen und endogenen Parametern geprüft. Als Quellen zur Beurteilung, welche Parameter und Beziehungen genutzt werden sollten, eignen sich Befragungen von Experten, Literaturrecherche sowie eigene Erfahrungen mit dem System. Im Studienverlauf sollte sich der Modellierende fragen, ob die Hinzunahme weiterer endogener Variablen das Modellverhalten signifikant verändert (Stermann, 2000, S. 861 f.).

Tests der angemessenen Struktur prüfen, ob die Modellannahmen realistisch gewählt sind, d. h. ob der Abstraktionsgrad und das Modellverhalten dem Realsystem entspricht. Jede Handlung im System sollte daraufhin überprüft werden, ob ihre notwendigen Inputs wie angenommen verfügbar sind, ob die Zuordnung der Inputs tatsächlich flexibel ist und wie hoch die Kosten zur Inputnutzung im Modell sind. Die Handlungswirkung sollte hingegen auf Nebeneffekte und Externalitäten hin überprüft werden. Weiterhin sind alle Parameterwerte auf ihre Realitätstreue zu testen und Einschränkungen des Wertebereichs (Werte kleiner Null, angemessene Steigerungsraten) vorzunehmen. Zur Anwendung kommen die gleichen Beurteilungsverfahren wie beim Test der Grenzziehung. Zusätzlich können Teilmodelle (z. B. Entscheidungsmodelle) separat getestet werden. Zur Bestimmung des geeigneten Abstraktionsgrades sollten alternative Modellentwürfe auf unterschiedlichen Abstraktionsstufen miteinander verglichen werden (Stermann, 2000, S. 863 f.).

Konsistenz der Dimensionen bezieht sich auf die Maßeinheiten für die im Modell verwendeten Variablen. Diese sollten in der gesamten Simulation für ähnliche Variablentypen gleich gewählt werden. Auch die verwendeten Transformationsgleichungen müssen auf die Konsistenz der Einheiten hin getestet werden. Hierbei müssen die Ausgangseinheiten aus den Eingangseinheiten ohne die Verwendung von Skalierungsfaktoren hervorgehen (Sterman, 2000, S. 866).

Beim Test der verwendeten Parameterwerte kommen statistische Schätzfunktionen auf Basis der Daten des Realsystems zum Einsatz. In der Validierung ist zu prüfen, ob die gewählten Parameterwerte einen geeigneten Fit aufweisen. Zur Bestimmung einer validen Kausalität müssen sowohl statistische als auch qualitative Bewertungen erfolgen. Liegen z. B. keine Daten vor, müssen die Parameterwerte auf Erfahrungs- oder Expertenbasis geschätzt werden. Im Test werden die Entscheidungen mit bekannten Inputkonstellationen reproduziert und der Output verglichen (Sterman, 2000, S. 867 f.).

Der Test des Modells unter Extrembedingungen soll die Robustheit sicherstellen. Das Modell soll sich auch bei extremen Eingabewerten realistisch verhalten. Als Extremwerte gelten sehr hohe oder niedrige Parameterwerte ebenso wie Nullwerte. Die Extremwerte können entweder durch die Analyse jeder Gleichung oder durch Simulation überprüft werden. Dabei sind nicht nur initiale Extremwerte zu betrachten, sondern auch der plötzliche Wechsel von Parameterwerten, z. B. die abrupte Reduzierung der Mitarbeiterzahl in einer Fabrik (Sterman, 2000, S. 869 f.).

Der Test auf Integrationsfehler bezieht sich auf den Effekt, den die Wahl unterschiedlicher Zeitschritte auf das Simulationsergebnis haben kann. Die Simulationsergebnisse sollten stabil bleiben, selbst wenn sich die Zeitschritte verkürzen oder eine andere Zeitbetrachtung gewählt wird. Ändert sich das Verhalten, so ist ein kürzerer Zeittakt zu wählen. Der Test auf Integrationsfehler sollte der erste sein, welcher mit der Simulation durchgeführt wird (Sterman, 2000, S. 872).

Beim Test von Verhaltensanomalien werden einzelne Beziehungen zwischen Parametern entfernt, um ihre Bedeutung zu überprüfen (Liebl, 1992, S. 208). Hiermit wird künstlich ein anormales Verhalten erzeugt. Eine besondere Form davon ist das Entfernen von Feedbackbeziehungen. Zeigt der Simulationslauf in Kombination mit dem Test der Extrembedingungen ein unplausibles oder unmögliches Verhalten, so sollte die Rückkopplung beibehalten werden (Sterman, 2000, S. 880 f.).

Der Übertragbarkeitstest soll nachweisen, dass sich ein Modell in geeigneter Parametrisierung für unterschiedliche Instanzen der gleichen Systemklasse nutzen lässt. Ein Unternehmensmodell sollte also nicht nur für ein Unternehmen gelten, sondern auch auf andere Unternehmen anwendbar sein. Hierbei können durchaus unterschiedliche Outputs erzeugt werden. So ist ein Diffusionsmodell mit Vorsicht zu genießen, welches ausschließlich S-förmiges Nutzungswachstum produziert, da in der Realität eine Reihe weiterer Verhaltensmöglichkeiten wie der Diffusionsabbruch oder alternierendes Nutzungsverhalten existiert (Sterman, 2000, S. 881 f.).

Tests auf überraschendes Verhalten machen es notwendig, das konzeptuelle oder formale Modell zu überprüfen. Sollten die produzierten Ergebnisse von den Erwartungen abweichen, so ist zunächst das formale Modell und dann das konzeptuelle Modell zu überarbeiten. Es kann jedoch auch vorkommen, dass sich das überraschende Verhalten auch im Realsystem reproduzieren lässt. Dann ist die Modellstruktur und die Parameterkonstellation genauer zu betrachten, unter der dieses Verhalten produziert wird, um Erkenntnisse seines Ursprungs zu erhalten (Sterman, 2000, S. 882 f.).

Der Test auf Systemverbesserungen dient dazu, zu prüfen, ob die Erkenntnisse aus dem Modellverhalten im Realsystem implementiert werden können und zu seiner Verbesserung führen. Der Nachweis, dass die Modellerkenntnisse zur Systemverbesserung geführt haben, ist in den meisten Fällen schwer zu führen. Hierzu sind längerfristig angelegte Evaluationsstudien zur Auswirkung des Modellierens und der Modellnutzung auf die Systemgestaltung notwendig.

Zusammenfassend existiert eine Reihe von subjektiv-qualitativen Überprüfungen, welche genutzt werden können, um die Zweckmäßigkeit und Plausibilität des Modells einzuschätzen. Die Anwendung der Verfahren findet in den jeweiligen Modellierungsschritten statt und wird hier nicht weiter ausgeführt.

Datenorientierte Validierungsmethoden

Neben den subjektiv-qualitativen Verfahren zur Modellüberprüfung existiert ein breites Portfolio an statistischen Verfahren zur Überprüfung der Modellgüte. Die Grundlage hierfür sind Daten aus dem Realsystem oder Subsystemen, mit denen das Modellverhalten verglichen werden kann. Die Datenerhebung für die Modellentwicklung und -auswertung sollte dabei getrennt voneinander erfolgen. Es sind daher zwei Datensets zu verwenden (Payne, 1982, S. 233).

Allgemein handelt es sich bei den datenorientierten Verfahren um Anpassungstests. Es wird dabei überprüft, wie gut die im Modell erzeugten Daten an die Realdaten angepasst sind. Es wird die Abweichung zwischen Modell und Realdaten ermittelt.

Bei der Verwendung statistischer Verfahren zur Validierung muss beachtet werden, dass die Ergebnisse der Realsysteme und der Simulation häufig nicht stationär und autokorreliert sind. Die klassischen statistischen Tests (t-Test, Mann-Whitney-Test, χ^2 -Test, Kolmogorov-Smirnov-Test) sind daher nicht direkt anwendbar. Zum Vergleich von Realsystem und Modell werden daher folgende drei Verfahren in Betracht gezogen: einfache Modellüberprüfung, Konfidenzintervalle und Zeitreihenanalyse.

Bei der *einfachen Modellüberprüfung* werden sowohl im Realsystem als auch im Simulationsmodell einfache Statistiken (Mittelwerte, Varianzen, Korrelationsfunktion, Histogramme) erzeugt (Law und Kelton, 1991, S. 315). Zur Vergleichbarkeit sollten für die Simulation keine Beispieldaten als Input genutzt werden, sondern historische Realdaten. Die Nutzbarkeit dieses Verfahrens hängt stark mit der Verfügbarkeit der historischen Eingangsparameter ab. Die Interpretation, insbesondere ohne die historischen Eingangsparameter, muss mit Vorsicht erfolgen (Law und Kelton, 1991, S. 315–318).

Die zweite Variante der Nutzung statistischer Verfahren zur Validierung von Simulationen ist die Anwendung von *Konfidenzintervallen*. Hierfür werden die Mittelwertdifferenzen zwischen Real- und Modelldaten genutzt. Anhand

des Konfidenzintervalls wird die Nullhypothese (Gleichheit des Mittelwerts des Systems und der Simulation) geprüft und beim Verwerfen der Hypothese die Größe dieser Differenz ermittelt. Diese Tests schlagen jedoch häufig fehl, da die Realdaten weiterhin Einflüsse enthalten, die nicht im Modell abgebildet sind (Liebl, 1992, S. 207). Die statistische Signifikanz (Mittelwertdifferenz liegt nicht im Konfidenzintervall) ist daher der praktischen Signifikanz (Mittelwertdifferenz liegt im Konfidenzintervall, ist aber klein genug, um von einer Ähnlichkeit auszugehen) gegenüberzustellen. Die Festlegung der praktischen Signifikanz ist subjektiv und hängt von der Funktion des Modells sowie den Präferenzen der Nutzer ab. Die Methode der Nutzung von Konfidenzintervallen hat zwei Nachteile: Zum einen sind viele Daten des Realsystems und des Simulationsmodells notwendig, welche nicht ohne Weiteres zugänglich sind. Zum anderen wird die Autokorrelation zwischen den beiden Prozessen nicht berücksichtigt (Law und Kelton, 1991, S. 320).

Bei der Analyse muss auch das zeitliche Systemverhalten mit beachtet werden. Als problematisch erweisen sich hier variierende Inputfaktoren sowie das Auftreten von Übergangsprozessen. Bei Ersteren können die Validierungsverfahren nur für Zeitabschnitte angewendet werden, in denen die Inputparameter konstant bleiben oder es wird für die unterschiedlichen Parameterniveaus die Annahme der zeitlich variierenden Verteilung fallengelassen. Beim Auftreten von Übergangsprozessen liegen häufig im Realsystem keine Erfahrungswerte vor. Eine Validierung ist daher nicht möglich. Einzig in den Phasen vor und nach dem Übergang kann das stationäre Verhalten validiert werden. Die Übergangsprozesse selbst können nicht statistisch geprüft werden. Über Sensitivitätsanalysen kann jedoch die Plausibilität und Verhaltenskonsistenz geprüft werden (Liebl, 1992, S. 176 ff.). Auch bei der Validierung spielen unterschiedliche Startzustände eine Rolle. Hierbei sollte die Simulation in unterschiedliche Phasen um stationäre Punkte herum zerlegt werden, welche separat zu analysieren sind (Liebl, 1992, S. 176 ff.).

Für die Betrachtung des zeitlichen Verhaltens eignen sich *Zeitreihenanalysen* besser als die Betrachtung von Mittelwertdifferenzen. Dabei werden die Spektren der Zeitreihen aus Realsystem und Modell verglichen und anhand von Konfidenzintervall- bzw. Hypothesentests geprüft. Zeitreihenanalysen erfordern jedoch einen hohen Grad an mathematischen Kenntnissen, um die Analysepa-

parameter zu bestimmen und die Bedingungen ihrer Anwendung zu überprüfen (Law und Kelton, 1991, S. 321 f.).

Liegen keine Daten aus dem Realsystem vor, so können unterschiedliche Modellvarianten gegen eine theoriebasierte Referenzimplementierung validiert werden. Die Validierung erfolgt funktions- und nicht ergebnisbezogen. Hierbei wird geprüft, ob die vorgenommenen Modifikationen auch plausible Verhaltensänderungen hervorrufen. Der Weg des Modellvergleichs auf Basis theoretisch erzeugter Modelle ist jedoch nicht vorteilhaft. Aufgrund der rigiden Prämissen analytischer Modelle ist eine Passung zwischen den Modellen kein Qualitätsindikator.

Insgesamt bilden statistische Validierungsverfahren häufig den Abschluss eines Modellentwicklungszyklus. Aufgrund des Umfangs der Datensammlung wird in dieser Arbeit keine datenbezogene Validierung gegen das Realsystem vorgenommen. Es werden jedoch Verfahren genutzt, welche die Gültigkeit des Modells aus unterschiedlichen Richtungen absichern. Eine davon ist die Sensitivitätsanalyse.

4.5.3 Sensitivitätsanalyse

Das Ziel der Sensitivitätsanalyse ist es, die Plausibilität des Modellverhaltens über das Herbeiführen von Grenzsituationen zu überprüfen (Payne, 1982, S. 239). Dabei werden gezielt und kontrolliert Umweltparameter oder Systemstrukturen verändert und ihre Effekte auf die Simulationsergebnisse ausgewertet (Saltelli, 2000). Die Sensitivitätsanalyse kann einerseits zur Validierung genutzt werden, andererseits zeigt sie auch die Streubreite des Systemverhaltens auf. Sterman (2000, S. 883 f.) unterscheidet drei Sensitivitätstypen:

- numerische Sensitivität beschreibt die Wirkung veränderter Annahmen (z. B. in Form von Veränderungs- und Wachstumsraten) auf die Simulationsergebnisse, z. B. die Stärke oder Geschwindigkeit der Reaktion;
- verhaltensbezogene Sensitivität beschreibt die Wirkung veränderter Annahmen auf die Verhaltensmuster der Simulation, z. B. eine Veränderung von einer graduellen Entwicklung zu einem überschießenden Wachstum mit anschließendem Zusammenbruch;

- strategische Sensitivität beschreibt die Auswirkung veränderter Annahmen auf die Folgen der untersuchten Strategie. So kann in einem Modell die Preisreduzierung den Marktanteil und die Profitabilität erhöhen, während sie im anderen zu einem Preisverfall und ruinösem Wettbewerb führt.

Das erste Ziel der Sensitivitätsanalyse ist es, eine leistungsstarke Modellversion zu identifizieren und durch Variation der Umwelt auf Stabilität zu überprüfen. Häufig ist in den ersten Phasen der Modellbildung eine Reihe überflüssiger Faktoren und Zusammenhänge enthalten, welche aus dem Wunsch des Modellierenden nach Vollständigkeit eingeführt wurden (Liebl, 1992, S. 217). Die Untersuchung der Sensitivität bezieht sich daher auf (a) den angemessenen Detaillierungsgrad der Faktorenmodellierung und (b) die Wirkung der Faktoren in den funktionalen Beziehungen.

Bei der Analyse werden zunächst geeignete Parameter und Beziehungen identifiziert. Es ist nicht möglich, alle Parameter, Annahmen oder Verhaltensweisen zu testen. Zum einen stehen nicht genügend Ressourcen zur Verfügung, um sämtliche Kombinationen zu simulieren. Zum anderen ist die Analyse bei gleichzeitigem Variieren nicht fruchtbar, da die Modelle ein nicht lineares Verhalten aufweisen und einzelne Einflüsse nicht zu isolieren sind. Daher wird empfohlen, sich auf solche Parameter und Annahmen zu konzentrieren, welche (a) hoch unsicher sind oder (b) einen potenziell großen Einfluss haben.

In der Analyse der numerischen Sensitivität wird die Parametervariation als Mittel genutzt. Der Schwankungsbereich dieser Parameter wird so festgelegt, dass er größer als bei der Modellierungsschätzung ist. Dazu eignen sich Best- und Worst-case-Ausprägungen oder die Durchführung zufälliger Variationen in Monte-Carlo-Simulationen (Sterman, 2000, S. 884–886). Die Überprüfung des Detaillierungsgrades der Faktoren- und Parameter orientiert sich an deren Wirkung im Modell. Parameter, welche sich nur langsam und mit wenig Streuung verändern, werden konstant gesetzt. Weiterhin werden in vergleichenden Untersuchungen Faktoren mit dem gleichen Einfluss in allen Modellen aus dem Modell eliminiert. Der Detaillierungsgrad der verbleibenden Faktoren richtet sich nach ihrem Einfluss auf die Simulationsergebnisse. Die sehr detaillierten, im Modell berücksichtigten Faktoren sollten dabei eine hohe Wirkung aufweisen, während grob modellierte Faktoren eher eine geringe Wirkung auf die Resul-

tate entfalten sollten. Die detailliert modellierten Faktoren stellen dabei die Stellschrauben für die Modellanpassung oder die relevanten Randbedingungen dar (Liebl, 1992, S. 214).

Die Sensitivitätsanalyse variiert nicht nur die Parameter und Faktoren, sondern sollte auch Annahmen zu Entscheidungslogiken und Systemgrenzen adressieren. Diese werden in der strukturellen Sensitivität geprüft. Dabei werden in einem Modellvergleich Beziehungen zwischen einzelnen Faktoren entfernt und das Systemverhalten beobachtet. Somit kann die Wirkung von Einflüssen und Rückkopplungen bestimmt werden. Die Überprüfung der strukturellen Sensitivität liefert weiterhin Aussagen darüber, ob die gewählten Annahmen plausibel sind. Es kann z. B. geprüft werden, ob Steuerung im Übernahme- und Verbreitungsprozess einen Effekt auf das Gesamtergebnis hat oder welche Wirkung unterschiedliche Netzwerktopologien erzeugen.

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse können unterschiedlich wirken. Einerseits können sie zur Vereinfachung des Modells beitragen, indem insensitive Parameter nur grob modelliert werden. Andererseits können sie auch zu einer Spezifikation einzelner Einflussfaktoren und Beziehungen führen, welche sich als besonders sensitiv herausgestellt haben. Bei der Vielzahl der Faktoren, welche die Akzeptanz neuer Technologien beeinflussen, bietet die Sensitivitätsanalyse neben der konzeptuellen Modellbeschränkung eine weitere Möglichkeit, die Modellkomplexität handhabbar zu halten. Es werden weiterhin Erkenntnisse über die Teilmodelle gewonnen, indem ihre einzelnen Effekte offengelegt werden.

4.6 Simulation von Akzeptanz und Diffusion

Das oben dargestellte Vorgehen ist allgemein gefasst. Simulationen lassen sich für eine Vielzahl von Anwendungsfeldern nutzen. Da das Thema dieser Arbeit die Simulation von Handlungen in Organisationen ist, sind einige besondere Aspekte beim Vorgehen zu beachten.

Für die Simulation kommen unterschiedliche Verfahren infrage. Gilbert und Troitzsch (2005, S. 7) geben einen Überblick über die historische Entwicklung von Simulationsverfahren in den Sozialwissenschaften. Sie differenzieren dabei gleichungs- von ereignisbasierten Simulationsverfahren. Zu Ersterem zählt die systemdynamische Simulation. Diese nutzt ein System von Differenzialgleichungen, um die Zusammenhänge zwischen den Parametern abzubilden (Forrester, 1980). Zukünftige Systemzustände werden aus diesen Gleichungssystemen abgeleitet. Systemdynamische Simulationen werden fast ausschließlich zur Betrachtung von Makrophänomenen genutzt, welche als undifferenziertes Ganzes betrachtet werden. Dabei sind die Simulationen zumeist zeitkontinuierlich.

Warteschlangenmodelle nehmen hingegen diskrete Zeitsprünge an. Der Übergang von einem Zustand zum nächsten wird über Ereignisse gekennzeichnet. Warteschlangenmodelle finden ihre Anwendung im Workflow-Management, in der Produktionsplanung sowie bei Ingenieursfragestellungen. Das System wird dabei als Sammlung von Entitäten definiert, welche miteinander über die Zeit interagieren, um eine Reihe von Zielstellungen zu erreichen (Kheir, 1988, S. 98).

Als dritte Simulationsart ist das agentenbasierte Vorgehen zu nennen. Es hat seine Wurzeln in der künstlichen Intelligenz und zerlegt das System in einzelne, autonom agierende Einheiten (Agenten). Deren Gesamtheit und Interaktion erzeugt die abzubildende Emergenz. Die Agenten selbst sind mit eigenen Zielen und eigener Logik ausgestattet, sie nehmen ihre Umwelt wahr und wirken in diese hinein. Ihre Interaktion wird bestimmt durch die Vernetzungsstruktur. Jede Entscheidung eines Agenten kann daher einen anderen beeinflussen.

Im Folgenden wird dargestellt, welches Verfahren sich im Kontext dieser Untersuchung anbietet. Hierzu werden zunächst die Besonderheiten der Simulation sozialer Systeme vorgestellt. Daran anschließend werden bereits bestehende

Simulationsansätze im Themenfeld Akzeptanz und Diffusion von Innovationen untersucht, um einen geeigneten Ansatz auszuwählen.

4.6.1 Simulation sozialer Prozesse

Wenngleich sich der Gegenstand der Modellierung und Simulation von natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen unterscheidet, sind die Verfahren auch auf die Abbildung und Untersuchung sozialer Systeme anwendbar. Hierbei sind jedoch einige Besonderheiten zu beachten.

Zunächst basiert ein großer Teil der sozialwissenschaftlichen Forschung auf der Annahme, dass aus dem Test einer Theorie eine Aussage über die Zukunft getätigt werden kann. Dies setzt jedoch voraus, dass die untersuchten Zusammenhänge linear sind. Diese Annahme ist bei komplexen Systemen nicht haltbar. Einzelne Prozesse in sozialen Systemen sind nicht separat zu betrachten und einfach zu einem Ganzen zu aggregieren (Epstein und Axtell, 1996, S. 1). Sie weisen nicht lineare Zusammenhänge auf, welche die Vorhersage zukünftiger Ereignisse aus der Betrachtung der Vergangenheit erschweren. Dies trifft sowohl auf der Mikroebene der individuellen Entscheidungen und Kognition zu als auch bei der Betrachtung von emergentem Gruppenverhalten und -interaktionen (Gilbert und Troitzsch, 2005, S. 10 f.). Aus diesen Gründen bietet sich die Anwendung der Komplexitätstheorie auf soziale Systeme an (Drogoul und Ferber, 1994).

Zudem geht die klassische Sozialwissenschaft, z. B. in der Spieltheorie oder im allgemeinen Gleichgewichtsmodell, von statischen Gleichgewichten aus und ignoriert die zeitliche Dynamik. In dieser befindet sich das System in ständigem Ungleichgewicht. Agentenbasierte Verfahren können genutzt werden, um die Gleichgewichtsannahmen zu lockern und die Abläufe jenseits der Gleichgewichtsprozesse darzustellen (Schelling, 1978; Epstein und Axtell, 1996). Weiterhin wird die Komplexität sozialer Systeme durch den Einfluss reflexiver Institutionen erhöht. Diese wurden durch emergentes Verhalten hervorgebracht und wirken wiederum auf das Individuum zurück. Gilbert (1995) spricht daher von Emergenz zweiter Ordnung. Zur Untersuchung dieser reflexiven, sich selbst erzeugenden und steuernden Vorgänge bietet sich das Konzept der Autopoiesis an (Varela, Thompson und Rosch, 1992; Maturana und Varela, 1987).

Die Betonung des zeitlichen Entwicklungsprozesses sozialer Systeme und der Verbindung zwischen unterschiedlichen Komponenten unterstreicht die Anwendbarkeit von Simulationen zur Untersuchung von sozialen Zusammenhängen (Epstein und Axtell, 1996; Doran, 1997). Epstein und Axtell (1996) sprechen dabei von „artificial societies“, in denen „fundamental social structures and group behaviors emerge from the interaction of individuals operating in artificial environments under rules that place only bounded demands on each agent’s information and computational capabilities.“ (Epstein und Axtell, 1996, S. 3 f.) Es eignen sich unterschiedliche Verfahren zur Simulation. In Tabelle 4.1 sind die gängigen Verfahren nach Anzahl der Betrachtungsebenen, der Darstellung der Kommunikation und Eigenkomplexität sowie der Anzahl betrachteter Komponenten klassifiziert.

Sozialwissenschaftliche Modellbildung muss sich weiterhin mit drei Fragestellungen befassen (Saam und Gautschi, 2015, S. 40):

1. Wird individuelles Handeln oder Systemverhalten modelliert?
2. Wird dem Handeln eine Rationalitätsprämisse unterstellt?
3. Handelt es sich um ein statisches oder ein dynamisches Modell?

Im Bereich der Technologieakzeptanz- und Diffusionsforschung muss daher eine Verbindung zwischen allen drei Aspekten gefunden werden. So spielt z. B. der Übergang von Entscheidungen auf der Mikroebene zu Strukturen und Mustern auf der Makroebene eine besondere Rolle. Systemdynamische Ansätze, wie die Formalisierung der Diffusion nach Bass (1969) sowie die verfeinerte

Verfahren	Betrachtungsebenen	Kommunikation	Komplexität	Anzahl Komponenten
System Dynamics	1	Nein	Niedrig	1
Mikrosimulation	2	Nein	Hoch	Viele
Warteschlangenmodelle	1	Nein	Niedrig	Viele
Mehrebenensimulation	2+	Evtl.	Niedrig	Viele
Zelluläre Automaten	2	Ja	Niedrig	Viele
Multiagenten-Modelle	2+	Ja	Hoch	Wenige
Lernende Modelle	2+	Evtl.	Hoch	Viele

Tabelle 4.1: Vergleich von Verfahren zur sozialen Simulation (nach Gilbert und Troitzsch, 2005, S. 13)

Simulation nach Homer (1987) zeichnen zwar die Parameterkonstellationen nach und erklären damit die Entwicklung von Makrophänomenen, die einzelnen Akteure handeln jedoch nicht nach ihrer eigenen Logik, sondern werden als homogen angenommen. Aus dem theoretischen Überblick (in Kapitel 2 und 3) wurde deutlich, dass die Akteure sowohl nach einer eigenen Logik agieren (TAM, TTFM), miteinander interagieren (Kommunikationskanäle, Netzwerkpositionen) als auch emergente Strukturen hervorbringen (Diffusionskurve, Diffusionslücke). Für Systeme, welche diese Eigenschaften aufweisen, empfehlen Axelrod und Tesfatsion (2006) die Nutzung agentenbasierter Simulationen. Diese bieten die Möglichkeit, soziales Handeln als Interaktionen zwischen einzelnen Akteuren darzustellen und die unterliegenden Prozesse zu verstehen (Axelrod, 2006). Die Entscheidung und Kommunikation eines jeden Akteurs beeinflusst damit den Gegenüber. Dieser steht wiederum in Wechselwirkung mit anderen Akteuren (Macy und Willer, 2002). Damit gelingt es agentenbasierten Simulationen, die Emergenz von Makrophänomenen mit den Entscheidungen auf der Mikroebene zu verbinden. Insbesondere zur Untersuchung von Diffusion und der Verbreitung von Neuerungen bieten sich agentenbasierte Simulationen an (Garcia, 2005; Dawid, 2006).

Der Interaktionskontext zwischen Agenten wird häufig über soziale Netzwerke abgebildet. Diese werden mit jeder Interaktion umgestaltet; sie sind somit adaptiv und reflexiv. Dieser Blickwinkel kann auch auf Organisationen übertragen werden. Sie werden nicht mehr komplexitätsreduziert starr als einfaches Regelsystem gesehen, sondern setzen sich aus intelligenten, sich anpassenden Agenten zusammen, welche durch ihre Position im Netzwerk beschränkt oder zu Entscheidungen befähigt werden (Carley, 2002). Diese Netzwerke können je nach Kontext unterschiedlich ausgeformt sein.

In diesen Netzwerken können sich die Agenten begrenzt frei zwischen Handlungsoptionen entscheiden. Sie richten sich an ihrer Netzwerkumgebung aus und beeinflussen diese durch die Wahl bzw. Kommunikation der Handlungsoption. Auch hier tritt Emergenz auf. Entscheidungen der Organisation auf der Makroebene sind häufig nicht direkt auf individuelle Entscheidungen auf der Mikroebene zurückzuführen. Vielmehr erfolgt eine Kombination und Ausrichtung mehrerer individueller Zielstellungen in einem kognitiven und politischen Prozess, welcher die Organisationsentscheidung hervorbringt. Diese wirkt wie-

derum auf die Folgeentscheidungen. Es kommt daher zu einer Verquickung von Mikro- und Mesoeffekten. Simulationen, insbesondere agentenbasierter Simulationen, können dazu genutzt werden, diese Vorgänge zu erklären (Fioretti, 2013; Bandte, 2007).

Fioretti (2013, S. 7) schlussfolgert, dass sich agentenbasierte Simulationen im Organisationskontext eignen, wenn eine Akteur-zu-Struktur-Perspektive oder eine Bottom-up-Perspektive eingenommen wird. Daher werden zum besseren Verständnis deren Eigenschaften genauer dargestellt. Agentenbasierte Simulationen bestehen aus drei Kernkomponenten (Epstein und Axtell, 1996, S. 4 f.): (a) den Agenten, (b) der Umwelt und (c) den Verhaltensregeln der Agenten. Gilbert und Troitzsch (2005, S. 174 ff.) spezifizieren folgende Eigenschaften sozialer Agenten:

- *Wissen und Überzeugung:* – Die Handlungen der Agenten basieren auf ihrem Wissen über die Umwelt. Dieses kann unvollständig oder verzerrt sein; dann wird von Überzeugungen gesprochen.
- *Inferenz:* – Aus den Umweltinformationen können neue Informationen über Inferenz generiert werden.
- *Soziale Modelle:* – Agenten können ein Verständnis über die Beziehungen anderer Agenten in ihrer Umwelt über Beobachtung entwickeln.
- *Wissensrepräsentation:* – Überzeugungen und Informationen werden vom Agenten systematisiert und in Beziehung gesetzt. Hierzu eignen sich Techniken der Wissensrepräsentation (Prädikatenlogik, semantische Netze).
- *Ziele:* – Die Handlungsautonomie der Agenten ist auf ein Ziel bzw. einen Zweck gerichtet. Diese können unterschiedlich ausgestaltet werden. Häufig existieren auch konkurrierende Zielstellungen der Agenten.
- *Planung:* – Zur Zielerreichung sind bestimmte Strategien notwendig. Diese können einfache bedingte Aktionen sein oder auch komplexe Planungen mit einer Abwägung von Mitteln und Zielen beinhalten.
- *Sprache:* – Die Interaktion zwischen Agenten bedingt, dass sie auf einer gemeinsamen Ebene Informationen austauschen können. Hierfür ist eine Sprache notwendig.

- *Emotionen:* – Bei der Entscheidungsfindung spielen häufig nicht nur objektiv-rationale Informationen eine Rolle. Es kann daher notwendig sein, Emotionen in die kognitiven Prozess einfließen zu lassen, da sie die Wahl der Ziele und Mittel beeinflussen können.

Jeder Agent stellt für sich eine kognitive Komponente dar. Eine soziale Simulation fasst diese zusammen und erzeugt dadurch eine eigene emergente Struktur (Wray und Jones, 2005). Die Bedeutung der Kognition führt jedoch dazu, dass psychologische Aspekte mit untersucht werden müssen, was zwar zu einer Erhöhung der Erklärungskraft führt, die Verständlichkeit der Modelle und das Ableiten von Schlussfolgerungen jedoch erschwert. An dieser Stelle sind daher Vereinfachungen notwendig, die zwar die Kognition abbilden, jedoch nicht in ihrer Fülle ausführen. Dies kann z. B. über die Integration existierender kognitiver Architekturen, wie z. B. SOAR (Laird, Newell und Rosenbloom, 1987) oder ACT-R (Anderson und Lebiere, 1998) in die soziale Simulation erfolgen (Sun, 2007).

Aufgrund der Differenzierung der Simulationsebenen ergeben sich weitere methodische Fragestellungen. Soziale Phänomene (Makroebene) werden auf individuelle Entscheidungen (Mikroebene) zurückgeführt. Eine Makrobeziehung, z. B. von Organisationsstruktur und Adoptionsrate, wird als Ergebnis individueller Handlungen begriffen. Hierbei hat eine Makrovariable (Organisationsstruktur) Einfluss auf eine Mikrovariable (Verfügbarkeit von Belohnung und Bestrafung). Auf der individuellen Ebene führt das zu einer entsprechenden Aufnahmeentscheidung. Die Handlung an sich ist kontingent; sie orientiert sich an den Handlungen der anderen Akteure (Schelling, 1978, S. 17). Diese aggregieren sich wiederum auf der Makroebene zu Adoptionsrate in der Organisation. Abbildung 4.6 stellt den Zusammenhang exemplarisch dar.

Zwischen Makrovariablen besteht demnach nur eine Korrelation und kein kausaler Effekt. Dieser verläuft über die Mikroebene. Zwischen Mikro- und Makroebene sind daher kausale Brückenannahmen zu treffen. Diese Kausalität wird über die Anwendung einer Theorie hergestellt (Castelfranchi, 2001, S. 6). Es muss z. B. theoretisch erklärt werden, warum die Organisationsstruktur die Möglichkeiten zur Bestrafung und Förderung schafft (vgl. Kapitel 3). Auf der Mikroebene selbst werden Theorien über das individuelle Verhalten angewandt. Im oben skizzierten Beispiel könnten dafür das TAM oder andere akzeptanz-

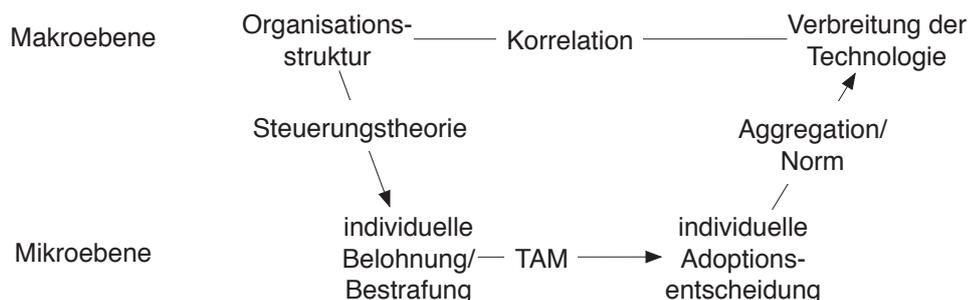


Abbildung 4.6: Beispielhafte Darstellung der Mikro-Makro-Beziehungen in Anlehnung an MacClelland (1976, S. 47)

theoretische Modelle herangezogen werden (vgl. Kapitel 2). Die Verbindung von der Mikro- zur Makroebene kann analytisch über eine einfache Aggregation hergestellt werden. Es ist jedoch auch möglich, dass sie kausal hergeleitet wird, wenn z. B. ein bestimmtes Verhalten zu einer Norm wird und dafür eine Theorie der Normbildung herangezogen wird. Über die reine Erklärung des Handelns hinaus liefern soziale Simulationen auch Einblicke in die Entstehung emergenter Makrostrukturen auf Mikrobasis. Epstein und Axtell (1996) fassen es folgendermaßen zusammen: „The aim is to provide initial microspecifications (initial agents, environments, and rules) that are sufficient to generate the macrostructures of interest.“ (Epstein und Axtell, 1996, S. 177)

Zur Berücksichtigung dieser Mikro-Makro-Beziehungen in der Modellierung schlagen Gilbert und Troitzsch (2005) zusätzliche Schritte vor. Da Agenten gekapselte, autonome Einheiten darstellen, welche miteinander über Schnittstellen interagieren, bietet sich die Übertragung von objektorientierten Modellierungstechniken aus der Softwareentwicklung (z. B. Unified Modelling Language (UML)) auf die Simulationsentwicklung an. Die Spezifikation der Komponenten (in diesem Fall der Agenten) sollte daher innerhalb einer Klassenhierarchie erfolgen. Alle Komponenten werden als generische Objekte betrachtet. Agenten und andere (Umwelt-)Objekte sind Untertypen und können weiter untergliedert werden, z. B. können die Agenten in einfache Mitarbeiter und Management unterteilt werden. Jeder Komponente werden, ähnlich einer Klasse, Eigenschaften zugeordnet, welche später als Variablen in den Bestimmungsgleichungen fungieren. Untergeordnete Typen erben dabei die Eigenschaften der übergeordneten Objekte. Makrophänomene können als Agenten beschrieben werden, wenn sie selbst aktiv wirken, oder sie werden als Umwelt modelliert,

wenn sie nur Stimulus und Handlungsziel der Akteure sind. Die gesamte Klassenhierarchie stellt die Agentenarchitektur dar.

Dynamik erhält das System über die Modellierung der Interaktion jeder Agentenklasse mit der Umwelt sowie mit anderen Agenten über die oben dargestellten Brückenannahmen. Wirkt eine Makrokomponente auf einen Agenten, so stellt diese Interaktion einen Makro-Mikro-Link dar. Ist die Makrokomponente das Ziel der Handlung eines Agenten, so wird der Mikro-Makro-Link modelliert. Es wird dabei festgehalten, welche Aktionen ausgeführt werden und unter welchen Bedingungen sie eintreten. Die Darstellung kann in Form eines Sequenzdiagramms erfolgen. Aus der Interaktion heraus lässt sich die Verbindung von der Mikro- zur Makroebene ableiten. Die Transformationen auf der Mikroebene werden im einfachen Fall über Aktivitäts- oder Zustandsdiagramme dargestellt. Diese geben das Verhalten und die Entscheidungsfindung der Agenten wieder und stellen die Aktion und Reaktion bei auftretenden Stimuli dar.

Zur strukturierten Betrachtung der prägenden institutionellen Faktoren schlagen Ghorbani, Dignum und Dijkema (2012) das MAIA-Metamodell vor. Es berücksichtigt auf der Makroebene physische, konstitutionelle und kollektive Strukturen im Rahmen der Institutionenanalyse. Im Modellentwurf wirken diese auf operationale und evaluative Strukturen der Agenten.

Die *physische Struktur* stellt die verfügbaren Ressourcen dar. Sie besteht aus den physischen Komponenten, ihrer Kompositionsbeziehung und den Verbindung untereinander. Die *konstitutionelle Struktur* definiert die soziale Struktur des Modells. Sie besteht aus Rollen, Institutionen, Gruppen und Rollenabhängigkeiten. Wobei die Rolle ein Set von bedingten Aktivitäten beschreibt, welche zur Zielerreichung der Organisation dienen. Die Institution gibt die Regeln vor, die an eine Rolle gebunden sind. Sie werden in Form der ADICO-Regeln (Ostrom, 2005) spezifiziert. Sie setzen sich zusammen aus den zugehörigen Rollen, dem Ziel der Institution, der Bindungskraft (prohibitiv, erlaubend, verpflichtend), den Wirkungsbedingungen, der Sanktionsfolge und dem Formalitätsgrad. Je nachdem, wie viele dieser Institutionsattribute besetzt sind, lassen sich drei Ausprägungen des institutionellen Settings identifizieren: geteilte Strategien, Normen und Regeln.

Die *kollektive Struktur* definiert die Agenten als Knoten und spezifiziert ihre Verbindung untereinander. Der Agent wird über seine Eigenschaften beschrieben.

Er besitzt Informationen und gegebenenfalls physische Objekte. Zudem wird sein Entscheidungsverhalten von seinen persönlichen Werten, seinen Fähigkeiten und der Entscheidungslogik bestimmt.

Die organisatorische Handlungslogik wird in der *operativen Struktur* erfasst. Diese besteht aus Aktivitäten, denen die Rollen, Ressourcen sowie Vor- bzw. Nachteile zugeordnet werden. Den Agenten werden in den Handlungssituationen Rollen zugewiesen.

Die *Evaluationsstruktur* wird im MAIA-Metamodell zur Bestimmung der Realitätsnähe und zur Spezifikation von Validierungsparametern genutzt. Sie dient dazu im Verlauf der Simulation Variablenwerte zu sammeln und den Validierungsmethoden zuzuführen. Die konzeptuelle Trennung der Mikro- und Makroperspektive wirkt sich jedoch auch auf die Validierung aus. Sie muss sowohl auf der Interaktionsebene zwischen den Agenten als auch in der Betrachtung der Aggregate erfolgen (Fioretti, 2013, S. 9).

Da das MAIA-Metamodell eine konkrete Trennung von Makro- (Institutionen) und Mikrokomponenten (Agenten) vorsieht und diese in Relation zueinander setzt, eignet es sich zur konzeptuellen Modellierung sozialer Systeme. Durch den formalen Charakter ist die Überführung in ein Simulationsmodell leicht zu realisieren. Daher wird in der Konzeptionsphase dieser Arbeit auf dieses Vorgehen zurückgegriffen.

Da die Diffusions- und Akzeptanzforschung kein neues Forschungsfeld ist, kann auf eine Reihe von Vorarbeiten zurückgegriffen werden. Die entsprechenden theoretischen und empirischen Beiträge wurden in den Kapiteln 2 und 3 bereits ausgeführt. Die Anwendung von Simulationen zur Untersuchung dieser Vorgänge wird seltener genutzt als die klassischen sozialwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden wie Befragung oder Beobachtung. Im Folgenden wird daher ein Überblick über unterschiedliche Ansätze der Simulation in diesem Themenbereich gegeben.

4.6.2 Überblick bestehender Ansätze

Zur Untersuchung von Wandel, Akzeptanz und Diffusionsvorgängen wurde bereits eine Reihe von Forschungsarbeiten durchgeführt. Der Ausgangspunkt der meisten Formalisierungsansätze liegt in der Diffusionstheorie durch Fourt und Woodlock (1960), Mansfield (1961) und Bass (1969). Entsprechend wur-

den zunächst analytische Verfahren zur Untersuchung des Einflusses einzelner Parameter genutzt (Hamblin, Jacobson und Miller, 1973; Krampe und Müller-Stewens, 1981; Krampe, 1989).

Zur Nutzung von Simulationsverfahren in der Diffusionsforschung geben Kiesling u. a. (2012) einen zusammenfassenden Überblick. Erste Simulationsansätze sind in den späten 1980er-Jahren zu finden. Hier dominieren systemdynamische Modelle. So untersucht Homer (1987) die Adoption und die Veränderung der Nutzungsintensität neuer medizinischer Geräte. Hierzu extrahiert er eine Reihe von Parametern; insbesondere die tatsächliche und wahrgenommene Leistungsfähigkeit spielen in seinem Modell eine tragende Rolle. Auch Akzeptanzmodelle finden bei der Analyse der Verbreitung von Innovationen in systemdynamischen Simulationen Anwendung (Aizstrauta und Ginters, 2013). Weiterhin werden die Wirkung unterschiedlicher Strategien der Gestaltung des Wandels (Lant und Mezias, 1990) sowie die Bedeutung der Akteurskonstellation (Demir und Ozkan, 2015) adressiert. Nachteile der systemdynamischen Modelle sind die angenommene Homogenität der Population, selbst wenn es zu einer Untergliederung z. B. in die unterschiedlichen Adoptorengruppen kommt. Weiterhin ist es nicht möglich, unterschiedliche soziale Prozesse voneinander zu trennen. So wird im Bass-Modell zwar ein Parameter für den internen Einfluss genutzt, dieser differenziert aber nicht zwischen Imitation, Lernen, sozialem Druck oder Netzwerkeffekten (Kiesling u. a., 2012, S. 188 f.).

In den 1990er-Jahren wurden die vereinfachenden Annahmen durch die Nutzung mikrobasierter Modelle aufgegeben. Chatterjee und Eliashberg (1990) nutzen hierfür auf der individuellen Ebene die Parameter Wahrnehmung der Innovation, persönliche Präferenz sowie wahrgenommene Zuverlässigkeit. Über Heterogenitätsannahmen gelingt es, die individuellen Entscheidungen zu aggregieren. Eine Betrachtung sozialer Netzwerke erfolgt hier nicht.

Beide Ansätze nimmt die agentenbasierte Modellierung auf, welche sowohl individuelles Verhalten als auch sozialen Einfluss berücksichtigt. Seit Ende der 1990er-Jahre setzt sich dieser Ansatz zunehmend bei der Betrachtung von Diffusions- und Akzeptanzvorgängen durch. Die folgende Darstellung fasst die Ergebnisse des Literaturreviews durch Kiesling u. a. (2012) zusammen und ergänzt neuere Ansätze. Die Klassifikation erfolgt nach Modellierungsart des

individuellen Verhaltens, der Darstellung des sozialen Einflusses sowie der untersuchten Netzwerkstruktur.

Die Modellierung individuellen Verhaltens ist auf unterschiedliche Art möglich. Die Nutzung von Infektions- oder Schwellenwertansätzen, aber auch die Kostenminimierung stellt eine Modellierung über *einfache Regeln* dar. *Nutzenorientierte Ansätze* sind eher mikroökonomisch fundiert. Zur Entscheidungsfindung werden die individuellen Nutzenfunktionen der Akteure verwendet. Die Nutzenerwartung bezieht sich dabei sowohl auf quantitative Aspekte der Innovation als auch auf deren qualitative Eigenschaften und den sozialen Nutzen. Die dritte Art der Modellierung erfolgt über die Definition einer dichotomen Variable, welche den Zustand des Agenten als potenzieller Adopter oder Adopter beschreibt. Die Anwendung des SEIR-Modells (susceptible, exposed, infected, recovered) und der Zustände Bewusstsein, Informationssuche, Aufnahme und Weiterverbreitung sind Ausprägungen der *zustandsbasierten Verhaltensmodellierung*. Der Entscheidungsprozess wird als Übergang zwischen unterschiedlichen Zuständen verstanden. Der Blickwinkel auf den Einfluss von Gruppen auf die Meinungsbildung kommt im *meinungsdynamischen Ansatz* zum Tragen. Die Einstellung basiert auf der Beobachtung der anderen Agenten im Umfeld. Von der rein rationalen bzw. sozial bestimmten Entscheidungsfindung rücken *sozialpsychologische Ansätze* ab. Die Grundlage dafür bietet häufig die TPB (Ajzen und Fishbein, 1980). Hier beeinflussen unterschiedliche Parameter die Einstellung des Agenten. Über die Wahrnehmung der Verhaltenskontrolle wird diese Einstellung in die Nutzungsintention und die eigentliche Nutzung umgesetzt. Alle oben dargestellten Verfahren sind theoriebasiert, d. h. sie nutzen aus der Theorie abgeleitete Modelle, um das Verhalten der Agenten zu beschreiben. *Empirische Ansätze* schätzen hingegen aus Mikrodaten die Wahrscheinlichkeit der Handlungen und Übergänge (Innovationsannahme) für bestimmte Attributkonstellationen der Agenten und nutzen diese zur Bestimmung des Verhaltens.

Wie in Tabelle 4.2 ersichtlich ist, werden bisher einfache Regel (14), nutzenorientierte (10) sowie die für diese Arbeit relevanten soziopsychologischen Ansätze (9) am häufigsten zur Agentenmodellierung genutzt.

Neben der Modellierung des Entscheidungsverhaltens berücksichtigen agentenbasierte Modelle die Interaktion zwischen den einzelnen Agenten und damit

Quelle	Modellierung des Agentenverhaltens					
	einfache Regeln	nutzen-orientierte	Zustandsorientierte	Meinungsdynamik	Sozialpsychologisch	empirische Schätzung
Abrahamson und Rosenkopf (1997)	x					
Alkemade und Castaldi (2005)	x					
Bohlmann, Calantone und Zhao (2010)	x					
Cantono und Silverberg (2009)	x					
Choi, Kim und Lee (2010)		x				
Deffuant, Huet und Amblard (2005)			x			
Delre (2007)		x				
Delre u. a. (2007)		x				
Delre u. a. (2010)		x				
Deroian (2002)				x		
Dugundji und Gulyas (2008)						x
Faber, Valente und Janssen (2010)	x					
Goldenberg, Libai, Solomon u. a. (2000)	x					
Goldenberg und Efroni (2001)			x			
Goldenberg, Libai und Muller (2001)				x		
Goldenberg, Libai, Moldovan u. a. (2007)			x			
Goldenberg, Lowengart und Shapira (2009)	x					
Goldenberg, Libai und Muller (2010)		x				
Hai-hua, Jun und Wen-tian (2015)		x				
Hamilton, Nuttall und Roques (2009)	x					
Hohnisch, Pittnauer und Stauffer (2008)	x					
Jager u. a. (2000)					x	
Janssen und Jager (2001)					x	
Kaufmann, Stagl und Franks (2009)					x	
Keeney und Raiffa (1993)		x				
Kocsis und Kun (2008)	x					
Laciana und Oteiza-Aguirre (2014)		x				
Martins, B. Pereira und Vicente (2009)				x		
Nan, Zmud und Yetgin (2014)				x		
Negahban, Yilmaz und Nall (2014)			x			
Rahmandad und Sterman (2008)			x			
Sampaio u. a. (2012)	x					
Schwarz und Ernst (2009)					x	
Schwoon (2006)					x	
Sibertin-Blanc u. a. (2013)					x	
Simoni, Tatarynowicz und Vagnani (2006)	x					
Sousa u. a. (2015)					x	
Stummer u. a. (2015)		x				
Swinerd und McNaught (2014)					x	
Thiriot und Kant (2008)			x			
Valente und Davis (1999)	x					
Zaffar, Kumar und Zhao (2014)	x					
Zhang und Nuttall (2011)					x	
Zsifkovits und Günther (2015)		x				

Tabelle 4.2: Agentenbasierte Ansätze I - Agentenlogik (erweiterte Darstellung nach Kiesling u. a. (2012))

die sozialen Strukturen. Die meisten Ansätze nutzen entweder die Kenntnis der Innovation, positive oder negative Verweise oder den Anteil der Agenten in der Nachbarschaft, welche die Innovation übernehmen (Kiesling u. a., 2012, S. 199). Die Ansätze unterscheiden sich in Bezug auf die Ebene des Einflusses, die Topologie der Interaktion sowie das Erfassen qualitativer Aspekte der Interaktion. Bei der Einflussebene kann zwischen Mikro-, Meso- und Makroebene unterschieden werden. Einfluss auf der *Mikroebene* tritt in direkter Interaktion zutage, wie z. B. bei der mündlichen Empfehlung. Hierbei kann es auch zu negativen Effekten kommen, wenn sich Befürchtungen oder schlechte Erfahrungen verbreiten. Auf der *Mesoebene* wirkt das direkte soziale Umfeld auf den Agenten. Dieser soziale Einfluss kann z. B. in Form von Konformität, dem Gruppenvergleich, Herdenverhalten oder auch als lokale Netzwerkexternalität auftreten. Zudem kann der Einfluss der Organisation auf der Mesoebene verortet werden. Einflüsse der *Makroebene* wirken über Aggregate. So können z. B. die gesamte Netzwerktenenz oder makroökonomische Faktoren Einfluss auf den Akteur ausüben.

Hier ist zu erkennen, dass die Interaktionen auf der Mikroebene am häufigsten untersucht werden (31). Die Einflüsse des Umfeldes, insbesondere von Organisationen, werden nur von 18 Studien berücksichtigt. Die Kombination von soziopsychologischer Agentenlogik und Einflüssen der Mesoebene wird von einer Hand voll Studien aufgegriffen. Janssen und Jager (2001), Schwarz und Ernst (2009), Schwoon (2006), Sibertin-Blanc u. a. (2013) sowie Sousa u. a. (2015) betrachten diese Kombination. Dabei wird die Wirkung intraorganisationaler Interaktion und die Strukturierung durch die Organisation nur von den letzten beiden Autoren untersucht. Eine Modellierung und Simulation intraorganisationaler Akzeptanzprozesse ist somit als Forschungslücke erkennbar.

Für die weitere Untersuchung spielt die angenommene Netzwerkstruktur eine wichtige Rolle. Entlang der Netzwerkverbindungen verbreitet sich die Information über die Innovationen. Zudem stellen sie Kommunikationsbeziehungen dar, welche die Imitation und das Ausüben von Einfluss ermöglichen. Es werden in den Untersuchungen grob vier Netzwerktypen unterschieden: Gittergraph, Zufallsgraph (Erdős-Netzwerk), Small-World-Graph, skaleninvariantes Netzwerk. Bei Gittergraphen handelt es sich um im Regelfall zweidimensionale

Quelle	Ebene des sozialen Einflusses		
	Mikro	Meso	Makro
Abrahamson und Rosenkopf (1997)			x
Alkemade und Castaldi (2005)		x	
Bohlmann, Calantone und Zhao (2010)		x	
Cantono und Silverberg (2009)	x		x
Choi, Kim und Lee (2010)		x	
Deffuant, Huet und Amblard (2005)	x		
Delre (2007)	x	x	
Delre u. a. (2007)	x	x	
Delre u. a. (2010)	x	x	
Deroian (2002)	x		x
Dugundji und Gulyas (2008)		x	
Faber, Valente und Janssen (2010)			x
Goldenberg, Libai, Solomon u. a. (2000)	x		
Goldenberg und Efroni (2001)	x		
Goldenberg, Libai und Muller (2001)	x		
Goldenberg, Libai, Moldovan u. a. (2007)	x		
Goldenberg, Lowengart und Shapira (2009)	x		
Goldenberg, Libai und Muller (2010)		x	x
Hai-hua, Jun und Wen-tian (2015)	x	x	
Hamilton, Nuttall und Roques (2009)	x	x	
Hohnisch, Pittnauer und Stauffer (2008)	x		x
Jager u. a. (2000)	x		
Janssen und Jager (2001)		x	
Kaufmann, Stagl und Franks (2009)	x		
Keeney und Raiffa (1993)	x		
Kocsis und Kun (2008)		x	
Laciana und Oteiza-Aguirre (2014)	x		
Martins, B. Pereira und Vicente (2009)	x		
Nan, Zmud und Yetgin (2014)	x		
Negahban, Yilmaz und Nall (2014)	x		
Rahmandad und Sterman (2008)	x		
Sampaio u. a. (2012)	x		
Schwarz und Ernst (2009)		x	
Schwoon (2006)		x	x
Sibertin-Blanc u. a. (2013)	x	x	
Simoni, Tatarynowicz und Vagnani (2006)	x		
Sousa u. a. (2015)	x	x	
Stummer u. a. (2015)	x	x	
Swinerd und McNaught (2014)	x		x
Thiriot und Kant (2008)	x		x
Valente und Davis (1999)		x	
Zaffar, Kumar und Zhao (2014)	x		
Zhang und Nuttall (2011)			
Zsifkovits und Günther (2015)	x		

Tabelle 4.3: Agentenbasierte Ansätze II - Einflussebenen (erweiterte Darstellung nach Kiesling u. a. (2012))

Strukturen. Jeder Knoten (Agent) ist dabei mit seinen direkten Nachbarn verbunden. Der Zufallsgraph zeigt einen kleinen Durchmesser, d. h. der Pfad durch das komplette Netzwerk ist kurz. Zufallsgraphen kommen realen sozialen Netzwerken nahe, sind jedoch nicht so stark geclustert. Sie werden häufig als Referenznetzwerk genutzt, um den Effekt anderer Topologien zu quantifizieren. Small-World-Graphen werden über einen definierten Algorithmus generiert, welcher neben der Zufälligkeit auch das Clustering des Netzwerks berücksichtigt (Watts und Strogatz, 1998). Die vierte Art von genutzten Netzwerken sind skaleninvariante Netzwerke. Diese beinhalten eine hohe Zahl von Knoten, welche sehr stark verbunden sind, sogenannte Hubs. Bei der Erstellung haben bereits verbundene Knoten eine hohe Wahrscheinlichkeit, weitere Verbindungen zu erhalten. Das resultierende Netzwerk ist skaleninvariant und neigt nicht zur Clusterbildung.

Tabelle 4.4 zeigt die Ansätze, welche die Wirkung von Netzwerktopologien zum Untersuchungsgegenstand haben. Hierbei sind einfache Gitternetzwerke (16) und Small-World-Topologien (17) am häufigsten. In Bezug auf die Modellierung von Organisationsnetzwerken sind insbesondere Small-World-Topologien interessant (Kilduff und Tsai, 2003). Aber auch skaleninvariante Netzwerke sind aufgrund der „hub“-Funktion einiger Knoten von Bedeutung bei der Darstellung der Steuerung (Demir und Ozkan, 2015).

Die Analyse bestehender agentenbasierter Simulationen zur Untersuchung von Akzeptanz und Diffusionsvorgängen zeigt, dass der Organisationskontext bisher unzureichend thematisiert wurde. Es fehlt an Ansätzen, welche die Dynamik zwischen individueller Interaktion und den Interventionen der Organisation abbilden. Wenn die Steuerung der Akzeptanzprozesse thematisiert wird, dann nur auf politischer Ebene (policies) oder begrenzt über Anreize. Ein strikteres, mehrdimensionales Eingreifen, wie es Organisationen über Steuerungsmedien möglich ist, findet keine Beachtung.

Quelle	Netzwerktopologie			
	Gitter	Zufall	Small-World	Skalen-invariant
Abrahamson und Rosenkopf (1997)				x
Alkemade und Castaldi (2005)		x	x	x
Bohlmann, Calantone und Zhao (2010)	x	x		x
Cantono und Silverberg (2009)	x			
Choi, Kim und Lee (2010)			x	
Deffuant, Huet und Amblard (2005)			x	
Delre (2007)			x	
Delre u. a. (2007)			x	
Delre u. a. (2010)	x			x
Goldenberg, Libai, Solomon u. a. (2000)	x			
Goldenberg und Efroni (2001)	x			
Goldenberg, Libai und Muller (2001)	x			
Goldenberg, Libai, Moldovan u. a. (2007)			x	
Goldenberg, Libai und Muller (2010)	x			
Hai-hua, Jun und Wen-tian (2015)			x	
Hamilton, Nuttall und Roques (2009)	x			
Hohnisch, Pittnauer und Stauffer (2008)	x			
Jager u. a. (2000)			x	
Janssen und Jager (2001)			x	
Kocsis und Kun (2008)	x		x	
Laciana und Oteiza-Aguirre (2014)	x		x	
Martins, B. Pereira und Vicente (2009)	x		x	
Negahban, Yilmaz und Nall (2014)	x	x	x	x
Rahmandad und Sterman (2008)	x	x	x	x
Sampaio u. a. (2012)	x			
Schwoon (2006)	x			
Simoni, Tatarynowicz und Vagnani (2006)		x		
Thiriot und Kant (2008)			x	
Valente und Davis (1999)		x		
Zaffar, Kumar und Zhao (2014)		x	x	x
Zsifkovits und Günther (2015)			x	

Tabelle 4.4: Agentenbasierte Ansätze III - Netzwerktopologien (erweiterte Darstellung nach Kiesling u. a. (2012))

4.7 Grenzen des Erkenntnisprozesses

Neben den Erkenntnisgewinnen, welche die Anwendung von Modellen und Simulationen erzeugen können, existieren Grenzen, an welche der Einsatz dieser Methode stößt. Diese hängen eng mit den fünf Fehlerklassen bei der Simulationsgestaltung zusammen (Shannon, 1975, S. 216 f.) und beziehen sich auf:

1. das Modelldesign;
2. die verwendeten Daten;
3. die Modellprogrammierung;
4. die Modellnutzung, z. B. bei der Definition der Experimente; sowie
5. die Interpretation der Simulationsergebnisse.

Die Auswahl bestimmter Eigenschaften und Zusammenhänge des Realsystems ist die Ursache für die Erkenntnisprobleme im *Modelldesign*. Um das Realsystem zu untersuchen, muss zwangsläufig eine Komplexitätsreduktion stattfinden. Modellbildung und Simulation befinden sich demnach in einem Spannungsverhältnis zwischen einer möglichst einfachen Darstellung des Realsystems und der umfassenden Berücksichtigung all seiner Komponenten.

Wird zu viel vereinfacht, ist das Modell zu abstrakt und die Erkenntnisse können nicht auf das Realsystem übertragen werden. Ist das Modell hingegen zu umfangreich, so ist das Modellverhalten nicht mehr transparent. Zudem lassen sich keine Aussagen über Wirkverhältnisse und Effekte treffen. Mit jedem betrachteten Parameter steigt die Anzahl der notwendigen Simulationsexperimente. Die Isolation von einzelnen Effekten wird durch vielfältige Wechselwirkungen verdeckt (Liebl, 1992, S. 228). In Simulationsstudien muss daher die Balance zwischen dem Grad der Abstraktion und der Verkürzung gefunden werden.

Dies wirft jedoch ein weiteres Erkenntnisproblem auf. Wenn der Forscher Eigenschaften des Realsystems verkürzt, führt er eine Selektion durch. Das Vorgehensmodell sieht diesen Schritt aus forschungsökonomischen Erwägungen an einem frühen Punkt vor. Damit wird aber zu Beginn des Forschungsprozesses

schon der Blickwinkel festgelegt. Ein früh eingeschränktes Modell wird dann nur spezifiziert und in geringer Weise variiert. Wird der Zeithorizont verändert, so können neue, nur mittel- oder langfristig wirksame Variablen auftreten, welche in der ersten Modellierung nicht berücksichtigt wurden (Liebl, 1992, S. 141). Eine Anpassung des Modells ist dann sehr aufwändig.

Weiterhin unterliegt die Modellbildung einer gewissen Formalisierung. Dies trifft insbesondere auf die Nutzung von Modellen in Simulationen zu. Sie müssen „berechenbar“ sein. Naturwissenschaftliche Phänomene lassen sich selbst auf elementarer Ebene umfassend mathematisch beschreiben. Dieses Vorgehen ist jedoch bei psychischen und sozialen Systemen sehr voraussetzungsvoll (Opp, 2015, S. 204). Die Überführung menschlichen Verhaltens in mathematische Formeln ist daher eine Selektion des Forschers, welche zu Verzerrungen und Fehlspezifikationen führt. In der agentenbasierten Simulation sind zahlreiche „Brückenhypothesen“ bei der Beschreibung notwendig. Soziales Verhalten, ist trotz seiner Regelmäßigkeiten, nur unzureichend formal zu beschreiben (Bandte, 2007, S. 285). Da die Simulationsergebnisse nur aufgrund der getroffenen Annahmen ein determiniertes Verhalten nahelegen, müssen die Formalisierungsschritte in der Ergebnisinterpretation kritisch berücksichtigt und interpretiert werden.

Die für die Modellierung und Simulation genutzten *Daten* sind die zweite Grenze der Erkenntnis. Wie in anderen wissenschaftlichen Studien auch, verfälscht eine schlechte Datenbasis die Ergebnisse dramatisch. In Simulationsstudien zeigt sich das Datenproblem auf zwei Arten: (a) Verfügbarkeit von Daten und (b) Qualität der Eingangsdaten. Die erste Art ist typisch in Fällen, in denen ein Realsystem nicht existiert oder die Datenerhebung sehr aufwändig ist. Dabei ist der Forscher auf die aus der Theorie abgeleiteten Annahmen zurückgeworfen. Die Erkenntnisse sind somit begrenzt auf den Betrachtungsabschnitt des Systems, welcher durch die theoretischen Annahmen erfasst wird.

Die Qualität der Eingangsdaten hängt hingegen von der Wahl der Erhebungsinstrumente ab. Weiterhin prägen die Methoden der Aufbereitung der Rohdaten für die Modellbildung und Simulation die Erkenntnisgüte. Da unterschiedliche mathematische Verfahren zur Bestimmung des Verteilungstyps, der Schätzung der Parameter sowie zur Berechnung der Anpassungsgüte zur Verfügung stehen, wirkt der Forscher über die Methodenauswahl auf die Ergebnisse (Liebl, 1992, S. 126).

Werden aus den historischen Daten konkrete Parameterwerte und -verteilungen abgeleitet, so ist die Prognosefähigkeit des Modells nur begrenzt. Das Modellverhalten wäre eine reine Fortschreibung des historischen Verhaltens und somit nicht offen für Emergenz.

Simulationen sind in der Durchführung auf die Umsetzung der konzeptuellen und logischen Modelle in *Computercode* angewiesen. Die Auswahl der Technologie kann daher keinesfalls als neutral angesehen werden. Verschiedene Programmieransätze und -formen können zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, da die technischen Grundlagen, z. B. die verwendeten Zufallszahlengeneratoren, Speicherzugriffszeiten und Ablaufreihenfolgen, variieren. Der Implementierungsprozess selbst ist wiederum ein Interpretationsprozess des Entwicklers in Bezug auf das konzeptuelle und logische Modell und bezieht weitere Formalisierungs- und Selektionsschritte mit ein. Die Wahl des Simulationswerkzeugs bestimmt den Aufwand der Implementierung der Modelleigenschaften und kann dazu führen, dass sie inadäquat vereinfacht dargestellt werden (Liebl, 1992, S. 225). Problematisch ist hierbei, dass die eintretenden Verzerrungen anders als bei der konzeptuellen und logischen Modellierung nicht systematisch in der Ergebnisinterpretation berücksichtigt werden können. Wenn Modelle miteinander verglichen werden, sollte daher die gleiche technische Plattform gewählt werden.

Neben der Modellerstellung und -implementierung ist die *Nutzung in Experimenten* eine mögliche Quelle der Verzerrung der Ergebnisse. Bei der Gestaltung der Experimente müssen die richtigen Messpunkte und -variablen formuliert werden. Zudem muss die Parametrisierung, Initialisierung und Beobachtung des Modells nachvollziehbar und dem Untersuchungsgegenstand angemessen sein. Wird z. B. ein zu kurzer Beobachtungshorizont festgelegt, sind die Simulationsergebnisse noch stark von den Initialwerten verzerrt (Liebl, 1992, S. 156–168). Bei der Untersuchung theoriebasierter Modelle ist bei der Nutzung zudem die Wahl geeigneter Parameter schwierig. Auch hier muss auf Annahmen zurückgegriffen werden. Es ist nicht sicher, dass die gewählten Parameter auch in Realsystemen beobachtbar sind. Der Forscher ist daher auf die Plausibilität seiner Annahmen angewiesen. Auch hier ist die Anzahl der Parametrisierungs- und Kombinationsmöglichkeiten sehr hoch. Die Modellnutzung bezieht sich daher auf ein ausgewähltes Set an Parameterkonstellationen und deckt nicht den vollständigen Kombinationsraum ab.

Daher sind die Ergebnisse auch im besten Fall ein Optimum unter den getroffenen Annahmen und einer endlichen Anzahl untersuchter Alternativen. Ihre *Interpretation* stellt im Forschungsprozess eine weitere Herausforderung dar. Die Simulationsergebnisse sind aufgrund ihrer stochastischen Natur ungenau und diese Ungenauigkeit ist nicht messbar (Shannon, 1975, S. 13). Sensitivitätsanalysen und die Erhöhung der Anzahl der Replikationen kann dieses Problem nur partiell lösen. In der Interpretation muss diese Ungenauigkeit berücksichtigt werden, um keinem Fehlschluss zu unterliegen. Dieser kann jedoch auch durch eine Wahrnehmungsverzerrung auftreten. In der Simulation wird eine Vielzahl von Daten generiert, was dazu führt, dass die Resultate, ihre Genauigkeit und Validität überbewertet werden (Law und Kelton, 1991, S. 115).

Weiterhin erfolgt häufig der Fehlschluss, dass das Systemverhalten auf die Variation der einzelnen Variablen zurückzuführen ist. Da sich der Charakter der Simulation jedoch auf die Wechselwirkungen und Beziehungsgeflechte der Variablen untereinander bezieht, ist der Effekt immer der Modellkonfiguration und weniger der einzelnen Variablen zuzurechnen. Aussagen, welche aus Simulationen gewonnen werden, sind daher immer nur System- und nicht Komponentenaussagen (Liebl, 1992, S. 141).

Die Grenzen der Aussagekraft der Modelle und Simulationen werden dazu im Forschungsprozess transparent gemacht. Dies beginnt in der Modellbildung und setzt sich in der Ergebnisinterpretation fort.

Kapitel 5

Aufbau eines Simulationsmodells

Nachdem die theoretischen und methodischen Grundlagen für die angestrebte Simulation dargestellt wurden, wird in diesem Kapitel das Simulationsmodell konstruiert. Hierbei werden entsprechend des entworfenen Vorgehens drei grobe Modellierungsphasen unterschieden: (a) Erstellung des konzeptuellen Modells, (b) Erstellung des logischen Modells und (c) Implementierung des Simulationsmodells. Jede Phase berücksichtigt die Besonderheiten der agentenbasierten Modellierung anhand des in Abschnitt 4.6.1 vorgestellten MAIA-Metamodells. Die kollektive Struktur beinhaltet dabei die Spezifikation der Eigenschaften und Aktionen der Agenten. Die konstitutionelle Struktur wird mittels Organisationsregeln spezifiziert. Hieraus werden unterschiedliche Rollen abgeleitet. Der Fokus liegt dabei auf den Steuerungsaktivitäten innerhalb der Organisation mit Bezug zur Akzeptanz- und Nutzungsförderung. In der operativen Struktur wird die Systemdynamik definiert. Sie orientiert sich an den Tätigkeiten des Systems, welches in der physischen Struktur beschrieben wird. Die Modelle sind theoriebasiert und greifen auf die Ausführungen in Kapitel 2 und 3 zurück.

5.1 Konzeptuelles Modell

Das konzeptuelle Modell stellt den Startpunkt für die Analyse des Systems dar. Es grenzt den Untersuchungsgegenstand ab und unterscheidet zwischen der relevanten Umwelt und dem System. Über das konzeptuelle Modell erfolgt die erste Spezifikation der Forschungsfrage. Die zu analysierenden Einheiten werden dabei ausgewählt und ihre Eigenschaften und Zusammenhänge grob

dargestellt. Hierzu sind in der agentenbasierten Modellierung mehrere Schritte notwendig. Zunächst muss die Agentenarchitektur festgelegt werden, bevor die einzelnen Agenten genauer anhand ihrer Attribute und Aktionen beschrieben werden.

5.1.1 Systemabgrenzung

Die Untersuchung von Akzeptanz- und Nutzungsverhalten umfasst ein breites Spektrum möglicher Wechselwirkungen. Daher muss eingegrenzt werden, welche Faktoren und Prozesse im Modell beschrieben und in welchem Kontext ihre Wirkungsweisen betrachtet werden. Die Abgrenzung erfolgt in zwei Schritten: Zunächst wird bestimmt, welche Aspekte im Modell nicht berücksichtigt werden, da ihre Funktionsmechanismen und Einflüsse fundamental unterschiedlich vom Untersuchungsgegenstand sind. Weiterhin wird die Umwelt vom betrachteten System getrennt. Faktoren und Vorgänge der Umwelt sind für das System extern und nicht kontrollierbar, sie wirken jedoch auf das System ein. Im System selbst laufen endogene Vorgänge ab, welche vom System selbst gestaltet werden. Sowohl zur Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes von irrelevanten Faktoren als auch zur Trennung von System und Umwelt müssen Annahmen getroffen werden. Diese werden im Folgenden dargestellt. Hierbei wird absteigend von der Makro- zur Mikroebene vorgegangen.

Das Ziel der Modellierung ist die Untersuchung von Akzeptanz und Nutzung technologischer Neuerungen innerhalb von Organisationen. Auf der Makroebene wird daher die Interaktion zwischen Organisationen aus der Betrachtung ausgeschlossen. Hierzu zählt u. a. (a) die Verbreitung von technologischen Neuerungen auf Märkten und zwischen Organisationen und (b) organisationsübergreifende Netzwerkeffekte der neuen Technologie. Der größte Teil der Studien zum Thema Diffusion und Akzeptanz befasst sich mit dem ersten Punkt. Obwohl dort grundlegende Mechanismen identifiziert werden, unterscheidet sich die Modellierung auf der Makroebene von der intraorganisationalen Betrachtung. So beachtet die Verbreitung von Innovationen auf Märkten nicht die organisatorischen Restriktionen und Anreize, welche für die Steuerung notwendig sind. Es gibt zwar Ansätze, welche z. B. staatliche Eingriffe in Simulationen testen, jedoch wegen des Unterschieds der Interventionsarten und der verwendeten Steuerungsmedien nicht auf Organisationen übertragen werden können. Die Untersuchung

von interorganisatorischer Verbreitung behandelt hingegen das Phänomen auf einer höheren Abstraktionsebene. Die dort identifizierten Faktoren wie Ressourcenverfügbarkeit, rechtliche sowie ökonomische Rahmenbedingungen sind nicht auf das „Innere“ der Organisation zu übertragen. Sie unterliegen einer anderen Entscheidungslogik, wie z. B. die Untersuchungen zur organisatorischen Isomorphie durch Legitimitätssuche in der Umwelt zeigen (DiMaggio und Powell, 1983). Aspekte wie Nutzbarkeit und Nützlichkeit stehen bei der organisatorischen Technologieauswahl weniger im Fokus als Lock-in-Effekte, Interoperabilität oder vertragliche Rahmenbedingungen.

Die Verbreitung zwischen Organisationen zeigt zwar auch Netzwerkeffekte. Diese beziehen sich häufig auf die reine Übernahme und berücksichtigen die Nutzungsintensität oder den Nutzungserfolg nicht. Im Rahmen dieser Arbeit gilt die initiale Übernahmeentscheidung jedoch als bereits getroffen. Damit haben alle Mitglieder Zugang zur neuen Technologie, sodass stattdessen die Nutzungsintensität untersucht wird.

Neben der Betrachtung der Makroebene werden folgende Vorgänge innerhalb der Organisation (Mesoebene) aus der Modellierung ausgeschlossen: (a) das Treffen von Übernahmeentscheidungen durch die Organisation und (b) ökonomische Rahmenbedingungen, z. B. die Verteilung des begrenzten Budgets der Organisation. Der erste Aspekt gibt dem Modell einen Startzeitpunkt. Es wird davon ausgegangen, dass die organisationsinterne Entscheidungsfindung über die Nutzung der Technologie abgeschlossen ist. Das Treffen der Auswahlentscheidung ist das Resultat eines längeren Aushandlungsprozesses, in welchem ökonomische, politische und emotionale Aspekte berücksichtigt werden müssen. Organisatorische Adoptionsentscheidungen werden in den meisten Fällen durch das Management getroffen und unterscheiden sich durch die kleinere involvierte Gruppe fundamental von den anschließenden Umsetzungsprozessen. Die organisatorische Entscheidungsfindung wird daher als vorgelagert betrachtet und somit ein umfangreicher Forschungsbereich zur Vereinfachung ausgeklammert (Hodgkinson und Starbuck, 2008).

Im Aufnahmemodell nach Rogers (2003, S. 421) beginnt die Betrachtung beim Eintritt in die Restrukturierungs- bzw. Klärungsphase. Die Organisation als Ganzes erwartet daher bereits einen positiven Nutzen durch die Implementierung. Es werden nur noch interne Verbreitungs- und Durchsetzungsprozesse

betrachtet. Zwar können im Auswahlprozess die Mitarbeiter beteiligt werden, um u. a. die Akzeptanz zu erhöhen. In den seltensten Fällen werden jedoch alle zukünftigen Nutzer an diesem Prozess beteiligt, sodass die Sicherung der Akzeptanz in der Umsetzung weiterhin beachtet werden muss.

Eng mit der Umsetzung ist auch die Verteilung der ökonomischen Ressourcen innerhalb der Organisation verbunden. Managemententscheidungen basieren häufig auf Budgetrestriktionen. Über die Verteilung des Budgets werden Zielstellungen priorisiert. Die Auswahl der Maßnahmen zur Zielverfolgung muss dieser Restriktion gehorchen. Beides, die Budgetverteilung und -nutzung, fällt unter den Bereich der organisatorischen Entscheidungsfindung. Wie die initiale Aufnahmeentscheidung wird daher auch die Budgetfrage ausgeklammert. Hierdurch ist es im Modell nicht möglich, die Kosten-Nutzen-Relation der möglichen Maßnahmen abzubilden. Zwar kann der Nutzen z. B. über die Nutzungsrate und -intensität quantifiziert werden, die Betrachtung der Kosten würde jedoch eine umfangreiche Datensammlung oder vereinfachende Annahmen bedingen. Diese müssten z. B. die Ausgestaltung der Maßnahmen berücksichtigen, um ihre Kosten zu schätzen. Der Aufwand, der hierfür notwendig ist, reichert die Aussagekraft des Modells bezogen auf die Steuerungswirkung jedoch nicht an. Daher wird die konkrete Festlegung des Budgets im Modell nicht berücksichtigt. Die begrenzten Ressourcen im Management und beim Change Agent werden in einer einfachen, stabilen Form modelliert. Diese Einengung des Modells führt gleichzeitig dazu, dass die Maßnahmen ob ihrer Wirkung untersucht werden und ihre Bandbreite nicht eingeschränkt wird.

Das Verhalten der Organisationsmitglieder auf der Mikroebene kann durch eine Vielzahl von Ansätzen erklärt werden (Schimank, 2007). Eine Möglichkeit diese zu verbinden, stellt der Einsatz der „Fuzzy Logic“ dar (Winter und Kron, 2015; Kron und Winter, 2014). Da die Aussagekraft durch die Vermischung vielfältiger Handlungslogiken und damit die genaue Zurechnung der Interventionswirkung nicht klar herausgearbeitet werden kann, werden nur bestimmte, in Organisationen anschlussfähige Handlungskonzepte berücksichtigt. Folgende Verhaltenserklärungen werden daher ausgeschlossen: (a) kognitionspsychologische Aspekte der Entscheidungsfindung, (b) emotionale Entscheidungsfindung sowie (c) identitätsbezogene Verhaltensannahmen.

Die erste Einschränkung bezieht sich auf die Abbildung der kognitiven Fähigkeiten der Mitarbeiter. Eine genaue Modellierung kann über kognitive Architekturen (ACT-R, SOAR) vorgenommen werden. Hierbei wird die Relation jedes Mitarbeiters zu seiner Umwelt, seinem Wissen und seinen Fähigkeiten hergestellt. Kognitive Ansätze untersuchen sehr genau die Wissensbildung und -verarbeitung. Hierbei sind die Handlungsweisen und Zielstellungen häufig fluide. Für die Untersuchungszwecke ist diese Modellierungsform zu granular. Der Fokus der Arbeit liegt nicht auf der Erklärung des Mikroverhaltens, daher werden Wahrnehmungs- und Lernprozesse vereinfacht dargestellt und nicht inhaltlich ausgestaltet. Kognitive Architekturen werden daher nicht genutzt.

Als zweite Eingrenzung auf der Mikroebene wird emotionales Verhalten ausgeschlossen. Unter dem Konzept des „emotional man“ (Flam, 2000) wird ein von Gefühlen kontrollierter Akteur verstanden, der kostenindifferent ist und nicht konsistent handelt. Diese Verhaltensweise ist als Erweiterung der Konzepte des „homo oeconomicus“ und „homo sociologicus“ zu sehen. Es handelt sich dabei um einen Grenzfall des Handelns, der selten in Reinform vorkommt. Emotionale Entscheidungen werden aus dem Modell ausgeschlossen, da sie in Organisationen schwer anschlussfähig sind (Rafaeli und Worline, 2001). Weiterhin ist emotionales Handeln aufgrund der Inkonsistenz und schlechten Vorhersagbarkeit nicht zu formalisieren und entzieht sich demnach der Simulation.

Neben emotionalen und kognitiven Einflüssen wird auch die Identitätswahrung der Akteure nicht berücksichtigt. Die Handlungen werden in diesem Ansatz auf das Selbstbild des Akteurs zurückgeführt. Sie zielen auf den Konsistenzerhalt für die Identität nach innen und nach außen ab (Schimank, 2007). Während dieser Blickwinkel die Interessen und die persönliche Entwicklung berücksichtigt, stellt er in der Modellierung ein Problem dar. Es ist schwer zu bestimmen, welche Handlungen die Identitätskonsistenz gefährden; auch die Feststellung der Form der Identität erfordert viele Annahmen. Es kann weiterhin angenommen werden, dass sich Identitätskonsistenz in Organisationen nicht absolut durchsetzen lässt. Die Einbindung in Macht- und Austauschverhältnisse restringieren den Akteur soweit, dass er mitunter Handlungen ausführen muss, obwohl sie seinem Selbstbild entgegenstehen. Dieses Spannungsverhältnis zwischen Willen und Aufgabe kann zu emotionalen Verwerfungen führen; es wird jedoch in der Modellierung nicht berücksichtigt, da im Zweifelsfall soziale oder zweckrationale

Aspekte in der Organisation überwiegen. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass sich bei Mitgliedern eine organisatorische Identität herausbildet, welche stark mit ihrer Rolle korrespondiert (Zech, 2013; Günther, 2004). Auf der Mikroebene wird daher von sozial eingebetteten zweckrationalen Akteuren ausgegangen, auf welche der Organisationsrahmen wirkt.

Neben der Ausgrenzung der im Modell nicht berücksichtigten Phänomene und Faktoren muss eine Abgrenzung zwischen System und seiner relevanten Umwelt stattfinden. Im Gegensatz zu den ausgeschlossenen Aspekten wirkt die relevante Umwelt als Reiz auf das System, kann dessen Operationen aber nicht beeinflussen. Andererseits kann das System zwar in die Umwelt wirken, die dort entstehenden Effekte sind jedoch nicht in seinem Handeln determiniert. Das System ist somit umweltoffen und operativ geschlossen. Mit der Umwelt ist es strukturell (über Erwartungsstrukturen) gekoppelt (Luhmann, 1997; Luhmann, 1992; Willke, 1992).

Für die Modellierung werden die Erwartungsstrukturen über Umweltfaktoren abgebildet. Diese sind wiederum der Makro-, Meso- und Mikroebene zuzuordnen. Auf der *Makroebene* bilden (a) die eingesetzte Technologie und (b) die kulturellen Aspekte innerhalb und außerhalb der Organisation die relevante Umwelt.

Für Ersteres wird im Modell angenommen, dass die Entwicklung und Anpassung der Technologie nicht durch die Organisation bestimmt wird. In der analysierten Literatur findet sich eine Reihe von Studien, welche Technologie-modifikationen, von der Intention abweichende Benutzung und technologischen Fortschritt (z. B. beim Leap-Frogging), mit berücksichtigen. Die Betrachtung der Technologie als systemimmanenter Faktor entspricht auch der Praxis bei der Einführung betrieblicher Anwendungssysteme, die häufig ein Produkt an die Anforderungen der Nutzer anpassen (Customizing). Die Modifikationsmöglichkeiten sind dabei jedoch zu groß und die Varianten der Veränderungsprozesse zu umfassend, um sie formal zu erfassen. Weiterhin macht die Einführung zusätzlicher Variation über technologische Veränderungen das Modell weniger transparent. Damit nimmt auch die Effizienz des Modells ab. Daher wird der Faktor Technologie im Untersuchungsprozess fixiert und als extern angenommen. Sie wird dabei von Akteuren in der Organisation wahrgenommen, bewertet und eingesetzt. Die Veränderung der Attribute der Technologie ist jedoch nicht

möglich. Hierdurch wird zwar ein Steuerungsaspekt im Change Management ausgeschlossen, gleichzeitig findet aber eine Konzentration auf die restlichen psychosozialen Aspekte der Steuerung statt.

Auf der Makroebene werden kulturelle Faktoren als extern behandelt. Kultur kann auf unterschiedlichen Ebenen seine Wirkung entfalten. Die Organisation befindet sich zunächst in einem allgemeinen (national-)kulturellen Kontext; darüber hinaus entwickelt sich auch eine eigene Organisationskultur. Hinzu kommen diverse Subkulturen und individuelle kulturelle Prägungen, welche sich bei den Mitgliedern ausformen, wie z. B. typische Berufskulturen, Abteilungskulturen oder auch ethnische Kulturen (Sackmann, 1997). Die genauen Einflüsse lassen sich nur schwer spezifizieren. Studien, welche kulturelle Unterschiede betrachten, sind häufig qualitativ angelegt oder beziehen sich auf die Makroebene, d. h. das Aufnahmeverhalten von Organisationen und nicht deren Mitglieder. Weiterhin ist das Zusammenspiel zwischen den unterschiedlichen kulturellen Einflüssen unklar. Sie bilden ein Geflecht, in welchem sich Über- und Unterordnungen nicht klar identifizieren lassen. Es wird daher davon ausgegangen, dass Kultur homogen bei allen Mitgliedern wirkt. Als externer Faktor beeinflusst sie die Sensitivität der Mitglieder für sozialen Druck und die Bedeutung der individuellen Leistungsfähigkeit. Auf zeitlicher Ebene bleibt Kultur invariant; sie wirkt als Kontextfaktor.

Nicht alle Faktoren auf der *Organisationsebene* sind endogen. Als externe Effekte fallen zwei Aspekte ins Auge: (a) die Kooperations- und Machtstrukturen (formale Aufbauorganisation und informale Netzwerke) sowie (b) die Tätigkeiten und Aufgaben der einzelnen Mitarbeiter im System und deren Abfolge (Ablauforganisation).

Die Aufbauorganisation und die informalen Netzwerke können durch die Einführung einer neuen Technologie verändert werden (Burkhardt und Brass, 1990; Leonardi, 2013). Es entstehen häufig neue Kommunikationskanäle und die neuen Rollen können als Machtressourcen genutzt werden. Dies führt zur Verschiebung der Interaktionsstrukturen. Beide Aspekte betreffen jedoch eher informale Netzwerke; die formale Aufbauorganisation ändert sich nur bei tiefgreifenden Veränderungen durch die neue Technologie, z. B. durch die Schaffung neuer Organisationseinheiten oder den Umbau der Berichts- und Weisungswege. Änderungen an der formalen Aufbauorganisation erstrecken sich somit über

einen größeren Zeitraum und sind das Ergebnis längerer Aushandlungsprozesse. Informale Netzwerke bilden sich hingegen um Arbeitskontexte (communities of practice). Ihre Struktur richtet sich u. a. nach dem Ansehen der einzelnen Personen, deren Wissen sowie ihrem Zugriff auf Ressourcen. Veränderungen sind hier wesentlich häufiger, da sie nicht formal entschieden werden müssen. Gleichzeitig kann die Richtung der Veränderung nicht prognostiziert werden, da die Netzwerke selbst emergente Strukturen sind. Um den Komplexitätsgrad der Simulation nicht unnötig zu erhöhen, wird angenommen, dass die Strukturen der Zusammenarbeit und ihre Weisungsverhältnisse über den Beobachtungszeitraum stabil bleiben. Dennoch wirken sie auf die Akzeptanz- und Diffusionsprozesse. Steuerung durch die Führungskraft erfolgt über die formale Aufbauorganisation. Das Propagieren von Erfahrungen sowie die Beobachtung der Akteure im Umfeld finden in informalen Netzwerken statt. Deshalb wird die formale und informale Aufbauorganisation als Umweltfaktor beschrieben.

Gleiches gilt für die Aufgaben und Tätigkeiten sowie deren Abfolgen. Obwohl die Einführung neuer Technologien häufig mit einer Veränderung des Aufgabenspektrums, der Aufgabenfolge und der Durchführung einzelner Tätigkeiten einhergeht, ist die Ausprägung der Veränderung sehr stark vom eigentlichen Einführungsprozess und der Technologie abhängig (Attaran, 2004). Insbesondere bei der Einführung von betrieblichen Anwendungssystemen sollten die Bereitstellung der Software und die Veränderung der Unternehmensprozesse Hand in Hand gehen (Grover u. a., 1998). Beiden geht eine Prozessanalyse und die Ableitung von Veränderungsoptionen voraus. Die Komplexität richtet sich nach den bestehenden Prozessen und Systemen, aber auch nach den eingesetzten Mitarbeitern. Der gesamte Aspekt der Prozessorganisation wird in dieser Arbeit ausgeklammert, da weder Beispielprozesse zugrunde liegen noch Daten über ihren Input und Output vorliegen. Weiterhin kann die Technologie die Ablauforganisation in mehrere Richtungen verändern. Die Beziehung ist nicht determiniert und modellierbar. Da die Einführung einer Technologie im Mittelpunkt steht und nicht der gesamte Veränderungsprozess betrachtet wird, ist es folgerichtig, zwar dem Prozess und den Aufgaben eine hohe Bedeutung zuzuweisen, sie jedoch über den Beobachtungszeitraum stabil zu halten. Sie bilden daher Faktoren in der Umwelt.

Die oben angesprochenen Aspekte wirken auf die Mikroebene ein. Das Modell konzentriert sich dort auf die Wirkungsweise der sozialen Norm und der individuellen Nutzenbetrachtung. Die Gewichtung zwischen beiden und die Stärke des jeweiligen Einflusses auf die Nutzungsentscheidung wird durch die individuellen Präferenzen bestimmt. Je nach Ausprägung lässt sich der Akteur eher sozial beeinflussen oder folgt seiner eigenen Nutzenbetrachtung. Zudem legen die Präferenzen fest, wie der Nutzen der Technologie gewichtet wird, ob der Akteur also eher Wert auf die Nutzbarkeit, die Qualität des Outputs, seine Quantität oder den damit verbunden Aufwand legt. Diese Präferenzen können sich über die Zeit verändern, z. B. kann die Bedeutung des Aufwands abnehmen, wenn sich die verfügbare Zeit erhöht. Ebenso kann die Quantität des Outputs an Bedeutung gewinnen, wenn dem Akteur Mengenziele gesetzt werden. Im hier entwickelten Modell werden diese zeitlichen Präferenzveränderungen nicht berücksichtigt. Präferenzen werden für jeden Akteur individuell zu Beginn der Simulation initiiert, bleiben aber über die Zeit stabil. Es verändert sich weder die Gewichtung der einzelnen Faktoren zur Nutzenbestimmung untereinander noch die Gewichtung der sozialen und individuellen Einflüsse. Somit sind die individuellen Präferenzen ein externer Faktor. Die Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes und der Umwelt ist in Tabelle 5.1 zusammengefasst.

	Umfeld	Umwelt
Makroebene	Verbreitung auf Märkten Verbreitung zwischen Organisationen Netzwerkeffekte	eingesetzte Technologie kulturelle Aspekte innerhalb und außerhalb der Organisation
Mesoebene	Adoption durch Organisationen Festlegung der Budgetbeschränkungen	formale Aufbauorganisation informale Netzwerke Tätigkeiten und Ablauforganisation
Mikroebene	kognitionspsychologische Aspekte emotionale Entscheidungsfindung identitätsbezogene Verhaltensannahmen	Präferenzen

Tabelle 5.1: Modellabgrenzungen

In der Modellierung sind als nächstes die einzelnen Agenten, ihre Aktionen und Interaktionen untereinander sowie mit der Umwelt zu beschreiben. Hierzu wird das MAIA-Framework herangezogen. In seiner Anwendung werden fünf Strukturen unterschieden. Den Kernpunkt der Simulation bildet dabei die Agentenarchitektur, in welcher die kollektive Struktur festgehalten wird.

5.1.2 Agentenarchitektur – Kollektive Struktur

Die Beschreibung des Modells beginnt mit der Festlegung der Agenten. In der kollektiven Struktur sind alle sozialen Agenten und ihre Beziehung untereinander dargestellt. Zunächst werden grob die modellierten Agententypen und ihre Zusammenhänge beschrieben. Die Typen werden dann anhand ihrer Eigenschaften (Attribute) und Aktionen (Operationen) spezifiziert. Die kollektive Struktur stellt den Kern des Modells dar und hat Verbindungen zur Organisation (konstitutionelle Struktur), zu ihren Aufgaben und Abläufen (operative Struktur) sowie der eingesetzten Technologie (physische Struktur).

Agententypen

Ziel der Simulation ist es, die Dynamik zwischen Steuerungsakteuren und den Gesteuerten bei der Einführung einer neuen Technologie zu beleuchten. Die Organisation stellt hierbei den Rahmen dar, in welchem die Handlungen vorgenommen werden. Die Organisation verfügt über die Mitgliedschaftsentscheidung hinsichtlich der Mitarbeiter. Diese sind für die Leistungserbringung zuständig. Weiterhin kann im Akzeptanz- und Nutzungsprozess eine spezifische Rolle unterschieden werden. Change Agents unterliegen daher nicht dieser Leistungssteuerung, sondern sind nur für die Verbreitung der neuen Technologie zuständig. Wie in Kapitel 3 beschrieben, sind interne Change Agents bewusst steuernde Akteure, welche über Ressourcen für Interventionen verfügen. Externe Change Agents, welche hauptsächlich beratend tätig sind, werden im Modell nicht berücksichtigt, da sie nicht steuernd eingreifen.

Durch diese Konstellation ergeben sich zwei Agentenklassen: Mitarbeiter und Change Agents. Beide sind in ein informales Netzwerk eingebettet, unterscheiden sich jedoch hinsichtlich ihrer formalen Verbindung. Während Mitarbeiter in der Organisationshierarchie verankert sind, agieren Change Agents frei von

diesen Über- und Unterordnungsverhältnissen. Ihnen sind dafür Mitarbeiter zugewiesen, welche im Fokus ihrer Akzeptanz- und Nutzungsförderung stehen. Dies formale und informale Einbettung sind als Agentenattribute zu berücksichtigen.

Alle Mitarbeiter haben ähnliche Attribute und führen die gleichen fundamentalen Aktionen der Leistungserbringung aus. Change Agents orientieren sich nur auf die Beobachtung der Mitarbeiter und die Durchführung von Interventionen.

Das Management bildet eine Spezifikation des Mitarbeitertyps. Ihm sind zum einen Mitarbeiter zugeordnet, deren Leistung es steuert. Zum Anderen verfügt es über Ressourcen für positive und negative Sanktionen gegenüber diesen Mitarbeitern. Es ist jedoch nicht frei wie die Change Agents, sondern hat Leistungen zu erbringen und steht in Abhängigkeitsverhältnissen im Unternehmen.

Die Agentenarchitektur ist in Abbildung 5.1 abgebildet.

Es werden in der Agentenarchitektur Steuerungssubjekte und Steuerungsobjekte voneinander unterschieden. Steuerungssubjekte besitzen die Fähigkeit, Interventionen gegenüber den Steuerungsobjekten zu initiieren. Im Modell existieren folgende Steuerungsbeziehungen:

- Change Agents steuern Mitarbeiter in Bezug auf die Akzeptanz und zur Aktivierung gegenseitiger Hilfe.
- Change Agents steuern das Management in Bezug auf die Akzeptanz und zur Unterstützung des Akzeptanzprozesses bei den Mitarbeitern.
- Management steuert Mitarbeiter in Bezug auf ihre Leistung.

Damit berücksichtigt die Agentenarchitektur zwei Arten der Steuerung: Managementagenten steuern mit Blick auf die Leistung, während Change Agents einen Fokus auf die Akzeptanz und die Eigendynamik des Akzeptanzprozesses legen. Entsprechend unterscheiden sich auch ihre Interventionsmöglichkeiten. So nutzt das Management Anreize und Sanktionen, während Change Agent eine breite Facette von Interventionsmöglichkeiten in Betracht ziehen können.

Da das Management häufig auch die Technologie nutzen muss, ist es auch Steuerungsobjekt des Change Agents im Kontext der Akzeptanz. Sie sind weiterhin für andere, hierarchisch höhergestellte Managementagenten Steuerungsobjekte in Bezug auf ihre Leistung. Mitarbeiter sind nur operativ tätig und

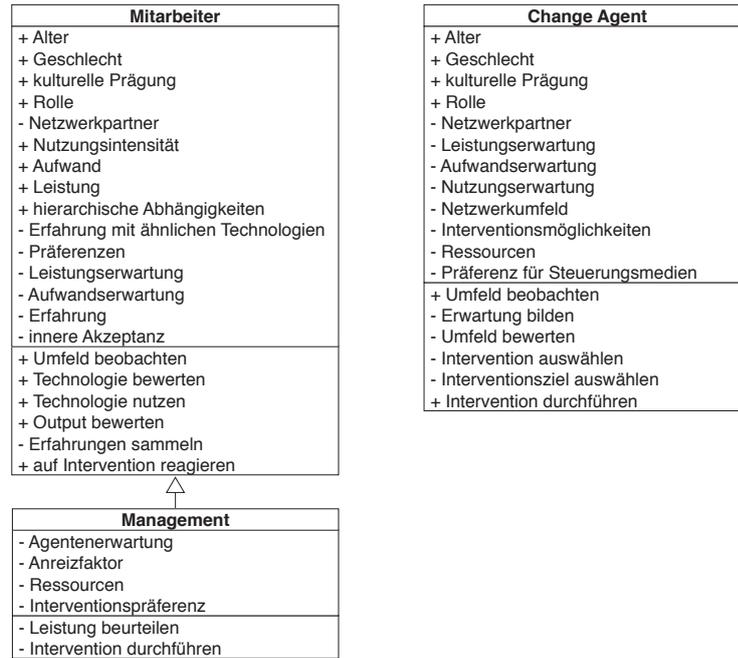


Abbildung 5.1: Agentenarchitektur

bleiben für Management und Change Agent Steuerungsobjekte. Dies schließt jedoch nicht aus, dass sich die Mitarbeiter untereinander beeinflussen. Dies geschieht nur nicht nach organisatorischen Zielsetzungen.

Die klare Trennung zwischen leistungsorientierter und akzeptanzorientierter Steuerung macht zum einen die zeitliche Begrenzung der Aktivitäten des Change Management deutlich. Nach Ablauf der Einführung bleibt nur die leistungsorientierte Steuerung bestehen. Zum anderen können durch die Trennung der beiden Agententypen auftretende Divergenzen zwischen hierarchischer Führungskraft und Change Agent sowie deren Folgen sichtbar gemacht werden. Abbildung 5.2 fasst die Steuerungsbeziehungen zusammen.

Die genaue Auswahl der Interventionen und der Reaktionen darauf hängt vom Agententyp, seinen Attributen und seiner Handlungslogik ab. Eine genauere Beschreibung dieser Facetten erfolgt in den folgenden Abschnitten.

Beschreibung der Agenteneigenschaften

Die Grundlage für die Agentenattribute bilden die in Kapitel 2 dargestellten Faktoren. Diese werden als modellexogene (Parameter) und -endogene Attribute (Variablen) eingeteilt. Da das Steuerungsverhalten in Akzeptanzprozessen

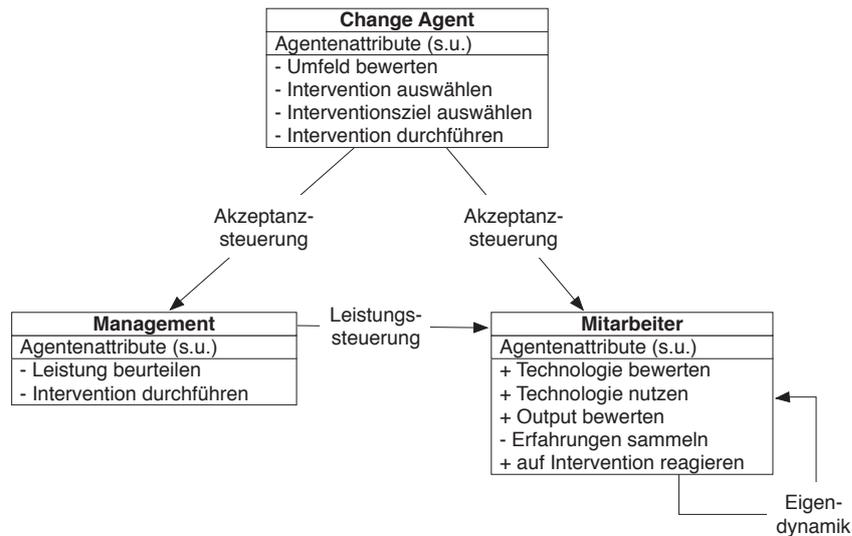


Abbildung 5.2: Steuerungsbeziehungen zwischen den Agenten

betrachtet wird, sind alle Attribute, die die Akzeptanzentscheidung beeinflussen und (a) selbst durch die Nutzung verändert werden können, als endogen bzw. wenn sie (b) während der Nutzung nicht verändert werden können, als exogen zu betrachten. Die exogenen Faktoren rahmen daher die Akzeptanzdynamik ein.

Change Agents und Mitarbeiter werden über ein minimales Set gemeinsamer exogener Attribute beschrieben. Hierzu zählen als soziodemografische Attribute (a) das Alter, (b) das Geschlecht und (c) die kulturelle Prägung. Die organisatorische Einbettung der Mitglieder wird über ihre Rolle und ihre Netzwerkposition berücksichtigt.

Der Mitarbeitertyp muss die Nutzungs- und Lernvorgänge im Umgang mit der Technologie erfassen. Zu seinen exogenen Attributen zählen die Erfahrungen mit ähnlichen Technologien, seine Lernfähigkeit, seine Präferenzordnung sowie seine Einordnung in die Hierarchie und seine Aufgaben. Zentral für die Nutzungsentscheidung und zur Reaktion auf Interventionsversuche ist die Präferenzordnung. Sie besteht aus zwei Präferenzen in Bezug auf *Selbstwirksamkeit und Steuerbarkeit*. Erstere wird sehr einfach gefasst und stellt die Bedeutung dar, welche der Agent der individuellen Zielerreichung und der sozialen Konformität zuschreibt. Letztere gibt an, wie sensibel der Mitarbeiter auf Steuerungsinterventionen reagiert. Als weiteres Attribut wird die *Erfahrung mit ähnlichen Technologien* genutzt, um das Kenntnissniveau des Mitarbei-

ters initial abzubilden. Sie entspricht einer Zusammenfassung der Faktoren Ängstlichkeit, Verspieltheit sowie der Erfahrung aus dem TAM III). Weiterhin fließen aus dem TTFM Ausbildung und Erfahrung mit der Technologie ein. Ausgehend von der vorherigen Erfahrung lernt der Mitarbeiter. Die Rate in der er neues Wissen erwirbt, wird durch seine *Lernfähigkeit* konzipiert. Da die kognitiven und motivationalen Aspekte des Lernens nicht die Fragestellung berühren, wurden alle relevanten Aspekte in einem exogenen Attribut zusammengefasst. Neben den individuellen Attributen werden Mitarbeiter in Über- und Unterordnungsverhältnisse eingeordnet, um die formale Organisation und leistungsbezogene Steuerung durch das Management abzubilden. Daran sind auch die Aufgaben des Mitarbeiters gebunden, die er mit der Technologie auszuführen hat. Hierarchie und Aufgabe stellt die organisatorische Beschreibung des Agenten dar.

Die endogenen Mitarbeiterattribute werden aus dem UTAUT abgeleitet. Sie entwickeln sich während der Nutzung und beschreiben den Akzeptanzprozess. Neben der Leistungs- und Aufwandserwartung zählen hierzu auch die Erfahrung und die Nutzungsabsicht (innere Akzeptanz). Die *Aufwands- und Leistungserwartungen* sind direkt aus dem UTAUT entlehnt. Sie tauchen bereits im TAM II und TAM III als Variable Tätigkeitsrelevanz auf. Im TTFM finden sie sich als erwartete Nutzungsfolgen („Expected Consequences of Utilization“) wieder. Sie stellen dort zwar die Folge des Task-Technology-Fits dar, wirken jedoch auch auf die Nutzung. In der Modellierung der Mitarbeiteragenten wird die Wirkung des Fit auf die Erwartung durch eine Rückkopplung über den Output dargestellt. Um die gegenseitige Beeinflussung abzubilden, welche in den Technologieakzeptanzmodellen als subjektive Norm oder sozialer Einfluss konzipiert wurde, werden die Umweltbeobachtungen des Mitarbeiters in das Modell aufgenommen. Die drei im Umfeld beobachtbaren Attribute Nutzung, Leistung und Aufwand werden als sozialer Druck in den Dimensionen *Nutzungs-, Leistungs- und Aufwandsdruck* durch den Mitarbeiter internalisiert. Die *Erfahrung*, welche im UTAUT als Moderatorvariable genutzt wird, macht Lern- und Gewöhnungseffekte als zeitliche Einflüsse im Modell sichtbar. Das Ziel der Modellierung ist die Bestimmung der *inneren Akzeptanz* bzw. Nutzungsabsicht. Daher wird auch sie als Attribut des Agenten erfasst, welches in der Simulation

ausgewertet werden kann. Sie ist vollständig endogen und ergibt sich aus der individuellen Nutzenabwägung und dem sozialen Druck.

Neben den unbeobachtbaren Einstellungs- und Erwartungsvariablen wird der beobachtbare Output in das Modell aufgenommen. Dabei wird zunächst die *Nutzungsintensität* betrachtet. Sie korrespondiert mit der Zielvariable der Technologieakzeptanzmodelle, z. B. „Actual Usage“ oder „Usage/User Behavior“. Sie ermöglicht jedoch keine Aussagen über die Leistungsfähigkeit des Mitarbeiters. Die tatsächlich *erbrachte Leistung* und der dafür *notwendige Aufwand* resultieren aus der Nutzung und dem Fit zwischen Aufgabe und Technologie. Beide Ergebnisse werden im TTFM als „Performance Impact“ gemeinsam dargestellt. Die Leistung erfasst dabei sowohl qualitative als auch quantitative Aspekte des Outputs. Der Einfluss der Organisation auf die Nutzung wird über das Attribut *Einsatzbedingungen* als Beobachtung der Organisation durch den Mitarbeiter aufgenommen. Einsatzbedingungen werden direkt (UTAUT) oder als externe Kontrolle (TAM III) bereits in einigen Modellen aufgenommen. Hierzu zählen neben den Sanktionen und Anreizen des Managements auch das Angebot von Unterstützungsleistungen und materiellen Ressourcen durch die Change Agents. Die Einsatzbedingungen sind im Modell durch Steuerungsakteure veränderbar; sie werden jedoch als exogenes Attribut für den betroffenen Mitarbeiter erfasst, da er diese nicht verändern kann. Tabelle 5.2 fasst alle Attribute des Mitarbeiteragenten zusammen.

exogene Attribute		endogene Attribute
individuell	organisatorisch	
bestehende Erfahrung	hierarch. Abhängigkeit	Leistungserwartung
Lernfähigkeit	Aufgaben	Aufwandserwartung
Präferenzen	Einsatzbedingungen	Erfahrung
		innere Akzeptanz
		Nutzungsintensität
		Leistung
		Aufwand

Tabelle 5.2: Attribute des Mitarbeiteragenten

Weitere Variablen aus den in Kapitel 2 vorgestellten Modellen sind entweder wegen ihrer emotionalen bzw. kognitiven Natur aus den Handlungsmodellen ausgeschlossen (Verspieltheit, Nutzungsfreude) oder werden als Umweltvariablen aufgenommen. Diese Aspekte werden der Organisation oder der Technologie zugeordnet. Die objektive Nutzbarkeit ist z. B. ein Attribut der eingesetzten Technologie und ist nicht dem Agenten zuzurechnen. Gleiches gilt für die externe Kontrolle, welche dem Organisationssystem zugeschrieben wird.

Weiterhin fallen einige Variablen aus der Diffusionstheorie aus der Betrachtung heraus. So wird die Unsicherheitsakzeptanz nicht im Modell genutzt, da der Schritt der initialen Adoption bereits vollzogen ist. Jegliche Unsicherheit bezieht sich nur auf die Leistungsfähigkeit der Technologie. Auch die Innovationsbereitschaft ist nicht von Belang, da der Nutzer zur Übernahme gezwungen ist und die Nutzungsintensität nicht mehr von der Innovationsbereitschaft, sondern vom Umfeld und dem Nutzenkalkül abhängt. Für den ökonomischen Status, dem dritten Faktor aus der Diffusionstheorie, gilt, dass dieser innerhalb von Organisationen weniger wirksam ist als bei offenen Populationen. Status geht in Organisationen eher mit Kompetenz oder hierarchischer Stellung einher, welche im Modell direkt oder indirekt erfasst werden. Sozioökonomischer Status wird daher nicht im Modell berücksichtigt.

Die Attribute der Mitglieder werden für die *Managementagenten* erweitert. Das Steuerungsziel des Managements ist die Leistung der Mitarbeiter. Die *Leistungserwartung* hinsichtlich der zugeordneten Agenten bildet sich endogen aus der Umweltbeobachtung und einem *Anreizfaktor*, welcher die erwarteten Leistungssteigerungen darstellt, heraus. Der Zusammenhang zwischen Leistung und Nutzung wird durch das Management beobachtet. Daher sind auch entsprechende *Nutzungserwartungen* aufseiten des Managements notwendig. Diese sind einfach konzipiert und werden nicht im Nutzungsverlauf angepasst. Um materielle Anreize zu setzen bzw. zu bestrafen, benötigt das Management *Ressourcen*. Diese werden inhaltlich nicht differenziert, sondern allgemein dargestellt. Das Durchführen einer Intervention verbraucht Ressourcen. Sie werden jedoch nach einer festgelegten Zeitspanne erneuert. Zur Auswahl der geeigneten Intervention ist es zudem notwendig, eine *Interventionspräferenz* vorzugeben. Somit können eher strafende von eher belohnenden Managementagenten unterschieden werden. Die Attribute des Managementagenten werden absichtlich einfach gehalten und

folgen keiner stärkeren Differenzierung, da sein Verhalten nicht im Kern der Betrachtung steht.

Der *Change-Agent-Typ* muss hingegen die Fähigkeit zur Planung und Durchführung von Interventionen haben. Für sie sind die Leistungserbringung und Anwendung der Technologie von Bedeutung. Ihr Aktionsfokus liegt auf der akzeptanzfördernden Intervention. Anders als der Managementagent hat die Erwartung mehrere Facetten. Zur Auswahl der Intervention ist die *Erwartung in Bezug auf die Leistung, die Nutzung und die Erfahrung* mit der Technologie notwendig. Diese Erwartung wird mit den *tatsächlich beobachteten Werten* abgeglichen und entsprechende Interventionen ausgewählt. Die Erwartungen basieren auf der Zielsetzung des Change Agent. Es werden zwei Ziele des Change Agent unterschieden. Zunächst wird ihm ein *Zeitziel* gesetzt. Dieses stellt die zeitliche Vorgabe für die Erreichung eines bestimmten Nutzungsniveaus dar, welches im *Nutzungsziel* festgehalten wird. Diese exogenen Attribute verschieben die Erwartungen in jedem Zeitschritt. Zum Abgleich zwischen Erwartung und Beobachtung spielt das Wissen des Change Agent um die Technologie und die Aufgaben der Mitarbeiter eine Rolle. Beides schlägt sich im *Task-Technology-Fit* nieder und wird mit den zum Mitarbeiteragenten analogen, exogenen Attributen beschrieben. Über die Diskrepanz zwischen der Erwartung und Beobachtung in den drei Dimensionen ist es dem Change Agent möglich, die Ursachen mangelnder Akzeptanz (Willens- bzw. Wissensbarrieren) zu bestimmen und adäquate Interventionen auszuwählen.

Um nicht nur jeden Mitarbeiter einzeln zu betrachten, sondern auch Netzwerkeffekte zu nutzen, benötigt der Change Agent Wissen um die sozialen Beziehungen, die ihn umgeben. Da die Annahme getroffen wurde, dass sich die formalen und informalen Beziehungen während der Simulation nicht verändern, ist auch das Wissen um die Netzwerkstruktur exogen. Es ist nicht vollständig, aber umfassender als das Wissen der Mitarbeiteragenten. So kann der Change Agent neben den direkten Netzwerkbeziehungen auch Beziehungen zweiten Grades erfassen. Über diese Kenntnis kann der Change Agent zielgerichtet Multiplikatoren bzw. Champions in den Akzeptanzprozess einbeziehen bzw. Gegner identifizieren. Dies erfolgt über die Kenntnis ihrer *Netzwerkposition (Degree)*.

Zur Planung muss der Change Agent Wissen um mögliche Interventionen und deren Wirkung haben. Ein Attribut verweist auf die organisatorisch definierten Interventionen und weist ihnen eine Wirkung zu. Die Auswahl der geeigneten *Intervention* erfolgt in der Handlungslogik des Agenten. Dabei bestimmt ein *Interventionsfaktor* die Intensität des Eingriffs. Weder die verfügbaren Interventionen noch ihre Wirkung verändern sich während der Simulation. Sie werden als exogen behandelt.

Wie auch die Managementagenten benötigt der Change Agent *Ressourcen*, um die Interventionen durchzuführen. Zumeist ist es die Zeit, die er für die einzelnen Aktionen benötigt, welche der begrenzende Faktor ist. Das Zeitbudget des Change Agent wird als exogenes Attribut in die Agentendefinition aufgenommen, um eine Auswahl von Maßnahmen zu erzwingen. Die Agentenattribute fließen in den Agentenaktionen zusammen. Diese werden im Folgenden dargestellt.

Beschreibung der Agentenaktionen

Die Agenteneigenschaften bilden die Statik zur Systembeschreibung ab. Sie dienen zur Grundlage für die Entscheidungen, welche jeder Agent trifft. Die einzelnen Agentenaktionen sowie deren Verkettung statten die Simulation mit Dynamik aus. Zunächst werden die allgemeinen Aktionen beschrieben, welche für alle Agenten zutreffen. Sie bilden die Grundlage für die spezifischen Entscheidungen und Aktionen der einzelnen Agententypen. Es werden drei miteinander in Beziehung stehende Basisaktionen der Agenten definiert: Umweltbeobachtung, Handlung und Interaktion. Diese Basisaktionen werden je nach Agententyp wie in Tabelle 5.3 spezifiziert. Beobachtungen und Interaktionen sind dabei auf die soziale Umwelt des Agenten bezogen, Handlungen haben hingegen kein direktes Ziel in der sozialen Umwelt. Sie nehmen die Ergebnisse der Umwelt- und Selbstbeobachtung auf und setzen sie in beobacht- und kommunizierbare Ergebnisse um.

Jeder Agent in der Simulation ist sich der Umgebung bewusst, in welcher er interagiert, und besitzt die Fähigkeit zur *Umweltbeobachtung*. Innerhalb der formalen und informalen Beziehungen können die Agenten die Ergebnisse der Handlungen anderer Agenten in ihrem Umfeld beobachten. Entsprechend sind folgende drei Agentenattribute beobachtbar:

Aktion	Agententyp	Ziel	Inhalt	Folge
Beobachtung	Mitarbeiter	Mitarbeiter im Umfeld	äußere Akzeptanz, Leistung, Aufwand	Sozialer Druck, Erwartungsanpassung
	Management	Zugeordnete Mitarbeiter	Leistung, Nutzung	Auswahl der Höhe der Sanktion oder Belohnung
	Change Agent	Mitarbeiter im Umfeld	Nutzung, Leistung, Aufwand, Erfahrung	Auswahl der Intervention
Handlung	Mitarbeiter		Einsatz der Technologie	Leistungserbringung, Anstieg der Erfahrung, Anpassung der Leistungs- und Aufwandserwartung
	Management		Auswahl der Höhe der Sanktion	Interaktion mit Mitarbeiter
	Change Agent		Auswahl der Intervention	Interaktion mit Mitarbeiter
Interaktion	Mitarbeiter	Mitarbeiter im Umfeld	Sozialer Druck	innere Akzeptanz
	Management	Zugeordnete Mitarbeiter	Anreiz, Zwang	Einsatzbedingungen, Nutzung
	Change Agent	Ausgewählte Mitarbeiter	Intervention	Einsatzbedingungen, Erfahrung, innere Akzeptanz

Tabelle 5.3: Zusammenfassung der Agentenaktionen

- äußere Akzeptanz bzw. Nutzungsintensität;
- Produktivität bzw. Leistungsfähigkeit;
- Aufwand der Nutzung; und
- Erfahrung bei der Nutzung.

Es können nur Handlungen von Mitarbeiteragenten beobachtet werden. Es wird ausgeschlossen, dass ein Mitarbeiter den Change Agent beobachtet. Im Modell ist das Umfeld weiterhin auf die direkten Netzwerkpartner und jeweils eine Hierarchiestufe beschränkt. Eine Erhöhung der Beobachtungsreichweite ist zwar möglich, aber die Zurechenbarkeit der Beobachtungsergebnisse auf die Technologie und den beobachteten Agenten wären durch das „Stille Post“-Phänomen verfälscht.

Die Festlegung, was mit welchen Folgen beobachtet wird, strukturiert die Handlungsimpulse der Agenten. Für Mitarbeiteragenten ist die Beobachtung des Nutzungsintensität von Bedeutung. Die Kenntnis, wie stark die Technologie im direkten Umfeld genutzt wird, übt sozialen Druck zur Konformität aus. Dieser kann darin bestehen, die Technologie auch zu nutzen oder davon abzusehen. Neben dem sozialen Druck reflektiert der Mitarbeiteragent auch den Aufwand, den andere Agenten bei der Nutzung haben und welche Leistungen sie damit erzielen. Wie effektiv das Umfeld mit der Technologie umgeht, bestimmt daher auch die Aufwands- und Leistungserwartung jedes einzelnen Agenten. Die Bedeutung der Beobachtung unterscheidet sich. Die Wirkung des Nutzungsverhaltens der direkten Vorgesetzten übt einen stärkeren Druck auf den Mitarbeiter aus, als das Nutzungsverhalten hierarchisch Gleichgestellter. Mit der unterschiedlichen Gewichtung wird der Orientierungsfunktion des Managements Rechnung getragen. Im positiven Fall wird die Nutzung als Unterstützung gesehen. Wird umgekehrt beobachtet, dass das Management die Technologie meidet, so wirkt dies auch negativ auf die eigene Nutzungsintention. Bei der Beobachtung der Leistungsfähigkeit und des Nutzungsaufwandes kehrt sich die Bedeutung der Beobachtung um. Welche Ergebnisse die Akteure im informalen Umfeld erzielen und welchen Aufwand sie dabei haben, wirkt stärker auf die Erwartungsbildung als die Ergebnisse des Managements. Dem liegt zugrunde, dass im informalen Netzwerk die Tätigkeiten ähnlich sind und der Mitarbeiter

daher die Leistungen und den Aufwand als relevanter und übertragbar beurteilt. Abbildung 5.3 stellt die Effekte der Beobachtung durch die Mitarbeiteragenten dar.

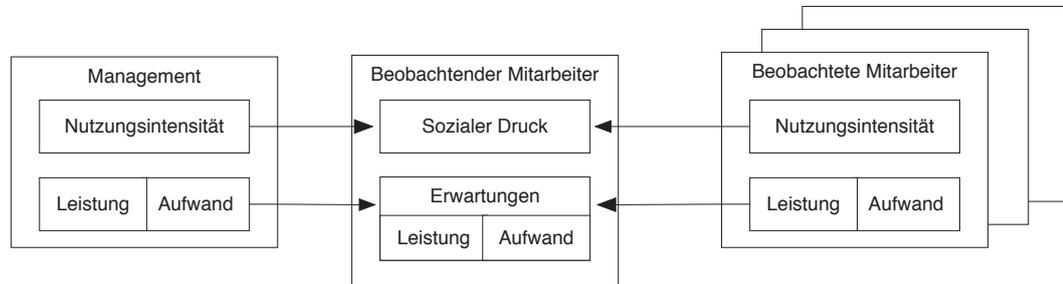


Abbildung 5.3: Einflüsse der Beobachtung auf die Agentenstruktur

Da auch das Management als Mitarbeiter behandelt wird, werden die Beobachtungen der allgemeinen Mitarbeiteragenten übernommen. Entsprechend sind auch Managementagenten dem sozialen Druck ihres Umfelds ausgesetzt und passen ihre Leistungs- und Aufwandserwartungen an. Hinzu kommt jedoch die Leitungsfunktion der Manager. Ihr Ziel ist die hohe Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter. In der Praxis kann die Leistungsfähigkeit durch unterschiedliche Maßnahmen erhöht werden. Dies wird im Modell ausgeblendet, da es sich einzig auf positive und negative Sanktionen beschränkt. Hierzu beobachten sie die Leistung der zugeordneten Mitarbeiteragenten. Für die Bewertung durch das Management ist der Aufwand und die äußere Akzeptanz unwichtig. Die Leistungserwartung passt sich an die erbrachten Leistungen nach oben und unten an.

Change Agents beobachten hingegen alle vier Attribute als Indikatoren für die effektive Technologieeinführung. Sie zielen sowohl auf die einfachen Mitarbeiter als auch auf das Management ab. Der Change Agent kann nur die ihm zugeordneten Agenten direkt beobachten. Weiterhin erhält er Informationen über die direkte Netzwerkstruktur und kann darüber Interventionsziele identifizieren. Neben der Identifikation der Interventionsziele dient die Beobachtung auch der Auswahl geeigneter Interventionsmaßnahmen. Neben den beobachteten Attributen nutzt der Change Agent dafür sein Wissen um die Agenten und die Technologie. Wie genau die Interventionen, Sanktionen und Nutzungsentscheidungen ausgewählt werden, beschreibt der nächste Abschnitt.

Die Eigenschaften des *Mitarbeiteragenten* beeinflussen zusammen mit der Einsatzumgebung, der Aufgabenbeschreibung sowie der Technologie die Leistungsfähigkeit und den aufgebrauchten Aufwand. Vermittelnd wirken dabei die innere und die äußere Akzeptanz. Die Aktionssequenz eines Mitarbeiteragenten beginnt in zwei Schritten: der individuellen Technologiebewertung und der Beobachtung des Umfelds. Ausgehend von der Erfahrung des Agenten, seiner Leistungs- und Aufwandserwartung bildet sich über die Bewertung der Technologie die innere Akzeptanz heraus. Sie wird weiterhin beeinflusst durch die beobachteten Handlungen der Agenten im Umfeld des Mitarbeiters. Innere Akzeptanz selbst ist für andere Agenten nicht beobachtbar, stattdessen werden Nutzung, Leistung und Aufwand beobachtet. Im Vergleich zwischen der eigenen Nutzung, Leistung und dem erzeugten Aufwand entsteht sozialer Druck. Dieser kann positiv oder negativ wirken. Zeigt die Mehrzahl der beobachteten Agenten keine positive Einstellung, so wird der Mitarbeiter selbst diese nicht herausbilden.

Die Einstellung zur Technologie (innere Akzeptanz) bestimmt die Nutzungsintention. Diese wird nicht direkt im Modell aufgenommen, sondern ist nur ein Teil der Nutzungsentscheidung. Hinzu kommt der soziale Druck hinsichtlich der Nutzung. Dieser ist unabhängig vom Leistungs- oder Aufwandsdruck. So kann das Umfeld selbst bei fehlender Akzeptanz gezwungen werden, die Technologie zu nutzen. Dies übt wiederum Druck auf die anderen Mitarbeiter aus. Weiterhin wirken die Einsatzbedingungen auf das tatsächliche Nutzungsverhalten. Sie bilden den Anschlusspunkt für Interventionen des Managements und der Change Agents.

Die bloße Nutzung ist jedoch noch nicht mit der eigentlichen Leistungsfähigkeit des Agenten verbunden. Sie wird auch als „shallow usage“ (Chin und Marcolin, 2001) bezeichnet. In der Organisation ist die Einführung der neuen Technologie jedoch mit der Erwartung verbunden, dass die individuelle und systemische Leistungsfähigkeit steigt. Hierfür bietet sich das Konzept der „deep usage“ (Wang, 2005) an. Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit sind jedoch weitere Kontextfaktoren in Betracht zu ziehen. In Anlehnung an das TTFM spielen die Eigenschaften der Aufgabe und der Technologie sowie deren Fit eine Rolle bei der Bestimmung der Leistungsfähigkeit und analog des Aufwandes (Goodhue und Thompson, 1995). Sowohl die Aufgabenbeschreibung als

auch die Technologie werden im Modell als exogene Faktoren angesehen. Über den Aufgaben-Technologie-Fit erzeugt der Agent eine Leistung, welcher ein Aufwand in der Technologiebedienung zugrunde liegt.

Neben der linearen Beschreibung ist das Agentenmodell durch drei interne Schleifen gekennzeichnet. Zunächst erwirbt der Agent mit jeder Nutzung (egal ob positiv oder negativ im Ergebnis) entsprechend seiner Lernfähigkeit Erfahrungen im Umgang mit der Technologie. Weiterhin bilden die beiden Outputs die Grundlage für die weitere Erwartungsbildung. Wird die Leistungserwartung bestätigt, so hat dies einen positiven Einfluss auf die innere Akzeptanz. Über den Vergleich von erzielter Leistung und der Erwartung kann jedoch auch ein Modifikationsprozess angestoßen werden. Überschätzt der Agent die Leistungen der Technologie, so korrigiert er diese Erwartungen bei der weiteren Nutzung. Weiterhin hat dies natürlich auch demotivierende Effekte und reduziert die innere Akzeptanz. Bei der Übererfüllung der Erwartungen hat dies positive Auswirkungen auf die innere Akzeptanz und der Agent wird seine zukünftigen Erwartungen anpassen. Die Entscheidungsstruktur des Mitarbeiteragenten wird in Abbildung 5.4 dargestellt.

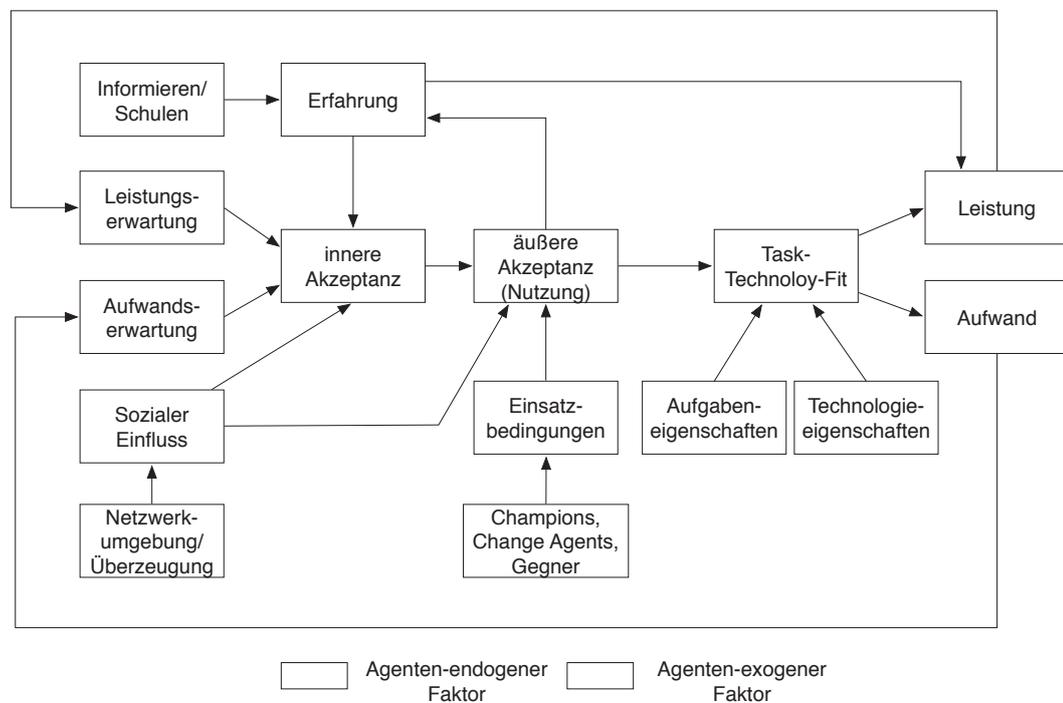


Abbildung 5.4: Entscheidungsverhaltens des Mitarbeiteragenten

Die Entscheidungsstruktur bildet den Kern des Agenten und wird in zwei Fällen um kommunikative Fähigkeiten für die Rollen Champion und Gegner erweitert. Die genaue Beschreibung hierzu findet sich in der konstitutionellen Struktur der Simulation.

Für den *Managementagenten* gelten die gleichen Vorgänge bei der Nutzungsentscheidung und Leistungserbringung wie für Mitarbeiteragenten. Hinzu kommt jedoch die Auswahl der Sanktionen bei nicht erfüllter Leistungserwartung. Der Managementagent beobachtet daher in festgelegten Zyklen die Leistungsfähigkeit der zugeordneten Agenten. Entsprechend der festgelegten Erwartungen werden diese für die erbrachte Leistung positiv oder negativ sanktioniert. Erreichen sie nur eine Leistung unter der Erwartung, so erhalten sie eine Strafe. Liegt weiterhin die Nutzungsintensität unter der Erwartung, zwingt der Managementagent den Mitarbeiter zur Nutzung. Für das Erreichen der Leistungserwartung oder Übererfüllung erhalten die Mitarbeiter einen positiven Anreiz. Sowohl die Strafe als auch der Anreiz wirken nicht direkt, sondern werden als Kommunikation durch den Zielagenten aufgenommen und nach dessen Logik verarbeitet. Die Anzahl der möglichen Interventionen hängt von den verfügbaren Ressourcen des Managements und der Interventionsintensität ab.

Die beobachtete Leistung ist weiterhin die Grundlage für die neue Erwartungshaltung. Diese wird bestimmt durch die Leistungsdifferenz und den Anreizfaktor, welcher den erwarteten Leistungszuwachs abbildet. Auf Basis der neuen Erwartungen erfolgt wiederum die nächste Beobachtung.

Die Beobachtung des *Change Agent* mündet in seiner Entscheidung über den Einsatz geeigneter Interventionen. Hierzu erfolgt sowohl die Bewertung jedes einzelnen Agenten im Einflussbereich des Change Agent als auch deren Umfelds. Daran anschließend wird eine passende Intervention ausgewählt. Abbildung 5.5 zeigt die Entscheidungssequenz.

Die Entscheidungsfindung orientiert sich an den durch Rogers (2003) genannten Aufgaben des Change Agent:

- Entwicklung des Bedürfnisses nach Wandel;
- Etablieren eines Informationsaustauschs;
- Diagnose der Probleme;

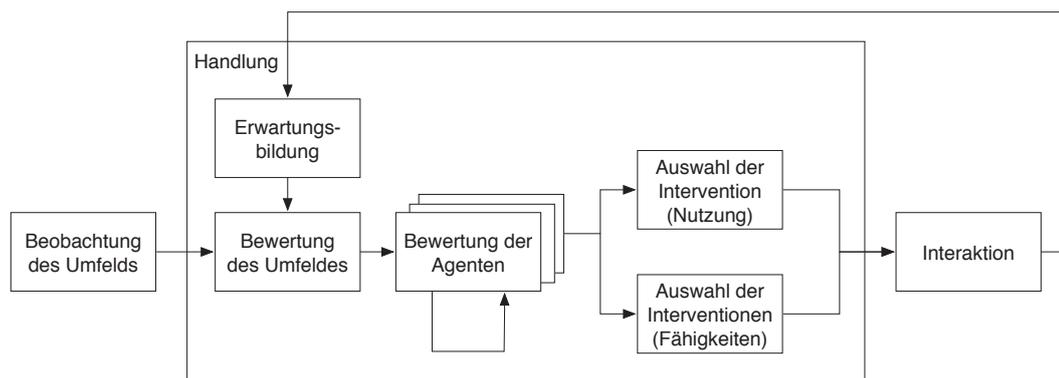


Abbildung 5.5: Auswahl geeigneter Interventionen durch den Change Agent

- Erzeugen der Wandlungsabsicht;
- Übersetzung der Wandlungsabsicht in Handlung;
- Stabilisierung des Wandels und Vermeiden von Diskontinuitäten.

Grob lassen sich die Aufgaben zu Information, Überzeugung, Schulen und Schaffung von förderlichen Einsatzbedingungen zusammenfassen (Scheer, 2003, S. 1). Sie wirken auf unterschiedliche Art auf die Agenten. Die Auswahl der geeigneten Intervention basiert auf dem Wissen des Change Agent um die beobachtete Nutzung, die Leistung sowie die Erfahrung des Mitarbeiters. Weiterhin kann der Change Agent auf zusätzliche Informationen zurückgreifen, welche den Mitarbeitern und dem Management nicht offenstehen. Die Bewertung des Netzwerks des betrachteten Mitarbeiters gibt dem Change Agent einen Überblick über die allgemeine Akzeptanz. Hierdurch kann er individuelle und kollektive Barrieren differenzieren. Weiterhin kann er auf Wissen zu den Aufgaben und der Technologie zurückgreifen und damit die Verbindung zwischen Technologienutzung und Outputleistung bewerten.

In der Entscheidungsfindung bewertet der Change Agent die Situation in zwei Dimensionen vor dem Hintergrund seiner Erwartungen. Zunächst identifiziert er die Art der Barriere. Es kann sich um Willens- oder Fähigkeitsbarrieren handeln. Eine Fähigkeitsbarriere liegt vor, wenn der Change Agent (a) eine geringe Erfahrung des Mitarbeiters und (b) eine Lücke zwischen äußerer Akzeptanz und resultierender Leistung beobachtet. Zur Bestimmung der Willensbarriere wird nur die äußere Akzeptanz herangezogen, da die Einstellungsattribute nicht ohne Weiteres der Beobachtung offenstehen.

In der zweiten Dimension werden die Attribute des einzelnen Agenten vor dem Hintergrund seines Umfeldes bewertet. Unterscheidet sich die Beobachtung erheblich von den Attributen des Umfelds, so handelt es sich um eine individuelle Barriere. Wird die gleiche Konstellation jedoch in der Gruppe vorgefunden, so ergibt sich eine kollektive Barriere. Die oben genannten Interventionen können diesen Dimensionen zugeordnet werden. Kollektive Barrieren werden aus Effizienzgründen höher priorisiert als individuelle Barrieren. Tabelle 5.4 fasst die Auswahl der Intervention zusammen.

	individuell	kollektiv
Willen	Überzeugung	Einsatzbedingungen
Fähigkeit	Schulung	Information

Tabelle 5.4: Interventionen nach Barrieretyp und Reichweite

Neben den inhaltlichen Interventionen weisen Venkatesh und Bala (2008) darauf hin, dass der Change Agent auch beim Aufbau von sozialen Strukturen aktiv sein sollte. Hierzu zählt das Sichern von Managementunterstützung und das Etablieren von Strukturen zur gegenseitigen Hilfe. Beide Interventionsmöglichkeiten setzen die Identifikation relevanter Akteure voraus. Bei der Managementunterstützung konzentriert sich die Suche auf das Verhältnis zwischen Mitarbeitern und Management. Die Mitarbeiter beobachten den Umgang des Managements mit der Technologie und orientieren sich daran. Stellt der Change Agent daher fest, dass die Akzeptanz des Managements gering ist, so wählt er es als Ziel der inhaltlichen Intervention aus. Welche spezifische Intervention gewählt wird, hängt von den Präferenzen der Organisation ab.

Zum Etablieren einer gegenseitigen Unterstützung muss der Change Agent zunächst einen potenziellen Champion identifizieren (Porter Lynch, 2001). Dieser kann dann aktiviert werden und in seinem Netzwerk als Experte fungieren. Er wirkt damit auf die Einsatzbedingungen ein.

Da jeder Agent operativ geschlossen ist, d. h. ein anderer Agent nicht direkt in seine Entscheidungen eingreifen kann, muss der Einfluss über Kommunikation ausgeübt werden. Alle ausgewählten Interventionen stellen somit die Steuerungszintention des Change Agent oder des Managements dar. Sie werden kommunikativ vermittelt und sind daher auf die Aufnahme durch den Mitar-

beitern angewiesen. Nicht jeder Steuerungsversuch ist damit erfolgreich. Die Versuche unterscheiden sich in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit ihrer Annahme durch den Mitarbeiter. Hierfür sind die in der Organisation präferierten Steuerungsmedien (Fischer, 2009, S. 391 f.) ausschlaggebend, welche in Abschnitt 3.5.2 vorgestellt wurden. Zusammenfassend handelt es sich um Macht/Zwang, Anreiz, Autorität, Verpflichtung und Rationalität.

Dem Management stehen im Modell zur Durchsetzung der Steuerung nur die ersten beiden Steuerungsmedien zur Verfügung. Es besitzt die Ressourcen zur positiven und negativen Sanktionierung. Dabei kann es seine Macht einsetzen, um *Zwang* zur Nutzung auszuüben. Er zerstört damit die Selbststeuerung des Mitarbeiters in Bezug auf die Nutzung, kann jedoch nicht die Einstellung beeinflussen. Weiterhin kann das Management die Nutzung *positiv oder negativ sanktionieren*. Hierzu wird das Medium Geld verwendet, welches gewährt oder entzogen wird. Dieser Steuerungsmodus wirkt in der Wahrnehmung als Einsatzbedingung der Technologie auf die Nutzung. Da sich beide Steuerungsmedien auf die Aufforderung zur Nutzung beziehen, kann der gesteuerte Akteur sich den Bemühungen durch oberflächliche Folgsamkeit entziehen. Damit bleibt zunächst die Erwartungshaltung und die innere Akzeptanz unberührt. Der Ansatzpunkt sind hierbei die Einsatzbedingungen der Technologie.

Durch seine spezielle Rolle hat der Change Agent ein breiteres Spektrum an Interventionsmöglichkeiten, welche auch auf die Tiefenstruktur des Mitarbeiters abzielen können. Sie wird nach ihrer Wirkung auf die Attribute im Mitarbeitermodell unterschieden.

So wirken *Informationsmaßnahmen* z. B. auf die Transparenz der Leistungsfähigkeit und damit auf die Leistungs- bzw. Aufwandserwartung. Sie nutzen daher das Steuerungsmedium Autorität. Der Mitarbeiter soll die Vorteilhaftigkeit und Angemessenheit der neuen Technologie selbst erkennen können. Maßgeblich dafür sind jedoch die Fähigkeiten des Mitarbeiters und seine Bereitschaft zur Aufnahme der Informationen. Diese wird durch die Autorität des Senders verstärkt. Die Intensität der Change-Agent-Tätigkeit ist bei Informationsmaßnahmen eher gering. Sie zielen vielmehr auf eine größere Anzahl von Mitarbeitern.

Maßnahmen zur *Überzeugung* der Mitarbeiter von der Vorteilhaftigkeit wirken stärker auf die Erwartungshaltung. Sie haben jedoch auch aufgrund der

notwendigen, intensiven Kommunikation eine geringere Reichweite. Weiterhin verstärkt der interaktive Charakter die Wirkung, da der Change Agent auf jeden Mitarbeiter eingehen kann. Dies kann u. a. dazu führen, dass der Mitarbeiter eine Verbindung zu bereits bestehenden Erfahrungen herstellt, welche bei der Verwendung der neuen Technologie eingesetzt werden können. Die Überzeugung nutzt als Steuerungsmedium die Verpflichtung und wirkt auf die Einstellung zur Technologie, d. h. auf die innere Akzeptanz.

Auf die Erfahrung wirkt auch die Durchführung von *Schulungen*. Über den Umgang mit der neuen Technologie lernen die Mitarbeiter den Umgang und den effizienten Einsatz. Diese Intervention zielt auf die Rationalität als Steuerungsmedium ab. Die Wirkung der Schulung hängt jedoch von der Lerngeschwindigkeit ab. Es wird angenommen, dass diese durch die bisherigen Erfahrungen beeinflusst wird.

Wie das Management kann auch der Change Agent die *Einsatzbedingungen* der Technologie gestalten. Hierbei wird jedoch vom Einsatz von Macht abgesehen, da der Change Agent nicht über die notwendigen Sanktionierungsressourcen verfügt (er hat keine Weisungsbefugnis). Er kann jedoch Anreize für den Mitarbeiter setzen, die Technologie zu nutzen. Diese können materieller Natur sein oder immateriell aus Hilfsleistungen (Einrichtung von speziellen Hilfebereichen, der notwendigen Infrastruktur und der Beschäftigung externer Expertise, z. B. System- oder Prozessexperten) bestehen. Materielle Anreize wirken nicht direkt auf die Einstellung (innere Akzeptanz) oder deren Bestimmungsfaktoren, sondern erzeugen nur eine höhere Fügsamkeit unter die Erwartung der Organisation. Auch immaterielle Anreize durch Hilfestellung führen bei bestehender Nutzungsintention nur zur Realisierung der eigentlichen Nutzung, da z. B. eine Fähigkeitsbarriere bestand, welche technologisch oder durch den Einsatz von Experten ausgeräumt werden konnte. Die Wirkung im Modell erfolgt daher auf Nutzung.

Neben der direkten Intervention kann der Change Agent auch *strukturellen Einfluss* auf den Akzeptanzprozess nehmen. Über das Einbinden von Champions nutzt er indirekt deren Überzeugungskraft. Hierzu ist es notwendig, einen kompetenten Mitarbeiter zu finden und zu überzeugen, dass er die Rolle des Champion annimmt. In dieser Rolle kann er Mitarbeiter seines Umfelds überzeugen und ihnen bei der Nutzung behilflich sein. Er wirkt über seine Kompetenz

positiven sozialen Druck aus. Tabelle 5.5 fasst die Wirkung der Interventionen des Change Agent zusammen.

Intervention	Steuerungs- medium	Zielvariable	Reichweite	Intensität
Zwang	Macht	Nutzung	gering	groß
Einsatz- bedingungen	Anreize	Nutzung	mittel	mittel
Information	Autorität	Erfahrung	groß	gering
Überzeugung	Verpflichtung	Erwartung	gering	hoch
Schulung	Rationalität	Erfahrung	gering	mittel
Champions	Verpflichtung	Erwartung	mittel	hoch

Tabelle 5.5: Überblick über die Wirkung der Steuerungsinterventionen

Mitarbeiter wurden bisher nur als Ziel von Steuerungsversuchen dargestellt. Für die Mehrzahl der Mitarbeiter trifft dies auch zu; ihre Interaktion beschränkt sich auf die Beobachtung ihres Umfeldes. Gleichwohl kann der Mitarbeiter auch intervenierende Rollen einnehmen und gezielt mit Anderen interagieren. Je nach Intention des Mitarbeiters wird dabei in Champions und Gegner unterschieden. Beide Rollen nutzen den Interventionsmodus der *Überzeugung*. Durch ihre enge Einbindung in ihr Umfeld versuchen sie die Einstellung zur Technologie entweder positiv oder negativ über die Veränderung der Erwartungshaltung zu beeinflussen. Weiterhin üben sie über ihre Autorität erhöhten sozialen Druck auf die Mitarbeiter aus. Dabei ist ihr Einfluss stärker als der anderer Mitarbeiter, welche im Umfeld nur beobachtet werden.

Die hier beschriebenen Interaktionen haben nicht zwangsläufig einen Effekt beim Interaktionspartner. Über die Wirkung der Intervention entscheiden die Präferenzen der Mitarbeiter. Es findet daher bei der Interaktion auf der Empfängerseite immer ein Bewertungsprozess statt, ob und wie stark auf die Steuerungszumutung durch Anpassung der Erwartungsstrukturen und des Nutzungsverhaltens reagiert wird. Allgemein lässt sich jedoch sagen, dass aufgrund der Organisationsregeln die Aufnahmewahrscheinlichkeit von Anreizen und Macht höher sind als die weicheren Steuerungsversuche über Rationalität, Autorität und Verpflichtung.

Die Agenten agieren in einer institutionellen Struktur, welche ihnen Rollen und Ressourcen zuweist. Im Folgenden wird daher die physische (Technologie), die konstitutionelle (Organisation) sowie die operative Struktur kurz beschrieben.

5.1.3 Beschreibung der Technologie – Physische Struktur

Wie in der Systemabgrenzung dargestellt, ist die Technologie als externer Faktor erfasst. Sie steht den Mitarbeitern als Werkzeug zur Verfügung. Diese bearbeiten damit ihre Aufgaben (Goodhue und Thompson, 1995, S. 216). Sie wird daher als physisches Objekt definiert, welches den Mitarbeiter und seine durch die Rolle definierte Aufgabe miteinander verbindet. Im Modell wird der Begriff Technologie generisch verwendet und beschreibt sowohl Hard- und Software als auch entsprechende Services, welche die Verwendung erleichtern.

Es wird einschränkend davon ausgegangen, dass eine Verpflichtung zur Nutzung der Technologie besteht, die organisatorisch beobachtet und sanktioniert wird. Weiterhin wird im Modell angenommen, dass keine Alternativen zur Bearbeitung der Aufgabe zur Verfügung stehen. Dies schließt zwar das in der Praxis beobachtbare „working around the system“ aus, erleichtert jedoch die Identifikation der Effekte der Interventionen, da der Mitarbeiter sich nicht durch einen Wechsel der Technologie entziehen kann. Als weitere Restriktion wird die Technologie als ein einziges Element gesehen. Es wird nicht zwischen unterschiedlichen Technologieteilen oder -modulen differenziert. Die Bewertung der Nutzer kann zwar zwischen unterschiedlichen Teilen eines Technologiebündels abweichen, sie haben jedoch keine Wahl, einzelne Teile herauszulösen.

Die Technologie kann beschrieben werden über (a) ihre Funktion bzw. den Funktionsumfang in Bezug auf die Aufgaben und (b) ihre Form, darstellbar über die objektiv erfassbare Nutzbarkeit (Rogers, 2003, S. 451 f.). Sie erzeugt einen Output in Bezug auf die Aufgabe, welcher von dem Mitarbeiter beobachtet und bewertet werden kann. Der Output wird über die Geschwindigkeit, Qualität und Quantität dargestellt. Die Bewertung des Mitarbeiters hängt von seinen Erwartungen, seinen Anforderungen und dem Verständnis der Technologie ab. Hieraus leitet er die Leistungsfähigkeit der Technologie als zentrales Bewertungskriterium für die Akzeptanz ab.

Für den Mitarbeiter ist die Technologie ein externer Faktor. Er wird über die wahrgenommene Funktionalität und Usability in den Agenten aufgenommen.

5.1.4 Beschreibung der Organisation – Konstitutionelle Struktur

In der kollektiven Struktur wurden die Bewertungen und Aktivitäten der einzelnen Agententypen beschrieben. Die individuellen Handlungen bilden jedoch nur einen Teil des möglichen Verhaltens ab bzw. sind nicht alle dort angegebenen Handlungen in der Organisation anschlussfähig. Die Agenten sind nicht frei in der Auswahl ihrer Tätigkeiten und der Technologie, sondern in eine Organisation eingeordnet. Organisationen werden als soziale Konstrukte gesehen, welche regelgebundene, formal organisierte Interaktion ermöglichen. Arbeitsteilung und Spezialisierung werden häufig als Merkmale für Organisationen genannt. Zur Beschreibung der Organisation im Modell sind daher unterschiedliche Komponenten notwendig. Zunächst wird jede Position in der Organisation über eine Rolle definiert. Eine Rolle ist eine abstrakte Repräsentation eines Set möglicher Aktivitäten, welche der Agent aus Sicht der Organisation durchführen soll. Zu jeder Rolle gehören nach dem MAIA-Framework Eintrittsbedingungen des Agenten in die Rolle, eine Zielstellung für die Rolle sowie definierte Fähigkeiten und Verantwortungen. Für das Modell zur Simulation der Akzeptanz werden für den Mitarbeiter-Agenten, basierend auf seiner Intention und der Bereitschaft, diese zu kommunizieren, folgende Rollen vorgesehen:

Champion ist ein Agent, welcher von der neuen Technologie überzeugt ist und andere Mitarbeiter davon überzeugen will. Ein Champion ist ein positiver Meinungsführer.

Nutzer ist ein Agent, welcher die Technologie nutzt und sie akzeptiert, sie jedoch nicht aktiv verbreitet.

Skeptiker ist ein Agent, welcher die Technologie zwar nutzt, also äußere Akzeptanz zeigt, jedoch nicht davon überzeugt ist.

Gegner ist ein Agent, welcher die Technologie nur gegen Sanktionen nutzt, von ihr nicht überzeugt ist und die negative Einstellung zur Technologie auch verbreitet.

Da die Übernahme der Technologie verpflichtend ist, bestimmt der Nutzungsgrad (äußere Akzeptanz) und die Überzeugung (innere Akzeptanz) die Rolle. Weiterhin werden nicht weiter differenzierte Rollen des Change Agent und des Managements definiert. Die Aufgabe des Change Agent ist es, bei den Mitarbeitern innere und äußere Akzeptanz herzustellen. Das Management hingegen überwacht und sanktioniert die Leistung der Mitarbeiter. Rollen können auch kombiniert werden. So können die Akzeptanzrollen auch vom Management eingenommen werden. Zur Vereinfachung wird davon ausgegangen, dass für Change Agents keine Rollenüberschneidungen möglich sind.

Den Rollen werden im MAIA-Framework institutionelle Statements zugeordnet. Die Formulierung der Statements erfolgt nach der ADICO-Syntax. Diese können strikt mit Sanktionspotenzial als Regeln, über Aufforderungen mit unklaren Konsequenzen bei Nichtbefolgung als Normen bzw. ohne normative Komponente als gemeinsame Strategie formuliert werden. Anders als die individuellen Entscheidungen sind die institutionellen Statements die formulierten Erwartungen der Organisation oder von Gruppen innerhalb der Organisation. Aus diesem Grund wird die Erwartung der Organisation an alle Mitarbeiter als Regel generalisiert; die Erwartungen an die Change Agents wird, da sie nicht direkt kontrollierbar und sanktionierbar ist, als Norm formuliert. Für die beiden polarisierenden Rollen werden geteilte Strategien definiert, welche auf die Verbreitung der Einstellung abzielen. Die Regelbeschreibungen sind in Tabelle 5.6 festgehalten.

Die Rollen geben die Erwartungen der Organisation oder des sozialen Umfelds an die Rolle wieder. Sie determinieren nicht die Handlung des Agenten. Ein Agent kann auf Basis seiner Eigenschaften und seiner Einstellung auch entscheiden, den Regeln nicht zu folgen. Er muss dann mit der entsprechenden Sanktion rechnen. Weiterhin stehen die Rollen in einer Beziehung zueinander. Einige Agenten sind abhängig von anderen Agenten. In diesem Fall sind Mitarbeiteragenten egal welcher Rolle abhängig von Agenten mit Managementrollen.

Auch die Präferenz der Organisation für den Einsatz bestimmter Steuerungsmedien beeinflusst die Anwendung der Organisationsregeln. Sie hängt vom Organisationstypus ab. Stark hierarchisch strukturierte Organisationen erwarten daher eher eine Steuerung über Macht und Anreize, während fluide oder ad hoc strukturierte Organisationen stärker auf Verpflichtung, Autorität

Art der Aussage	Aussage
1 Regel	Ein Mitarbeiter muss seine Aufgaben mit der Technologie hinreichend erfüllen, sonst wird er sanktioniert.
2 Norm	Das Management bewertet die Leistung der Mitarbeiter und sanktioniert diese positiv oder negativ.
3 Norm	Change Agents können Mitarbeitern monetäre Anreize setzen.
4 Norm	Change Agents können Mitarbeiter über die neue Funktionen der neuen Technologie informieren.
5 Norm	Change Agents können Mitarbeiter über Wertschätzung motivieren.
6 Norm	Change Agents können Mitarbeiter schulen lassen.
7 Geteilte Strategie	Champions wollen andere Mitarbeiter bei der Technologie-nutzung unterstützen.
8 Geteilte Strategie	Gegner wollen andere Mitarbeiter gegen die neue Technologie vereinnahmen.

Tabelle 5.6: In der Simulation genutzte ADICO-Regeln

oder Rationalität setzen. Aufbauend auf Mintzberg (1979) lassen sich verschiedene Organisationsformen mit ihren Koordinationsmodi in Verbindung bringen. Davon können wiederum die dominierenden Steuerungsmedien abgeleitet werden. Dominierende Steuerungsmedien sind solche, welche die höchste Annahmewahrscheinlichkeit haben. Tabelle 5.7 stellt die sechs Organisationstypen, ihre primären Koordinationsmechanismen und die damit einhergehenden Steuerungsmedien gegenüber.

Organisationstyp	Koordinationsmechanismus	Steuerungsmedium
Einfachstruktur	direkte Überwachung	Macht
Maschinenbürokratie	Normierung der Arbeit	Macht
professionelle Bürokratie	Normierung der Fähigkeiten	Rationalität
Spartenorganisation	Normierung des Outputs	Anreize
Ad-hoc-Organisation	Gegenseitige Anpassung	Autorität, Verpflichtung
missionarische Organisation	Normierung durch Normen	Verpflichtung

Tabelle 5.7: Organisationstypen und ihre dominierenden Steuerungsmedien

Stehen Normen und Strategien bei ihrer Anwendung in Konkurrenz zueinander, prägt der Organisationstyp die Priorisierung bei der Auswahl des zu nutzenden Mediums.

5.1.5 Operative Struktur

Die operative Struktur definiert die Aktionen, welche die Modellentitäten (Agenten, Rollen, physische Komponenten) durchführen können. Weiterhin können Aktionssequenzen formuliert werden. Im organisatorischen Kontext sind die Aktivitäten die Aufgaben der Agenten, deren Sequenz den Prozess darstellt. In der Aufgabe erfolgt eine Zuordnung von Rolle und technischer Komponente.

Im Modell wird von konkreten Aufgaben abstrahiert. Auch die Modellierung konkreter Abfolgen wird ausgeschlossen, um die Interdependenzen zwischen der Leistung eines Agenten und der Folgeleistung des nächsten zu umgehen. Diese würden Verzerrungen in der Bewertung verursachen, da der Output von der Vorleistung abhängt und nicht von der eingesetzten Technologie. Die Bewertung einzelner Agenten ist somit nicht mehr sinnvoll. Es müsste der Prozess als Bewertungsentität genutzt werden.

Aufgaben werden vereinfacht über ihre Technikintensität näher beschrieben. Die Technikintensität gibt an, zu welchem Teil der Output von dem Einsatz der untersuchten Technologie abhängt. So kann z. B. ein Produkt auch ohne den Einsatz einer betrieblichen Anwendung montiert werden; es ist jedoch nicht möglich, eine Rechnung zu buchen, ohne das System zu verwenden. Agenten beobachten die Erfüllung der Aufgabe in puncto Qualität, Aufwand und Quantität und gründen darauf zum Teil ihre Bewertung der Technologie.

Neben den formal festgelegten Aufgaben finden die bereits beschriebenen Tätigkeiten Beobachtung, Intervention und Beeinflussung in der operativen Struktur Berücksichtigung.

5.1.6 Evaluationsstruktur

Die Evaluationsstruktur gibt an, welche Daten des Modells im Hinblick auf die Fragestellung ausgewertet werden. Dabei werden die Aktionen den Handlungsergebnissen zugeordnet. Auf der Basis des vorgestellten konzeptuellen Modells sind die Ergebnisse auf unterschiedlichen Ebenen zu finden:

- Auf *Organisationsebene* ist der Verlauf und die Verteilung der inneren Akzeptanz und der Nutzung ein Bewertungskriterium. Für den Verlauf bietet sich die Darstellung des Mittelwertes an, für die Verteilung kann auf Histogramme zurückgegriffen werden. Der Verlauf des Mittelwertes kann vereinfacht über Zeitpunkte dargestellt werden, an denen er die Werte 0, 0,25, 0,5 und 0,75 über- bzw. unterschreitet. Als grobe Darstellung der inneren Akzeptanz kann die Verteilung der Nutzerrollen verwendet werden. Eine granulare Darstellung wird mit der Einteilung in Dezentile erreicht. Dies kann auch auf die Nutzung angewendet werden. Analog zum Verlauf des Mittelwertes können die Zeitpunkte bestimmt werden, an denen die einzelnen Nutzergruppen die Akzeptanzschwellen bzw. eine bestimmte Größe überschreiten.
- Auf *Mitarbeiterenebene* stellt der individuelle Verlauf der Akzeptanzkurve ein Bewertungskriterium dar. Hieran können unterschiedliche Akzeptanztypen unterschieden werden. Analog kann auch das Nutzungsverhalten über die Zeit als Indikator herangezogen werden. Hierbei kann ein steigender Trend, alternierendes Verhalten oder ein sinkender Trend identifiziert werden. Weiterhin müssen die relevanten Bestimmungsfaktoren wie die Erwartungshaltung und der soziale Druck mit erhoben werden. Mit Blick auf die Interventionen ist deren Intensität zu erfassen, um die individuelle Wirkung zu analysieren.
- Auf der *Managementebene* kann das Interventionsverhalten betrachtet werden. Hierzu ist eine Auswertung der Interventionsstärke pro Intervention, der Managementenerwartungen sowie der ausgelösten Effekte bei den Mitarbeitern notwendig. Als relevanter Zeithorizont wird dabei die Dauer einer Steuerungssequenz genutzt.
- Ähnlich der Auswertung auf der Managementebene kann die *Effektivität der Change Agents* anhand der Interventionen bewertet werden. Hierfür ist die Beobachtung aller genutzten Medien sowie deren Effekt auf die zugeordneten Mitarbeiter notwendig.

Bei der Analyse in den Experimenten kann nur die Organisationsebene betrachtet werden, da die Vielzahl unterschiedlicher Verläufe und Parameterkonstellationen auf Agentenebene keine hinreichenden Aussagen in replizierten

Simulationsläufen ermöglicht. Tabelle 5.8 fasst die Elemente der Evaluationsstruktur zusammen.

Das konzeptuelle Modell bündelt die Überlegungen, welche aus der Analyse der theoretischen und empirischen Grundlagen des Akzeptanzverhaltens in Organisationen erwachsen sind. Über die mehrfache Grenzziehung wird der Untersuchungsgegenstand präzisiert. Auch die Wirkfaktoren und ihrer Zusammenhänge werden deutlicher herausgearbeitet. Das resultierende konzeptuelle Modell erfüllt jedoch noch nicht die Anforderungen für die Simulation. Für die Attribute und ihre zeitliche Entwicklung fand die Beschreibung nur auf verbaler Ebene statt. Die Erstellung des logischen Modells operationalisiert daher das konzeptuelle Modell weiter und leistet damit einen Beitrag zur Berechenbarkeit des Modellverhaltens.

5.2 Logisches Modell

Die Elemente und Zusammenhänge des konzeptuellen Modells werden im logischen Modell in Variablen, Parameter und Gleichungen überführt, welche die Beobachtung der numerischen Dynamik im Modell ermöglichen. Zur konkreten Ausgestaltung können entweder Erkenntnisse aus Beobachtungen und empirischen Erhebungen genutzt werden oder, falls keine Beobachtungen vorliegen, Annahmen über die Verteilungen und Bestimmungsgleichungen getroffen werden.

Im konzeptuellen Modell wurden alle Elemente über ihre Attribute beschrieben. Die Dynamik wurde in einfachen Flussdiagrammen verdeutlicht. Das logische Modell spezifiziert diese Elemente und Zusammenhänge weiter. Die Attribute des konzeptuellen Modells werden dabei in Variablen und Parameter unterschieden. Ihnen werden konkrete numerische Wertebereiche und Ausprägungen zugewiesen. Auch die Dynamik wird numerisch ausgedrückt. Hierfür werden Bestimmungsgleichungen auf Basis der theoretischen Quellen entworfen, welche die Zustandsveränderungen über den Verlauf der Variablen in der Zeit und ihr Zusammenspiel mit anderen Variablen und Parametern konkretisieren.

Das logische Modell bildet die Vorstufe zur Implementierung. Beide Schritte sind nicht immer klar voneinander zu trennen. So lassen sich einige Elemente gut anhand numerischer Werte und mathematischer Beziehungen ausdrücken,

Analyseebene	Variable	Form	Exp.
Organisation	Akzeptanz	Mittelwert	ja
	Akzeptanz	Verteilung	ja
	Akzeptanz	Dauer	ja
	Nutzung	Mittelwert	ja
	Nutzung	Verteilung	ja
	Nutzung	Dauer	ja
Mitarbeiter	Akzeptanz	Verlauf	nein
	Nutzung	Verlauf	nein
	sozialer Druck	Verlauf	nein
	Intensität der Interventionen	Verlauf	nein
Management	Intensität der Intervention	absoluter Wert	nein
	Leistungserwartung	Mittelwert	nein
	Nutzungs- änderung	Mittelwert	nein
Change Agent	Intensität der Intervention	absoluter Wert	nein
	Nutzungs- änderung	Mittelwert	nein
	Akzeptanz- änderung	Mittelwert	nein
	Erfahrungs- änderung	Mittelwert	nein

Tabelle 5.8: Elemente der Evaluationsstruktur

ohne die konkrete Implementierung zu berücksichtigen. Dies ist der Fall, wenn ein einfacher funktionaler Zusammenhang zugrunde liegt. Ein Beispiel hierfür ist die Bildung der inneren Akzeptanz. Andere Aspekte des Modells entziehen sich jedoch diesem Vorgehen. Insbesondere die Beziehungsstruktur zwischen Agenten, aber auch komplexere Entscheidungsmuster sind nur mit hohem Aufwand numerisch abzubilden, ohne auf die konkrete Implementierung zurückzugreifen. So lässt sich die Vernetzungs- und Organisationsstruktur nur anhand von Bäumen oder verketteten Listen darstellen. Die Interventionsentscheidungen lassen sich besser mit Entscheidungsbäumen abbilden, deren numerische Beschreibung jedoch nicht zielführend ist. Es ist in diesem Fall besser, eine direkte Implementierung zu nutzen, statt vorher eine numerische Repräsentanz zu erzeugen. Daher werden in diesem Abschnitt nur die unabhängig von der Implementierung formalisierbaren Elemente detailliert beschrieben. Die restlichen Elemente werden kurz dargestellt und in der Implementierung aufgegriffen.

Auch bei der Erstellung des logischen Modells ist die Orientierung am MAIA-Framework hilfreich, da hiermit die Attribute und Effekte auf der Mikro-, Meso- und Makroebene voneinander unterschieden und systematisch bearbeitet werden können. So lassen sich alle Elemente der kollektiven Struktur durch die Gestaltung der Agenten auf der Mikroebene formalisieren. Andere Elemente der physischen, konstitutionellen und operativen Struktur, welche auf der Meso- oder Makroebene zu verorten sind, lassen sich entweder als generelle Attribute mit globaler Gültigkeit formulieren (wie z. B. die Wirkung der Steuerungsmedien oder die Organisationsstruktur) oder finden ihre Konkretisierung im Zusammenspiel der Agenten (wie z. B. die Vernetzungsstruktur). Wirken einzelne Einflüsse dieser Strukturen individuell bzw. basieren auf konkreten Wahrnehmungen und Tätigkeiten des Mitarbeiters, werden sie auf der Mikroebene im Agenten dargestellt. Hierfür sind die Art der Aufgabe (operative Struktur) und die Attribute der Technologie (physische Struktur) gute Beispiele.

Da die Emergenz von Organisationsverhalten beobachtet wird, stehen die Attribute und Handlungen der Mikroebene, d. h. die Ausgestaltung der Agenten im Mittelpunkt des Modells. Agentenverhalten bestimmt das Organisationsverhalten endogen, Vorgänge und Elemente außerhalb der Agenten werden als Kontext der Emergenz betrachtet. Sie wirken direkt auf einzelne Agenten oder strukturieren deren Beziehung und Kommunikation.

Die Konkretisierung des Modells beginnt mit der Umsetzung der Attribute in Variablen und Parameter. Hierbei wird mit Kontextattributen begonnen, welche im Umfeld der Agenten wirken. Dem schließt sich die Spezifikation der Agentenattribute auf Mikroebene an. Aus der Attributmenge werden dann die funktionalen Zusammenhänge zwischen Parametern und Variablen hergeleitet, welche die numerische Dynamik des Modells erfassen. Das resultierende logische Modell dient als Grundlage für die Implementierung.

5.2.1 Spezifikation der Attribute in Variablen und Parameter

Entsprechend der eingeführten Begrifflichkeit (siehe Abschnitt 4.3.1) werden die Attribute des Modells in Variablen und Parameter unterschieden. Letztere können vom Modellnutzer vor der Modellinitialisierung frei belegt werden, bleiben jedoch während der Simulation statisch. Variablen verändern sich hingegen modellendogen über ihre Bestimmungsgleichungen. Beide Elemente werden im logischen Modell numerisch beschrieben.

Jeder Parameter und jede Variable benötigt für die numerische Darstellung eine Dimension und einen möglichen Wertebereich. Aus diesem werden die Werte der Parameter bestimmt und die Anfangswerte der Variablen festgelegt, welche entweder fix gewählt oder stochastisch auf Basis einer Zufallsverteilung bei der Initialisierung ermittelt werden. Für stochastische Werte ist zusätzlich die Art der Zufallsverteilung zu dokumentieren.

Bei der Messung von Einstellungen, Erwartungen und Präferenzen besteht das Problem, dass es keine inhaltlich übereinstimmenden Skalen gibt. Die Akzeptanz wird z. B. nach dem Modell von Fishbein und Ajzen (1975) auf die Erwartungen, die sozialen Normen und die Präferenzen zurückgeführt. Inhaltlich lassen sich weder Erwartungen noch Normen oder Präferenzen in eine gemeinsame Skala bringen. Der Inhaltsaspekt wird daher in empirischen Studien bei der Itembildung berücksichtigt, aber nicht beim Skalenentwurf aufgegriffen. Die Skalenwerte werden dort dimensionslos dargestellt. Es ist damit weiterhin eine Bewertung des Mehr oder Weniger möglich; eine inhaltliche Interpretation der Abstände ist jedoch schwierig. Diesem Ansatz folgend, wird auch in dieser Arbeit auf eine inhaltliche Dimensionierung verzichtet. Alle

verwendeten numerischen Werte sind daher zwischen 0 und 1 bzw. -1 und 1 normiert. Diese Festlegung hat den Vorteil, dass die dimensionale Konsistenz des Modells gewahrt bleibt (Sterman, 2000, S. 866), führt jedoch dazu, dass die Bestimmungsgleichungen die oberen und unteren Grenzwerte berücksichtigen müssen.

Der Beschreibung des Agentenverhaltens muss jedoch die Spezifikation der Umwelt vorangehen. Daher werden zunächst die Kontextattribute operationalisiert.

Kontextattribute

Im konzeptuellen Modell wurden drei Faktoren in der relevanten Umwelt formuliert: Technologie, Aufgabe und Organisation. Die drei bilden den Kontext für die Handlungen der Agenten und der Kommunikation untereinander. Auch weitere Attribute wie kulturelle Prägung und Präferenzen wurden als Umwelt definiert, da sie über den Betrachtungszeitraum als stabil angenommen werden. Sie beschreiben die Heterogenität der Agenten untereinander und sind entsprechend im logischen Modell zu berücksichtigen.

Es ist daher ersichtlich, dass die einzelnen Kontextfaktoren auf unterschiedlichen Ebenen des Modells wirken. Es wird daher eine Unterscheidung zwischen systemweiter, globaler Wirkung auf alle Agenten und der agentenspezifischen Wirkung unterschieden. Systemweite Attribute nehmen für alle Agenten den gleichen Wert an; agentenspezifische Attribute weisen zwar auf der Systemebene eine einheitliche Verteilung und einen gemeinsamen Wertebereich auf, ihre Bedeutung unterscheidet sich jedoch zwischen den Agenten. Ihnen kann kein einheitlicher Wert zugewiesen werden. Entsprechend erfolgt die Konkretisierung dieser Attribute agentenindividuell in Form von Agentenparametern. Die Darstellung der relevanten Attribute erfolgt zur Orientierung entlang der MAIA-Strukturen.

Physische Struktur

Die *physische Struktur* findet Niederschlag in der eingesetzten Technologie. Die Technologieeigenschaften werden wie im konzeptuellen Modell durch zwei Attribute beschrieben: zum einen durch den abgedeckten Funktionsumfang, zum anderen durch die Usability der Technologie. Der Parameter *Funktionsumfang*

F gibt dabei an, wie gut die Technologie zur Aufgabenerfüllung geeignet ist. Er bestimmt damit, wie hoch die Leistung ist, welche durch die Nutzung erzielt werden kann. Je besser die Funktion der Technologie zur Aufgabe passt, desto höher ist die zu erzielende Leistung. Die *Usability H* (handling) legt hingegen den Aufwand fest, welcher dem Mitarbeiter durch die Nutzung entsteht. Dabei gilt, je höher die Usability ist, desto niedriger ist der mit der Nutzung verbundene Aufwand. Usability und Funktionsumfang werden hier vereinfachend als objektiv und unabhängig konzipiert. Somit werden wechselnde Bewertungen durch Gewöhnung oder die Reduzierung des Aufwands durch das Erlernen eines „schlechten“ System nicht berücksichtigt.

Beide Attribute werden als exogen behandelt und entsprechend als Parameter definiert. Da der Funktionsumfang maßgeblich mit den Aufgaben des Mitarbeiters verbunden ist, kann keine globale Festlegung erfolgen. Gleiches gilt für die Usability. Die Parameter wirken daher auf Agentenebene.

Welchen konkreten Wert die Parameter annehmen, wird über ihren Wertebereich und die zugrunde liegende Verteilung bestimmt. Da die eingesetzte Technologie einen Auswahlprozess vor der Einführung durchlaufen hat, wird im Modell davon ausgegangen, dass weder der Funktionsumfang noch die Usability sehr schlechte Werte aufweisen sollten. Da andererseits die Aufgabe und das Nutzungsverhalten mitarbeiterspezifisch sind, wird der theoretische Maximalwert 1 nicht erreicht. Der Wertebereich beider Parameter wird daher auf das Intervall $[0,5;0,9]$ festgelegt. Innerhalb dieses Bereichs wird jedem Agenten ein zufälliger Wert zugewiesen. Als Zufallsverteilung wird dafür die Gleichverteilung festgelegt, da kein plausibler Grund für abweichende Eintrittswahrscheinlichkeiten vorliegt.

Operative Struktur

Die eingesetzte Technologie spielt auch in der operativen Struktur eine Rolle. Technologie und Aufgabe hängen im Sinne des TTFM eng zusammen und wirken gemeinsam auf die Leistung und den Aufwand. Die Aufgabe wird im MAIA-Framework der *operativen Struktur* zugeordnet. Im konzeptuellen Modell wurde die Aufgabe über ein eigenes Attribut näher bestimmt. Die *Technikintensität T* gibt an, wie stark die Leistungserstellung und der Aufwand von der eingesetzten Technologie abhängt. Da das Set der Aufgaben und die Art

ihrer Ausführung durch die Organisation vorgegeben sind und der Mitarbeiter seine Aufgaben nicht frei wählen kann, ist die Technikintensität exogen und wird in Form eines Parameters abgebildet. Es wird vereinfachend davon ausgegangen, dass jeder Mitarbeiter nur genau eine Aufgabe zu erfüllen hat. Diese Aufgabe ist jedoch individuell, sodass sich die Technikintensität zwischen den Mitarbeitern unterscheidet. Der Parameter wirkt daher auf der Agentenebene; es kann kein agentenübergreifender Wert definiert werden. Der theoretische Wertebereich liegt zwischen 0 (es wird keine Technologie eingesetzt) und 1 (die Aufgabe ist vollständig von der Technologie abhängig). Die Endpunkte des Intervalls sind in der Untersuchung jedoch nicht von Interesse. Eine Aufgabe, welche keine Technologie einsetzt, macht die Frage nach der Technologieakzeptanz obsolet. Ebenso verhält es sich mit Tätigkeiten, welche komplett durch die Technologie bestimmt sind, da ein Verzicht oder eine geringere Nutzung der Technologie zur Eliminierung jeglicher Leistung führen würde. Der Wertebereich wird daher auf ein realistisches Intervall zwischen 0,4 und 0,9 eingeschränkt. Innerhalb dieses Intervalls sind die Werte gleichverteilt.

Konstitutionelle Struktur

Die vorangehend dargestellten Strukturen wirken allein auf die Leistungsfähigkeit der individuellen Agenten. Erst über die *konstitutionelle Struktur* wird der Agent in ein soziales Regelsystem eingebunden. Hierbei spielen folgende Attribute eine Rolle: Organisationsstruktur (formal und informal), Wirkung der Steuerungsmedien, die Kultur innerhalb und außerhalb der Organisation sowie die Rollenerwartungen. Die konstitutionelle Struktur reguliert die Interaktion der Mitarbeiter untereinander. Die formal erwartete Kommunikation wird über Interaktions- und Weisungswege entlang der Hierarchie festgelegt.

Sie hat für alle Organisationsmitglieder die gleiche Gültigkeit. Jedem Mitarbeiter ist darin eine Position zugewiesen, die durch Über- und Unterordnungsverhältnisse gekennzeichnet ist. Die Gesamthierarchie ist daher global definiert. Organisationen können unterschiedliche Strukturtypen aufweisen. Neben der klassischen Linienorganisation sind Sparten-, Matrix- und Projektorganisation sowie alternative bzw. Mischformen in der Praxis zu finden. Vereinfachend wird im Modell exemplarisch die reine Linienorganisation betrachtet. Global wird daher die *Anzahl der Hierarchieebenen* sowie die jeweilige *Besetzung dieser*

Ebenen definiert. Für das Untersuchungsmodell wird von einer Hierarchie mit drei Ebenen ausgegangen. Hierdurch wird die hierarchische Steuerung nicht zu stark betont. Um vergleichbare Ergebnisse im Hinblick auf die Wirksamkeit hierarchischer Steuerungseingriffe zu ermitteln, wird mit einer fixen Anzahl von Mitarbeitern in jeder Ebene gearbeitet. Alle Managementagenten einer Ebene haben somit die gleich Anzahl zu steuernder Mitarbeiter. In der Hierarchie absteigend soll weiterhin die Leitungsspanne auf jeder Ebene wachsen. Strukturierend wird dafür die Fibonacci-Folge genutzt, bei der jede zweite Stelle übersprungen wird. Es ergeben sich die in Tabelle 5.9 dargestellten Ebenenbesetzungen. Die Zuordnung der verfügbaren Mitarbeiteragenten erfolgt zufällig.

Ebene	Bezeichnung	Besetzung
0	Geschäftsführung	1
1	Bereichsleitung	3
2	Abteilungsleitung	8
3	Mitarbeiter	21

Tabelle 5.9: Besetzung der Hierarchieebenen

Die Steuerung erfolgt innerhalb der formalen Struktur top-down. Einflüsse der Mitarbeiter auf das Management, z. B. durch partizipative Entscheidungsfindung werden vernachlässigt. Für die steuernden Agenten ist damit nicht die globale Struktur von Interesse, sondern seine direkte Position. Der Fokus liegt auf seinem Weisungsverhältnis, welches auf Agentenebene über eine 1:n-Beziehung zwischen Management und Mitarbeitern abgebildet wird. Die Organisationsstruktur wird aus Sicht des jeweiligen Managementakteurs als Liste untergeordneter Mitarbeiter dargestellt. Der untergeordnete Agent hat keine Referenz auf seine Führungskraft, da er deren Interventionen nur empfängt. Anders als die bisher vorgestellten Attribute kann die Hierarchie nur als Menge und nicht im engen Sinne numerisch dargestellt werden. Die Verteilung und der Wertebereich kann daher nicht bestimmt werden.

Neben der formalen Organisationsstruktur sind auch informale Strukturen zu berücksichtigen. Die Kommunikation basiert hierbei nicht auf Weisungsverhältnissen, sondern auf gegenseitigem Austausch. Informelle Strukturen

können unabhängig vom hierarchischen Status der Mitarbeiter existieren. Alle Mitglieder der Organisation bilden ein gemeinsames Netzwerk, welches für die Organisation global definiert ist. Die Managementrolle wird darin nicht gesondert berücksichtigt. Die Beschreibung erfolgt als Menge aus Knoten (Mitglied) und Kanten (Verbindung). Die Struktur der informalen Beziehungen bildet sich emergent aus den Interaktionen; sie wird jedoch für den Untersuchungszeitraum als fix angenommen. Diese Restriktion, wenngleich sie aufgrund empirischer Erkenntnisse problematisch ist (Burkhardt und Brass, 1990; Thiriot und Kant, 2008; Choi, Kim und Lee, 2010; Watts und Strogatz, 1998), reduziert die unkontrollierte Variation der Simulationsergebnisse. Dies verbessert die Aussagekraft der Experimente in Bezug auf die aufgestellten Hypothesen. Die konkrete Form eines Netzwerks kann sich stark unterscheiden. Zu Demonstrationszwecken lassen sich jedoch generalisierte Netzwerktypen nutzen. Neben zufälligen Netzwerken existieren Ring-, Kleine-Welt- und skalenfreie Netzwerktypen. Sie sind über die Verteilung der Anzahl der Kanten über die Knoten, also der Anzahl der Verbindungen, welche ein Mitarbeiter hat, gekennzeichnet. Für das Untersuchungsmodell wird in Anlehnung an Tang, Mu und MacLachlan (2010) ein *skalenfreies Netzwerk* mit einem initialen Netzwerkkern von fünf verbundenen Knoten $m_0 = 5$ und dem entsprechenden Generierungsalgorithmus (Barabási und Albert, 1999) zur Darstellung informaler organisationsinterner Beziehungen genutzt. Diese Netzwerkform produziert einige „Hubs“, also Agenten mit einer hohen Anzahl an Verbindungen zu anderen Agenten. Diese Struktur ist häufig in Kooperationsnetzwerken anzutreffen (Ravasz und Barabasi, 2003) und eignet sich daher auch zur Abbildung der Kommunikation in Organisationen.

Auf der Agentenebene werden die Netzwerkverbindungen wiederum über eine Liste verbundener Agenten dargestellt. Hinzu kommt zur Beschreibung der Netzwerkposition der jeweilige *Grad des Knotens D* (degree). Er gibt die Anzahl der Agentenverbindungen an.

Neben der Struktur der Organisation sind die Steuerungsmedien und ihre Wirkungsintensität beschreibend für den sozialen Kontext der Akzeptanz- und Nutzungsentscheidung. Die *Wirkungsintensität der unterschiedlichen Medien θ* beschreibt die jeweilige Form der Koordination. Jeder Organisationstyp hat eine charakteristische Gewichtung der Bedeutung der unterschiedlichen Steuerungsmedien. Wie im konzeptuellen Modell dargestellt, werden fünf Medien

unterschieden: *Macht* (θ_{pow}), *Anreiz* (θ_{inc}), *Autorität* (θ_{auth}), *Verpflichtung* (θ_{obl}) und *Rationalität* (θ_{ratio}). Dadurch, dass die Medienwirksamkeit für die gesamte Organisation gilt, ist sie global definiert.

Die Beantwortung der Forschungsfrage erfolgt anhand der kontrollierten Variation der Wirksamkeit der Steuerungsmedien. Daher kann die Bestimmung nicht endogen erfolgen. Die exogene Festlegung der Steuerungswirksamkeit zieht daher die Formulierung als Parameter zwingend nach sich. Die Organisationstypen werden über das Verhältnis der Parameter untereinander dargestellt. Zur besseren Übersicht werden diese auf 1 normiert. Werte kleiner als 1 stellen eine geringere Bedeutung des Mediums dar, Werte größer 1 verstärken die Wirkung. Zur Begrenzung der Faktorstufen in den Experimenten wird davon ausgegangen, dass die Wirkung ein Minimum von 0,5 aufweist und ein Maximum von 1,5 nicht überschreitet. Die genaue Definition der Faktorstufen erfolgt bei der Gestaltung der Experimente.

Auf der Organisationsebene wirkt weiterhin die Kultur als Kontext. Sie bestimmt u. a. die Verteilung der individuellen Präferenzen, z. B. Steuerbarkeit und soziale Konformität. Kulturelle Unterschiede werden auf die vier unterschiedlichen, an Hofstede (1984) orientierten, *Wertedimensionen* zurückgeführt (Srite und Karahanna, 2006):

- Männlichkeit/Weiblichkeit C_g
- Individualismus/Kollektivismus C_i
- Machtdistanz C_p
- Unsicherheitsvermeidung C_u

Jede Dimension wird auf einer Skala von 0 bis 1 (0 – niedrige bzw. linke Ausprägung, 1 – hohe bzw. rechte Ausprägung) bewertet. Dies entspricht den Indexwerten der Kulturdimension (Hofstede, 1984). Da im Modell die kulturelle Prägung homogen ist, wird die Kultur organisationsweit initialisiert und gilt für alle Mitglieder. Da im Simulationsmodell kulturelle Unterschiede nicht direkt getestet werden, wird auf eine konkrete Ausformulierung der Wirkverhältnisse verzichtet. Die Variation der Präferenzen und der Wirkung der Steuerungsmedien wird an anderer Stelle explizit vorgenommen und bedarf

in der Simulation nicht des Faktors Kultur. In der weiteren Modellnutzung wird daher vereinfachend auf den Kulturfaktor verzichtet.

Neben den Kommunikationswegen sind an die Agenten in der Organisation auch formale und informale Handlungserwartungen gerichtet. Diese bündeln sich in Rollen. Jeder Mitgliedsagent weist eine oder mehrere Rollen auf. Die *formale Rolle* wird dem Agenten über seinen Typ gegeben. Es unterscheiden sich dabei zunächst Change Agents von Mitarbeitern. Beide sind in ihrer Handlungslogik und Zielstellung fundamental unterschiedlich und bilden zwei Populationen. In der Mitarbeiterpopulation können einzelne Agenten weiterhin die Managementrolle annehmen. Hierdurch werden ihre Handlungen um die Möglichkeit der Steuerungseingriffe erweitert, sie behalten jedoch die fundamentalen Eigenschaften eines Mitarbeiters. Die Größe der einzelnen Population ist vorab festgelegt. Die Simulation wird daher mit 532 Mitarbeitern initialisiert, wovon 28 Managementfunktionen übernehmen. Die Anzahl der Agenten richtet sich nach den Ebenen und deren Besetzung in der Hierarchie. Für die Einführung der Technologie sind zehn Change Agents zuständig. Die Ausgestaltung der Rollen erfordert keine separaten Parameter, sondern wird in der Implementierung durch die Instanziierung der jeweiligen Agentenklasse abgedeckt. Die formalen Rollen sind fix, ein Agent kann während der Simulation nicht die formale Rolle wechseln, z. B. in das Management aufsteigen oder ein Change Agent werden.

Informelle Rollen R hängen direkt mit der Ausprägung der inneren Akzeptanz zusammen. Sie wird individuell auf Agentenebene festgelegt. Da sich die Akzeptanz im Simulationsverlauf ändert, muss ein entsprechender Rollenwechsel möglich sein. Die informale Rolle muss daher variabel konzipiert werden. Da die Rollen ein zentrales Merkmal des Agenten sind, werden sie über unterschiedliche Agentenzustände dargestellt. Dieser kann die Ausprägungen Gegner, Skeptiker, Nutzer und Champion annehmen. Zustandsveränderungen werden anhand akzeptanzspezifischer Grenzen definiert. Es wird davon ausgegangen, dass Mitarbeiter erst bei großer Unzufriedenheit bzw. Zufriedenheit aktiv im Umfeld gegen bzw. für die Technologie agieren. Daher wird ein Mitarbeiter zum Champion, wenn seine Akzeptanz den Wert von 0,75 überschreitet. Auf der anderen Seite des Spektrums wird er bei einer Akzeptanz geringer als -0,75 zum offenen Gegner. Im Intervall zwischen -0,75 und 0,75 ist die Einstellung verdeckt. Mitarbeiter in diesem Bereich kommunizieren ihre Einstellung nicht offen.

Skeptiker und Nutzer werden im Indifferenzpunkt (Akzeptanz = 0) voneinander getrennt.

Initial wird die innere Akzeptanz mit dem Wert 0 besetzt. Vor der ersten Nutzungsentscheidung wird sie jedoch neu errechnet. Somit hängt die initiale Verteilung der Rollen von einer Reihe von Faktoren ab, welche in der kollektiven Struktur und in der Agentenbeschreibung genauer ausgeführt werden. Zentral ist dabei jedoch die initiale Verteilung der Erwartungsvariablen. Sie führt dazu, dass es zu Beginn der Simulation keine Polarisierung der Mitarbeiter gibt. An die Rollen sind Verhaltensweisen gebunden, welche bereits kurz im konzeptuellen Modell skizziert wurden und näher in 5.2.2 beschrieben werden.

Kollektive Struktur

Im konzeptuellen Modell wurden die Präferenzen der Mitarbeiter als Kontextfaktoren festgehalten. Sie wirken auf Agentenebene und wurden als unveränderlich im Untersuchungszeitraum festgelegt. Die Präferenzen werden daher in der kollektiven Struktur als Parameter im jeweiligen Agententyp abgebildet.

Hierbei müssen unterschiedliche Präferenzen differenziert betrachtet werden. Für den Mitarbeiteragenten sind zwei Präferenzarten festgelegt. Die erste bezieht sich auf die Bedeutung der individuellen Leistung im Vergleich zur sozialen Konformität. Sie wirkt bei der Bildung der inneren Akzeptanz und der Nutzung. Diese Präferenz α kann als Selbstwirksamkeit (Venkatesh und Bala, 2008; Dishaw, Strong und Bandy, 2002) bezeichnet werden. Sie ist entsprechend komplementär zur sozialen Konformität ($1 - \alpha$). Beide gewichten die eigenen Erfahrungen bei der Nutzung mit den Beobachtungen aus der Umwelt. Jeder Agent bekommt einen individuellen Wert von α zugewiesen. Dieser kann theoretisch im Intervall zwischen 0 und 1 liegen, wobei 0 bedeutet, dass der Agent keine Selbstwirksamkeit zeigt und komplett durch die soziale Umwelt determiniert wird. Ein Wert von 1 sagt hingegen aus, dass er komplett von den Entscheidungen und Handlungen anderer Mitarbeiter entkoppelt ist und nur seine eigenen Erfahrungen als Basis für die Entscheidungen nutzt. Es ist unrealistisch, dass diese Extremwerte eingenommen werden. Handeln und Entscheiden hat in Organisationen immer einen individuellen und sozialen Anteil. Daher nimmt α in der Simulation Werte zwischen 0,3 und 0,8 an. In der Gesamtpopulation sind diese Werte gleichverteilt.

Bei der Nutzungsentscheidung sind Mitarbeiter externen Beeinflussungs- und Steuerungsimpulsen ausgesetzt. In welcher Intensität die Hilfsangebote, Anreize und der Zwang auf die Nutzung wirkt, bestimmt die Steuerbarkeit β . Hierdurch lassen sich folgsame von eigensinnigen Mitarbeitern unterscheiden. Auch dieser Parameter ist für jeden Agenten individuell wirksam. Die Steuerbarkeit kann theoretisch in einem Spektrum zwischen kompletter Indifferenz ($\beta = 0$) oder vollständiger Impulssensitivität ($\beta = 1$) liegen. Eine vollständige Indifferenz würde in den meisten Fällen zum Verlust der Mitgliedschaftsrolle (Kündigung) führen; für das Modell wird daher davon ausgegangen, dass jedes Organisationsmitglied eine grundlegende Sensitivität auf Grundlage emotionaler oder zweckmäßiger Bindung an die Organisation besitzt. Daher wird der Schwankungsbereich von 0,3 bis 1 gewählt. In der Gesamtpopulation sind die Werte gleichverteilt.

Neben den Entscheidungspräferenzen existieren bei aktiv intervenierenden Agenten (Management und Change Agents) noch Präferenzen im Hinblick auf die Wahl der Intervention. Bei Managementagenten bestimmt die Interventionspräferenz γ , wie stark die Toleranz bei der Leistungsabweichung vor einer positiven oder negativen Sanktionierung ist. Ein hoher Wert zeigt dabei an, dass der Managementagent nicht sensitiv gegenüber Abweichungen ist. So interveniert er bei einem Wert von $\gamma = 0,1$ erst, wenn die erwartete Leistung um zehn Prozent über- bzw. unterschritten wurde. Damit können streng steuernde Manager von Laissez-faire-Managern unterschieden werden. Die Werte von γ können theoretisch jeden Wert größer 0 annehmen; hohe Werte über 0,3 sind nicht sinnvoll, da sich die Interventionsgrenze damit in Bereiche bewegt, welche der Agent nicht realistisch erreichen kann. Im Modell wird daher ein Intervall zwischen 0 und 0,3 festgelegt. Die Werte sind in der Managementagentenpopulation gleichverteilt.

Bei Change Agents stellt sich weniger die Frage, wann interveniert wird, sondern vielmehr mit welcher Stärke. Es können eher aktive Change Agents mit hoher Interventionsintensität von passiveren Change Agents mit geringer Interventionsintensität unterschieden werden. Der Typ wird für jeden Change Agent individuell über den Parameter λ bestimmt. Er verstärkt oder schwächt die Intervention. Ein normaler Change Agent hat somit einen Wert von $\lambda = 1$.

Die Werte sind in der Population der Change Agents gleichverteilt und bewegen sich im Intervall von 0,8 bis 1,2.

Die in Tabelle 5.10 zusammengefassten Kontextattribute wirken im logischen Modell auf und in Agenten. Im nächsten Abschnitt werden die Agententypen und ihre Attribute näher beschrieben.

Mitarbeiteragent

In der Untersuchung ist der Mitarbeiteragent zentral. Er bildet die Einstellung gegenüber der Technologie und trifft die Entscheidungen im Hinblick auf die Nutzung. Eine Reihe von Attributen bestimmt diese Entscheidungsprozesse. Neben den Kontextfaktoren (Präferenzen, Funktionalität, Usability, Technikintensität und Netzwerkposition), welche sich im Agenten niederschlagen, ist eine Reihe weiterer Parameter und Variablen notwendig, um das Verhalten abzubilden.

Im konzeptuellen Modell wurden soziodemografische Attribute identifiziert, welche das Verhalten des Agenten mitbestimmen. Alter und Geschlecht sind in den meisten betrachteten Modellen empirischer Studien wichtige Kontrollvariablen mit teilweise widersprüchlichen Effekten. Für das logische Modell verlieren sie jedoch an Bedeutung, da ein großer Teil der Varianz bereits über die zufällige Verteilung der Präferenzen abgedeckt wird. Alter und Geschlecht werden daher nicht weiter berücksichtigt.

Zwei Attribute sind zentral für die Bewertung des Agentenverhaltens. Zunächst zeigt die innere Akzeptanz die Einstellung des Agenten in Bezug auf die Technologie an; diese findet ihre Umsetzung in der eigentlichen Nutzung. Diese Abfolge entspricht dem TRA-Modell nach Ajzen (1991). Beide Attribute gehen aus einer Reihe von Einflussfaktoren hervor, welche im Nachgang beschrieben werden.

Bei der *inneren Akzeptanz* des Agenten *A* (acceptance) handelt es sich um eine vollständig modellendogen bestimmte Variable des Mitarbeiteragenten. Sie wird bei jedem Simulationsschritt neu berechnet. Die innere Akzeptanz bildet die Einstellung ab und ist daher für andere Agenten nicht direkt beobachtbar. Anders als in den Akzeptanzkonstrukten bisheriger Arbeiten kann die Einstellung positive und negative Werte annehmen. Im positiven Bereich stellt sie die im TAM und UTAUT genutzte Nutzungsintention dar, im negativen

Struktur	Parameter	Symbol	Ebene	Verteilung	Wertebereich
physisch	Funktionsumfang	F	Agent	gleichverteilt	[0,5;0,9]
	Usability	H	Agent	gleichverteilt	[0,5;0,9]
operativ	Technikintensität	T	Agent	gleichverteilt	[0,4;0,9]
konstitutionell	Organisationsstruktur	O	global	fix	Anzahl Ebenen und Besetzung
	Weisungsbefugnis	L	Agent	fix	Liste untergeordneter Agenten
	informale Vernetzung	N	global	fix	skalenfreies Netzwerk
	Netzwerkposition (degree)	D	Agent	fix	
	Wirkung der Anreize	θ_{inc}	global	fix	[0,5;1,5]
	Wirkung der Macht	θ_{pow}	global	fix	[0,5;1,5]
	Wirkung der Autorität	θ_{auth}	global	fix	[0,5;1,5]
	Wirkung der Verpflichtung	θ_{obl}	global	fix	[0,5;1,5]
	Wirkung der Rationalität	θ_{ratio}	global	fix	[0,5;1,5]
	kulturelle Prägung	C	global	fix	Kulturdimensionen
kollektiv	Präferenz für eigene Leistung	α	Agent	gleichverteilt	[0,3;0,8]
	Sensitivität für externe Steuerung	β	Agent	gleichverteilt	[0,3;1]
	Sensitivität gegenüber Leistungsabweichungen	γ	Agent	gleichverteilt	[0;0,3]
	Präferenz der Interventionsstärke	λ	Agent	gleichverteilt	[0,8;1,2]

Tabelle 5.10: Parameter des Agentenkontextes

Bereich bildet sie die Gegnerschaft der Veränderung ab. Ihr Spektrum ist dimensionslos und auf ein Intervall zwischen -1 (starke Gegnerschaft) und +1 (starkes Befürworten) festgelegt. Es wird in der Simulation davon ausgegangen, dass die Nutzer initial indifferent gegenüber der neuen Technologie sind ($A = 0$). Im ersten Simulationsschritt wird auf Basis der Bestimmungsfaktoren die innere Akzeptanz angepasst, sodass der Initialwert keinen Einfluss auf die Nutzungsintensität hat.

Aus der Einstellung gegenüber der Technologie bildet sich unter Einfluss des sozialen und organisationalen Umfelds die tatsächliche Nutzung heraus. Diese wird als *Nutzungsintensität* U_a (actual usage) formalisiert. Auch sie ist vollständig modellendogen, jedoch im Gegensatz zur inneren Akzeptanz für andere Agenten direkt beobachtbar. Auch die Nutzungsintensität wird bei jedem Simulationsschritt aktualisiert. Ihre Werte variieren zwischen 0 (keine Nutzung) und 1 (vollständige Nutzung). Der initiale Wert wird wiederum auf $U_a = 0$ gesetzt.

Entsprechend der Technology to Performance Chain (Goodhue und Thompson, 1995; Staples und Seddon, 2004) resultiert aus der Nutzung eine Wirkung auf die Leistungsfähigkeit des Mitarbeiters. Die *erzielte Leistung* P_a (actual/achieved performance) ist durch andere Mitarbeiter beobachtbar. Ihr Wertebereich liegt zwischen $P_a = 0$ (keine Leistung) und $P_a = 1$ (volle mögliche Leistung). Das Maximum der Leistung bildet sich aus der Annahme, dass nur ein bestimmter, maximaler Output in einem Zeitrahmen bei einer definierten Tätigkeit erzielt werden kann. Es können z. B. in einer Stunde nur eine maximale Anzahl an Belegen erfasst werden. Diese Grenze hängt nicht von der individuellen Leistungsfähigkeit des Mitarbeiters ab, sondern spiegelt physische und technologische Restriktionen wider. Da erst mit der ersten Nutzung auch eine Leistung produziert werden kann, wird der Wert mit $P_a = 0$ initialisiert. Die Leistung wird neben der Nutzung durch die Funktionalität und die Erfahrung des Mitarbeiters mit der Technologie bestimmt. Die erzielte Leistung dient als Feedbackelement für die Erwartungsbildung. Daher wird die Leistungserwartung spiegelbildlich am Anfang des Einstellungs- und Entscheidungsablaufs genutzt.

Analog zur erzielten Leistung verursacht die Nutzung auch Aufwand. Der erzeugte Aufwand E_a (actual effort) ist für andere Agenten beobachtbar. Die

Werte können dabei zwischen $E_a = 0$ (kein Aufwand) und $E_a = 1$ (maximaler Aufwand) variieren. Der Aufwand ist unabhängig von den individuellen Eigenschaften konzipiert; er wird nur durch Usability und Nutzungsintensität bestimmt. Auch der Aufwand wird mit $E_a = 0$ initialisiert. Er dient als Feedbackelement für die Aufwandserwartung.

Sowohl Leistung als auch Aufwand werden teilweise exogen bestimmt. Da nicht die vollständige Leistung und der komplette Aufwand durch die Technologie determiniert ist, bestimmt die Technologieintensität den Grad, zu dem die Nutzung Einfluss auf den Output hat. Der Anteil, der Tätigkeit, welcher nicht mit der Technologie behandelt werden kann ($1 - T$) wird als Zufallswert ϵ hinzugenommen, welcher zwischen 0 und 1 schwankt. Somit ist ein Teil der Leistung und des Aufwands exogen bestimmt.

Die Ausgangsbasis für die Einstellungsbildung und der Anschlusspunkt für das Feedback bilden die Erwartungen und Umweltbeobachtungen des Agenten. Die Erwartungen spiegeln die individuellen Erfahrungen wider, während die Umweltbeobachtungen dem Mitarbeiter ermöglichen, sich als Teil des Arbeitskontextes zu reflektieren.

Es entwickeln sich zwei Arten der Erwartung im Laufe der Nutzung: die *Leistungserwartung* P_e (expected performance) und die *Aufwandserwartung* E_e (expected effort). Beide sind modellendogen, da sie vollständig aus der Selbstbeobachtung des Mitarbeiters in puncto Leistung und Aufwand resultieren. Die Variablenwerte liegen zwischen 0 (keine Erwartung) und 1 (sehr hohe Erwartungen). Die Initialisierung muss die gewünschte Heterogenität in der Population erzeugen, daher werden sowohl die Aufwands- als auch die Leistungserwartung zufällig aus einem Intervall zwischen 0 und 1 bestimmt. Innerhalb der Gesamtpopulation sind die Werte gleichverteilt. Dies hat zur Folge, dass sowohl für die Akzeptanz sehr förderliche Konstellationen, bei denen die Erwartung für den Aufwand deutlich unter der Leistung liegt, vorkommen können, aber auch ungünstige Startbedingungen, bei denen die Aufwandserwartung die gewünschte Leistung übersteigt, realisiert werden.

Neben den individuellen Bestimmungsfaktoren der Akzeptanz erfährt der Mitarbeiter auch soziale Einflüsse aus der Umweltbeobachtung. Diese stellen eine indirekte Feedbackschleife dar. Über die Leistungs-, Aufwands- und Nutzungsbeobachtung in der Umwelt wird auf den Mitarbeiter Druck ausgeübt.

Zur Repräsentation dieses Drucks im Modell sind drei Variablen notwendig. Sie spiegeln die Bewertung der Umwelt im Mitarbeiteragenten. Es handelt sich daher einerseits um *Leistungsdruck* (P_s) und *Aufwandsdruck* (E_s), welche auf die Einstellungsbildung wirken, andererseits um *Nutzungsdruck* (U_s), welcher sich auf die Nutzungsintensität bezieht. Alle drei Variablen werden über den Vergleich der Beobachtung mit den individuell erzielten Werten bestimmt. Sie sind daher modellendogen. Da die Variablen nicht von den zeitlich vorhergehenden Werten abhängen, ist ein Initialwert nicht notwendig.

Neben der sozialen Umwelt müssen die Effekte der Interventionen formalisiert erfasst werden. Da Information und Schulung direkt auf die Erfahrung wirken, werden zwei Interventionswege unterschieden: die Überzeugung und die Einsatzbedingungen. Letztere wirken auf die Nutzung und werden durch positive oder negative Anreize gebildet. Die *Einsatzbedingungen* I (incentive) folgen aus der Verarbeitung der Interventionen. Die Werte können zwischen $I = -1$ (maximale Bestrafung) und $I = 1$ (maximale Belohnung) liegen. Da ihre Höhe wiederum von anderen Agenten gesetzt wird, ist ein Initialwert nicht notwendig. In dem Fall, dass keine Anreize vorliegen, bleiben die Einsatzbedingungen bei $I = 0$.

Anders als die Einsatzbedingungen wirkt die *Überzeugung* B (bias) auf die Einstellungsbildung. Der Mitarbeiter ist einer Reihe von Einflüssen ausgesetzt: Champions, Gegner und Change Agents versuchen ihn von ihrer Einstellung zu überzeugen. Die Gesamtheit aller Einflussversuche geht in die Einstellungsbildung ein. Die Intensität der Überzeugung kann Werte von $B = -1$ (stark negative Beeinflussung) bis $B = 1$ (stark positive Beeinflussung) einnehmen. Liegt keine Beeinflussung vor, verharrt der Wert bei $B = 0$. Ein Initialwert ist nicht notwendig, da die Beeinflussung durch andere Agenten ausgelöst und der Wert nicht fortgeschrieben wird.

Neben den Bestimmungsfaktoren für die Einstellungsbildung und Nutzungsentscheidung spielt die *Erfahrung des Mitarbeiters* K (knowledge) eine starke moderierende Rolle. Die Erfahrung wächst endogen mit der Nutzung der Technologie durch den Lernvorgang. Sie spiegelt das Erfahrungsniveau des Mitarbeiters wider und kann Werte zwischen 0 (keine Erfahrung) und 1 (Spezialist) einnehmen. Sie wird über den Parameter „Erfahrung mit ähnlichen Technologien“ K_0 initialisiert, welcher damit ausschlaggebend für die erste Erwartungsbildung und

Bewertung der Technologie ist (Taylor und Todd, 1995b; Martinez-Torres u. a., 2015). Die untere Grenze ($K_0 = 0$) besagt, dass entweder keine Erfahrungen mit einer ähnlichen Technologie vorliegen oder keine Ähnlichkeit erkannt wird. Von diesem theoretischen Wert wird jedoch Abstand genommen, da zumindest eine geringe Ähnlichkeit in der Bedienung bei jeder neuen Technologie gegeben ist. Es wird daher ein minimaler Wert von $K_0 = 0,3$ angenommen. Die maximale initiale Erfahrung auf Basis anderer Technologien liegt bei der Hälfte der maximal möglichen Erfahrung mit der neuen Technologie ($K_0 = 0,5$). Höhere initiale Werte würden Lernkurveneffekte durch die Nutzung der neuen Technologie marginalisieren. Zudem wird davon ausgegangen, dass ähnliche Technologien zwar analoge Bedienkonzepte vorweisen, deren Nutzung aber nicht die Erfahrung mit der eigentlichen Technologie ersetzen kann. Die Werte der Erfahrung mit ähnlicher Technologie sind in der Gesamtpopulation gleichverteilt. Die Veränderung des Wissens hängt stark mit der Lernfähigkeit des Mitarbeiters ρ zusammen. Diese gibt an, wie stark die Nutzung in neues Wissen überführt werden kann. Dabei wird davon ausgegangen, dass während der Nutzung die eigene Handlung reflektiert wird. Die Lernfähigkeit gibt daher an, zu welchem Grad der Mitarbeiter dazu fähig ist. Niedrige Werte drücken eine schlechte Lernfähigkeit aus, während hohe Werte bedeuten, dass der Mitarbeiter aus wenigen Handlungen neue Erkenntnisse deduzieren kann. Der Schwankungsbereich liegt zwischen 0,7 und 1,1. Die Werte sind in der Gesamtpopulation gleichverteilt.

Tabelle 5.11 fasst die Variablen (V) und Parameter (P) des Mitarbeiteragenten zusammen.

Managementagent

Managementagenten übernehmen die Variablen und Parameter des Mitarbeitertyps. Weiterhin müssen steuerungsspezifische Attribute formalisiert werden.

Zunächst verfügt jeder Managementagent über *Ressourcen* R , anhand derer er die Interventionen durchführen kann. Sie werden abstrakt formuliert und können somit zeitliche und monetäre Ressourcen umfassen. In diesem Sinne stellt jede Intervention einen Ressourcenverbrauch in Höhe ihrer Intensität dar. Am Ende einer Interventionssequenz (sieben simulierte Tage) werden die Ressourcen erneuert. Der initiale Wert am Anfang jeder Sequenz liegt bei der

Attribut	Symbol	Wertebereich	initialer Wert	Typ
innere Akzeptanz	A	$[-1;1]$	0	V
Nutzungsintensität	U_a	$[0;1]$	0	V
Leistung	P_a	$[0;1]$	0	V
Aufwand	E_a	$[0;1]$	0	V
Leistungserwartung	P_e	$[0;1]$	zufällig	V
Aufwandserwartung	E_e	$[0;1]$	zufällig	V
Leistungsdruck	P_s	$[0;1]$	leer	V
Aufwandsdruck	E_s	$[0;1]$	leer	V
Nutzungsdruck	U_s	$[0;1]$	leer	V
Einsatzbedingungen	I	$[-1;1]$	leer	V
Intensität der Überzeugung	B	$[-1;1]$	leer	V
Erfahrung	K	$[0;1]$	K_0	V
Erfahrung (ähnl. Technologie)	K_0	$[0,3;0,5]$	zufällig	P
Lernfähigkeit	ρ	$[0,7;1,1]$	zufällig	P

Tabelle 5.11: Variablen und Parameter des Mitarbeiteragenten

Anzahl geführter Mitarbeiter. Der Manager hat daher ein mittleres Budget für Interventionen pro Mitarbeiter von 1. Er kann dieses Budget auch auf einzelne Mitarbeiter konzentrieren, hat dann jedoch kein verbleibendes Budget für andere Maßnahmen.

Zwei Aspekte bilden die Grundlage für die Intervention: zum einen die Beobachtung der Mitarbeiter, zum anderen die bestehenden Erwartungen. Interventionen werden im Hinblick auf zwei Mitarbeiteroutputs ausgewählt. Zwang zielt auf die Nutzung ab, während Anreize und Sanktionen leistungsbezogen angewendet werden. Es sind daher für beide Aspekte Variablen zur Beobachtung und zur Erwartungsdarstellung notwendig.

Die Beobachtungsvariablen stellen das Wissen des Managementagenten um seine Umgebung dar. Sie ermöglicht es, spezifische Mitarbeiter als Ziel von Interventionen auszuwählen. In der *beobachteten Leistung* P_o (observed performance) muss jeder Mitarbeiter separat erfasst werden, um individuell intervenieren zu können. Daher wird die Beobachtung als Menge $P_o = \{P_{a_1}, P_{a_2}, \dots, P_{a_n}\}$ ausgedrückt, wobei n die Anzahl der geführten Mitarbeiter ist. Jedes Element der Menge spiegelt die individuelle Leistung eines angeleiteten Mitarbeiters

wider und kann somit zwischen 0 und 1 liegen. Zur Interventionsentscheidung wird das Mittel innerhalb der Interventionssequenz genutzt.

Analog hierzu wird auch die *beobachtete Nutzung* U_o (observed usage) als Menge konzipiert. Jedes Element speichert dementsprechend die individuelle Nutzung $U_o = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$, wobei n die Anzahl der geführten Mitarbeiter ist. Beide Mengen sind initial leer und werden erst im Zuge der Beobachtung gefüllt.

Um den Bedarf und die Intensität der Intervention zu bestimmen, benötigt der Managementagent Erwartungswerte für die Leistung und die Nutzung. Beide unterscheiden sich voneinander. Die *Nutzungserwartung* U_m (usage expected by management) wird als fixer, exogener Wert konzipiert. Nutzung wird zwar als Grundlage betrachtet, ist aber nicht das primäre Steuerungsziel. Der Kern der Managementsteuerung ist die Leistung. Die Nutzungserwartung wird für jeden Managementagenten zufällig im Intervall zwischen $U_m = [0, 5; 0, 8]$ initialisiert, wobei die Werte in der Gesamtpopulation gleichverteilt sind. Die einzelnen beobachteten Nutzungen werden mit dem Erwartungswert abgeglichen und bei mangelhafter Nutzungsintensität wird Zwang als Intervention angewandt.

Die Leistung ist das zentrale Steuerungsziel des Managements. Die *erwartete Leistung* P_m (performance expected by management) wird daher individuell für jeden Mitarbeiter festgelegt. Ausgehend von der vorherigen Erwartung und der erbrachten Leistung wird eine individuelle Leistungserwartung bestimmt. Die jeweiligen Elemente sind somit modellendogen. Eine besondere Rolle nimmt hierbei der *Anreizfaktor* η ein, welcher dafür sorgt, dass vom Management eine Leistungssteigerung verlangt wird. Er ist exogen, fix vorgegeben und variiert zwischen 5 % und 20 % ($\eta = [0, 05; 0, 2]$). Unter allen Managementagenten sind diese Werte gleichverteilt. Tabelle 5.12 fasst die zusätzlichen Variablen und Parameter des Managementagenten zusammen.

Change Agent

Der Change Agent verfolgt einen breiteren Steuerungsansatz als die Managementakteure. Die Steuerung bezieht sich dabei auf drei Aspekte des Mitarbeiters: seine Leistung, seine Erfahrung und die Technologienutzung. Daher sind andere Variablen und Parameter zur Bestimmung der Interventionen notwendig.

Attribut	Symbol	Wertebereich	initialer Wert	Typ
Ressourcen	R	[0;Anzahl Mitarbeiter]	Anzahl Mitarbeiter	V
beob. Leistung	P_o	[0;1]	leer	V
beob. Nutzung	U_o	[0;1]	leer	V
erw. Nutzung	U_m	[0,5;0,8]	zufällig	P
erw. Leistung	P_m	[0;1]	$(1 + \eta) * P_a$	V
Anreizfaktor	η	[0,05;0,2]	zufällig	P

Tabelle 5.12: Zusätzliche Variablen und Parameter des Managementagenten

Der Change Agent verfolgt das Ziel, die Nutzung innerhalb einer gewünschten Zeit auf ein entsprechendes Niveau zu heben. Die Zeit- und Nutzungsziele sind exogen vorgegeben und verändern sich während der Simulation nicht. Sie werden anhand von zwei Parametern abgebildet. Das *Zeitziel* V (velocity) gibt an, welche Dauer der Change Agent für die Einführung der Technologie erwartet. Die Dauer wird in Wochen angegeben und variiert zwischen 20 und 52 Wochen ($V = [20; 52]$). Der genaue Zeitrahmen wird individuell bestimmt, so können ambitionierte von weniger ambitionierten Change Agents unterschieden werden. In der Gesamtpopulation sind die Werte diskret gleichverteilt.

Analog zum Zeitziel wird initial ein *Nutzungsziel* U_g (usage goal) durch den Change Agent festgelegt, welches innerhalb des Zeitziels erreicht werden soll. Es ist wiederum fix und exogen und wird als Parameter behandelt. Dabei kann das Ziel bei einer Nutzungsintensität zwischen 75 % und 100 % liegen ($U_g = [0, 75; 1]$). Die Zielstellung ist in der Change-Agent-Population gleichverteilt. Das Zeit- und das Nutzungsziel bilden gemeinsam in einem funktionalen Zusammenhang die Nutzungserwartung.

Die *erwartete Nutzung* U_c (usage expected by change agent) gibt an, welche Nutzungsintensität der Change Agent zu einem gegebenen Zeitpunkt von den Mitarbeitern erwartet. Es handelt sich hierbei um eine zeitabhängige Variable, die bei jeder Interventionssequenz (sieben Tage) aktualisiert wird. Sie deckt einen Wertebereich von 0 bis zum definierten Nutzungsziel U_g ab ($U_c = [0; U_g]$). Da sie funktional bestimmt ist und nicht von ihrem vorhergehenden Wert abhängt, wird die erwartete Nutzung leer initialisiert.

Die *erwartete Leistung* P_c (performance expected by change agent) wird analog gebildet. Sie basiert wie die eigentliche Leistung auf der erwarteten Nutzung und den beobachteten Werten der Funktionalität und Technikintensität. Hieraus ergibt sich ein Wertebereich von 0 bis 1 ($P_c = [0; 1]$). Die erwartete Leistung wird funktional nach jeder Interventionssequenz ermittelt und wird daher leer initialisiert.

Die *erwartete Erfahrung* K_c (knowledge expected by change agent) bildet die Erwartung des Change Agent über das Lernverhalten der Mitarbeiter ab. Wiederum wird sie funktional, unabhängig von der tatsächlichen Lernleistung konzipiert. Die Lernkurve ist allein von der vergangenen Zeit und dem Zeitziel abhängig. Sie bewegt sich auf den Grenzwert 1 zu und deckt somit den Wertebereich $K_c = [0; 1]$ ab. Die Erwartung wird in jeder Interventionssequenz aktualisiert; ihr initialer Wert liegt wie bei der Erfahrung der Mitarbeiteragenten zwischen 0,3 und 0,5 und ist in der Population gleichverteilt.

Neben den Erwartungen ist die Beobachtung der betreuten Mitarbeiter zur Auswahl der Intervention notwendig. Die drei Beurteilungskriterien sind dabei die *Nutzung* U_o , die *Leistung* P_o und die *Erfahrung* K_o . Da auch die Change Agents die Mitarbeiter individuell bewerten und gezielt intervenieren, wird die Beobachtung der Attribute analog zu den Managementagenten gehandhabt. Wiederum werden die Variablen als Menge definiert, welche alle gemittelten Werte der Mitarbeiter in der Interventionssequenz aufnimmt. Die Erwartungsbildung und die Interventionsmöglichkeiten sind somit die zentralen Unterscheidungsmerkmale zwischen Management und Change Agent.

Zur Bestimmung optimaler Ziele für die Intervention, benötigt der Change Agent Wissen um die Netzwerkstruktur, welche seine betreuten Mitarbeiter umgibt. Hierzu nutzt er deren *Degree*. Der Grad G ist daher auch eine Menge Degree-Kennzahlen der umgebenden Mitarbeiter ($G = \{D_1, D_2, D_3, \dots, D_n\}$). Da das Netzwerk als stabil definiert wurde, verändern sich die Elemente dieser Menge nicht. G wird entsprechend als Parameter genutzt. Die Elemente werden bei der Initialisierung der Simulation erzeugt.

Neben dem Grad des Mitarbeiters benötigt der Change Agent noch Wissen um die Eignung der Technologie und die Art der Aufgaben, welche die zugeordneten Mitarbeiter erfüllen. Durch Beobachtung der Agentenparameter T und F und anschließender Mittelwertbildung wird dieses Wissen bei der Initialisierung

erzeugt. Da der Change Agent die Tätigkeit nur beobachtet, kann es zu einer Über- bzw. Unterschätzung der realen Werte kommen. Die Mittelwertbildung erzeugt diese gewünschte Unschärfe. Diese fließt wiederum als Parameter in die Entscheidungsfindung des Change Agent ein. Dabei ist T_o die beobachtete Technikintensität und F_o die beobachtete Funktionalität. Der Wertebereich der Parameter wird dabei übernommen.

Wie die Managementagenten verfügt auch der Change Agent über Ressourcen R für seine Interventionen. Diese richten sich wiederum nach der Anzahl der zugeordneten Agenten. Somit deckt die Variable ein Intervall von 0 bis zur Anzahl der Mitarbeiter ab. Mit jeder Intervention verringert sich das Budget entsprechend der Intensität. Nach Ablauf der Interventionssequenz erhält er ein neues Budget in gleicher Höhe. Jeder Change Agent betreut zwischen 5 und 20 Mitarbeiter. Tabelle 5.13 fasst die Variablen und Parameter des Change Agent zusammen.

Attribut	Symbol	Wertebereich	initialer Wert	Typ
Zeitziel	V	[20;52]	zufällig	P
Nutzungsziel	U_g	[0,75;1]	zufällig	P
erw. Nutzung	U_c	[0,5;0,8]	leer	V
erw. Leistung	P_c	[0;1]	leer	V
erw. Erfahrung	K_c	[0,3;1]	[0,3;0,5]	V
beob. Leistung	P_o	[0;1]	leer	V
beob. Nutzung	U_o	[0;1]	leer	V
beob. Erfahrung	K_o	[0;1]	leer	V
Degree	G	[0;n-1]	nach Netzwerk	P
beob. Technikint.	T_o	[0;1]	leer	P
beob. Funkt.	F_o	[0;1]	leer	P
Ressourcen	R	[0;Anzahl Mitarbeiter]	Anzahl Mitarbeiter	V

Tabelle 5.13: Variablen und Parameter des Change Agent

5.2.2 Wirkverhältnisse und Bestimmungsgleichungen

Nach der Formalisierung der einzelnen Attribute müssen auch ihre Zusammenhänge, das Zustandekommen und die Entwicklung ihrer Werte formal

beschrieben werden. Dies geschieht in Form von Bestimmungsgleichungen. Da sich ein großer Teil der Werte der Simulation aus dem Zustand der Variablen im vorangehenden Schritt ergibt, bietet sich zur Darstellung die Differenzgleichung an. Da bei der Formalisierung der Attribute die Entscheidung getroffen wurde, die Werte weitgehend dimensionslos in geschlossenen Wertebereichen zu verwenden, müssen die Gleichungen diese Grenzwerte berücksichtigen. Entsprechend wird an den meisten Stellen auf Funktionen zurückgegriffen, welche das beschränkte Wachstum (positiv und negativ) in einer logistischen Funktion beschreiben (Walz, 2001, S. 319). Als Differenzialgleichung hat diese die Form:

$$u' = u(b - cu) \text{ mit } b, c > 0 \quad (5.1)$$

und die Lösung:

$$u_\gamma = \frac{b}{c} \frac{1}{1 + \gamma e^{-bt}} \text{ für } \gamma \neq 0. \quad (5.2)$$

Hieraus ergibt sich die spezielle logistische Gleichung, bei welcher der Zustand des Systems zum Zeitpunkt n mit x_n bezeichnet wird, in folgender Form (Verhulst-Gleichung):

$$x_{n+1} = f(x_n) = rx_n(1 - x_n). \quad (5.3)$$

Die Wachstumsrate der Funktion nimmt proportional zur Größe der Bestandsvariablen ab. Diese Funktion wird in weiten Teilen zur Beschreibung des Wirkungszusammenhangs zwischen den Variablen genutzt.

Die Darstellung der Wirkverhältnisse erfolgt anhand der definierten Agententypen. Außerhalb dieser Agenten finden keine Variablentransformationen statt. Es wird mit dem Mitarbeiteragenten begonnen.

Mitarbeiter

Der Mitarbeiteragent durchläuft sechs Phasen, welche unterschiedliche Variablen verändern. Die erste Phase ist dabei die Erwartungsbildung, welcher die Formierung der Einstellung folgt. Die Einstellung gibt die Nutzungsintention vor, welche in der Nutzung mündet. Daran schließt sich die Produktionsphase an; hier werden Leistung und Aufwand erzeugt. Die Ergebnisse sind wiederum die Grundlage für die abermalige Erwartungsbildung. Parallel zu der dargestellten Sequenz liegen zwei weitere Phasen. Die Lernphase führt bei Technologienutzung zur Erhöhung der Erfahrung. Sie stellt die innere Feedbackschleife dar.

Zudem wird in der gesamten Sequenz sozialer Druck auf den Mitarbeiter ausgeübt, der auch selbst diesen Druck erzeugt. Da die Mitarbeiter selbst über die Wirksamkeit von Interventionen entscheiden, muss weiterhin der Umgang mit Steuerungsversuchen dargestellt werden.

Erwartungsbildung

Der erste Schritt der Bewertung der neuen Technologie durch den Mitarbeiter ist die Erwartungsbildung. Diese erfolgt in Bezug auf die erhofften Leistungen und den möglichen Aufwand. Im Verlauf der Nutzung werden die erwarteten mit den erzielten Werten abgeglichen. Der neue Erwartungswert bildet sich aus der Differenz zwischen tatsächlichem und altem Erwartungswert. Bei Erwartungskonformität gibt es keine Veränderung. Übersteigen die tatsächlich erzielten Werte die Erwartung, wird der neue Erwartungswert nach oben angepasst. Die obere Grenze ist dabei 1. Entsprechend nimmt die Steigung der Kurve mit zunehmender Erwartung ab. Umgekehrt sinkt der Erwartungswert bei negativen Abweichungen. Hier ist der Grenzwert 0. Die Erwartungsreduzierung erfolgt daher bei geringen Erwartungswerten weniger steil.

Aus diesen Annahmen ergeben sich für die Leistungserwartung P_e und die Aufwandserwartung E_e folgende Gleichungen:

$$P_{e_{t+1}} = \begin{cases} P_{e_t} + (P_a - P_{e_t})(1 - P_{e_t}) & \text{für } P_{e_t} \leq P_a \\ P_{e_t} + (P_a - P_{e_t})P_{e_t} & \text{für } P_{e_t} > P_a \end{cases} \quad (5.4)$$

$$E_{e_{t+1}} = \begin{cases} E_{e_t} + (E_a - E_{e_t})(1 - E_{e_t}) & \text{für } E_{e_t} \leq E_a \\ E_{e_t} + (E_a - E_{e_t})E_{e_t} & \text{für } E_{e_t} > E_a \end{cases} \quad (5.5)$$

Es wird daher folgender Verlauf bei kontinuierlich steigenden Erwartungswerten erreicht (5.6):

Formierung der Einstellung

Die Erwartungsbildung führt mit einer Reihe weiterer Faktoren zur Formierung der inneren Akzeptanz. Wie im konzeptuellen Modell dargelegt, basiert die Einstellungsbildung auf zwei Kalkülen: dem individuellen Aufwand-Nutzen-Kalkül und dem Konformitätskalkül. Das Aufwand-Nutzen-Kalkül wird als Differenz zwischen der erwarteten Leistung und dem erwarteten Aufwand definiert ($P_e - E_e$). Das Konformitätskalkül basiert hingegen auf dem sozialen

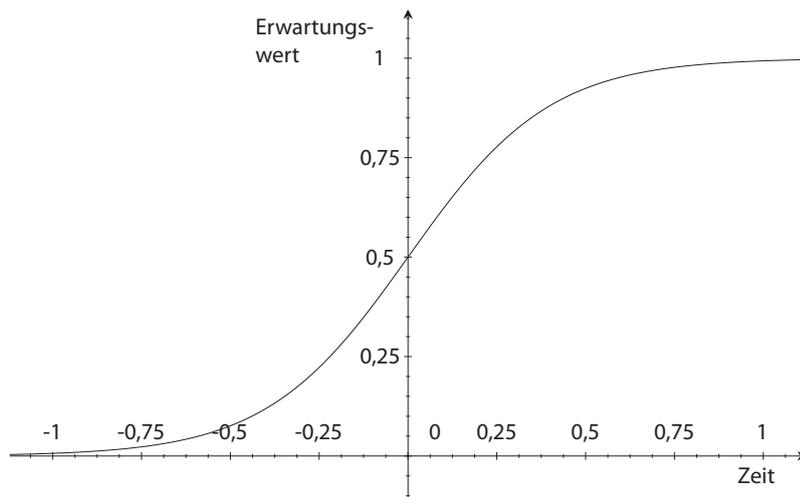


Abbildung 5.6: Beispielhafte Entwicklung der Erwartungswerte

Druck und der Überzeugungsarbeit des Umfeldes. Der soziale Druck wird aus der Differenz des Leistungs- und Aufwandsdrucks formuliert. Beide Werte erwachsen aus der Umweltbeobachtung des Agenten. Der Überzeugungsdruck erwächst aus den intendierten Interventionen. Bei der Einstellungsbildung ist dies die Überzeugungsarbeit der Change Agents, Champions und Gegner. Hieraus ergibt sich das Konformitätskalkül als $P_s - E_s + B$.

Aufwand-Nutzen und Konformität stehen bei den Agenten in unterschiedlichen Verhältnissen zueinander. Die Präferenz der eigenen Leistung α gewichtet beide untereinander. Weiterhin wirkt die Erfahrung als moderierender Faktor zwischen den beiden Kalkülen. Je höher die Erfahrung mit der Technologie ist, desto weniger ist der Mitarbeiter empfänglich für sozialen Druck. Diese Annahme geht auf die Untersuchungen des TAM und der Erweiterungen zurück. Die Gewichtung des Einflusses mit dem Faktor 0,6 wird durch die Beta-Koeffizienten aus diversen Metastudien in diesem Feld untermauert (Schepers und Wetzels, 2007; King und He, 2006). Hieraus ergibt sich folgende absolute Akzeptanzänderung:

$$\Delta A = \alpha(1 + 0,6K)(P_e - E_e) + (1 - \alpha)(1 - 0,6K)(P_s - E_s + B) \quad (5.6)$$

Da die Akzeptanzwerte zwischen -1 und 1 liegen, muss die logistische Bestimmungsfunktion die Grenzwerte und die entsprechenden Steigungen berücksichtigen. Hierbei sind vier Fälle zu unterscheiden (siehe Tab. 5.14).

	positive Akzeptanz	negative Akzeptanz
steigende Akzeptanz	$A_t \rightarrow 1$ $1 - A_t $	$A_t \rightarrow 0$ $ A_t + 1$
sinkende Akzeptanz	$A_t \rightarrow 0$ $ A_t + 1$	$A_t \rightarrow -1$ $ A_t - 1$

Tabelle 5.14: Grenzwerte der Akzeptanzbildung

Abbildung 5.7 zeigt den Verlauf der Akzeptanzkurve exemplarisch unter der Annahme eines konstant positiven ΔA .

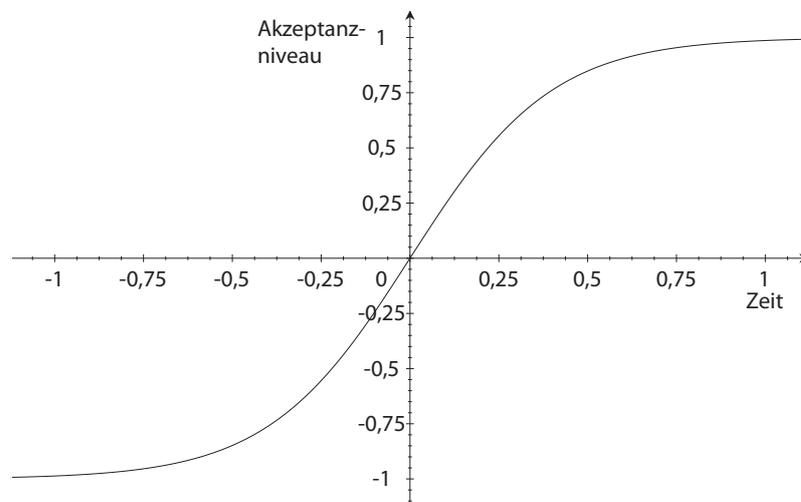


Abbildung 5.7: Exemplarische Entwicklung der Akzeptanz

Die Akzeptanz wird entsprechend folgender Gleichung 5.7 ermittelt:

$$A_{t+1} = \begin{cases} A_t + \Delta A(|A_t| + 1) & \text{für } \Delta A > 0 \text{ und } A_t < 0 \\ A_t + \Delta A(|A_t| + 1) & \text{für } \Delta A < 0 \text{ und } A_t > 0 \\ A_t + \Delta A(|A_t| - 1) & \text{für } \Delta A < 0 \text{ und } A_t < 0 \\ A_t + \Delta A(1 - |A_t|) & \text{für } \Delta A > 0 \text{ und } A_t > 0 \end{cases} \quad (5.7)$$

Nutzung

Die Veränderung der Einstellung ΔA bestimmt die Nutzung der neuen Technologie zu einem erheblichen Teil. Weitere Faktoren können jedoch diese Intention verstärken oder abschwächen (Güttler, 2000; Sheeran und Webb, 2016). Hierzu zählen der soziale Druck und die Einsatzbedingungen, welche durch Management und Change Agents geschaffen werden. Die Gewichtung der drei Faktoren

untereinander erfolgt auf Basis der Präferenzen des Nutzers. Die Gewichtung zwischen individueller Intention und sozialem Druck erfolgt abermals anhand der Selbstwirksamkeit α . Der Grad, in dem die Interventionen der steuernden Akteure berücksichtigt werden, wird durch die Steuerbarkeit β festgelegt. Hieraus ergibt sich für die absolute Änderung der Nutzung folgende Gleichung:

$$\Delta U = \alpha \Delta A + (1 - \alpha) U_s + \beta I \quad (5.8)$$

Diese Gleichung berücksichtigt noch nicht die Sättigung der Akzeptanzwirkung. Bei bereits intensiver Nutzung fällt die weitere Erhöhung der Nutzung geringer aus als bei der gleichen Akzeptanzsteigerung auf einem geringeren Nutzungsniveau. Analog führt das Sinken der Akzeptanz auf hohem Nutzungsniveau zu höheren Einbußen als bei einem niedrigen Nutzungsniveau. Die Sättigung führt dazu, dass sich ein oberer (1) und unterer Grenzwert (0) bilden, welche bei der Formalisierung berücksichtigt werden müssen. Weiterhin kann das Nutzungsniveau nicht unter 0 fallen. Entsprechend gilt folgende Gleichung 5.9:

$$U_{t+1} = \begin{cases} U_t + \Delta U(1 - U_t) & \text{für } \Delta U \geq 0 \\ U_t + \Delta U(U_t) & \text{für } \Delta U < 0 \text{ und } \Delta U < U_t \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \quad (5.9)$$

Leistung und Aufwand

Ausgehend von der Nutzungsentscheidung produzieren die Mitarbeiter Leistung und Aufwand. Beide Werte sind unabhängig von ihrem vorherigen Niveau. Die Abhängigkeit von vergangenen Entscheidungen und damit die Kohärenz der Leistungs- und Aufwandsentwicklung wird indirekt über die Nutzung zum Ausdruck gebracht.

Die Leistungserzeugung teilt sich in zwei Komponenten. Die technologiebezogene Leistung hängt dabei von der Funktionalität der Technologie, der Erfahrung des Nutzers und der eigentlichen Nutzung ab. Die Aufgaben des Mitarbeiters beinhalten jedoch häufig auch Tätigkeiten, welche nicht technologiebezogen durchgeführt werden. Diese werden im Modell als Residual ϵ dargestellt, welches ein Zufallswert zwischen 0 und 1 einnimmt. Das Verhältnis beider Teile wird durch die Technikintensität T bestimmt. Für die Leistung ergibt sich daher folgende Gleichung (5.10):

$$P_a = TFKU + (1 - T)\epsilon \quad (5.10)$$

Auch der Aufwand hängt nicht von seinem vorhergehenden Wert ab. Es ist außer der Nutzung nur die Usability bestimmend dafür, wie viele Ressourcen der Mitarbeiter zur Leistungserfüllung einbringen muss. Je höher sie ist, desto geringer wird der Aufwand des Mitarbeiters sein. Lernkurveneffekte werden vernachlässigt, da diese bereits bei der Leistungsproduktion herangezogen wurden und keine doppelte Wirkung entfalten sollen. Wie die Leistungserbringung wird auch die Aufwandserzeugung in eine technologiebezogene und eine Residualkomponente getrennt. Daher wird folgende Bestimmungsgleichung genutzt (5.11):

$$E_a = T(1 - H)U + (1 - T)\epsilon \quad (5.11)$$

Die Ergebnisse dieses Schrittes fließen in die Erwartungsbildung zurück. Mit der Produktion der Leistung und des Aufwands endet somit eine Entscheidungs-Nutzungs-Sequenz.

Lernen

Neben der Rückkopplung zwischen Output und Erwartung existiert im Modell eine Feedbackschleife im Verhältnis zwischen Nutzung und Erfahrung. Je intensiver die Mitarbeiter die Technologie nutzen, desto mehr lernen sie über deren korrekte Handhabung. Dabei spielt seine Lernfähigkeit eine moderierende Rolle. Mit der gestiegenen Erfahrung kann der Mitarbeiter wiederum mehr Leistung produzieren, was in der Rückkopplung zur Erhöhung der Nutzungintensität führt. Weiterhin entwickelt er ein stärkeres Zutrauen in die Bewertung der eigenen Leistung. Es wird davon ausgegangen, dass der Mitarbeiter mit jeder Nutzungsausdehnung dazulernt. Bestimmend ist dafür die Lernfähigkeit ρ . Stagniert die Nutzung oder geht sie zurück, verfestigt er sein Wissen, er lernt jedoch nicht hinzu. Die Steigerung der Erfahrung ist nicht beliebig möglich. Es wird ein Maximum festgelegt, wenn der Mitarbeiter Spezialist ist ($K = 1$). Die Lernkurve ergibt sich durch die Gleichung 5.12.

$$K_{t+1} = K_t + \rho\Delta U(1 - K_t) \quad (5.12)$$

Ermittlung des sozialen Drucks

Sozialer Druck wirkt in zwei Phasen des Akzeptanz-Nutzungsprozesses. Bei der Bildung der Einstellung haben der Leistungsdruck (P_s) und der Aufwandsdruck

(E_s) Gewicht. Der soziale Druck ist die Diskrepanz zwischen der Umweltbeobachtung und der selbst erfahrenen Leistung. Die Umweltbeobachtung dient dabei dem Mitarbeiter zur Absicherung seiner Einschätzung und zur Einordnung der eigenen Leistung. Bei der Nutzungsentscheidung wirkt analog der Nutzungsdruck (U_s). Dieser wird als Differenz zwischen der Nutzungsintensität in der Umwelt und der eigenen Nutzung definiert.

Zur Ermittlung des Drucks werden im ersten Schritt Vergleichswerte aus der Umwelt extrahiert. Der Agent beobachtet dabei andere Akteure in seiner direkten Umwelt. Aus den Beobachtungen ($P_{a_i}, E_{a_i}, U_{a_i}$) wird ein gewichteter Mittelwert gebildet. Der Gewichtungsfaktor b_i gibt die entsprechende stärkere oder schwächere Wirkung der Nutzungs-, Leistungs- und Aufwandsbeobachtung bei Mitarbeiter- oder Managementagenten an. Wie im konzeptuellen Modell dargestellt, hat das Nutzungsverhalten des Managements aufgrund ihrer Vorbildwirkung eine höhere Wirkung als das Verhalten der Mitarbeiter ($b_i = 2$ für Management, $b_i = 1$ für Mitarbeiter). Umgekehrt ist die Leistung und der Aufwand von gleichgestellten Mitarbeitern plausibler für den Agenten nachzuvollziehen. Daher hat hier die Beobachtung der Managementagenten geringeres Gewicht ($b_i = 1/2$ für Management, $b_i = 1$ für Mitarbeiter).

Entsprechend ergeben sich folgende Gleichungen für den Leistungsdruck (5.13), den Aufwandsdruck (5.14) und den Nutzungsdruck (5.15), wobei n die Anzahl der direkt verbundenen Mitarbeiter im informalen Netzwerk darstellt.

$$P_s = \frac{\sum_{i=0}^n b_i P_{a_i}}{n} - P_a \quad (5.13)$$

$$E_s = \frac{\sum_{i=0}^n b_i E_{a_i}}{n} - E_a \quad (5.14)$$

$$U_s = \frac{\sum_{i=0}^n b_i U_{a_i}}{n} - U_a \quad (5.15)$$

Überzeugen

Während der soziale Druck über die Beobachtung des einzelnen Mitarbeiters aufgebaut wird, versuchen kommunikative Agenten aktiv, die Entscheidung

zu beeinflussen. In der Mitarbeiterrolle werden dabei Champions, welche die Akzeptanz fördern wollen, und Gegner, die eine negative Einstellung verbreiten, unterschieden. Die Kommunikation erfolgt über die gezielte Übermittlung von Nachrichten zwischen den Agenten. Die genaue Funktionsweise wird näher in Abschnitt 5.3 beschrieben. Der Inhalt der Nachricht richtet sich bei der Überzeugung nach der Einstellung des Senders A . Dem liegt zugrunde, dass in der positiven oder negativen Einstellung die Nutzungserfahrungen und Erwartungen des sendenden Mitarbeiters transportiert werden. Entsprechend ist der Inhalt der Überzeugung bei Gegnern negativ konnotiert, während Champions den Mitarbeitern positive Signale senden. Die Überzeugungskraft wird mit der Erfahrung des Senders K gesteigert. Ein Spezialist kann besser auf einzelne Fragestellungen des Nutzers eingehen als ein Anfänger mit wenig Erfahrung. Die Vermittlung der Vor- und Nachteile ist somit plausibler für den Empfänger.

Die Überzeugung als kommunikativer Akt hat eine Sender- und Empfängerseite, welche sich in der Intensität unterscheiden. Die intendierte Wirkung findet nicht vollständig auf der Empfängerseite Anklang. Der Empfänger verarbeitet die Kommunikation nach seiner eigenen Logik. Die intendierte Wirkung des Senders M ergibt sich aus folgender Gleichung (5.16):

$$M = (1 + K)A \quad (5.16)$$

Die tatsächliche Wirkung auf der Empfängerseite wird im Umgang mit den Interventionen festgelegt.

Umgang mit Interventionen

Mitarbeiter sind das Ziel einer Reihe von Interventionen durch intendiert kommunizierende Agenten (Change Agents, Management, Champions, Gegner). Intervention erfolgt über unterschiedliche Steuerungsmedien. Die Intervenierenden haben eine Steuerungstention, welche sie in Form und Inhalt als Nachricht an die Interventionsziele übermitteln. Jede Intervention hat eine bestimmte *Intensität* M (magnitude), welche durch den Sender bestimmt wird. Die Aufnahme der Intervention erfolgt beim Ziel nach eigener Logik. Diese wurde auf individueller Ebene teilweise über die Sensitivität zur sozialen Konformität (α) und über die Steuerbarkeit (β) dargestellt. Weiterhin wird auf organisationaler

Ebene durch den Organisationstypen die Anschlussfähigkeit unterschiedlicher Medien an das Entscheiden und Handeln bestimmt.

Wie im konzeptuellen Modell ausgeführt, werden fünf unterschiedliche Steuerungsmedien unterschieden, welche mit unterschiedlicher Wirkung θ genutzt werden können.

Macht: Interventionen über das Medium Macht gehen auf das Potenzial zur negativen Sanktion zurück (Luhmann, 1987). Darüber hinaus besteht im Einsatz von Macht die Möglichkeit, den Willen des Steuernden dem Steuerungsziel aufzuzwingen. Das Medium Macht wird im institutionalisierten Kontext der Organisation geregelt verwendet. Seine Nutzung ist auf die hierarchische Beziehung in der formalen Organisation beschränkt. Das Ziel des Machteinsatzes ist in diesem Fall die Nutzung der Technologie, da weder die Erwartung noch die Einstellung oder Leistung erzwungen werden können. Die Zielvariable ist daher die Nutzung U . Die Wirkung der Intervention wird folgendermaßen beschrieben (5.17):

$$U = \theta_{pow}M \quad (5.17)$$

Anreiz: Interventionen über das Medium Anreiz basieren auf der Motivationswirkung von Geld (Fischer, 2009, S. 400). Sie sind daher nicht als Zwang zu verstehen, sondern als Angebot in einem Tauschverhältnis. Der Sender der Intervention bietet dabei einen monetären Anreiz oder droht mit dem Entzug des gleichen. Das Ziel soll über diesen Tausch zur Ausdehnung der Nutzung extrinsisch motiviert werden. Die Nutzung von Anreizen setzt verfügbare Ressourcen auf der Senderseite voraus. Zwei Akteurstypen besitzen in diesem Modell die Möglichkeit, Anreize zu vergeben: Change Agents und Managementakteure. Hierdurch ist der Mitarbeiter unterschiedlichen konkurrierenden Interventionsversuchen ausgesetzt. Alle wirken auf die Einsatzbedingungen I . Dabei sinkt die Intensität des Eingriffs mit der Gesamtzahl der Eingriffe. Der Agent wird gesättigt. Daher wird zunächst jede Intervention einzeln betrachtet (5.18):

$$I_i = \theta_{inc}M \quad (5.18)$$

In der Gesamtheit kann dies dazu führen, dass die Wirkung mehrerer Interventionen geringer ist als ihre Summe. Weiterhin können sich positive

und negative Sanktionen gegenseitig aufheben. Ist daher die zusätzliche Intervention stärker als die bestehenden Einflüsse, so ersetzt sie diese und nimmt sie selbst in abgeschwächter Form auf. Ist sie hingegen geringer, so wird sie in abgeschwächter Form aufgenommen. Hieraus ergibt sich folgende Bestimmungsgleichung für die Einsatzbedingungen ($I = I_n$) 5.19, wobei n die Anzahl aller empfangenen Anreize darstellt.

$$I_{n+1} = \begin{cases} M + (1 - M)I_n & \text{für } M > I_n \\ I_n + (1 - I_n)M & \text{für } M < I_n \end{cases} \quad (5.19)$$

Autorität: Interventionen über das Medium Autorität werden in Form von Informationen für die Adressaten zu Eigenschaften der Technologie konzipiert. Es wird davon ausgegangen, dass der Sender den Inhalt so wählt, dass er dem Empfänger unbekannte Eigenschaften beschreibt. Es kommt daher nicht zum Austausch redundanter Informationen. Die Wirkung der Autorität basiert auf dem Vertrauen in die Kompetenz des Steuernden, welche in der Sendeintensität berücksichtigt wurde. Bei der Aufnahme durch den Empfänger spielt sie keine Rolle. Dies schließt somit konzeptuell Verständnisprobleme auf der Empfängerseite aufgrund unterschiedlichen Kompetenzniveaus aus.

Autorität ermöglicht es dem Sender, nicht nur einen Mitarbeiter zu beeinflussen, sondern gleichzeitig sein gesamtes Netzwerk zu informieren. Es entsteht daher ein 1:n-Verhältnis. Ein technischer Mitarbeiter sendet z. B. Informationen an alle Nutzer, in denen er die neuen Funktionen und die damit verbundenen Verbesserungen beschreibt. Die adressierten Mitarbeiter glauben dies zunächst, relativieren jedoch die Information zu einem späteren Zeitpunkt durch das tatsächliche Erleben. Über die Information diversifiziert der Mitarbeiter daher sein Wissen über die Technologie. Der Steuerungsimpuls wirkt somit auf die Erfahrung K und erhöht diese. Eine Reduzierung des Wissens, z. B. durch Verwirrung aufgrund der neuen Information, ist nicht vorgesehen. Daher ergibt sich folgende Gleichung der Wirkung von autoritätsbasierten Interventionen (5.20).

$$K_{t+1} = K_t + \theta_{auth}M \quad (5.20)$$

Rationalität: Ähnlich wie die Intervention auf Autoritätsbasis wirkt auch die Intervention über das Medium Rationalität auf die Erfahrung K des Mitarbeiters, basiert jedoch auf einem rationalen Erkenntnisprozess auf der Empfängerseite. Es sind dafür empfängerspezifische Argumente auf der Senderseite notwendig. Es entsteht eine 1:1-Beziehung zwischen Sender und Empfänger, welche häufig die Form von Schulungen oder Coaching annimmt. Wie gut diese wirken, hängt auf der Senderseite von der Erfahrung ab. Auf der Empfängerseite nimmt hingegen der Erkenntniszuwachs mit steigender Erfahrung ab. Daher ergibt sich folgende Gleichung zur Bestimmung der Wirkung der Intervention über Rationalität (5.21):

$$K_{t+1} = K_t + \theta_{ratio}M(1 - K) \quad (5.21)$$

Verpflichtung: Das Medium Verpflichtung basiert auf einer normativen Basis der Zusammenarbeit in der Organisation. Dieses Medium hat daher appellativen Charakter. Der Steuernde versucht den Mitarbeiter mit normativen Argumenten zu überzeugen und seine Einschätzung zu verändern. Eine Reihe von unterschiedlichen Akteuren kann so auf den Mitarbeiter einwirken. Ihre Einflussmöglichkeiten müssen unterschiedlich berücksichtigt werden. So versuchen Change Agents und Champions eine positive Einstellungs- und Nutzungsveränderung herbeizuführen, während die Gegner der neuen Technologie deren Durchsetzung verhindern wollen.

Die einzelnen Akteure appellieren in unterschiedlicher Intensität an den Empfänger. Diese hängt bei Champions und Gegnern von der eigenen Akzeptanz ab, bei Change Agents wird sie hingegen instrumentell zur Erreichung eines bestimmten Nutzungsniveaus gewählt. Im Umfeld des Mitarbeiters können sich mehrere Champions und Gegnern befinden, welche ihn beeinflussen wollen. Er kann somit parallel das Ziel unterschiedlicher Überzeugungsversuche werden. Wird der Mitarbeiter z. B. von mehreren Champions gleichzeitig adressiert, so hat der erste Kontakt eine stärkere Wirkung als jeder folgende, da die transportierte Information an Wert verliert und es zu einer Frustration auf der Mitarbeiterseite kommen kann. Weiterhin ist die Wirkung abhängig von dem bereits vorhandenen sozialen Druck. Mitarbeiter, welche starken sozialen Einflüssen ausgesetzt sind, finden in den Überzeugungsversuchen die Bestätigung, auf den Druck

einzugehen. Sie reagieren somit sensitiver auf die Interventionsversuche. Ein Mitarbeiter, der z. B. eine wesentlich niedrigere Leistung als sein Umfeld erbringt und daher schon einen hohen Leistungsdruck verspürt, nimmt die Appelle eines Change Agent oder Champion daher bereitwilliger auf als ein Mitarbeiter, der die gleiche Leistung erbringt wie sein Umfeld. Daher wird der positive Einfluss folgendermaßen berechnet (5.22), wobei n die Anzahl bereits erfolgter positiver Überzeugungsversuche ist:

$$B_{n+1}^+ = B_n + \frac{1}{n}M|P_s| \quad (5.22)$$

Die Gesamtintensität der positiven Überzeugungsversuche innerhalb einer Sequenz wird als B^+ bezeichnet. Analog bestimmt sich der negative Einfluss anhand des Aufwandsdrucks in der Umgebung, der Steuerungsintensität sowie der Anzahl der negativen Überzeugungsversuche (5.23)

$$B_{n+1}^- = B_n + \frac{1}{n}M|E_s| \quad (5.23)$$

Die Gesamtintensität der negativen Überzeugungsversuche innerhalb einer Sequenz wird als B^- bezeichnet. Da in diesem Fall M immer negativ ist, ist auch B^- negativ.

Beide Effekte können sich in ihrer Gesamtheit neutralisieren. Champions und Gegner können in der gleichen Intensität auf den Mitarbeiter einwirken, sodass er keine Entscheidung trifft. Der Gesamteffekt der Überzeugung errechnet sich daher als Summe aller Effekte (5.24):

$$B = \theta_{obl}(B^+ + B^-) \quad (5.24)$$

Die Ergebnisse der Interventionen sind in Tabelle 5.15 zusammengefasst.

Management

Es wurde bei der Beschreibung des Mitarbeiteragenten bereits auf den Einsatz von Steuerungsmedien eingegangen; der Einsatz der Überzeugung erfolgte jedoch unreflektiert. Managementakteure steuern hingegen bewusst mit dem Ziel, die Leistung ihrer angeleiteten Mitarbeiter zu erhöhen. Zum Verfolgen

Medium	Intervention	Zielvariable	Wirkungs- faktor	Wirkung auf
Macht	Zwang	U	θ_{pow}	Nutzung
Anreiz	Anreiz	I	θ_{inc}	Nutzung
Autorität	Information	K	θ_{auth}	Erfahrung
Rationalität	Schulung	K	θ_{ratio}	Erfahrung
Verpflichtung	Überzeugung	B	θ_{obl}	Akzeptanz

Tabelle 5.15: Überblick über die Interventionseffekte

des Steuerungsziels ist, wie im konzeptuellen Modell beschrieben, eine aktive Umweltbeobachtung, eine Erwartungsbildung, eine Selektion der Interventionsziele sowie die Festlegung des Interventionsmediums und seiner Intensität notwendig. Diese Einzelaktivitäten lassen sich zu drei Gruppen zusammenfassen: Mitarbeiter beobachten, sanktionieren und Erwartungen bilden. Hierbei sind die Tätigkeiten des Managements nicht synchron mit den Handlungen der Mitarbeiter. Eine Handlungssequenz erstreckt sich über mehrere Tage, um genügend Feedback über die Interventionswirkung zu sammeln. In der Sequenz beobachtet der Manager zunächst die Mitarbeiter sieben Tage, danach erfolgt die Sanktionierung und die Erwartungsbildung. Daraufhin beginnt wieder die Beobachtungsphase.

Mitarbeiter beobachten

Die Beobachtung erfolgt entlang der formalen Hierarchie und hat zwei Zielwerte: Nutzung und Leistung, welche täglich beobachtet werden. Die tägliche Nutzung wird aufsummiert und am Ende der Beobachtungsphase der Mittelwert der Nutzung und Leistung eines jeden Mitarbeiters gebildet. Es ergibt sich daraus folgende Gleichung für die individuelle Durchschnittsleistung P_{o_i} (5.25) und Durchschnittsnutzung U_{o_i} (5.26) des i -ten Mitarbeiters in der Menge, wobei j der jeweilige beobachtete Tag ist.

$$P_{o_i} = \frac{\sum_{j=1}^n P_{a_{i_j}}}{n} \quad (5.25)$$

$$U_{o_i} = \frac{\sum_{j=1}^n U_{i_j}}{n} \quad (5.26)$$

Erwartungsbildung

Die Beobachtung fließt in die Erwartungsbildung ein. Zur Anpassung der Erwartung an die tatsächliche Leistung der Mitarbeiter wird zunächst ermittelt, wie stark die beobachtete Leistung abweicht. Da das Ziel des Managements die sukzessive Leistungssteigerung ist, wird für die neue Erwartung nicht nur die Differenz genutzt, sondern diese um den Anreizfaktor gehoben. Steigerungen fallen daher stärker aus, Reduzierungen der Erwartung werden durch den Anreizfaktor gedämpft. Das positive und negative Erwartungswachstum ist nach oben und unten beschränkt. Bei Enttäuschung entwickelt sich die Erwartung in Richtung 0, bei übertroffenen Erwartungen ergibt sich der Grenzwert 1. Es resultiert folgende Bestimmungsgleichung für jeden beobachteten Mitarbeiter (5.27), wobei zur besseren Übersichtlichkeit auf das Subskript des Mitarbeiters i verzichtet wird:

$$P_{m_{t+1}} = \begin{cases} P_{m_t} + (P_o - P_{m_t})(1 + \eta)(1 - P_{m_t}) & \text{für } P_o \geq P_{m_t} \\ P_{m_t} + (P_o - P_{m_t})(1 - \eta)P_{m_t} & \text{für } P_o < P_{m_t} \end{cases} \quad (5.27)$$

Die initiale Erwartung ergibt sich aus der Beobachtung der ersten Sequenz und deren Erhöhung um den Anreizfaktor. Sie dient als Grundlage für die Erwartung jeder weiteren Sequenz.

Die Nutzungserwartung U_m ist für den gesamten Beobachtungszeitraum stabil und wird daher nicht im Simulationsverlauf angepasst.

Mitarbeiter sanktionieren

Das Sanktionieren der Mitarbeiter erfolgt in drei Einzelschritten. Zunächst wird das Sanktionsziel ausgewählt, dann die Art der Sanktion festgelegt, welche im dritten Schritt mit der festgelegten Intensität durchgeführt wird.

Die Ressourcen des Managementagenten werden durch die Sanktion verbraucht, daher kann nicht jeder Mitarbeiter positiv oder negativ sanktioniert werden. Der Manager muss priorisieren, wohin seine Ressourcen fließen. Hierzu vergleicht er die beobachteten Leistungen mit der erwarteten Leistung und wählt

den Agenten mit der betragsmäßig größten Differenz für die erste Intervention aus. Dieser Agent wird genauer untersucht.

Ob eine Intervention stattfindet, richtet sich nach der Höhe der Abweichung. Liegt die beobachtete Leistung im Toleranzbereich, welcher durch γ bestimmt wird, so findet keine Intervention statt. Dieser Toleranzbereich ist durch das Intervall $[(1 - \gamma)P_m; (1 + \gamma)P_m]$ angegeben. Außerhalb dieses Intervalls wird interveniert. Ist die Differenz dort negativ, so prüft der Manager zunächst, ob die Nutzungserwartung für den Mitarbeiter erfüllt ist. Ist dies nicht der Fall, wendet der Manager Zwang an und sendet eine Nutzungsaufforderung der Intensität M an den Mitarbeiter, welche der gewünschten Nutzung entspricht (5.28).

$$M = U_m \quad (5.28)$$

Dies verbraucht Ressourcen: $R_{t+1} = R_t - 5M$. Da die Durchsetzung von Zwang durch die direkte Ansprache und die Kontrollkosten aufwändiger ist, wird sie mit dem Faktor 5 skaliert.

Entspricht die Nutzung der Erwartung, die Leistung jedoch nicht, so bestraft der Manager den Mitarbeiter. Die Intensität ergibt sich dabei aus der Differenz zwischen Beobachtung und Erwartung, verstärkt um 1 und normiert an der tatsächlichen Leistung (5.29).

$$M = (P_o - P_m - 1)(1 - P_o) \quad (5.29)$$

Liegt die beobachtete Leistung oberhalb des Toleranzintervalls, so belohnt der Manager den Mitarbeiter, normiert an seiner tatsächlichen Leistung (5.30).

$$M = (P_o - P_m + 1)(1 - P_o) \quad (5.30)$$

Für die Anreize wird der Ressourcenverbrauch mit dem Faktor 2 und der Interventionsintensität bestimmt ($R_{t+1} = R_t - 2M$). Hieraus ergibt sich zusammenfassend folgende Interventionsstärke (5.31):

$$M = \begin{cases} U_m & \text{für } P_o < (1 - \gamma)P_m \text{ und } U_o < U_m \\ (P_o - P_m - 1)(1 - P_o) & \text{für } P_o < (1 - \gamma)P_m \\ (P_o - P_m + 1)(1 - P_o) & \text{für } P_o > (1 + \gamma)P_m \end{cases} \quad (5.31)$$

Nach der Intervention wird der Mitarbeiter mit der nächsten, niedrigeren Leistungsabweichung ausgewählt und der Vorgang wiederholt. Diese Sequenz wird vom Management solange durchgeführt, bis entweder keine Ressourcen mehr zur Verfügung stehen oder kein Agent mehr eine Leistungsdifferenz außerhalb des Toleranzbereichs aufweist. Eine grafische Beschreibung des Selektions- und Interventionsvorgangs erfolgt in der Implementierung des Modells in Abbildung 5.13.

Change Agents

Während die Identifikation der Interventionsziele und die Auswahl des Steuerungsmediums aufgrund der Konzentration auf die Leistungssteuerung bei Managementagenten einfach gestaltet ist, verhält es sich bei Change Agents mit einem breiteren Spektrum an Steuerungsmöglichkeiten anders. Die Aktionssequenzen teilen sich entsprechend in drei Phasen: Mitarbeiterbeobachtung, Situationsbewertung und Intervention. Hinzu kommt die Erwartungsbildung, welche nicht als eigene Phase behandelt wird, jedoch auch formal beschrieben werden muss. Wie bei Managementagenten erfolgt die Beobachtung über einen längeren Zeitraum. Daher sind Mitarbeiter- und Change-Agent-Handlungen zueinander asynchron. Im Hinblick auf die Managementagenten wird jedoch synchron agiert.

Mitarbeiter beobachten

Die Aktionssequenz beginnt mit der Beobachtung der Mitarbeiter. Dieser Abschnitt hat eine Dauer von sieben Tagen ($n = 7$). Zusätzlich zur Leistung und Nutzung kann der Change Agent auch die Erfahrung des Mitarbeiters beobachten. Die Logik der Beobachtung ist analog zum Vorgehen des Managementagenten. Es ergeben sich daher folgende Gleichungen für die beobachteten Mittelwerte (P_{o_i}, U_{o_i}) des i -ten Mitarbeiters.

$$P_{o_i} = \frac{\sum_{j=1}^n P_{a_{i_j}}}{n} \quad (5.32)$$

$$U_{o_i} = \frac{\sum_{j=1}^n U_{i_j}}{n} \quad (5.33)$$

Die Beobachtung der Erfahrung des Mitarbeiters (K_{o_i}) erfolgt zeitpunktbezogen am Ende der Beobachtungssequenz. Es wird daher kein Mittelwert gebildet, sondern der Einzelwert genutzt. Die Mengen, in denen die Beobachtung erfasst wird, setzen sich dann aus den Einzelwerten zusammen, wobei i die Anzahl der zugeordneten Agenten ist.

Erwartung bilden

In der Erwartungsbildung unterscheiden sich Management und Change Agents. Change Agents gehen dabei nicht adaptiv vor, wie das Management, sondern agieren zielgerichtet in einem festgelegten Zeithorizont. Ihr Aufgabe ist es, die Nutzung innerhalb eines Zeitfensters auf ein definiertes Niveau zu bringen. Innerhalb des Planungshorizonts (V) soll das Nutzungsniveau (U_g) erreicht werden. Mit jedem Zeitschritt wird daher der Erwartungswert unabhängig vom tatsächlichen Wert in Richtung Zielwert angepasst. Daher ergibt sich folgende, zeitabhängige Funktion für die Nutzungserwartung, wobei t die vergangene Zeit in Wochen bezeichnet (5.34).

$$U_{c_{t+1}} = U_g - (U_g - U_{c_t})e^{-\frac{t}{V-t}} \quad (5.34)$$

Dies entspricht in der expliziten Form einer Funktion beschränkten Wachstums (Gleichung 5.35), dessen Verlauf exemplarisch in Abbildung 5.8 dargestellt ist.

$$U_c(t) = U_g - U_g e^{-\frac{1}{V-t}t} \quad (5.35)$$

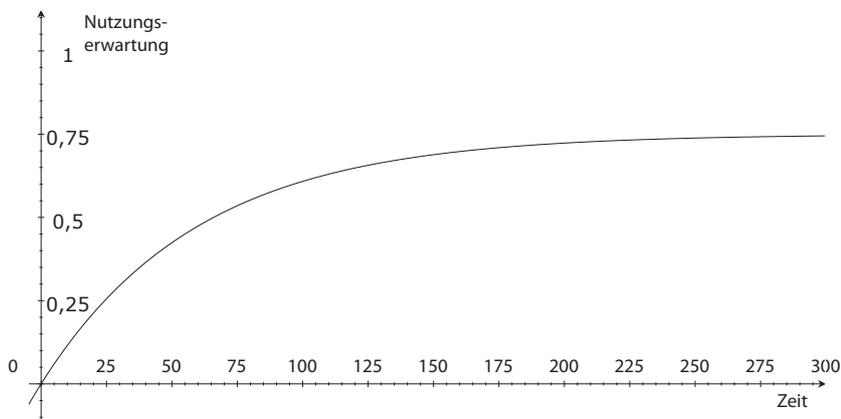


Abbildung 5.8: Entwicklung der Nutzungserwartung des Change Agent

Hierbei gilt, dass die Erwartungsbildung nur bis zum Wert $t = V$ durchgeführt wird, da an dieser Stelle der maximale Erwartungswert von U_g erreicht ist und er für alle $t > V$ beibehalten wird.

Analog entwickelt sich die Erwartung in Bezug auf die Erfahrung des Mitarbeiters (5.36). Dessen obere Grenze liegt bei dem Erfahrungswert von 1. Auch hier wird die Erwartung nur bis zum Zeitpunkt $t = V$ durchgeführt.

$$K_o(t) = 1 - e^{-\frac{1}{V-t}t} \quad (5.36)$$

Die Leistungserwartung folgt diesem Muster nicht, sondern übernimmt die Struktur der Leistungsbestimmung im Mitarbeiteragenten. Der Change Agent schätzt hierfür die Funktionalität und Technologieintensität auf Basis der Beobachtung der Mitarbeiter anhand des Mittelwertes. Der Zufallsterm des technikarmen Tätigkeitsanteils wird durch den erwarteten Mittelwert der Gleichverteilung (0,5) ersetzt (5.37).

$$P_c = T_o F_o U_c + 0,5(1 - T_o) \quad (5.37)$$

Bewerten

Die Beobachtungen und Erwartungen fließen in der Bewertung des Mitarbeiterverhaltens und der resultierenden Auswahl der geeigneten Intervention zusammen. Der gesamte Entscheidungsprozess ist in Abbildung 5.14 im Implementierungsabschnitt konkret dargestellt. Hier werden die numerischen Zusammenhänge der Auswahl verdeutlicht.

Die Entscheidung, ob es sich um individuelle oder kollektive Interventionen handelt, trifft der Change Agent anhand des Mittelwertes der Leistungs- und Nutzungswerte der zugeordneten Agenten. Ähnlich wie der Managementagent prüft der Change Agent zunächst die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter. Liegt der Mittelwert der Leistung aller Mitarbeiter unter der Erwartung ($\bar{P}_o < P_c$), geht der Change Agent den Ursachen der fehlenden Leistung nach.

Zunächst kann das Defizit durch fehlende Nutzung in der Gruppe zustande kommen ($\bar{U}_o < U_c$). Trifft dies zu, wird eine kollektive, nutzungsbezogene Intervention vorgenommen. Hierbei kann es sich um die breite Streuung von Anreizen handeln oder um die indirekte Beeinflussung durch die Überzeugung eines Multiplikators.

Ist die Nutzung in der Gruppe hinreichend, so kann das Defizit auf fehlende Erfahrung zurückzuführen sein ($\bar{K}_o < K_c$). In diesem Fall wählt der Change Agent das Mittel der Information, um die Fähigkeiten der Gruppe kollektiv zu heben.

Treffen beide Ursachen nicht zu, so liegen die Gründe für das Leistungsdefizit in einer stark unterschiedlichen Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter ($P_{o_i} < P_c$) und sind auf die niedrige Leistung einiger Mitarbeiter zurückzuführen. Hier erfolgt eine individuelle Intervention. Dafür wird wiederum die Ursache für die geringe Leistung geprüft.

Liegt die individuelle Nutzung unter dem Erwartungswert ($U_{o_i} < U_c$), wird versucht das Motivationsdefizit durch Überzeugungsarbeit zu reduzieren.

Hängt die Leistungsschwäche eher mit dem geringen Wissensstand ($K_{o_i} < K_c$) zusammen, wird der Agent geschult.

Die individuellen Interventionen erfolgen zunächst beim leistungsschwächsten Akteur und werden solange durchgeführt, bis kein leistungsschwacher Akteur ohne Intervention ist oder die Ressourcen des Change Agent aufgebraucht wurden.

Findet der Change Agent keine Leistungsunterschiede auf der kollektiven Ebene, so ist sein Ziel die Verbesserung jedes einzelnen Mitarbeiters. Er geht dann analog zu den dargestellten individuellen Interventionen vor, indem er zunächst den Mitarbeiter mit dem höchsten Leistungsdefizit in Motivation oder Fähigkeiten verbessert und dies solange fortsetzt, bis keine leistungsschwachen Mitarbeiter ohne Intervention bleiben oder er seine Ressourcen aufgebraucht hat.

Konkreter wird der gesamte Vorgang in der Implementierung beschrieben, da sich die Formalisierung stark mit der programmtechnischen Umsetzung überschneidet.

Intervenieren

Die tatsächliche Intervention erfolgt eingebettet in den Bewertungsprozess. Es werden dem konzeptuellen Modell entsprechend vier Interventionstypen unterschieden. Kollektive Interventionen zielen auf die Verbesserung der Gruppe ab, während individuelle Interventionen die Verbesserung einzelner Akteure zum Ziel haben.

Kollektive Interventionen können sich auf die Nutzung (Willensbarriere) oder die Fähigkeiten (Wissensbarriere) der Mitarbeiter beziehen. Für Letztere wird als Interventionstyp die Information genutzt. Ihre Intensität orientiert sich an der Wissenslücke. Je geringer die Erfahrung in der Gruppe sind, desto stärker muss der Change Agent informieren. Es ergibt sich daher folgende Gleichung für die Intensität M der Information (5.38).

$$M = 1 - \bar{K}_o \quad (5.38)$$

Da häufig bereits Informationsmaterialien bereitstehen und der Aufwand sehr begrenzt ist, werden für die Information auch wenig Ressourcen verbraucht. Es wird lediglich die Intensität der Maßnahme als Kosten abgezogen: $R_{t+1} = R_t - M$.

Zur Überwindung der Willensbarriere kann sowohl der Anreiz über alle Mitarbeiter gestreut werden oder es wird versucht, indirekt durch die Überzeugung zentraler Netzwerkakteure zu agieren. Der Change Agent bevorzugt letzteres Vorgehen, da es weniger Ressourcen benötigt und Multiplikatoreffekte durch das gezielte Heben einer einzelnen Einstellung erzielt werden können. Der zentrale Akteur wird über den Degree-Wert G bestimmt. Die Netzwerkposition ist jedoch nur eine Bedingung für die Zielauswahl. Der potenzielle Multiplikator muss weiterhin ein Nutzungsdefizit aufweisen ($U_{o_i} < U_c$). Werden diese Akteure überzeugt, so üben sie Nutzungsdruck auf alle verbundenen Mitarbeiter aus. Weiterhin verstärkt sich der Prozess durch die Leistungserhöhung selbst, womit zusätzlich der Leistungsdruck auf die Umgebung steigt. Bei Multiplikatoren mit negativer Einstellung verhindert die Intervention zudem die Überzeugung weiterer Mitarbeiter von den Nachteilen der Technologie. Die Intensität der Überzeugung bestimmt sich dabei aus der Interventionspräferenz (λ) und der Differenz aus der erwarteten und tatsächlichen Nutzung (5.39).

$$M = \lambda(U_c - U_{o_i}) \quad (5.39)$$

Der Ressourcenverbrauch ist höher als bei Champions und Gegnern, da das Ziel erst identifiziert werden muss. Es wird daher der Faktor 2 für die Intensität gewählt: $R_{t+1} = R_t - 2M$.

Der Change Agent versucht möglichst viele Multiplikatoren unter seinen zugeordneten Mitarbeitern zu beeinflussen. Er fährt damit solange fort, bis

seine Ressourcen erschöpft sind oder er keinen Mitarbeiter mehr identifizieren kann, der als Multiplikator infrage kommt ($G_i > \bar{G}$).

Existieren für den Change Agent keine erfolgversprechenden Multiplikatoren, setzt er für alle Gruppenmitglieder einen Anreiz. Anders als bei Managementagenten folgt aus einem Leistungsdefizit hier nicht eine Bestrafung. Der Anreiz wird eher zur Erhöhung der Nutzung gesetzt. Die Intensität der Intervention ergibt sich aus der Differenz aus Nutzungserwartung und beobachteter Nutzung. Diese wird durch die Interventionspräferenz (λ) verstärkt oder abgeschwächt (5.40).

$$M = \lambda(U_c - \bar{U}_o) \quad (5.40)$$

Der Ressourcenverbrauch skaliert mit der Anzahl der verbundenen Akteure n . Daher ergibt sich für die verbleibenden Ressourcen folgende Gleichung: $R_{t+1} = R_t - nM$. Für den Fall, dass vor der Intervention nicht genügend Ressourcen verfügbar sind, um allen Mitarbeitern Anreize zu bieten, wird die Intensität proportional reduziert: $M = R_t/n$.

Werden durch den Change Agent keine kollektiven Defizite identifiziert, so kann er individuell auf schwächere Akteure eingehen. Hierbei wird wiederum zwischen Willens- und Wissensbarrieren unterschieden. Um die Willensbarrieren zu überwinden und die Einstellung und Nutzung zu erhöhen, wird die Intervention der Überzeugung genutzt. Wie bereits bei dem Multiplikator dargestellt, ergibt sich die Intensität aus der Interventionspräferenz und der Nutzungsdifferenz (5.39). Die Kosten der Intervention werden wiederum in Höhe der doppelten Intensität (Faktor 2) berechnet.

Individuellen Wissensbarrieren wird mit Schulungen begegnet. Hier ergibt sich die Intensität der Schulung aus dem derzeitigen Wissensstand des Mitarbeiters. Je geringer dieser ist, desto intensiver muss geschult werden (5.41).

$$M = 1 - K_{o_i} \quad (5.41)$$

Schulungen erfordern mehr Aufwand im Vergleich zu einfachen Informationen. Ihre Kosten hängen von der Anzahl geschulter Mitarbeiter und der Schulungsintensität ab. Weiterhin ist es aufwendiger, Materialien zu entwickeln und die Schulung durchzuführen, als allgemeine Informationen zusammenzu-

stellen und zu versenden. Daher berechnet sich der Ressourcenverbrauch pro geschultem Mitarbeiter über den Faktor 2 ($R_{t+1} = R_t - 2M$).

Das hergeleitete logische Modell formalisiert die Überlegungen aus der konzeptuellen Modellierung. Aufgrund der Mathematisierung der Attribute und Zusammenhänge wird sich der Implementierung in einer softwarebasierten Simulation angenähert. Im nächsten Schritt wird das logische Modell in Programmcode überführt. Die Implementierung erfolgt in den Rahmenbedingungen der gewählten Programmiersprache (Java) und der Simulationsplattform AnyLogic.

5.3 Implementierung

Im Aufbau des logischen Modells wurde bereits an einigen Stellen auf die Implementierung verwiesen, da einige Aspekte des Simulationsaufbaus sehr stark von dem zugrunde liegenden Programmierparadigma und der genutzten Plattform abhängen. Für die Implementierung agentenbasierter Simulationen steht eine Reihe von Plattformen zur Verfügung. Auf Basis des Vergleichs in Kravari und Bassiliades (2015) wird für die Konzeption, Implementierung und Analyse die Plattform AnyLogic gewählt und im weiteren Verlauf der Arbeit verwendet. AnyLogic ist keine auf Organisationssimulationen spezialisierte Plattform wie Brahms (Sierhuis, Clancey und Hoof, 2009), MaDKit (Gutknecht und Ferber, 2001) oder CORMAS (Bommel u. a., 2015), stellt aber alle für die Modellierung, Experimentgestaltung, Datenerhebung und Simulationsanalyse notwendigen Werkzeuge zur Verfügung. Zudem können Modelle grafisch erstellt und im Quellcode verfeinert werden. Insbesondere im Hinblick auf die Verständlichkeit dieser Arbeit für Sozialwissenschaftler, Betriebswirte und Wirtschaftsinformatiker bietet sich diese Form der Darstellung an.

5.3.1 Grafische Modellierung

Die Grundlage für die Implementierung in AnyLogic bildet die grafische Modellierung. Die oben operationalisierten Variablen, Parameter und Mengen können grafisch im jeweiligen Agententyp angelegt werden. Das diskrete Verhalten jedes Agenten wird über Zustandsdiagramme festgelegt und in Funktionen

spezifiziert. Jedes Zustandsdiagramm besteht aus Zuständen (states) und deren Übergängen (transition).

State: Jeder Zustand wird über einen Namen beschrieben. Er kann weiterhin eine Eingangs- und Ausgangsaktion beinhalten. Zur optischen Unterscheidung können die unterschiedlichen Zustände eingefärbt werden.

Transition: Übergänge legen fest, wann sich ein Zustand des Agenten verändert. Hierbei werden in AnyLogic fünf Typen unterschieden: zeitgesteuerte Übergänge, Rate (unter Nutzung von Übergangswahrscheinlichkeiten), Bedingung (auf Basis von Variablenwerten, welche im Zustand berechnet werden), Nachricht (bei Kontakt mit anderen Agenten) sowie Ankunft des Agenten (bei räumlichen Simulationen mit Agenten, welche die Position wechseln). Transitionen können auch innerhalb eines Zustandes auftreten. Einsatzbereiche hierfür sind z. B. die Modellierung zyklisch auftretender Ereignisse oder der Umgang mit Nachrichten anderer Agenten. Zu jeder Transition können Aktionen festgelegt werden.

Zustandsdiagramme können terminieren, d. h. über eine Senke verfügen, oder nicht terminiert, zyklisch angelegt sein. In beiden Fällen beginnt das Zustandsdiagramm mit dem Quellelement. Dem schließt sich der initiale Zustand an, aus welchem sich das Modell anhand der Übergänge zeitlich entwickelt (Harel, 1987).

Der Mitarbeiteragent verfügt über zwei Zustandsdiagramme, welche die Nutzung und das Rollenverhalten abbilden. Im nutzungsbezogenen Zustandsdiagramm werden zwei Phasen unterschieden: Einstellungsbildung und Nutzung. Es stellt den Akzeptanz-Nutzungsprozess aus Abbildung 5.4 dar. Transitionen zwischen den Zuständen erfolgen zeitgesteuert und jedem Zustand kann mindestens eine Aktivität zugeordnet werden. Jede Phase setzt sich aus drei Zuständen zusammen (Abb. 5.9).

Als Eingangsaktivität wird die Umwelt beobachtet. Hierdurch wird agentenintern sozialer Druck aufgebaut. Der Umweltbeobachtung schließt sich die Erwartungsbildung an. Hier wirken die Erfahrungen der Nutzung auf die Anpassung der Erwartungshaltung. Die jeweiligen Erwartungen, die Umweltbeobachtungen und die Überzeugungsversuche von Champions, Gegnern und Change Agents führen dann zur Akzeptanzbildung. Die Übergänge zwischen

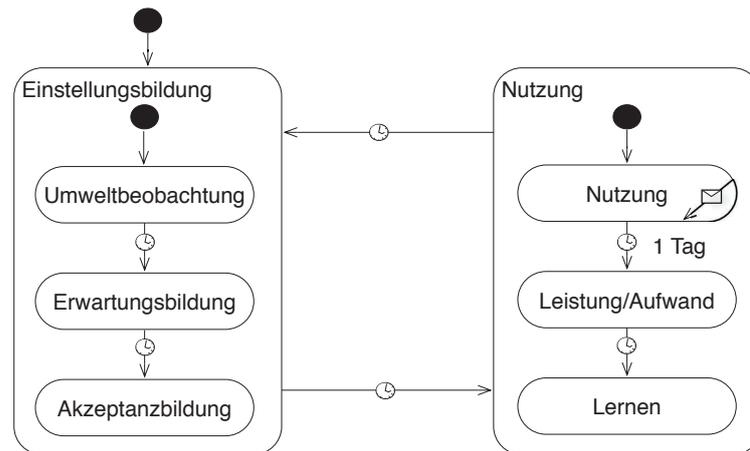


Abbildung 5.9: Zustandsdiagramm des Mitarbeiteragenten

den einzelnen Zuständen sind zeitlich vernachlässigbar (1ms). Den größten Teil seiner Zeit verbringt der Agent in der Nutzungsphase. Diese nimmt die Einstellung zur Technologie und legt damit das Nutzungsniveau fest. Weiterhin wirken hier nutzungsorientierte Interventionen (Zwang, Anreize). Im Nutzungszustand verharret der Agent einen simulierten Tag. Während dieser Zeit empfängt er Interventionen anderer Agenten (interne Transition) und lässt diese auf die entsprechenden Variablen wirken. An die Nutzung schließt sich die Leistungsproduktion und die Erzeugung des Aufwands an. Die Nutzungsphase wird abgeschlossen durch das Lernen. Auch hier sind die Übergangszeiten vernachlässigbar (1ms). Da das Zustandsdiagramm nicht terminiert, beginnt der Zyklus von Neuem. Als gesamte Durchlaufzeit wird dabei ein Tag festgelegt.

Die Rollenzuweisung findet im zweiten Zustandsdiagramm statt (Abb. 5.10). Entsprechend der festgelegten Akzeptanzwerte führt der Agent die Transitionen durch. Weiterhin überzeugen „Gegner“ oder „Champions“ einmal täglich das Umfeld (interne Transitionen).

Der Managementagent erweitert den Mitarbeiteragenten, d. h. die Zustandsdiagramme werden übernommen und um ein drittes, spezifisch auf die Steuerung ausgelegtes Diagramm ergänzt (Abb. 5.11). Es besteht aus drei Zuständen: Mitarbeiterbeobachtung, Mitarbeiterführung und Erwartungsbildung. Im ersten Zustand beobachtet der Manager seine Mitarbeiter jeden Tag (interne Transition). Nach sieben Tagen werden jeweils die Sanktionen vorgenommen. Dies geschieht im Zustand „Mitarbeiterführung“. Daran anschließend werden die Erwartungen neu gebildet, bevor der Manager wieder in die Beobachtung

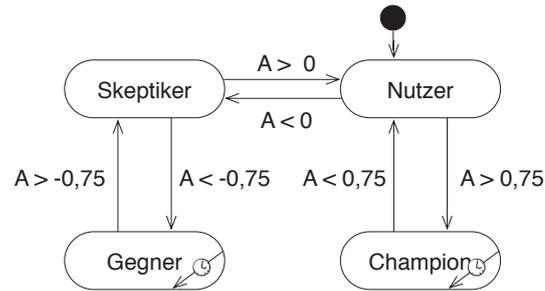


Abbildung 5.10: Rollenauswahl und Rollenverhalten

einsteigt. Bei der Komplettierung des Zyklus werden die Ressourcen wieder aufgefrischt.

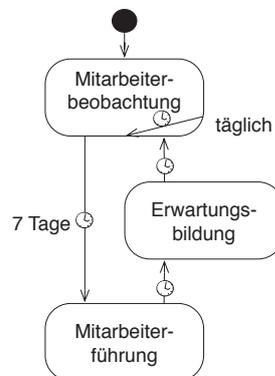


Abbildung 5.11: Zustandsdiagramm des Managementagenten

Change Agents bilden einen eigenen Typ. Sie besitzen ein gesondertes Zustandsdiagramm mit drei Zuständen (Abb. 5.12). Wiederum geht die Beobachtung der Bewertung und Intervention voraus. Vor den einzelnen Beobachtungen bildet der Change Agent seine Erwartung in Bezug auf Nutzung, Leistung und Wissen der Mitarbeiter. Die Beobachtung an sich erfolgt wie im Managementagenten. Auf Basis der aufgenommenen Werte und der Erwartungen bewertet der Change Agent das Umfeld und jeden Agenten. Er wählt daraufhin die Interventionen aus und führt sie durch. Die Wirkung wird im ersten Zustand kontrolliert. Beim Übergang dorthin werden die Ressourcen aufgefrischt.

Das Zusammenspiel der Agenten untereinander und die Hierarchie- sowie Netzwerkbildung werden nicht im Agententypen, sondern im Hauptprogramm vorgenommen. Hier werden die Agentenpopulationen in Typ und Größe festgelegt. Weiterhin werden Vernetzungsparameter und Darstellungsformen festge-

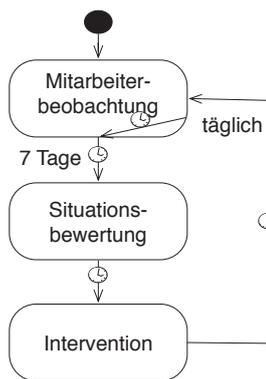


Abbildung 5.12: Zustandsdiagramm des Change Agent

legt. Das Hauptprogramm bietet zudem die Möglichkeit, Anlauf Routinen für die Simulation zu erstellen. In dem hier genutzten Modell muss z. B. die Hierarchie manuell erstellt werden.

Die Verfeinerung des Modells und die tiefere Formalisierung erfolgt auf Basis der Programmiersprache Java. Dafür ist ein Verständnis der Programmstruktur notwendig.

5.3.2 Programmstruktur

In AnyLogic werden drei Hauptkomponenten eines Simulationsprogramms unterschieden:

- *Agentenklassen* stellen die Implementierung des Agententypen dar. Jeder Typ besitzt eine eigene Klasse. Dabei können die Subtypen über Vererbung dargestellt werden. Während der Laufzeit wird für jeden Agenten eine Instanz seiner Klasse (Typ) initialisiert und ausgeführt. Die Anzahl der Instanzen richtet sich nach der Populationsgröße.
- *Main-Klasse* bildet den Kern der Simulation. Typischerweise besteht nur eine Instanz, welche die Sammlung aller anderen Klassen beinhaltet. In der Main-Klasse werden weiterhin Parameter festgelegt, welche in Experimenten variiert werden können.
- *Experimentklassen* legen die Annahmen für die Ausführung der Simulation fest. Es kann dabei zwischen unterschiedlichen Experimenttypen unterschieden werden, die z. B. Parametervariation, Optimierung oder die Sensitivitätsanalyse implementieren.

Alle drei Elemente besitzen neben ihren Variablen, Parametern und Funktionen auch grafische Repräsentationen, welche die Visualisierung erlauben. Die Klassenstruktur stellt die Modellierungsansicht dar, während der Laufzeit wird diese in Instanzen und Werten konkretisiert.

Im hier erstellten Modell werden drei Agentenklassen genutzt: Mitarbeiter, Management und Change Agents. Die Managementklasse ist von der Mitarbeiterklasse abgeleitet. Im Hauptprogramm werden aus den Agententypen drei Agentenpopulationen erstellt und in ihrer Größe definiert. Es werden 504 einfache Mitarbeiter, 28 Manager sowie 10 Change Agents in die Populationen aufgenommen. Weiterhin werden die Parameter für das Simulationsexperiment auf der Hauptprogrammebene festgelegt. Hierbei handelt es sich um die Wirkungsparameter (θ).

Es werden zwei Experimentklassen genutzt. In der Standardsimulation werden auf der Agentenebene stochastische Werte verwendet; die Parameter im Hauptprogramm sind dabei fix und gleichgroß. Weiterhin wird für die Sensitivitätsanalyse und die Hypothesenprüfung ein Parametervariationsexperiment genutzt. Dabei werden einzelne Faktoren kontrolliert variiert und über mehrfache Replikationen geprüft. Die genaue Beschreibung der Faktoren, Faktorlevel und der Replikationen wird in Abschnitt 6.3 vorgenommen.

Innerhalb der Agentenklassen wurden die im logischen Modell dargestellten Parameter und Variablen angelegt. Hinzu kommen weitere Hilfsvariablen, die Werte für die Berechnung zwischenspeichern. Jedem Parameter und jeder Variable werden dem Wertebereich entsprechend Typen zugeordnet. Mengen werden programmtechnisch als `ArrayList` umgesetzt, welche Elemente des Wertebereichs enthalten. Zufallswerte werden mithilfe der dafür zur Verfügung stehenden Funktionen und Zufallszahlengeneratoren erzeugt, z. B. über die Funktion `uniform()` und `uniform_discr()`.

Die funktionalen Beziehungen zwischen den Variablen wurden in weiten Teilen im jeweiligen Zustand implementiert. Im Fall der Interventionsverarbeitung (Mitarbeiteragent) und der Interventionsdurchführung (Change Agent) wurden Funktionen implementiert, da diese Programmteile im Zustandsdiagramm an unterschiedlichen Punkten genutzt werden. Die Umsetzung der funktionalen Beziehung und Agentenaktionen erfolgt in Programmcode. Die mathematische Formalisierung des logischen Modells muss daher in eine programmtechnische

Struktur übertragen werden. Hierfür werden bei Fallunterscheidungen in Form von `if-then-else`- oder `switch-case`-Konstrukten genutzt. Für wiederholende Tätigkeiten, z. B. die Beobachtung aller Agenten, das Berechnen aller Elemente in einer Menge etc., werden vorprüfende, kopfgesteuerte (`while`) bzw. Zählschleifen (`for`) verwendet. Das Modell sowie die Dokumentation der Agenten, Zustandsdiagramme, Variablen, Zustände und Funktionen ist im Anhang dieser Arbeit enthalten.

5.3.3 Eigene Implementierungen

Nach der Vorstellung der allgemeinen Programmstruktur wird hier auf einige eigene Implementierungen eingegangen. Es wird nicht der gesamte Quellcode des Modells dargestellt, da es sich in den meisten Fällen um eine geradlinige Übertragung der mathematischen Gleichungen in Programmcode handelt. Hierfür sei auf die digitale Dokumentation und das Simulationsprogramm im Anhang verwiesen. Die Implementierungsbeispiele verdeutlichen die Funktionsweise der Plattform. Hierzu werden die Initialisierung der Hierarchie, die Umweltbeobachtung und die Durchführung von Interventionen genauer dargestellt.

Initialisierung der Organisationsstruktur

Durch die Definition von zwei Agententypen wird bei der Initialisierung der Simulation bereits die Trennung zwischen Management und Mitarbeitern vorgenommen. Sie stehen jedoch noch nicht in einer hierarchischen Beziehung zueinander. Diese muss manuell implementiert werden.

Da unterschiedliche Populationen betroffen sind, erfolgt die Umsetzung in der Initialisierung des Hauptprogramms über die Funktion `hier_bauen()`. Es wird zunächst aus der Managementpopulation ein zufälliger Agent ausgewählt und zur Leitungsliste hinzugefügt. Dieser erste Akteur ist der Fokus zum rekursiven Aufbau der Hierarchie anhand folgender Funktion:

```
void hier_bauen( Mitarbeiter a, int level ) {

if (leitet.size()<=managements.size() && level<2)
{
a.level=level; //Führungsebene setzen
```

```

level=level+1; //Führungsebene erhöhen
//Schleife durchlaufen bis Ebene besetzt
for (int i=0; i<no_agents.get(level); i++)
{
//zufälligen Mgmt-Agenten wählen
Mitarbeiter b=managements.randomExcept(leitet);
//zur Hierarchie hinzufügen
a.formal.connectTo(b);
b.level=level; //Hierarchieebene setzen
leitet.add(b); //zu Liste bearbeiteter Agenten hinzufügen
}
//Hierarchie absteigen
for (int j=0; j<a.formal.getConnectionsNumber(); j++)
//Teilbaum aufbauen
hier_bauen(a.formal.getConnectedAgent(j), level);
}

```

Der Funktion werden zwei Parameter übergeben: Der Fokusakteur (a) und die Hierarchieebene, welche besetzt wird (level). Die erste Entscheidung stellt gleichzeitig das Abbruchkriterium für den Hierarchieaufbau dar. Dieser wird nicht weiter fortgesetzt, wenn alle Managementagenten zugeordnet und die maximale Organisationstiefe (in diesem Fall drei Hierarchiestufen) erreicht wurden. Dem Managementagenten wird zunächst seine Hierarchieebene zugewiesen. Entsprechend der Ebenenbesetzung in Tabelle 5.9 werden ihm dann weitere Managementagenten zugeordnet. Hierfür wird eine manuelle Verbindung anhand der `connectTo()`-Funktion in AnyLogic erzeugt. Jeder zugeordnete Agent erhält seine Hierarchieebene und wird der Leitungsliste zugeordnet.

Ausgehend von den erzeugten Verbindungen wird jetzt die Hierarchie rekursiv aufgebaut, indem zunächst der erste Akteur dieser Liste gewählt und der ihm untergeordnete Teilbaum erzeugt wird. Ist dieser Baum fertiggestellt, wird der nächste Teilbaum erzeugt. Die Hierarchie spiegelt sich in der Datenstruktur `formal` wider, welche am Ende eine Baumform annimmt.

Nach der Besetzung der letzten Blätter der Managementstruktur (unteres Management) werden die einzelnen Mitarbeiter zugeordnet. Hieraus entsteht die gesamte Hierarchie des Unternehmens mit den linearen Weisungsverhältnissen.

Umweltbeobachtungen

Die gegenseitige Beobachtung unter den Agenten stellt ein zentrales Beschreibungskriterium einer Agentensimulation dar. Aus diesem Grund wird der technische Ablauf hier näher beschrieben.

Agenten können über ihre Vernetzung auf die freigegebenen Attribute anderer Agenten zugreifen. Ob ein Attribut freigegeben ist, wird in der jeweiligen Klasse über die Schlüsselwörter `public`, `private` oder `protected` angegeben. Die Vernetzung zwischen Agenten wird programmtechnisch daher als `LinkToAgentCollection`, einer AnyLogic-spezifischen Datenstruktur, dargestellt, deren Elemente aus der Klasse `Mitarbeiter` stammen. Für den Zugriff auf Elemente und Attribute des Netzwerks stellt AnyLogic mehrere Funktionen zur Verfügung. Neben dem bereits beschriebenen `connectTo()`, wird hier `getConnectedAgent()` für den Zugriff auf einen spezifischen Agenten und seine freigegebenen Attribute genutzt. `getConnectionsNumber()` gibt hingegen die Anzahl der verbundenen Agenten aus.

Die Beobachtung erfolgt über die iterative Abfrage des jeweiligen Attributes über die `LinkToAgentCollection`-Datenstruktur in einer kopfgesteuerten Schleife. Das Abbruchkriterium ist das Erreichen des letzten Agenten. Die Beobachtungsergebnisse werden in einer Liste gespeichert. Diese entspricht der Mengendefinition aus dem logischen Modell. Auf ihre Elemente kann anhand eines Listeniterators zugegriffen werden. Listen können dabei unterschiedliche Datentypen aufnehmen. Neben numerischen Werten können die Listen auch Zeichenketten oder Objekte anderer Klassen umfassen. Neue Elemente werden einer Liste über die `add()`-Funktion angefügt. Bestehende können über die `set()`-Funktion geändert werden. In der Beobachtung der Management- und Change Agenten wird daher im ersten Beobachtungsschritt die Liste aufgebaut und bei jeder weiteren Beobachtung des gleichen Agenten in der Handlungssequenz dieser Wert verändert. Am Ende eines Durchlaufs wird die Liste wieder geleert (`clear()`).

Die Beobachtung ermöglicht es Agenten, ihre Umwelt wahrzunehmen und ihr Handeln darauf auszurichten.

Durchführen von Interventionen

Die Beobachtung stellt nur eine Art des Austauschs zwischen Agenten dar. Weiterhin besteht die Möglichkeit der Agenten, aktiv untereinander zu kommunizieren. Change Agents und Manager machen davon in den Interventionen Gebrauch, aber auch Champions und Gegner wirken aktiv auf andere Agenten ein. Da sich die Kommunikation durch Sender, Intensität und Inhalt unterscheidet, genügt die einfache Kommunikationsstruktur in AnyLogic nicht, da diese nur Nachrichten eines Datentyps übermittelt. Es können so z. B. Inhalt (über die Zeichenkette „Nutze!“) oder Intensität (über einen numerischen Wert) vom Sender an den Empfänger übertragen werden. Komplexere Nachrichten, wie sie im konzeptuellen und logischen Modell dargestellt wurden, sind nicht abbildbar.

Dafür wurde eine gesonderte Datenstruktur über die Klasse `Intervention` entwickelt. Ein Objekt dieser Klasse wird durch drei Attribute gekennzeichnet: Typ, Intensität und Sender. Die aktiv kommunizierenden Agenten erzeugen im Interventionsprozess ein Objekt dieser Klasse mit dem entsprechenden Inhalt (Typ der Intervention), Intensität (M) sowie einer Zeichenkette, aus welcher Rolle die Nachricht gesendet wurde. Auf der Empfängerseite kann diese Nachricht dann interpretiert und eine geeignete Reaktion ausgewählt werden.

AnyLogic stellt zwei Funktionen zur Nachrichtenübermittlung zwischen Agenten zur Verfügung:

- `sendToAllConnected(interv)` wird zur Übermittlung von Interventionsversuchen an die gesamte Umwelt genutzt;
- `send(interv,ziel)` ermöglicht das Übermitteln individueller Steuerungsimpulse.

In jedem Fall muss der Funktion das Interventionsobjekt übergeben werden. Bei individueller Intervention ist weiterhin das Ziel der Nachricht über den Index des Zielagenten anzugeben.

Auf der Empfängerseite ist eine nachrichtengesteuerte Transition notwendig. Da der Agent seinen Zustand (Nutzung) während der Intervention nicht verlässt, wird der Empfang durch eine interne Transition dargestellt. Auf die Nachricht kann über die Referenz `msg` zugegriffen werden. Ihre Verarbeitung erfolgt über `interv_verarbeiten(msg)` nach der jeweiligen Agentenlogik. Eine

`switch-case`-Anweisung unterscheidet nach Interventionstyp. Die im logischen Modell dargestellte Wirkungslogik wird in jeder Fallunterscheidung implementiert.

Auswahl der Intervention

Auf der Senderseite sind drei Aspekte bei der Intervention zu beachten. Zunächst muss das Interventionsziel identifiziert werden; weiterhin müssen der Interventionstyp und dessen Intensität bestimmt werden. Das Vorgehen unterscheidet sich je nach Agententyp.

Die einfachste Implementierung erfolgt bei Champions und Gegnern. Diese können nur eine Art der Intervention (Überzeugung) in ihrem gesamten Umfeld durchführen. Die Intensität bestimmt sich dabei aus ihrer Erfahrung und der Akzeptanz. Der Inhalt der Nachricht ist daher vom Typ „Überzeugen“. Die Intensität errechnet sich aus Gleichung 5.16. Als Sender wird die jeweilige Rolle des Agenten festgelegt. Die Intervention findet einmal täglich statt.

Bei Managementagenten gestaltet sich der Auswahlprozess schwieriger. Abbildung 5.13 stellt den Ablauf dar. Zunächst werden die Elemente aus zwei Listen verglichen. Eine Liste `leistungen` erfasst die beobachteten Mittelwerte, die zweite Liste `erwart_leistungen_ma` stellt die kontinuierlich angepassten Erwartungswerte dar. Jeder Agent nimmt in beiden Listen die gleiche Position ein. Liegt die beobachtete Leistung unter der erwarteten, wird weiterhin geprüft, ob die Ursache in der Nutzung liegt. Hierfür werden die beobachteten Nutzungsmittelwerte aus der Liste `nutzung_agents` mit dem Erwartungswert `erwart_nutzung` verglichen. Bei einer negativen Abweichung zwingt der Managementagent den Mitarbeiter zur erwarteten Nutzung. Daraus ergibt sich die erste Intervention (Zwang). Die Intensität erfolgt in Höhe der erwarteten Nutzung.

Ist das Leistungsdefizit nicht in der Nutzung begründet, so wählt der Manager nur die Bestrafung (negativer Anreiz) als Intervention. Als dritte Möglichkeit kann der Manager den Mitarbeiter auch belohnen, sofern die Leistung die Erwartung übertrifft. Die Intensität der Anreize richtet sich nach der Differenz zwischen erwarteter und erzielter Leistung, wie sie in Gleichung 5.31 dargestellt ist.

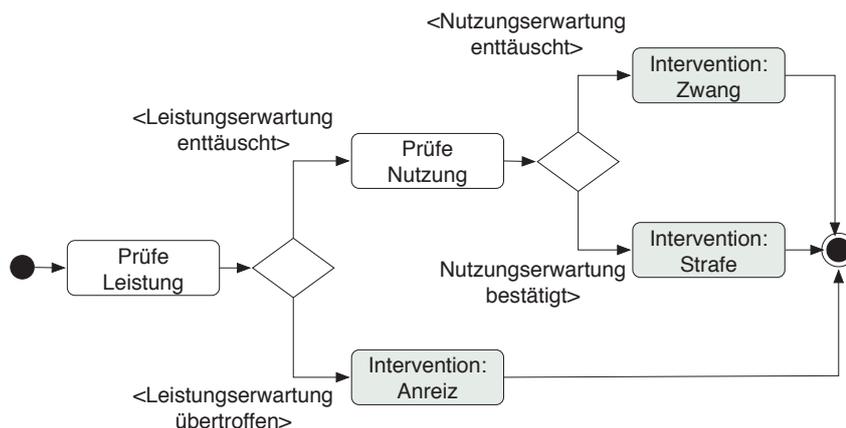


Abbildung 5.13: Interventionsentscheidung des Managements

Für die Auswahl der Intervention des Change Agent erhöht sich die Komplexität nochmals. Abbildung 5.14 fasst dies grafisch zusammen. Zunächst prüft der Change Agent die Leistung auf Gruppenebene. Findet er dort Defizite, so versucht er die Ursachen zu identifizieren. Diese können in der Nutzung und im Wissen der Gruppe oder im individuellen Verhalten liegen. Bei fehlender Nutzung versucht er zunächst einen geeigneten Multiplikator zu identifizieren und ihn zu überzeugen. Die Intensität entspricht der Berechnung in Gleichung 5.39. Er wiederholt die Suche und Intervention solange, bis kein geeigneter Multiplikator vorhanden ist. Trifft dies zu, stellt er allen Mitarbeitern einen Nutzungsanreiz zur Verfügung. Die Höhe des Anreizes wird nach Gleichung 5.40 bestimmt.

Hängt das Leistungsdefizit nicht mit der Nutzung zusammen, so liegt als nächstes das Wissen der Agenten als Grund nahe. Stellt sich dies als defizitär heraus, werden alle Mitarbeiter informiert (Intensität nach Gleichung 5.38). Trifft auf kollektiver Ebene keiner der Gründe zu, müssen die Defizite in der Einzelleistung liegen. Entsprechend versucht der Change Agent individuell zu intervenieren. Dies kann wiederum auf Nutzungsebene geschehen. Dort verwendet er die Überzeugung des jeweils leistungsschwächsten Mitarbeiters (Intensität nach Gleichung 5.16). Der Change Agent kann jedoch auch das Wissen einzelner Mitarbeiter als Ursache für ihre Leistungsschwäche identifizieren. Dann wird die Intervention Schulung gewählt (Intensität nach Gleichung 5.41). Der Change Agent führt individuelle Interventionen durch, solange Ressourcen verfügbar sind.

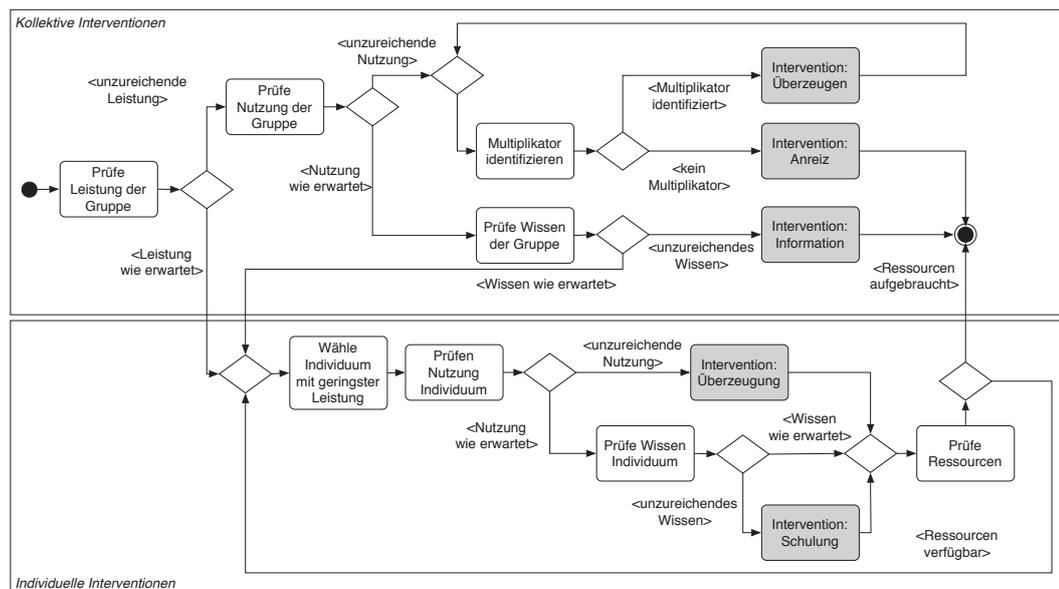


Abbildung 5.14: Interventionsentscheidung des Change Agent

5.4 Zwischenfazit

Das Ziel der Modellbildung war die Formalisierung der in den theoretisch und empirisch fundierten Kapiteln 2 und 3 ermittelten Einflussfaktoren auf die Akzeptanzbildung in Organisationen. In einem dreistufigen Prozess wurde aus der Sammlung theoretischer und empirischer Erkenntnisse zur Akzeptanzbildung und zum Verhalten von Akteuren in Organisationen zunächst der Untersuchungsbereich eingegrenzt. Hierzu wurden Elemente der Umwelt von Systemattributen unterschieden. Weiterhin konnten Zusammenhänge zwischen den einzelnen Systemattributen hergeleitet und konzeptuell beschrieben werden. Das resultierende Modell skizziert anhand des MAIA-Frameworks klar die unterschiedlichen Einflüsse und Dynamiken im Organisationssystem während der Technologieeinführung. Die Rollendifferenzierung schafft ein Bewusstsein für unterschiedliche Blickwinkel auf den Einführungsprozess.

In der zweiten Stufe wurde das konzeptuelle Modell weiter spezifiziert, um die Zusammenhänge formalisiert darzustellen. Hierdurch wurde die Kontingenz der Aussagen des verbal und grafisch formulierten konzeptuellen Modells reduziert. Über die Zuweisung von Werten, Wertebereichen sowie funktionalen Zusammenhängen wurde das Modell berechenbar. Das logische Modell, bestehend aus der Sammlung und Beschreibung der Variablen und Parameter sowie

einem System mathematischer Gleichungen, ist eine reduzierte Darstellung der vorausgehenden Gedankengänge. Es dient als Vorstufe zur Implementierung in einem Computerprogramm.

Die Umsetzung in Programmcode erfolgte auf Basis der Simulationsplattform AnyLogic zunächst grafisch, dann programmtechnisch. Hierfür wurden bestehende Funktionen der Simulationsplattform genutzt, aber auch neue Aspekte (Hierarchie, Interventionen) implementiert. Dieses Programm ist die Grundlage für die Beobachtung des Modellverhaltens und der Simulationsexperimente, welche im folgenden Kapitel ausgeführt werden.

Kapitel 6

Simulation der Technologieeinführung

Das implementierte Modell dient zur Überprüfung der aufgestellten Hypothesen über die Wirkung der Steuerungsmedien in den unterschiedlichen Organisationstypen. Durch die mehrfache Modellausführung lassen sich aufgrund der stochastischen Elemente im Modell statistisch belastbare Ergebnisse erzeugen (Law und Kelton, 1991; Shannon, 1975).

Im Folgenden werden drei Untersuchungsergebnisse dargestellt:

1. das Verhalten der Simulation auf organisatorischer- und individueller Ebene;
2. die strukturelle und numerische Sensitivität des Modells;
3. die Prüfung der Steuerungswirkung unterschiedlicher Organisationstypen.

6.1 Allgemeines Simulationsverhalten

Im allgemeinen Simulationsverhalten wird das Verhalten des oben vorgestellten Modells dargestellt. Die Grundannahme ist hierbei, dass alle Steuerungsmedien eine gleich große Wirkung haben. Alle nehmen den Wert 1 an. Das Simulationsverhalten kann auf organisationaler und individueller Ebene betrachtet werden.

6.1.1 Organisationsebene

Wie in der Evaluationsstruktur beschrieben, können die Mittelwerte und Verteilungen der Erfolgsvariablen Nutzung, Akzeptanz sowie die Dauer bis zur Erreichung bestimmter Schwellenwerte zur Darstellung des Organisationsverhaltens genutzt werden.

Im Folgenden wird der Verlauf der Mittelwerte und die Verteilung zunächst exemplarisch für eine statische Kombination der stochastischen Anfangswerte und Parameter dargestellt. Daran anschließend erfolgt die Betrachtung der Mittelwerte über mehrere Replikationen, d. h. mit unterschiedlichen stochastischen Wertekombinationen. Die Zeitpunkte des Übertritts der einzelnen Schwellenwerte wird dabei anhand von Boxplots dargestellt. Die Präsentation des Mittelwertverlaufs erfolgt auf Basis eines zweidimensionalen Histogramms.

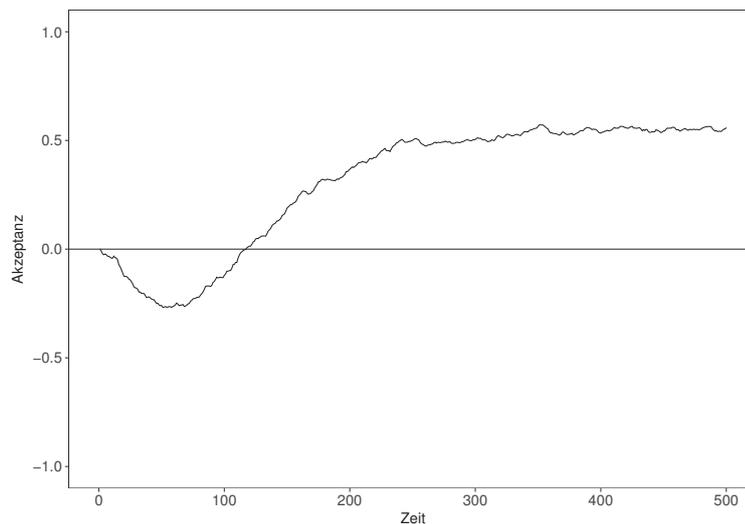


Abbildung 6.1: Beispielhafter Verlauf der Akzeptanz

Die zentrale Untersuchungsvariable ist die innere Akzeptanz der Mitarbeiter. Die Mittelwerte der Akzeptanzvariablen A haben dabei über die Zeit den in Abbildung 6.1 dargestellten Verlauf. Zunächst sinkt die Akzeptanz über einen Zeitraum von rund 120 Tagen unter die Indifferenzschwelle. Diese erste Akzeptanzverringerung kann über die Enttäuschung der Erwartung an die Leistungsfähigkeit der Technologie erklärt werden, welche erst durch den Aufbau von Erfahrung kompensiert wird. In der ersten Phase überwiegen damit die Gegner und Skeptiker der Technologie.

Nach dem Erreichen des Minimums ($A = -0,28$) nach 58 Tagen schwingt das Verhalten des Gesamtsystems um. Es folgt eine Phase linearen Akzeptanzwachstums. Für die Umkehr des negativen Trends zeichnen zwei Mechanismen verantwortlich: das Lernen über die Ausdehnung der Nutzung sowie die gegenseitige Beeinflussung der Mitarbeiter und die Multiplikation positiver Effekte. Der Wachstumsphase schließt sich eine Sättigungsphase an, die um den 150. Tag einsetzt. Der Akzeptanzwert konvergiert auf einem Stabilitätsniveau leicht unter $A = 0,6$.

Die Kurve weist einen glatten Verlauf auf. Steuerungsinterventionen sind hier nicht direkt zu erkennen. Die leichte Variation resultiert vermutlich aus der gegenseitigen Beeinflussung und dem zufälligen Anteil der Entwicklung der Leistungs- und Aufwandsvariablen.

Der Verlauf ähnelt in der Form dem zeitlich fortgeschrittenen Teil von Gartners Hype-Cycle. Da sich die erste Phase des Hype-Cycles auf die Erwartungsbildung mit geringem Technologiekontakt beziehen, erscheint der Verlauf schlüssig. In der Organisation sind die Mitarbeiter ab der Einführung mit der Technologie konfrontiert und beziehen ihre Erwartungsbildung direkt aus der Nutzung, womit die starke Überhöhung entfällt. Da die initialen Erwartungen jedoch weiterhin über dem tatsächlich erzielbaren Nutzen liegen, kommt es zu einem ersten Absinken.

Die hier dargestellte Form ist exemplarisch; die Dauer der einzelnen Phasen und die Tiefe des Akzeptanzeinbruchs unterscheiden sich mit wechselnden stochastischen Werten der Parameter. Über die mehrfache Replikation der Simulation kann jedoch gezeigt werden, dass sich ein stabiler Korridor bildet, welcher den oben dargestellten Verlauf untermauert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6.2 dargestellt.

Diese Schwankungen spiegeln sich auch in den Verteilungen der Zeitpunkte des Übertritts der Akzeptanzschwellenwerte wider. Es ist ersichtlich, dass sich der Austritt aus der Ablehnungsphase im Mittel um den Wert 31 bewegt. Der Übertritt der 0,25er-Schwelle erfolgt im Mittel nach 174 Tagen, während der Wert von 0,5 am häufigsten nach 286 Tagen überschritten wird. Dabei ist der Übertritt über die Indifferenzschwelle linksschief, die anderen Übertritte annähernd normalverteilt.

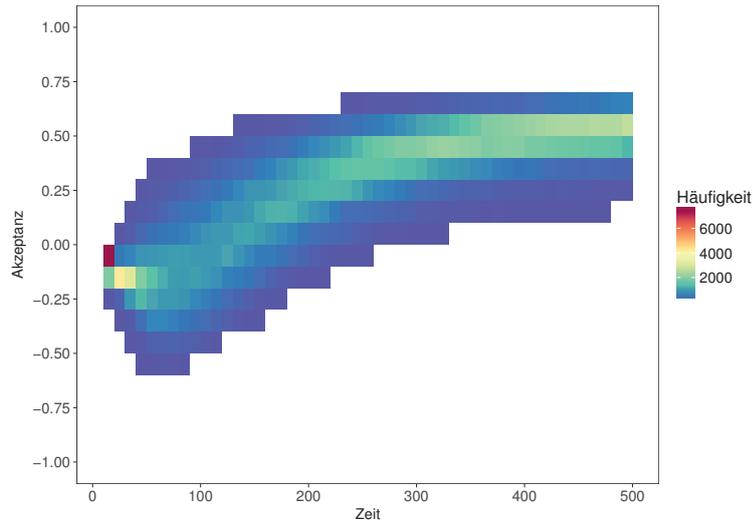


Abbildung 6.2: Verlauf der Akzeptanzmittelwerte über 500 Replikationen

Es ist auch ersichtlich, dass sich die Intervalle überschneiden, in welchen die Zeitpunkte liegen. Dies stärkt die Beobachtung aus Abbildung 6.2, dass sich die Akzeptanzvorgänge teilweise stark in ihrer Geschwindigkeit unterscheiden. Ob diese Variation aus den Modellannahmen resultiert oder ob sie über die Steuerungsvariablen beeinflusst werden kann, wird in den Abschnitten 4.5.3 (Sensitivitätsanalyse) und 6.3 (Variationsexperiment) diskutiert.

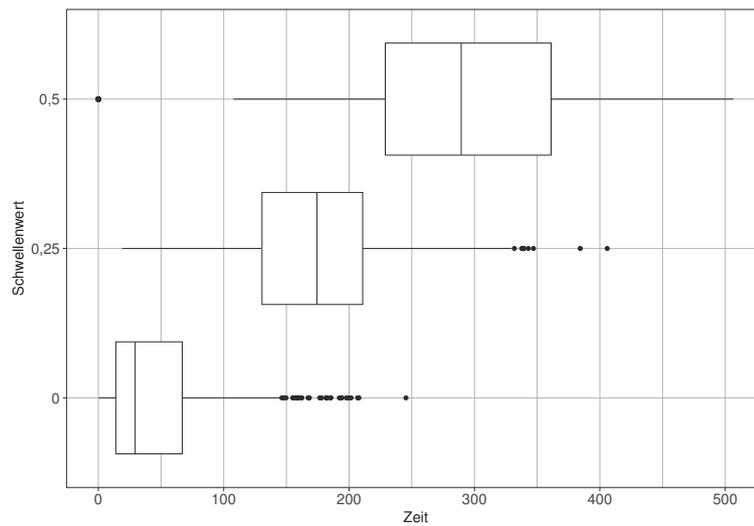


Abbildung 6.3: Verteilung des Übertritts über den Schwellenwertes in 500 Replikationen

Die Akzeptanz ist der Indikator zur Einordnung der Mitarbeiter in unterschiedliche Nutzertypen. Deren Verteilung gibt Aufschluss über die selbstverstärkenden Aktivitäten in der Simulation. Ist der Anteil der Champions höher, entwickelt sich eine positive Dynamik, überwiegen die Gegner, so wird ein negativer Trend verstärkt. In Abbildung 6.4 sind die vier vorgestellten Nutzertypen dargestellt. Dabei wurden die Gruppen Nutzer und Skeptiker weiter differenziert. Jeder Nutzertyp umfasst damit in der Akzeptanz ein Intervall der Breite 0,25.

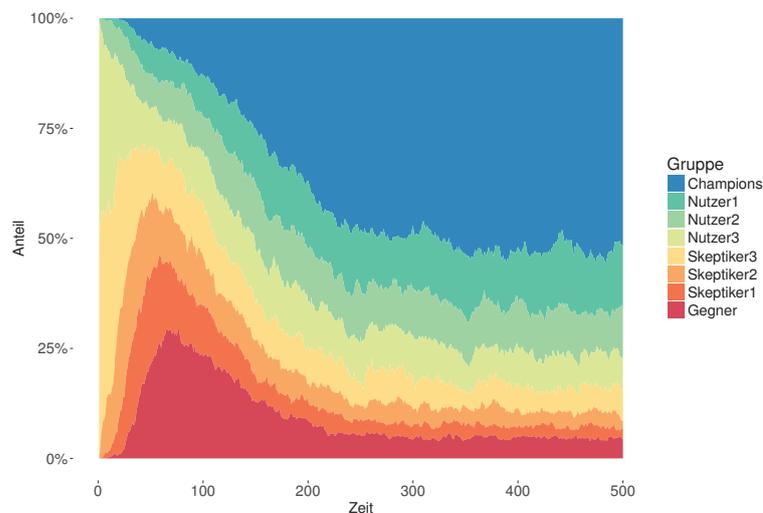


Abbildung 6.4: Verlauf der Aufteilung der Nutzertypen

Der Verlauf spiegelt die bereits dargestellte Entwicklung der Akzeptanzkurve wider. So steigt zu Beginn der Simulation der Anteil der Gegner und Skeptiker. Mit zunehmender Anzahl der Champions wird der negative Trend jedoch zurückgedrängt. Er hat seinen Höhepunkt um den Zeitpunkt $t \approx 50$, bei welchem nahezu 75 Prozent der Mitarbeiter eine negative Einstellung haben. Ab diesem Zeitpunkt kommt es zunächst zu einer stärkeren Polarisierung. So gewinnen die Nutzertypen mit stärkerer negativer Einstellung weiterhin Mitglieder hinzu. So erreicht die Gegnergruppe zu $t = 72$ ihren Höhepunkt. Der Anteil der indifferenten Mitglieder nimmt im Verlauf weiter ab.

Das Wachstum der Gruppe der Champions hält bis zum Zeitpunkt $t \approx 240$ an und erreicht einen relativ stabilen Zustand. Es kommt zwar noch zu zeitweisen Schwankungen, aber es sind keine relevanten Verschiebungen und Trends zu beobachten. In diesem Zustand nehmen die Champions etwas über 50 Prozent

der Gesamtpopulation ein. Gemeinsam mit den Nutzern decken die positiv eingestellten Mitarbeiter 80 Prozent der gesamten Betroffenen ab. Die verbleibenden 20 Prozent sind vor allem Gegner. Der Anteil der Skeptiker bewegt sich im einstelligen Bereich. Die Entwicklung der Gruppen bestätigt die Vermutung des Einflusses der gegenseitigen Überzeugung auf den Akzeptanzverlauf.

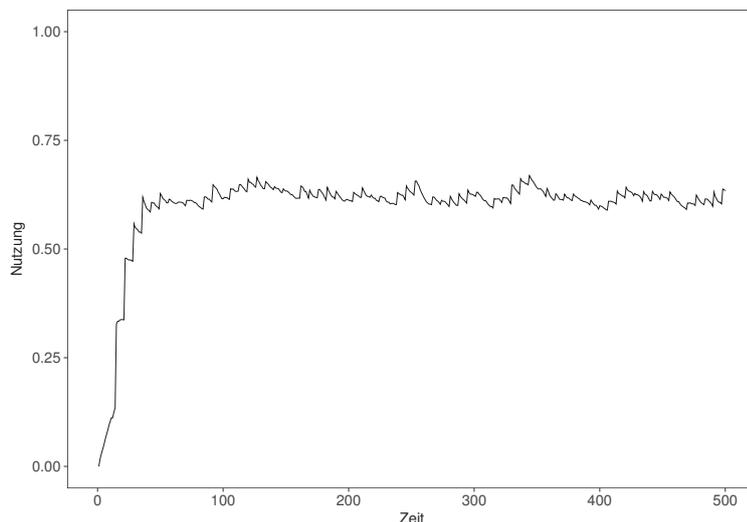


Abbildung 6.5: Beispielhafter Verlauf der Nutzungsintensität

Entgegen der Akzeptanzentwicklung erhöht sich der Mittelwert der Nutzung sprunghaft und erreicht relativ schnell (nach 36 Tagen) sein Stabilitätsniveau bei einem Wert um $U = 0,58$. Die Erhöhung ist gekennzeichnet durch zwei scharfe Anstiege zum Zeitpunkt $t = 16$ und $t = 23$. Es wird vermutet, dass diese Anstiege mit einer erheblichen Interventionstätigkeit der steuernden Akteure einhergeht. Ähnlich ist die Sägezahnkurve auf dem Sättigungsniveau auf die zyklisch auftretenden, aber vom Betrag geringeren Interventionen zurückzuführen. In den Daten zeigt sich jeweils ein Ausschlag im Nutzungsniveau im 7-Tage-Rhythmus, welcher von einer Nutzungsreduzierung gefolgt wird. Dieser Vermutung wird in Abschnitt 6.1.3 nachgegangen, in welchem die Steuerungswirkung untersucht wird. Der Verlauf lässt sich auch in mehrfacher Replikation reproduzieren. Auf eine grafische Darstellung wird hier verzichtet, da die Werte kaum Schwanken (siehe Abschnitt 6.2.1)

Zur Erklärung des Verhaltens der beiden Kurven ist es sinnvoll, die Aufwand-Nutzen-Differenz zu betrachten (Abb. 6.6). Diese wirkt auf die Erwartungshaltung und bestimmt somit die Akzeptanz. Andererseits ist die Leistung und

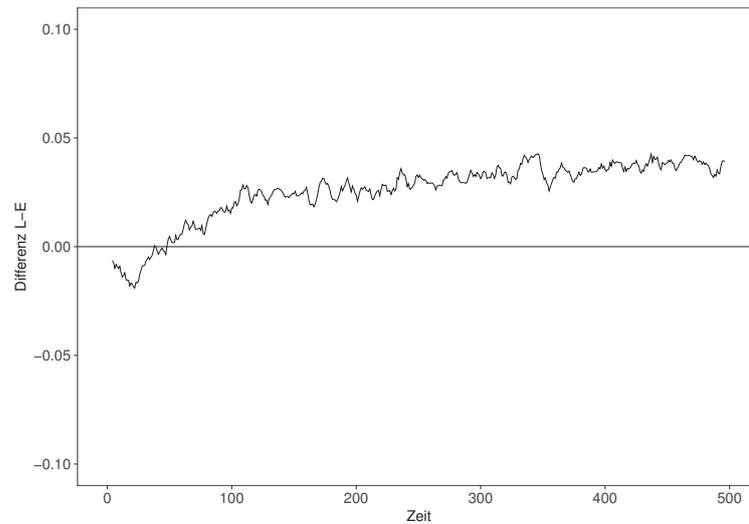


Abbildung 6.6: Beispielhafter Verlauf der Differenz aus Aufwand und Leistung

der Aufwand das Resultat der Nutzung und müsste entsprechend von dieser bestimmt werden.

Es ist ersichtlich, dass bis zum Zeitpunkt $t = 24$ das Verhältnis sich negativ seitwärts bewegt, danach jedoch eine starke Verschiebung der Relation vorliegt und ab $t = 29$ ein positiver Trend zu verzeichnen ist. Der Zeitpunkt der Verhaltensänderung liegt nun in unmittelbarer Nähe zur zweiten großen Nutzungsausdehnung.

Die Wirkung des Umschwungs auf die Akzeptanz ist nicht direkt nachzuweisen. Die Zeit zwischen den beiden Umschwüngen ist zu groß. Es ist jedoch festzustellen, dass beide Aspekte einen ähnlichen Verlauf haben. Zur Quantifizierung wird die Korrelation nach Spearman für das Beobachtungsintervall von 0 bis 150 genutzt. Der Test nach Pearson kann nicht verwendet werden, da die Variablen nicht normalverteilt sind.

X	Y	ρ	p-Wert
Akzeptanz	Nutzung	0,3757834	2,328e-06
Nutzung	Leistung-Aufwand	0,8210406	<2,2e-16
Leistung-Aufwand	Akzeptanz	0,3179514	7,768e-05

Tabelle 6.1: Korrelation der Mittelwerte

Alle Beziehungen sind signifikant. Der stärkste Zusammenhang ist zwischen der Nutzung und der Leistungs-Aufwand-Differenz zu erkennen. Die Zusammenhänge, welche die Akzeptanz mit umfassen, weisen niedrige Korrelationskoeffizienten auf (Tab. 6.1).

6.1.2 Mitarbeiterebene

Neben den Aussagen auf Organisationsebene ist die Verteilung der Akzeptanz- und Nutzungswerte bei den einzelnen Agenten erhellend, da die Informationen nicht aggregiert dargestellt werden, sondern einzelne Entscheidungen und Steuerungsimpulse im Verlauf der Daten identifiziert werden können. Einen Überblick über die unterschiedlichen Verhaltensweisen der Agenten gibt Abbildung 6.7. Für die Darstellung wurde die Simulationszeit in Felder zu jeweils zehn Tagen und die Akzeptanz in Felder in Schritten der Weite 0,1 geteilt. Die Färbung zeigt die Anzahl der Agenten an, welche in dieses Kästchen fallen. In roten Kästchen sind mehr Agenten anzutreffen als in blauen.

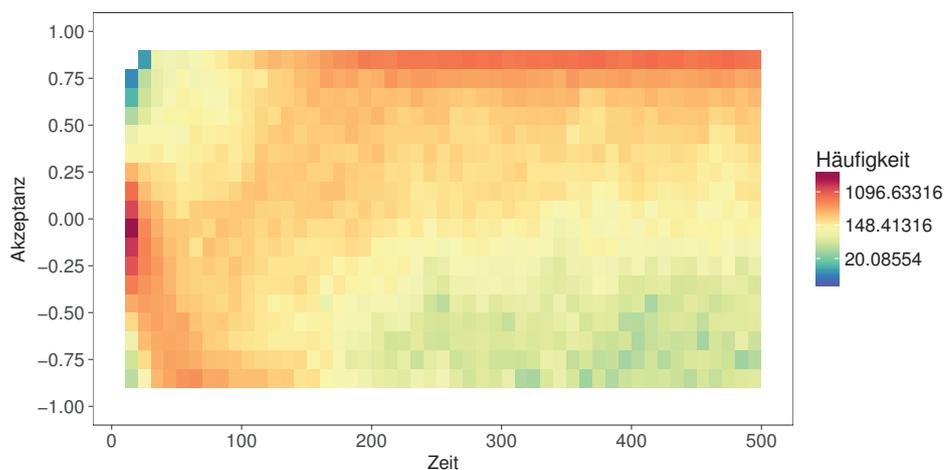


Abbildung 6.7: Verteilung der Akzeptanzverläufe

Es ist zu erkennen, dass nach gleichen Startbedingungen eine große Anzahl der Agenten eine negative Tendenz aufweisen. Diese hält bis zum Zeitpunkt $t = 150$ an. Es wird auch eine entgegengesetzte Bewegung deutlich. In der frühen Phase erfolgt eine Polarisierung der Mitarbeiter. Im Verlauf entfaltet sich jedoch ein Korridor oberhalb der Indifferenzlinie. Spätestens ab dem Zeitpunkt $t = 200$ dominieren die Agenten mit positiver Einstellung. Nur ein Bruchteil

verharrt als Gegner im unteren Abschnitt. Nicht alle Mitarbeiter entwickeln die maximale Akzeptanz. Die Abbildung zeigt auch, dass viele im Bereich zwischen 0,25 und 0,75 enden.

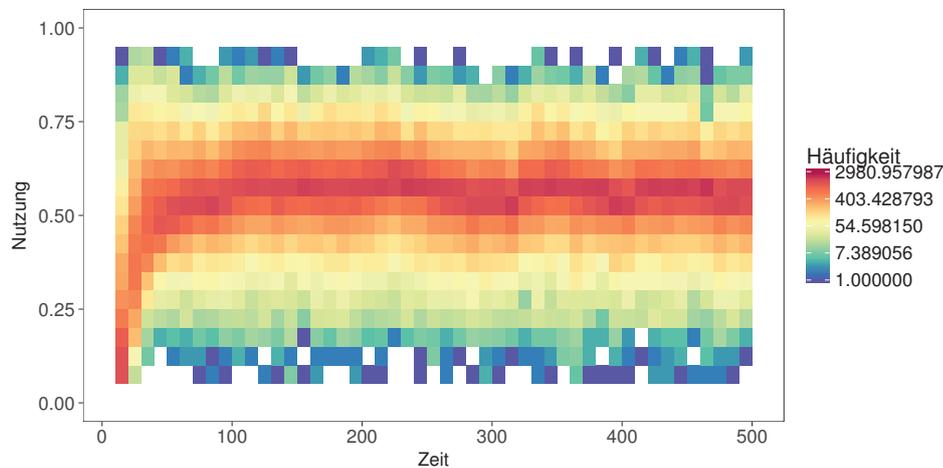


Abbildung 6.8: Verteilung der Nutzungsverläufe

Für die Verteilung der Nutzungsverläufe ergibt sich ein klareres Bild (Abb. 6.8). Das Verhalten der Mitarbeiter schwankt hier nicht. Einzig in der Stärke variieren maximale und minimale Ausschläge des Nutzungsniveaus. Das allgemeine Verhalten kann über ein logarithmisches begrenztes Wachstum charakterisiert werden. Der Korridor des Stabilitätsniveaus liegt in der Population daher im Intervall zwischen 0,4 und 0,8. Im Mittel werden 0,6 erreicht. Es existiert damit auf der Nutzungsebene keine Gruppe, welche sich entzieht. Die Sanktionen, welche mit komplettem Nutzungsverzicht einhergehen, verhindern dieses Verhalten. Dies ist konsistent mit der Annahme, dass es sich in Organisationen um die verpflichtende Nutzung handelt. Der minimale Wert eines Nutzungsniveaus von 0,4 zeigt jedoch auch, dass es eine untere Wirkungsgrenze der Sanktionen gibt. Es existieren Agenten, welche sich auf dieses Niveau zurückfallen lassen können, ohne stark sanktioniert zu werden. Die obere Grenze von 0,8 kommt durch den Parameter Technikintensität zustande. Dessen Schwankungsbereich zwischen 0,4 und 0,9 führt dazu, dass Werte oberhalb des Intervalls sehr unwahrscheinlich werden.

Aus den Abbildungen lassen sich unterschiedliche Mitarbeitertypen ableiten. Über die Beobachtung einzelner Agenten können individuelle Entscheidungsmuster rekonstruiert werden. Im Fall der hier vorliegenden Simulation wird

die positive Verstärkung anhand von Mitarbeitern in der Champion-Rolle dargestellt. Weiterhin können negative Verstärkungseffekte bei der Gruppe der Gegner beobachtet werden. Zwischen den beiden polaren Verhaltensweisen existieren zwei weitere Gruppen. Die erste zeigt alternierendes Verhalten, während sich die Werte der zweiten auf einem niedrigen Niveau stabilisieren. Für alle Gruppen wird der Verlauf der Akzeptanz und der Nutzung dargestellt. Die betrachteten Agenten unterscheiden sich in ihrer Parameterzusammenstellung.

	Champion	Gegner	Alternierender Mitarbeiter	Stagnierender Mitarbeiter
Funktionalität	0,761	0,307	0,709	0,384
Usability	0,798	0,308	0,674	0,597
Technikintensität	0,668	0,645	0,49	0,705
Alpha	0,755	0,695	0,186	0,512
Beta	0,613	0,771	0,446	0,337
Vorherige Erfahrung	0,416	0,442	0,453	0,37
Lernfähigkeit	0,865	0,95	1,078	0,942
Degree	20	11	26	53

Tabelle 6.2: Parameter der beispielhaft betrachteten Mitarbeiteragenten

Weiterhin ist auf der Mitarbeiterebene die Wirkung der Interaktion und Steuerung direkt zu beobachten. Während auf der Organisationsebene die Effekte nur in Summe wahrzunehmen sind und hinter dem aggregierten Verhalten aller Akteure verschwinden, kann auf der individuellen Ebenen gut nachgewiesen werden, welche Wirkung die informale Beeinflussung (sozialer Druck) sowie die intendiert gesetzten Steuerungsinterventionen auf die Entwicklung von Akzeptanz und Nutzung haben. Daher wird im Anschluss an die Mitarbeitergruppen die Wirkung der Veränderungsimpulse beispielhaft dargestellt.

Positive Verstärkung

Beim ersten betrachteten Mitarbeitertyp verstärken sich die positiven Effekte gegenseitig. Er ist gekennzeichnet durch ein starkes Akzeptanzwachstum und dem langen Verharren auf dem maximalen Akzeptanzniveau. Abbildung 6.9a zeigt den entsprechenden Verlauf.

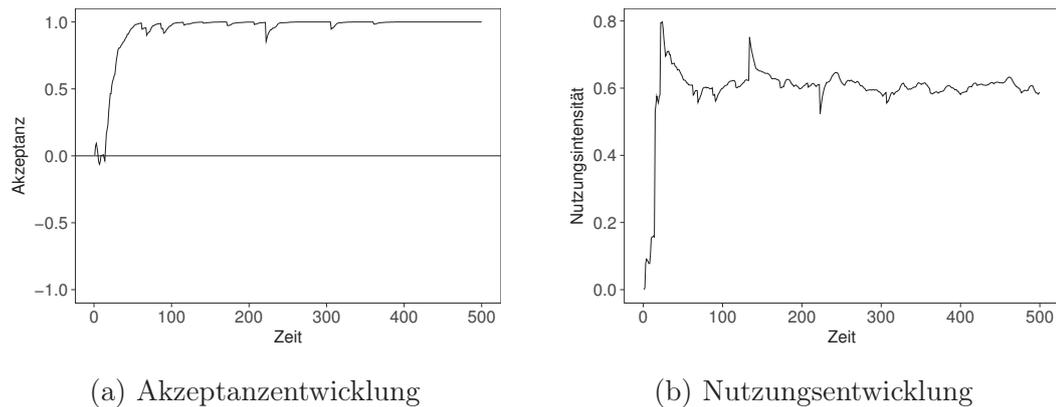


Abbildung 6.9: Akzeptanz- und Nutzungsentwicklung eines Champions

Die Parameter der Champions unterschieden sich von anderen Mitarbeitern insbesondere durch hohe Werte für die Technologie (Funktionalität und Usability) und Aufgaben (Technikintensität). Die leistungsfähige und einfach zu nutzende Technologie bestimmt ihre Arbeit und führt durch die guten Erfahrungen zur positiven Verstärkung. Weiterhin weisen Champions hohe Selbstwirksamkeit auf. Dies hat zur Folge, dass sich ihr Verhalten stabilisiert und sie von anderen Mitarbeitern schwer überzeugt werden können. Die Akzeptanzentwicklung ist daher hauptsächlich endogen und wird weniger durch andere Mitarbeiter beeinflusst. Sie unterscheiden sich nicht in puncto Erfahrung, sind jedoch sehr lernfähig, womit sie gegebenenfalls niedrige initiale Erfahrungswerte kompensieren können.

Der Anstieg der Akzeptanz schlägt sich auch im Nutzungsverhalten nieder (Abb. 6.9b). Im Vergleich zum Mittelwert und zu anderen Typen kommt es zu einer überschießenden Nutzung. Durch die starke Nutzung in Kombination mit guten exogenen Technologie- und Aufgabenwerten werden von Beginn an hohe Leistungen mit geringem Aufwand erzielt, was zu einer Erhöhung der Erwartung führt. Diese erhöht wiederum die Akzeptanz, was zu einer stärkeren Nutzung zur Folge hat. Nach dem initialen Aufschwung sinkt die Nutzung jedoch wieder auf das mittlere Niveau. Als Ursache ist hierfür die Sättigung der Akzeptanz zu sehen. Die positiven (euphorisierenden) Effekte, welche die erste Konfrontation mit der Technologie auslösen, werden schwächer und später sogar von negativem, sozialem Nutzungsdruck verdrängt, was zur sukzessiven Anpassung der Erwartungen an das Gruppenmittel führt.

Die positiven Effekte des schnellen und stabilen Akzeptanzwachstums sind nicht nur für den einzelnen Mitarbeiter relevant. Durch die Überzeugung verbreitet sich die positive Einstellung zu anderen Mitarbeitern. Hierdurch bildet der Champion einen Kern der Verbreitung und Akzeptanzsicherung.

Negative Verstärkung

Die Gegner stellen den Gegenpol zu den Champions dar. Abbildung 6.10 zeigt die entsprechenden Verläufe. Ihre Akzeptanz fällt schnell ab. Sie sind von der Technologie enttäuscht. Die negative Einstellung führt zu geringer Nutzung und Leistung, was wiederum die Erwartungen nach unten drückt. Die Verstärkungseffekte wirken daher in die negative Richtung. Als Grund für diese Entwicklung ist auch bei Gegnern die Parameterkonstellation anzuführen. Ähnlich den Champions ist die Technikintensität der Gegner relativ hoch. Der Erfolg ihrer Arbeit beruht auf der Nutzung der Technologie. Bei Gegnern sind jedoch Funktionalität und Usability gering ausgeprägt. Selbst wenn die Technologie intensiv genutzt wird, produziert der Mitarbeiter nicht genügend Leistung, um den recht hohen Aufwand zu kompensieren. Er reagiert daher mit der Reduktion der Nutzung. Die Einstellung wird auch wenig über sozialen Druck geändert. Wie auch der Champion ist die Selbstwirksamkeit des Gegners recht hoch. Selbst wenn sein Umfeld eine positive Einstellung aufweist und ihn zur Nutzung drängt, verinnerlicht er diese Aufforderungen nicht weiter. Er bleibt in seiner Negativspirale gefangen.

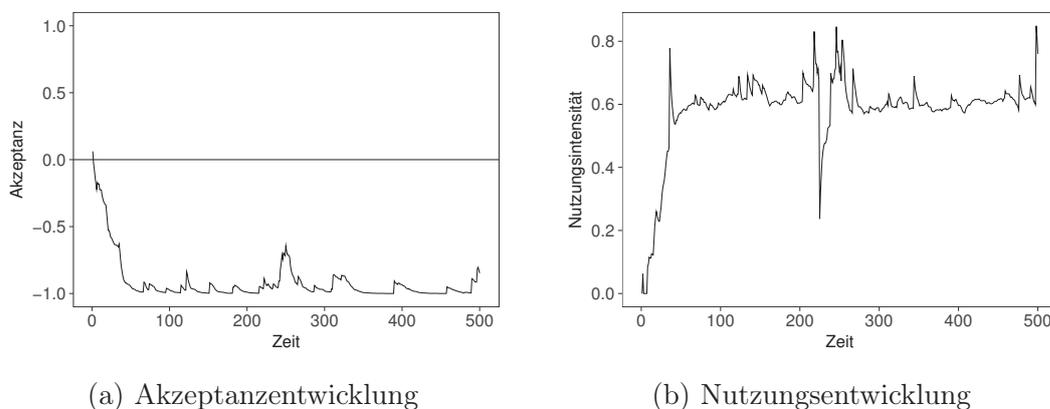


Abbildung 6.10: Akzeptanz- und Nutzungsentwicklung eines Gegners

Innerhalb der ersten 50 Tage ist ein starkes Abfallen der Akzeptanz zu erkennen. Die Einstellung stagniert dann auf niedrigem Niveau. Dabei sind Interventionsversuche durch lokale Ausschläge zu erkennen. Die Akzeptanz erhöht sich dabei kurzfristig, fällt jedoch aufgrund der Diskrepanz zwischen Aufwand und Leistung wieder auf ihr ursprüngliches, niedriges Niveau zurück. Es gelingt den intervenierenden Akteuren daher nicht, die Einstellung des Gegners nachhaltig zu verändern.

Entgegen der Erwartung entwickelt sich das Nutzungsniveau des Gegners analog zum Champion. Auch hier steigt das Nutzungsniveau zunächst rapide an. Es dauert etwas länger als beim Champion, kurzzeitig wird jedoch das gleich Nutzungsmaximum erreicht. Der Gegner fällt dann jedoch schneller auf das Nutzungsmittel zurück. Es ist weiterhin zu beobachten, dass ausgehend von diesem Niveau gelegentlich Ausschläge nach oben und unten vorkommen. Diese resultieren aus der hohen Sensitivität der Agenten für Steuerung ($\beta = 0,771$). Da er aufgrund der Funktionalität und Usability bei gleicher Nutzungsintensität weniger leistet als andere Agenten, ist er häufiger das Ziel von Interventionen. Diese haben einen kurzfristigen positiven Effekt auf die Nutzung, z. B. durch Anreize des Change Agent, zeigen jedoch keine nachhaltige Wirkung. Der Gegner fällt immer wieder auf das ursprüngliche Nutzungsniveau zurück. Auch die Bestrafung durch Managementagenten ist sichtbar im Nutzungseinbruch um $t = 225$. Sie führt dazu, dass das Nutzungsniveau rapide fällt, sich jedoch ähnlich den positiven Ausschlägen auf einem mittleren Niveau stabilisiert.

Wissen beeinflusst den Verlauf der Nutzungsintensität nicht. Sowohl die initiale Erfahrung als auch die Lernfähigkeit sind nach der Simulation keine Indikatoren dafür, dass ein Mitarbeiter der Technologie abwehrend gegenübersteht. Die Haltung resultiert vielmehr aus der geringen Leistungsfähigkeit, die bei der Aufgabenerfüllung erzielt werden kann. Die negative Erfahrung kommuniziert der Gegner als Multiplikator auch in seinem Umfeld. Dies ist insbesondere zu Beginn der Simulation zu beobachten. Die enttäuschte Erwartung und das Fehlen einer hinreichenden Anzahl Champions führt auf Organisationsebene dazu, dass die Akzeptanz im Mittel absinkt. Soziale Beeinflussung und Steuerungsinterventionen führen bei den meisten Mitarbeitern dazu, dass sie ihre Einstellung verändern. Bei Gegnern wirken diese Maßnahmen jedoch nicht. Ihre negative Wirkung wird erst durch die Gegenüberstellung von Champions

kompensiert, wie im Verlauf ersichtlich wird. Die Identifikation der Gegner und ihre Position im Netzwerk ist daher im praktischen Change Management von immenser Bedeutung.

Alternierende Agenten

Im Gegensatz zu den polaren Mitarbeiteragenten sind die nächsten Typen durch ein mittleres Akzeptanzniveau gekennzeichnet. Beiden gelingt es nicht, einen bestimmten Schwellenwert zu überschreiten. Sie unterscheiden sich darin, wie dieser Wert erreicht wird. Während bei stagnierenden Nutzern stetig auf das finale Nutzungsniveau hingesteuert wird, schwankt die Akzeptanz alternierender Agenten. Das endgültige Niveau ergibt sich bei ihnen daher als langfristiger Mittelwert. Zunächst werden die Eigenschaften und Mechanismen alternierender Mitarbeiter vorgestellt. Die Beschreibung stagnierender Agenten erfolgt im Anschluss.

Ausschlaggebend für das alternierende Verhalten ist eine niedrige Selbstwirksamkeit ($\alpha = 0,186$). Der Agent ist daher sensibel für Impulse aus seiner Umgebung, welche bei der Einstellungsbildung ein hohes Gewicht haben. Er weist hohe Werte bei Funktionalität und Usability auf, die Technikintensität seiner Aufgabe ist mittel.

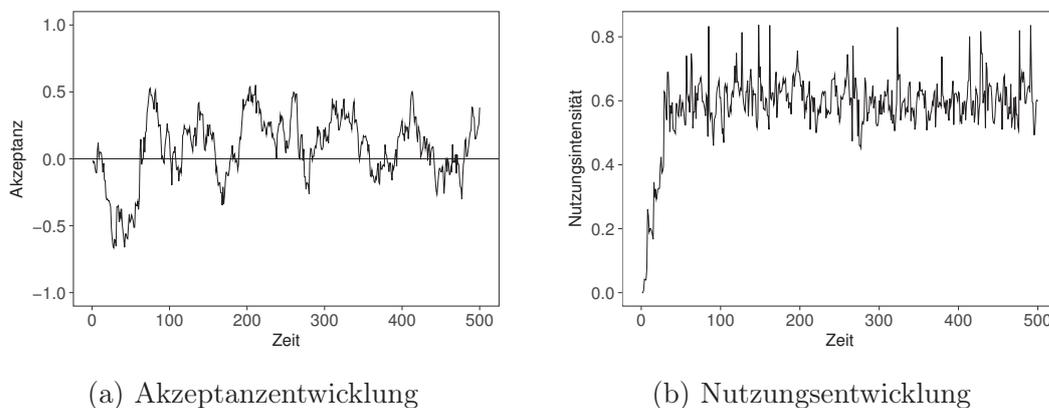


Abbildung 6.11: Akzeptanz- und Nutzungsentwicklung eines alternierenden Agenten

Es ist deutlich erkennbar, dass der Mitarbeiter zunächst verstärkt durch die negative Einstellung in seiner Umwelt beeinflusst wird (Abb. 6.11). Er übertritt dabei sogar die Grenze zur Gegnerschaft. Mit dem Wandel in der Umwelt kommt es jedoch zum ebenso schnellen Wandel der eigenen Einstellung. Diese

entwickelt sich nicht kontinuierlich positiv, sondern erreicht bei einem Wert von $A \approx 0,5$ eine obere Grenze. Weiterhin bildet sich durch die Umweltwirkung auch eine untere Grenze bei $A \approx -0,3$. In diesem Korridor schwankt ab dem Zeitpunkt $t = 150$ die Akzeptanz des Mitarbeiters. Die Intensität der Schwankung nimmt unterschiedliche Werte an. Starke Schwankungen können auf Interventionen, schwache auf Umwelteinflüsse zurückzuführen sein.

Weiterhin wirkt sich die niedrige Technikintensität auf die stark wechselnde Einstellung aus. Dieser Effekt wird durch das Modelldesign erzeugt. Der residuale Leistungs- und Aufwandsteil, welcher nicht durch den Einsatz der Technologie bestimmt wird, ist dabei entsprechend größer. Somit beinhaltet die Leistung und der Aufwand einen höheren zufälligen Anteil, welcher durch den Agenten nicht antizipiert werden kann. Die Lücke zwischen Erwartungs- und realisiertem Wert ist daher unterschiedlich groß, was zu häufigen und intensiven Schwankungen der Akzeptanz führt. Ein Teil des dargestellten Verhaltens ist daher künstlich. Es ist unwahrscheinlich, eine über die Zeit inkonsistente Einstellungsbildung in der Praxis zu beobachten. Die Akzeptanz- und Nutzungstendenz bleibt jedoch erhalten. Der zufällige Wert müsste in zukünftigen Modellerweiterungen durch zeitlich konsistente Werte ersetzt werden, um die Künstlichkeit zu eliminieren

Die Schwankungen der Akzeptanz sind auch im Nutzungsverhalten sichtbar. Analog zu den anderen Nutzungstypen steigt die Intensität zunächst schnell an. Es erfolgt jedoch keine überschießende Nutzung, sondern das Verhalten beginnt sehr stark zu oszillieren. Anders als bei Champions und Gegnern ergibt sich ein häufiges Auf und Ab der Nutzung in einem stabilen Korridor zwischen $U \approx 0,4$ und $U \approx 0,8$ bei einem Mittelwert von $U \approx 0,6$. Die Breite ist auf die große Sensitivität des Mitarbeiters auf externe Einflüsse zurückzuführen. Es stellt sich keine stabile Entwicklung aus der Aufwand-Nutzen-Erwägung ein, sondern der Agent ist Spielball seiner Umwelt. Es kommt zu additiven Effekten aus der sozial bestimmten Akzeptanzbildung und dem Nutzungsdruck der Umwelt. Die soziale Konformität wirkt daher doppelt.

Das Lernen hat keinen Einfluss auf die Nutzung. Sowohl die vorherige Erfahrung als auch die Lernfähigkeit des Mitarbeiters führt nicht dazu, dass sich das Verhalten stabilisiert oder der soziale Einfluss signifikant zurückgedrängt werden kann. Auch Steuerungsinterventionen führen nicht dazu, dass das Ver-

halten konsistent wird. Die Kombination aus sozialer Beeinflussung und einem hohen zufälligen Anteil bei der Leistungs- und Aufwandsproduktion sorgen dafür, dass innerhalb des Korridors das Verhalten nicht vorhersagbar ist.

Stagnierende Nutzer

Neben dem alternierenden Nutzer existiert im mittleren Akzeptanzbereich ein weiterer Typ. Dieser zeichnet sich durch das Stagnieren der Einstellungswerte auf einem niedrigen Niveau aus. Anders als Champions und Gegner existieren keine Verstärkungseffekte, die zu einer polaren Ausprägung der Akzeptanz führen. Dies liegt zum einen an der Parameterkonstellation für Technologie und Aufgaben. Bei stagnierenden Nutzern ist zwar eine geringe Funktionalität vorherrschend, jedoch werden ihre techniklastigen Aufgaben auch aufgrund einer recht hohen Usability mit wenig Aufwand erfüllt. Zum anderen liegt ihre Selbstwirksamkeit im mittleren Bereich. Sie sind somit offen für soziale Einflüsse, vertrauen aber gleichzeitig auf ihre eigene Einschätzung.

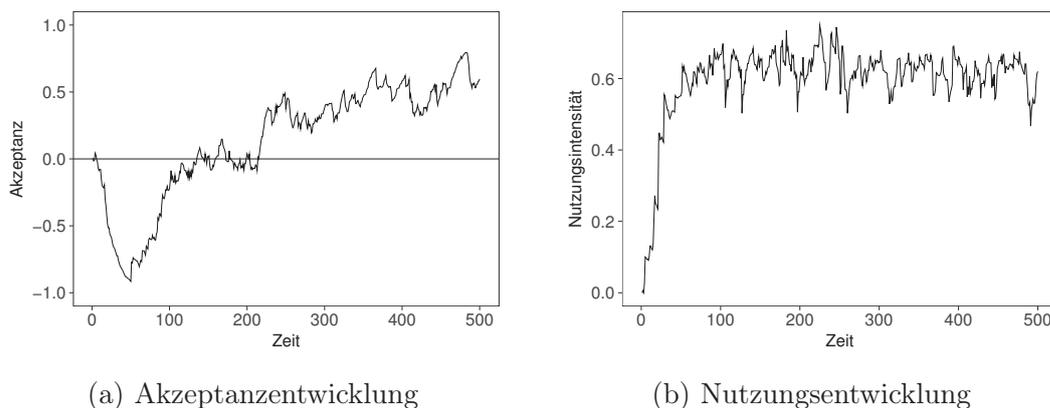


Abbildung 6.12: Akzeptanz- und Nutzungsentwicklung eines stagnierenden Agenten

Ausgehend von dem geringen Niveau sinkt die Akzeptanz zunächst ab (Abb. 6.12). Durch die geringe Funktionalität ist die Reduzierung sehr stark und endet erst bei einem Wert von $A \approx -0,9$ zum Zeitpunkt $t = 50$. Von da ab steigt sie stetig bis bei $t = 100$ ihr erster Stabilitätswert erreicht ist. Sie verharrt um die Indifferenzgrenze bis zum Zeitpunkt $t = 210$. Es folgt ein sprunghafter Anstieg und die Stabilisierung auf einem Akzeptanzniveau von $A = 0,36$. Nach dieser Phase verfällt der Agent in größere Schwankungen, welche um das Niveau $A = 0,5$ stattfinden.

Kausal kann der erste Anstieg der Akzeptanz mit den Lerneffekten erklärt werden. Im Fall des dargestellten Agenten startet er von einem geringen Wissensniveau. Seine Lernfähigkeit ist leicht unterdurchschnittlich. Von dem niedrigen Startniveau erreicht der Mitarbeiter durch die initiale Nutzungsausdehnung schnell ein mittleres Niveau. Dies wirkt doppelt auf die Akzeptanz zurück. Zunächst erhöht der Mitarbeiter seinen Output trotz niedriger Funktionalität. Weiterhin moderiert die Erfahrung die negativen Effekte aus seinem Umfeld. Der Mitarbeiter verlässt sich mehr auf seine eigenen positiven Erfahrungen.

Der Übergang zur Stagnation hängt mit dem Erreichen des Nutzungsplateaus zusammen. Indem der Mitarbeiter keine Nutzungszuwächse mehr verzeichnet, lernt er nicht weiter und stagniert auf dem dargestellten Niveau. Die zweite Steigerung erfolgt sprunghaft, was die Vermutung nahelegt, dass es sich um einen externen Effekt handelt, also um das Ausüben sozialen Drucks oder eine bewusste Intervention. Dem wird im weiteren Verlauf nachgegangen.

In der Nutzungsentwicklung machen sich diese Sprünge in der Einstellung nicht bemerkbar. Es ist zwar der typische initiale Nutzungsanstieg zu beobachten, welcher die negative Akzeptanzentwicklung stoppt, eine Rückwirkung des exogen erzeugten Akzeptanzanstiegs auf die Nutzungsintensität ist aber nicht nachzuweisen. Die Nutzungskurve verzeichnet zwar eine Spitze zu dem Zeitpunkt, sie wird jedoch recht schnell nivelliert. Auch die beschriebenen Akzeptanzstufen finden keine Entsprechung im Nutzungsverhalten.

Zusammenfassend lässt sich für die Mitarbeitertypen festhalten, dass sie sich nur in Bezug auf die Einstellung unterscheiden. Alle Typen legen ein ähnliches Nutzungsverhalten an den Tag. Über die Parameterkonstellationen konnte gezeigt werden, dass die Nutzung vermittelt durch das Verhältnis zwischen Funktionalität und Usability unterschiedliche Effekte haben kann. Weiterhin spielt die Technikintensität eine Rolle beim Auftreten starker Akzeptanz- und Nutzungsschwankungen. Dieser Effekt ist jedoch künstlich und resultiert aus dem Modelldesign.

Während die beiden polaren Akteure hohe Ausprägungen in puncto Selbstwirksamkeit aufweisen, sind geringe Werte dieses Parameters ein Indikator für schwankende Einstellungen. Eng damit verbunden sind die Ansteckungseffekte über die intraorganisationale Kommunikation. Sie wirkt nivellierend auf die Akzeptanz und die Nutzung. Gegenseitige Abstimmung führt zu einer Konvergenz

der Werte. Einzig Gegner lassen sich aufgrund ihres sehr ungünstigen Aufwand-Leistungs-Verhältnisses nur schwer beeinflussen. Auch gezielte Interventionen wirken nicht nachhaltig in dieser Konstellation.

In den anschließenden Abschnitten wird genauer auf die Wirkung des sozialen Drucks und der gezielten Interventionen eingegangen.

Sozialer Druck

Der Vergleich des Mitarbeiters mit seiner Umwelt ist der Auslöser für sozialen Druck auf der Einstellungs- und Nutzungsebene. Das Modell trifft die Annahme, dass die Beobachtung von Leistung und Aufwand der umgebenden Agenten die Einstellung des Mitarbeiters beeinflusst. Der Vergleich der Nutzungsintensität führt hingegen zu Konformitätsdruck beim Umgang mit der Technologie. Der Druck auf die Einstellung wird im Folgenden als Differenz von Leistungs- und Aufwandsdruck dargestellt. Der Nutzungsdruck wird als solcher übernommen.

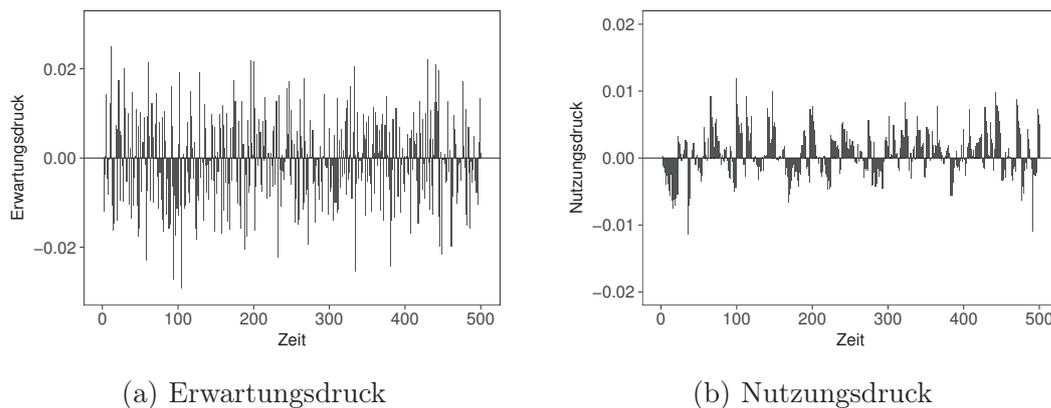


Abbildung 6.13: Mittelwerte der Typen sozialen Drucks

Es ist in Abbildung 6.13 zu erkennen, dass der soziale Druck im Mittelwert auf einem sehr niedrigen Niveau ($\pm 0,03$) liegt. Dies ist auf die Gruppenheterogenität zurückzuführen, da sich im Mittelwert positiver und negativer Druck ausgleichen.

Der Erwartungsdruck zeigt einen stark schwankenden Verlauf. Es sind dabei Sequenzen starker Aktivität und solche mit weniger ausgeprägtem sozialen Druck zu erkennen. Auf einen stark positiven Ausschlag folgt in den meisten Fällen ein entsprechender korrigierender negativer Impuls und vice versa.

Auch der Verlauf des Nutzungsdrucks zeigt ein weniger schwankendes Verhalten. Nach einem leichten negativen Druck aufgrund der ersten Erwartungsenttäuschung kommt es zu einem neutralen Verlauf bei dem sich positive und negative Einflüsse die Waage halten. An einigen Punkten sind jedoch auch positive Ausschläge zu erkennen.

Es ist weder beim Erwartungsdruck noch beim Nutzungsdruck eine klare positive oder negative Tendenz zu erkennen. Dies deutet auf eine homogene Entwicklung der Gesamtpopulation hin. Der soziale Druck wirkt dabei als Korrektiv auf das individuelle Verhalten und führt zu einer Konvergenz der individuellen Einstellung mit der Gruppenmeinung. Die Wirksamkeit des Drucks hängt dabei vom jeweils beobachtenden Agenten ab. Die Konvergenz ist gut bei den beiden polaren Nutzertypen zu erkennen. So sind Champions einem kontinuierlichen negativen Druck auf die Einstellung ausgesetzt, während Gegner dauerhaft mit positivem Umweltdruck konfrontiert sind (Abb. 6.14).

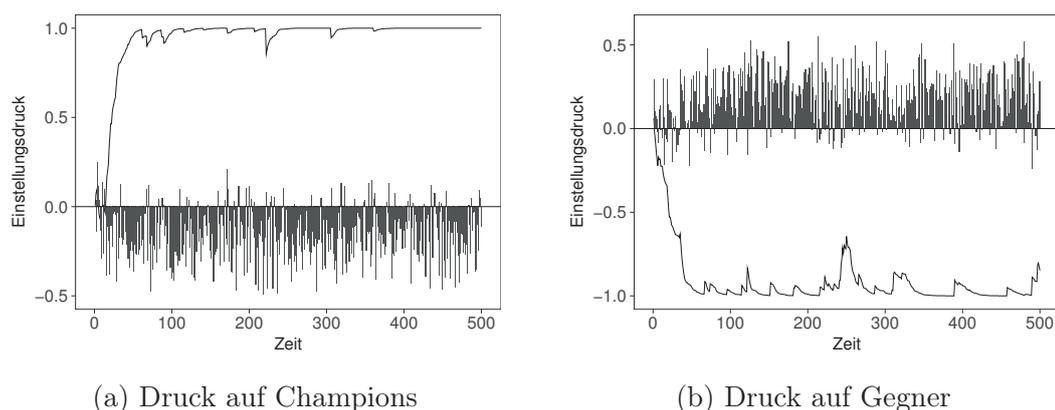


Abbildung 6.14: Wirkung sozialen Drucks auf polare Akteure

Die gegenseitige Anpassung ist nur ein Aspekt der Akzeptanz-Leistungskette. Die vielen umgebenden Akteure können sehr unterschiedlich reagieren, was zu dem stark schwankenden Umweltdruck führt. Weiterhin ist zu bemerken, dass starke Ausschläge der Akzeptanz von einer Reaktion der Druckkurve begleitet werden. Kausal geht die individuelle Veränderung der Druckreaktion voran. Die starken Ausschläge des Drucks sind somit Reaktionen auf ein individuelles Abweichen vom Gruppenmittel.

Im Vergleich der beiden anderen Nutzergruppen ist zu erkennen, dass die Amplitude des Drucks beim alternierender größer ist als beim stagnierenden

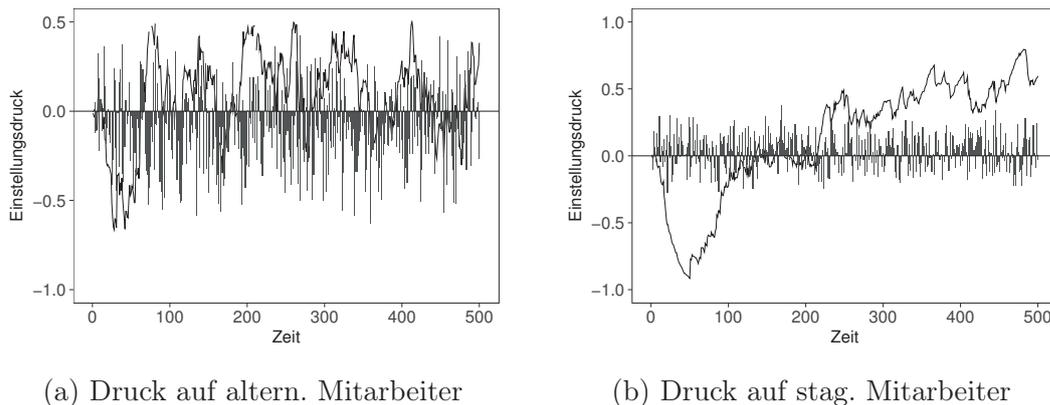


Abbildung 6.15: Wirkung sozialen Drucks auf mittlere Akteure

Mitarbeiter (Abb. 6.15). Bei beiden schwankt der Druck um den Wert 0. Es ist jedoch zu vermuten, dass Letztere bereits gruppenkonformer sind oder ihre Gruppe eine höhere Homogenität aufweist. Betrachtet man die Ausschläge der Druckkurve, so ist festzustellen, dass sie bei stagnierenden Akteuren häufiger synchron zu dem individuellen Akzeptanzverhalten ist. Dies legt nahe, dass es weniger die Gruppenkonformität als vielmehr die größeren homogenen Veränderungen der Umwelt sind, welche die Akzeptanzkurve bestimmen.

Neben der Wirkung auf die Akzeptanz richtet sich sozialer Druck auch auf die Nutzung der Technologie. Die Differenz aus individueller und beobachteter Nutzung wird vom Mitarbeiter wahrgenommen. Entsprechend seiner Konformitätspräferenz wirkt dieser Druck auf das Nutzungsverhalten. Da die Entwicklung der Nutzung sich über die Mitarbeitertypen nicht unterscheidet, wird die Wirkung am Beispiel des stagnierenden Mitarbeiters verdeutlicht (Abb. 6.16).

Es ist zu erkennen, dass sich der Nutzungsdruck als Korrektiv verhält. Nach der starken Anstiegsphase, in welcher der Druck die Entwicklung noch beschleunigt, folgt ein Absinken, welches sogar negativ ausgeprägte Werte hervorruft. Bei schärferen Nutzungseinbrüchen, z. B. zwischen $t = 100$ und $t = 150$, wirkt das Umfeld kompensierend. Der Druck steigt an und entsprechend entwickelt sich das Nutzungsniveau aufwärts. Insgesamt konvergiert durch den Nutzungsdruck das Gesamtverhalten der Mitarbeiter zum Stabilitätswert (in diesem Fall $U = 0,6$). Positive und negative Ausbrüche werden über den Druck abgeschwächt. Ob sich ein Agent mit individuellen Ausbrüchen durchsetzen

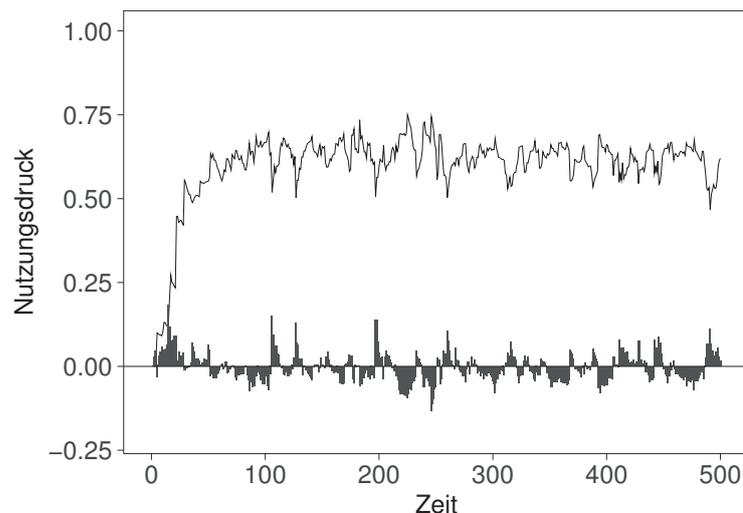


Abbildung 6.16: Wirkung des Nutzungsdrucks

kann, hängt also maßgeblich vom Gewicht des Drucks in der Nutzungserwägung ab. Daher ist die Selbstwirksamkeit (α) von großer Bedeutung für das Gesamtverhalten.

Interventionswirkung

Neben dem sozialen Druck auf Erwartungsbildung und Nutzung bilden die bewussten Interventionen die organisationale Steuerung ab. Sie unterscheiden sich in Überzeugungsversuche der Champions und Gegner, den leistungsbezogenen Steuerungsversuchen des Managements sowie den akzeptanz- und nutzungsfördernden Tätigkeiten der Change Agents.

Umfeldaktivitäten

Laut Simulationsmodell ist die Beeinflussung der Mitarbeiter durch Champions und Gegner in ihrer Umgebung die häufigste Intervention. Sie findet täglich statt. Weiterhin können im Umfeld des Mitarbeiters mehrere Agenten in der Rolle des Champions oder Gegners sein, was zur mehrfachen Beeinflussung führt. Auf Basis der Beispielsimulation empfangen Mitarbeiter im Mittel 1.480 Beeinflussungsversuche durch Champions und 385 durch Gegner. Die Anzahl der Versuche unterscheidet sich je nach Mitarbeitertyp und Netzwerkposition. Abbildung 6.17 zeigt die unterschiedliche Intensität der Beeinflussungsversuche aus Sicht des Empfängers in absoluten Werten, normiert mit dem Grad des

Nutzers. Die Normierung ist notwendig, da ein stark vernetzter Mitarbeiter eine höhere Maximalanzahl beeinflussender Akteure aufweist. Einflussversuche der Champions werden positiv, solche der Gegner negativ abgetragen.

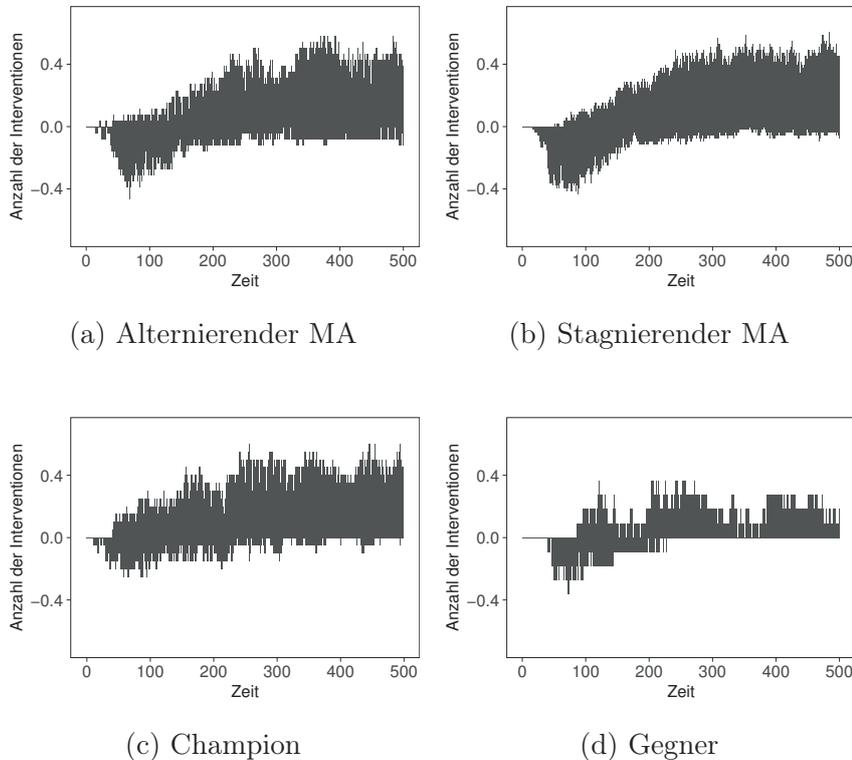


Abbildung 6.17: Normierte Anzahl der Überzeugungen durch Champions und Gegner

In der normierten Darstellung verhalten sich die Mitarbeitertypen ähnlich. Dabei überwiegen zunächst die negativen Einflüsse der Gegner. Diese werden im Verlauf immer weiter zurückgedrängt. Die beiden polaren Akteure unterscheiden sich von den mittleren Typen. Die Anzahl der Einflüsse von Champions auf Champions liegt dauerhaft über denen, die sie auf andere Akteure ausüben. Hierdurch bilden sie ein sich selbst verstärkendes Netzwerk. Der umgekehrte Effekt ist bei Gegnern zu beobachten, welche seltener als andere Gruppen von Champions überzeugt werden. Die Verstärkung erfolgt in dieser Gruppe in umgekehrter Richtung. Insbesondere in der frühen Phase werden negativ eingestellte Mitarbeiter weiterhin schlecht beeinflusst.

Es ist zu erkennen, dass alle Agenten widerstreitenden Akteuren ausgesetzt sind. Entsprechend der sich verändernden Verteilung der Nutzergruppen ändert sich auch die Bedeutung der Gegner. Sie treten seltener im Netzwerk auf und

wirken daher nicht weiter negativ. Dies ist insbesondere bei dem betrachteten Gegner zu sehen. Dieser ist ab dem Zeitpunkt $t \approx 225$ isoliert und nur noch der Beeinflussung der Champions ausgesetzt. Ein analoges Szenario ist beim Champion zu identifizieren. Hier erscheinen aber gelegentlich neue Gegner im Netzwerk.

Neben der Anzahl der Überzeugungsversuche ist deren Gesamtintensität zur Erklärung des Mitarbeiterverhaltens von Interesse. Da es zu gleichzeitigen Versuchen mehrerer Champions oder Gegner kommen kann, wurde im Modell definiert, dass sich mehrfache Einflüsse abgeschwächt auf den Mitarbeiter auswirken. Abbildung 6.18 fasst die wahrgenommene Intensität beider Sendertypen zusammen. Dabei ist der kumulierte Einfluss der Champions positiv, der kumulierte Einfluss der Gegner negativ abgetragen.

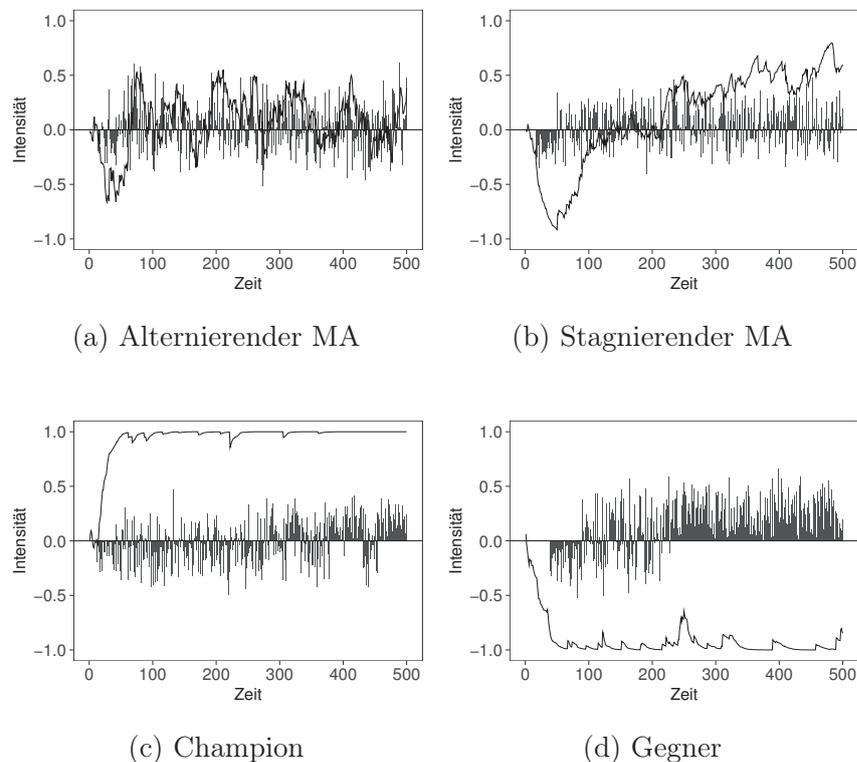


Abbildung 6.18: Wirkung der Überzeugungsversuche auf die Akzeptanz

Bei stagnierenden und alternierenden Mitarbeitern ist zu erkennen, dass bedeutsame Ausschläge der Akzeptanzkurve mit entsprechender Überzeugungsaktivität einhergehen. Besonders deutlich wird dies am Beginn der Technologieeinführung, wo die negativen Effekte der Gegner dominieren. Es existieren

jedoch auch Konstellationen, in denen eine absackende Akzeptanz durch intensive Überzeugungsarbeit aufgefangen wird, z. B. beim stagnierenden Mitarbeiter zum Zeitpunkt $t \approx 250$ bzw. $t \approx 420$.

Ein solches Verhalten ist bei Champions und Gegnern nicht zu erkennen. Hier existieren zwar auch leichte Effekte, die zu kurzzeitigen Ausbrüchen nach oben oder unten führen, im Mittel sind beide Nutzertypen jedoch nicht sensitiv gegenüber Überzeugungsversuchen. Da die Überzeugung nur bei der Akzeptanzbildung wirksam ist, wird eine Untersuchung des Verhältnisses zur Entwicklung des Nutzungsniveaus nicht vorgenommen.

Managementaktivitäten

Neben den Aktivitäten der Champions und Gegner versucht das Management die Outputleistung der Mitarbeiter zu steuern. Positive und negative Sanktionen dienen zur Leistungssteuerung und wirken auf die Nutzungsintensität. Belohnungen erhöhen dabei die Nutzung, Bestrafungen senken sie. Als starke Beeinflussungsmöglichkeit verfügt das Management über das Mittel des Zwangs. Dieser wirkt direkt auf die Nutzung und setzt das Nutzungsniveau entsprechend fest. Managementinterventionen sind weniger häufig als die Aktivitäten der Champions und Gegner, da ihnen eine Beobachtungsphase der Leistung und Nutzung vorangeht. Abbildung 6.19 zeigt die Wirkung von Zwang und Anreizen bei den unterschiedlichen Nutzertypen.

Mitarbeiter sind unterschiedlich häufig Ziel von Managementinterventionen. Dies hängt mit der erwarteten Leistung aufseiten des Managements und der tatsächlichen Leistung des Mitarbeiters zusammen. Daher werden Champions mit hoher Leistungsfähigkeit und Nutzung deutlich seltener vom Management beeinflusst als alternierende Akteure, bei denen die erbrachte Leistung stärker schwankt.

Weiterhin zeigt sich, dass es Unterschiede im Einsatz der Beeinflussungswege gibt. Über alle Akteure hinweg werden Sanktionen verwendet, die positiv auf die Nutzung wirken. Die Art der Beeinflussung unterscheidet sich jedoch. Während bei Champions und stagnierenden Mitarbeitern die Anreize überwiegen, werden alternierende Mitarbeiter und Gegner häufiger zur Nutzung gezwungen. Da sich das Nutzungsniveau bei beiden Agenten nicht unterscheidet, liegen diese Unterschiede in der Modelllogik des Managements begründet. Eine häufige

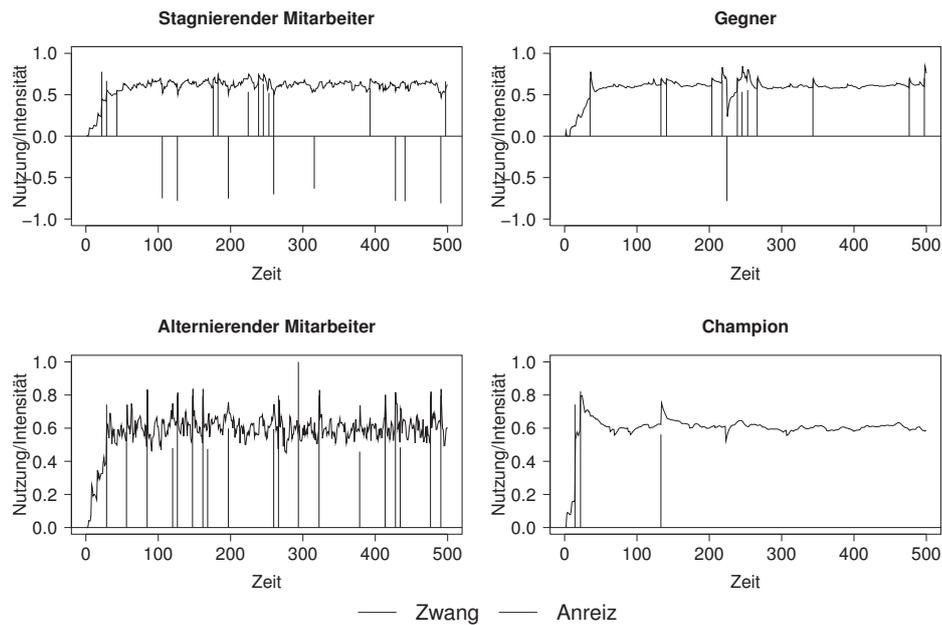


Abbildung 6.19: Wirkung der Managementinterventionen auf die Nutzung

Anwendung von Zwang deutet auf eine hohe Nutzungserwartung hin, viele positive Anreize hängen hingegen mit einer hohen Interventionsbereitschaft bzw. einer niedrigen Leistungserwartung zusammen. Hinsichtlich der Nutzung negativer Anreize unterscheiden sich die betrachteten Mitarbeiter voneinander. Champions und alternierende Agenten werden dabei nicht bestraft. Die Bestrafung der Gegner und stagnierenden Mitarbeiter hängt zum einen mit dem leicht niedrigeren Nutzungsniveau dieser Agenten zusammen. Zum anderen deutet die Parameterkonstellation darauf hin, dass die Leistungsfähigkeit dieser Mitarbeiter niedrig ist und sie damit die Managementexpectations nicht erfüllen können. Die Führung entscheidet sich daher häufiger für eine Bestrafung. Deren Wirkung wird im Nutzungsverhalten deutlich sichtbar. So bricht nach einer negativen Sanktion die Nutzung ein und erreicht erst nach einem kurzen Zeitraum das Ausgangsniveau. Dasselbe Verhalten ist bei positiven Anreizen zu beobachten. Hier erfolgt der Ausschlag in die positive Richtung, sodass es im Nachgang zu einer Reduzierung der Nutzung bis zum Ursprungsniveau kommt. Zeitlich ist kein Unterschied hinsichtlich der Interventionsdichte zu erkennen. Frühe Phasen unterscheiden sich nicht von späten. Es sind eher einzelne Sequenzen,

in denen steuernd eingegriffen wird – beim Gegner im Intervall $t = [200, 260]$ oder beim Champion zu Beginn der Technologieeinführung.

Insgesamt zeigt die Wirkung von Managementinterventionen, dass diese kurzzeitig das Nutzungsniveau heben können, die Wirkung jedoch nicht nachhaltig ist. Andererseits kann die Nutzungsausdehnung durch gesammelte Erfahrungen die Akzeptanz positiv beeinflussen, sodass über einen Rückkopplungsprozess ein höheres Niveau erreicht wird. Weiterhin ist erkennbar, dass negative Sanktionen einen Nutzungseinbruch nach sich ziehen, welcher durch die Frustration auch Folgen für die Akzeptanz hat. Wiederum ist die Frustration nicht von Dauer. Der Mitarbeiter tendiert zum Gruppenmittel.

Change-Agent-Aktivitäten

Die Managementinterventionen werden begleitet durch die geplanten Eingriffe der Change Agents. Diese nutzen unterschiedliche Maßnahmen zur Akzeptanz- und Nutzungsförderung. Überzeugung zielt direkt auf die Akzeptanzerhöhung ab, während Anreize die Nutzung direkt fördern. Schulungen und Informationen bieten dem Mitarbeiter hingegen eine bessere Basis für seine Nutzungsentscheidung und befähigen ihn zu höherer Produktivität. Sie wirken damit indirekt auf die Akzeptanz und Nutzung.

Nicht alle Mitarbeiter sind einem Change Agent zugeordnet. Von den beispielhaft betrachteten Mitarbeitern sind lediglich der alternierende und stagnierende Mitarbeiter durch einen Change Agent beeinflusst. Champion und Gegner werden nicht zum direkten Ziel von Change-Agent-Aktivitäten. Im Folgenden wird die Wirkung auf den stagnierenden Mitarbeiter gezeigt, da er am häufigsten beeinflusst wird.

Es dominieren Interventionen, welche auf Willensbarrieren abzielen. Die häufigste Intervention ist die Überzeugung (58), welche auf dem Medium Verpflichtung basiert. Der Change Agent versucht, den Mitarbeiter von den Vorteilen der Technologie zu überzeugen. Dabei kann er jedoch nicht die gleiche Intensität wie Champions und Gegner entfalten. Anders als die Überzeugung aus der Einstellung der Mitarbeiter heraus, fehlt dem Change Agent in Teilen diese Glaubwürdigkeit. Während die Mitarbeiter eine Intensität von bis zu 0,5 erzeugen, liegt der Change Agent weit darunter. Er kann nur mit einer Intensität von rund 0,1 auf den Mitarbeiter wirken. Abbildung 6.20 zeigt die

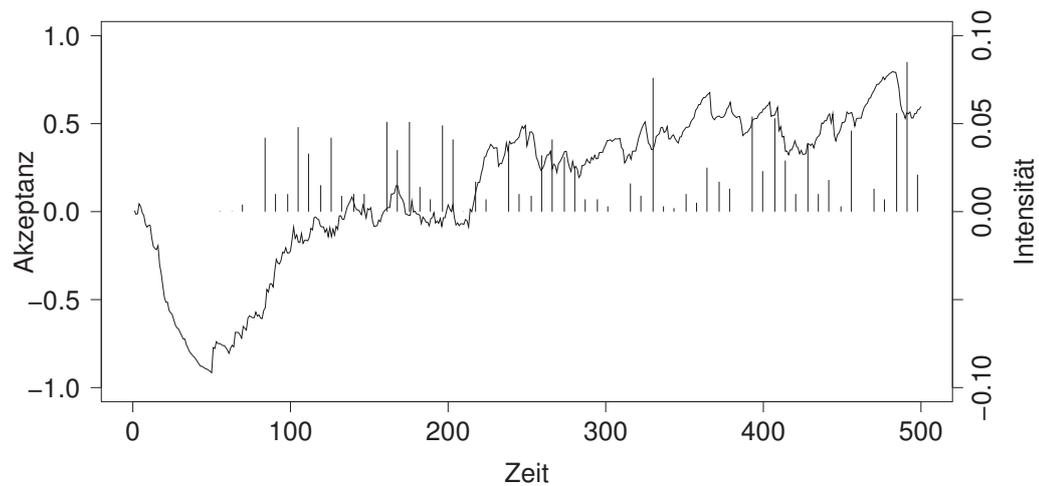


Abbildung 6.20: Wirkung der Überzeugungsarbeit des Change Agent

Wirkung der Interventionen beispielhaft am stagnierenden Agenten, wobei zur besseren Sichtbarkeit eine separate Skala für die Intensität gewählt wurde. Es lässt sich erkennen, dass die Intensität der Interventionen stärker wird, wenn die Akzeptanz des Nutzers auf einem niedrigen Level ist.

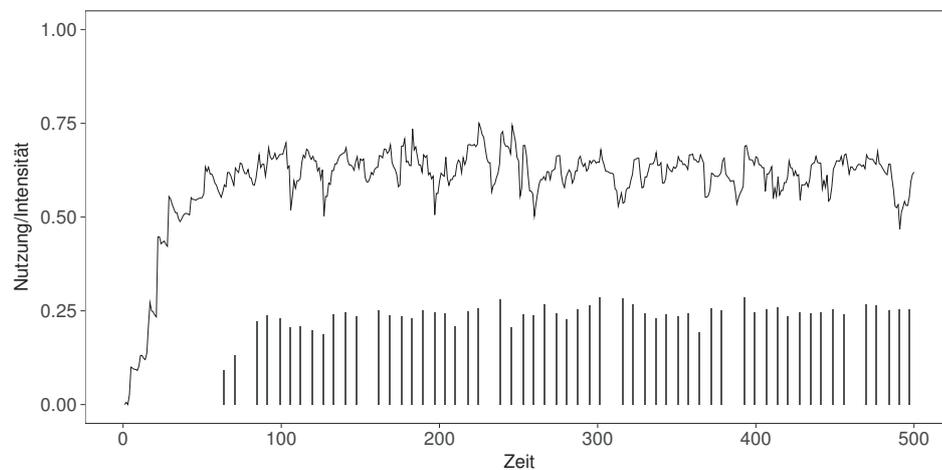


Abbildung 6.21: Wirkung der Anreize auf die Nutzung (nur Change Agent)

Weiterhin werden Anreize (57) häufig angewandt, um Nutzung zu steuern. Abbildung 6.21 zeigt die Intensität und das Timing der Anreize. Da es sich dabei um eine kollektive Intervention handelt, welche auf die Gruppe und nicht auf den einzelnen Agenten zugeschnitten ist, haben die Interventionen eine ähnliche Höhe. Ihre Intensität ist größer als bei der Überzeugung. Es ist

weiterhin ersichtlich, dass die Interventionsaktivität konstant über die gesamte Zeit ausgeführt wird. Es liegt daher nahe, dass die Gruppe, in welcher sich der stagnierende Agent befindet, insgesamt eine Nutzungsintensität unterhalb der Erwartung des Change Agent aufweist.

Der Verlauf legt nahe, dass durch die kontinuierliche Intervention des Change Agent das Nutzungsniveau künstlich auf einem höheren Niveau gehalten wird. Bleiben die Anreize aus, sinkt das Verhalten wieder ab.

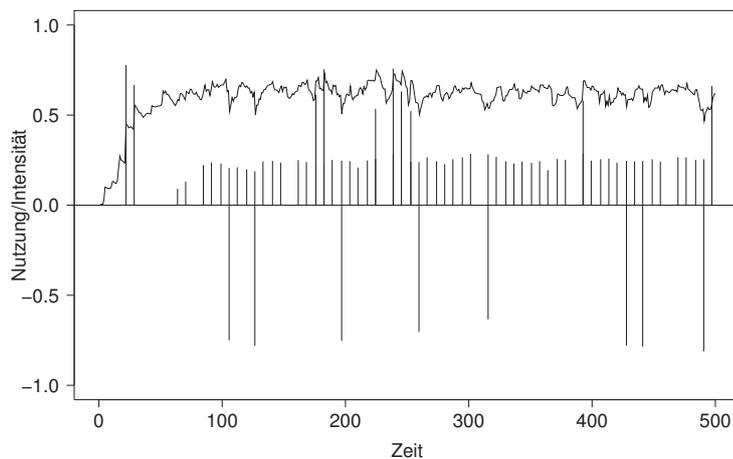


Abbildung 6.22: Wirkung der Anreize auf die Nutzung (Change Agent und Management)

Im Zusammenspiel mit den Anreizen auf der Managementebene ist festzuhalten, dass die Bemühungen des Change Agent durch diese konterkariert werden können. Abbildung 6.22 zeigt z. B. dass die Bestrafung zum Zeitpunkt $t = 100$ trotz der positiven Anreize des Change Agent zum Sinken der Nutzung führt. Beide Steuerungsakteure senden widersprüchliche Signale an den Mitarbeiter.

Neben den beiden Maßnahmen, die sich am Nutzungswillen orientieren, zielen Schulungen und Informationen auf die Qualifikation der Mitarbeiter ab. Als Zielvariable wird daher die Erfahrung verwendet. In der gesamten Simulation wird sichtbar, dass die Change-Agent-Aktivität zur Erhöhung der Erfahrung sehr gering ist. Nach der Modelllogik werden erfahrungsfördernde Maßnahmen erst nach der direkten Beeinflussung der Nutzungsintensität und Akzeptanz gewählt. Da das Stabilitätsniveau der Nutzung und Leistung unterhalb der Erfahrung liegt, werden Change Agents in späteren Phasen primär in der Nutzung

intervenieren. Hier entsteht eine größere Lücke zwischen Erwartung und Beobachtung. Bei beschränkten Ressourcen werden daher selten wissensorientierte Interventionen vorgenommen, was deren geringe Anzahl erklärt.

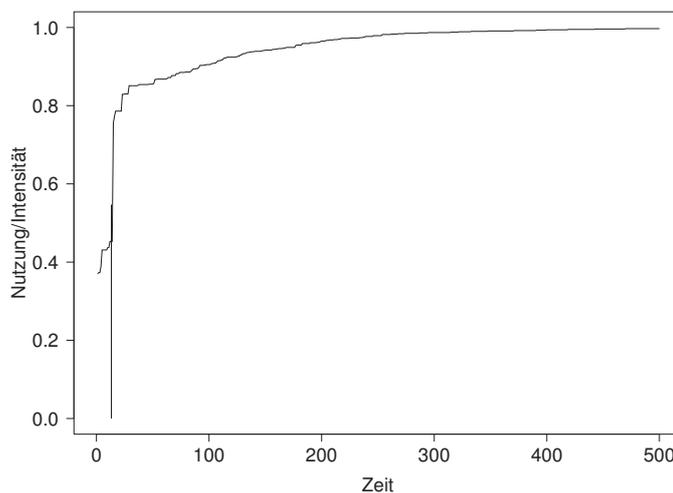


Abbildung 6.23: Wirkung der Schulung auf Erfahrung

Bereits in der Gesamtsimulation sind die Fallzahlen für Informationen sehr niedrig. Beim betrachteten stagnierenden Mitarbeiter erfolgt demnach auch keine Intervention auf diese Art. Einzig eine Schulung wird bei dem Mitarbeiter zu Beginn der Nutzung vorgenommen. Abbildung 6.23 zeigt deren Wirkung. Es ist ein starker Erfahrungsanstieg zu erkennen, welcher jedoch keine Wirkung in der Akzeptanz zeigt. Die Schlussfolgerung, dass der Verlauf des Nutzungsverhaltens dadurch beeinflusst wird, erscheint möglich. Es existieren jedoch zu viele Faktoren, die darauf wirken, als dass allein die Schulung dafür verantwortlich wäre.

Insgesamt zeigt sich, dass die Interventionen der Change Agents im Spannungsverhältnis zu Interventionen anderer Akteure stehen. Wenngleich das Verhalten der Mitarbeiter durch die förderlichen Interventionen beeinflusst werden kann, ist die nachhaltige Veränderung durch ein konzertiertes Verhalten aller intervenierenden Akteure zu erreichen. Deren Verhalten wird im Folgenden genauer beleuchtet.

6.1.3 Steuerungsebene

Die Steuerungsakteure agieren mit verschiedener Logik. Während das Management leistungsorientiert steuert, entscheiden Change Agents nach beobachteter Erfahrung, Leistung und Nutzung der Mitarbeiter. Sowohl das Management als auch Change Agents haben spezifische Akteure, welche sie beobachten und zielgerichtet beeinflussen können.

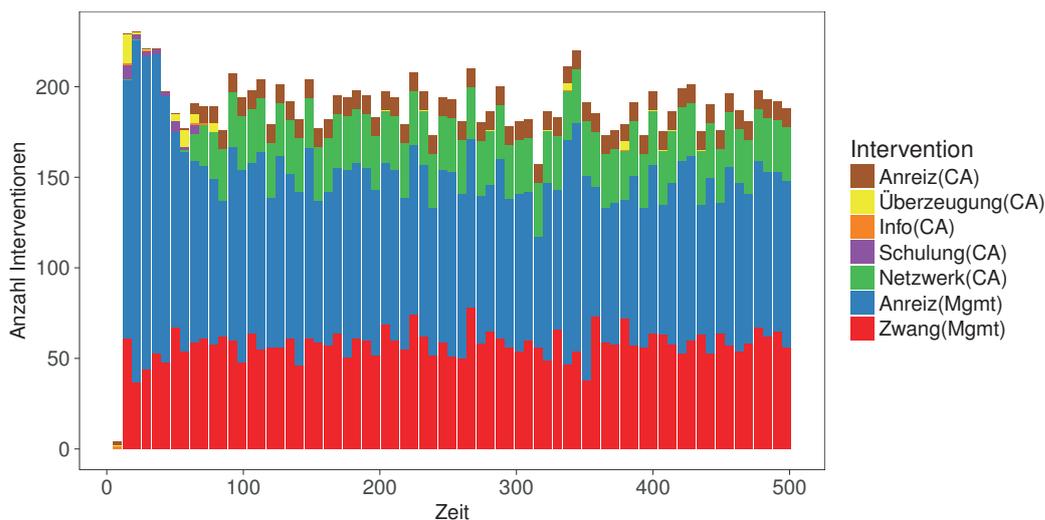


Abbildung 6.24: Interventionen aller steuernden Akteure

Die Anzahl und Art der eingesetzten Interventionen unterscheiden sich im Zeitverlauf. Zu Beginn der Adoption intervenieren die Steuerungsakteure häufiger als zu späteren Zeitpunkten (Abb. 6.24). Es ist zu erkennen, dass Anreize und Zwang des Managements sowie die Überzeugung von Multiplikatoren die Interventionen dominieren. Alle anderen Interventionstypen spielen nur eine nachgeordnete Rolle in den frühen Phasen der Einführung.

Change-Agent-Verhalten

Change Agents steuern vornehmlich mit Blick auf die Willensbarrieren. Am häufigsten wird die Maßnahme der Überzeugung gewählt. In der Logik des Change Agent ist dabei die Ansprache von Netzwerkmultiplikatoren und die Beeinflussung einzelner anderer Mitarbeiter zu unterscheiden. Erstere tritt wesentlich häufiger auf (1.854 Interventionen) als Letztere (49 Interventionen). Weiterhin wird die Nutzung über die Verwendung von Anreizen (629) beeinflusst.

Erfahrungsorientierte Steuerungsversuche kommen relativ selten vor. Tabelle 6.3 fasst die Gesamtzahl der Maßnahmen über die gesamte Change-Agent-Population zusammen.

Typ	Überzeugen	Anreiz	Schulung	Informieren
Anzahl insgesamt	1.903	629	22	2

Tabelle 6.3: Anzahl der Change-Agent-Interventionen

Eine zeitlich differenzierte Betrachtung der Change-Agent-Interventionen ergibt, dass erfahrungsorientierte Interventionen nur zu Beginn der Adoption vorkommen (Abb. 6.25). Die Anwendung nutzungsorientierter Interventionen setzt erst später ein. Diese werden jedoch kontinuierlich fortgeführt, wodurch sie insgesamt häufiger auftreten. Hierbei dominieren die kollektiven Interventionen (Anreiz und Überzeugung von Multiplikatoren) über die individuelle Überzeugung.

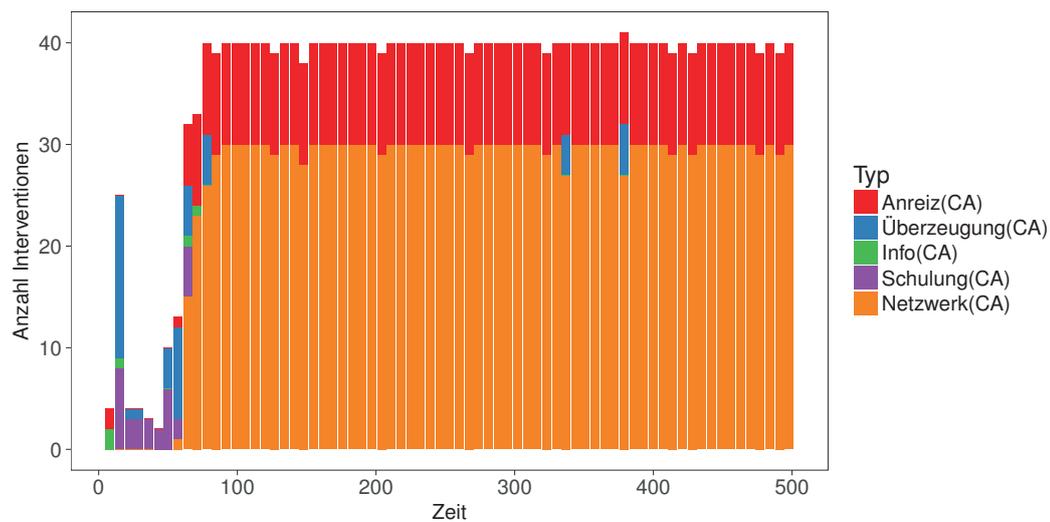


Abbildung 6.25: Verteilung der Interventionen der Change Agents

Da die Anzahl der Interventionen relativ gleichverteilt ist, macht eine Analyse ihrer Wirkung auf den Mittelwert aller Gruppen wenig Sinn. Aufschlussreicher ist die Betrachtung eines spezifischen Change Agent und die Wirkung in seine Zielgruppe hinein. Für diese Untersuchung ist die Interventionshäufigkeit wenig aussagekräftig, die Intensität ist hierfür geeigneter. Es wurde bereits dargelegt, dass die Change-Agent-Interventionen auf den einzelnen Agenten eine Wirkung

zeigen. Abbildung 6.26 stellt nun in umgekehrter Perspektive die Effekte aller Change-Agent-Aktivitäten auf die betreute Gruppe dar.

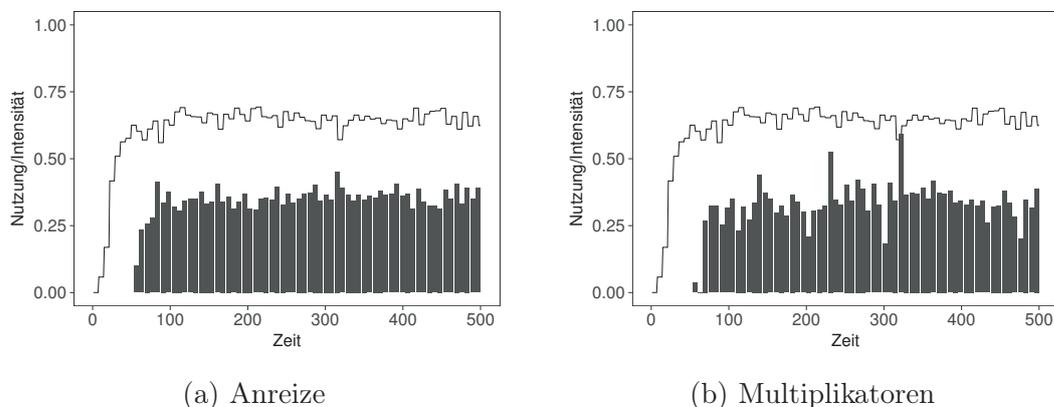


Abbildung 6.26: Wirkung der Anreize auf die Gruppennutzung

Nutzungsbezogene Interventionen setzen erst recht spät bei $t \approx 50$ ein. Dies hängt mit der Entwicklung der Erwartung des Leistungs- und Nutzungsniveaus zusammen. In der Anfangsphase wird diese noch erfüllt, da die Zielwerte des Change Agent dann aber stärker steigen als die realisierten Leistungs- und Nutzungswerte, kommt es zu vermehrter Intervention.

Entgegen der Intuition scheint eine erhöhte Intensität der Anreize zu einem Rückgang der Nutzung zu führen. Obwohl im Modell die Einsatzbedingungen positiv auf die Nutzung wirken sollten, ist in der Grafik klar zu erkennen, dass intensiven Ausschlägen der Intervention ein Rückgang der Nutzung folgt (z. B. zu $t \approx 80, 100, 175$ und 320). Die Ansprache von Multiplikatoren zeigt ein ähnlich inkonsistentes Muster. Im Gruppenmittel kann keine direkte Wirkung ausgemacht werden. Es kommt zwar auch zu positiven Ausschlägen, diese ziehen jedoch nicht immer eine positive Nutzungsveränderung nach sich. Die Verbreitungseffekte sind daher nicht direkt wirksam. Eine Reihe weiterer Faktoren sowie die Mittelwertbildung in der Population verdecken ihre Auswirkungen.

Die verbleibenden Interventionstypen weisen geringe Fallzahlen auf, daher werden sie hier nur zusammenfassend dargestellt. Die Überzeugung tritt bei dem beobachteten Change Agent nur zu drei Zeitpunkten auf. Die stärkste Intensität ist zum Zeitpunkt $t = 49$ zu verzeichnen. Dies geht einher mit einer leichten Veränderung der Nutzung. Wie auch in der Gesamtheit treten Schulungen (0) und Informationen (1) gar nicht oder sehr selten auf. Es kann jedoch

nachgewiesen werden, dass die Information zum Zeitpunkt $t = 7$ zu einer Erfahrungserhöhung führt, welche sich jedoch nicht signifikant im Nutzungsverhalten äußert.

Managementverhalten

Das Management stellt den zweiten steuernden Akteurstypus dar. Anreize und Zwang sind die Interventionsarten, die dabei genutzt werden. In der Betrachtung der Interventionshäufigkeit wird deutlich, dass in frühen Phasen wesentlich häufiger steuernd eingegriffen wird. Besonders über Anreize wird versucht, das Nutzungsniveau früh zu heben. Die Häufigkeit nimmt im Verlauf ab, da mehr Mitarbeiter die Erwartungen erfüllen. Die Häufigkeit der Anwendung von Zwang bleibt über den gesamten Verlauf konstant, wie in Abbildung 6.27 zu erkennen ist.

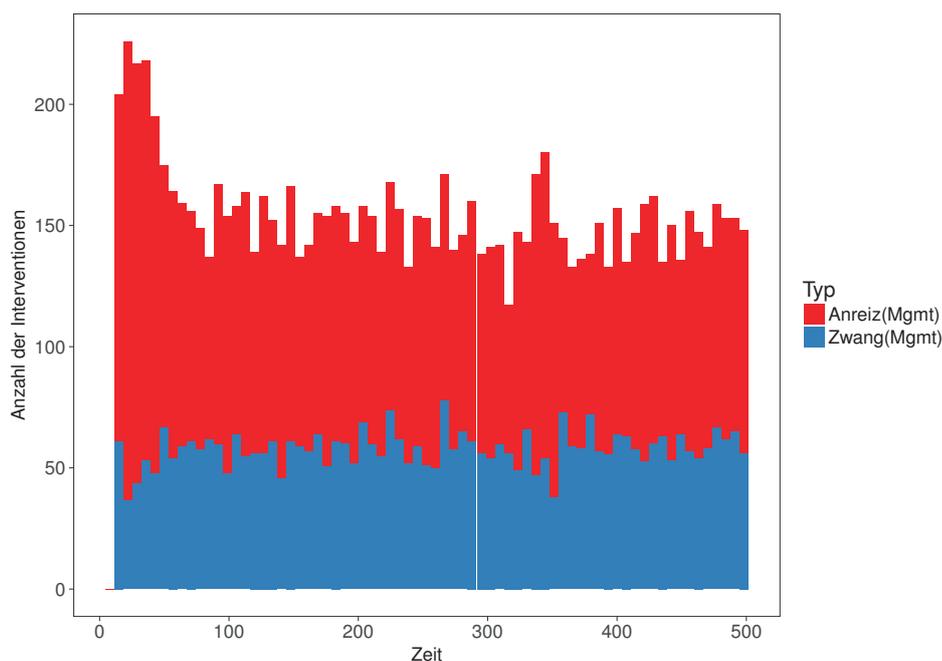


Abbildung 6.27: Interventionen der Managementagenten

Eine detailliertere Analyse ermöglicht die Betrachtung eines einzelnen Managementagenten. Der exemplarische Agent steuert 21 Mitarbeiteragenten. Der Manager kann als wenig tolerant gegenüber Leistungsabweichungen beschrieben werden (Interventionspräferenz 0,097 von 0,3 Maximum). Zudem stellt er hohe

Anforderungen an seine Mitarbeiter (Anreizfaktor 0,167 von 0,2 Maximum). Die Nutzungserwartung liegt mit 0,54 an der unteren Grenze.

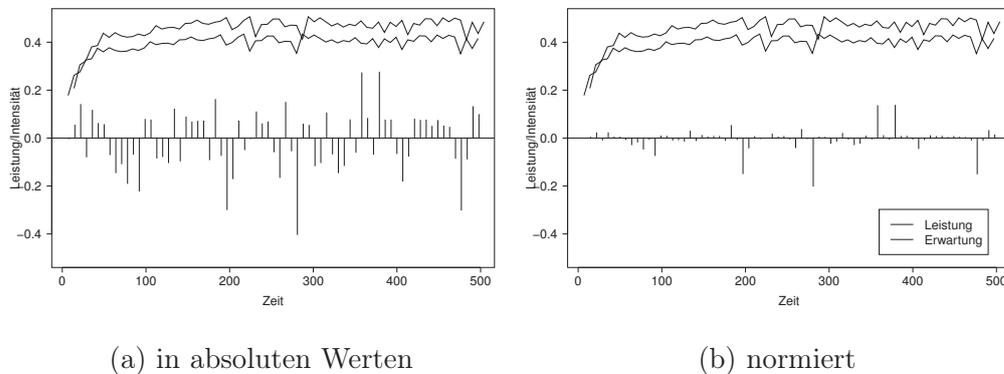


Abbildung 6.28: Interventionsintensität in Abhängigkeit von Leistung

Die Leistungsabweichung ist der Grund für die Intervention des Managements (Abb. 6.28). Es ist zu erkennen, dass die gesteuerten Mitarbeiter nur in frühen Phasen im Mittel die gewünschte Leistung erzielen. Ab dem Zeitpunkt $t = 50$ liegt die Erwartung dauerhaft über der erzielten Leistung. Es ist daher zu vermuten, dass entsprechende negative Sanktionen die Interventionstätigkeit des Managementagenten dominieren. Dies ist jedoch nicht der Fall. Vielmehr kommt die negative Sanktion vor allem zustande, wenn die Leistung rapide gefallen ist. Es ist jedoch auch zu beobachten, dass einem Leistungsabfall positive Anreize folgen. Das nicht konkludente Auftreten der Interventionen im Vergleich zu den Mittelwerten kann in der Verteilung der Leistungsfähigkeit der gesteuerten Mitarbeiter begründet sein. Es ist möglich, dass viele positive Anreize an leistungsfähige Mitarbeiter gehen, diese jedoch im Mittel hinter der harten Bestrafung eines schlechten Mitarbeiters verschwinden. Dies wird deutlich, wenn man die Anreizintensität an der Anzahl der Interventionen normiert. Die Intensität der meisten Anreize geht auf die hohe Anzahl von Interventionen zurück. Starke Steuerungsversuche, welche auf einer geringen Anzahl basieren, sind nur noch wenige erkennbar.

Hinsichtlich der Wirkung der Anreizintervention ist in Abbildung 6.29 festzustellen, dass positive Anreize zu einer Erhöhung des Nutzungsniveaus führen. Dies wird insbesondere bei der Betrachtung von Interventionen zu Zeitpunkten deutlich, bei denen die Nutzung gesunken ist. Umgekehrt ist hingegen keine

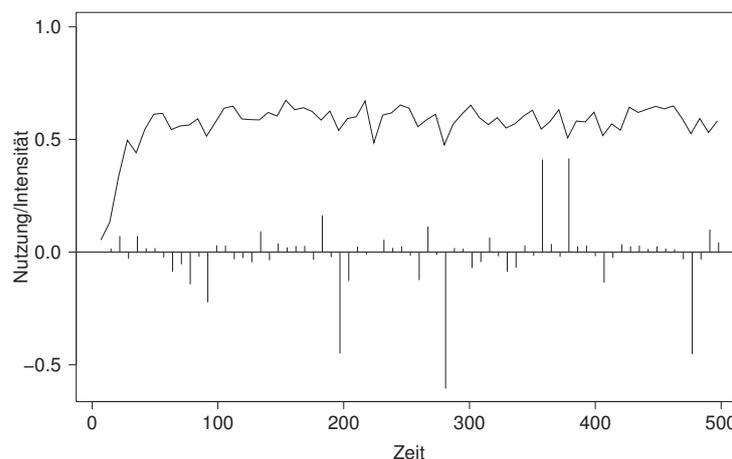


Abbildung 6.29: Wirkung der Anreize auf die Nutzung

verstärkende negative Wirkung von Bestrafungen zu erkennen. Interventionen, die aus einem bereits geringen Nutzungsniveau resultieren, führen eher zu einer Erhöhung des Mittelwertes. Als Grund hierfür ist der steigende soziale Druck zu nennen. Reduziert ein Mitarbeiter seine Nutzung aufgrund der Bestrafung noch weiter, so schert er aus dem Nutzungsmittel seines Umfeldes aus. Durch die Überzeugungs- und Beobachtungsmechanismen im Modell wird er wieder auf das Ursprungsniveau zurückgezogen. Die Wirkung ist daher nur temporär.

Als zweite Steuerungsmöglichkeit können sich Manager des Nutzungszwangs bedienen (Abb. 6.30). Wiederum wird die Problematik der Betrachtung des Mittelwertes der Nutzung deutlich. So treten Interventionen auch dann auf, wenn die mittlere Nutzung oberhalb der Erwartung liegt. Dies lässt den Schluss zu, dass nur ein Teil der Mitarbeiter eine geringe Nutzung zeigen, während die restlichen den Mittelwert nach oben korrigieren.

Deutlich ist auch, dass bei einem Absinken der mittleren Nutzung unter den Erwartungswert, die Manager vermehrt Zwang ausüben. Dies trifft sogar auf Einbrüche oberhalb des Erwartungswertes zu, da der Anteil von Mitarbeitern, welche die Anforderung des Managements nicht erfüllen, ansteigt.

Der Effekt der Verwendung von Zwang schlägt sich klar auf die Nutzung nieder. So folgen starken Interventionen immer Anstiege des Nutzungsmittels. Die Steigerung fällt umso größer aus, je mehr Mitarbeiter zur Nutzung gezwun-

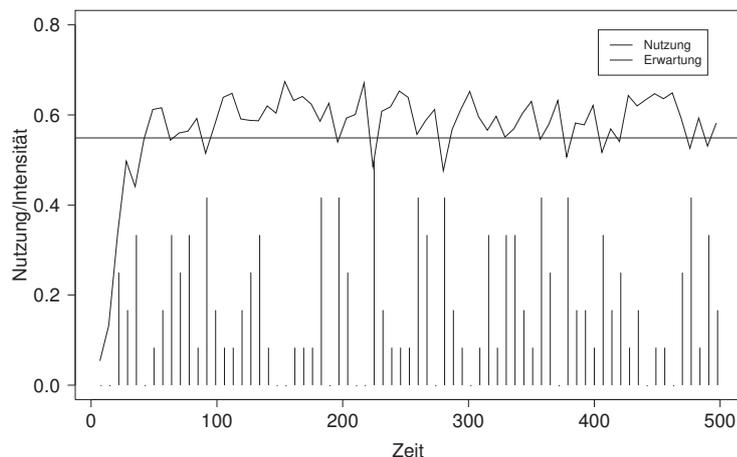


Abbildung 6.30: Auftreten von Zwang in Abhängigkeit zur Nutzung

gen werden. Umgekehrt ist auch festzustellen, dass der Verzicht auf Zwang zu einem teilweise rapiden Rückgang der Nutzung führt.

Zusammenfassend lässt sich zeigen, dass das Nutzungs- und Akzeptanzniveau durch die Steuerungsagenten künstlich erhöht werden kann. Den Steuerungsimpulsen stehen jedoch die Selbstregulierungskräfte des Systems entgegen. So führen Interventionen nur zeitweise zu einer Verhaltensanpassung. Längerfristig tendiert das Organisationssystem zum endogenen Stabilitätszustand, welcher durch die sozialen regulativen Kräfte Beobachtung und Überzeugung erreicht wird.

Weiterhin können sich parallele Interventionen durch Management und Change Agents gegenseitig eliminieren. Die intendierte Nutzungserhöhung durch den Change Agent kann durch eine Bestrafung durch das Management negiert werden. Es ist somit kein Effekt zu beobachten. Bei der obigen Mittelwertbetrachtung wird dies leider nicht deutlich. Auf der Mitarbeiterenebene konnten solche Effekte jedoch nachgewiesen werden.

Insgesamt zeigen die Agenten das erwünschte Verhalten. Die Interaktion mehrerer Agenten führt dazu, dass emergente Effekte erzielt werden. Die Wirkung der unterschiedlichen Einflüsse im Organisationssystem hat zur Folge, dass keine deterministischen Aussagen über die Wirkung einzelner Interventionen getroffen werden können. Daher produziert die Simulation auch überraschende Ergebnisse, welche sich aus der Interaktion der Faktoren und Kommunikations-

beziehungen ergeben. Hierdurch wird die Analyse von Organisationssystemen bereichert, da ein größerer Umfang von Effekten als in statisch vergleichenden Modellen betrachtet werden kann.

Die oben dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf das vollständige Modell und sind gültig für die im Kapitel 5 vorgestellten Annahmen. Das Modell kann sich jedoch unter anderen Annahmen fundamental anders verhalten. Um dies zu testen, wird im Folgenden eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.

6.2 Sensitivitätsanalyse

Das dargestellte Modell basiert auf einer Reihe von Annahmen, die im Prozess seiner Erstellung getroffen wurden. Die Sensitivitätsanalyse prüft diese Annahmen durch kontrollierte Variation.

Wie in Abschnitt 4.5.3 beschrieben, können unterschiedliche Arten der Modellsensitivität geprüft werden. Hier wird der Fokus auf die numerische und verhaltensbezogene Sensitivität gelegt. Die strategische Sensitivität wird nicht berücksichtigt, da die Annahmen über die Reaktion auf Leistungs- und Steuerungsimpulse mikrofundiert sind. Ein stärkerer Eingriff in die Handlungsstrategien würde daher eine veränderte theoretische Grundlage erfordern und damit einer anderen Fragestellung folgen.

Während sich die numerische Sensitivität mit der Ausprägung und Verteilung der Anfangs- und Parameterwerte befasst, betrachtet die verhaltensbezogene Sensitivität die Reaktion auf strukturelle Veränderungen. Die Annahmen über die Struktur des Modells betreffen dabei die Komponenten und ihre Verbindungen. Durch das Weglassen und schrittweise Erweitern der Annahmen kann die Sensitivität des Modells über den Vergleich von Modellvarianten geprüft werden. Da die numerische Sensitivität auf einer stabilen Modellvariante fußen muss, wird mit der Betrachtung der verhaltensbezogenen Sensitivität begonnen.

6.2.1 Strukturelle Variation

Der erste Teil der Überprüfung der Modellsensitivität bezieht sich auf strukturelle Eigenschaften. Da das organisatorische Setting untersucht wird, ist die Sensitivität im Hinblick auf die Kommunikation zwischen den Agenten und somit die Wirkung der sozialen Regulative von Interesse. Die Einflüsse lassen

sich hierarchisch ordnen. Entsprechend des Grades der Formalisierung sozialer Interaktion ergeben sich folgende Modellvarianten:

1. Modell ohne soziale Einflüsse, in welchem die Agenten komplett aus sich selbst heraus bestimmt sind - homo oeconomicus - M0;
2. Modell, in dem die gegenseitige Beobachtung der einzige Aspekt der Beeinflussung ist – nicht intentionale, soziale Interaktion – M1;
3. Modell ohne Steuerungswirkungen, jedoch mit aktiver sozialer Beeinflussung durch die Champions und Gegner – intentionale, informale Interaktion – M2;
4. Modell ohne Managementinterventionen – intentional auf Rollenbasis formalisierte Interaktion – M3;
5. Modell ohne Change Agents – intentional auf Strukturbasis formalisierte Interaktion – M4;
6. vollständiges Modell – M5.

Die Sensitivität wird anhand der zwei Outputfaktoren Akzeptanz und Nutzung betrachtet. Hierbei wird der Verlauf der Mittelwerte und die Dauer bis zum Überschreiten von zwei Schwellenwerten (0,25;0,5) der Outputfaktoren beobachtet. Da Werte über 0,75 nicht erreicht werden, wird auf diesen Schwellenwert verzichtet. Auf Grund des zunächst sinkenden Verlaufs der Akzeptanz wird zusätzlich die erstmalige Überschreitung des Indifferenzwertes ($A = 0$) festgehalten. Zur vereinfachten Darstellung wird der Graph der Mittelwerte für einen einfachen Durchlauf sowie die einzelnen Zeitpunkte der Schwellenwertüberschreitung dargestellt. Diese Ergebnisse wurden repräsentativ für eine Reihe von Durchläufen ausgewählt. Die Darstellung der Ergebnisse der mehrfachen Modellausführung erfolgt im Anhang.

M0 – Modell ohne soziale Einflüsse

Im maximal reduzierten Modell, was allein auf der individuellen Nutzenmaximierung beruht, werden sämtliche Entscheidungsvariablen der sozialen Umwelt vernachlässigt. Dies trifft auf den Leistungs-, Erwartungs- und Nutzungsdruck

sowie die Intensität der Überzeugung und die Einsatzbedingungen zu. Hierdurch verlieren auch die Parameter α und β an Bedeutung. Das Modell ist daher stark vereinfacht. Die Funktionen der Akzeptanz- und Nutzungsentscheidung werden entsprechend angepasst, sodass sie weiterhin den Maximalwert erreichen können. Die Akzeptanzbildung ist damit nur von der Differenz zwischen Leistungs- und Aufwandserwartung abhängig, die Nutzung hingegen nur von der Akzeptanzänderung.

Der Verlauf der Mittelwerte der Akzeptanz und Nutzung zeigt, dass die Nutzungsintensität auf einen Wert von $U = 0,5$ konvergiert, während die mittlere Akzeptanz bei einem Wert von $A = 0,23$ liegt. Die Überschreitung der Schwellenwerte findet im Mittel zu folgenden Zeitpunkten statt: Nach einem ersten Sinken der Akzeptanz wird die Indifferenzschwelle ($A = 0$) das erste Mal bei $t = 45$ überschritten, die 25-Prozent-Schwelle wird nicht überschritten, da der Sättigungswert unterhalb liegt. Bei der Nutzung liegen die Schwellenwertüberschreitungen bei $t = 13$ und $t = 48$. Höhere Schwellen werden aufgrund der Konvergenzwerte nicht überschritten. Im Vergleich zum vollständigen Modell fällt die Akzeptanz initial nicht so stark ab.

M1 – Modell mit gegenseitiger Beobachtung

Im Unterschied zu M0 wird die zweite Modellvariante um die gegenseitige Beobachtung erweitert. Hierdurch entsteht bei der Einstellungsbildung und bei der Nutzungsentscheidung sozialer Druck, der sich aus dem Verhalten der Umwelt herleitet. Aus diesem Grund spielt der Parameter α hier eine Rolle, um das Verhältnis in der Wirkung zwischen individueller Entscheidung und sozialem Druck zu balancieren.

Für dieses Modell ist zu beobachten, dass die Zeit bis zum Verlassen der initialen Frustration verlängert wird (bei $t = 155$). Das beobachtete negative Umgebungsverhalten beeinflusst somit die individuelle Akzeptanzbildung. Eine höhere Akzeptanzschwelle wird nicht erreicht, da das Sättigungsniveau bei $A = 0,23$ liegt. Auch das Wachstum der Akzeptanz ist flacher als im rein individuellen Modell. Die jeweiligen Lerneffekte werden daher von der gegenseitigen Anpassung kompensiert.

Auch in Bezug auf die Nutzungsentwicklung werden beide Schwellenwerte erst später erreicht. Die 25-Prozent-Schwelle wird bei $t = 30$, die 50-Prozent-

Schwelle bei $t = 124$ genommen. Auch hier verläuft der Anstieg der Nutzung schwächer. Es erfolgt jedoch eine Sättigung auf dem gleichen Niveau wie bei M0.

M2 – Modell mit Beeinflussung durch Champions und Gegner

Neben der passiven Beobachtung der Umwelt können die Agenten auch in aktive Kommunikation mit der Umwelt treten. In M2 werden die Champions und Gegner aktiviert, welche versuchen, andere Mitarbeiter von den Vor- bzw. Nachteilen der Technologie zu überzeugen.

Im Vergleich zu den vorherigen Modellen sind drastische Unterschiede zu erkennen. Die Akzeptanz sinkt erheblich tiefer ab, erreicht jedoch zum Ende der Simulation auch ein wesentlich höheres Endniveau. Die gegenseitige Kommunikation verstärkt individuelle Akzeptanzentscheidungen sowohl positiv als auch negativ. Dies resultiert in der Ausdehnung der Zeit, welche zum Erreichen der Schwellenwerte notwendig ist. So wird die Indifferenzschwelle erst bei $t = 251$ überschritten. Anders als in den vorangegangenen Modellen werden jedoch auch höhere Akzeptanzniveaus erreicht. So wird die 0,25-Schwelle bei $t = 335$ und die 0,5-Schwelle bei $t = 452$ passiert. Final wird mit $A = 0,51$ ein wesentlich höheres Niveau als in den Modellen 0 und 1 erreicht.

In der Nutzung macht sich dies jedoch nicht bemerkbar. Durch das stärkere anfängliche Absacken der Akzeptanz werden die Nutzungsschwellen auch erst etwas später überschritten; die Diskrepanz ist aber vernachlässigbar. So wird die 25-Prozent-Schwelle nur sechs Tage nach Modell 1 erreicht, die 50-Prozent-Schwelle 14 Tage später. Auch das endgültige Nutzungsniveau unterscheidet sich nicht von dem in vorhergehenden Modellen. Die gegenseitige Überzeugungsarbeit und höhere Akzeptanz schlägt sich somit nicht in der Nutzung nieder.

M3 – Modell mit Change-Agent-Intervention

Anders als in den bisher betrachteten Modellen erlaubt der Einsatz von Change Agents im Modell M3 direkte Eingriffe in die Nutzung und die Akzeptanz. In der Folge ist zu erkennen, dass die Akzeptanz im Vergleich zu Modell 2 gehoben wird. So reduziert sich die Intensität des initialen Einbruchs und dessen Dauer. M3 überschreitet die Indifferenzschwelle bei $t = 222$. Durch die

Change-Agent-Aktivitäten ist es zudem möglich, dass das Sättigungsniveau schneller erreicht wird. So wird die Schwelle 0,25 bei $t = 284$ überschritten, die 0,5-Schwelle bei $t = 411$. Das Endniveau kann jedoch nicht weiter verschoben werden.

Auch auf die Nutzung wirkt der Change-Agent-Einsatz positiv. Während in der frühen Phase der Adoption kaum Effekte zu erkennen sind, wirken die Interventionen zum späteren Zeitpunkt nutzungserhöhend und beschleunigend. Dies ist zum einen erkennbar im wesentlich früheren Übertreten der 50-Prozent-Schwelle. Statt bei $t = 138$ in M2, wird die Schwelle bereits zu $t = 92$ überschritten. Zum anderen erhöht sich das finale Nutzungsniveau auf 55 Prozent.

M4 – Modell mit Managementintervention

Neben den Change Agents üben Managementagenten Interventionen aus. Diese folgen einer anderen Logik und werden daher separat betrachtet. Durch die Deaktivierung der Change-Agent-Effekte kann der Managementeinfluss isoliert werden. In Modell M4 werden daher nur Anreize und Zwang als Steuerungstypen betrachtet. Im Unterschied zu Change Agents können Anreize jedoch auch negativ wirken.

Es zeigt sich, dass die Managementinterventionen einen wesentlich größeren Einfluss auf den Verlauf der Mittelwerte haben. Dies liegt u. a. darin begründet, dass die Managementpopulation größer ist als die der Change Agents. Damit einher geht auch die größere Reichweite der Steuerungsimpulse. Während die zehn Change Agents jeweils zwischen 5 und 20 Mitarbeiter erreichen können, ist jeder Mitarbeiter einem Managementagenten zugeordnet. Des Weiteren wirkt die Verwendung von Zwang erheblich stärker als andere Medien.

In Bezug auf die Akzeptanz gelingt es Managementakteuren, das Maximalniveau um 5 Prozent zu erhöhen. Dieser Effekt zeigt sich auch im wesentlich früheren Überschreiten der relevanten Schwellenwerte. Die erste Frustration wird mit Managementinterventionen schneller überwunden als ohne regulierende Eingriffe. Aber auch im Vergleich zu Change-Agent-Interventionen wird besser abgeschnitten. Die Indifferenzschwelle wird 100 bzw. 70 Tage früher überschritten. Weiterhin wächst die Akzeptanz schneller. So beträgt der Abstand bei Erreichen der 0,5-Schwelle 130 bzw. 85 Tage. Die Leistungsfähigkeit der

Managementagenten zur Erhöhung der Akzeptanz ist dahingehend erstaunlich, da sie einzig mit Bezug auf die Leistung steuern und ihre Interventionen dabei nur auf die Nutzung abzielen. Die Akzeptanzsteigerung findet daher einzig über den Rückkopplungsprozess statt.

Entsprechend entwickelt sich die Nutzung auch stärker als die Akzeptanz. Es wird ein Anstieg des Sättigungsniveaus von 0,5 auf 0,6 im Vergleich zu M2 bzw. von 0,55 auf 0,6 im Vergleich zur Change-Agent-Aktivität erzielt. Die höheren Endwerte gehen einher mit einem beschleunigten Anstieg. So gelingt im Vergleich zu den vorangehenden Modellen die Überschreitung der 25-Prozent-Schwelle in der Hälfte der Zeit, die 50-Prozent-Schwelle wird sogar bereits nach dem Drittel der Zeit überschritten.

M5 – Vollständiges Modell

Die Beschreibungen des Modells auf Organisations-, Mitarbeiter- und Steuerungsebene in Abschnitt 6.1 basieren auf dem vollständigen Modell. Dabei werden alle Beeinflussungs- und Steuerungseffekte berücksichtigt. Die Kombination der unterschiedlichen Verhaltensmechanismen führt zu einem gesättigten Modell.

In Bezug auf die Akzeptanz gelingt es mit diesem Modell, leicht über dem bisher besten Modell M4 zu liegen. Durch das Zusammenwirken von Champions, Management und Change Agents erreicht die Akzeptanz einen Stabilitätswert bei $A = 0,56$. Dieser Wert wird jedoch wesentlich schneller erreicht als in den Einzelmodellen. Die Kombination aus förderlichen Interventionen wird kommunikativ durch die Champions verstärkt. Die Indifferenzschwelle wird bereits bei $t = 118$ überschritten. Die letzte Schwelle von 0,5 wird 85 Tage vor dem Wert in M4 passiert. Es zeigt sich, dass während in frühen Adoptionsphasen die Effekte der Management- und Change-Agent-Aktivitäten nahezu eine lineare Gesamtwirkung haben, sie sich in späteren Phasen gegenseitig zu blockieren scheinen. Die Summe der Einzeleffekte ist dabei größer als die Gesamtwirkung.

Ähnliches ist bei der Nutzungsentwicklung zu beobachten. Während sich das maximale Nutzungsniveau leicht erhöht, kann die Geschwindigkeit nicht weiter gesteigert werden. Die Effekte der Managementsteuerung dominieren hier klar über die Effekte der Change-Agent-Interventionen. Es erfolgt daher eher eine Effektverdrängung als eine Kombination.

Vergleich der Modellvarianten

Der Vergleich zwischen den Modellvarianten zeigt eine strukturelle Sensitivität in Bezug auf die Form und den Umfang der Akzeptanz und Nutzungsentwicklung. Tabelle 6.4 fasst die Ergebnisse zusammen.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
\bar{A}	0,23	0,23	0,51	0,52	0,55	0,56
\bar{U}	0,5	0,5	0,5	0,55	0,6	0,63
A_0	45	155	251	222	149	118
$A_{0,25}$	-	-	335	284	199	161
$A_{0,5}$	-	-	452	411	326	241
$U_{0,25}$	13	30	36	33	15	15
$U_{0,5}$	48	124	138	92	29	29

Tabelle 6.4: Vergleich der getesteten Modellvarianten

Bereits in der Darstellung der Vergleichswerte ist erkennbar, dass sich zwischen den Modellvarianten teilweise starke Unterschiede hinsichtlich des Timings herausbilden. Hier ist zu sehen, dass mit der Komplexitätssteigerung des Modells zunächst eine Erhöhung der erforderlichen Zeit zur Erreichung des Mittelwertniveaus einhergeht. Während im Homo-oeconomicus-Modell (M0) nur 45 Zeiteinheiten notwendig waren, um aus der initialen Frustration heraus zu gelangen, steigert sich diese Zeit unter Einbeziehung der Beobachtung und Überzeugungsarbeit von Champions und Gegnern auf 251 Zeiteinheiten. Unter Hinzunahme der Management- und Change-Agent-Interventionen reduziert sich diese Zeit wieder.

Die Unterschiede im Verlauf werden deutlicher, wenn man die Graphen der exemplarischen Simulationsdurchläufe gegenüberstellt. Für die Akzeptanz erfolgt dies in Abbildung 6.31. Es wird deutlich, dass sowohl das final erreichbare Akzeptanzniveau als auch die Schwankungsbreite in den Modellvarianten unterschiedlich sind. So liegt die Sättigungsschwelle der Akzeptanz in einfachen Modellen ohne Interaktion bei $A = 0,23$. Erst mit gezielter Agenteninteraktion kann diese auf $A \approx 0,5$ gesteigert werden.

Bezüglich des Akzeptanzverlaufs können drei Typen identifiziert werden: Während die Modelle 0 und 1 flach verlaufen und nur eine leichte negative

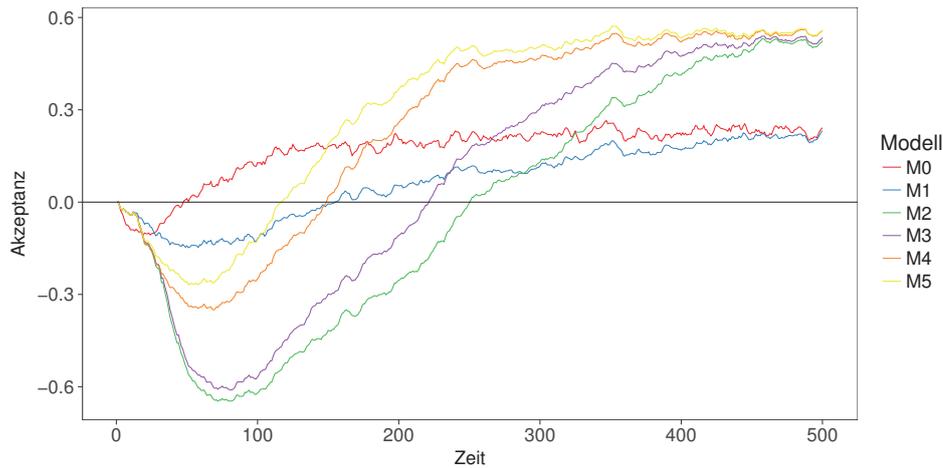


Abbildung 6.31: Entwicklung der Akzeptanz (Modellvarianten)

Entwicklung aufweisen, entsteht durch die Hinzunahme der gegenseitigen Beeinflussung ein Verlauf, welcher einen starken Akzeptanzeinbruch mit anschließender Erholung sowie einem höheren Sättigungsniveau einhergeht. Insbesondere Modell 2 zeigt dieses extreme Verhalten. In Modell 3 werden bereits die intervenierenden Einflüsse des Change Agent sichtbar. Die dritte Gruppe bilden die Modelle mit Einfluss der Managementsteuerung (M4 und M5). Diese sinken nicht so stark ab wie die vorab beschriebenen. Zudem gelingt das Erreichen des Sättigungsniveaus wesentlich schneller. Es wird daraus ersichtlich, dass die Managementinterventionen im Vergleich zur Change-Agent-Arbeit einen wesentlich größeren Effekt auf die Akzeptanzentwicklung zeigen.

Ähnliches ist auch bei der Nutzung zu beobachten. Hier lassen sich zwei Modellgruppen identifizieren. Bei Modellen ohne Change-Agent oder Managementintervention liegt das Sättigungsniveau der Nutzung bei $U = 0,5$. Durch die Hinzunahme von Steuerungsimpulsen gelingt die Steigerung auf ein Niveau von $U = 0,63$ im vollständigen Modell bzw. im Modell, welches nur Managementinterventionen verwendet. Wie bereits bei der einzelnen Betrachtung der Akzeptanz bemerkt, hat das Management einen wesentlich stärkeren Einfluss auf die Nutzung als die Change Agents. Der Verlauf von Modell 3 stellt ein mittleres Verhalten dar und kann keiner Gruppe klar zugeordnet werden. Zunächst entwickelt sich die Nutzung ähnlich langsam wie in den Modellen ohne Interventionen; doch statt auf dem niedrigen Nutzungsniveau zu terminieren, kann ein höherer Wert erreicht werden.

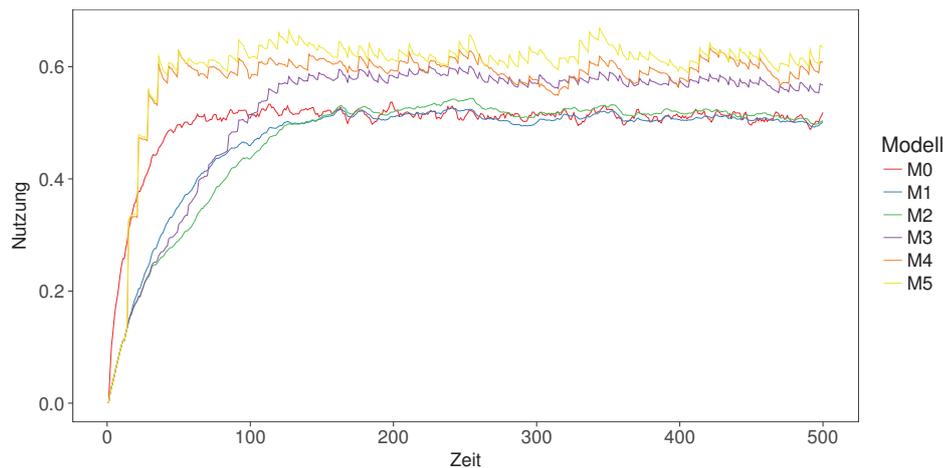


Abbildung 6.32: Entwicklung der Nutzung (Modellvarianten)

Weiterhin ist erstaunlich zu beobachten, dass das Homo-oeconomicus-Modell initial ein sehr hohes Wachstum aufweist. Im Vergleich zum vollständigen Modell wird jedoch ein geringeres Endniveau erreicht. Mit der Hinzunahme sozialer Faktoren wird das Wachstum verlangsamt.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Simulation sensitiv auf strukturelle Variation reagiert. Es ist daher bedeutsam, welche Mechanismen der gegenseitigen Beeinflussung berücksichtigt werden. Hierbei ist vor allem die Wirkung der gegenseitigen Überzeugung auf den Verlauf der Akzeptanz und die Wirkung der Steuerung durch Management- und Change Agents auf die Nutzung hervorzuheben. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die kontrollierte Variation der Gewichtung der Einflussmedien zu unterschiedlichem, schlüssigem Modellverhalten führt. Weiterhin ist zu erkennen, dass alle Aspekte, welche bei der Modellkonzeption intendiert wurden, sich auch in den Effekten der Simulation wiederfinden lassen.

6.2.2 Variation der Parameter auf Agentenebene

Neben der Struktur des Modells kann die Auswahl der Startwerte und der Schwankungsbereiche der stochastischen Werte die Ergebnisse beeinflussen. Durch die systematische Variation dieser Werte kann abgeschätzt werden, wo die Grenzbereiche der Simulation liegen und ab wann das Verhalten kippt.

Zunächst kann zwischen den unterschiedlichen Simulationsebenen differenziert werden. Während Parameter auf der Organisationsebene die Kommunika-

tion zwischen den Agenten strukturieren, sind die Parameter auf Mitarbeiter-, Management- und Change-Agent-Ebene für die Verhaltenssteuerung zuständig. Entsprechend werden zwei Testpläne differenziert.

Auf der *Organisationsebene* strukturiert die Netzwerktopologie die Kommunikation zwischen den Agenten. Sie wird durch zwei Faktoren bestimmt: den Generierungsalgorithmus und dabei verwendeten Parameter. Weiterhin stellt die Anzahl der Change Agents einen Faktor dar, welcher die Simulationsergebnisse beeinflussen kann. Je mehr Change Agents verfügbar sind, desto größer ist ihre Reichweite in der Organisation. Bereits im Vergleich der Modellvarianten wurde festgestellt, dass der relativ geringe Einfluss der Change Agents auf ihre geringe Anzahl im Vergleich zum Managementagenten zurückzuführen ist. Daher werden unterschiedliche Konstellationen dieser Parameter getestet.

Auf der *Agentenebene* werden die Intervalle, welche den Zufallsverteilungen zugrunde liegen variiert. Alle Parameter der Mitarbeiter und ausgewählte, handlungsleitende Parameter der Management- und Change-Agenten sind daher Grundlage des Vergleichs. Es ergeben sich hieraus insgesamt zwölf Faktoren. Diese werden mit drei Faktorstufen getestet, wobei ein niedriger, ein mittlerer und ein hoher Schwankungsbereich angenommen wird. In den meisten Fällen stellt der mittlere Wertebereich den Vergleichswert des Grundmodells dar. Es wird lediglich der Schwankungsbereich angepasst; die zugrunde liegende Gleichverteilung der Werte wird nicht modifiziert, da es keine Indizien für eine Häufung der Werte gibt. Eine andere Verteilung ist daher nicht zu begründen.

Die Überprüfung der Sensitivität erfolgt zunächst visuell über die entstehenden zweidimensionalen Histogramme der Akzeptanz und Nutzung. Hieraus lassen sich Aussagen über unterschiedliche Verläufe treffen. Weiterhin wird die Sensitivität anhand von sechs Zielgrößen interpretiert:

- Sättigungsniveau der Akzeptanz \bar{A} ;
- Spannweite der Akzeptanz auf Sättigungsniveau $R_{\bar{A}}$;
- Minimum der Akzeptanz A_{min} ;
- Zeitpunkt des Minimums $t_{A_{min}}$;
- Sättigungsniveau der Nutzung \bar{U} ;
- Spannweite der Nutzung auf Sättigungsniveau $R_{\bar{U}}$.

Parameter auf Organisationsebene

Im Vergleich unterschiedlicher Netzwerktopologien werden drei Varianten untersucht. Für das Grundmodell wurde ein skalenfreies Netzwerk mit $M = 5$ genutzt. Die Sensitivität wird auf die M-Werte 2 und 10 getestet, also mit einer Reduzierung bzw. Erhöhung der Netzwerkdicke. Dem gegenüber steht ein Kleine-Welt-Netzwerk. Auch hier werden 2, 5 und 10 Verbindungen pro Agent gewählt. Zum Vergleich wird weiterhin ein Zufallsgraph genutzt, welcher die gleiche Anzahl an Verbindungen pro Agent aufweist.

Die Reichweite der Steuerung ist neben der Netzwerktopologie und -dicke auch von der Anzahl steuernder Akteure abhängig. Aus diesem Grund wird die Populationsgröße der Change Agents genauer analysiert. Im Grundmodell wurde von zehn Change Agents ausgegangen. In der Sensitivitätsanalyse wird nun geprüft, welche Ergebnisse mit mehr Change Agents erzielbar sind. Tabelle 6.5 fasst die Faktoren und Faktorstufen zusammen. Hierbei wird nur jeder Faktor einzeln geprüft. Interaktionseffekte zwischen Faktorstufen werden auf Organisationsebene nicht betrachtet.

Für die Analyse wurden jeweils 500 Simulationsdurchläufe durchgeführt, um die Schwankung der stochastischen Parameter auf Agentenebene zu kompensieren. Die Analyseergebnisse liegen in leicht aggregierter Form vor, daher werden für die Zielwerte die jeweiligen Intervallmitten angegeben.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 6.6 zusammengefasst. Die Form des Mittelwertverlaufs für Akzeptanz und Nutzung ändert sich nicht im Hinblick auf die Netzwerktypen. Es bleibt bei dem initialen Abnehmen der Akzeptanz und einer späteren Stabilisierung auf einem Sättigungsniveau. Für die Nutzung gilt weiterhin ein erster starker Anstieg und das Einpendeln auf einem Stabilitäts-

Faktor	Stufe		
	1	2	3
NW-Skalenfrei	2	5	10
NW-Zufallsgraph	2	5	10
NW-Small-World	2	5	10
Anzahl CA	2	10	25

Tabelle 6.5: Faktoren und Faktorstufen auf Organisationsebene

Faktor	Stufe	\bar{A}	$R_{\bar{A}}$	A_{min}	$t_{A_{min}}$	\bar{U}	$R_{\bar{U}}$
NW-Skalenfrei	1	0,525	0,25-0,75	-0,125	55	0,625	0,55-0,7
NW-Skalenfrei	2	0,575	0,25-0,75	-0,225	65	0,625	0,55-0,7
NW-Skalenfrei	3	0,525	0,25-0,8	-0,225	45	0,625	0,55-0,7
NW-Zufall	1	0,425	0,2-0,6	-0,125	35	0,625	0,55-0,7
NW-Zufall	2	0,575	0,35-0,75	-0,175	55	0,625	0,55-0,7
NW-Zufall	3	0,575	0,4-0,75	-0,175	45	0,625	0,55-0,7
NW-SW	1	0,425	0,2-0,6	-0,125	35	0,625	0,55-0,7
NW-SW	2	0,525	0,2-0,7	-0,175	45	0,625	0,55-0,7
NW-SW	3	0,575	0,25-0,75	-0,225	55	0,625	0,55-0,7
Anzahl CA	1	0,625	0,25-0,75	-0,375	75	0,625	0,55-0,65
Anzahl CA	2	0,575	0,25-0,75	-0,225	65	0,625	0,55-0,7
Anzahl CA	3	0,625	0,3-0,75	-0,075	35	0,675	0,6-0,7

Tabelle 6.6: Analyseergebnisse der Organisationsfaktoren

niveau. Über alle Faktorstufen und Netzwerktypen hinweg bleibt das finale Nutzungsniveau gleich.

Unterschiede sind hingegen im Niveau und der Geschwindigkeit zu finden. Zufallsgraphen und Kleine-Welt-Netzwerke erreichen auf niedrigen Faktorstufen (geringe Anzahl von Netzwerkverbindungen) niedrigere finale Akzeptanzniveaus. Allen Netzwerktypen ist gemein, dass mit steigender Vernetzungsdichte sowohl die positiven als auch die negativen Effekte größer werden. Bemerkenswert ist hingegen, dass bei skalenfremen Netzwerken und Zufallsgraphen der negative Effekt früher auftritt, je dichter die Verbindungen sind. Mit höherer Netzwerkdichte nimmt auch der Schwankungsbereich möglicher Entwicklungen leicht zu. Insgesamt zeigt sich bei der Analyse der Netzwerktopologien ein stabiles Bild. Neben den beschriebenen graduellen Unterschieden treten keine extremen Abweichungen oder Schwankungen auf, was bedeutet, dass die getroffenen Modellannahmen plausibel sind und keine Verzerrung durch ihre Auswahl entsteht.

Die Variation der Anzahl der Change Agents hat bei der Akzeptanz keinen schlüssigen Einfluss auf das Sättigungsniveau. Sowohl viele als auch wenige Agenten produzieren ein höheres Niveau als eine mittlere Anzahl. Im Hinblick auf die Stärke der initialen Akzeptanzreduzierung ist zu erkennen, dass viele

Change Agents einen tiefen Einschnitt verhindern. Diese positiven Effekte sind auch bei der Nutzung zu beobachten. Hier führt eine große Anzahl Change Agents zu einem höheren finalen Nutzungsniveau. Wie vermutet wirkt somit die Anzahl der Change Agents positiv auf die Zielvariablen. Die mittlere Anzahl, welche im Grundmodell genutzt wird, stellt eine gute Balance her und führt keine Künstlichkeit ein. Vielmehr würde eine größere Anzahl Change Agents realitätsferner sein, da nur wenige Unternehmen zu derart ressourcenintensiven Mitteln bei der Einführung greifen würden.

Parameter auf Agentenebene

Auf der Agentenebene wird das Verhalten der Individuen beschrieben. Zur Abbildung der Heterogenität wird eine Vielzahl von Parametern genutzt, deren Ausgangswerte auf Basis einer Zufallsverteilung innerhalb eines festgelegten Intervalls agentenindividuell ermittelt werden. Die Festlegung der Intervalle erfolgte aufgrund plausibler Annahmen in der Modellbildung. Durch die Variation der Lage der Intervalle kann untersucht werden, ob höhere bzw. niedrigere Parameterwerte ein fundamental anderes Verhalten erzeugen.

Es müssen Parameter der unterschiedlichen Agententypen unterschieden werden. Während die Parameterkonstellation der Mitarbeiteragenten ihr Akzeptanz- und Nutzungsverhalten bestimmt, regulieren die Parameter des Managements und der Change Agents deren Interventionstätigkeit. Tabelle 6.7 fasst die relevanten Faktoren und Faktorstufen zusammen. Bei Mitarbeiteragenten stellen die mittleren, grau unterlegten Werte das Intervall des Basismodells dar. Bei niedrigeren Faktorstufen wird eine geringere Akzeptanz und Nutzung vermutet, während höhere Faktorstufen zu verbessertem Akzeptanz- und Nutzungsverhalten führen. Bei den steuerungsrelevanten Parametern der Management- und Change-Agenten wird in den meisten Fällen von einer Verstärkung der Interventionstätigkeit mit der Erhöhung der Faktorstufen ausgegangen. Die Intervalle wurden als Extrempunkte formuliert, um die Gültigkeit des Modells zu testen. Die Intervallbreite wurde ähnlich gewählt, wobei identische Intervallbreiten in einigen Fällen nicht sinnvoll waren.

Aus der Variation aller Faktoren über ihre Faktorstufen und unter Berücksichtigung der Interaktion zwischen den Faktoren ergeben sich für ein vollfaktorielles Design 3^{12} notwendige einmalige Versuche. Um den Umfang zu

Faktor	Stufe		
	1	2	3
Funktionalität/Usability	$F \ll H$	$F \approx H$	$F \gg H$
Technikintensität T	0,1–0,4	0,4–0,9	0,6–0,9
Selbstwirksamkeit α	0,1–0,5	0,3–0,8	0,5–0,9
Steuerbarkeit β	0,1–0,5	0,3–1	0,5–1
init. Erfahrung K_0	0,1–0,5	0,3–0,5	0,5–1
Lernfähigkeit ρ	0,5–1	0,7–1,1	1–1,5
Anreizfaktor η	0,05–0,2	0,2–0,3	0,3–0,4
Interventionspräferenz γ	0–0,3	0,2–0,4	0,3–0,5
erwartete Nutzung U_g	0,5–0,8	0,75–0,9	0,9–1
Zeitziel V	20–52	50–100	100–300
Interventionsfaktor λ	0,5–1	0,8–1,2	1–1,5
Ressourcen R	$\frac{1}{2}n$	n	$2n$

Tabelle 6.7: Faktoren und Faktorstufen

reduzieren, bietet sich daher ein teilfaktorielles Testdesign an, um die Haupt- und Interaktionseffekte zu untersuchen. Hieraus ergibt sich ein teilfaktorieller Versuchsplan mit 27 notwendigen Versuchen (Tabelle im Anhang).

Abweichend vom bisherigen Vorgehen wurden pro Versuch nur 100 Durchläufe vorgenommen. Es stellte sich bei den vorherigen Tests heraus, dass bereits mit einer geringeren Anzahl Replikationen stabile Ergebnisse erzeugt werden konnten. Als Indikatoren werden wiederum das Stabilitätsniveau, die Streuung bei Stabilität für Akzeptanz und Nutzung sowie der minimale Akzeptanzwert und dessen Zeitpunkt genutzt. Die Simulationsergebnisse und statistischen Analysen finden sich im Anhang.

Es zeigt sich, dass einige Parameterkonstellationen ein ähnliches Verhalten produzieren. Eine Analyse der Varianz der Hauptkomponenten ohne Interaktion (Analysetabellen im Anhang B) zeigt, dass die initiale Erfahrung und die Lernfähigkeit signifikant positiv auf das Sättigungsniveau der Akzeptanz wirken. Die Effektstärke ist dabei gering. In Bezug auf deren Minimum zeigt wiederum die initiale Erfahrung einen hochsignifikanten Einfluss. Die Steuerbarkeit und Lernfähigkeit sind auf dem 5-Prozent-Niveau signifikant. Auf den Sättigungswert der Nutzung hat hingegen die Interventionspräferenz und das erwartete

Nutzungsniveau der Managementagenten den Einfluss mit der höchsten Signifikanz (0,1%- bzw. 1%-Niveau). Weiterhin zeigen die Ressourcenausstattung, das Verhältnis von Funktionalität zu Nutzbarkeit sowie die Selbstwirksamkeit wesentliche Einflüsse. Die Effekte sind hierbei recht klein.

Eine Betrachtung der Interaktionseffekte erfolgt getrennt nach Agententypen. Diese Trennung muss vorgenommen werden, da bei zwölf Parametern und 27 Versuchen nicht genügend Freiheitsgrade im Modell vorhanden sind, um alle Interaktionen zu betrachten. Über die Hauptkomponenten hinausgehend ergibt sich ein sensitives Verhalten des *Sättigungsniveaus der Akzeptanz* nur in der Interaktion zwischen Anreizstärke, Interventionspräferenz und erwarteter Nutzung der Managementagenten. Die Bedeutung der Hauptkomponenten initiale Erfahrung und Lernfähigkeit sinkt dabei. Das *Minimum der Akzeptanz* wird signifikant durch die Interaktion zwischen den Parametern Anreizstärke, Interventionspräferenz und erwartete Nutzung sowie Interventionspräferenz, erwartete Nutzung und verfügbare Ressourcen beeinflusst. Von den Haupteffekten kann nur das Wissen bei dieser Betrachtung bestätigt werden, wenngleich auf einem niedrigeren Signifikanzniveau. Das *Sättigungsniveau der Nutzung* wird insbesondere durch die Interaktion der Managementparameter bestimmt. Neben den Hauptkomponenten ist es die Interaktion zwischen Anreizstärke und Interventionspräferenz sowie zwischen Interventionspräferenz und erwartetem Nutzungsniveau, welche das Endniveau der Nutzung beeinflussen. Andere Effekte sind aufgrund eines niedrigen Signifikanzniveaus zu vernachlässigen.

Zusammenfassend ist zu erkennen, dass im gewählten Modell eine numerische Sensitivität in folgenden Aspekten vorliegt:

- Die Akzeptanz reagiert sensitiv auf die initiale Erfahrung, die Lernfähigkeit sowie auf die Interaktion zwischen Anreizstärke, Interventionspräferenz und erwarteter Nutzung.
- Das Minimum der Akzeptanz reagiert sensitiv auf die Steuerbarkeit und Lernfähigkeit der Agenten sowie auf die Interaktion zwischen Anreizstärke, Interventionspräferenz und erwarteter Nutzung sowie Interventionspräferenz, erwarteter Nutzung und verfügbarer Ressourcen.
- Die Nutzung reagiert sensitiv auf die Interventionspräferenz, das erwartete Nutzungsniveau, die Ressourcenausstattung und das Verhältnis zwischen

Funktionalität und Nutzbarkeit; weiterhin spielt die Interaktion zwischen Anreizstärke und Interventionspräferenz sowie zwischen Interventionspräferenz und erwartetem Nutzungsniveau eine Rolle.

Daher wird deutlich, dass die Akzeptanz stärker endogen aus den Mitarbeiteragenten entwickelt wird, während sich in der Nutzung die Steuerungswirkung niederschlägt. In Bezug auf die zu prüfenden Interventionen kompensiert die erhöhte Sensitivität auf Erfahrungsveränderungen die geringe Anzahl von Interventionen in diesem Bereich. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass eine unterschiedliche Gewichtung der Interventionswirkungen in allen Konstellationen zu einer Modellreaktion führen wird.

6.3 Untersuchung der Steuerungswirkung

Nachdem das Modell entworfen und im Hinblick auf seine Stabilität und Zuverlässigkeit überprüft wurde, kann es nun zur Überprüfung der Forschungsfrage genutzt werden. Zentral ist dabei die Beobachtung von Akzeptanz und Nutzung bei unterschiedlicher Gewichtung der Steuerungsmedien. Die zugrunde liegende Annahme ist, dass unterschiedliche Organisationskonfigurationen über eine spezifische Gewichtung der Steuerungsmedien die Akzeptanz und Nutzung neuer Technologien auf verschiedene Art beeinflussen.

Es werden zunächst Hypothesen über die Entwicklung der Akzeptanz und Nutzung in den unterschiedlichen Konfigurationen abgeleitet, welche am Modell überprüft werden. Die Grundlage für die untersuchten Konstellationen bilden die oben vorgestellten Konfigurationen nach Mintzberg (1979) und die hieraus abgeleiteten Gewichtungen der Bedeutung der Steuerungsmedien. Damit wird eine Reihe von Parametervariationsexperimenten durchgeführt. Die Ergebnisse werden in Form einer Festwertsimulation (ohne stochastische Schwankungen) und einer replizierten Simulation (mit unterschiedlichen Zufallswerten der Parameter) dargestellt. Während Erste das Kontrastieren der Ausprägungen erleichtert, lässt Letztere verallgemeinerbare Schlüsse zu. Über die Simulationsergebnisse werden dann die Hypothesen bewertet und Schlussfolgerungen abgeleitet.

6.3.1 Herleitung des Experiments

Wie in Kapitel 3 dargestellt, unterscheiden sich unterschiedliche Organisationskonfigurationen hinsichtlich ihrer Steuerung. Dies hat Einfluss auf ihren Umgang mit Technologieeinführungsprojekten. Die Verbindung zwischen Organisationsform und Verhaltenssteuerung erfolgt anhand der Koordinationsmechanismen (Mintzberg, 1979). Jede Organisationskonfiguration bedient sich primär eines Koordinationsmechanismus. In Anlehnung an Fischer (2009) lassen sich Steuerungsmedien als Kommunikationsformen der Organisation diesen Koordinationsmechanismen zuordnen. Von den sechs bei Mintzberg (1979) genannten Konfigurationen werden folgende vier mit ihren Koordinationsmechanismen in den Experimenten genauer betrachtet:

- Maschinenbürokratie über Standardisierung der Aufgabe;
- professionelle Bürokratie über Standardisierung der Fähigkeiten;
- Spartenstruktur über Standardisierung der Arbeitsergebnisse;
- Adhokratie über gegenseitige Anpassung.

Die verbleibenden beiden Konfigurationen (Einfachstruktur und Mission) werden nicht untersucht, da die Steuerung dort entweder – wie im Fall der Einfachstruktur – stark personenbezogen durch direkte Weisung erfolgt oder – wie bei der Mission – über Normen und Ideologie vermittelt wird. In beiden Organisationskonfigurationen erfolgt wenig Spezialisierung und entsprechend auch Planung und Steuerung. Die Untersuchung der Wirkung von Steuerungsmedien ist in diesem Fall wenig fruchtbar.

Jedem Koordinationsmechanismus lassen sich ein oder mehrere Steuerungsmedien zuordnen. Theoretisch wurde diese Verbindung bereits in Abschnitt 3.5.2 vorgenommen. Somit wirken in bestimmten Organisationen einige Interventionen stärker als andere. Die Steuerungsmedien transportieren diese Effekte. Für jede Organisationskonfiguration ist das Verhältnis der Wirkungsintensität der Medien zueinander beschreibend. Für die Experimente ergibt sich daher die in Tabelle 6.8 dargestellte Zuordnung von Konfiguration, Mechanismus, Medium und Parameter.

Die Steuerungsmedien wirken in den unterschiedlichen Interventionen. Die Häufigkeit des Einsatzes der Intervention unterscheidet sich jedoch (Abschnitt

Konfiguration	Koordinations- mechanismus	Steuerungs- medium	Modell- parameter
Maschinen- bürokratie	Standardisierung der Aufgabe	Macht	θ_{pow}
professionelle Bürokratie	Standardisierung der Fähigkeiten	Rationalität	θ_{ratio}
Spartenstruktur	Standardisierung Arbeitsergebnis- se	Anreiz	θ_{inc}
Adhokratie	gegenseitige An- passung	Autorität, Ver- pflichtung	$\theta_{auth}, \theta_{obl}$

Tabelle 6.8: Gestaltung des Experimentsettings

6.1.3). Da wissensorientierte Interventionen (Schulung, Information) wesentlich seltener sind als willensorientierte Interventionen (Anreiz, Zwang, Überzeugung), könnte darin eine Verzerrung der Ergebnisse liegen. Die Sensitivitätsanalyse hat jedoch gezeigt, dass das Modell wesentlich empfindlicher auf Erfahrungsveränderungen als auf Anreizveränderungen reagiert. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass sich beide Effekt aufwiegen und vergleichbare Ergebnisse erzielen.

Aus der Wirkung der Medien und der Betrachtung des allgemeinen Modellverhaltens (Abschnitt 6.1) werden für die Simulationsexperimente folgende Hypothesen abgeleitet:

1. Der Maschinenbürokratie gelingt es, durch Zwang schneller ein höheres Nutzungsniveau zu erreichen als anderen Konfigurationen; die Akzeptanz bleibt jedoch niedriger als in anderen Konfigurationen.
2. Die professionelle Bürokratie erreicht über wissensorientierte Interventionen ein höheres Nutzungs- und Akzeptanzniveau als andere Konfigurationen.
3. Die Spartenorganisation erreicht durch leistungsbezogene Anreize ein höheres Nutzungsniveau als andere Konfigurationen und erreicht dabei ein mittleres Akzeptanzniveau.

4. Die Adhokratie erzielt durch soziale Abstimmungsprozesse ein hohes Nutzungs- und Akzeptanzniveau, benötigt dafür jedoch länger als andere Konfigurationen.

Zur Untersuchung dieser Hypothesen werden zwei Arten von Simulationsexperimenten durchgeführt: Festwertsimulationen und replizierte Simulationen. In beiden Fällen werden die Wirkungsparameter kontrolliert variiert, um kontrastierende Szenarien darzustellen. Für die Festwertexperimente wird dabei der größtmögliche Kontrast gewählt. Hierfür wird die Medienwirkung im primären Koordinationsmechanismus auf 1,5 und die Wirkung aller weiteren Medien auf 0,5 gesetzt. In den Replikationsexperimenten mit stochastisch variierenden Parametern wird die Intensität des für den Koordinationsmechanismus bestimmenden Mediums in Schritten von 0,1 zwischen 1 und 1,5 variiert. Die nicht betrachteten Medien nehmen eine Intensität von entweder 0,5 oder 1 an. So kann das gesamte Spektrum der Schwankungen abgedeckt werden, ohne ein exponentielles Wachstum der notwendigen Experimente hervorzurufen. Alle anderen Parameter des Modells bleiben stabil auf den Werten, die in der Modelldefinition angenommen wurden. Zur Darstellung stochastischer Schwankungen werden jedoch mehrfache Replikationen der Faktorstufenkombinationen durchgeführt.

6.3.2 Ergebnisse der Simulation

Die Darstellung der Simulationsläufe orientiert sich am Verlauf der beiden zentralen Bewertungsvariablen: Akzeptanz und Nutzung. Zunächst werden deren Verläufe bei einer einmaligen Simulation mit kontrastierenden Parameterkonstellationen (Festwertanalyse) dargestellt. Als Vergleichsmodell wird dabei das Grundmodell mit gleichem Mediengewicht genutzt. Daran anschließend wird geprüft, ob sich die Ergebnisse bei mehrfacher Simulationsausführung mit stochastischer Variation reproduzieren lassen. Darauf aufbauend wird Stellung zu den aufgestellten Hypothesen genommen. Auftretende Abweichungen vom erwarteten Verhalten werden gesondert diskutiert.

Festwertsimulation

Für die Festwertsimulation wurden stark kontrastierende Parameterwerte gewählt. Während die Kernparameter aus Tabelle 6.8 auf den Wert 1,5 gesetzt wurden, erhielten die restlichen Parameter den Wert 0,5. Hierdurch konnte die Wirkung auf Akzeptanz und Nutzung stärker hervorgehoben werden.

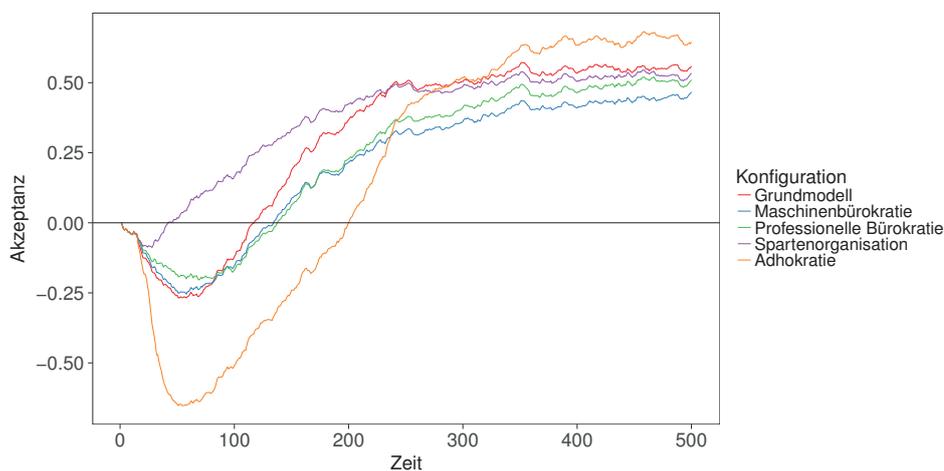


Abbildung 6.33: Vergleich der Akzeptanzverläufe der Konfigurationen

Bezüglich der Akzeptanz ist in Abbildung 6.33 zu erkennen, dass sich drei typische Verläufe herausbilden. Die Maschinenbürokratie und die professionelle Bürokratie weisen ähnliche Akzeptanzverläufe auf. Das finale Akzeptanzniveau der professionellen Bürokratie liegt mit $A \approx 0,5$ höher als jenes der Maschinenbürokratie mit $A \approx 0,45$. Beide Verläufe liegen unterhalb des Basismodells. Die initiale Enttäuschung zeigt eine maximale Ausprägung bei $A \approx 0,2$ im Intervall zwischen $t = [60, 70]$. Die Entwicklungsdynamik ähnelt bis $t = 100$ dem Basismodell, schwächt sich dann jedoch ab.

Im Vergleich dazu ist die Wirkung der Anreize in der Spartenorganisation kurzfristig stärker. So führt die starke Steuerung über Anreize dazu, dass die Akzeptanz initial weniger sinkt und sich früher erholt. Der Minimalwert ist hier $A \approx -0,1$ zum Zeitpunkt $t = 28$. Das Wachstum der Akzeptanz ist annähernd so stark wie bei der Maschinen- und professionellen Bürokratie. Die Akzeptanz erreicht daher ihr Stabilitätsniveau früher als die beiden anderen Konfigurationen. Die Spartenorganisation endet jedoch etwas höher bei $A \approx 0,52$. Die Leistungsfähigkeit liegt bis $t \approx 230$ über dem Basismodell, von dort an verlaufen beide Modelle parallel.

Die stärksten Abweichungen zeigen sich in der Adhokratie. Hierfür wurde die Wirkung der Autorität und der Verpflichtung erhöht. Es zeigt sich, dass in der Adhokratie die Schwankungen größer sind als in anderen Konfigurationen. So verstärkt sich der initial negative Trend bis zu einem Minimalwert von $A \approx -0,65$ bei $t = 54$. Nach diesem Tiefpunkt erfolgt die Steigerung der Akzeptanz schneller als in den zu vergleichenden Konfigurationen. Bis zum Zeitpunkt $t = 230$ wächst sie nahezu exponentiell. Von dort flacht das Wachstum in einer Sättigungskurve ab. Es zeichnet sich dabei eine annähernde S-Kurve ab. Die Adhokratie endet auf einem Stabilitätsniveau von $A \approx 0,64$. Hiermit liegt diese Konfiguration über den Werten der anderen Testfälle.

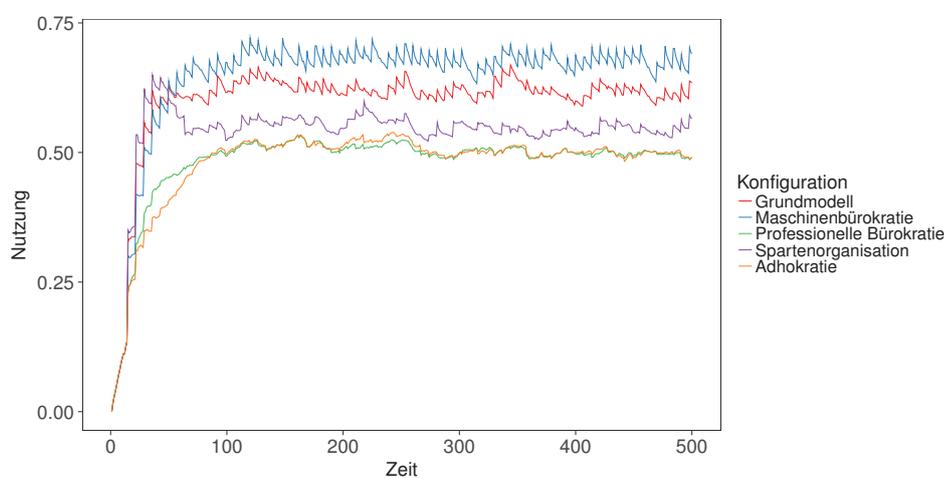


Abbildung 6.34: Vergleich der Nutzungsverläufe der Konfigurationen

Hinsichtlich der Nutzung ergibt sich das in Abbildung 6.34 dargestellte Ergebnis. Die Nutzungsverläufe aller Konfigurationen ähneln sich. So steigt die Nutzung initial stark an und erreicht schnell ein Sättigungsniveau. Es sind wiederum drei vom Grundmodell verschiedene Muster zu erkennen. Diese unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich ihres Sättigungsniveaus. Im Vergleich zum Grundmodell schneidet nur die Maschinenbürokratie besser ab, indem die Nutzung bei $U \approx 0,68$ terminiert. Der Anstieg erfolgt hier innerhalb der ersten 50 Tage sehr rasch, gefolgt von einem abgeschwächten Wachstum bis zum Zeitpunkt $t = 100$, bevor der Wert um das Sättigungsniveau oszilliert.

Die nächstbeste Konfiguration ist die Spartenorganisation. Durch den Einsatz von Anreizen wächst diese Organisationskonfiguration ähnlich schnell wie die Maschinenbürokratie. Es folgt jedoch kein abgeschwächtes Wachstum, sondern

ein Einbrechen der Nutzung um den Zeitpunkt $t = 50$. Die Stabilisierung erfolgt dann auf einem niedrigeren Nutzungsniveau von $U \approx 0,55$.

Die dritte Gruppe bilden die Konfigurationen professionelle Bürokratie und Adhokratie. Ihre Nutzungsintensität steigt nicht im gleichen Maße wie in den vorher betrachteten Konfigurationen. So erreichen beide Konfigurationen um den Zeitpunkt $t = 100$ ihr Sättigungsniveau um den Wert $U = 0,5$. Sie zeigen damit die geringste Steuerungsfähigkeit in Bezug auf die Nutzung. Weiterhin ist hervorzuheben, dass der Verlauf wesentlich glatter ist als bei anderen Konfigurationen. Während die Maschinenbürokratie und die Spartenorganisation durch die Interventionen starke Ausschläge in Form einer Sägezahnkurve erzeugen, wirken die Medien Rationalität, Autorität und Verpflichtung nicht direkt auf die Nutzung. Vielmehr beeinflussen sie das Erfahrungsniveau oder die Einstellung. Durch diese indirekte Wirkung reagiert das System träger. Der Effekt wird erst durch mehrere Mechanismen vermittelt und konvergiert zum Gruppenniveau. Ausbrüche von der Gruppentendenz sind daher eher selten.

Die Betrachtung der Simulationsergebnisse auf Basis von Festwerten legt den Schluss nahe, dass sich für die Organisationskonfigurationen unterschiedliche Profile für die Nutzungs- und Akzeptanzentwicklung ableiten lassen. Diese unterscheiden sich hinsichtlich des maximal erreichbaren Akzeptanz- und Nutzungsniveaus sowie in der Geschwindigkeit, in welcher dieses Niveau erreicht wird. Die Ergebnisse zeigen auch, dass die direkte Medienwirkung nicht notwendigerweise die intendierten Effekte auf der Systemebene erzeugt. So ist z. B. die direkte Anreizwirkung in der Nutzung nicht so sehr erfolgreich, sie wirkt aber in der Anfangsphase positiv auf die Akzeptanz und verhindert somit ein starkes Absinken. Das Zielniveau wird schneller erreicht.

Stochastische Parametervariation

Die oben vorgestellten Ergebnisse basieren auf einem Simulationslauf mit kontrastierenden Parametern. Um die Generalisierbarkeit der Simulationsergebnisse zu erhöhen, sind bei der Verwendung von stochastischen Parametern mehrere Replikationen notwendig. Im Rahmen des Parametervariationsexperimentes werden für jede Faktorstufenkombination zehn Replikationen mit unterschiedlichen Zufallswerten vorgenommen. Hierdurch entsteht ein Schwankungsbereich,

in welchem sich die Zielvariablen bewegen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Parametervariation für die Organisationskonfigurationen dargestellt.

Im Vergleich bezüglich der Akzeptanzentwicklung lässt sich das Bild aus der Festwertsimulation bestätigen. So terminieren die meisten Konfigurationen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf dem Niveau von $A \approx 0,5$. Einzig die Adhokratie erreicht wie bereits in der Festwertsimulation einen höheren Wert.

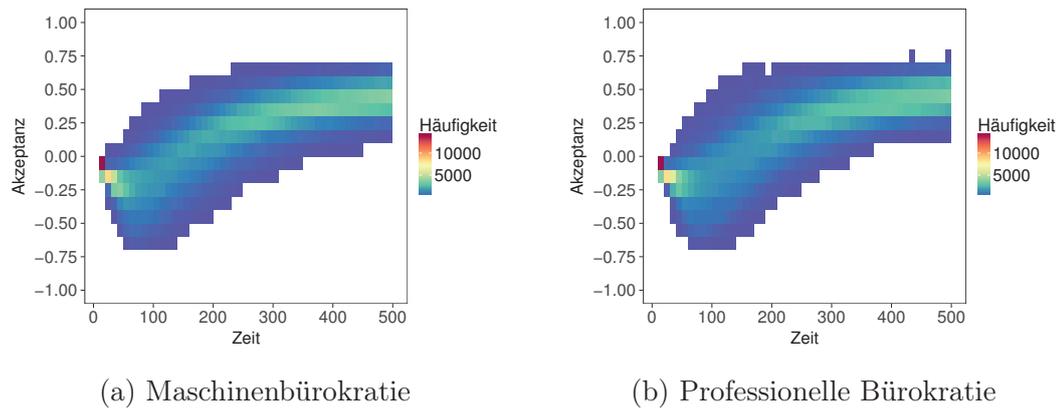


Abbildung 6.35: Replikationsergebnisse Akzeptanz – Maschinenbürokratie und professionelle Bürokratie

Wie in Abbildung 6.35 zu erkennen ist, ähneln sich die Verläufe der professionellen und der Maschinenbürokratie. Neben dem Stabilitätsniveau erreichen beide auch ähnliche Minimalwerte. Auch die Streuung der Werte im Verlauf des Experimentes ist vergleichbar, wobei sich die Maschinenbürokratie im mittleren Intervall ($t = 100 - 200$) in sehr geringem Maße einheitlicher entwickelt. Insgesamt ist daher zu schlussfolgern, dass die Wirkung der Steuerungsmedien Macht und Rationalität auf die Akzeptanz ähnlich ist.

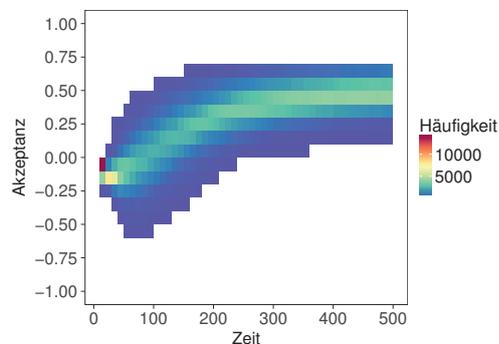


Abbildung 6.36: Replikationsergebnisse Akzeptanz – Spartenorganisation

Die Spartenorganisation mit dem primären Steuerungsmedium Anreiz erreicht nur einen leicht höheren Stabilitätswert (Abb. 6.36). Der größte Unterschied ist in der Ausprägung des Minimalwertes zu finden. Anders als die vorher dargestellten Konfigurationen sinkt die Spartenorganisation nicht so stark ab. Nur in unter zehn Prozent aller Fälle wird ein Minimalwert von unter $A = -0,2$ erreicht. Das Verhalten aus der Festwertsimulation bleibt auch in mehreren Läufen stabil. Es bestätigt sich zudem der etwas steilere Verlauf zur Erreichung des Stabilitätsniveaus im Vergleich zu den beiden vorherigen Konfigurationen. Die Anreize stellen somit in Spartenorganisationen ein Mittel zum schnellen Etablieren der Technologie dar. Sie haben jedoch ihre Limitation in Bezug auf die Bindungsstärke. Es wird kein signifikant höheres Niveau als über den Einsatz von Zwang oder Rationalität erreicht.

Von den bisher betrachteten Konfigurationen unterscheidet sich die Adhokratie stark. Zwar ist der allgemeine Verlauf mit dem Absinken der Akzeptanz, dem Anstieg und der darauf folgenden Stabilisierung auch hier zu erkennen, die Schwankungen innerhalb des Verlaufs und im Vergleich zwischen unterschiedlichen Simulationsläufen ist jedoch erheblich (Abb. 6.37).

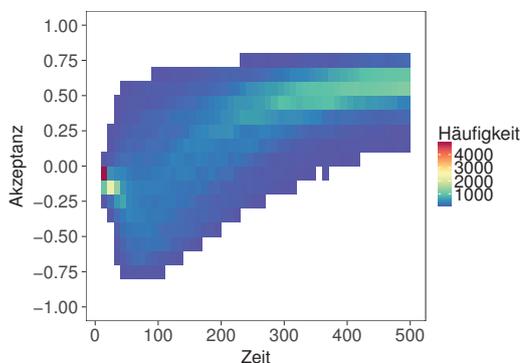


Abbildung 6.37: Replikationsergebnisse Akzeptanz – Adhokratie

Zunächst sinkt die Akzeptanz in der Adhokratie stärker ab als in den bisher verglichenen Konfigurationen. Dies trifft sowohl auf die Häufigkeit als auch auf die Intensität zu. So liegt der Mittelwert in nahezu 50 Prozent der Fälle unter $A = -0,2$. Unterhalb von $A = -0,4$ sinken noch 15 Prozent der Simulationen. Andererseits steht diesem negativen Ausschlag auch eine breitere positive Streuung in der ersten Phase gegenüber. Es kommt somit sowohl zu positiven als auch zu negativen Verstärkungseffekten. In der daran anschließenden Phase

($t = 100$ bis $t = 300$) zeigt das Wachstum ein sehr inkonsistentes Verhalten. Es ist kein klarer Pfad der Akzeptanzentwicklung wie in anderen Konfigurationen zu identifizieren.

Die stärkere Schwankung ist auch auf dem Stabilitätsniveau zu beobachten. Hier variieren die möglichen Werte von 0,15 bis 0,8. Innerhalb dieser starken Streuung wird im Mittel ein höheres Akzeptanzniveau erreicht als in den anderen Konfigurationen. Die Nutzung von Autorität und Verpflichtung führt scheinbar zu einer höheren inneren Bindung an die neue Technologie. Weiterhin geht die Verpflichtung in hohem Maße von Champions und Gegnern aus, also von Akteuren, welche nicht mit dem Akzeptanzziel steuern. Die jeweilige Konstellation von positiv und negativ eingestellten Mitarbeitern sowie deren Netzwerkposition erzeugt diese starken Schwankungen und unterschiedlichen Verläufe. Während eine förderliche Platzierung von Champions zu einer schnellen Akzeptanzentwicklung führt, resultiert eine zentrale Position von Gegnern in stark negativen Verläufen. Die Akzeptanzbildung in der Adhokratie ist somit für die Organisation mit hoher Unsicherheit verbunden.

Während die Entwicklung der Akzeptanz sehr unterschiedlich ausgeprägt ist und auch zwischen den Simulationen variiert, zeigen mehrfache Durchläufe bei der Nutzung ein sehr konsistentes Bild. Die bereits in der Festwertbetrachtung identifizierten Verläufe lassen sich auch bei der Replikation reproduzieren. So ist der allgemeine Verlauf gekennzeichnet durch ein starkes Ansteigen der Nutzung und das Terminieren auf einem annähernd gleichen Sättigungsniveau.

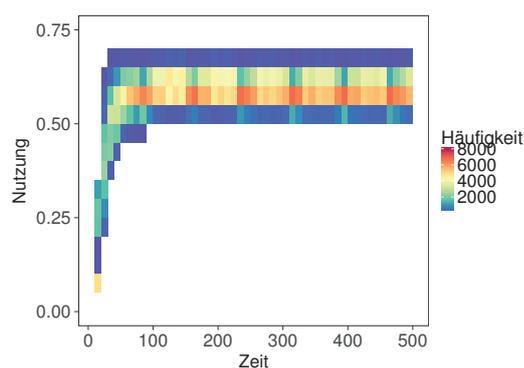


Abbildung 6.38: Replikationsergebnisse Nutzung – Maschinenbürokratie

Die Maschinenbürokratie zeigt hierbei die geringste Schwankungsbreite im Ergebnis (Abb. 6.38). Die Werte zentrieren sich auf einem Niveau von 0,6–0,65.

Ab dem Zeitpunkt $t = 50$ wird dieses Niveau erreicht. Somit sind die Ergebnisse der Replikation konsistent mit den Beobachtungen in der Festwertanalyse.

Die weiteren Konfigurationen ähneln sich im Hinblick auf die Ergebnisse. Besonders fällt dabei ins Auge, dass sich zwei Stabilitätsniveaus bei einer höheren Anzahl an Replikationen herausbilden. Das niedrigere liegt leicht unterhalb $U = 0,5$, während das höhere zwischen 0,55 und 0,6 liegt. Weiterhin scheint ein Alternieren zwischen diesen beiden Niveaus stattzufinden. Vom Verlauf sind die professionelle Bürokratie und die Adhokratie nahezu gleich (Abb. 6.39).

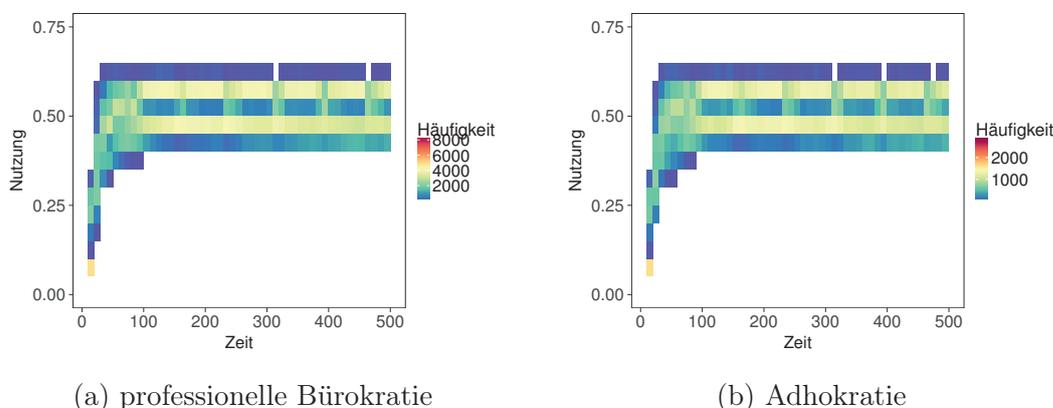


Abbildung 6.39: Replikationsergebnisse Nutzung – professionelle Bürokratie und Adhokratie

Obwohl im Resultat eine ähnliche Verteilung bei der Spartenorganisation entsteht, unterscheidet sich der Verlauf in der frühen Phase. Während andere Konfigurationen nach dem Anstieg ihr Sättigungsniveau erreichen, lässt sich das überschießende Verhalten aus der Festwertbetrachtung reproduzieren. Dabei steigt die Nutzung unter dem Einfluss des Mediums Anreiz zunächst auf ein relativ hohes Niveau und sinkt dann ab. Insgesamt wird nach dem Absinken aber ein höheres Niveau eingenommen (Abb. 6.40).

Die Nutzung erweist sich in mehrmaligen Simulationsläufen als sehr stabil. Veränderungen der Konfiguration ziehen nur geringe Veränderungen im Verlauf und im Sättigungsniveau nach sich. Dabei unterscheiden sich die Spartenorganisation und die Maschinenbürokratie am stärksten von den anderen Konfigurationen. Bei der machtgesteuerten Maschinenbürokratie wird ein konsistent höheres

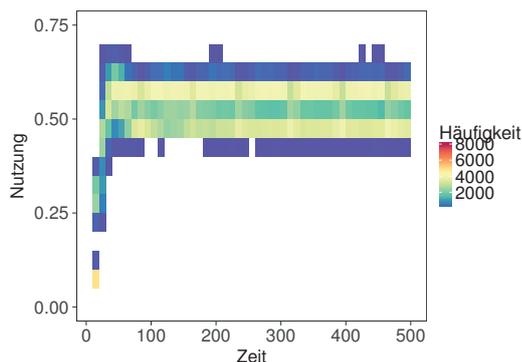


Abbildung 6.40: Replikationsergebnisse Nutzung – Spartenorganisation

Nutzungs niveau erreicht, während die anreizgesteuerte Spartenorganisation in den frühen Phasen der Adoption ein starkes Wachstum offenbart.

6.4 Diskussion der Experimentergebnisse

In Bezug auf die eingangs formulierten Hypothesen über die Wirkung der Steuerungsinterventionen auf die Akzeptanz und die Nutzung kann Folgendes festgehalten werden:

Die Hypothese hinsichtlich der *Maschinenbürokratie* ist bestätigt. Zum einen erreicht die Nutzung ein wesentlich höheres Niveau als in anderen Konfigurationen. Es wird ein Stabilitätswert angenommen, der mitunter um 10 Prozent höher ist als bei anderen Medienwirkungen. Weiterhin ist das Akzeptanzniveau das geringste aller verglichenen Konfigurationen und dabei leicht unter dem der professionellen Bürokratie und der Spartenorganisation. Die Adhokratie liegt sogar ca. 10 Prozent oberhalb des Akzeptanzniveaus der Maschinenbürokratie. Es lässt sich daher schlussfolgern, dass sich Zwang gut dafür eignet, ein hohes Nutzungsniveau zu sichern, die Nutzung jedoch nicht aus innerer Überzeugung erfolgt. Dies ist konsistent mit den Erkenntnissen aus der bisherigen Forschung. Im Modell ist nicht berücksichtigt, dass die Steuerungswirkung des Zwangs mit der Dauer und Häufigkeit der Anwendung abnimmt. Ob sich in einem realistischen Szenario das hohe Nutzungsniveau halten lässt, ist daher fraglich.

Die Hypothese zur *professionellen Bürokratie* lässt sich nicht bestätigen. Weder die Nutzung noch die Akzeptanz lassen sich über die wissensorientierte Steuerung erhöhen. Die Simulation zeigt hinsichtlich der Nutzung mit

der Adhokratie eines der niedrigsten Niveaus. Dies ist insbesondere auf das frühe Abbrechen des Wachstums zurückzuführen. Auch die Entwicklung der Akzeptanz erreicht kein hohes Niveau. Die professionelle Bürokratie schafft es zwar besser als die Maschinenbürokratie die Akzeptanz zu heben, sie liegt aber deutlich unter den anderen Konfigurationen. Dies lässt den Schluss zu, dass die Konzentration auf die Vermittlung von Wissen über die Technologie in Schulungen keinen alleinigen Effekt auf die Nutzung oder Akzeptanz hat. Zieht man den Vergleich zum Grundmodell heran, in dem sich alle Medien gleichgewichtet gegenüberstehen, zeigt sich, dass die Mischung von wissens- und willensorientierten Interventionen wesentlich bessere Ergebnisse erzielt.

Bei der *Spartenorganisation* wurde vermutet, dass primär die Nutzung positiv durch die Anreize beeinflusst wird. Die Akzeptanz sollte hingegen keinen maßgeblichen Effekt aufweisen. Mit Blick auf die Simulationsergebnisse zeigt sich, dass die Nutzung das zweithöchste Niveau nach der Maschinenbürokratie aufweist. Die Anreize wirken daher nutzungsfördernd, wie im Modell konzipiert. Die Entwicklung der Akzeptanz muss hingegen differenziert betrachtet werden. Zwar gelingt es in der Spartenorganisation nicht, ein maßgeblich höheres Niveau zu erreichen als bei der professionellen Bürokratie oder im Vergleich zum Grundmodell. Daher wäre die Hypothese zu bestätigen. Es zeigt sich jedoch auch, dass in der frühen Phase der Übernahme mit Anreizen gegen ein Absacken der Akzeptanz vorgegangen werden kann und schnell ein höheres Akzeptanzniveau erreicht wird. Weiterhin zeigt sich, dass die direkte Wirkung auf die Nutzung, wie sie im Modell konzipiert ist, auf die Akzeptanz abstrahlt. Anders als bei der Verwendung von Zwang wird durch die Anreize scheinbar die Aufwand-Nutzen-Betrachtung der Mitarbeiter indirekt beeinflusst, was zu einem höheren Akzeptanzniveau führt.

Auch die Hypothese hinsichtlich der *Adhokratie* kann nur teilweise bestätigt werden. Die Nutzung zeigt im Vergleich mit anderen Konfigurationen mit der professionellen Bürokratie das geringste Endniveau. Den sozialen Abstimmungs- und Beeinflussungsprozesse gelingt es damit nicht, die Nutzung zu heben. Dem steht die Entwicklung der Akzeptanz entgegen. Hier bestätigt sich die Annahme, dass ein höheres Niveau erreicht wird. Weiterhin führt die gegenseitige Abstimmung aber auch dazu, dass die Schwankung der Akzeptanzwerte maximal ist. Die initiale Enttäuschung ist in dieser Konfiguration am stärksten. Die

Mitarbeiter befinden sich dabei in einer Negativspirale. Diese wird jedoch im Verlauf umgekehrt, sodass final das höchste Akzeptanzniveau erreicht wird. Es liegt der Schluss nahe, dass die soziale Dynamik in späten Phasen mit ausreichender Erfahrung förderlich sein kann und eine bessere Einstellung erzielt. In frühen Phasen gefährdet dies jedoch die organisationsweite Übernahme. Die Wahrscheinlichkeit, dass bei den stark negativ ausgeprägten Akzeptanzwerten die Übernahme in der Adhokratie abgebrochen wird, ist recht hoch. Diese Organisationsentscheidung wird im Modell nicht berücksichtigt. Die Erkenntnisse vom Scheitern von Einführungsprojekten legen jedoch nahe, dass dieser Weg nicht selten beschritten wird.

Die unterschiedlichen Organisationskonfigurationen zeichnen sich somit hinsichtlich spezifischer Verläufe der inneren Akzeptanz und beobachtbaren Nutzung aus. Tabelle 6.9 stellt die Wirkungen der primär genutzten Steuerungsmedien zusammenfassend dar.

Konfiguration	Medium	Akzeptanz- wirkung	Akzeptanz- schwankung	Nutzungs- effekt
Maschine	Macht	gering	mittel	hoch
Professionell	Ratio	mittel	mittel	gering
Sparte	Anreiz	mittel	gering	mittel
Adhokratie	Verpflichtung, Autorität	hoch	hoch	gering

Tabelle 6.9: Vergleich der Wirkung der Konfigurationen

Insgesamt zeigt sich ein konsistentes Verhalten des Modells. Der Verlauf der Akzeptanzkurve hat für alle Konfigurationen eine ähnliche Form. Für die Akzeptanzbildung in Organisationen lässt sich daher der Verlauf mit einem ersten Absacken der Akzeptanz, darauf folgendem Wachstum und der Sättigung generalisieren. Dieses Verhalten steht im teilweisen Widerspruch zu der in Diffusionsmodellen postulierten und nachgewiesenen S-Kurve und ist auf die autoritative Nutzungsentscheidung zurückzuführen. Dabei ist eine vorherige Nutzenbewertung durch den Mitarbeiter ausgeschlossen. Die Bildung einer realistischen Erwartung erfolgt erst mit der Nutzung. Neben dem generalisierbaren Verhalten für alle Organisationen bilden sich, wie oben dargestellt, spezifische

Muster für die jeweiligen Organisationskonfigurationen heraus, welche sich graduell unterscheiden.

Hinsichtlich der Nutzung ist festzuhalten, dass die organisatorische Steuerung und das Treffen von Nutzungsentscheidungen zu einem homogenen Verhalten unabhängig von der Organisationskonstellation führt. Es spielt dabei keine starke Rolle, welcher Konfiguration die Organisation zuzuordnen ist. Nach einem starken Anstieg in der frühen Phase, wird recht schnell ein stabiles Nutzungsniveau erreicht. Im Mittel wird dieses Niveau nicht mehr verlassen, wenngleich es Mitarbeiter gibt, welche sich zeitweise unter oder über dieses Niveau bewegen. Dieser Verlauf ist somit generalisierbar. Hierbei ist jedoch fraglich, ob sich diese Erkenntnis empirisch halten lässt oder auf den vereinfachenden Annahmen des Modells beruht. Eine realistische Nutzungsfunktion müsste wesentlich mehr Kontextfaktoren berücksichtigen, als im Modell aufgeführt. Dadurch könnte sich das Verhalten ändern. Weiterhin ist es möglich, dass die Steuerungsimpulse zeitlich variierende Wirkungen aufweisen. Dies wurde bereits bei der Wirkung von Zwang und Anreizen angesprochen. Auch hier kann es in der Organisationsrealität zu einem Abnehmen der Nutzung kommen, wenn nicht kontinuierlich neue Reize gesetzt werden. Ob die Annahmen realitätsgetreu sind, lässt sich nur über eine empirische Untersuchung ermitteln.

Das Zusammenspiel von Akzeptanz und Nutzung ist anders als in den Technologieakzeptanzmodellen nur schwach miteinander gekoppelt. So steigt die Nutzung durch Steuerungsimpulse und das Lernen der Mitarbeiter wesentlich eher und stärker an als die Akzeptanz. Wiederum zeichnen die Steuerungsimpulse und die gegenseitige Beeinflussung hierfür verantwortlich. Steuerungsimpulse führen zu einer oberflächlichen Konformität mit Change-Agent- und Managementenerwartungen, weshalb die Nutzung sehr stark steigt. Die soziale Dynamik und die Berücksichtigung negativer Meinungsführer beeinflusst die Bildung der inneren Akzeptanz. Dies führt zu einem wesentlich langsameren Etablieren einer positiven Einstellung. Auf der Agentenebene ist weiterhin zu beobachten, dass einige Mitarbeiter auch nach langer Zeit keine positive Einstellung entwickeln, jedoch durch die Steuerungsimpulse des Managements nicht die Nutzung einstellen. Das Spannungsverhältnis zwischen individuellem Wollen und dem verpflichtenden Sollen wird somit im Verlauf der Akzeptanz und Nutzung deutlich.

Die wissenschaftlichen und praktischen Implikationen, die Beschränkungen dieser Arbeit sowie die möglichen weitergehenden Forschungsarbeiten werden im abschließenden Kapitel dargelegt.

Kapitel 7

Ausblick und Fazit

Die bisherigen Kapitel dienen zur Identifikation der relevanten Faktoren in der erfolgreichen organisatorischen Technologieeinführung. Ein Modell zum Zusammenspiel dieser Faktoren wurde entworfen und methodisch abgesichert. Im Folgenden werden die erzielten Ergebnisse vor dem Hintergrund der anfangs aufgeworfenen Forschungsfragen dargestellt. Weiterhin wird die Reichweite der entstandenen Ergebnisse kritisch diskutiert und ein Ausblick auf weitere Forschungsvorhaben unter Anwendung des entstandenen Modells gegeben.

7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Aus der wissenschaftlichen Zielstellung der Arbeit wurden fünf Forschungsfragen abgeleitet, welche in den vorangegangenen Kapiteln diskutiert und beantwortet wurden. Die individuellen und organisatorischen Faktoren der Akzeptanz von Neuerungen fanden in Kapitel 2 und 3 Berücksichtigung und flossen in ein Modell zur Untersuchung dieser Vorgänge ein. Die in Kapitel 5 dargestellten Komponenten und deren Verbindungen greifen die Kritikpunkte bestehender Modelle auf. Über die Integration von individuellen Entscheidungen und organisatorischer Steuerung ist es möglich, das Akzeptanz- und Nutzungsverhalten in Organisationen genauer zu beschreiben. Hierbei spielen vier spezifische Faktoren eine Rolle.

Zunächst basiert das individuelle Entscheidungskalkül auf *organisatorischen Zielstellungen und der Bewertung der eigenen Leistung*. Hierdurch tritt die Erwartung der Organisation gegenüber dem Mitarbeiter in die Akzeptanzbil-

dung und Nutzungsentscheidung ein. Dieser Aspekt greift die Erkenntnisse der aufgabenbezogenen Technologieakzeptanzmodelle auf (TTFM, TaITF). Die Anforderungen sowie die Gestaltung der Aufgabe sind daher bei der individuellen Entscheidung von Bedeutung. Dabei werden nicht nur positive Einstellungen, sondern auch Widerstand und Blockade berücksichtigt.

Weiterhin wird der *soziale Kontext des Mitarbeiters* dediziert berücksichtigt. Über die Beobachtung der Leistungen und der Nutzung im Umfeld kann der Mitarbeiter sich selbst in der Gruppe verorten. Die hieraus resultierenden Spannungen wirken als internalisierte soziale Erwartungen auf die Entscheidungsfindung und werden als Gruppendruck im Modell berücksichtigt.

Als dritter Aspekt werden *bewusste Beeinflussungsversuche exponierter Akteure* im Netzwerk berücksichtigt. Champions und Gegner versuchen durch gezielte Kommunikation andere Mitarbeiter zu überzeugen. Die Effekte der Multiplikatoren fanden bereits im Diffusionsmodell nach Bass (1969) Anwendung, wurden dort jedoch nicht als einzelne Kommunikationsakte aufgegriffen. Weiterhin wurde die Beeinflussung in den Modellen nur positiv konnotiert. Die Berücksichtigung negativer Meinungsführer auf den Akzeptanz- und Verbreitungsprozess verbreitert den abgebildeten Verhaltensspielraum.

Ein vierter strukturierender Faktor für die Verbreitung von Einstellungen und Nutzungsentscheidungen ist die Arbeit bewusst steuernder Akteure. Das *Verhalten von Change Agents und dem Management* findet in der Change-Management-Literatur verstärkte Beachtung. Über Führung, Anreize und Unterstützungsangebote kann es gelingen, den Verbreitungsprozess positiv zu strukturieren. Hierfür wurde die Steuerungslogik und das Eingriffsverhalten dieser Akteure genauer untersucht. Sie setzen nach jeweils individuellem Kalkül Interventionen bei den Mitarbeitern ein. Die Kalküle unterscheiden sich nach leistungsorientierter Steuerung (Management), wissensorientierter und willensorientierter Beeinflussung (Change Agents). Die Interventionen lassen sich nach dem UTAUT in verschiedene Typen einteilen. Diese greifen in ihrer Anschlussfähigkeit auf organisatorische Steuerungsmedien zurück. Durch die Berücksichtigung intendiert steuernder Akteure erweitert das Modell die bisher genutzte Logik in Diffusions- und Technologieakzeptanzmodellen.

Die Verbindung zwischen individueller Entscheidung und der Organisation wird über Interventionen und Steuerungsmedien geschaffen. Sie integrieren

die organisatorischen Erwartungen in den individuellen Entscheidungs- und Kommunikationsprozess, indem die Anschlussfähigkeit der Steuerungskommunikation gesichert wird. Durch die Anwendung systemtheoretischer Grundlagen gelingt es, die individuelle Entscheidungskomplexität zu erhalten und gleichzeitig organisatorische Emergenz darzustellen. Die Anwendung der institutionellen Analyse über das MAIA-Framework mit den unterschiedlichen Strukturen ermöglicht die Ordnung der Einflüsse und die Beschreibung ihrer Verbindungen. Das resultierende Modell beantwortet somit die Forschungsfragen 1 (individuelle Faktoren), 2 (organisatorische Faktoren) und 4 (Modellbildung). Es trägt über die Kombination struktureller, verhaltensbasierter und steuerungorientierter Annahmen zur Beantwortung der weiteren Forschungsfrage bei.

Die wissenschaftlich-methodische Zielstellung bestand in der Identifikation geeigneter Verfahren zur Analyse der Organisationsdynamik. Die Simulation erfüllte die entsprechenden Kriterien am Besten. In der Spezifikation der *agentenbasierten sozialen Simulation* ist es möglich, individuelles und emergentes Verhalten darzustellen, zu beobachten und zu analysieren. Die Werkzeuge zur Simulation eignen sich zur Reproduktion von individuellen und organisatorischen Verhaltensweisen und zur kontrollierten Variation der Untersuchungsumgebung. Die methodischen Betrachtungen beantworten somit die Forschungsfrage 3 (welche Verfahren eignen sich zur Analyse) und stellen die Grundlage für die Anwendung und Demonstration dar.

Zur Verdeutlichung der Funktionsweise des vorgestellten konzeptuellen Modells erfolgte eine weitere Spezifikation im logischen Modell. Hierbei wurden die Einflussfaktoren mathematisch konkretisiert und über Bestimmungsgleichungen beschrieben. Das logische Modell ist die Grundlage der Implementierung unter Nutzung der Simulationsplattform AnyLogic. Anhand des lauffähigen Simulationsmodells erfolgte die *Demonstration* der individuellen und emergenten Modell Aspekte. Es wurde ein spezifischer Verlauf der Akzeptanz- sowie der Nutzungskurve in Organisationen nachgewiesen. Die Akzeptanz entwickelt sich zunächst negativ, geht dann aber in ein begrenztes Wachstum über. Das initiale Sinken der Einstellung wird mit der Frustration der Mitarbeiter durch Leistungen, welche von den initialen Erwartungen abweichen, begründet. Die späteren Steigerungen lassen sich auf einen individuellen Erfahrungsanstieg und die damit einhergehende höhere Leistungsfähigkeit zurückführen. Weiterhin

wirken hier die gegenseitigen Ansteckungs- und Beeinflussungsprozesse und beschleunigen das Wachstum. Die Nutzung steigt ob ihres verpflichtenden Charakters schnell an und verharrt auf einem stabilen Nutzungsniveau.

In einer *Sensitivitätsanalyse* wurde die Struktur des Modells und die numerische Ausprägung der Parameter überprüft. Es wurden signifikante Unterschiede zwischen unterschiedlich reduzierten Modellformen gefunden. Hieraus konnten die spezifischen Wirkungsweisen der eingesetzten Kommunikations- und Koordinationsmechanismen abgeleitet werden. In der numerischen Sensitivität wurden auf Organisationsebene unterschiedliche Netzwerkkonfigurationen und die Anzahl beteiligter Change Agents geprüft. Interaktionseffekte wurden bei den agentenspezifischen Parametern über eine teilfaktorielle Parametervariation getestet und ihre Wirkung auf die Zielvariablen Akzeptanz, minimale Akzeptanz und Nutzung dargestellt.

Über die Demonstration und Sicherung der Modellgültigkeit wurde die Grundlage für die Beantwortung der *praktischen Forschungsfrage* geschaffen. Hierbei spielen die Steuerungsmedien eine besondere Rolle. Die unterschiedlichen Organisationsformen wurden anhand der Typologie nach Mintzberg (1979) differenziert. Ihnen können dedizierte primäre Koordinationsmechanismen zugeordnet werden. Jeder Koordinationsmechanismus basiert auf der Präferenz bestimmter Steuerungsmedien. So wird in der Maschinenbürokratie über direkte Aufsicht und damit über Macht gesteuert, die Adhokratie nutzt hingegen Verpflichtung und Autorität zur gegenseitigen Abstimmung. Somit sind bestimmte Interventionen je nach Organisationstyp anschlussfähiger als andere. Die Folgen unterschiedlicher Organisationstypen für die Entwicklung der Akzeptanz und Nutzung wurden in Untersuchungshypothesen formuliert, deren Überprüfung anhand von Parametervariationsexperimenten erfolgte. Die Forschungsfrage konnte dahingehend beantwortet werden, dass spezifische, mit dem Organisationstyp zusammenhängende Formen des Akzeptanz- und Nutzungsverlaufs identifiziert werden konnten. Sie unterschieden sich weniger im Verlauf, als in der zeitlichen Streckung und dem erreichbaren Maximalniveau. Hieraus konnte abgeleitet werden, dass die oben beschriebene Form über die Organisationstypen hinweg generalisierbar ist, ihre spezifische Form jedoch von den Steuerungsparametern abhängt. Der Einsatz von Macht hat z. B. eine starke Wirkung auf das finale Nutzungsniveau, während Verpflichtung und Autorität

stark auf die Akzeptanz wirken. Weiterhin kann ein Effekt der Steuerungsformen auf die Schwankung der Akzeptanz festgestellt werden. Je stärker auf informale Kommunikations- und Einflusswege abgehoben wird, desto unsicherer ist das Ergebnis für die Organisation. Für Organisationen stellt sich somit ein Zielkonflikt zwischen formaler, nutzungsorientierter Steuerung und informaler, einstellungsorientierter Steuerung dar. Dies in Kombination mit den teilweise widerstreitenden Logiken der Management- und Change-Agent-Interventionen wirft die Frage nach einer geeigneten, geteilten Strategie zur Gestaltung des Wandels in Organisationen auf.

7.2 Gültigkeit

Die oben zusammengefassten Ergebnisse beruhen auf den theoretisch hergeleiteten Modellannahmen. Die Gültigkeit des Modells muss daher über unterschiedliche Wege abgesichert werden.

Die Validität der Modellannahmen kann über die Plausibilität der genutzten Theorien und Studien gesichert werden. Durch die Nutzung vielfältiger Vorarbeiten erlangen einzelne Modellteile indirekt Gültigkeit. So sind die Zusammenhänge auf individueller Ebene durch das TAM und die Diffusionsforschung hinreichend empirisch überprüft. Weiterhin sind die Annahmen auf Organisationsebene auf einer akzeptierten theoretischen Grundlage getroffen worden. Organisationsspezifische Untersuchungen zur Akzeptanz und Nutzung aus dem UTAUT, dem TTFM sowie dem TaITF liefern hierfür empirische Evidenz.

Das resultierende Modell wurde über eine Sensitivitätsanalyse intern validiert. Die Prüfung des gültigen Verhaltens bei unterschiedlichen Parameterkonstellationen sichert somit das einheitliche und im Modellierungsprozess intendierte Verhalten ab. Die Überprüfung bezog sich sowohl auf die Validität der Struktur der Kommunikationsbeziehungen als auch auf die Validität der gewählten Verteilungsgrenzen der stochastischen Parameter. Es konnte ein einheitliches Verhalten ohne Anomalien gezeigt werden. Die interne Validität sichert nur die Verbindung zwischen der Intention des Modellierenden und der vollzogenen Implementierung; sie trifft keine Aussagen über die Realitätstreue des Modells.

Die Repräsentativität des Modells lässt sich anhand der Ergebnisse beurteilen. Da eine empirische Validierung aus methodischen Gesichtspunkten (siehe

Abschnitt 4.1) und aus Gründen des Aufwands in dieser Arbeit nicht geleistet werden konnte, bezieht sich die Repräsentativität auf die Plausibilität der erzielten Ergebnisse. Auf der Akzeptanzebene sind diese zwar nicht konsistent mit den Verläufen der Diffusions- und Technologieakzeptanzmodelle, beziehen sich jedoch häufig auf die Verbreitung in marktförmigen Systemen. Die verpflichtende Nutzung ohne vorherige Möglichkeit, eine Erwartung auszubilden, kann zu dem entstandenen Verlauf führen. Es wurde plausibel erklärt, warum ein Absinken stattfindet und warum sich die Einstellung dann verbessert. Auch der Nutzungsverlauf ist plausibel mit der Verpflichtung zum Einsatz zu erklären. Somit kann das Modell in allen drei Aspekten als valide gelten.

Darüber hinaus wurden aber auch problematische Annahmen im Verlauf identifiziert. So scheint die Logik der Interventionsauswahl erfahrungsorientierte Maßnahmen zu benachteiligen. Dies widerspricht der Organisationspraxis, in welcher Informationen und Schulungen einen erheblichen Teil des Einführungsprojektes ausmachen. Weiterhin scheint das initiale Erfahrungsniveau zu hoch zu sein, da es sehr schnell zum Abschluss des Lernens kommt und kein Erfahrungszuwachs mehr möglich ist. Die Problematik des Lernens spiegelt sich auch in der Annahme wider, dass die Mitarbeiter nicht verlernen. Auch Lernblockaden wurden nicht berücksichtigt, da ansonsten das Modell nur schwer handhabbar gewesen wäre.

Auf der Steuerungsebene sind die Annahmen hinsichtlich der Populationsgröße der Change Agents und des Managements kritisch zu beleuchten. So hat das Management aufgrund der größeren Anzahl an Agenten wesentlich stärkeren Einfluss als die Change Agents. Hier könnte eine Kalibrierung des Modells an Erfahrungswerten sinnvoll sein. In Bezug auf die Managementsteuerung ist weiterhin die negative Wirkung von Zwang auf die Einstellung ebenso nicht berücksichtigt wie die abnehmende Stärke wiederholter Leistungsanreize. Auch dies sind mögliche Modellerweiterungen.

Trotz der aufgeführten Grenzen des Modells leistet das Design und seine Anwendung einen Beitrag zur Weiterentwicklung des Standes der Forschung zur Akzeptanzbildung bei Technologieeinführungen in Organisationen.

7.3 Beitrag zur Weiterentwicklung des Standes der Forschung

Bei der Analyse bestehender Theorien und Modelle zur Akzeptanzbildung und zur Verbreitung technischer Neuerungen wurden Forschungslücken festgestellt. Einige davon konnten mit der Arbeit geschlossen werden.

Bei der Analyse der organisationsinternen Nutzungsentscheidung wurden bisher die *Gegnerschaft und Strategien der Nutzungsvermeidung* nicht berücksichtigt. Über die Verbindung von Diffusions- und Akzeptanztheorie sowie aus den Erkenntnissen des Change Management konnten die Attribute und Motive von Gegnern genauer beschrieben werden. Es wurden aktive und passive Handlungsmuster identifiziert, welche den Verbreitungs- und Einstellungsprozess negativ beeinflussen können. Die Widerstandsphänomene wurden zwar auf individueller Ebene bereits untersucht und beschrieben, die Dynamik, welche sich aus dem Wechselspiel zwischen Champions und Gegnern entfaltet, wurde bisher jedoch nicht in einem Modell verwendet. Der einzelne Mitarbeiter trifft somit die Entscheidung unter kommunikativem Einfluss widerstreitender Akteure. Das im Modell abgebildete Entscheidungskalkül berücksichtigt neben der Aufwand-Nutzen-Abwägung auch soziale Umwelteinflüsse in konkreter Form. Die Unterscheidung zwischen passiver Umweltbeobachtung und aktiver Umweltbeeinflussung wurde als neue Form der Entscheidungsfindung eingeführt.

Weiterhin konnte im Modell demonstriert werden, dass die Verbreitung einer neuen Technologie in Organisationen kein komplett endogener Prozess ist. Vielmehr beeinflussen bestimmte Rollen die Durchsetzung. In bestehenden Modellen wurde entweder die Unterstützung aus dem Umfeld quantifiziert oder allgemein die Bedeutung von Management und Change Agents hervorgehoben. Eine konkrete Betrachtung der Steuerungsmodi und -medien fand nicht statt. Der Beitrag des hier dargestellten Modells ist die *Verbindung von selbstregulierenden Prozessen mit intendiertem Steuerungshandeln*. Über die Systemtheorie wurde somit die Eigenlogik des Kommunikationsgefüges Organisation erhalten und gleichzeitig ein Einflusskanal für die Verhaltenssteuerung geschaffen. Somit rückt die Organisationsumwelt, welche Aufgaben, Rollen und Strukturen beschreibt, gleichberechtigt neben die soziopsychologischen Bewer-

tungsprozesse. Die Verbindung der beiden theoretischen Ansätze schafft somit einen Mikro-Meso-Link zwischen der Beschreibung individuellen Verhaltens und der Emergenz auf Organisationsebene.

Im Zuge der Arbeit wurde die Simulationsmethode für organisationsinterne Verbreitungsprozesse spezifiziert. Dies führt auf Modellebene zur Berücksichtigung von Rückkopplungen zwischen der individuellen Entscheidung und der erreichten Leistung sowie zwischen dem individuellen Handeln und der Bewertung in der Umwelt. Hierdurch wird die Dynamik der Handlungen in der Organisation adäquat dargestellt. Die oben beschriebene Integration unterschiedlicher Umweltfacetten im MAIA-Framework strukturiert die Einfluss- und Gestaltungspfade für Akzeptanz- und Simulationsstudien weiter. Es wurde gezeigt, dass sich die Simulationsmethode auch für die Untersuchung sozialer Vorgänge, insbesondere in Organisationen, eignet und welche Aspekte bei der Modellbildung berücksichtigt werden müssen. Über die Anwendung der Simulation gelang es, die kritischen Erfolgsfaktoren aus anderen Studien zu bestätigen. Sie wurden jedoch in ihrer Wirksamkeit differenziert betrachtet. Der erzielbare Effekt hing im Wesentlichen vom Organisationstyp ab.

Wenngleich einige der Lücken im Stand der Forschung geschlossen werden konnten, schließen sich an die Ergebnisse weitere Forschungsarbeiten an. Diese werden im Ausblick kurz umrissen.

7.4 Ausblick

Die dargestellten Ergebnisse beruhen in weiten Teilen auf theoretischen Überlegungen und der Verwendung empirischer Analysen aus anderen Kontexten. Die Validität des Modells wurde nur über Plausibilität gesichert. Weiterer Forschungsbedarf tut sich daher trotz aller beschilderten methodischen Probleme in der *empirischen Bestätigung des Modellverhaltens* auf. Sie betrifft sowohl die Annahmen auf der Mikroebene als auch das emergente Organisationsverhalten. Empirisch müssten daher die Entscheidungskalküle der Mitarbeiter, des Managements und der Change Agents überprüft werden. Hierfür wäre neben der Beobachtung auch ein experimentelles Vorgehen denkbar. Eine zeitliche Betrachtung sollte die unterschiedlichen Nutzertypen und die Verläufe der individuellen Akzeptanz- und Nutzungskurven bestätigen. Diese wären empi-

risch auch auf Organisationsebene zu reproduzieren. Die Erkenntnisse darüber könnten in der Erweiterung und Verfeinerung des Modells genutzt werden.

Über die empirische Überprüfung hinaus bietet sich die Nutzung des Modells zur detaillierteren Analyse weiterer Hypothesen an. Die Nutzer- und Verlaufstypen wurden in dieser Arbeit recht oberflächlich dargestellt. Der Datenreichtum der Simulation erlaubt jedoch tiefere Analysen des Verlaufs in Bezug auf wiederkehrende Muster, Synchronisation des Agentenverhaltens sowie auf die Identifikation auslösender Parameterkonstellationen. Die einzelnen Mitarbeitertypen bieten einen Ansatzpunkt zur genaueren Bestimmung ihrer Verhaltensparameter. Die vorgestellte Typologie kann zudem erweitert werden. So unterscheiden sich die alternierenden Typen z. B. bezüglich der Dauer eines Zyklus. Während einige Akteure sehr unstet sind und in hoher Frequenz ihre Einstellung wechselten, ändern andere Agenten diese nur langsam in längeren Zeiträumen. Den Ursachen der Schwankungsfrequenz sollte in weiteren Arbeiten nachgegangen werden.

Weiterhin fiel ein Muster auf, bei welchem der Agent zunächst eine förderliche Haltung einnahm und später zum Gegner wurde. Ein ähnliches Verhalten wurde auch in umgekehrter Richtung gefunden. Hier stellt sich die Frage, ob gefallene Champions und bekehrte Gegner empirisch nachzuweisen sind, oder ob die Einstellung weniger volatil ist als im Modell dargestellt. Simulativ kann in diesen Konstellationen geprüft werden, welche Ereignisse oder Parameterkonstellationen den Einstellungswandel hervorrufen und verstärken. Die oben vorgestellte Beobachtung, dass die Parameterkonstellation Champions von Gegnern trennt, scheint dabei nicht ohne Weiteres haltbar. Vielmehr sind es auch endogene Prozesse, welche die Champion- und Gegnerrolle stärken.

Dies könnte eng mit den Netzwerkeffekten und der Clusterbildung zusammenhängen. Die Vernetzung zwischen den Mitarbeitern wurde in der untersuchten Konfiguration stabil gehalten. Es wäre daher detaillierter zu untersuchen, welche Folgen dynamische Netzwerke haben, die sich an den Aufgaben und an der Einstellung ausrichten. Weiterhin kann in den bestehenden Netzwerken die Bildung von Clustern um starke Fokusakteure genauer untersucht werden. Dies könnte u. a. die plötzliche, rapide Steigerung der Akzeptanz erklären, welche in einigen Fällen beobachtet wurde. Die Anwendung von Methoden der Netzwerkanalyse konnte in dieser Arbeit leider nicht geleistet werden.

Als weiterer Kontextfaktor der Organisation wurde der kulturelle Hintergrund definiert. Dieser wurde in der Untersuchung als stabil angenommen. Diese vereinfachende Annahme kann in weiteren Simulationsexperimenten fallengelassen werden. Zum einen kann die kulturelle Prägung auf Organisationsebene mit den Steuerungsmedien variiert werden, zum anderen können auf individueller Ebene unterschiedliche Professions-, Abteilungs- oder andere Subkulturen untersucht und kulturelle Barrieren der Verbreitung identifiziert werden. Diese Experimente sind in Teilen recht einfach umzusetzen. Auf individueller Ebene ist jedoch eine Erweiterung des Modells notwendig.

Zur Handhabung des Modells im Untersuchungskontext wurden einige einschränkende Annahmen getroffen. Diese können sukzessive in Modellverfeinerungen fallengelassen werden. Die Verfeinerungen beziehen sich auf unterschiedliche Ebenen. Auf der Handlungsebene des Mitarbeiters bietet sich eine Erweiterung des Handlungsrepertoires um emotionales Verhalten (Pfister und Böhm, 2008), die strategische Machtausübung (Crozier und Friedberg, 1979) und den Identitätserhalt (Schimank, 2007) an. Hiermit würde das Modell um weitere Einflüsse geöffnet werden. Dies hätte auch zur Folge, dass die lineare Entscheidungslogik nicht mehr haltbar ist. Es bietet sich daher an, die Vielzahl weiterer, möglicherweise konkurrierender Handlungskonzepte über die Fuzzy-Logic zu verbinden (Winter und Kron, 2015; Kron und Winter, 2014). Die einzelne Handlungslogik wäre damit nicht mehr transparent, das Modell hätte jedoch eine größere Nähe zum tatsächlichen Verhalten.

In eine andere Richtung geht die Erweiterung der Agenten um kognitive Architekturen. Die Wahrnehmung der Technologie, insbesondere der Usability-Unterschiede, sowie das Lernen des Umgangs mit dem neuen System sind kognitive Leistungen (Amant, Freed und Ritter, 2005). Über die Einbindung stehender Architekturen wird aus dem Parameter Usability eine Variable, welche sich mit wachsender Erfahrung und Nutzung verändert. Hierfür müssen jedoch auch die Eigenschaften der Technologie und der Aufgabe weiter spezifiziert werden. Diese Forschungsrichtung würde weniger die organisatorische Dynamik als vielmehr die Wahrnehmung der System- und Tätigkeitseigenschaften betonen. Insbesondere bei der kombinierten System- und Organisationsanpassung wäre ein solches Modell hilfreich.

Auf organisatorischer Ebene wurden einige Faktoren im Modell stabil gehalten. Zunächst wurde davon ausgegangen, dass sich die Mitgliedsrolle nicht verändert. In Einführungsprojekten ist es jedoch immer möglich, dass Mitarbeiter entweder freiwillig die Organisation verlassen oder entlassen werden, weil sie den Wandel nicht mittragen bzw. blockieren (Brown u. a., 2002, S. 292). Eine Modellerweiterung könnte daher Aspekte des Personalmanagements mit berücksichtigen, indem Gegner, so sie sich nicht überzeugen lassen, aus der Organisation entfernt werden, oder Mitarbeiter, so ihre Einstellung dauerhaft negativ ist, die Organisation selbst verlassen. Auf der anderen Seite können auch neue Mitglieder hinzukommen. Diese Veränderung müsste mit einer Dynamisierung des Netzwerks einhergehen.

Ein weiterer stabiler Faktor war die Technologie. Durch die Aufgabe dieser Annahme wären Erweiterungen des Modells im Hinblick auf konkurrierende Altsysteme denkbar, welche die Wahrnehmung des neuen Systems prägen sowie als Möglichkeit zur Vermeidung dienen könnten. Weiterhin wurde die neue Technologie während der Einführung nicht angepasst. In Einführungsprojekten kommt dies recht selten vor, daher wäre eine Erweiterung der technologischen Dynamik wünschenswert. Damit würde jedoch gleichzeitig eine detailliertere Darstellung der Technologie sowie der Verbindung von Technologie und Aufgabe einhergehen. Die Erweiterung der derzeitigen agentenbasierten Simulation um Geschäftsprozessaspekte wäre unumgänglich. Eine hybride Simulation wäre an dieser Stelle fruchtbar bei der Darstellung der gleichzeitigen Veränderung von Aufgaben und Technologie, wie sie derzeit in der Industrie 4.0 erfolgt.

Zusammenfassend betrachtet bieten die Ergebnisse dieser Arbeit einen Ansatz, um die Einführung technologischer Neuerungen in Organisationen besser zu beschreiben und Prognosen über ihre Verbreitung sowie über Verbreitungsbarrieren zu treffen. Mit Blick auf die Herausforderungen, vor welche viele Organisationen durch die Digitalisierung, den demografischen Wandel sowie den zunehmenden Markt- und Umweltdruck gestellt werden, liefert der vorgestellte Ansatz eine Möglichkeit, über das Verständnis der Eigenlogik der Akteure die Steuerungseingriffe bewusster zu planen und ihre Effekte aufmerksamer zu beobachten. Hierdurch können Transformationsvorhaben erfolgreicher und für alle Beteiligten zufriedenstellender durchgeführt werden.

Literatur

- Abrahamson, Eric und Lori Rosenkopf (1997). „Social Network Effects on the Extent of Innovation Diffusion: A Computer Simulation“. In: *Organization Science* 8.3, S. 289–309. DOI: 10.1287/orsc.8.3.289.
- Aizstrauta, Dace und Egils Ginters (2013). „Introducing Integrated Acceptance and Sustainability Assessment of Technologies: a Model based on System Dynamics Simulation“. In: *Modeling and Simulation in Engineering, Economics and Management*. Hrsg. von Maria Angeles Fernandez-Izquierdo, Maria Jesus Munoz-Torres und Raul Leon. Lecture Notes in Business Information Processing 145. Springer.
- Ajzen, Icek (1991). „The theory of planned behavior“. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50.2, S. 179–211. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](http://dx.doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T).
- Ajzen, Icek und Martin Fishbein (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Prentice-Hall.
- Alder, G. Stoney (2001). „Employee reactions to electronic performance monitoring: A consequence of organizational culture“. In: *Journal of High Technology Management Research* 12.2, S. 323–342.
- Alkemade, Floortje und Carolina Castaldi (2005). „Strategies for the Diffusion of Innovations on Social Networks“. In: *Computational Economics* 25.1, S. 3–23. DOI: 10.1007/s10614-005-6245-1.
- Amant, Robert St., Andrew R. Freed und Frank E. Ritter (2005). „Specifying ACT-R models of user interaction with a GOMS language“. In: *Cognitive Systems Research* 6.1, S. 71–88. DOI: 10.1016/j.cogsys.2004.09.008.
- Anderson, John R. und Christian J. Lebiere (1998). *The atomic components of thought*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Arensberg, Conrad M. und Arthur H. Niehoff (1965). *Introducing Social Change*. Aldine.
- Attaran, Mohsen (2004). „Exploring the relationship between information technology and business process reengineering“. In: *Information & Management* 41.5, S. 585–596. DOI: 10.1016/S0378-7206(03)00098-3.
- Axelrod, Robert (2006). „Simulation in Social Science“. In: *Handbook of Research on Nature Inspired Computing for Economy and Management*. Hrsg. von Jean-Philippe Rennard. Hershey, PA, USA: Idea Group Inc., S. 90–100.
- Axelrod, Robert und Leigh Tesfatsion (2006). „Appendix A – A Guide for Newcomers to Agent-Based Modeling in the Social Sciences“. In: *Handbook of Computational Economics*. Hrsg. von Leigh Tesfatsion und Kenneth L. Judd. Bd. 2. Elsevier, S. 1647–1659. DOI: 10.1016/S1574-0021(05)02044-7.
- Ba, Sulin, Jan Stallaert und Andrew B. Whinston (2001). „Research Commentary: Introducing a Third Dimension in Information Systems Design—The Case for Incentive Alignment“. In: *Information Systems Research* 12.3, S. 225–239. DOI: 10.1287/isre.12.3.225.9712.
- Bajwa, Deepinder S., Arun Rai und Ian Brennan (1998). „Key antecedents of Executive Information System success: a path analytic approach“. In: *Decision Support Systems* 22.1, S. 31–43. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-9236\(97\)00032-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-9236(97)00032-8).
- Balci, Osman (1986). „Credibility Assessment of Simulation Results“. In: *Proceedings of the 18th Conference on Winter Simulation*. WSC '86. New York, NY, USA: ACM, S. 38–44. DOI: 10.1145/318242.318258.
- Balzer, Wolfgang (1997). *Die Wissenschaft und ihre Methoden : Grundsätze der Wissenschaftstheorie; ein Lehrbuch*. Alber-Lehrbuch. Freiburg (Breisgau) u.a.: Alber.
- Balzert, Helmut (1998). *Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung*. Bd. 2. Lehrbücher der Informatik. Heidelberg u.a.: Spektrum Akademischer Verlag.
- Bandte, Henning (2007). *Komplexität in Organisationen: Organisationstheoretische Betrachtungen und agentenbasierte Simulation*. Gabler Edition Wissenschaft. Deutscher Universitätsverlag.
- Bandura, Albert (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- (1986). *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Barabási, Albert-László und Réka Albert (1999). „Emergence of Scaling in Random Networks“. In: *Science* 286.5439, S. 509–512. DOI: 10.1126/science.286.5439.509.
- Bardmann, Theodor M. (1994). *Wenn aus Arbeit Abfall wird: Aufbau und Abbau organisatorischer Realitäten*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Baregheh, Anahita, Jennifer Rowley und Sally Sambrook (2009). „Towards a multidisciplinary definition of innovation“. In: *Management Decision* 47.8, S. 1323–1339.
- Barki, Henri und Jon Hartwick (1994). „Measuring User Participation, User Involvement, and User Attitude“. In: *MIS Quarterly* 18.1, S. 59–82.
- Bartlett, Maurice S. (1960). *Stochastic population models in ecology and epidemiology*. Methuen’s monographs on applied probability and statistics. Methuen.
- Bass, Frank M. (1969). „A New Product Growth Model for Consumer Durables“. In: *Management Science* 13.5, S. 215–227.
- Beach, Lee Roy und Terence R. Mitchell (1978). „A Contingency Model for the Selection of Decision Strategies“. In: *The Academy of Management Review* 3.3, S. 439–449.
- (1996). „Image theory, the unifying perspective“. In: *Decision Making in the Workplace: A Unified Perspective*. Hrsg. von Lee Roy Beach. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, S. 1–20.
- (1998). „The basics of image theory“. In: *Image Theory: Theoretical and Empirical Foundations*. Hrsg. von Lee Roy Beach. Mahwah, NJ: Erlbaum, S. 3–18.
- Beal, George M. und Everett M. Rogers (1960). *The Adoption of Two Farm Practices in a Central Iowa Community*. Special Report 26. Agricultural und Home Economics Experiment Station.
- Beaudry, Anne und Alain Pinsonneault (2005). „Understanding User Responses to Information Technology: A Coping Model of User Adaptation“. In: *MIS Quarterly* 29.3, S. 493–524.

- Bhattacharjee, A. und C. Sanford (2009). „The intention–behaviour gap in technology usage: the moderating role of attitude strength“. In: *Behaviour & Information Technology* 28.4, S. 389–401. DOI: 10.1080/01449290802121230.
- Bigum, Chris und Leonie Rowan (2004). „Flexible learning in teacher education: Myths, muddles and models“. In: *Asia-Pacific Journal of Teacher Education* 32.3, S. 213–226.
- Bikhchandani, Sushil, David Hirshleifer und Ivo Welch (1992). „A Theory of Fads, Fashion, Custom, and Cultural Change as Informational Cascades“. In: *Journal of Political Economy* 100.5, S. 992–1026.
- Blyth, Colin R. (1972). „Subjective vs. Objective Methods in Statistics“. In: *The American Statistician* 26.3, S. 20–22.
- Böcker, Franz und Heribert Gierl (1988). „Die Diffusion neuer Produkte – Eine kritische Bestandsaufnahme“. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 40.1, S. 32–48.
- Bohlmann, Jonathan D., Roger J. Calantone und Meng Zhao (2010). „The Effects of Market Network Heterogeneity on Innovation Diffusion: An Agent-Based Modeling Approach“. In: *Journal of Product Innovation Management* 27.5, S. 741–760. DOI: 10.1111/j.1540-5885.2010.00748.x.
- Bommel, Pierre u. a. (2015). „Cormas, an Agent-Based simulation platform for coupling human decisions with computerized dynamics“. In: *Proceedings of the 46th ISAGA conference, 15–20 of July 2015*. Kyoto, S. 6.18.3–6.18.27.
- Bortz, Jürgen und Christof Schuster (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bose, Santi Priya (1964). „The Diffusion of a Farm Practice in Indian Villages“. In: *Rural Sociology* 29, S. 53–66.
- Bossel, Hartmut (2004). *Systeme, Dynamik, Simulation: Modellbildung, Analyse und Simulation komplexer Systeme*. Norderstedt: Books on Demand.
- Boudreau, Marie-Claude und Daniel Robey (2005). „Enacting Integrated Information Technology: A Human Agency Perspective“. In: *Organization Science* 16.1, S. 3–18. DOI: 10.1287/orsc.1040.0103.
- Boumans, Marcel (1999). „Built-in justification“. In: *Models as mediators: perspectives on natural and social science*. Hrsg. von Mary S. Morgan und Margaret Morrison. Cambridge: Cambridge University Press, S. 66–96.

- Brown, Lawrence A. (1981). *Innovation diffusion: A new perspective*. 1. publ. London: Methuen.
- Brown, S. A. u. a. (2002). „Do I really have to? User acceptance of mandated technology“. In: *European Journal of Information Systems* 11.4, S. 283–295. DOI: 10.1057/palgrave.ejis.3000438.
- Bulgren, William G. (1982). *Discrete System Simulation*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR.
- Burkart, Günter (2004). „Niklas Luhmann: Ein Theoretiker der Kultur?“ In: *Luhmann und die Kulturtheorie*. Hrsg. von Günter Burkhardt und Gunter Runkel. Suhrkamp.
- Burkhardt, Marlene E. und Daniel J. Brass (1990). „Changing Patterns or Patterns of Change: The Effects of a Change in Technology on Social Network Structure and Power“. In: *Administrative Science Quarterly* 35.1, S. 104–127. DOI: 10.2307/2393552.
- Burt, Ronald S. (1999). „The Social Capital of Opinion Leaders“. In: *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science* 566.1, S. 37–54. DOI: 10.1177/000271629956600104.
- Burton-Jones, Andrew und Geoffrey S. Hubona (2006). „The mediation of external variables in the technology acceptance model“. In: *Information & Management* 43.6, S. 706–717.
- Bush, Robert R. und Frederick Mosteller (1955). *Stochastic models for learning*. Wiley publications in statistics. Wiley.
- Cabrera, Ángel, Elizabeth F. Cabrera und Sebastián Barajas (2001). „The key role of organizational culture in a multi-system view of technology-driven change.“ In: *International Journal of Information Management* 21, S. 245–261.
- Caldwell, David F. und Charles A. O’Reilly (1990). „Measuring person-job fit with a profile-comparison process“. In: *Journal of Applied Psychology* 75.6, S. 648–657.
- Campbell, John P. (1990). „Modeling the performance prediction problem in industrial and organizational psychology“. In: *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*. Hrsg. von Marvin D. Dunnette und Leaetta M. Hough. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, Inc., S. 687–732.

- Campolongo, Francesca und Andrea Saltelli (2000). „Design of Experiments“. In: *Sensitivity Analysis*. Hrsg. von Andrea Saltelli, Karen Chan und E. Marian Scott. Wiley, S. 51–63.
- Cantono, Simona und Gerald Silverberg (2009). „A percolation model of eco-innovation diffusion: The relationship between diffusion, learning economies and subsidies“. In: *Technological Forecasting and Social Change* 76.4. Evolutionary Methodologies for Analyzing Environmental Innovations and the Implications for Environmental Policy, S. 487–496. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2008.04.010>.
- Card, Stuart, Thomas P. Moran und Allen Newell (1980). „The keystroke-level model for user performance time with interactive systems“. In: *Communications of the ACM* 23.7, S. 396–410.
- Carley, Kathleen M. (2002). „Computational organizational science and organizational engineering“. In: *Simulation Modelling Practice and Theory* 10.5–7. Organisational Processes, DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1569-190X\(02\)00119-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1569-190X(02)00119-3).
- Cartwright, Susan und Richard Schoenberg (2006). „Thirty Years of Mergers and Acquisitions Research: Recent Advances and Future Opportunities“. In: 17.S1, S1–S5. DOI: [10.1111/j.1467-8551.2006.00475.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.2006.00475.x).
- Castelfranchi, Cristiano (2001). „The theory of social functions: challenges for computational social science and multi-agent learning“. In: *Cognitive Systems Research* 2.1, S. 5–38. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1389-0417\(01\)00013-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1389-0417(01)00013-4).
- Chaffee, Steven H. und Connie Roser (1986). „Involvement and the Consistency of Knowledge, Attitudes, And Behaviors“. In: *Communication Research* 13.3, S. 373–399. DOI: [10.1177/009365086013003006](https://doi.org/10.1177/009365086013003006).
- Chatterjee, Debabroto, Rajdeep Grewal und V. Sambamurthy (2002). „Shaping up for E-Commerce: Institutional Enablers of the Organizational Assimilation of Web Technologies“. In: *MIS Quarterly* 26.2, S. 65–89.
- Chatterjee, Rabikar und Jehoshua Eliashberg (1990). „The Innovation Diffusion Process in a Heterogeneous Population: A Micromodeling Approach“. In: *Management Science* 36.9, S. 1057–1079.

- Chin, Wynne W. und Barbara L. Marcolin (2001). „The Future of Diffusion Research“. In: *SIGMIS Database* 32.3, S. 7–12. DOI: 10.1145/506724.506726.
- Chisalita, Cristina u. a. (2005). „Cultural differences in user groups: a multi-angle understanding of IT use in large organizations“. In: *Cogn Tech Work (2005)* 7, S. 101–110.
- Choi, Hanool, Sang-Hoon Kim und Jeho Lee (2010). „Role of network structure and network effects in diffusion of innovations“. In: *Industrial Marketing Management* 39.1. Case Study Research in Industrial Marketing, S. 170–177. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2008.08.006>.
- Christensen, Clayton M. (2005). *The innovator's dilemma: the revolutionary book that will change the way you do business*. New York, NY: Collins.
- Clark, Richard E. (1998). „Motivating performance: Part 1-diagnosing and solving motivation problems“. In: *Performance Improvement* 37.8, S. 39–47. DOI: 10.1002/pfi.4140370811.
- Claßen, Martin und Felicitas Von Kyaw (2009). „Warum der Wandel meist misslingt“. In: *Harvard Business Manager* 31.12, S. 10.
- Coch, Lester und Jr. John R. P. French (1948). „Overcoming Resistance to Change“. In: *Human Relations* 1.4, S. 512–532. DOI: 10.1177/001872674800100408.
- Compeau, Deborah R. und Christopher A. Higgins (1995). „Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test“. In: *MIS Quarterly* 19.2, S. 189–211.
- Cooper, Randolph B. (1994). „The inertial impact of culture on IT implementation“. In: *Information & Management* 27.1, S. 17–31.
- Cooper, Randolph B. und Robert W. Zmud (1990). „Information Technology Implementation Research: A Technological Diffusion Approach“. In: *Management Science* 36.2, S. 123–139. DOI: 10.1287/mnsc.36.2.123.
- Crozier, Michel und Erhard Friedberg (1979). *Macht und Organisation*. Sozialwissenschaft und Praxis: 3. Königstein/Ts.: Athenäum-Verlag.
- Curran, James M. und Matthew L. Meuter (2005). „Self-service technology adoption: comparing three technologies“. In: *Journal of Services Marketing* 19.2, S. 103–113.

- Damanpour, Fariborz (1996). „Organizational complexity and innovation: developing and testing multiple contingency models“. In: *Management Science* 42.5, S. 693–716.
- Danneels, Erwin und Elko J. Kleinschmidt (2001). „Product innovativeness from the firm’s perspective: its dimensions and their relation with project selection and performance“. In: *Journal of Product Innovation Management* 18.6, S. 357–373.
- Davis, Fred D. (1989). „A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results“. Diss. Massachusetts Institute of Technology.
- Davis, Fred D., Richard P. Bagozzi und Paul R. Warshaw (1989). „User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models“. In: *Management Science* 35.8, S. 982–1003.
- (1992). „Extrinsic and Intrinsic Motivation to Use Computers in the Workplace“. In: *Journal of Applied Social Psychology* 22.14, S. 1111–1132. DOI: 10.1111/j.1559-1816.1992.tb00945.x.
- Dawid, Herbert (2006). „Agent-based models of innovation and technological change“. In: *Handbook of computational economics*. Hrsg. von Leigh Tesfatsion und Kenneth L. Judd. North-Holland, S. 1235–1272.
- Dearing, James W. und Everett M. Rogers (1996). *Agenda-Setting*. Communication Concepts. SAGE.
- Deffuant, Guillaume, Sylvie Huet und Frederic Amblard (2005). „An Individual-Based Model of Innovation Diffusion Mixing Social Value and Individual Benefit“. In: *American Journal of Sociology* 110.4, S. 1041–1069.
- Degenhardt, Werner (1986). *Akzeptanzforschung zu Bildschirmtext: Methoden und Ergebnisse*. Bd. 10. Schriftenreihe der Studiengruppe Bildschirmtext. München: G. Fischer.
- DeLone, William H. und Ephraim R. McLean (1992). „Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable“. In: *Information Systems Research* 3.1, S. 60–95. DOI: 10.1287/isre.3.1.60.
- (2003). „The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update“. In: *Journal of Management Information Systems* 19.4, S. 9–30.

- Delre, Sebastiano A. (2007). „Effects of social networks on innovation diffusion and marketing dynamics“. Diss.
- Delre, Sebastiano A. u. a. (2007). „Targeting and timing promotional activities: An agent-based model for the takeoff of new products“. In: *Journal of Business Research* 60.8. Complexities in Markets Special Issue, S. 826–835. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2007.02.002>.
- (2010). „Will It Spread or Not? The Effects of Social Influences and Network Topology on Innovation Diffusion“. In: *Journal of Product Innovation Management* 27.2, S. 267–282. DOI: 10.1111/j.1540-5885.2010.00714.x.
- Demir, Kadir Alpaslan und Baris Egemen Ozkan (2015). „Organizational Change via Social Hubs: A Computer Simulation Based Analysis“. In: *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 210, S. 105–113. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.342>.
- Dennis, Alan R., Barbara H. Wixom und Robert J. Vandenberg (2001). „Understanding Fit and Appropriation Effects in Group Support Systems via Meta-analysis“. In: *MIS Quarterly* 25.2, S. 167–193. DOI: 10.2307/3250928.
- Dent, Eric B. (1995). *Betrayal: Employee relations at Dupont: 1981–1994*. Lawrenceville, VA: Brunswick.
- Dent, Eric B. und Susan Galloway Goldberg (1999). „Challenging 'Resistance to Change'“. In: *The Journal of Applied Behavioral Science* 35.1, S. 25–41. DOI: 10.1177/0021886399351003.
- Deroian, Frederic (2002). „Formation of social networks and diffusion of innovations“. In: *Research Policy* 31.5, S. 835–846. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00147-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00147-0).
- Deutsch, Morton und Harold B. Gerard (1955). „A study of normative and informational social influences upon individual judgment“. In: *The Journal of Abnormal and Social Psychology* 51.3, S. 629–636. DOI: 10.1037/h0046408.
- DiMaggio, Paul J. und Walter W. Powell (1983). „The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields.“ In: *American Sociological Review* 2, S. 147–160.
- Dimit, Robert M. (1954). „Diffusion and Adoption of Approved Fram Practices in 11 Countries in Southwest Virginia“. Diss. Iowa State University.
- Dishaw, Mark T. und Diane M. Strong (1998). „Supporting software maintenance with software engineering tools: A Computed task–technology fit

- analysis“. In: *Journal of Systems and Software* 44.2, S. 107–120. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0164-1212\(98\)10048-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0164-1212(98)10048-1).
- Dishaw, Mark T., Diane M. Strong und D. Brent Bandy (2002). „Extending the Task-Technology Fit Model With Self-Efficacy Constructs“. In: *AMCIS 2002 Proceedings*, Paper 143.
- Dixon, Roland B. (1928). *The building of cultures*. New York u. a.: Scribner, X, 312 S.
- Doran, James (1997). „From Computer Simulation to Artificial Societies“. In: *Transactions of the Society for Computer Simulation International* 14.2, S. 69–77.
- Doran, James und Nigel G. Gilbert (1994). „Simulating Societies: An Introduction“. In: *Simulating societies: the computer simulation of social phenomena*. Hrsg. von James Doran und Nigel G. Gilbert. UCL Press, S. 1–18.
- Dörner, Dietrich (1999). „Modellbildung und Simulation“. In: *Sozialwissenschaftliche Methoden: Lehr- und Handbuch für Forschung und Praxis*. Hrsg. von Erwin Roth und Heinz Holling. Oldenbourg, S. 327–340.
- Drepper, Christian (1992). *Unternehmenskultur: Selbstbeobachtung und Selbstbeschreibung im Kommunikationssystem 'Unternehmen'*. Frankfurt am Main: Lang.
- Drogoul, Alexis und Jacques Ferber (1994). „Multi-Agent simulation as a tool for studying emergent processes in societies“. In: *Simulating societies: the computer simulation of social phenomena*. Hrsg. von James Doran und Nigel G. Gilbert. London: UCL Press, S. 127–142.
- du Plessis, Marina (2007). „The role of knowledge management in innovation“. In: *Journal of Knowledge Management* 11.4, S. 20–29.
- Dugundji, Elenna R. und Laszlo Gulyas (2008). „Sociodynamic Discrete Choice on Networks in Space: Impacts of Agent Heterogeneity on Emergent Outcomes“. In: *Environment and Planning B: Planning and Design* 35.6, S. 1028–1054. DOI: [10.1068/b33021t](https://doi.org/10.1068/b33021t).
- Ellen, Pam Scholder, William O. Bearden und Subhash Sharma (1991). „Resistance to technological innovations: An examination of the role of self-efficacy and performance satisfaction“. In: *Journal of the Academy of Marketing Science* 19.4, S. 297–307. DOI: [10.1007/BF02726504](https://doi.org/10.1007/BF02726504).

- Elmaghraby, Salah E. (1968). „The Role of Modeling in I.E. Design“. In: *The Journal of Industrial Engineering* XIX.6.
- Epstein, Joshua M. und Robert Axtell (1996). *Growing artificial societies: social science from the bottom up*. Washington, D.C. u. a.: Brookings Inst. Press.
- Eveland, John D., Everett M. Rogers und Constance A. Klepper (1977). *The Innovation Process in Public Organizations*. Report to the National Science Foundation. University of Michigan.
- Faber, Albert, Marco Valente und Peter Janssen (2010). „Exploring domestic micro-cogeneration in the Netherlands: An agent-based demand model for technology diffusion“. In: *Energy Policy* 38.6. The Role of Trust in Managing Uncertainties in the Transition to a Sustainable Energy Economy, Special Section with Regular Papers, S. 2763–2775. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.01.008>.
- Fantapié Altobelli, Claudia (1991). *Die Diffusion neuer Kommunikationstechniken in der Bundesrepublik Deutschland – Erklärung, Prognose und marketingpolitische Implikationen*. Heidelberg: Springer.
- Ferratt, Thomas W. und George E. Vlahos (1998). „An Investigation of Task-technology Fit for Managers in Greece and the US“. In: *European Journal of Information Systems* 7.2, S. 123–136. DOI: 10.1038/sj.ejis.3000288.
- Fichman, Robert G. und Chris F. Kemerer (1999). „The illusory diffusion of innovation: an examination of assimilation gaps“. In: *Information Systems Research* 10.3, S. 255–275.
- Filipp, Helmut (1996). „Akzeptanz von Netzdiensten und Netzanwendungen – Entwicklung eines Instruments zur permanenten Akzeptanzkontrolle“. Diss. Universität Karlsruhe.
- Fioretti, Guido (2013). „Agent-Based Simulation Models in Organization Science“. In: *Organizational Research Methods* 16.2, S. 227–242. DOI: 10.1177/1094428112470006.
- Fischer, Jens Henning (2009). *Steuerung in Organisationen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Fishbein, Martin und Icek Ajzen (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: an introduction to theory and research*. Addison-Wesley series in social psychology. Reading, Mass. u. a.: Addison-Wesley.

- Flam, Helena (2000). *The emotional man and the problem of collective action*. Frankfurt am Main u. a.: Lang.
- Floyd, Steven W. (1986). „A Causal Model of Managerial Electronic Workstation Use (Implementation, Mis, Information Systems, Office Automation, Computer)“. AAI8618943. Diss. Boulder, CO, USA.
- Ford, Jeffrey D., Laurie W. Ford und Angelo D’Amelio (2008). „Resistance to Change: The Rest of the Story“. In: *The Academy of Management Review* 33.2, S. 362–377.
- Ford, Martin E. (1992). *Motivating humans: goals, emotions, and personal agency beliefs*. Newbury Park u.a.: Sage.
- Forrester, Jay W. (1980). *Principals of Systems*. 2. Ausgabe. Cambridge: MIT Press.
- Fourt, Louis A. und Joseph W. Woodlock (1960). „Early Prediction of Market Success for New Grocery Products“. In: *Journal of Marketing* 25.2, S. 31–38.
- Frambach, Ruud T. und Niels Schillewaert (2002). „Organizational innovation adoption: a multi-level framework of determinants and opportunities for future research“. In: *Journal of Business Research* 55.2. Marketing Theory in the Next Millennium, S. 163–176. DOI: 10.1016/S0148-2963(00)00152-1.
- Frantzich, Stephen E. (1979). „Technological Innovation among Congressmen“. In: *Social Forces* 57.3, S. 968–974.
- French, John R. P. und Bertram Raven (1959). „The bases of social power“. In: *Studies in Social Power*. Hrsg. von Dorwin Cartwright. Ann Arbor, MI: Institute for Social Research, S. 150–167.
- Frigg, Roman (2010). „Models and Fiction“. In: *Synthese* 172.2, S. 251–268.
- Frigg, Roman und Stephan Hartmann (2012). „Models in Science“. In: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Hrsg. von Edward N. Zalta. Fall 2012.
- Gangwar, Hemlata, Hema Date und A. D. Raoot (2014). „Review on IT adoption: insights from recent technologies“. In: *Journal of Enterprise Information Management* 27.4, S. 488–502. DOI: 10.1108/JEIM-08-2012-0047.
- Garcia, Rosanna (2005). „Uses of Agent-Based Modeling in Innovation/New Product Development Research“. In: *Journal of Product Innovation Management* 22.5, S. 380–398. DOI: 10.1111/j.1540-5885.2005.00136.x.
- Gatignion, Hubert und Thomas S. Robertson (1985). „A propositional inventory for new diffusion research“. In: *Journal of Consumer Research*, S. 849–867.

- (1989). „Technology Diffusion: An Empirical Test of Competitive Effects“. In: *Journal of Marketing* 53.1, S. 35–49.
- Ghorbani, Amineh, Virginia Dignum und Gerard Dijkema (2012). „An Analysis and Design Framework for Agent-Based Social Simulation“. In: *Advanced Agent Technology: AAMAS 2011 Workshops, AMPLE, AOSE, ARMS, DOCM3AS, ITMAS, Taipei, Taiwan, May 2–6, 2011. Revised Selected Papers*. Hrsg. von Francien Dechesne u. a. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 96–112. DOI: 10.1007/978-3-642-27216-5_8.
- Gilbert, Nigel G. (1995). „Emergence in Social Simulation“. In: *Artificial societies: the computer simulation of social life*. Hrsg. von Nigel G. Gilbert und Rosaria Conte. London: UCL Press, S. 144–156.
- Gilbert, Nigel G. und Klaus G. Troitzsch (2005). *Simulation for the social scientist*. 2. ed. Previous ed.: 1999. Maidenhead u. a.: Open University Press, XI, 295 S.
- Gilly, Mary C., Mary Wolfenbarger Celsi und Hope Jensen Schau (2012). „It Don't Come Easy: Overcoming Obstacles to Technology Use Within a Resistant Consumer Group“. In: *Journal of Consumer Affairs* 46.1, S. 62–89. DOI: 10.1111/j.1745-6606.2011.01218.x.
- Goldenberg, Jacob und Sol Efroni (2001). „Using cellular automata modeling of the emergence of innovations“. In: *Technological Forecasting and Social Change* 68.3, S. 293–308. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(00\)00095-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(00)00095-0).
- Goldenberg, Jacob, B. Libai, S. Solomon u. a. (2000). „Marketing percolation“. In: *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 284.1–4, S. 335–347. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4371\(00\)00260-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4371(00)00260-0).
- Goldenberg, Jacob, Barak Libai, Sarit Moldovan u. a. (2007). „The NPV of bad news“. In: *International Journal of Research in Marketing* 24.3, S. 186–200. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijresmar.2007.02.003>.
- Goldenberg, Jacob, Barak Libai und Eitan Muller (2001). „Talk of the Network: A Complex Systems Look at the Underlying Process of Word-of-Mouth“. In: *Marketing Letters* 12.3, S. 211–223. DOI: 10.1023/A:1011122126881.
- (2010). „The chilling effects of network externalities“. In: *International Journal of Research in Marketing* 27.1, S. 4–15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijresmar.2009.06.006>.

- Goldenberg, Jacob, Oded Lowengart und Daniel Shapira (2009). „Zooming In: Self-Emergence of Movements in New Product Growth“. In: *Marketing Science* 28.2, S. 274–292.
- Goodhue, Dale L. (1988). „IS Attitudes: Toward Theoretical and Definitional Clarity“. In: *SIGMIS Database* 19.3-4, S. 6–15. DOI: 10.1145/65766.65768.
- (1992). „User evaluations of MIS success: what are we really measuring?“. In: *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*. Bd. iv, S. 303–314. DOI: 10.1109/HICSS.1992.183350.
- (1995). „Understanding User Evaluations of Information Systems“. In: *Management Science* 41.12, S. 1827–1844.
- Goodhue, Dale L. und Ronald L. Thompson (1995). „Task-technology fit and individual performance“. In: *MIS Quarterly* 19.2, S. 213–236.
- Granovetter, Mark S. (1973). „The Strength of Weak Ties“. In: *American Journal of Sociology* 78.6, S. 1360–1380.
- Granovetter, Mark und Roland Soong (1983). „Threshold models of diffusion and collective behavior“. In: *The Journal of Mathematical Sociology* 9.3, S. 165–179. DOI: 10.1080/0022250X.1983.9989941.
- Griliches, Zvi (1957). „Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change“. In: *Econometrica*, S. 501–522.
- Grover, Varun u. a. (1998). „The influence of information technology diffusion and business process change on perceived productivity: The {IS} executive’s perspective“. In: *Information & Management* 34.3, S. 141–159. DOI: 10.1016/S0378-7206(98)00054-8.
- Günther, Jörg (2004). „Organisation und Identität“. In: *Strategien der Organisation: Ressourcen – Strukturen – Kompetenzen*. Hrsg. von Dirk Baecker, Frank E. P. Dievernich und Thorsten Schmidt. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, S. 1–38. DOI: 10.1007/978-3-322-81153-0_1.
- Gutknecht, Olivier und Jacques Ferber (2001). „The MadKit Agent Platform Architecture“. In: *Infrastructure for Agents, Multi-Agent Systems, and Scalable Multi-Agent Systems: International Workshop on Infrastructure for Scalable Multi-Agent Systems Barcelona, Spain, June 3–7, 2000 Revised Papers*. Hrsg. von Tom Wagner und Omer F. Rana. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 48–55. DOI: 10.1007/3-540-47772-1_5.

- Güttler, Peter O. (2000). *Sozialpsychologie: soziale Einstellungen, Vorurteile, Einstellungsänderungen*. 3., überarb. und stark erw. Aufl. Edition Psychologie. München u. a.: Oldenbourg.
- Hai-hua, Hu, Lin Jun und Cui Wen-tian (2015). „Intervention Strategies and the Diffusion of Collective Behavior“. In: *Journal of Artificial Societies & Social Simulation* 18.3, S. 1.
- Haines, George H. (1964). „A Theory of Market Behavior After Innovation“. In: *Management Science* 10.4, S. 634–658.
- Hamblin, Robert L., R. Brooke Jacobson und Jerry L. L. Miller (1973). *A Mathematical Theory of Social Change*. New York: Wiley.
- Hamilton, David J., William J. Nuttall und Fabien A. Roques (2009). *Agent Based Simulation of Technology Adoption*. EPRG Working Paper 0923. University of Cambridge.
- Hammer, Michael und James Champy (1993). *Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution*. New York, NY: Harper Business.
- Harel, David (1987). „Statecharts: a visual formalism for complex systems“. In: *Science of Computer Programming* 8.3, S. 231–274. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0167-6423\(87\)90035-9](http://dx.doi.org/10.1016/0167-6423(87)90035-9).
- Hartwick, John und Henri Barki (1994). „Explaining the Role of User Participation in Information System Use“. In: *Management Science* 40.4, S. 440–465.
- Hauschildt, Jürgen und Sören Salomo (2007). *Innovationsmanagement*. 4., überarbeitete, ergänzte und aktualisierte Auflage. München: Vahlen.
- Heidemann, Frank (2011). *Ethnologie. Eine Einführung*. Göttingen.
- Heiler, Siegfried und Paul Michels (1994). *Deskriptive und explorative Datenanalyse*. Lehr- und Handbücher der Statistik. München u. a.: Oldenbourg, XII, 437 S.
- Helson, Harry (1964). *Adaptation – Level Theory: An Experimental and Systematic Approach to Behavior*. Harper & Row.
- Hiltz, Starr Roxanne und Kenneth Johnson (1990). „User Satisfaction with Computer-Mediated Communication Systems“. In: *Management Science* 36.6, S. 739–764.
- Hodgkinson, Gerard P. und William H. Starbuck (2008). „Organizational Decision Making: Mapping Terrains on Different Planets“. In: *The Oxford*

- handbook of organizational decision making*. Hrsg. von Gerard P. Hodgkinson und William H. Starbuck. Oxford University Press.
- Hofstede, G. (1984). *Culture's Consequences*, Newbury Park, CA: SAGE.
- Hohnisch, Martin, Sabine Pittnauer und Dietrich Stauffer (2008). „A percolation-based model explaining delayed takeoff in new-product diffusion“. In: *Industrial and Corporate Change* 17.5, S. 1001–1017. DOI: 10.1093/icc/dtn031.
- Holland, Christopher P. und Ben Light (1999). „A Critical Success Factors Model For ERP Implementation“. In: *IEEE Software* 16.3, S. 30–36. DOI: 10.1109/52.765784.
- Holloway, Robert E. (1977). „Perceptions of an innovation Syracuse University project advance“. Diss. Syracuse, NY: Syracuse University.
- Homer, Jack B. (1987). „A diffusion model with application to evolving medical technologies“. In: *Technological Forecasting and Social Change* 31.3, S. 197–218. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0040-1625\(87\)90011-4](http://dx.doi.org/10.1016/0040-1625(87)90011-4).
- Hoover, Stewart V. und Ronald F. Perry (1984). „Validation of Simulation Models: The Weak/Missing Link“. In: *Proceedings of the 16th Conference on Winter Simulation*. WSC '84. Dallas, TX: IEEE Press, S. 292–295.
- Hornik, Robert (1989). „Information Campaigns: Balancing Social Values and Social Change“. In: Hrsg. von Charles T. Salmon. SAGE. Kap. The Knowledge-Behavior Gap in Public Information Campaigns: A Development Communication View.
- Howell, Jane M. und Christine M. Shea (2006). „Effects of champion behavior, team potency, and external communication activities on predicting team performance“. In: *Group & Organization Management* 31, S. 180–211.
- Huang, Manhui (2012). „Key User Knowledge, Attitude and IT Performance: The Moderating Effect of Organizational Culture“. In: *Procedia Engineering* 29. 2012 International Workshop on Information and Electronics Engineering, S. 1824–1829. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.220>.
- Hughes, Richard I. G. (1997). „Models and Representation“. In: *Philosophy of Science* 64, S. 325–336.
- (1999). „The Ising Model. Computer Simulation, and Universal Physics“. In: *Models as Mediators*. Hrsg. von Mary S. Morgan und Margaret Morrison. Cambridge: Cambridge University Press, S. 97–145.

- Hwang, Yujong, Mohammed Al-Arabi and Dong-Hee Shin (2016). „Understanding technology acceptance in a mandatory environment“. In: *Information Development* 32.4, S. 1266–1283.
- Hyman, Herbert H. und Paul B. Sheatsley (1947). „Some Reasons Why Information Campaigns Fail“. In: *Public Opinion Quarterly* 11.3, S. 412–423. DOI: 10.1093/poq/11.3.412.
- Jager, Wander u. a. (2000). „Behaviour in commons dilemmas: Homo economicus and Homo psychologicus in an ecological-economic model“. In: *Ecological Economics* 35.3, S. 357–379. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00220-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00220-2).
- Janssen, Marco A. und Wander Jager (2001). „Fashions, habits and changing preferences: simulation of psychological factors affecting market dynamics“. In: *Economical Psychology* 22.6, S. 745–772.
- Jarvenpaa, Sirkka L. (1989). „The Effect of Task Demands and Graphical Format on Information Processing Strategies“. In: *Management Science* 35.3, S. 285–303. DOI: 10.1287/mnsc.35.3.285.
- Jasperson, Jon (Sean), Pamela E. Carter und Robert W. Zmud (2005). „A Comprehensive Conceptualization of Post-adoptive Behaviors Associated with Information Technology Enabled Work Systems“. In: *MIS Quarterly* 29.3, S. 525–557.
- Jenssen, Jan Inge und Geir Jørgensen (2004). „How do Corporate Champions Promote Innovations?“ In: *International Journal of Innovation Management* 08.01, S. 63–86. DOI: 10.1142/S1363919604000964.
- Kaarst-Brown, Michelle Lynn und Daniel Robey (1999). „More on myth, magic and metaphor“. In: *Information Technology & People* 12.2, S. 192–218. DOI: 10.1108/09593849910267251.
- Karahanna, Elena und Detmar W. Straub (1999). „The psychological origins of perceived usefulness and ease-of-use“. In: *Information & Management* 35.4, S. 237–250. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(98\)00096-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(98)00096-2).
- Karimi, Jahangir, Toni M. Somers und Yash P. Gupta (2004). „Impact of Environmental Uncertainty and Task Characteristics on User Satisfaction with Data“. In: *Information Systems Research* 15.2, S. 175–193. DOI: 10.1287/isre.1040.0022.

- Katz, Elihu und Paul F. Lazarsfeld (1955). *Personal Influence: The Part Played by People in the Flow of Mass Communications*. New York: The Free Press.
- Kaufmann, Peter, Sigrid Stagl und Daniel W. Franks (2009). „Simulating the diffusion of organic farming practices in two New EU Member States.“ In: *Ecological Economics* 10, S. 2580.
- Kearns, Kevin P. (1992). „Innovations in local government: A sociocognitive network approach“. In: *Knowledge and Policy* 5.2, S. 45–67. DOI: 10.1007/BF02692805.
- Keeney, Ralph L. und Howard Raiffa (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs*. Wiley series in probability and mathematical statistics. Applied probability and statistics. Cambridge University Press.
- Kelman, Herbert C. und Donald P. Warwick (1973). „Bridging Micro and Macro Approaches to Social Change: A Social Psychological Perspective“. In: *Processes and Phenomena of Social Change*. Hrsg. von Gerald Zaltman. John Wiley & Sons, Inc., S. 13–59.
- Kheir, Naim A. (1988). *Systems Modeling and Computer Simulation*. Marcel Dekker.
- Kieser, Alfred und Mark Ebers (2014). *Organisationstheorien*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Kiesling, Elmar u. a. (2012). „Agent-based simulation of innovation diffusion: a review“. In: *Central European Journal of Operations Research* 20.2, S. 183–230. DOI: 10.1007/s10100-011-0210-y.
- Kilduff, Martin und Wenpin Tsai (2003). *Social Networks and Organizations*. London: SAGE.
- Kim, Suk Kyoung u. a. (2015). „Investigating the role of task-technology fit along with attractiveness of alternative technology to utilize RFID system in the organization“. In: *Information Development* 31.5, S. 405–420.
- Kimberly, John R. (1981). „Managerial innovation“. In: *Hand Book of Organization Design*. Hrsg. von Paul C. Nystrom und William H. Starbuck. Oxford University Press.
- King, Charles W. (1966). *Adoption and diffusion research in marketing: an overview*. Lafayette: Institute for research in the behavioral economic and management sciences.

- King, William R. und Jun He (2006). „A meta-analysis of the technology acceptance model“. In: *Information & Management* 43.6, S. 740–755.
- Kocsis, Gergely und Ferenc Kun (2008). „The effect of network topologies on the spreading of technological developments“. In: *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* 2008.10, P10014.
- Kolbeck, Christoph und Alexander T. Nicolai (1996). *Von der Organisation der Kultur zur Kultur der Organisation: kritische Perspektiven eines neueren systemtheoretischen Modells*. Marburg: Metropolis-Verl.
- Kollmann, Tobias (1996). *Die Akzeptanz technologischer Innovationen: eine absatztheoretische Fundierung am Beispiel von Multimedia-Systemen*. Arbeitspapier zur Marketingtheorie 7. Trier: Lehrstuhl für Marketing an der Universität Trier.
- Krampe, Gerd (1989). „Ein Früherkennungssystem auf der Basis von Diffusionsfunktionen als Element des strategischen Marketing“. In: *Strategisches Marketing*. Hrsg. von Hans Raffée, Klaus-Peter Wiedmann und Ralf Kreutzer. Stuttgart: C. E. Poeschel, S. 349–369.
- Krampe, Gerd und Günter Müller-Stewens (1981). „Diffusionsfunktionen als theoretisches und praktisches Konzept zur Strategischen Frühaufklärung“. In: *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 33.5, S. 384–401.
- Kravari, Kalliopi und Nick Bassiliades (2015). „A Survey of Agent Platforms“. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 18.1, S. 11. DOI: 10.18564/jasss.2661.
- Kron, Thomas und Lars Winter (2014). „Entscheidungshandeln und Fuzzy-Logik“. In: *Handbuch Modellbildung und Simulation in den Sozialwissenschaften*. Hrsg. von Norman Braun und Nicole J. Saam. Wiesbaden: Springer VS, S. 363–396.
- Ku, Cheng-Hsin (2009). „Extending the Technology Acceptance Model using perceived user resources in higher education web-based online learning courses“. Diss. College of Education at the University of Central Florida Orlando, Florida.
- Kühl, Stefan, Petra Strodtholz und Andreas Taffertshofer (2009). „Qualitative und quantitative Methoden der Organisationsforschung – ein Überblick“. In: *Handbuch Methoden der Organisationsforschung: Quantitative und Qua-*

- litative Methoden*. Hrsg. von Stefan Kühn, Petra Strodtholz und Andreas Taffertshofer. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 13–27. DOI: 10.1007/978-3-531-91570-8_2.
- Laciana, Carlos E. und Nicolás Oteiza-Aguirre (2014). „An agent based multi-optional model for the diffusion of innovations“. In: *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 394, S. 254–265. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2013.09.046>.
- Laird, John E., Allen Newell und Paul S. Rosenbloom (1987). „SOAR: An Architecture for General Intelligence“. In: *Artificial Intelligence* 33.1, S. 1–64. DOI: 10.1016/0004-3702(87)90050-6.
- Lant, Theresa K. und Stephen J. Mezias (1990). „Managing Discontinuous Change: A Simulation Study of Organizational Learning and Entrepreneurship“. In: *Strategic Management Journal* 11, S. 147–179.
- LaPiere, Richard T. (1934). „Attitudes vs. Actions“. In: *Social Forces* 2, S. 230.
- Latour, Bruno (2006). „ANThology“. In: Science Studies. transcript Verlag. Kap. Die Macht der Assoziation, S. 195–212.
- Law, Averill M. und David Kelton (1991). *Simulation modeling and analysis*. 2. ed. McGraw Hill series in industrial engineering and management science. New York u. a.: McGraw Hill, XXII, 759 S.
- Lazarsfeld, Paul F., Bernard Berelson und Hazel Gaudet (1948). *The People's Choice: How the Voter Makes Up His Mind in a Presidential Campaign*. Columbia University Press.
- Lee, Eun-Ju, Kyoung-Nan Kwon und David W. Schumann (2005). „Segmenting the non-adopter category in the diffusion of internet banking“. In: *International Journal of Bank Marketing* 23.5, S. 414–437. DOI: 10.1108/02652320510612483.
- Legris, Paul, John Ingham und Pierre Colletette (2003). „Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model“. In: *Information & Management* 40.3, S. 191–204. DOI: doi:10.1016/S0378-7206(01)00143-4.
- Leidner, Dorothy E. und Timothy Kayworth (2006). „Review: A review of culture in information systems Research: Toward a theory of information technology culture conflict“. In: *MIS Quarterly* 30.2, 357(43).

- Leonard-Barton, Dorothy (1985). „Experts as negative opinion leaders in the diffusion of a technological innovation“. In: *Journal of Consumer Research*, S. 914–926.
- Leonard-Barton, Dorothy und William A. Kraus (1985). „Implementing New Technology“. In: *Harvard Business Review* 63, S. 102–110.
- Leonardi, Paul M. (2013). „When Does Technology Use Enable Network Change in Organizations? A Comparative Study of Feature Use and Shared Affordances“. In: *MIS Quarterly* 37.3, S. 749–775.
- Liang, Huigang u. a. (2007). „Assimilation of Enterprise Systems: The Effect of Institutional Pressures and the Mediating Role of Top Management“. In: *MIS Quarterly* 31.1, S. 59–87.
- Liebl, Franz (1992). *Simulation: problemorientierte Einführung*. München u. a.: Oldenbourg.
- Lilien, Gary L., Philip Kotler und K. Sridhar Moorthy (1992). *Marketing models*. Prentice Hall.
- Lim, Kai H. und Izak Benbasat (2000). „The Effect of Multimedia on Perceived Equivocality and Perceived Usefulness of Information Systems“. In: *MIS Quarterly* 24.3, S. 449–471.
- Linton, Ralph (1936). *The Study Of Man*. New York: Appleton-Century-Crofts, Inc.
- Liu, Yucong, Younghwa Lee und Andrew Chen (2011). „Evaluating the Effects of Task-Individual-Technology Fit in Multi-DSS models Context: A Two-phase View“. In: *Decision Support Systems* 51.3, S. 688–700.
- Luhmann, Niklas (1984). „Soziologische Aspekte des Entscheidungsverhaltens“. In: *Die Betriebswirtschaft* 44, S. 591–604.
- (1987). „Gesellschaftliche Grundlagen der Macht: Steigerung und Verteilung“. In: *Soziologische Aufklärung*. 4. Auflage. Opladen: Westdeutscher Verlag, S. 117–125.
- (1988). „Organisation“. In: *Mikropolitik. Rationalität, Macht und Spiele in Organisationen*. Hrsg. von Willi Küppers und Günther Ortman. Opladen: Westdeutscher Verlag, S. 165–186.
- (1992). „Operational Closure and Structural Coupling: The Differentiation of the Legal System Closed Systems and Open Justice: The Legal Sociology of Niklas Luhmann“. In: *Cardozo Law Review* 13, S. 1419.

- Luhmann, Niklas (1993). *Das Recht der Gesellschaft*. Suhrkamp.
- (1995). *Funktionen und Folgen formaler Organisation: mit einem Epilog 1994*. 4. Aufl. Berlin: Duncker und Humblot.
 - (1996). *Die Wirtschaft der Gesellschaft*. 2. Aufl. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
 - (1997). *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. Suhrkamp.
 - (2010). *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie*. 1. Auflage [14. Nachdr.] Frankfurt am Main: Suhrkamp.
 - (2011). *Organisation und Entscheidung*. Rheinisch-westfälische Akademie der Wissenschaften. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lunenburg, Fred C. (2010). „Managing Change: The Role of the Change Agent“. In: *International Journal of Management, Business, and Administration* 13.1, S. 1–6.
- MacClelland, David Clarence (1976). *The achieving society*. New York: Irving Publication.
- MacVaugh, Jason und Francesco Schiavone (2010). „Limits to the diffusion of innovation: A literature review and integrative model“. In: *European Journal of Innovation Management* 13.2, S. 197–221. DOI: 10.1108/14601061011040258.
- Macy, Michael W. und Robert Willer (2002). „From Factors to Factors: Computational Sociology and Agent-Based Modeling“. In: *Annual Review of Sociology* 28.1, S. 143–166. DOI: 10.1146/annurev.soc.28.110601.141117.
- Magnani, Lorenzo (1999). „Model-Based Creative Abduction“. In: *Model-Based Reasoning In Scientific Discovery*. Hrsg. von Lorenzo Magnani, Nancy Nersessian und Paul Thagard. Dordrecht: Kluwer, S. 219–238.
- Mahajan, Vijay und Eitan Muller (1998). „When Is It Worthwhile Targeting the Majority Instead of the Innovators in a New Product Launch?“ In: *Journal of Marketing Research* 35.4, S. 488–495.
- Mahajan, Vijay, Eitan Muller und Rajendra K. Srivastava (1990). „Determination of adopter categories by using innovation diffusion“. In: *Journal of Marketing Research* 27.1, S. 37–50.
- Majchrzak, Ann u. a. (2000). „Technology Adaptation: The Case of a Computer-Supported Inter-Organizational Virtual Team“. In: *MIS Quarterly* 24.4, S. 569–600.

- Mansfield, Edwin (1961). „Technical change and the rate of innovation“. In: *Econometrica* 29, S. 741–766.
- March, James G. (1981). „Footnotes to Organizational Change“. In: *Administrative Science Quarterly* 26, S. 563–577.
- March, James G. und Herbert A. Simon (1958). *Organizations*. Wiley.
- Martinez-Torres, Maria del Rocio u. a. (2015). „The moderating role of prior experience in technological acceptance models for ubiquitous computing services in urban environments“. In: *Technological Forecasting and Social Change* 91, S. 146–160. DOI: 10.1016/j.techfore.2014.02.004.
- Martins, Andre C. R., Carlos de B. Pereira und Renato Vicente (2009). „An opinion dynamics model for the diffusion of innovations“. In: *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 388.15–16, S. 3225–3232. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2009.04.007>.
- Mathar, Rudolf (1997). *Multidimensionale Skalierung*. Stuttgart: Teubner.
- Mathieson, Kieran und Mark Keil (1998). „Beyond the interface: Ease of use and task/technology fit“. In: *Information & Management* 34.4, S. 221–230. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(98\)00058-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(98)00058-5).
- Mathieson, Kieran, Eileen Peacock und Wynne W. Chin (2001). „Extending the Technology Acceptance Model: The Influence of Perceived User Resources“. In: *SIGMIS Database* 32.3, S. 86–112. DOI: 10.1145/506724.506730.
- Maturana, Humberto und Francisco J. Varela (1987). *The tree of knowledge: the biolog. roots of human understanding*. Boston u. a.: Shambhala.
- Mayntz, Renate (1996). „Politische Steuerung: Aufstieg, Niedergang und Transformation einer Theorie“. In: *Politische Theorien in der Ära der Transformation*. Hrsg. von Klaus v. Beyme und Claus Offe. Opladen: Westdeutscher Verlag, S. 148–168.
- McGuire, William J. (1989). „Theoretical Foundations of Campaigns“. In: *Public Communication Campaigns*. Hrsg. von Ronald E. Rice und Charles K. Atkin. 2. ed. SAGE, S. 43–65.
- Melone, Nancy Paule (1990). „A Theoretical Assessment of the User-Satisfaction Construct in Information Systems Research“. In: *Management Science* 36.1, S. 76–91.
- Mintzberg, Henry (1979). *The structuring of organizations*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Mintzberg, Henry (1998). „The structuring of Organisations (1979)“. In: *The Strategy Reader*. Hrsg. von Susan Segal-Horn. Blackwell Business, S. 238–283.
- Mohammed, Shaheed (2001). „Personal communication networks and the effects of an entertainment-education radio soap opera in Tanzania“. In: *Journal of Health Communication* 6.2, S. 137–154. DOI: 10.1080/10810730117219.
- Molesworth, Mike und Jukka-Petteri Suortti (2002). „Buying cars online: the adoption of the web for high-involvement, high-cost purchases“. In: *Journal of Consumer Behaviour* 2.2, S. 155–168. DOI: 10.1002/cb.97.
- Montgomery, Douglas C. (1984). *Design and analysis of experiments*. 2. ed. New York u. a.: Wiley, XVI, 538 S.
- Moore, Gary C. und Izak Benbasat (1991). „Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation“. In: *Information Systems Research* 2.3, S. 192–222. DOI: 10.1287/isre.2.3.192.
- (1996). „Diffusion and Adoption of Information Technology: Proceedings of the first IFIP WG 8.6 working conference on the diffusion and adoption of information technology, Oslo, Norway, October 1995“. In: Hrsg. von Karlheinz Kautz und Jan Pries-Heje. Boston, MA: Springer US. Kap. Integrating Diffusion of Innovations and Theory of Reasoned Action models to predict utilization of information technology by end-users, S. 132–146. DOI: 10.1007/978-0-387-34982-4_10.
- Moore, Geoffrey A. (1991). *Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers*. HarperBusiness.
- Morgan, Gareth (1997). *Images of organization*. Thousand Oaks, Calif [u.a.]: Sage Publications.
- Morgan, Mary S. (1999). „Learning from Models“. In: *Models as mediators: perspectives on natural and social science*. Hrsg. von Mary S. Morgan und Margaret Morrison. Ideas in context ; 52. Cambridge u. a.: Cambridge University Press, S. 347–388.
- Morrison, Margaret und Mary S. Morgan (1999). „Models as mediating instruments“. In: *Models as mediators: perspectives on natural and social science*. Hrsg. von Mary S. Morgan und Margaret Morrison. Cambridge: Cambridge University Press, S. 10–37.

- Müller, Claudia (2008). *Graphentheoretische Analyse der Evolution von Wiki-basierten Netzwerken für selbstorganisiertes Wissensmanagement*. Berlin: GITO-Verlag.
- Murray, James D. (1993). *Mathematical Biology*. Springer.
- Mussweiler, Thomas und Fritz Strack (2001). „The Semantics of Anchoring“. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 86.2, S. 234–255. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/obhd.2001.2954>.
- Nadler, David A. (1981). „Managing Organizational Change: An Integrative Perspective“. In: *The Journal of Applied Behavioral Science* 17.2, S. 191–211. DOI: 10.1177/002188638101700205.
- Nan, Ning, Robert Zmud und Emre Yetgin (2014). „A complex adaptive systems perspective of innovation diffusion: an integrated theory and validated virtual laboratory“. In: *Computational and Mathematical Organization Theory* 20.1, S. 52–88. DOI: 10.1007/s10588-013-9159-9.
- Nance, Richard E. (1994). „The Conical Methodology and the evolution of simulation model development“. In: *Annals of Operations Research* 53.1-4, S. 1–45.
- Negahban, Ashkan, Levent Yilmaz und T. Nall (2014). „Managing production level in new product diffusion: an agent-based simulation approach“. In: *International Journal of Production Research* 52.17, S. 4950–4966. DOI: 10.1080/00207543.2014.885663.
- Nohira, Nitin und Michael Beer (2000). „Cracking the Code of Change“. In: *Harvard Business Review*, S. 133–141.
- Nord, Walter und Sharon Tucker (1987). *Implementing Routine and Radical Innovations*. Lexington Books.
- Norman, Donald A. (1988). *The Design of Everyday Things*. New York: Doubleday Currency.
- O’Connor, Edward J. u. a. (1990). „Implementing new technology: Management issues and opportunities“. In: *The Journal of High Technology Management Research* 1.1, S. 69–89. DOI: 10.1016/1047-8310(90)90014-U.
- Oliveira, Tiago und Maria F. Martins (2011). „Literature Review of Information Technology Adoption Models at Firm Level“. In: *The Electronic Journal Information Systems Evaluation* 14.1, S. 110–121.

- Opp, Karl-Dieter (2015). „Modellbildung und Simulation: Einige methodologische Fragen“. In: *Handbuch Modellbildung und Simulation in den Sozialwissenschaften*. Hrsg. von Norman Braun und Nicole J. Saam. Springer VS, S. 181–212.
- Orlikowski, Wanda J. (2000). „Using Technology and Constituting Structures: A Practice Lens for Studying Technology in Organizations“. In: *Organization Science* 11.4, S. 404–428. DOI: 10.1287/orsc.11.4.404.14600.
- Ostrom, Elinor (2005). *Understanding institutional diversity*. Princeton, NJ u. a.: Princeton Univ. Press.
- Ottaway, Richard N. (1983). „The Change Agent: A Taxonomy in Relation to the Change Process“. In: *Human Relations* 36.4, S. 361–392. DOI: 10.1177/001872678303600403.
- Ozdemir, Sena, Paul Trott und Andreas H. Hoecht (2008). „Segmenting internet banking adopter and non-adopters in the Turkish retail banking sector“. In: *International Journal of Bank Marketing* 26.4, S. 212–236. DOI: 10.1108/02652320810884777.
- Parasuraman, Ananthanarayanan (2000). „Technology Readiness Index (TRI) a multiple-item scale to measure readiness to embrace new technologies“. In: *Journal of Service Research* 2.4, S. 307–320.
- Parasuraman, Ananthanarayanan und Charles L. Colby (2007). *Techno-ready marketing: How and why your customers adopt technology*. The Free Press.
- (2015). „An Updated and Streamlined Technology Readiness Index: TRI 2.0“. In: *Journal of Service Research* 18.1, S. 59–74. DOI: 10.1177/1094670514539730.
- Parkes, Alison (2013). „The effect of task-individual-technology fit on user attitude and performance: An experimental investigation“. In: *Decision Support Systems* 54.2, S. 997–1009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2012.10.025>.
- Parsons, Talcott (1972). *Das System moderner Gesellschaften*. München: Juventa-Verlag.
- Patsiotis, Athanasios G., Tim Hughes und Don J. Webber (2012). „Adopters and non-adopters of internet banking: a segmentation study“. In: *International Journal of Bank Marketing* 30.1, S. 20–42. DOI: 10.1108/02652321211195686.

- Payne, James Andrew (1982). *Introduction to simulation*. McGraw-Hill computer science series. New York: McGraw-Hill.
- Payne, John W., James R. Bettman und Eric J. Johnson (1993). *The Adaptive Decision Maker*. Cambridge University Press.
- Peattie, Ken (2001). „Towards Sustainability: The Third Age of Green Marketing“. In: *The Marketing Review* 2.2, S. 129–146. DOI: 10.1362/1469347012569869.
- Pechtl, Hans (1991). *Innovatoren und Imitatoren im Adoptionsprozeß von technischen Neuerungen, Köln*.
- Pemberton, H. Earl (1936). „The Curve of Culture Diffusion Rate“. In: *American Sociological Review* 1.4, S. 547–556.
- Pfister, Hans-Rüdiger und Gisela Böhm (2008). „The multiplicity of emotions: A framework of emotional functions in decision making.“ In: *Judgment and Decision Making (Online Journal)* 3.1, S. 5–17.
- Plous, Scott (1993). *The psychology of judgment and decision making*. New York u. a.: McGraw-Hill.
- Polasek, Wolfgang (1994). *EDA, explorative Datenanalyse: Einführung in die deskriptive Statistik*. Berlin u. a.: Springer.
- Popper, Karl R. (1995). *Objektive Erkenntnis: ein evolutionärer Entwurf*. 3. Aufl. Campe-Paperback. Hamburg: Hoffmann und Campe, XIV, 414 S.
- Porter Lynch, Robert (2001). In: *Leading Beyond the Walls: How High-Performing Organizations Collaborate for Shared Success*. Hrsg. von Frances Hesselbein, Marshall Goldsmith und Iain Somerville. J-B Leader to Leader Institute/PF Drucker Foundation. Wiley. Kap. How to Foster Champions, S. 167–188.
- Porter, Constance Elise und Naveen Donthu (2006). „Using the technology acceptance model to explain how attitudes determine Internet usage: The role of perceived access barriers and demographics“. In: *Journal of Business Research* 59.9, S. 999–1007.
- Prochaska, James O., Carlo C. DiClemente und John C. Norcross (1992). „In Search of How People Change: Applications to Addictive Behaviors“. In: *American Psychologist* 47.9, S. 1102–1114.
- Purvis, Russell L., V. Sambamurthy und Robert W. Zmud (2001). „The Assimilation of Knowledge Platforms in Organizations: An Empirical Investigation“. In: *Organization Science* 12.2, S. 117–135. DOI: 10.1287/orsc.12.2.117.10115.

- Quinn, Robert E. (2004). „Building the bridge as you walk on it“. In: *Leader to Leader* 2004.34, S. 21–26. DOI: 10.1002/1t1.97.
- Rabe, Markus, Sven Spieckermann und Siegrid Wenzel (2008). „A new procedure model for verification and validation in production and logistics simulation“. In: *2008 Winter Simulation Conference*, S. 1717–1726. DOI: 10.1109/WSC.2008.4736258.
- Rafaeli, Anat und Monica Worline (2001). „Individual emotion in work organizations“. In: *Social Science Information* 40.1, S. 95–123. DOI: 10.1177/053901801040001006.
- Rahmandad, Hazhir und John D. Sterman (2008). „Heterogeneity and Network Structure in the Dynamics of Diffusion: Comparing Agent-Based and Differential Equation Models“. In: *Management Science* 54.5, S. 998–1014.
- Ram, S. und Jagdish N. Sheth (1989). „Consumer Resistance to Innovations: The Marketing Problem and its solutions“. In: *Journal of Consumer Marketing* 6.2, S. 5–14. DOI: 10.1108/EUM00000000002542.
- Rashevsky, Nicolas (1959). *Mathematical biology of social behavior*. Chicago: University of Chicago Press.
- Ravasz, Erzsebet und Albert-Laszlo Barabasi (2003). „Hierarchical organization in complex networks“. In: *Physical Review E* 67.2, S. 026112. DOI: 10.1103/PhysRevE.67.026112.
- Richins, Marsha L. (1983). „Negative Word-of-Mouth by Dissatisfied Consumers: A Pilot Study“. In: *Journal of Marketing* 47.1, S. 68–78.
- Robey, Daniel und Ana Azevedo (1994). „Cultural analysis of the organizational consequences of information technology“. In: *Accounting, Management and Information Technologies* 4.1, S. 23–37. DOI: 10.1016/0959-8022(94)90011-6.
- Rogers, Everett M. (2003). *Diffusion of Innovations*. Fifth Edition. Free Press.
- Rogers, Everett M., Joseph R. Ascroft und Niels G. Roling (1970). *Diffusion of Innovations in Brazil, Nigeria, and India*. Diffusion of Innovations Research Report 24. Michigan State University, Department of Communication.
- Rogers, Everett M. und Thomas M. Steinfatt (1999). *Intercultural Communication*. Prospect Heights, Ill.: Waveland Press.

- Rogers, Everett M., Peter W. Vaughan u. a. (1999). „Effects of an entertainment-education radio soap opera on family planning behavior in Tanzania.“ In: *Studies in Family Planning* 30.3, S. 193–211.
- Ryan, Bryce (1948). „A Study in Technological Diffusion“. In: *Rural Sociology* 13, S. 273–285.
- Ryan, Bryce und Neal C. Gross (1943). „The Diffusion of Hybrid Seed Corn in Two Iowa Communities“. In: *Rural Sociology* 8, S. 15–24.
- Saam, Nicole J. und Thomas Gautschi (2015). „Modellbildung in den Sozialwissenschaften“. In: *Handbuch Modellbildung und Simulation in den Sozialwissenschaften*. Hrsg. von Norman Braun und Nicole J. Saam. Springer VS, S. 15–60.
- Sackmann, Sonja (1992). „Culture and Subcultures: An Analysis of Organizational Knowledge“. In: *Administrative Science Quarterly* 37, S. 140–161.
- (1997). „Introduction“. In: *Cultural complexity in organizations: inherent contrasts and contradictions*. Hrsg. von Sonja Sackmann. Thousand Oaks, u. a.: SAGE, S. 1–6.
- Saga, Vikki L. und Robert W. Zmud (1994). „The Nature and Determinants of IT Acceptance, Routinization, and Infusion“. In: *Proceedings of the IFIP TC8 Working Conference on Diffusion, Transfer and Implementation of Information Technology*. New York, NY, USA: Elsevier, S. 67–86.
- Saltelli, Andrea (2000). „What is Sensitivity Analysis?“ In: *Sensitivity Analysis*. Hrsg. von Andrea Saltelli, Karen Chan und E. Marian Scott. Wiley, S. 3–13.
- Sampaio, Luciano u. a. (2012). „Diffusion of innovation in organizations: Simulation using evolutionary computation“. In: *Fourth World Congress on Nature and Biologically Inspired Computing (NaBIC)*, S. 25–30. DOI: 10.1109/NaBIC.2012.6402235.
- Scheer, August-Wilhelm (2003). *Change Management im Unternehmen: Prozessveränderungen erfolgreich managen*. Berlin [u.a.]: Springer.
- Schein, Edgar H. (2004). *Organizational culture and leadership*. 3. ed. San Francisco, Calif.: Jossey-Bass.
- Schelling, Thomas S. (1978). *Micromotives and Macrobehavior*. Norton.
- Schepers, Jeroen und Martin Wetzels (2007). „A meta-analysis of the technology acceptance model: Investigating subjective norm and moderation effects“.

- In: *Information & Management* 44.1, S. 90–103. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2006.10.007>.
- Schimank, Uwe (2007). *Handeln und Strukturen: Einführung in die akteurtheoretische Soziologie*. Weinheim: Juventa-Verlag.
- Schmalen, Helmut und Heiko Xander (2000). „Produkteinführung und Diffusion“. In: *Handbuch Produktmanagement*. Springer, S. 411–440.
- Schmidt, Sabine (2009). *Die Diffusion komplexer Produkte und Systeme: ein systemdynamischer Ansatz*. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Schnell, Rainer (1994). *Graphisch gestützte Datenanalyse*. München u. a.: Oldenbourg.
- Schultz, Randall L. und Dennis P. Slevin (1983). „Implementation Exchange: The Implementation Profile“. In: *Interfaces* 13.1, S. 87–92.
- Schwarz, Nina und Andreas Ernst (2009). „Agent-based modeling of the diffusion of environmental innovations — An empirical approach“. In: *Technological Forecasting and Social Change* 76.4. Evolutionary Methodologies for Analyzing Environmental Innovations and the Implications for Environmental Policy, S. 497–511. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.024>.
- Schwoon, Malte (2006). „Simulating the adoption of fuel cell vehicles“. In: *Journal of Evolutionary Economics* 16.4, S. 435–472. DOI: 10.1007/s00191-006-0026-4.
- Segars, Albert H. und Varun Grover (1993). „Re-Examining Perceived Ease of Use and Usefulness: A Confirmatory Factor Analysis“. In: *MIS Quarterly* 17.4, S. 517–525.
- Shannon, Robert E. (1975). *Systems simulation: the art and science*. Prentice-Hall.
- Shapiro, Carl und Hal R. Varian (1999). *Information rules: a strategic guide to the network economy*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Sharma, Rajeev und Philip Yetton (2007). „The Contingent Effects of Training, Technical Complexity, and Task Interdependence on Successful Information Systems Implementation“. In: *MIS Quarterly* 31.2, S. 219–238.
- Shaw, Eric K. u. a. (2012). „The role of the champion in primary care change efforts: from the State Networks of Colorado Ambulatory Practices and Partners (SNOCAP)“. In: *Journal of the American Board of Family Medicine* 25.5, S. 676–685. DOI: 10.3122/jabfm.2012.05.110281.

- Sheeran, Paschal und Thomas L. Webb (2016). „The Intention–Behavior Gap“. In: *Social and Personality Psychology Compass* 10.9, S. 503–518. DOI: 10.1111/spc3.12265.
- Shirani, Ashraf I, Mohammed H.A Tafti und John F Affisco (1999). „Task and technology fit: a comparison of two technologies for synchronous and asynchronous group communication“. In: *Information & Management* 36.3, S. 139–150. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(99\)00015-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(99)00015-4).
- Sibertin-Blanc, Christophe u. a. (2013). „SocLab: A Framework for the Modeling, Simulation and Analysis of Power in Social Organizations“. In: *The Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 16.4.
- Sierhuis, Maarten, William J. Clancey und Ron J. J. van Hoof (2009). „Brahms An Agent-Oriented Language for Work Practice Simulation and Multi-Agent Systems Development“. In: *Multi-Agent Programming: Languages, Tools and Applications*. Hrsg. von Amal El Fallah Seghrouchni u. a. Boston, MA: Springer US, S. 73–117. DOI: 10.1007/978-0-387-89299-3_3.
- Simon, Bernd (2001). „Wissensmedien im Bildungssektor. Eine Akzeptanzuntersuchung an Hochschulen.“ Diss. Wien: WU Vienna University of Economics und Business.
- Simoni, Michele, Adam Tatarynowicz und Gianluca Vagnani (2006). „The Complex Dynamics of Innovation Diffusion and Social Structure: A Simulation Study“. In: *WEHIA 2006 1st International Conference on Economic Sciences with Heterogeneous Interacting Agents*.
- Slovic, Paul und Sarah Lichtenstein (1971). „Comparison of Bayesian and regression approaches to the study of information processing in judgment“. In: *Organizational Behavior and Human Performance* 6.6, S. 649–744.
- Smircich, Linda (1983). „Concepts of Culture and Organizational Analysis“. In: *Administrative Science Quarterly* 28.3, S. 339–358.
- Sousa, Vanessa E. C. u. a. (2015). „Use of Simulation to Study Nurses’ Acceptance and Nonacceptance of Clinical Decision Support Suggestions“. In: *CIN: Computers, Informatics, Nursing* 33.10.
- Srite, Mark und Elena Karahanna (2006). „The Role of Espoused National Cultural Values in Technology Acceptance“. In: *MIS Quarterly* 30.3, S. 679–704.
- Stachowiak, Herbert (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Wien u. a.: Springer.

- Staples, D. Sandy und Peter B. Seddon (2004). „Testing the Technology-to-Performance Chain Model“. In: *Journal of Organizational and End-User Computing* 16.4, S. 17–36. DOI: 10.4018/joeuc.2004100102.
- Steinburg, Craig (1992). In: *Training and Development* 46.3, S. 26–33.
- Sterman, John D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. Boston, Mass. u. a.: Irwin/McGraw-Hill.
- Straub, Detmar und Andrew Burton-Jones (2007). „Veni, Vidi, Vici: Breaking the TAM Logjam“. In: *Journal of the Association for Information Systems* 8.4.
- Straub, Detmar, Mark Keil und Walter Brenner (1997). „Testing the technology acceptance model across cultures: A three country study“. In: *Information & Management* 33.1, S. 1–11. DOI: 10.1016/S0378-7206(97)00026-8.
- Stummer, Christian u. a. (2015). „Innovation diffusion of repeat purchase products in a competitive market: An agent-based simulation approach“. In: *European Journal of Operational Research* 245.1, S. 157–167. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2015.03.008>.
- Suárez, Mauricio (2004). „An Inferential Conception of Scientific Representation“. In: *Philosophy of Science* 71.5, S. 767–779.
- Sultanow, Eldar und Edzard Weber (2009). „Klassifikation und Identifikation von Kommunikationsbarrieren in Unternehmen“. In: *WM2009: 5th Conference on Professional Knowledge Management*. Hrsg. von Knut Hinkelmann und Holger Wache. Bd. 145. Lecture Notes in Informatics. Gesellschaft für Informatik. Solothurn, Switzerland, S. 591–600.
- Sun, Ron (2007). „Cognitive Social Simulation Incorporating Cognitive Architectures“. In: *IEEE Intelligent Systems* 22.5, S. 33–39. DOI: 10.1109/MIS.2007.4338492.
- Suzuki, Yoshinori und Lisa R. Williams (1998). „Analysis of EDI Resistance Behavior“. In: *Transportation Journal* 37.4, S. 36–44.
- Swinerd, Chris und Ken R. McNaught (2014). „Simulating the diffusion of technological innovation with an integrated hybrid agent-based system dynamics model“. In: *Journal of Simulation* 8.3, S. 231–240. DOI: 10.1057/jos.2014.2.
- Swoyer, Chris (1991). „Structural Representation and Surrogate Reasoning“. In: *Synthese* 87.3, S. 449–508.

- Talke, Katrin (2005). „Einführung von Innovationen: Marktorientierte strategische und operative Aktivitäten als Erfolgsfaktoren“. Diss. TU Berlin.
- Tang, Fangcheng, Jifeng Mu und Douglas L. MacLachlan (2010). „Disseminative capacity, organizational structure and knowledge transfer“. In: *Expert Systems with Applications* 37.2, S. 1586–1593. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2009.06.039>.
- Taylor, Shirley und Peter A. Todd (1995a). „Assessing IT Usage: The Role of Prior Experience“. In: *MIS Quarterly* 19.4, S. 561–570.
- (1995b). „Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models“. In: *Information Systems Research* 6.2, S. 144–176. DOI: [10.1287/isre.6.2.144](https://doi.org/10.1287/isre.6.2.144).
- Teubner, Gunther und Helmut Willke (1984). „Kontext und Autonomie. Gesellschaftliche Selbststeuerung durch reflexives Recht“. In: *Zeitschrift für Rechtssoziologie* 5.1, S. 4–35.
- Thiriot, Samuel und Jean-Daniel Kant (2008). „Using Associative Networks to Represent Adopters’ Beliefs in a Multiagent Model of Innovation Diffusion“. In: *Advances in Complex Systems* 11.02, S. 261–272. DOI: [10.1142/S0219525908001611](https://doi.org/10.1142/S0219525908001611).
- Thompson, Ronald L., Christopher A. Higgins und Jane M. Howell (1991). „Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization“. In: *MIS Quarterly* 15.1, S. 125–143. DOI: [10.2307/249443](https://doi.org/10.2307/249443).
- (1994). „Influence of Experience on Personal Computer Utilization: Testing a Conceptual Model“. In: *Journal of Management Information Systems* 11.1, S. 167–187.
- Thompson, Victor A. (1965). „Bureaucracy and innovation“. In: *Administrative Science Quarterly* 10, S. 1–20.
- Tocher, Keith D. (1963). *The art of simulation*. Electrical engineering series. English Universities Press.
- Todd, Peter A. und Izak Benbasat (1992). „The Use of Information in Decision Making: An Experimental Investigation of the Impact of Computer-Based Decision Aids“. In: *MIS Quarterly* 16.3, S. 373–393.
- (1999). „Evaluating the Impact of DSS, Cognitive Effort, and Incentives on Strategy Selection“. In: *Information Systems Research* 10.4, S. 356–374. DOI: [10.1287/isre.10.4.356](https://doi.org/10.1287/isre.10.4.356).

- Tornatzky, L. und M. Fleischer (1990). *The process of technology innovation*. Lexington, MA: Lexington Books.
- Turkey, John W. (1977). *Exploratory data analysis*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Tversky, Amos und Daniel Kahneman (1974). „Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases“. In: *Science* 185.4157, S. 1124–1131.
- (1981). „The framing of decisions and the psychology of choice“. In: *Science* 211.4481, S. 453–458. DOI: 10.1126/science.7455683.
- Umanath, Narayan S. und Iris Vessey (1994). „Multiattribute Data Presentation and Human Judgment: A Cognitive Fit Perspective“. In: *Decision Sciences* 25.5-6, S. 795–824. DOI: 10.1111/j.1540-5915.1994.tb01870.x.
- Valente, Thomas W. (1993). „Diffusion of Innovations and Policy Decision-Making“. In: *Journal of Communication* 43.1, S. 30–45. DOI: 10.1111/j.1460-2466.1993.tb01247.x.
- (1995). *Network models of the diffusion of innovations*. Quantitative methods in communication. Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Valente, Thomas W. und Rebecca L. Davis (1999). „Accelerating the diffusion of innovations using opinion leaders“. In: *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, S. 55–67.
- Vallacher, Robin R. und James Kaufman (1996). „Dynamics of action identification: Volatility and structure in the representation of behavior.“ In: *The Psychology of Action: Linking Cognition and Motivation to Behavior*. Hrsg. von Peter M. Gollwitzer und John A. Bargh. Guilford Press, S. 260–282.
- Vallerand, Robert J. (1997). „Toward A Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation“. In: *Advances in Experimental Social Psychology* 29, S. 271–360. DOI: 10.1016/S0065-2601(08)60019-2.
- Van de Ven, Andrew H. (1986). „Central problems in the management of innovation“. In: *Management Science* 32.5, S. 590–607.
- Van de Ven, Andrew H., Harold L. Angle und Marshal S. Poole, Hrsg. (1989). *Research on the Management of Innovation: The Minnesota Studies*. New York u. a.: Oxford University Press.
- Van de Ven, Andrew H., Douglas E. Polley u. a. (1999). *The Innovation Journey*. New York u. a.: Oxford University Press.

- Van de Ven, Andrew H. und Everett M. Rogers (1988). „Innovations and Organizations: Critical Perspectives“. In: *Communication Research* 15.5, S. 632–651. DOI: 10.1177/009365088015005007.
- Van Horn, Richard L. (1971). „Validation of Simulation Results“. In: *Management Science* 17.5, S. 247–258.
- Van Slyke, Richard, Wushow Chou und Howard Frank (1973). „Avoiding Simulation in Simulating Computer Communication Networks“. In: *Proceedings of the June 4–8, 1973, National Computer Conference and Exposition*. AFIPS '73. ACM, S. 165–169. DOI: 10.1145/1499586.1499637.
- Varela, Francisco J., Evan Thompson und Eleanor Rosch (1992). *The embodied mind: cognitive science and human experience*. 2. print. Cambridge, Mass. u. a.: MIT Press.
- Venkatesh, Viswanath (1999). „Creation of Favorable User Perceptions: Exploring the Role of Intrinsic Motivation“. In: *MIS Quarterly* 23.2, S. 239–260.
- (2000). „Determinants of perceived ease of use: Integrating perceived behavioral control, computer anxiety and enjoyment into the technology acceptance model“. In: *Information Systems Research* 11.4, S. 342–365.
- (2006). „Where To Go From Here? Thoughts on Future Directions for Research on Individual-Level Technology Adoption with a Focus on Decision Making“. In: *Decision Sciences* 37.4, S. 497–518. DOI: 10.1111/j.1540-5414.2006.00136.x.
- Venkatesh, Viswanath und Hillol Bala (2008). „Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions“. In: *Decision Sciences* 39.2, S. 273–315. DOI: 10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x.
- Venkatesh, Viswanath und Fred D. Davis (1996). „A Model of the Antecedents of Perceived Ease of Use: Development and Test“. In: *Decision Sciences* 27.3, S. 451–481. DOI: 10.1111/j.1540-5915.1996.tb00860.x.
- (2000). „A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies“. In: *Management Science* 46.2, S. 186–204. DOI: 0.1287/mnsc.46.2.186.11926.
- Venkatesh, Viswanath, Michael G. Morris u. a. (2003). „User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View“. In: *MIS Quarterly* 27.3, S. 425–478.

- Venkatesh, Viswanath und Cheri Speier (1999). „Computer Technology Training in the Workplace: A Longitudinal Investigation of the Effect of Mood“. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 79.1, S. 1–28. DOI: 10.1006/obhd.1999.2837.
- Vessey, Iris (1991). „Cognitive Fit: A Theory-Based Analysis of the Graphs Versus Tables Literature“. In: *Decision Sciences* 22.2, S. 219–240. DOI: 10.1111/j.1540-5915.1991.tb00344.x.
- Vessey, Iris und Dennis Galletta (1991). „Cognitive Fit: An Empirical Study of Information Acquisition“. In: *Information Systems Research* 2.1, S. 63–84. DOI: 10.1287/isre.2.1.63.
- Vroom, Victor H. (1964). *Work and motivation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Walz, Guido (2001). „logistische Gleichung“. In: *Lexikon der Mathematik : Inp bis Mon*. Bd. 3. Lexikon der Mathematik / in sechs Bänden. Heidelberg u. a.: Spektrum, Akad. Verl.
- Wang, Wei (2005). „Factors Influencing Employees’ Deep Usage of Information Systems“. In: *PACIS 2005 Proceedings*, S. 30–43.
- Wang, Wei und John E. Butler (2006). „System Deep Usage in Post-Acceptance Stage: a Literature Review and a New Research Framework“. In: *International Journal of Business Information Systems* 1.4, S. 439–462. DOI: 10.1504/IJBIS.2006.008959.
- Wansink, Brian, Robert J. Kent und Steve Hoch (1998). „An Anchoring and Adjustment Model of Purchase Quantity Decisions“. In: *Journal of Marketing Research* 35.1, S. 71–81.
- Warrick, Don D. (2009). „Developing organizational change champions. A high payoff investment.“ In: *OD Practitioner* 41.1.
- Washington, Marvin und Marla Hacker (2005). „Why change fails: knowledge counts“. In: *Leadership & Organization Development Journal* 26.5, S. 400–411. DOI: 10.1108/01437730510607880.
- Wasserman, Stanley und Katherine Faust (2007). *Social network analysis: methods and applications*. 15. print. Cambridge u. a.: Cambridge University Press.
- Watson, Goodwin (1971). „Resistance to Change“. In: *American Behavioral Scientist* 14.5, S. 745–766. DOI: 10.1177/000276427101400507.

- Watts, Duncan J. und Steven H. Strogatz (1998). „Collective dynamics of small-world networks“. In: *Nature* 393.6684, S. 440–442.
- Wejnert, Barbara (2002). „Integrating Models of Diffusion of Innovations: A Conceptual Framework“. In: *Annual Review of Sociology* 28, S. 297–326.
- West, Michael A. und Neil R. Anderson (1996). „Innovation in top management teams“. In: *Journal of Applied Psychology* 81, S. 680–693.
- West, Penny (1994). „The Concept of the Learning Organization“. In: *Journal of European Industrial Training* 18.1, S. 15–21. DOI: 10.1108/03090599410054308.
- Westaby, James D. (2005). „Behavioral reasoning theory: Identifying new linkages underlying intentions and behavior“. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 2, S. 97.
- Westphal, James D., Ranjay Gulati und Stephen M. Shortell (1997). „Customization or Conformity? An Institutional and Network Perspective on the Content and Consequences of TQM Adoption“. In: *Administrative Science Quarterly* 42.2, S. 366–394.
- Wilde, Thomas und Thomas Hess (2006). *Methodenspektrum der Wirtschaftsinformatik: Überblick und Portfoliobildung*. Techn. Ber. 2. München: Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Willke, Helmut (1992). *Ironie des Staates: Grundlinien einer Staatstheorie polyzentrischer Gesellschaft*. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- (1994). *Systemtheorie: Interventionstheorie*. Bd. 2. Stuttgart u. a.: G. Fischer.
- (1995). *Systemtheorie: Steuerungstheorie*. Bd. 3. Stuttgart u. a.: G. Fischer.
- Winter, Lars und Thomas Kron (2015). „Fuzzy-Logik und die Frage sozialer Ordnungsbildung“. In: *Informatik-Spektrum* 38.6, S. 463–470. DOI: 10.1007/s00287-015-0925-6.
- Wollnik, Michael (1991). „Das Verhältnis von Organisationsstruktur und Organisationskultur“. In: *Organisationskultur – Phänomen – Philosophie – Technologie*. Hrsg. von Eberhardt Dülfer. C. E. Poeschel, S. 65–92.
- Wood, Stacy L. und C. Page Moreau (2006). „From Fear to Loathing? How Emotion Influences the Evaluation and Early Use of Innovations“. In: *Journal of Marketing* 70.3, S. 44–57. DOI: 10.1509/jmkg.70.3.44.
- Wray, Robert E. und Randolph M. Jones (2005). „An introduction to Soar as an agent architecture“. In: *Cognition and Multi-agent Interaction: From*

- Cognitive Modeling to Social Simulation*. Hrsg. von Ron Sun. Cambridge University Press, S. 53–78.
- Yadav, Manjit S. (1994). „How Buyers Evaluate Product Bundles: A Model of Anchoring and Adjustment“. In: *Journal of Consumer Research* 21.2, S. 342–353. DOI: 10.1086/209402.
- Yadav, Manjit S. und P. Rajan Varadarajan (2005). „Understanding product migration to the electronic marketplace: A conceptual framework“. In: *Journal of Retailing* 81.2, S. 125–140. DOI: 10.1016/j.jretai.2005.03.006.
- Yourdon, Edward (1979). *Structured Walkthroughs*. 2nd edition. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR.
- Yousafzai, Shumaila Y., Gordon R. Foxall und John G. Pallister (2007a). „Technology acceptance: a meta-analysis of the TAM: Part 1“. In: *Journal of Modelling in Management* 2.3, S. 251–280. DOI: 10.1108/174656607108344453.
- (2007b). „Technology acceptance: a meta-analysis of the TAM: Part 2“. In: *Journal of Modelling in Management* 2.3, S. 281–304. DOI: 10.1108/174656607108344462.
- Zaffar, Muhammad A., R. Lokesh Kumar und Kexin Zhao (2014). „Impact of Interorganizational Relationships on Technology Diffusion: An Agent-Based Simulation Modeling Approach.“ In: *IEEE Transactions on Engineering Management* 61.1, S. 68–79.
- Zaltman, Gerald und Robert Duncan (1977). *Strategies for planned change*. New York u. a.: Wiley.
- Zaltman, Gerald, Robert Duncan und Jonny Holbek (1973). *Innovations & Organizations*. R. E. Krieger Publishing Company.
- Zech, Rainer (2013). „Identität von und Identifikation in Organisationen – am Beispiel von Weiterbildungsanbietern“. In: *Journal für Psychologie* 21.3.
- Zhang, Tao und William J. Nuttall (2011). „Evaluating Government’s Policies on Promoting Smart Metering Diffusion in Retail Electricity Markets via Agent-Based Simulation“. In: *Journal of Product Innovation Management* 28.2, S. 169–186. DOI: 10.1111/j.1540-5885.2011.00790.x.
- Ziegler, Rolf (1972). *Theorie und Modell: der Beitrag der Formalisierung zur soziologischen Theorienbildung*. München u. a.: Oldenbourg.

- Zigurs, Ilze und Bonnie K. Buckland (1998). „A Theory of Task/Technology Fit and Group Support Systems Effectiveness“. In: *MIS Quarterly* 22.3, S. 313–334.
- Zigurs, Ilze, Bonnie K. Buckland u. a. (1999). „A Test of Task-technology Fit Theory for Group Support Systems“. In: *SIGMIS Database* 30.3-4, S. 34–50. DOI: 10.1145/344241.344244.
- Zsifkovits, Martin und Markus Günther (2015). „Simulating resistances in innovation diffusion over multiple generations: an agent-based approach for fuel-cell vehicles“. In: *Central European Journal of Operations Research* 23.2, S. 501–522. DOI: 10.1007/s10100-015-0391-x.

Anhang

Die Anhänge liegen digital vor und können unter dem DOI 10.13140/RG.2.2.11145.34403 heruntergeladen werden. Sie sind folgendermaßen strukturiert:

Anhang A: Modell

1. Das in AnyLogic implementierte Modell;
2. die dazugehörige Dokumentation als PDF.

Anhang B: Ergebnisse

1. Daten der Simulationsläufe:
 - (a) Experiment – Daten des Parametervariationsexperimentes (siehe Abschnitt 6.3.2);
 - (b) Demonstration – Daten der Modelldemonstration (siehe Abschnitt 6.1);
 - (c) Sensitivität Struktur – Ergebnisse der strukturellen Sensitivitätsanalyse (siehe Abschnitt 6.2.1);
 - (d) Sensitivität Parameter – Ergebnisse der Variation der Modellparameter (siehe Abschnitt 6.2.2);
2. das dazugehörige PDF mit Abbildungen der Replikationsverläufe sowie den Ergebnissen der ANOVA der Parametertests.