

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Informationstechnik / Information Technology Band 1

Forschungszentrum Jülich GmbH
Programmgruppe Systemforschung und
Technologische Entwicklung (STE)

SAM

Untersuchung von Aushandlungen in Gruppen mittels Agentensimulationen

Niels Lepperhoff

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Informationstechnik / Information Technology Band 1

ISSN 1433-5514 ISBN 3-89336-298-3

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Lepperhoff, Niels:

SAM - Untersuchung von Aushandlungen in Gruppen mittels Agentensimulation /

Niels Lepperhoff. - Jülich : Forschungszentrum, Zentralbibliothek, 2002

(Schriften des Forschungszentrums Jülich. Reihe Informationstechnik ; Band 1)

Zugl.: Dortmund, Univ., Diss., 2001

ISBN 3-89336-298-3

Herausgeber
und Vertrieb:

Forschungszentrum Jülich GmbH

Zentralbibliothek

D-52425 Jülich

Telefon (0 24 61) 61-53 68 · Telefax (0 24 61) 61-61 03

e-mail: zb-publikation@fz-juelich.de

Internet: <http://www.kfa-juelich.de/zb>

Umschlaggestaltung: Grafische Betriebe, Forschungszentrum Jülich GmbH

Druck: Grafische Betriebe, Forschungszentrum Jülich GmbH

Copyright: Forschungszentrum Jülich 2002

Schriften des Forschungszentrums Jülich

Reihe Informationstechnik / Information Technology, Band 1

D 290 (Diss., Dortmund, Univ., 2002)

ISSN 1433-5514

ISBN 3-89336-298-3

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder in einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	V
1 EINLEITUNG	1
1.1 Das Herrmannsche Aushandlungsprinzip (HAP)	3
1.2 Fragestellung	5
1.3 Wahl der Methode	7
2 THEORETISCHE UND METHODISCHE GRUNDLAGEN	10
2.1 Verhalten in Face-To-Face-Gruppen	13
2.2 Unterschiede zur computervermittelten Kommunikation	17
2.3 Abgrenzung zu bisherigen Simulationsmodellen	19
2.4 Handlungswahlen mit der Rational Choice Theorie	21
2.4.1 Brückenhypothesen	24
2.4.2 SEU-Theorie	24
2.5 Die BDI-RC Agentenarchitektur	26
2.6 Menschen – Akteure – Agenten	29
3 MODELLBESCHREIBUNG	31
3.1 Kriterien zur Modellentwicklung	32
3.2 Aufgabe: Farbgitter	34
3.2.1 Beschreibung des Farbgitters	34
3.2.2 Vorstellung von der „richtigen“ Lösung	38
3.3 Umwelt: Aushandlungssteuerung	41
3.3.1 Adaption der Handlungsmöglichkeiten für SAM	43
3.3.2 Verteilung der Nachrichten	45
3.3.3 Abstimmung	49
3.4 Gruppenstruktur	50
3.5 Agentenmodell	54
3.5.1 Desires: Ziele	55
3.5.2 Beliefs: Persönlichkeitsmerkmale	58
3.5.3 Action selection function	63
3.6 Beispielhafter Ablauf	79
4 AUSGEWÄHLTE EINZELHEITEN DER IMPLEMENTATION VON SAM	82
4.1 Ablauf einer Simulation	83
4.2 Informationstechnische Werkzeuge	85
5 MEß- UND ANALYSETECHNIK	89
5.1 Erläuterung der Meßfühler	89
5.1.1 Globale Meßfühler	89
5.1.2 Agentenspezifische Meßfühler	93
5.2 Statistische Analyseverfahren	95
5.3 Automatische Untersuchungsverfahren	96
5.3.1 Vollfaktorielle Analyse	96
5.3.2 Automatischer Experimentator	96

6 PLAUSIBILITÄT DES MODELLS	103
6.1 Interne Konsistenz	103
6.2 Simulation ausgewählter Befunde	106
6.2.1 Heterogenität und Entscheidungsfindung	107
6.2.2 „Groupthink“	107
6.2.3 Kompromißbereitschaft und Gruppenleistung	108
6.3 Vergleich zwischen SAM und einer beobachteten Gruppe	108
6.3.1 Aufbau des Simulationsexperimentes	109
6.3.2 Bestimmung des Simulationsszenarios	111
6.3.3 Vergleich von Feldexperiment und Simulation	115
6.4 Ist SAM plausibel?	122
7 EINFLÜSSE DES AUSHANDLUNGSVERFAHRENS UND DER AUFGABE	124
7.1 Gütekriterien	124
7.2 Wahl der Szenariogruppen	126
7.3 Konzeption der Mehrheits- und der Vorstellungssuche	135
7.4 Analyse der Verfahrensparameter	136
7.4.1 Einfluß der Aushandlungsdauer	136
7.4.2 Aushandlung mit Vorschlag starten	143
7.4.3 Abstimmungsmodus	147
7.4.4 Zellenwahl	156
7.5 Einfluß der Aufgabe auf die Aushandlung	164
7.6 Argumentengehaltlosigkeit	173
7.7 Agentenanzahl	178
7.8 Reaktionsgeschwindigkeit	182
7.9 Anwendung auf die neue Gruppe „Moderation“	185
7.10 Zusammenfassendes Fazit	190
8 EINFLUSS VON PERSÖNLICHKEITSMERKMALEN UND GRUPPENSTRUKTUR	193
8.1 Scheitern und Erfolg	193
8.1.1 Methodische Vorbereitung	193
8.1.2 Untersuchung mit dem automatischen Experimentator	197
8.2 Einzelbetrachtung der Szenariogruppe Block	199
8.3 Stabilität von Entscheidungen	204
8.4 Zusammenfassendes Fazit	206
9 EINORDNUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE	208
9.1 Inhaltlicher Erkenntnisgewinn	208
9.1.1 Lehren für das HAP	209
9.1.2 Verhalten in und von Gruppen	212
9.1.3 Planvolle Verbesserung der Gruppenleistung	215
9.1.4 Sozialwissenschaftliche Theoriebildung	216
9.2 Methodischer Fortschritt	217
9.2.1 SAM als Softwarewerkzeug	217
9.2.2 Agentenarchitektur BDI-RC	219
9.2.3 Automatischer Experimentator	219
9.3 Ausblick	221

10 ANHANG	223
10.1 Übersicht über Parameterkurzbezeichnungen	223
10.2 Feldexperiment	224
10.2.1 Fragebogen	224
10.2.2 Einstellung der Parameter	226
10.3 Interne Konsistenz	228
10.4 Simulation ausgewählter Befunde	236
10.5 Simulationsexperimente	240
10.5.1 Basiskonstellationen	240
10.5.2 Gruppe „Moderation“	246
10.5.3 Persönlichkeitsmerkmale und Gruppenstruktur	248
10.5.4 Statistische Berechnungen	249
10.5.5 Vergleich der Gruppe Moderation mit der Szenariogruppe Block	258
LITERATUR	266
DEFINITIONS- UND BEGRIFFSVERZEICHNIS	277

Danksagung

Ganz herzlich danken möchte ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Thomas Herrmann und Herrn Prof. Dr. Klaus G. Troitzsch für die Betreuung dieser Arbeit und für ihre Unterstützung, Frau Prof. Dr. Katharina Morik und Herrn Prof. Dr. Wolfgang Banzhaf danke ich für ihre Mitwirkung am Promotionsverfahren. Für die persönliche Förderung danke ich herzlich Herrn Hake und für die finanzielle Absicherung der Programmgruppe STE und der Forschungszentrum Jülich GmbH. Für die geduldige Beantwortung vieler soziologischer und statistischer Fragen danke ich herzlich Frau PD Dr. Herlinde Maindok und Herrn Prof. Dr. Andreas Diekmann. Herrn Dr. Peter Dittrich bin ich zu Dank für seine hilfreiche Kritik verpflichtet. Viele wertvolle Anregungen verdanke ich Frau Birgitta Krüger, Herrn Wolfgang Fischer, Frau Dr. Sabine Liebert, Frau Michaela Ochsenfahrt, Herrn Jens Busch, Herrn Christian Franzke, Herrn Bert Geelhaar und Frau Simone Weichert.

Diese Arbeit wurde im Herbst 2001 als Dissertation am Fachbereich Informatik der Universität Dortmund eingereicht.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit verfolgt drei Ziele. Zum ersten will sie zeigen, wie eine simulationsgestützte Analyse zur Untersuchung von Groupware- und Prozeßgestaltungsprinzipien verwendet werden kann. Als Beispiel dient ein von Herrmann [1995] publiziertes Aushandlungsprinzip (HAP), dessen Untersuchung das zweite Ziel dieser Arbeit ist. Dabei liegt das Augenmerk auf die Einbindung des HAP in den Gruppeninteraktionsprozeß und den sich dabei ergebenden Wechselwirkungen. Das HAP ist ein Gestaltungsprinzip für Groupwareanwendungen, die asynchrone, computervermittelte Aushandlungen unterstützen sollen. Als drittes Ziel wird untersucht, inwieweit ein genetischer Algorithmus die Durchmusterung sehr großer Parameterräume erleichtert.

Das HAP wird mit Hilfe eines für diesen Zweck entwickelten Multiagentensystems SAM analysiert. SAM basiert auf verschiedenen sozialwissenschaftlichen Theorien und empirischen Beobachtungen. Um unterschiedliche Gruppen und Situationen simulieren zu können, erlaubt SAM eine weitreichende Konfigurierbarkeit des Modells.

Der wissenschaftliche Wert dieser Arbeit liegt in dem inhaltlichen Erkenntnisgewinn über Gruppenverhalten im Kontext des HAP. Mit Hilfe des automatischen Experimentators wird gezeigt, daß keine allgemeinen Bedingungen existieren, die angeben, welche Gruppenstruktur oder Persönlichkeitsmerkmale Teilnehmer in erfolgreichen oder erfolglosen Gruppen aufweisen müssen. Ob eine Gruppe erfolgreich ist oder nicht, hängt von der spezifischen Konstellation aus Persönlichkeitsmerkmalen der Teilnehmer und der Gruppenstruktur ab.

SAM stellt weiterhin eine eigenständige formale, wissenschaftliche Theorie über das Verhalten von Gruppen in Aushandlungen dar, und kann als Ausgangspunkt für eine Weiterentwicklung zu einer allgemeinen Theorie über Gruppenverhalten dienen.

Darüber hinaus wurden neue Methoden und Softwarewerkzeuge entwickelt, um das HAP zu untersuchen. Die neu entwickelten Ansätze, die BDI-RC Agentenarchitektur und der automatische Experimentator, und die Simulationssoftware für SAM stellen einen methodischen Fortschritt dar. Der automatische Experimentator durchsucht mit Hilfe eines genetischen Algorithmus den Parameterraum nach Parameterkonstellationen, die zu einem gewünschten Gruppenverhalten führen.

Die Methode, zur Untersuchung von Gestaltungsprinzipien für Software und Prozesse Computersimulationen zu verwenden, hat sich insgesamt als brauchbar erwiesen, weil systematische Parameterstudien ohne Störeinflüsse möglich sind und weil empirisch schwer zu beobachtende Einflüsse, wie beispielsweise die Vorstellung der Akteure, studierbar werden. Dadurch können Erkenntnisse bereits vor einer Implementierung gesammelt werden. Teure Praxistests lassen sich zielgerichtet auf die als kritisch identifizierten Elemente und Situationen begrenzen.

Abstract

The present study pursues three goals. First of all, it intends to show how a simulation-based analysis can be used to investigate the basic principles of groupware and process design. An example is given by Herrmann's [1995] negotiation principle (HAP), the analysis of which represents the second goal of this study. Attention is focused on incorporating HAP into the group interaction process and on the resulting interactions. HAP is a design principle for groupware applications intended to support asynchronous, computer-mediated negotiations. As the third goal, an investigation is made of the extent to which a genetic algorithm facilitates the close examination of large parameter spaces.

HAP is analysed with a multiagent system, SAM, specially developed for this purpose. SAM is based on various sociological theories and empirical observations. SAM permits an extensive configurability of the model in order to be able to simulate different groups and situations.

The scientific value of this work is to be found in the gain in knowledge concerning group behaviour in the HAP context. Using the automated experimenter this work shows that no general conditions exist, which determine successful or unsuccessful groups. The success depends on specific settings of personal attributes and the group structure. SAM, moreover, represents an independent, formal scientific theory of the behaviour of groups in negotiations and may serve as a starting point for further development into a general theory of group behaviour.

Furthermore, new methods and software tools were developed in order to investigate HAP. The newly developed methods, the BDI-RC agent architecture and the automatic experimenter, and also the simulation software for SAM represent methodological progress. Using a genetic algorithm, the automatic experimenter searches the parameter space for parameter constellations leading to the desired group behaviour.

The method of using computer simulations to investigate design principles for software and processes has proved to be viable on the whole because systematic parameter studies are possible without any disturbing influences and because influences difficult to observe empirically, such as the persons' ideas, can thus be studied. It is therefore possible to gather insights prior to an actual implementation. Expensive practical tests can be tailored to elements and situations identified as critical.

1 Einleitung

Gruppen werden als Elementareinheit moderner Unternehmen betrachtet [Finholt/Sproull 1993, S. 431; Pelz 1995, S. 22]. Eine softwaretechnische Unterstützung (Groupware genannt) ihrer Tätigkeiten verspricht eine Steigerung ihrer Produktivität und Zufriedenheit. **GROUPWARE** sind „computer-based systems that support groups of people engaged in a common task (or goal) and that provide an interface to a shared environment“ [Ellis et al. 1993, S. 10]. Durch softwaretechnische Unterstützung wird eine räumliche oder zeitlich verteilte Gruppenarbeit möglich, d.h. die Gruppenmitglieder arbeiten beispielsweise in verschiedenen Ländern oder zu unterschiedlichen Zeiten. Mit Groupware wird eine gemeinsame Arbeitsfläche erzeugt, über der die Benutzer zusammenarbeiten können, d.h. es findet eine Kooperationsunterstützung statt. Oft wird zusätzlich die Koordination durch besondere Groupwarefunktionen wie z.B. eine Terminkalenderverwaltung unterstützt. Gruppen bearbeiten unterschiedliche Aufgaben. McGrath [1992c] unterscheidet acht verschiedene Typen, die sich in vier Klassen einordnen lassen:

1. Entwicklung von Ideen oder Plänen („Generate“)
2. Entscheidung über Aufgaben mit oder ohne richtige Antwort („Choose“)
3. Auflösung von gegensätzlichen Präferenzstrukturen oder Interessen („Negotiate“)
4. Lösung von Machtkonflikten und psychomotorischen Aufgaben („Execute“)

Die dritte Klasse „Negotiate“ faßt Aushandlungsaufgaben zusammen. McGrath ordnet jeder Klasse zwei Aufgabentypen zu. Aushandlung ist eine Methode, um „Cognitive Conflict Tasks“ und „Mixed-Motive Tasks“ zu lösen. McGrath bezeichnet mit „Cognitive Conflict Tasks“ Aufgaben bei denen die Parteien nicht verschiedene Präferenzen sondern Präferenzstrukturen haben. Beispielsweise interpretieren oder gewichten die Gruppenmitglieder Informationen unterschiedlich, und kommen deswegen zu gegensätzlichen Schlüssen. Unter „Mixed-Motive Tasks“ versteht McGrath Aufgaben, die durch einen Gegensatz der Interessen und Standpunkten gekennzeichnet sind. Beispiele sind Lohn- und Preisverhandlungen. Eine **AUSHANDLUNG** bzw. Verhandlung ist eine Methode durch welche Akteure mit unterschiedlichen Präferenzstrukturen oder Interessen zu einer Einigung gelangen können, wobei ihre strategischen Handlungen oder Entscheidungen wechselseitig auf einander bezogen sind [Young 1975]. Die Begriffe Aushandlung und Verhandlung gebrauche ich synonym. In dieser Arbeit wird unter einem **AKTEUR** ein Modell eines Menschen verstanden, das bezüglich einer wissenschaftlichen Theorie die für diese Theorie relevanten Aspekte des Menschen beschreibt.

Als Fazit aus einer vergleichenden Betrachtung verschiedener Aushandlungstheorien kommen Lim und Benbasat [1993, S. 32] zum Schluß, daß eine wesentliche Schwäche des Menschen bei Aushandlungen seine kognitive Informationsverarbeitung sei, beispielsweise geringe Kenntnis der eigenen Präferenzen oder Vergessen des Aushandlungsverlaufs. Durch geeignete Software, den „Negotiation Support Systems“, erwarten Lim und Benbasat eine Kompensation dieser Schwächen, die Entscheidungen der Gruppenteil-

nehmer sollen dadurch rationaler im Sinne von ökonomischen Aushandlungstheorien werden.

Eine Möglichkeit die kognitive Schwäche von Menschen zu beheben, sind automatische Aushandlungsprogramme. Diese Programme berechnen ausgehend von den vorher eingegeben Präferenzen der Gruppenmitglieder selbständig eine Lösung. Ephrati et al. [1994] stellen beispielsweise einen Terminplaner für Arbeitsgruppen vor. Einen Überblick geben Beam und Segev [1997] über weitere Anwendungen. Automatische Aushandlungsprogramme eignen sich für Aufgaben, die eine aus den Teilnehmerpräferenzen berechenbare optimale Lösung haben und für die der argumentative Verlauf nebensächlich ist, wie beispielsweise bei einer Terminplanung. Diese Einschränkungen umgehen aushandlungsunterstützende Programme.¹

Es existieren bereits einige Programme zur Unterstützung von Aushandlungen („Negotiation Support Systems“, NSS, „Group Decision Support Systems“, GDSS). Im folgenden bezeichne ich abkürzend sowohl „Negotiation Support Systems“ als auch „Group Decision Support Systems“ mit NSS. Ob die betrachteten Programme neben der eigentlichen Aushandlung noch weitere Funktionen, wie z.B. Ideengenerierung (GDSS), aufweisen, ist für den Verlauf der Argumentation nebensächlich. NSS bereiten nicht nur die Aushandlung vor und strukturieren den Aushandlungsverlauf, sondern sie versuchen die Aushandlung auch inhaltlich zu unterstützen, indem z.B. die Präferenzen offen dargelegt werden (z.B. NEGOPLAN, NEGOTEX) [Rangaswamy/Shell 1997, S. 1149]. Ein Ziel von Negotiation Support Systems ist es, Nullsummenspiele aufzulösen, so daß jeder Teilnehmer gewinnen kann [Rangaswamy/Shell 1997].

Basierend auf verschiedenen Aushandlungstheorien entwickelten Anson und Jelassi [1990] Gestaltungshinweise für die Entwicklung von NSS. NSS sollen dabei zur Unterstützung von moderierten Face-To-Face-Verhandlungen eingesetzt werden. Ein NSS strukturiert nicht nur den Aushandlungsprozeß, sondern berechnet aus den eingegebenen Präferenzen und der Problembeschreibung Lösungsvorschläge, in denen alle Parteien gewinnen. Für Aushandlungen von strategischer Bedeutung fallen die Rüstzeiten eines NSS im Vergleich zu dem Verlust, der bei einem schlechten Aushandlungsergebnis droht, kaum ins Gewicht. Konflikte in unternehmensinternen Arbeitsgruppen bedrohen – von wenigen Ausnahmen abgesehen – den Fortbestand eines Unternehmens nicht. Gegen den Einsatz von NSS in Arbeitsgruppen sprechen die Rüstzeiten, d.h. die Zeit die verstreicht bis das Problem und die Präferenzen der Beteiligten eingegeben sind. Dieser Umstand wird erschwert, weil in Arbeitsgruppen die Konfliktthemen schnell wechseln können. Arbeiten Gruppen räumlich oder zeitlich verteilt, dann machen NSS, die synchron arbeiten oder Face-To-Face-Kommunikation verlangen, den Vorteil der räumlich oder zeitlich verteilten Arbeit zunichte. Für eine Integration in Groupware wäre eine asynchrone, computervermittelte Aushandlungsunterstützung, die keine Rüstzeiten benötigt, ideal.

Herrmann entwickelte ein Gestaltungsprinzip, das beschreibt, wie ein asynchroner, computervermittelter Aushandlungsprozeß funktionieren kann

¹ Eine weitere Anwendung von computergestützter Aushandlung liegt in der Gestaltung der Benutzerschnittstelle. Hier entstehen Konflikte, wenn der Benutzer und das Computersystem unterschiedliche Sichten verwenden. Chu-Carrol und Carberry [2000] schlagen vor, diese Konflikte durch Aushandlungen zu lösen.

[Herrmann 1995; Herrmann/Stahl 1998; 1999]. Im Unterschied zu NSS strukturiert dieses Prinzip den Aushandlungsverlauf nur formal nicht inhaltlich. Dadurch ist bei einem Domänenwechsel der Aufgabe keine inhaltliche Adaption notwendig, Rüstzeiten entfallen.² Kapitel 1.1 stellt das Aushandlungsprinzip vor. Anschließend entwickelt Kapitel 1.2 die Fragestellung. In Kapitel 1.3 wird die Wahl der Methode begründet.

1.1 Das Herrmannsche Aushandlungsprinzip (HAP)

Das Aushandlungsprinzip nach Herrmann [Herrmann 1995; Herrmann/Stahl 1998; 1999], welches in dieser Arbeit als „Herrmannsches Aushandlungsprinzip“ bezeichnet wird (abgekürzt: HAP), dient als Gestaltungsprinzip zur Entwicklung von aushandlungsunterstützender Software. Der Schwerpunkt des HAP liegt in der formalen Strukturierung von Aushandlungsprozessen. Im Unterschied zu NSS findet keine inhaltliche Unterstützung bzw. Ergebnisoptimierung statt. Herrmann und Stahl [1998, S. 97] verfolgen mit dem HAP folgendes Ziel:

„Zweck dieses Aushandlungsprinzips ist es, möglichst schnell Routinefälle von Ablehnung, Zustimmung oder einfachen Modifikationen der Vorschläge zu erledigen und gezielt herauszufinden, zu welchen Vorschlägen ein intensiver Kommunikationsprozeß stattfinden muß.“

Eine Aushandlung wird eingesetzt, sobald gegensätzliche Präferenzstrukturen oder Interessen in Einklang gebracht werden sollen. Die gegensätzlichen Präferenzstrukturen oder Interessen beziehen sich auf die Aufgabe, die die Gruppe zu lösen hat, beispielsweise eine Lohnvereinbarung zu erreichen oder eine Baugenehmigung zu erteilen. Aushandlungsgegenstand ist diese Aufgabe, während die Aushandlung selber ein Mittel zur Auflösung des Gegensatzes in den Präferenzstrukturen oder Interessen darstellt.

Die 1995 von Herrmann vorgestellte Version des HAP regelt die Aushandlung von zwei Akteuren. Ich beziehe mich im folgenden auf die allgemeinere Version für mehr als zwei Akteure nach Herrmann und Stahl [1998; 1999]. Weil das HAP ein Gestaltungsprinzip ist, seine Anwendung aber erst durch eine Softwarerealisierung erfährt, benutze ich den Begriff „Aushandlungssoftware“, wenn ich eine mögliche Softwarerealisierung meine.³ Das HAP stellt folgende Handlungsmöglichkeiten zur Verfügung (Abbildung 1):

- Vorschlagen,
- Vorschlag modifizieren,
- Zustimmung,
- Einen Vorschlag ablehnen,
- Kommentieren,
- Enthalten oder
- Medienwechsel vorschlagen („Let us talk“).

² Eine Anpassung des Aushandlungsprozesses an die neue Domäne kann u.U. notwendig werden.

³ Herrmann und Stahl [1998; 1999] stellen verschiedene Beispiele für eine Implementierung des HAP vor. Ein weiteres Beispiel ist der Prototyp von Notthoff [2000], mit dem das Feldexperiment in Kapitel 6.3 durchgeführt worden ist.

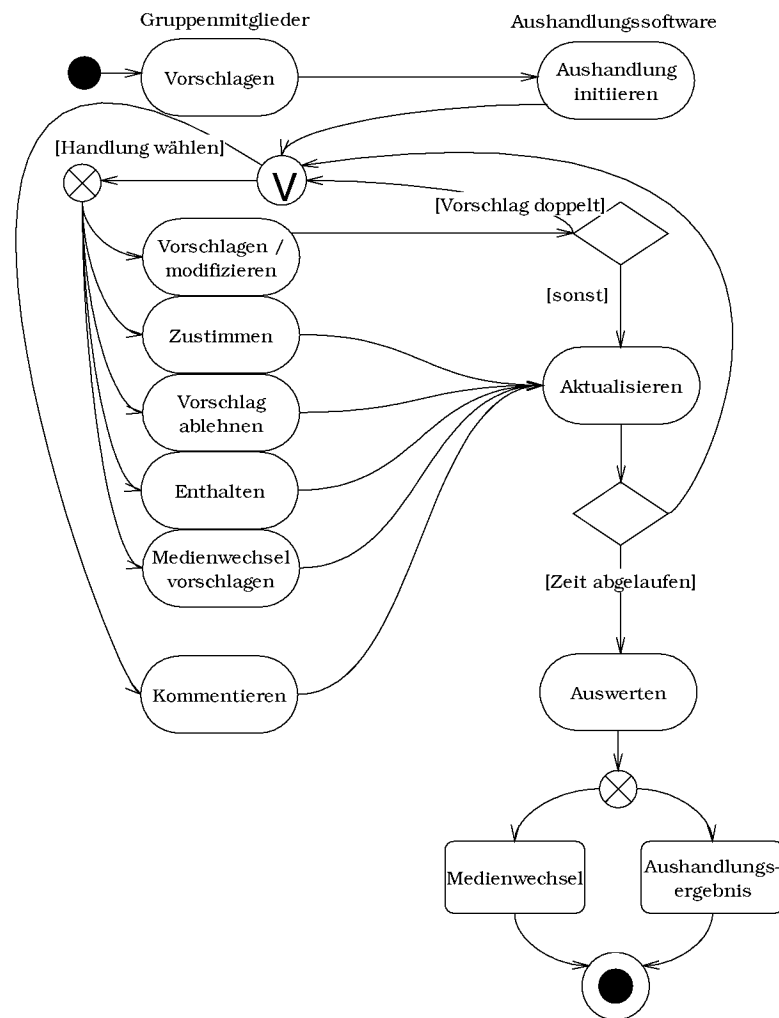


Abbildung 1: Schematischer Ablauf einer Aushandlung nach dem Herrmannschen Aushandlungsprinzip⁴

Ein Akteur eröffnet mit einem Vorschlag die Aushandlung. Der Vorschlag enthält eine Lösung der Gruppenaufgabe. Der Vorschlagende wählt, ob er einen bestehenden modifizieren will, dadurch entsteht ein neuer Vorschlag. In einer Aushandlungssoftware sollte einstellbar bleiben, welche Gruppenmitglieder in die Aushandlung involviert werden. Beispielsweise kann bei neuen Vorschlägen die gesamte Gruppe und bei Ergänzungsvorschlägen nur der ursprüngliche Autor einbezogen werden. Von der Aushandlungssoftware

⁴ Für Ablaufdarstellungen wird auf die Aktivitätsdiagramme der Notation UML zurückgegriffen. Eine Einführung ist in [Fowler et al. 1998; Burkhardt 1997] zu finden.

wird anschließend geprüft, ob der Vorschlag bereits gemacht worden. Doppelte Vorschläge werden abgewiesen.

Herrmann und Stahl [1998] schlagen weiterhin vor, daß eine Konfigurationsmöglichkeit existieren sollte, so daß die Aushandlungssoftware automatisch Vorschläge zusammenfaßt, die von den Anwendern als zusammengehörend gekennzeichnet wurden.

Nach Eröffnung der Aushandlung kann jeder Akteur genau einem Vorschlag zustimmen. Indem ein Akteur einem Vorschlag zustimmt, lehnt er automatisch alle Alternativvorschläge ab. Das HAP unterstützt einen konstruktiven Aushandlungsstil, d.h. Akteure können nur positiv sagen, welchem Vorschlag sie zustimmen oder ablehnen.

Kommentare erlauben den Akteuren ihre Entscheidungen und Vorschläge für die anderen Gruppenteilnehmer zu begründen. Die Vorschläge wie auch die abgegebenen Voten werden von der Aushandlungssoftware automatisch ausgewertet. Kommentare dienen dem Verständnis der Akteure, und werden von der Aushandlungssoftware nicht betrachtet. Jede Handlung, inklusive eines Kommentars, kann kommentiert werden.

Durch Enthalten tut der Akteur kund, daß er an der Aushandlung nicht teilnehmen möchte. Durch die Möglichkeit, einen Medienwechsel (Telefon, Face-To-Face, usw.) vorzuschlagen, können bei schwierigen Aushandlungen die Beschränkungen der textbasierten Aushandlung aufgehoben werden. Welche Stimmenverhältnisse für einen Medienwechsel notwendig sind, sollte in der Aushandlungssoftware einstellbar sein. Nach einem Medienwechsel ist die weitere Aushandlung nicht mehr computerunterstützt.

Bei der Strukturierung einer Aushandlung mit Hilfe des HAP müssen mindestens drei Parameter explizit festgelegt werden: die Dauer der Aushandlung, die Anzahl an Teilnehmern und der Abstimmungsmodus. Weitere Parameter ergeben sich, wenn bei einer komplexen Aushandlungsaufgabe einzelne Teilaspekte separat ausgehandelt werden. Beispielsweise können diese Teilaspekte sequentiell oder parallel bearbeitet werden. Auch muß festgelegt werden, ob bereits abgearbeiteten Teilaspekt erneut ausgehandelt werden dürfen.

Wie lange soll eine Aushandlung optimalerweise dauern? Welche anderen Faktoren sind bei der Bestimmung der Dauer wichtig? Welche Gruppengröße darf nicht überschritten oder unterschritten werden? Welcher Abstimmungsmodus eignet für welche Gruppe oder Aufgabe? Diese und ähnliche Fragen werden in den Beschreibungen von Herrmann und Stahl nicht beantwortet. Diese und weitere Fragen sind deshalb Gegenstand dieser Arbeit.

1.2 Fragestellung

Groupwareanwendungen greifen tief in Gruppenprozesse ein. Bei der Entwicklung sollten deshalb Kenntnisse über Gruppenprozesse einfließen [Grundin 1993, S. 101]. Ein erster Schritt besteht in der Berücksichtigung sozialwissenschaftlicher Theorien. Allerdings bleibt unberücksichtigt, wie die Einführung der Software Gruppenprozesse verändert. Eine weit verbreitete Vorgehensweise in der Softwareentwicklung ist, Gestaltungsprinzipien aufzustellen, diese zu implementieren und das Softwareprodukt zu verkaufen.

Die Käufer erproben unfreiwillig die Tauglichkeit der Software und mittelbar die verwendeten Gestaltungsprinzipien. Durch die Untersuchung der Gestaltungsprinzipien auf ihre Wirkungen in Gruppenprozessen können bereits vor Verwendung in der Softwareentwicklung Stärken und Schwächen der Gestaltungsprinzipien erkannt und gegebenenfalls behoben werden. Die vorliegende Arbeit stellt ein solches Vorgehen am Beispiel des HAP vor.

Gestaltungsprinzipien lassen wegen ihrer Allgemeinheit Raum für Interpretation bei der Softwareentwicklung. Bezogen auf das HAP ist beispielsweise nicht festgelegt, wie lange eine Aushandlung dauern sollte. Dauert sie zu lange, wird die Aushandlung weniger effizient, weil Zeit mit Warten auf das Ergebnis vertan wird. Ist sie zu kurz, haben sich die Akteure noch nicht geeinigt. Für eine Softwareimplementation und damit für eine praktische Anwendung des HAP müssen diese und ähnliche Fragen beantwortet werden.

Weil Gruppen sich sehr unterschiedlich verhalten, in verschiedenen Kontexten arbeiten und unterschiedliche Aufgaben verfolgen, wird kein „optimaler“ Wert für jeden Parameter existieren. Allerdings hilft das Verständnis, welche Rolle ein Parameter im HAP spielt und mit welchen anderen Faktoren er in Wechselwirkung steht, um im praktischen Einsatz eine begründete Entscheidung über die Wertebelegung zu treffen. Bisher sind Wechselwirkung der Parameter mit anderen Faktoren des HAP und der Gruppe, beispielsweise der Gruppengröße oder der Persönlichkeitskonstellationen, nicht ausreichend untersucht worden.

Computersimulation mittels eines Multiagentensystems ist die ausgewählte Analysemethode (vgl. Kapitel 1.3). Eine bedeutende Herausforderung bei der Sensitivitätsanalyse von Computermodellen mit vielen Parametern ist, daß der zu untersuchende Parameterraum für eine vollständige Durchmusterung zu groß wird. Anstelle eines vollständigen Durchprobierens von Parameterkonstellationen müssen andere Verfahren gefunden werden, die mit geringem Zeitaufwand die relevanten Teile des Parameterraums durchmustern. In der vorliegenden Arbeit wird deshalb der Einsatz eines genetischen Algorithmus erprobt (vgl. Kapitel 5.3.2).

Die vorliegende Arbeit behandelt deshalb folgende Fragestellung:

1. *Wie funktioniert eine simulationsgestützte Analyse von Gestaltungsprinzipien am Beispiel des HAP?*
2. *Wie ist das HAP in den Gruppeninteraktionsprozeß eingebunden und welche Wechselwirkungen ergeben sich?*
3. *Kann mit Hilfe eines genetischen Algorithmus die Durchmusterung sehr großer Parameterräume verbessert werden?*

Die gesamte Arbeit stellt eine Antwort auf die erste Frage dar. Zur Beantwortung der dritten Frage wird das Werkzeug „Automatischer Experimentator“ entwickelt, mit dessen Hilfe Rückwärtsanalysen möglich werden, d.h. für ein gegebenes Gruppenverhalten werden automatisch die notwendigen Parameterwerte ermittelt (vgl. Kapitel 5.3 und Kapitel 8). Die zweite Frage wird in drei Schritten bearbeitet:

- Untersuchung, wie die Parameter (Aushandlungsdauer, Abstimmungsmodus, Anzahl Teilnehmer, Wiederholen von Aushandlungen, Eigenschaften der Aufgabe, usw.) auf die Aushandlungsgüte einwirken,
- welche dieser Parameter wichtig sind und

- welche Gruppenkonstellationen sich besonders gut bzw. schlecht für den Einsatz des HAP eignen.

Die Untersuchung wird auf die Modellierung von Gruppen, die computervermittelt Entscheidungen treffen müssen und bei denen die Aufgabenbearbeitung im Vordergrund steht, beschränkt. Arbeitsgruppen entsprechen oft dieser Charakterisierung. Arbeitsgruppen und andere Gruppenarten unterscheiden sich erheblich in den Zielen ihrer Mitglieder [vgl. Neidhardt 1994].

1.3 Wahl der Methode

Eine Analyse von Gestaltungsprinzipien stößt an eine ökonomische Grenze. In empirischen Studien können nur Softwareprodukte untersucht werden und keine abstrakten Prinzipien. Basiert eine empirische Untersuchung auf einer Implementierung, werden zudem nicht die zugrunde liegenden Gestaltungsprinzipien untersucht, sondern deren softwaretechnische Realisierung (Dialogführung, -gestaltung etc.). Um Gestaltungsprinzipien empirisch zu untersuchen, müßten verschiedene Implementationen verwendet werden, um implementationsspezifische Einflüsse, wie z.B. die Dialoggestaltung, zu erfassen. Eine solche Untersuchung wäre sehr aufwendig und teuer. Aus diesem Grund wird meistens nur eine Implementation untersucht, falls überhaupt eine empirische Untersuchung erfolgt.

In den letzten Jahren haben enorme Fortschritte in der Computersimulation die Möglichkeit eröffnet, das Verhalten von Akteuren mit Simulationsexperimenten zu studieren [vgl. z.B. Gilbert/Doran 1994; Gilbert/Conte 1995; Conte et al. 1997; Urban 2000, 2001; Ballot/Weisbuch 2000]. „**SIMULATION** means driving a model of a system with suitable inputs and observing the corresponding outputs“ [Bratley et al. 1987, S. ix; siehe auch Neelamkavil 1987; Lessel 1985].

Mathematische Gleichungen sind eine andere Art der Formalisierung. Für die Beschreibung sozialer Systeme sind sie im Vergleich mit der Computersimulation weniger gut geeignet [Gilbert/Troitzsch 1999, S. 5 f.]. Durch Computersimulation können heterogene Entitäten, beispielsweise Personen in einer Gruppe, einfacher realisiert werden. Heterogene Entitäten sind eine herausragende Eigenschaft sozialer Systeme [Latané 1996, S. 304]. Weiterhin erlauben Computersimulationen einen leichteren Umgang mit parallelen Prozessen und Prozessen ohne wohldefinierte Reihenfolge.

Eine Computersimulation läßt sich mit verschiedenen Methoden durchführen, angefangen von gekoppelten Differentialgleichungen, über Mehrebenenmodelle, zelluläre Automaten hin zu Multiagentensystemen. Gilbert und Troitzsch [1999] geben einen umfassenden Überblick. Multiagentensysteme bieten sich als Simulationsmethode an, denn sie sind universell – alle Ansätze der Simulation können durch Multiagentensysteme ausgedrückt werden [Brassel et al. 1997, S. 59 ff.] – und sie bieten Strukturen, um die Lernfähigkeit von Akteuren angemessen simulieren zu können [Conte et al. 1997, S. 9 f.].

Multiagentensysteme bieten für diese Arbeit einige Vorteile. Bisherige soziologische und sozialpsychologische Erkenntnisse über das Verhalten in und von Gruppen können in ein formales Modell integriert werden (Formalisie-

runge), und dadurch werden sie in sich konsistent beschrieben. Das formale Modell ist dynamisch angelegt und erlaubt dadurch die Untersuchung der Akteure in ihrem Verhalten in Abhängigkeit von der Zeit [vgl. Marney/Tarbert 2000, §5.7]. Im Gegensatz zu mathematischen Verfahren, wie sie beispielsweise in der Spieltheorie angewendet werden, erlaubt ein Multiagentensystem die Simulation der Aushandlungsprozesse. Die Beschränkung der Spieltheorie auf das Aushandlungsergebnis wird damit überwunden. Ohne die Unterstützung durch formale Modelle ist das Verhalten von Gruppen für Menschen schwierig vorherzusagen [vgl. Latané 1996, S. 288]. Den erwarteten Erkenntnisgewinn beschreibt Lindstädt [1998, S. 165]: „Mit einem Simulationsmodell können die Bedeutung von persönlichen Interessen, Qualifikationen, Gruppengröße, strategischem Verhalten, Risikoaversion und Konformität quantifiziert werden.“ Weiterhin kann das Verhalten des Modells unter verschiedenen Randbedingungen wie der Persönlichkeitszusammensetzung der Gruppe oder bestimmte Verfahrenseigenschaften wie Aushandlungsdauer untersucht werden, und dadurch neue Hypothesen über das Verhalten von Gruppen erzeugt werden. Die Ergebnisse können beliebig wiederholt und auf Gruppen- und Individuenebene analysiert werden. Beobachter üben immer einen Einfluß – sofern die Beobachtung offen stattfindet – auf die von ihnen beobachtete Gruppe aus, dadurch ändert sich das Verhalten der beobachteten Akteure. Dieses ist ein Grund, warum Ergebnisse von Labor- und Feldexperimenten oft nicht problemlos auf den Alltag übertragen werden können [Lessel 1985, S. 17]. Auch kontrolliert der Experimentator bei Multiagentensystemen vollständig alle Untersuchungsvariablen. Bei Versuchspersonen kann beispielsweise ihre Vergangenheit nicht kontrolliert werden.

Ein kritischer Aspekt von Simulationsmodellen ist ihre Validierung und Verifikation. **VALIDIERUNG** ist die Kunst zu prüfen, wie gut ein Modell mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Demgegenüber bedeutet **VERIFIKATION** das Überprüfen der Modellkorrektheit, d.h. zu beweisen, ob das Modell seiner Spezifikation entspricht [Troitzsch 1997]. Die Spezifikation kann auf verschiedene Weise festgelegt werden, z.B. verbal oder graphisch. Je mehr Parameter ein Modell enthält, desto umfangreicher fällt die Verifikation und Validierung aus, weil die Anzahl der Wechselwirkungen zwischen den Parametern quadratisch mit der Parameteranzahl ansteigt. Weiterhin besitzen Menschen Variablen, interne Zustände, die nicht meßbar sind [Gilbert/Troitzsch 1999]. Beide Einwände haben für alle komplexen Theorien Gültigkeit, unabhängig ob sie mathematisch, programmsprachlich oder in natürlicher Sprache formuliert sind (vgl. Kapitel 3.1). Auch der häufig gegen Simulationsmodelle angeführte Einwand, falsche Annahmen in Simulationsmodellen führten zu falschen Ergebnissen, trifft deshalb auch auf jede Theorie zu. Er bezeichnet keinen spezifischen Nachteil von Simulationsmodellen.

Zusammenfassend ist ein Simulationsmodell das geeignete Instrument, um das HAP zu untersuchen. Pinsonneaults und Kraemers [1990, S. 158] Forderung nach Anbindung der NSS Untersuchungen an die sozialpsychologische Gruppenforschung gilt analog auch für Simulationsmodelle. Latané [1996, S. 304] identifiziert zwei kritische Eigenschaften für soziale Systeme: Individuelle Differenzierung und räumliche Verteilung. Räumliche Anordnungen werden durch asynchrone, computervermittelte Kommunikation

aufgehoben. Weiterhin soll das Simulationsmodell auf möglichst viele Situationen anpaßbar sein, um situationsübergreifende Untersuchungen über das HAP zu ermöglichen. Zur Untersuchung des HAP wird deshalb ein Multi-agentensystem als Simulationsmodell entwickelt,

- das asynchrone, computervermittelte Aushandlungen abbildet,
- das soziologische und sozialpsychologische Theorien und Befunde der Gruppenforschung integriert,
- das individuelle Differenzierung der Gruppenmitglieder ermöglicht und
- das an möglichst viele Situationen angepaßt werden kann.

Theoretische Grundlagen dieser Arbeit werden in Kapitel 2 vorgestellt. Auf diesen aufbauend wird das Modell SAM⁵ entwickelt (Kapitel 3). Anschließend wird gezeigt, wie das Modell implementiert worden ist (Kapitel 4). Was wie gemessen wird und welche automatischen Untersuchungsverfahren eingesetzt werden, ist Thema des 5. Kapitels. Die Plausibilität des Modells SAM wird im Kapitel 6 gezeigt. In Kapitel 7 wird der Einfluß der Verfahrensparameter des HAP und der Einfluß der aufgabenspezifischen Parameter auf den Aushandlungsprozeß untersucht. Der Einfluß der Persönlichkeitsmerkmale sowie der Gruppenstruktur wird in Kapitel 8 betrachtet. Kapitel 9 ordnet die gefundenen Ergebnisse in die wissenschaftliche Diskussion ein.

⁵ „SAM“ ist ein Eigenname und keine Abkürzung.

2 Theoretische und methodische Grundlagen

Für diese Arbeit ist von Interesse, wie sich Menschen in Gruppen bei Aushandlungen verhalten. Aus dem Verhalten der Mitglieder resultiert das Verhalten der Gesamtgruppe. Wenn im folgenden verkürzend von Gruppenverhalten gesprochen wird, ist sowohl das Verhalten der Mitglieder in der Gruppe wie auch das daraus resultierende Verhalten der Gesamtgruppe gemeint.

Verschiedene Disziplinen haben sich mit Aushandlungen beschäftigt und versuchen sie theoretisch zu beschreiben. Weil ein allgemeines Setting für Aushandlungen bisher nicht bekannt ist, existiert auch noch keine allgemeine Aushandlungstheorie [Lim/Benbasat 1993, S. 41]. Lim und Benbasat [1993] unterscheiden vier Klassen von Theorien: Spieltheorie, ökonomische Aushandlungstheorien, politikwissenschaftliche Verhandlungstheorien und sozialpsychologische Aushandlungstheorien. Jede Klasse beschreibt Aushandlungen aus einer anderen Perspektive. Die Spieltheorie untersucht ausgehend von den statischen Präferenzen der Beteiligten das Aushandlungsergebnis auf Gleichgewichtszustände und betrachtet nicht den Aushandlungsprozeß [Lim/Benbasat 1993, S. 29 f.; Anwendungsbeispiel: Ostmann 1990; 1992; 1992b]. Ökonomische Theorien beschäftigen sich ähnlich der Spieltheorie mit dem Aushandlungsergebnis darüber hinaus auch mit dem Aushandlungsprozeß [Lim/Benbasat 1993, S. 30; vgl. für eine Einführung Holler 1992]. Wichtigste Anwendungen ökonomischer Theorien sind Lohn- und Preisverhandlungen. Mit politikwissenschaftlichen Theorien soll politische Macht in Interessenskonflikten prognostiziert werden [Lim/Benbasat 1993, S. 30 f.; Anwendungsbeispiel: Axelrod 1997a]. Im Gegensatz dazu beschreiben die sozialpsychologischen Theorien deskriptiv Beobachtungen von Aushandlungen. Prognosen werden nicht gemacht [Lim/Benbasat 1993, S. 31].

Die Spieltheorie basiert auf der Annahme, daß Einzelpersonen versuchen ihren Profit zu maximieren. Spieltheoretische Untersuchungen fragen nur nach Gleichgewichtszuständen, z.B. nach dem Pareto-Optimum. Im Pareto-Optimum kann kein Teilnehmer seinen Nutzen steigern ohne den eines anderen zu mindern. Es gibt Hinweise, daß Menschen normalerweise nach befriedigenden und nicht nach der optimalen Lösung streben [Sebenius 1992]. Die vollständige Rationalität der spieltheoretischen Akteure ist ebenfalls Gegenstand der Kritik [vgl. Ostmann 1992, S. 235 ff.]. Experimente haben gezeigt, daß nicht alle Versuchspersonen die theoretischen Annahmen der Rationalität befolgen [Lessel 1985, S. 46 ff.]. Soziologische Faktoren wie z.B. die Gruppenstruktur werden kaum berücksichtigt. Weiterhin überspringt die Spieltheorie die transiente Phase, in der das System von seinem Ausgangspunkt zu einem Gleichgewichtspunkt übergeht, falls ein solcher existiert [vgl. Lim/Benbasat 1993, S. 29 f.].

Für die Fragestellung dieser Arbeit ist das Gleichgewicht nicht interessant, sondern die transiente Phase, denn hier entwickeln sich die Interaktionen zwischen den Mitgliedern. Durch Interaktionen wird die Gruppenstruktur ausgeprägt, welche nicht Gegenstand spieltheoretischer Modelle ist. Das HAP entfaltet seine Wirkung in der Interaktion und nicht im Aushandlungs-

ergebnis. Ein Gleichgewicht muß nicht in allen Fällen existieren, bzw. die Gruppe hat u.U. nicht genügend Zeit um ein solches zu erreichen.

Für die Erstellung des Modells werden zweckmäßigerweise Theorien verwendet, die beschreiben, wie Menschen sich in Gruppen verhalten, denn erst aus den Interaktionen von Gruppenmitgliedern entsteht das Gruppenverhalten. Theorien, die sich nur mit Entscheidungen *eines* Menschen beschäftigen, reichen deshalb für die Erklärung von Gruppenverhalten nicht aus.

Ökonomische und politikwissenschaftliche Aushandlungstheorien konzentrieren sich oft auf kollektive Akteure wie Unternehmen und Gewerkschaften [Beispiele siehe Lim/Benbasat 1993, S. 30 f.]. Kollektive Akteure setzen sich ihrerseits aus einzelnen Personen zusammen, die gemeinsam das Verhalten der kollektiven Akteure bestimmen. Kollektive Akteure haben im Gegensatz zu individuellen Akteuren keine Gefühle. Für die Beschreibung von individuellen Akteuren sind deshalb die ökonomischen und politikwissenschaftlichen Theorien weniger gut geeignet als die soziologischen und sozialpsychologischen Theorien.

Bisher ist keine allgemeine sozialwissenschaftliche Theorie, wie Menschen sich in Gruppen verhalten, bekannt [Becker-Beck 1997; Pelz 1995]. Aus der Fülle existierender Theorien, Hypothesen und empirischen Beobachtungen müssen einige für die Konstruktion des Modells ausgewählt werden. Das Modell SAM soll reales Verhalten von Gruppen qualitativ nachbilden, weshalb empirisch fundierte Theorien und empirische Beobachtungen bevorzugt in das Modell integriert werden. Um aus den verschiedenen Theorien und empirischen Befunden ein kohärentes Modell zu formen, müssen die ausgewählten Theorien und Befunde gegenseitig anschlussfähig sein. Ein ComputermodeLL setzt Formalisierung mit Hilfe einer Programmiersprache voraus. Theorien, die nicht formalisierbar sind, weil ihre Annahmen, Variablen oder Funktionen zu vage beschrieben sind, können nicht berücksichtigt werden. Zusammengefaßt werden folgende Kriterien für die Auswahl von soziologischen und sozialpsychologischen Theorien und empirischen Befunden verwendet:⁶

- Empirische Fundierung,
- Gegenseitige Anschlussfähigkeit und
- Formalisierbarkeit.

Theorien in der Soziologie werden unterschiedlichen Schulen zugeordnet, die aus unterschiedlichen Perspektiven und mit unterschiedlichen Methoden auf soziale Phänomene blicken [Maindok 1998]. Weil das Ziel dieser Arbeit eine möglichst umfassende Modellierung des Aushandlungsprozesses ist, wird die Schulzugehörigkeit nicht als Auswahlkriterium verwendet, so daß unterschiedliche Perspektiven einfließen können. Das Modell SAM steht in der Tradition der Rational Choice Theorie nach Coleman [1991] und Esser [1991; 1994; 1996] (vgl. Kapitel 2.4).

Als nächstes sollen einige Schlüsselbegriffe dieser Arbeit definiert werden. In dieser Arbeit soll das Verhalten von Gruppen untersucht werden. Eine **SOZIALE GRUPPE** ist eine Menge von Menschen, die durch eine besondere Struktur verbunden sind. Die Elemente der sozialpsychologischen Definition „soziale Gruppe“ von Schäfers [1994, S. 21] sind:

⁶ In Verlauf des Kapitels 3 werden die verschiedenen Beiträge von sozialwissenschaftlichen Theorien und empirischen Befunden zum Modell SAM dargestellt.

1. „Eine jeweils bestimmte Zahl von Mitgliedern, die bei Kleingruppen zwischen drei und etwa 25 Personen liegt;
2. Ein gemeinsames Gruppenziel und ein Verhaltensmotiv für die Gruppe insgesamt wie für jedes einzelne Mitglied;
3. Ein ‚Wir-Gefühl‘ der Gruppenzugehörigkeit und des Gruppenzusammenhaltes [...];
4. Ein System gemeinsamer Normen und Werte als Grundlage der Kommunikations- und Interaktionsprozesse;
5. Ein Geflecht aufeinander bezogener sozialer Rollen (Rollendifferential), das auf das Gruppenziel bezogen ist und unter anderem sowohl die Zielerreichung wie die Lösung von Konflikten gewährleistet.“

In der Arbeitswelt werden Menschen nach Aufgaben oder Zielen zu einer **ARBEITSGRUPPE** zusammengefaßt (z.B. „Projekgruppe“). Eine Arbeitsgruppe ist eine soziale Gruppe, deren Ziele und Zusammensetzung extern vorgegeben wird. Dabei wird von der Gruppe selber oder extern festgelegt, wie sich die Mitglieder verhalten sollen [Rosenstiel 1995, S. 321 f.].

Ein **SYSTEM** besteht aus Elementen, die in einer Beziehung zueinander stehen. Das System wird durch Systemgrenzen von der Systemumwelt (kurz: Umwelt) getrennt. Als System wird in dieser Arbeit die Gruppe als Ganzes betrachtet, und nicht, wie bei Scharpf [1988, S. 2 f.] nur die soziale Beziehung. Im System Gruppe sind die Mitglieder die Elemente, die in unterschiedlichen Beziehungen zu einander stehen, welche als **GRUPPENSTRUKTUR** bezeichnet werden.

Die Verknüpfung der Elemente ist im allgemeinen rückgekoppelt. Dadurch verhält sich das System nicht linear [vgl. Dörner 1998, S. 109 ff.; Brunner/Tschacher 1991]. Zu jedem Zeitpunkt befindet ein System sich in einem Zustand, der durch die Zustände der Elemente definiert ist.⁷ Unter **EXOGENEN** Einflüssen werden Einflüsse aus der Systemumwelt auf das System verstanden. Unter **ENDOGENEN** Einflüssen werden Einflüsse der Elemente aufeinander verstanden, d.h. endogene Einflüsse wirken innerhalb des Systems. Wenn man von Gruppeninteraktionen spricht, dann werden darunter in erster Linie Interaktionen innerhalb von Face-To-Face-Sitzungen verstanden, auf die sich viele empirische Untersuchungen beziehen (Kapitel 2.1). In den letzten Jahren hat, durch die zunehmende Verbreitung des Computers mit Internetanschluß, computervermittelte Kommunikation zugenommen [vgl. Döring 1999]. Damit tritt neben der Face-to-Face-Interaktion in Gruppen die computervermittelte Interaktion, die sich qualitativ von der Face-To-Face-Interaktion unterscheidet (Kapitel 2.2).

Zur Simulation von sozialpsychologischen und soziologischen Erkenntnissen über Gruppeninteraktionen ist ein Simulationsmodell notwendig. Die Handlungswahl der Agenten basiert auf der BDI-RC Agentenarchitektur, die die Integration sozialwissenschaftlicher Theorien erlaubt (Kapitel 2.5). Im Kern der Handlungswahl greift die BDI-RC Architektur auf die Rational Choice Theorie nach Esser [1991; 1994; 1996] zurück (Kapitel 2.4). In Kapitel 2.3 werden bisherige Versuche Gruppenprozesse zu simulieren vorgestellt. Das

⁷ Im Unterschied zu der Definition von Brunner und Tschacher [1991, S. 90 f.] bilden bei SAM die Akteure die Systemelemente und nicht Kommunikationselemente. Die in SAM verwendeten Agenten sind deutlich komplexer als die Agenten, die Gilbert [1995, S. 147 f.] für komplexe, adaptive Systeme angibt.

Verhältnis zwischen drei zentralen Begriffen „Mensch“, „Akteur“ und „Agent“ wird in Kapitel 2.6 in einem Exkurs erörtert.

2.1 Verhalten in Face-To-Face-Gruppen

Um ein sozialwissenschaftlich fundiertes Simulationsmodell für Aushandlungen erstellen zu können, bedarf es empirische und theoretische Kenntnisse über Verhalten von Menschen in Gruppen und über das Verhalten von Gruppen als Ganzes. Dieses Kapitel gibt ein Überblick über einige empirische und theoretische Befunde der Gruppenforschung. In Kapitel 3 wird aus weiteren Befunden und Theorien, die das Verhalten von Einzelnen in Gruppen beschreiben, das Modell SAM abgeleitet.

Ehe die Befunde der Gruppenforschungen knapp skizziert werden, sollen einige für diese Arbeit wichtige Begriffe kurz eingeführt werden. Zwei grundlegende soziologische Begriffe sind Handeln und Verhalten. **HANDELN** ist ein menschliches Verhalten, mit dem der Handelnde einen subjektiven Sinn verbindet⁸ [Weber 1972, S. 11]. Unter dem allgemeineren Begriff **VERHALTEN**, werden neben Handeln, auch emotionale oder reflexhafte Verhaltensweisen verstanden [vgl. Bahrdt 1994, S. 31]. Ein weiterer wichtiger Begriff ist der des **SOZIALEN HANDELNS**. „Soziales Handeln aber soll ein solches Handeln heißen, welches seinem von dem oder den Handelnden gemeinten Sinn nach auf das Verhalten *anderer* bezogen wird und daran in seinem Ablauf orientiert ist“ [Weber 1972, S. 11 Hervorhebung im Original].

Die Gesamtheit des Verhaltens von Gruppenmitgliedern in Beziehung zueinander und zur Gruppenumwelt wird als **GRUPPENINTERAKTIONSPROZEß** bezeichnet [McGrath 1993a]. Ein Gruppeninteraktionsprozeß setzt sich aus einer Vielzahl von einzelnen sozialen Handlungen zusammen, die in sequentieller oder auch paralleler Reihenfolge auftreten.

Durch **KOMMUNIKATION** versucht der Sprecher, die Vorstellungen der Zuhörer gezielt zu verändern bzw. diese zu Handlungen zu bewegen. Nach Herrmann [1994; 2001] ist Kommunikation ein Vorgang in zwei Stufen. Der Sprecher generiert seine Nachricht, und der Zuhörer muß sie interpretieren. Sowohl bei der Generierung wie auch bei der Interpretation wird der innere Kontext (Ziele, Befindlichkeiten, etc.) des Sprechers bzw. des Zuhörers wie auch sein Bild von seinem Gegenüber verwendet. Darüber hinaus orientieren sich beide an dem gemeinsamen äußeren Kontext, den sie aber unterschiedlich wahrnehmen können. Menschen haben unterschiedliche interne Kontexte und verschiedene Bilder voneinander und vom äußeren Kontext. Je genauer das Bild vom anderen mit dessen internen Kontext und seiner Wahrnehmung des äußeren Kontextes übereinstimmt, desto besser kann die Mitteilung verstanden werden [Herrmann 2001].

Obwohl seit 1935 intensiv das Verhalten von Gruppen untersucht wird, existiert bis heute keine allgemeine anerkannte Theorie über Gruppenverhalten. „Theorien zur Mikroorganisation von Interaktionsprozessen in Dyaden und Gruppen liegen bislang allenfalls in Ansätzen vor.“ [Becker-Beck 1997, S. 14; vgl. auch Pelz 1995, S. 25]. Ein erschöpfender Überblick über die verschie-

⁸ Neben dem aktiven Tun wird auch das bewußte und sinnhafte Unterlassen unter Handeln verstanden.

denen Theorien der Gruppenforschung würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.⁹

Im Umgang mit der fehlenden allgemeinen Gruppentheorie folge ich Pelz [1995, S. 25 ff.], der vorschlägt, dieses Defizit mit Hilfe eines theoretischen Bezugsrahmens zu kompensieren. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, daß auf eine theoriegeleitete Modellierung nicht verzichtet werden muß. Als Bezugsrahmen wird das Rahmenmodell von McGrath [1993a] benutzt, das auch von Becker-Beck [1997] zur Strukturierung verwendet wird. Mit Hilfe des Rahmenmodells von McGrath [1993a] läßt sich der Gruppenprozeß strukturieren. Es eignet sich aber nicht, um die Handlungswahl eines Akteurs zu beschreiben. Mit der Rational Choice Theorie von Esser [1991; 1994; 1996] (vgl. Kapitel 2.4) liegt ein bekanntes, teilweise formalisiertes Rahmenmodell für die individuelle Handlungswahl vor, mit dessen Hilfe die verwendete Agentenarchitektur gestaltet wird (vgl. Kapitel 2.5 und für eine weitere Anwendung [Lepperhoff 1999; 2000c]). Beide Rahmenmodelle ergänzen einander vorzüglich, weil sie unterschiedliche Perspektiven einnehmen. McGrath betrachtet die Gruppenebene, während bei Esser der Akteur im Mittelpunkt steht. Beide Rahmenmodelle zusammen beschreiben die programmtechnische Struktur des Simulationsmodells, d.h. sie binden das Simulationsprogramm an die verwendeten Theorien an (vgl. Kapitel 3).

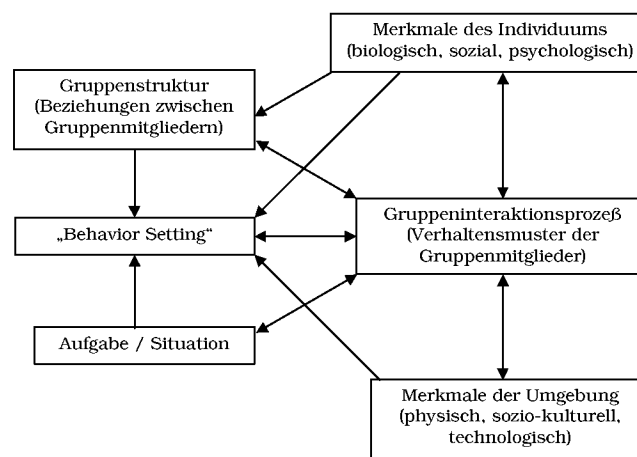


Abbildung 2: Rahmenmodell für die Einflüsse auf den Gruppeninteraktionsprozeß nach McGrath [1993a, S.113]. Form und Übersetzung nach [Becker-Beck 1997, S. 17]. Die Pfeile deuten die Richtung der Einwirkungen an.

McGrath [1993a] systematisiert verschiedene Einflußfaktoren auf den Gruppeninteraktionsprozeß durch ein Rahmenmodell (Abbildung 2), in dem die Elemente und ihre Beziehungen durch weitere Theorien näher bestimmt werden müssen. Im Zentrum steht der Gruppeninteraktionsprozeß. Damit von einem Gruppeninteraktionsprozeß gesprochen werden kann, muß die

⁹ Bis Ende der 70er Jahre gibt Zander [1979] einen Überblick über den Stand der Forschung. Eine kurze Zusammenfassung der späteren Forschung ist bei Becker-Beck [1997], Pool/Roth [1989], Schneider [1985] und Girgensohn-Marchand [1994] zu finden. Eine Zusammenstellung verschiedener Arbeiten zur soziologischen Gruppenforschung gibt Schäfers [1994b].

Gruppe in Aktion sein. Der Gruppeninteraktionsprozeß steht mit den individuellen Merkmalen der Akteure, den Merkmalen der Umgebung, der Aufgabe bzw. Situation, dem „Behaviour Setting“ [McGrath 1993a] und der Gruppenstruktur in Wechselwirkung. Das „Behaviour Setting“ bestimmt die Randbedingungen des Gruppeninteraktionsprozesses. Es enthält sowohl exogene Einflüsse wie auch endogene (die Merkmale der Umgebung, der Aufgabe, der Gruppenstruktur und die individuellen Merkmalen der Teilnehmer). Der Output des Gruppeninteraktionsprozesses sind die Gruppenleistung und die sozio-emotionalen Ergebnisse [vgl. auch Becker-Beck 1997, S. 13 f.].

Durch die Wechselwirkungen wird deutlich, daß sich die Komponenten gegenseitig beeinflussen können, d.h. die Gruppenstruktur kann sich in Abhängigkeit von den stattfindenden Interaktionen ändern. „Ein wesentliches Merkmal der sozialen Interaktion in Gruppen ist die wechselseitige Abhängigkeit oder Interdependenz der Interaktionspartner“ [Becker-Beck 1997, S. 21]. Jedes Verhalten basiert auf vergangenem Verhalten und beeinflusst zukünftiges (Pfadabhängigkeit) [Boos 1996, S. 25; Brunner/Tschacher 1991]. Unabhängig von ihrem Zweck sind Gruppen selbstorganisierende Systeme und auch selbstreferentiell [vgl. z.B. Kirchmann 1985]. Eine Gruppe läßt sich als selbstorganisierendes System begreifen. Unter einem **SELBSTORGANISIERENDEN SYSTEM** versteht Haken [1988, S. 11]:

„If it acquires a spatial, temporal or functional structure without specific interference from the outside. By ‚specific‘ we mean that the structure or functioning is not impressed on the system, but that the system is acted upon from the outside in a nonspecific fashion.“

Girgensohn-Marchand [1994] hat eine Übersicht über die „Ergebnisse der empirischen Kleingruppenforschung“ vorgelegt. Im folgenden sollen diese knapp skizziert werden.¹⁰

- In aufgabenorientierten Gruppen kann die Zufriedenheit steigen, „wenn sie [die Gruppenteilnehmer] sich gegenseitig helfen, wenn jeder arbeitsteilig zur Zielerreichung beiträgt und sich die Mitglieder u.a. auch deshalb attraktiv finden“ [ebd. S. 63].
- Gruppen streben nach einem gewissen Maß an Konformität der Meinungen und Einstellungen, die sie durch Druck und gegebenenfalls Ausschluß, versuchen umzusetzen. Die Meinungsanpassung wird gefördert durch Ähnlichkeit bei wichtigen individuellen Merkmalen, z.B. Sympathie, und durch glaubwürdige Andere. Dabei ist ein Gruppenmitglied bestrebt, die Diskrepanz zwischen Eigen- und Gruppenmeinung gering zu halten. Die Meinungsanpassung wird geschwächt durch Bestätigung der eigenen Meinung durch Experten [ebd. S. 64 ff.].
- Minderheiten orientieren sich stärker als die Mehrheit an eigenen (nicht konformen) Maßstäben. Durch die Erschütterung des Gruppenweltbildes erhalten sie Einfluß [ebd. S. 67].
- Polarisierung in Gruppen bewirkt meistens, daß eine stärkere Abweichung von der eigenen Ausgangsmeinung stattfindet als ohne Gruppe. Die Polarisierung beruht auf zwei Mechanismen. Erstens, Argumente werden in eine Richtung variiert. Trotz Variation wird der Kern der Meinung wieder-

¹⁰ Für eine knappe Diskussion des Forschungsstandes siehe auch [Schneider 1985].

holt. Diese Wiederholung ist Ausdruck einer öffentlichen Verpflichtung zur Meinungsäußerung. Zweitens, Menschen wollen meistens ein bißchen besser als der Gruppendurchschnitt sein. Sie stellen dabei aber immer fest, daß sie nur Durchschnitt sind [ebd. S. 68].

- Die Gruppenstruktur hat Auswirkungen auf die Leistung und Zufriedenheit der Mitglieder. Leistung und Zufriedenheit sind aber im allgemeinen nicht kovariat. Die Zufriedenheit steigt mit der Freiheit zu Reden an (Kreisstruktur). Bei einer Kreisstruktur kann jedes Mitglied mit jedem reden, bei einer zentralistischen Struktur nur mit der zentralen Person [ebd. S. 70 ff.].
- Die Kohäsion (Zusammengehörigkeitsgefühl) einer Gruppe steigt, falls die Gruppe der Erreichung der eigenen (individuellen) Ziele dient, bei äußerer Bedrohung oder im Wettbewerb mit anderen [ebd. S. 71].
- Es existieren fünf Ressourcen der Macht: Verfügbarkeit über Belohnungen und Zwangsmittel, Expertenwissen, legitimes Recht, Identifikation und geschlechtliche Unterschiede. Die Macht ist zwischen den Gruppenmitgliedern in der Regel ungleich und asymmetrisch verteilt. Es entsteht eine Machtstruktur [ebd. S. 71 f.].

Zur Strukturierung von Gruppeninteraktionen wird versucht, den Interaktionsstrom in Phasen einzuteilen. Eine Einteilung in Phasen setzt zwei Annahmen voraus. Zum ersten wird angenommen, daß sich jedes Gruppenverhalten durch die gleichen systematisch aufeinander folgenden Phasen beschreiben läßt. Die zweite Annahme besagt, daß die Phaseneinteilung die beste Beschreibungsform ist [Poole/Roth 1989, S. 325]. Die Anzahl der unterschiedenen Phasen hängt von dem jeweiligen Autor ab. Bales und Strodtbeck [1951] beispielsweise unterscheiden die Phasen Orientierung, Evaluation, Kontrolle.

Poole und Roth [1989] kritisieren, daß nicht nur durch die Einteilung das Ergebnis einer Untersuchung beeinflusst wird, sondern auch daß es starke empirische, widerlegende Hinweise gibt. Durch Aufbrechen der starren Reihenfolge der Phasen kann dem beobachteten Gruppenverhalten besser Rechnung getragen werden. Nach Poole und Roth haben Gruppen zwar ähnliche Tätigkeitsabschnitte aber in unterschiedlicher Reihenfolge und mit Wiederholungen.

Als systematische Theorie schlagen Poole und Roth ihre „Kontingenztheorie“ vor, nach der verschiedene Entscheidungspfade existieren, die in Abhängigkeit von der Aufgabe, Gruppenstruktur und Umwelтанforderungen gewählt werden. Gruppen gestalten ihre Struktur autonom, sie sind nicht deterministisch von externen Faktoren abhängig. In jeder Kultur werden für verschiedene Aufgabenarten verschiedene Ablaufrahmen bereitgestellt, die von Gruppen adaptiert werden können. Dabei kann es zeitweise – insbesondere bei Phasenübergängen – zu Unordnung in der Gruppe kommen.

Zusammenfassung

- Bisher ist keine allgemein anerkannte sozialwissenschaftliche Theorie über Gruppen bekannt.
- Zur Strukturierung des Gegenstandsbereichs wird deshalb das Rahmenmodell des Gruppeninteraktionsprozesses von McGrath [1993a] als theoretischer Bezugsrahmen verwendet. Er muß noch mit Hilfe von weiteren sozialwissenschaftlichen Theorien und empirischen Befunden gefüllt werden.

2.2 Unterschiede zur computervermittelten Kommunikation

Computervermittelte Kommunikation läßt sich in die Klassen synchrone und asynchrone Telekommunikation einteilen [Döring 1999, S. 34]. Bei synchronen Telekommunikation kommunizieren die Teilnehmer gleichzeitig mit einander, bei einer asynchronen Kommunikation zeitversetzt. Für diese Arbeit sind nur asynchrone Kommunikationsformen interessant. Es existieren vier verschiedene asynchrone Kommunikationsdienste: Email, Mailinglisten, „News Groups“ und das World-Wide-Web (WWW). Eine ausführliche Erläuterung ist bei Döring [1999] zu finden.

Email ist eine Kommunikation zu einer vom Sender festgelegten Menge von Personen, denen die Email zugestellt wird. Eine Email ist – wie alle anderen asynchronen, computervermittelten Kommunikationsdienste auch – textbasiert. Emails bestehen neben dem Kopf, der Empfänger-, Absenderadresse und Betreff aus einem Textteil, der die Nachricht enthält.

Mailinglisten stellen eine institutionelle Form der Emailverteilung an eine Menge von Empfängern dar. Die Liste kann geschlossen, d.h. Interessenten haben ein Aufnahmeverfahren zu bestehen, oder offen sein, d.h. jeder, der einen technischen Zugang hat, kann sich eintragen oder löschen. Jede an eine Mailingliste verschickte Email wird automatisch an alle Teilnehmer der Liste verteilt. Ähnlich wie News Groups dienen Mailinglisten der Informationsverteilung und der Diskussion.

„News Groups“ funktionieren ähnlich wie Mailinglisten. Die Emails werden nun nicht an eine Mailingliste sondern an einen Newsserver versandt, der sie lagert, bis Interessenten sie durchlesen wollen. „News Groups“ funktionieren analog zu „schwarzen Brettern“.

Für die Verwendung von computerbasierten Telekommunikationsdiensten sind Computerkenntnisse wichtig. Diese beeinflussen die Möglichkeiten der Partizipation und Selbstdarstellung [vgl. Döring 1999, S. 99]. Allerdings findet durch die Asynchronität keine Konkurrenz um die Redezeit statt, wie sie bei Face-To-Face-Treffen üblich ist. Jeder Teilnehmer schreibt soviel wie er will. Ob es gelesen wird, ist indes nicht sichergestellt. Die Teilnehmer konkurrieren um die Aufmerksamkeit der Leser.

In der Literatur werden verschiedene theoretische Modelle der computervermittelten Kommunikation diskutiert [vgl. Döring 1999, S. 209 ff.]. Für die in dieser Arbeit diskutierte Fragestellung ist die Wahl eines Mediums von untergeordnetem Interesse, denn die Art des Mediums ist vorgegeben: Asynchrone, computervermittelte Kommunikation.

Nach Döring [1999, S. 370 ff.] existieren keine allgemeinen Determinanten für die Gruppenleistung. Empirische Experimente legen nahe, daß computerbasierte Gruppenarbeit unter bestimmten Bedingungen effizienter als Face-To-Face ist [Döring 1999, S. 381 f.]. Durch eine schnellere und dichtere Kommunikation – und dadurch auch bessere Koordination – kann die Gruppenleistung gesteigert werden [vgl. auch Eveland/Bikson 1993, S. 445]. Die Aufgaben müssen aber entsprechend strukturierbar sein.

Computervermittelte, synchrone Kommunikation findet auch bei *negotiation support Systems* (NSS) statt, wobei oft parallel auch Face-To-Face kommuniziert wird [Lim/Benbast 1993], weshalb die empirischen Beobachtungen nur mit Vorsicht auf reine computervermittelte, asynchrone Kommunikation übertragen werden können. Erst wenige Studien beschäftigen sich mit den Auswirkungen von NSS auf den Interaktionsprozeß in Gruppen [Lim/Benbast 1993, S. 28]. Die Annahme, daß eine bessere Vorbereitung der Aushandlung automatisch zu einem besseren Ergebnis führt, ist kaum geprüft [Rangaswamy/Shell 1997, S. 1150]. Nach Auswertung verschiedener empirischer Studien kommen Pinsonneault und Kraemer [1990] zum Schluß, daß durch GDS Systeme die Kommunikation gleichberechtigter, häufiger und aufgabenorientierter wird. Die Häufigkeit der Konsensfindung steigt ebenso wie die Zufriedenheit mit dem Ergebnis und dem Prozeß. Der Zeitbedarf sinkt. Nach Rangaswamy und Shell [1997, S. 1150] führen NSS zu einer Reduktion der Kommunikationsbandbreite, d.h. die Informationsübermittlung sinkt und der sachbezogene Anteil an Kommunikationsakten steigt. Bei NSS existiert eine größere Anonymität, wodurch eventuell die Kooperationsbereitschaft sinken kann. NSS schränken die Möglichkeiten zur spontanen Äußerung ein. Die Effektivität von NSS ist abhängig von der Art der zutreffenden Entscheidung. NSS sind besser geeignet für die Erzeugung von Optionen als für eine Entscheidung unter Risiko. Bei NSS entfernen sich die Entscheidungen weiter von den persönlichen Standpunkten als bei einer Face-To-Face Aushandlung, dadurch sinkt die persönliche Zufriedenheit. Machtverhältnisse können durch die Einführung von computervermittelter Kommunikation verändert werden, z.B. wird die rhetorische Fähigkeit durch die Fähigkeit zur schriftlichen Kommunikation und durch Computerkenntnisse abgelöst [Döring 1999, S. 380 f.]. Im Gegensatz zu der in der Kanalreduktionstheorie geäußerten Vermutung konnte bei emailbasierter Kommunikation ein *vermehrter* Austausch von zusätzlichen Informationen beobachtet werden [vgl. Willson-Quayle 1997, S. 236 f.]

Black [1995, S. 135] argumentiert, daß computervermittelte Kommunikation neue soziale Verhaltensweisen seitens der Teilnehmer benötige, weshalb herkömmliche Theorien der Face-To-Face-Kommunikation nicht angewendet werden könnten. Er bezieht sich auf die Beobachtung, daß aufgrund von falschen Erwartungen und dem Medium nicht angepaßten Formulierungen Mißverständnisse entstehen. Beide Beobachtungen könnten an Bedeutung verlieren, wenn computervermittelte Kommunikation ähnlich selbstverständlich wie Face-To-Face-Kommunikation geworden ist, weil sich Normen etabliert und Erfahrungen entwickelt haben, die die computervermittelte Kommunikation regeln. Wie Döring [1999] gezeigt hat, adaptieren Menschen ihr Face-To-Face Verhalten auf die computervermittelte Kommunikation, z.B. werden Emotionen explizit durch „Smilies“ oder verbale Beschreibungen ü-

bermittelt. Black bleibt die Begründung schuldig, warum die Existenz von Mißverständnissen, die auch in einem Face-To-Face-Gespräch entstehen können, grundsätzlich alle Erkenntnisse aus der Face-To-Face-Kommunikationsforschung infragestellt.

Zwischen Face-To-Face-Gruppeninteraktionen und asynchronen, computervermittelten Gruppeninteraktionen besteht ein wichtiger Unterschied. Die Akteure konkurrieren nicht mehr um die Redezeit, sondern bei größeren Gruppen um Aufmerksamkeit. Dem Leser kommt bei der Aufmerksamkeitskonkurrenz eine größere Bedeutung zu, weil er autonom seine Aufmerksamkeit verteilen kann. Dadurch können Gruppenmitglieder unterschiedliche Beiträge wahrnehmen. Sie haben deshalb verschiedene Sichten auf den Gruppenprozeß.

Für die Konstruktion von SAM werden Theorien und empirische Befunde über das Verhalten von Face-to-Face Gruppen verwendet, deren Gegenstand beispielsweise die Rolle der Gruppenstruktur bei der Handlungswahl ist. Es liegen bisher keine Hinweise vor, daß ihre Gültigkeit durch ein anderes Kommunikationsmedium, computervermittelt statt Face-To-Face, erschüttert wird. Die bisherigen empirischen Befunde scheinen diese Annahme zu stützen [vgl. Döring 1999]. Pelz [1995] zeigte mittels Laborexperimente, daß bei *synchroner* computervermittelter Kommunikation die Akteure ähnlich viel und valide übereinander wußten, wie bei einer Face-To-Face Kommunikation.

Zusammenfassung

- Es existiert bisher keine *umfassende* und allgemein *anerkannte* Theorie über die Wirkung von computervermittelter Kommunikation.
- Zur Konstruktion von SAM müssen deshalb Theorien von Face-To-Face Gruppen verwendet werden. Empirische Befunde stützen die Annahme, daß ihre Gültigkeit in weiten Strecken erhalten bleibt.

2.3 Abgrenzung zu bisherigen Simulationsmodellen

Diese Arbeit stellt nicht den ersten Versuch dar, Gruppenverhalten zu simulieren. Mir bekannte Modelle, die sich primär mit dem Verhalten in oder von Gruppen beschäftigen, werden auf den nächsten Seiten kurz vorgestellt. Darüber hinaus existiert eine Vielzahl an Simulationsmodellen, die sich in anderen Kontexten mit der Simulation von menschlichem Verhalten beschäftigen. Verschiedene Übersichten sind beispielsweise in [Gilbert/Doran 1994], [Gilbert/Conte 1995], [Conte et al. 1997], [Gilbert/Troitzsch 1999], [Blasius et al. 2000], [Ballot/Weisbuch 2000], [Jager 2000], [Troitzsch 2000] und [Urban 2000] zu finden. Carley et al. [1998] beispielsweise stellen einige Modelle vor, in denen Entscheidungen innerhalb verschiedener Organisationsstrukturen simuliert werden.

Brunner und Tschacher [1991] entwickelten ein Simulationsmodell, um die Entstehung von Gruppen aus einer Menge von Akteuren zu untersuchen. Sie verwenden einen zellulären Automaten, dessen Zellen entweder einen

nicht belegten Platz oder einen bestimmten Akteur darstellen. Simuliert wird die räumliche Bewegung von Akteuren, die versuchen, ihre räumlichen Entfernungen zu ihren Nachbarn an ihre bevorzugten Entfernungen anzupassen. Gruppen entstehen, wenn eine Teilmenge der Akteure zueinander geringere Distanzen bevorzugen als zu anderen Akteuren. Die Dynamik der Simulation wird durch die fest vorgegebene Distanzmatrix bestimmt. Attraktoren und auch chaotische Verläufe können beobachtet werden. Mit ihrem Modell wollen die Autoren demonstrieren, daß die Theorie komplexer Systeme auch fruchtbar auf den Entstehungsprozeß von Gruppen angewendet werden kann. Weil das Modell nur auf das Entstehen von Gruppen zugeschnitten ist, ist es kein geeigneter Ausgangspunkt für eine Analyse von Interaktionen innerhalb bestehender Gruppen. Verbale Interaktionen lassen sie nur schwer in räumliche Bewegungen umsetzen.

Ostmann [1992b] untersucht spieltheoretisch das Verhalten von Akteuren, die aushandeln, wie ein bestimmtes Gut verteilt werden kann. Dazu müssen die Akteure Koalitionen bilden, deren Zusammensetzung sie Face-To-Face aushandeln; theoretisch existiert eine minimale Gewinnkoalition. Die einzelnen Akteure haben unterschiedlichen Einfluß, der durch das SYMLOG-Schema von Bales und Cohen [1982] dargestellt wird. Bezogen auf die geplante Untersuchung des HAP, stellt die fehlende Handlungsoption „Kommentieren“ eine große Schwäche dar. Durch Kommentieren können die Vorstellungen der Zuhörer verändert werden, neue Kompromisse werden möglich. Auch ist die Beschränkung der betrachteten Aufgabenart auf Nullsummenspiele zu eingeschränkt. In Positivsummenspiele können alle Beteiligten Gewinner sein, weshalb man mittels Negotiation Support Systemen Verhandlungen in Positivsummenspiele zu transformieren versucht [Rangaswamy/Shell 1997; S. 1149]. Eine Übertragung des Modells von Ostmann auf die Untersuchung des HAP erscheint deshalb nicht erfolgversprechend.

Ausgehend von Homans Hypothese, daß sich die Zuneigung zweier Akteure in einer Gruppe verstärke, wenn sie miteinander interagieren, und daß die Zuneigung zu vermehrter Interaktion führe, untersucht Kirk und Coleman [1967], ob Triaden zwangsläufig in Dyaden und einem Isolierten zerfallen müssen (Simmels [1958] Hypothese). Für die Analyse werden zwei Variationen eines Modells bestehend aus Differentialgleichungen verwendet, das die Entwicklung der Zuneigung und Interaktionshäufigkeit über die Zeit beschreibt. Dabei konnte die Hypothese von Simmel nicht bestätigt werden, da die Triade in den Simulationen nicht immer in eine Dyade und Isolierten zerfällt. Für eine Analyse der Interaktion in Arbeitsgruppen basierend auf unterschiedlichen Persönlichkeitsmerkmalen sind die beiden Modellvarianten von Kirk und Coleman zu einfach.¹¹

Lessel [1985] konstruierte ein Simulationsmodell (EWS) zur Simulation von Laborsituationen. Drei Programme wurde gekoppelt, die jeweils eine Versuchsperson simulieren sollten – eine frühe Form eines Multiagentensystems. Das Modell basierte auf spieltheoretischen Modellen zur Aushandlung, die spezialisiert auf die Verteilung von monetären Werten sind. Aufgabe der Versuchspersonen (der Agenten) ist es, einen festgelegten Betrag auf die Versuchspersonen aufzuteilen, wozu Koalitionen gebildet werden müssen. Wel-

¹¹ Für eine neuere Anwendung dieses Modells siehe [Troitzsch 1996].

che Koalitionen unter welchen Randbedingungen entstehen, ist Gegenstand der Untersuchung. Lessel [1985] kann mit seinem Simulator auch menschliche und durch ein Programm simulierte Versuchspersonen koppeln. Im Hinblick auf das Thema dieser Arbeit sind wesentliche Nachteile, daß im EWS weder Gruppenstruktur noch Emotionen berücksichtigt sind, daß eine Argumentation der Agenten nicht möglich ist und daß die Agenten nach einem einfachen Reiz-Reaktions-Schema arbeiten.

Mit einem spieltheoretischen, mathematischen Modell untersucht Lindstädt [1998] den Einfluß von persönlichen Interessen, Qualifikationen, Gruppengrößen, strategischem Verhalten, Risikoaversion und Konformität auf die Entscheidungsqualität von Gruppen. „Der Interaktionsprozeß konnte nur stark vereinfacht abgebildet werden. Eine realitätsnähere Modellierung z.B. im Zeitverlauf unter Berücksichtigung empirischer Phänomene schließlich könnte weitere Mechanismen enthüllen“ [Lindstädt 1998, S. 177]. Mit SAM wird der Versuch einer realitätsnäheren Simulation unternommen, dabei wird der Bereich der Spieltheorie verlassen.

Zusammenfassung

Im Lichte der Kritik an bekannten Simulationsmodellen für Gruppeninteraktionen, lassen sich folgende Anforderungen an das Simulationsmodell SAM zusammenfassend aufstellen:

- Die Agenten¹² sollten
 - durch Argumentation die Vorstellungen anderer beeinflussen können.
 - verschiedene Persönlichkeitsmerkmale in einer Gruppe aufweisen können.
 - proaktiv sein, d.h. sie sollen den Aushandlungsverlauf gestalten können.
- Die Aufgabe sollte ein Positivsummenspiel darstellen.
- Die Gruppenstruktur (Beziehungen zwischen den Agenten) sollte berücksichtigt werden.
- Der zeitliche Verlauf der Aushandlung sollte explizit modelliert werden.

2.4 Handlungswahlen mit der Rational Choice Theorie¹³

Die Rational Choice Theorie geht davon aus, daß soziale Phänomene auf der Makroebene Resultat von Handlungen verschiedener Akteure auf der Mikroebene sind. In Gruppen bilden die Gruppenmitglieder die Mikroebene, während die gesamte Gruppe die Makroebene darstellt. Coleman [1991] verknüpft die zu untersuchenden Makrophänomene über die Mikroebene (siehe die durchgezogenen Pfeile in Abbildung 3). In den Sozialwissenschaften wird zwischen der **MAKROEBENE**, welche die Ebene des Gesamtsystems bezeichnet, und der **MIKROEBENE**, welche die Systemelemente beschreibt, unterschieden. Die Rational Choice Theorie ist eine bekannte Handlungstheorie. Handlungstheorien beschreiben, wie sich Akteure verhalten und wie aus dem individu-

¹² Für die Erläuterung des Begriffes „Agent“ siehe Kapitel 2.6.

¹³ Dieses Kapitel ist mit einigen Änderungen [Lepperhoff 1999; 2000c] entnommen.

ellen Handlungen soziale Strukturen entstehen. Eine Stärke von Handlungstheorien liegt in der Beschreibung von Situationen, in denen Individuen versuchen, ihre selbstgesteckten Ziele zu erreichen und sich mit ihren Partnern über Kompromisse verständigen [Bahrdt 1994, S. 194]. Kompromisse basierend auf individuellen Zielen der Akteure lassen sich durch Aushandlungen erreichen, weshalb die Rational Choice Theorie sich gut für die Beschreibung von Gruppen eignet.

Die Individualhandlungen werden durch die jeweilige Handlungssituation beeinflusst (Nummer 1 in Abbildung 3). Im folgenden wird die Handlungssituation als die Sicht des Individuums auf die Makrophänomene verstanden, die als Zwänge und Umstände auf den Handelnden einwirken. Die Koppelung zweier Makrophänomene über die Mikroebene eröffnet eine Analysemöglichkeit unintendierter Handlungsfolgen.

Rationalität bedeutet in diesem Zusammenhang nicht, dass Handlungsfolgen auf individueller oder kollektiver erwünscht sind oder nicht. Handlungen von Individuen können negative kollektive Folgen hervorrufen, obwohl die Individualhandlungen rational waren. So führt in der Urlaubszeit die u.U. rationale Wahl von Individuen, die kürzeste Strecke zwischen Wohnort und Urlaubsziel zu wählen, zu Staus. Die kollektive Folge (der Stau) ist nicht rational, denn die kollektiven Folgen sind nicht von den Handelnden intendiert, d.h. die Individuen sind nicht losgefahren, um einen Stau zu produzieren, sondern um ihr Urlaubsziel zu erreichen. Kunz [1997, S. 16] unterscheidet deshalb zwischen individueller Rationalität und kollektiver Rationalität. Kollektiv rational wäre es, wenn z.B. Urlauber durch kollektive Mechanismen abgestimmt zu ihren Ferienzeilen fahren würden, um Staus zu vermeiden.

Nach der Rational Choice Theorie von Esser [1991; 1994; 1996] müssen zum Vergleich zweier Makrophänomene, hier A und B genannt, drei Analyseschritte durchgeführt werden. Der erste Analyseschritt „Logik der Situation“ ist die Beschreibung der Handlungssituation, die von A definiert wird (Nummer 1 in Abbildung 3). Im zweiten Analyseschritt „Logik der Selektion“ wird gemäß der Rational Choice Theorie die Handlungsalternative ausgewählt, die den maximalen subjektiven Nutzen erbringt (Nummer 2 in Abbildung 3, siehe dazu auch Kapitel 2.4.2). Im dritten Analyseschritt „Logik der Aggregation“ wird untersucht, ob das Makrophänomen B durch die Interaktion der Handelnden entstanden ist (Nummer 3 in Abbildung 3). Die drei Logiken folgen unaufhörlich aufeinander, so daß eine Kette von Makrophänomenen entsteht, die ein dynamisches Verhalten des beobachteten Systems zeigt [Esser 1991, S. 48; Kunz 1997, S. 85].

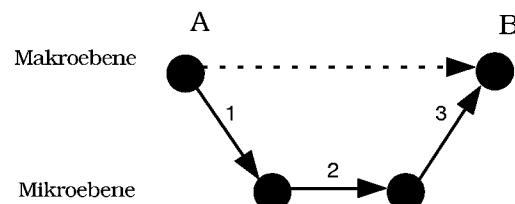


Abbildung 3: Verknüpfung zwischen Makro- und Mikroebene. 1: Logik der Situation, 2: Logik der Selektion, 3: Logik der Aggregation [mit Ergänzungen nach Coleman 1991, S. 10]

Die Gliederung der Handlungsabläufe durch aufeinanderfolgende Handlungssituationen und Aggregationen ist ein analytisches Konstrukt. Wie groß der zeitliche Abstand zwischen zwei Makrophänomenen ist, hängt von der konkreten Untersuchung ab.

Gegen die Verwendungen von nutzenkalkulierenden Modellen zur Beschreibung menschlichen Verhaltens wurden verschiedene Einwände erhoben. Ein Einwand besagt, daß der kognitive Prozeß des Menschen auf der Anwendung von Regeln beruht [vgl. z.B. Agre/Chapman 1987; Suchmann 1987; Brooks 1990]. Ziel dieser Arbeit ist nicht die Nachbildung der menschlichen Kognition durch ein strukturähnliches Modell, sondern die Erstellung eines Modells, das menschenähnliches Verhalten produziert. Eine Ähnlichkeit in der kognitiven Struktur ist damit nicht notwendig. Das Verhalten äußert sich in der Auswahl einer der durch das HAP bereitgestellten Handlungsalternativen. Für die Bewertung von Handlungsalternativen scheinen sowohl Wenn-dann-Regeln wie auch mathematische Formeln gleich gut geeignet zu sein. Zumal beide Darstellungsformen ineinander überführt werden können.

Es existieren nach March [1991, S. 98 ff.] weitere Schwächen der Rational Choice Theorie. Die wichtigste Schwäche ist, daß die Zukunftsvorhersage für Konsequenzen unsicher ist und der zukünftige Nutzen der Konsequenzen sich mit der Zeit verändern kann. Der Einwand ist berechtigt. Allerdings erscheint das von March als Ausweg vorgeschlagene spielerische Ausprobieren von Handlungswahlen problematisch. Handlungen, die in sozialen Kontexten erfolgen, d.h. bei denen Beobachter anwesend sind, können nicht revidiert werden. Jede Handlung verändert die Wahrnehmung der Beobachter. Eine Rückkehr zu dem Zustand vor der Handlung ist nicht möglich.

Nach Janis und Mann [1977, S 21 ff.] ist die Berechnung des Nutzens bzw. der Kosten für jede Handlungsalternative wegen der benötigten Informationsfülle bei Optimierungsstrategien unmöglich. Zwischen der Rational Choice Theorie von Esser [1991; 1996] und einer Optimierungsstrategie existieren Unterschiede. In der Rational Choice Theorie versucht ein Akteur seinen Nutzen im Rahmen der ihm vorliegenden Informationen zu maximieren. Das Optimum hängt von der Menge der einbezogenen Informationen ab, dabei fallen Kosten bei der Beschaffung an, die den subjektiven Wert des Optimums reduzieren. Beispielsweise kann ein Akteur ein billiges Schwarzbrot kaufen wollen. Er kann auf der Basis von drei ihm bereits bekannten Preisen entscheiden oder noch weitere Preise erheben. Im ersten Fall besteht das Risiko nur ein lokales Optimum zu erreichen. Im zweiten Fall wird zwar ein globales Optimum erreicht, aber zu erhöhten Kosten der Informationsbeschaffung. Die Rational Choice Theorie besagt nicht, daß der Akteur ein globales Optimum sucht, sondern lediglich ein ihn zufrieden stellendes. Im Modell SAM wird eine weitere Informationsbeschaffung zu möglichen Aufgabenlösungen während der Aushandlung ausgeschlossen, so daß die Akteure nur ein lokales Optimum erreichen können¹⁴.

Um die Rational Choice Theorie anwenden zu können, muß jeder Akteur unter mindestens zwei Handlungsalternativen auswählen können, sonst kann auch nicht von einer Handlungswahl gesprochen werden. Nicht-Handeln kann eine mögliche Handlungsalternative sein.

¹⁴ Für weitere Einwände siehe z.B. [Egger/Campo 1997; Kelle/Lüdemann 1995; Lüdemann/Rothgang 1996; Miller 1994; Srubar 1992].

Weil der Rational-Choice-Ansatz eine allgemeine Handlungstheorie darstellt und damit unspezifisch ist, muß er für eine konkrete Anwendung durch Brückenhypothesen operationalisiert werden.

2.4.1 Brückenhypothesen

Die Rational Choice Theorie ist wissenschaftstheoretisch auf Grund ihrer Allgemeinheit nicht direkt anwendbar, d.h. sie ist auch nicht direkt in ein Simulationsmodell übersetzbar. Dieses gilt nach Hempel und Oppenheim [1948] für jede allgemeine Theorie, die danach aus mindestens „einer Gesetzesaussage, Randbedingungen und einem Explanandum besteht“ [Lüdemann 1997, S. 15]. Durch Brückenhypothesen wird die Rational Choice Theorie operationalisiert und auf den Untersuchungsgegenstand – hier auf das Simulationsmodell SAM – bezogen. Es ist z.B. notwendig, **BRÜCKENHYPOTHESEN** über die

- wahrgenommenen Handlungsalternativen,
- wahrgenommenen Handlungsfolgen,
- Erwartungen von Handlungsfolgen,
- Nutzen von Handlungsfolgen und
- Handlungsrestriktionen

der Akteure in der zu untersuchenden Situation aufzustellen. Die Brückenannahmen können entweder a priori gesetzt und im Idealfall anschließend auf ihre empirische Gültigkeit hin untersucht werden, oder empirisch ermittelt werden¹⁵ [Kunz 1997, S. 87 f.; Kelle/Lüdemann 1995, S. 26 ff.]. Nach Kelle und Lüdemann [1995] können zwei Akteure, die zwar die gleichen Ziele verfolgen, unterschiedliche Handlungsalternativen wählen, falls sie unterschiedliche Wege zum Erreichen des gleichen Ziels favorisieren. Die Brückenhypothesen sind weder eindeutig noch sind ihre Inhalte zwingend, so daß die Aufstellung von überindividuellen Brückenhypothesen schwierig bzw. unmöglich erscheint. Sind die Präferenzen der Akteure heterogen, so muß im Extremfall für jeden Akteur eine eigene Brückenhypothese erstellt werden [Kelle/Lüdemann 1995, S. 258 ff.]. In dieser Arbeit geben die überindividuellen Brückenhypothesen die Merkmale und ihre Struktur vor. Individuelle Brückenhypothesen geben an, welche Ausprägung jedes Merkmals das Individuum aufweist.

Kapitel 3 beschreibt die Brückenhypothesen, die die Rational Choice Theorie mit dem Simulationsmodell SAM verbindet. Für die Aufstellung der Brückenhypothesen werden weitere Theorien und empirische Befunde der Gruppenforschung verwendet.

2.4.2 SEU-Theorie

Die Theorie der „Subjective Expected Utility“ (SEU) verknüpft die Handlungsziele und Handlungsalternativen zu einem Nutzenwert.¹⁶ Lüdemann [1997] hat die Plausibilität der SEU-Theorie empirisch untermauert. Damit verfügt

¹⁵ Kunz [1997, S. 102 ff.] diskutiert dazu verschiedene Methoden.

¹⁶ Das von Janis und Mann [1977, S. 135 ff.] entwickelte „Decisional Balance Sheet“ entspricht der SEU-Theorie.

das Modell SAM im Rahmen der BDI-Agentenarchitektur (Kapitel 2.5) über eine fundierte sozialwissenschaftliche Basis zur Beschreibung, nach welchem Verfahren Agenten ihre Handlungsalternativen bewerten.

Nach der Verknüpfung zu einem Nutzenwert kann die Handlungsalternative mit dem größten Nutzenwert anschließend ausgewählt werden. Die Auswahl ist deterministisch. Eine wiederholte Anwendung ist dagegen nicht deterministisch, weil einige Variablen sich in Abhängigkeit der durchgeführten Handlungen ändern, und ihrerseits die Berechnungen der **EINTRITTSWAHRSCHEINLICHKEITEN** beeinflussen. Es wird vorausgesetzt,

- daß die Nutzenwerte additiv sind,
- daß die Eintrittswahrscheinlichkeit und der Nutzenwert des Ziels multiplikativ verknüpfbar sind und
- daß die Handlungsalternativen disjunkt und erschöpfend sind [Kunz 1997].

Im folgenden wird die von Esser [1991] vertretene Variante der SEU-Theorie vorgestellt, weitere sind von Kunz [1997] diskutiert worden. Unter **NUTZEN** wird in Abgrenzung zu ökonomischen Nutzenbegriffen [vgl. dazu Conte et al. 1997, S. 9] die vermutete Möglichkeit verstanden, das anvisierte Ziel mit der betrachteten Handlungsalternative zu erreichen.

Der Akteur verfolgt gemäß der SEU-Theorie in einer Handlungssituation mehrere Handlungsziele. Die Handlungsziele müssen nicht gleichrangig sein. Ihre Wertigkeit wird durch unterschiedliche Gewichtung ausgedrückt. Welche Handlungsziele in einer Situation in Frage kommen, wird durch die Situation festgelegt. In der Handlungssituation erkennt der Akteur auch, welche Handlungsalternativen ihm zur Verfügung stehen. Esser [1991, S. 54] nennt das Erkennen der Situation auch „Phase der Kognition“.

Jede der $m \in \mathbb{N}$ Handlungsalternativen bewertet der Akteur mit der geschätzten Wahrscheinlichkeit $p_{ij} \in [0,1]$, daß die Handlungsalternative $j \in \mathbb{N}$ zu dem Ziel $i \in \mathbb{N}$ führt.¹⁷ Dabei werden die erwarteten Sanktionen bei Normübertretungen berücksichtigt [Esser 1994, S. 27].¹⁸ Die Bewertung ist subjektiv. Führt die Handlungsalternative j

- mit Sicherheit zum Ziel i , ist $p_{ij} = 1$,
- in keinem Fall zum Ziel i , ist $p_{ij} = 0$.

Wenn kein Wissen über den Erfolg von Handlungsalternativen vorliegt, wird $p_{ij} = 1/m$ gesetzt. In der SEU-Theorie ist es nicht möglich, die Verwendung von weiteren (zusätzlichen) Auswahlkriterien in Situationen der Unsicherheit zu modellieren [Kunz 1997, S. 73 ff.]. Auch sind keine Versuch-und-Irrtums-Handlungen erklärbar, da keine stochastischen Elemente in der SEU-Theorie vorhanden sind [Kunz 1997, S. 270].

Die Wahrscheinlichkeiten für die Handlungsalternative j werden über alle $n \in \mathbb{N}$ Ziele, multipliziert mit den Zielgewichten U_i , aufsummiert und bilden die subjektive Bewertung der Handlungsalternative¹⁹ $SEU(j)$. Die **ZIELGEWICHTE** geben, wie wichtig einem Akteur das jeweilige Ziel ist. Sie bilden eine Hierarchie. Durch die Aufsummierung gewichtet nach Handlungszielen wird der

¹⁷ Das Symbol $\mathbb{N}$ bezeichnet die Menge der natürlichen Zahlen.

¹⁸ Internalisierte Normen sind Teil der Präferenzen. Sie werden befolgt, weil es im Interesse des Akteurs liegt [Esser 1994, S. 27].

¹⁹ Die Nutzenwerte lassen sich noch um die Berücksichtigung entgangener Nutzen der nicht verwirklichten Ziele (Opportunitätskosten) ergänzen [Esser 1991, S. 56]. Esser gibt jedoch nicht an, wie die SEU-Theorie dergestalt modifiziert werden könnte.

Beobachtung Rechnung getragen, daß Handlungen im Allgemeinen nicht nur einem Ziel sondern mehreren genügen sollen. Esser [1991, S. 54 f.] nennt diese „Phase der Evaluation“. In einer Formeldarstellung sieht die Bewertung der Handlungsalternative j wie folgt aus:²⁰

$$SEU(j) = \sum_{i=1}^n p_{ij} * U_i$$

Im letzten Schritt, von Esser [1991, S. 55] „Phase der Selektion“ genannt, wird die Handlungsalternative ausgewählt, die die höchste Bewertung erhalten hat. Die Bewertung einer Handlungsalternative hängt in erster Linie von der subjektiven Bewertung ihres Erfolges ab. Abwägungssituationen, welche durch die SEU-Theorie modellieren werden können, kommen im Alltag seltener als routinehaftes Handeln vor, das ohne eine Erweiterung der SEU-Theorie nicht modellierbar ist [Kunz 1997, S. 253].

Die Rational Choice Theorie ist eine sozialwissenschaftliche Handlungstheorie, die zur Verwendung in einer Computersimulation mit einer passenden Agentenarchitektur verbunden werden muß. Kapitel 2.5 stellt die dazu von mir entwickelte Agentenarchitektur BDI-RC vor.

Zusammenfassung

- Grundlage für die Modellierung der Agentenhandlungswahlen in SAM ist die Rational Choice Theorie nach Esser [1991; 1994; 1996].
- Diese allgemeine Handlungstheorie wird durch Brückenhypothesen zum Modell SAM operationalisiert (siehe Kapitel 3).
- Mit der SEU-Theorie wird in SAM der Wert verschiedener Handlungsalternativen ermittelt.

2.5 Die BDI-RC Agentenarchitektur

Für das Simulationsmodell wird die Methode der Multiagentensysteme verwendet (vgl. Kapitel 1.3). Hierbei wird jeder Akteur durch ein eigenständiges softwaretechnisches Objekt (Agent) modelliert. Die Simulation der Agenteninteraktion erzeugt die Modelldynamik, durch die das HAP analysiert werden soll. Agenten können nach verschiedenen Prinzipien aufgebaut werden. Für die vorliegende Arbeit ist von großer Wichtigkeit, daß sozialwissenschaftliche Theorien leicht in die Agentenarchitektur integriert werden können. Weil keine der drei bekannte Grundarchitekturen dieses vorbehaltlos leistet, wird eine neue Architektur entwickelt. Die folgenden Ausführungen sind ein überarbeiteter Auszug aus [Lepperhoff 2000a].

Die Validierung von Simulationsmodellen ist schwierig. Validierung ist die Kunst zu prüfen, wie gut ein Modell mit der Wirklichkeit übereinstimmt [Troitzsch 1997]. In den Sozialwissenschaften ist die Datenerfassung schwierig, weil menschliches Verhalten durch Beobachtungen beeinflusst wird. Außerdem sind einige Variablen nicht meßbar, darunter fallen z.B. „interne Zu-

²⁰ Esser berücksichtigt keine Kosten. Weil die Kosten für Handlungen während der hier betrachteten Aushandlungen nichts ins Gewicht fallen dürften, verzichte ich auf eine Korrektur.

stände“ [Troitzsch 1997, S. 49 ff.) wie Wünsche oder Vorstellungen. Eine Validierung ist demnach praktisch nicht vollständig möglich. Eine Möglichkeit, die Plausibilität des Modells zu stärken, ist die Integration von sozialwissenschaftlichen Befunden. Die verwendete Architektur sollte die Integration externer Theorien unterstützen. Das Resultat ist belastbarer als ein Design, das auf „anecdotal and impressionistic frames of reference“ [Lustick 2000, § 2,7] basiert.

Eine Auswahl der bekanntesten Agentenarchitekturrichtungen in der Informatik soll kurz vorgestellt werden [Wooldridge 1999]:

- „Logic-based“. Das Agentenverhalten wird durch logische Ableitungen, basierend auf einer symbolischen Repräsentation der Umwelt, gesteuert.
- „Behavioural“. Anstatt der symbolischen Ableitung wird eine einfache Input-Output-Relation verwendet.
- „Belief-Desire-Intention“ (BDI). Erst berechnet der Agent seine Absichten, und führt dann eine Handlung in Abhängigkeit von den Absichten aus.

Es ist schwierig, sozialwissenschaftliche Theorien in die „logic-based“-Architektur zu integrieren, weil die Annahme dieser Architektur – Handlungswahlen seien *logische* Ableitungen bestimmt durch Umwelteinflüsse – von sozialwissenschaftlichen Theorien, insbesondere von empirisch orientierten, nicht geteilt wird. Nach sozialwissenschaftlichem Verständnis sind Handlungswahlen durch die internen Zustände des Akteurs *und* seine Umwelt bestimmt. Weiterhin ist die SEU-Theorie, die zur Bewertung von Handlungsalternativen dient, nicht Logik basiert. Zudem werden wichtige Elemente der Rational-Choice-Theorie wie Ziele und Handlungsalternativen in dieser Architektur nicht unterschieden.

Die „Behavioural“-Architektur ermöglicht keine aktive Gestaltung der Umwelt. Damit kann eine wichtige Eigenschaft sozialer Systeme – das Lernen – nicht modelliert werden. Die BDI-Architektur eignet sich als architektonischer Rahmen von den dreien am Besten. Eine Integration soziologischer Theorien ist möglich. Aber klare Anschlußpunkte fehlen. Zur Überwindung dieses Nachteils, kombiniere ich die BDI-Architektur mit der Rational Choice Theorie, die auch ein Framework ist. Die Kombination (im folgende **BDI-RC** genannt) verspricht, erkennbare Anschlußpunkte für speziellere Theorien der Sozialwissenschaften zu bieten.

Für einen BDI-Agenten werden die Handlungen folgendermaßen berechnet [Wooldridge 1999]. Sobald der Agent ein Sensorsignal („Sensor Input“) empfängt, aktualisiert er mit der *belief revision function* seine Umweltannahmen, die **BELIEFS** genannt werden. Ein Agent hat nur unvollständige und unsichere Informationen über seine Umwelt, so daß er irren kann. Anschließend legt der Agent seine Handlungsoptionen fest (*option generation function*). Die *option generation function* verwendet die *beliefs* und die *intentions* des vorangegangenen Zeitschritts, um die Handlungswünsche (**DESIRES**) des Agenten zu erzeugen, welche die möglichen Handlungsalternativen darstellen. Eine Filterfunktion (*filter*) aktualisiert die Absichten (*intentions*) des Agents entsprechend seinen aktuellen Annahmen (*beliefs*), Wünschen (*desires*) und seinen Absichten aus dem letzten Zeitschritt. Die Absichten (**INTENTIONS**) sind jene Handlungen, die der Agent ausführen möchte. Die Filterfunktion und die *option generation function* sind miteinander rückgekoppelt, so daß in Iterationen die *desires* des Agenten verfeinert werden, d.h. die Abstraktionsstufe

wird gesenkt. Zum Schluß wählt die *action selection function* die Handlung aus, die am besten zu den *intentions* paßt.

Das Paradigma der Rational Choice Theorie besagt, daß jedes soziale Phänomen auf der Makroebene Resultat des Verhaltens von Akteuren auf der Mikroebene ist (vgl. Kapitel 2.4). Jeder Akteur steuert sein Verhalten autonom, eine zentrale Steuerung des Verhaltens aller Akteure existiert nicht [Esser 1991, Kunz 1997, Coleman 1991]. Multiagentensysteme basieren auf dem gleichen Paradigma.

Nach Esser [1991; 1994; 1996] wird eine Handlung in drei Schritten ausgewählt (siehe Kapitel 2.4.2). Zuerst wird die Situation erkannt (*beliefs revision function*, *generation options function*), dann werden verschiedene Handlungsmöglichkeiten evaluiert (*action alternative filter function*) und zum Schluß wird die Handlungsalternative ausgewählt (*action selection function*). Zwar basiert die BDI-Architektur auf logischen Ausdrücken im Gegensatz zur Rational Choice Theorie, die auf mathematischen Ausdrücken basiert. Dieser Unterschied ist von geringer Bedeutung, denn logische Ausdrücke

lassen sich leicht in mathematische überführen und umgekehrt.

Um beide Frameworks zu kombinieren, habe ich einige Änderungen in der BDI-Architektur vorgenommen. Dabei werden die Bezeichnungen der BDI-Architektur beibehalten, und mit den korrespondierenden Elementen der Rational Choice Theorie verknüpft. Um den Bezug zur BDI-Architektur nicht zu verlieren, habe ich auf eine Umbenennung verzichtet. Die Elemente der BDI-RC-Architektur sind wie folgt definiert (siehe Abbildung 4):

- *Beliefs revision function*. Diese Funktion aktualisiert die Annahmen des Agenten über seine Umwelt und sein Selbstbild. Das Selbstbild stellt Informationen über den Agenten selber dar (z.B. Gefühle).
- *Beliefs*. Die *beliefs* umfassen Annahmen über die Umwelt und das Selbstbild des Agenten.
- *Generation option function*. Diese Funktion legt die Ziele des Agenten fest. In sozialen Zusammenhängen werden Ziele normalerweise von Institutionen definiert [Esser 1991]. Folglich sind sie über einem längeren Zeitabschnitt beständig und für mehr als ein Individuum gültig. Eine Menge möglicher Ziele, die von Institutionen zur Verfügung gestellt wird, ist im A-

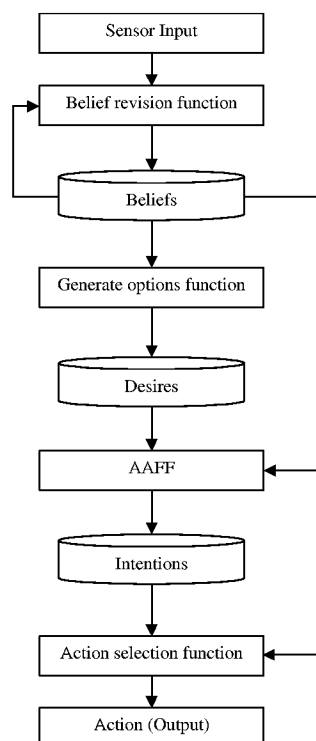


Abbildung 4: Schematische Darstellung der BDI-RC-Agentenarchitektur. Die graphische Darstellung lehnt sich an die Darstellung der BDI-Architektur von Wooldridge [1999, S. 58] an.

genten fest „eingebaut“. Die *generation option function* ändert die Zielgewichte unter Berücksichtigung der *beliefs*. Manchmal ist nur eine Teilmenge der Ziele relevant. Durch Setzen der Gewichte von nicht relevanten Zielen auf Null, werden diese Ziele „abgeschaltet“.

- *Desires*. Die *desires* stellen die Hierarchie der Handlungsziele des Agenten dar, welche er erreichen will.
- *Action alternative filter function (AAFF)*. Diese Funktion ersetzt die BDI-Funktion *filter*. Um seine Ziele erfüllen zu können, benötigt der Agent ausführbare Handlungsalternativen. Wie auch die Menge der Ziele ist die – meistens deutlich umfangreichere – Menge der möglichen Handlungsalternativen fix. Eine Handlungsalternative erfüllt normalerweise nur einige Ziele. Manchmal können Handlungsalternativen nicht durchgeführt werden. Die Funktion AAFF wählt die ausführbaren Handlungsalternativen aus, die nach Erwartung des Agenten die *desires* erfüllen. Die Erwartungen basieren auf den *beliefs* des Agenten über sich und seine Umwelt. Eine Handlungsalternative kann eine einzelne Tätigkeit wie das Nehmen von Birnen oder eine Reihenfolge von Tätigkeiten wie Reisen sein. Die Granularität hängt von der Forschungsfrage ab.
- *Intentions*. Die *intentions* sind die Menge von Handlungsalternativen, von denen der Agent erwartet, daß sie seine *desires* erfüllen. Der Agent erwartet, daß er jede dieser Handlungsalternativen ausführen kann.
- *Action selection function*. Entsprechend der SEU-Theorie wählt die *action selection function* eine Handlungsalternative aus den *intentions* aus (siehe Kapitel 2.4.2).

Zusätzliche Spezifikationen sind für das Aufbauen eines Modells, basierend auf der BDI-RC-Architektur, notwendig (Brückenhypothesen). Die *beliefs*, die *desires*, die *intentions* und die Funktionen müssen näher spezifiziert werden. Insbesondere müssen die Ziele und die Handlungsalternativen und die Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeiten festgelegt werden. Im Gegensatz zu einer reinen BDI-Architektur wird aus der BDI-RC-Architektur bereits deutlich, wo zusätzlichen Spezifikationen erforderlich sind.

Zusammenfassung

- Agenten in SAM werden nach der dafür entwickelten Agentenarchitektur BDI-RC gestaltet.

2.6 Menschen – Akteure – Agenten

Nach dem drei zentrale Begriffe dieser Arbeit, Menschen, Akteure und Agenten, eingeführt worden sind, präzisiere ich nun ihr Verhältnis zueinander. Diese Begriffe beziehen sich aufeinander ohne synonym zu sein. Theorien beschreiben Modelle für ihren Gegenstandsbereich. Soziologische Theorien beziehen sich auf das Handeln von Menschen. Eine Theorie beschreibt die für ihren Zweck wesentlichen Elemente eines Menschen. Diese Beschreibung wird Akteur genannt. Ein Akteur ist anders ausgedrückt ein Modell eines Menschen. Je nach Zielsetzung der soziologischen Theorie weisen Akteure

unterschiedliche Eigenschaften auf, d.h. der gleiche Name bezeichnet nicht zwingend das gleiche Modell.

Sozialwissenschaftliche Definitionen von Akteuren sind im allgemeinen qualitativ und skizzenhaft. Zur Konstruktion einer Simulation muß die Definition eines Akteurs formalisiert und damit präzisiert werden. Das Resultat wird in dieser Arbeit Agent genannt. Der Agent ist ein Modell eines Menschen gesehen durch die Brille der soziologischen Theorie, wobei der Akteur, das von der Theorie erzeugte, Zwischenbild darstellt. Die Konstruktion eines Agenten trägt nicht nur den verwendeten soziologischen Theorien Rechnung, sondern auch der benutzten Modellierungstechnik, so daß ein Agent nicht mit einem Akteur identisch ist. Es ist damit theoretisch möglich, daß Aussagen über das Verhalten von Agenten nur für diese gelten, nicht aber für die Akteure, die die Agenten modellieren, denn die Einflüsse der Modellierungsmethode können entscheidend sein. In dieser Arbeit werden natürlich von dem Agentenverhalten Rückschlüsse auf das Verhalten von Akteuren – und damit auch von Menschen – gezogen. Allerdings haben diese Rückschlüsse wissenschaftstheoretisch den Charakter von Hypothesen, die empirisch geprüft werden können. Die begriffliche Differenzierung erlaubt eine klare Adressierung der Ebenen: Menschen, soziologische Theorie und Computermodell.

3 Modellbeschreibung

In Kapitel 2.1 wurde das Rahmenmodell für den Gruppeninteraktionsprozeß von McGrath [1993a] vorgestellt. Die Vorstellung von SAM folgt dem Aufbau des Rahmenmodells (Abbildung 5). Zur Beschreibung der Agenten wird die, in Kapitel 2.5 entwickelte, BDI-RC Agentenarchitektur verwendet.

Untersuchungsgegenstand ist der Gruppeninteraktionsprozeß, der erst in der Simulation dieses Modells „zu Tage tritt“. Die Organisation, in der eine Arbeitsgruppe eingebunden ist, beeinflußt beispielsweise den Gruppeninteraktionsprozeß durch Bestimmung der Mitglieder oder durch Zuweisen der Aufgaben. Um das Geschehen innerhalb der Gruppe besser beleuchten zu können, konzentriert sich das Modell pragmatisch auf den Gruppeninteraktionsprozeß. Umwelteinflüsse, wie beispielsweise die Gruppenzusammensetzung oder die Aushandlungsaufgabe, werden als exogen angenommen und durch Parametereinstellung im Modell widergespiegelt. Die einzige Wechselwirkung zwischen Gruppeninteraktionsprozeß und Umwelt, die modelliert wird, ist die Beziehung zum Aushandlungssteuerungssystem. Die Aushandlungssteuerung wird in Kapitel 3.2 vorgestellt. Das Aushandlungssteuerungssystem strukturiert die Aushandlung (Gruppeninteraktionsprozeß). Im Rahmen dieser Simulation wirkt es nicht auf die Aufgabe ein.

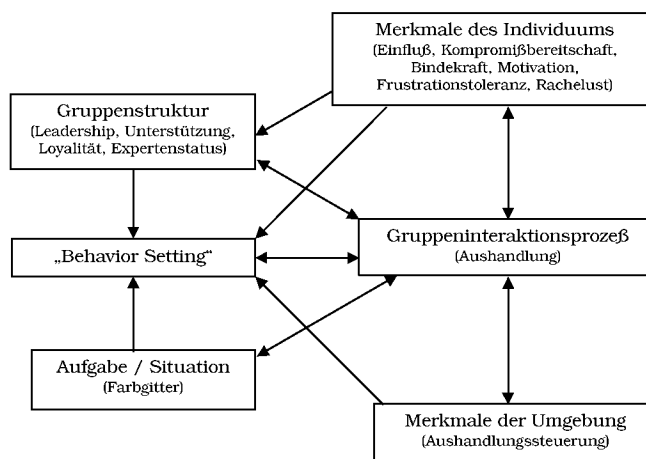


Abbildung 5: Auf SAM adaptiertes Rahmenmodell für die Einflüsse auf den Gruppeninteraktionsprozeß nach McGrath [1993a, S. 113].

Die Aufgabe der Arbeitsgruppe, Einfärben eines Gitternetzes, wird in Kapitel 3.2 erläutert. Die Aufgabe wirkt durch Aushandlungen (Gruppeninteraktionsprozeß) auf das Aushandlungssteuerungssystem insofern ein, als dieses die Entscheidungen protokolliert.

In Kapitel 3.4 wird die Gruppenstruktur vorgestellt, die direkt auf den Gruppeninteraktionsprozeß einwirkt. Als Agentenarchitektur wird die BDI-RC Architektur aus Kapitel 2.5 verwendet, der die Gliederung des Kapitels 3.5 in etwa folgt. Die Persönlichkeit der Agenten besteht aus ihren Zielen (*desires*), Kapitel 3.5.1, ihren Persönlichkeitsmerkmalen, Kapitel 3.5.2, und ihrer Vorstellung (*beliefs*), Kapitel 3.2.2. Der Gruppeninteraktionsprozeß wirkt auf die

Persönlichkeitsmerkmale, die Gruppenstruktur, die Aufgabe und das Aushandlungssteuerungssystem ein. Das Aushandlungssteuerungssystem stellt die Systemumwelt für die Gruppe dar. Die Stärke der Gruppenstrukturänderung wird durch individuelle Attribute gesteuert. Im Anhang ist eine Übersichtstabelle über die verwendeten Parameter und ihrer englischen Übersetzung zu finden.

An einem Beispiel wird abschließend verdeutlicht, wie die Modelldynamik funktioniert (Kapitel 3.6). Ehe das Modell beschrieben wird, diskutiert Kapitel 3.1 Kriterien für die Modellentwicklung, insbesondere die Aufstellung der notwendigen mathematischen Formeln.

Hinweise für die Lesbarkeit

- Es ist unstrittig, daß Computerprogramme weder Vorstellungen noch Gefühle oder Absichten haben. Sie verfügen nur über Zustände von Variablen sowie Regeln, die diese Zustände manipulieren. Das hier beschriebene Modell bezieht sich auf menschliches Verhalten. Um die Lesbarkeit zu erhöhen werden Begriffe wie Vorstellungen, Weltbild u.a. bewußt etwas lax zur Beschreibung des Modells verwendet.
- Schalter, mit denen Modellteile ein- oder ausgeschaltet werden können, werden zur besseren Unterscheidung mit griechischen Kleinbuchstaben bezeichnet.
- Konstanten, die der mathematischen Formalisierung geschuldet sind, werden mit griechischen Großbuchstaben gekennzeichnet.

3.1 Kriterien zur Modellentwicklung

Als Leitfaden der Modellerstellung wird die Forderung von Axelrod [1997b, S. 25 f.] verwendet, daß Multiagentensysteme in der Wissenschaft einfach in den Annahmen sein sollen, damit sie noch verstanden werden können.²¹ Die Komplexität liege im beobachteten Modellverhalten. Auf der anderen Seite verlangen soziale Phänomene eine bestimmte Modellkomplexität [Conte 2000]. Für die Modellentwicklung gilt es deshalb einen Weg zwischen den Polen Einfachheit und Erklärungsfähigkeit zu finden.

McGrath [1993a] strukturiert in seinem Rahmenmodell den Interaktionsprozeß in Kleingruppen, um die Erforschung von Kleingruppen in einer strukturierten Art und Weise zu ermöglichen (vgl. Kapitel 2.1). Durch das Rahmenmodell wird bestimmt, welche Entitäten und Wechselwirkungen vorhanden sein müssen. Das zu erstellende Modell SAM beschreibt die Entitäten aus dem Rahmenmodell näher, welches die minimale Komplexität bereits festlegt.

Die genaue Beschreibung, wie die Entitäten des Rahmenmodells funktionieren könnten, wird aus verschiedenen empirischen Befunden und speziellen Theorien abgeleitet. Die herangezogenen Befunde und Theorien bilden zusammen für jede Entität des Rahmenmodells eine Hypothese, die beschreibt,

²¹ Ein weiteres Argument für einfache Modelle geben Nowak und Lewenstein [1996]: Mit der Anzahl der Parameter steigt die Fehlerhaftigkeit aus statistischen Gründen an. Je umfangreicher ein Modell, desto höher die Wahrscheinlichkeit, daß es fehlerhaft ist.

wie diese Entität funktionieren könnte. Jede dieser Hypothesen setzt sich aus den verbalen Beschreibungen der verwendeten Befunde und Theorien zusammen.²² Das vorliegende Kapitel stellt vor, wie diese verbalen Beschreibungen in eine formale Beschreibung, dem Programmcode, „übersetzt“ wird. Um die Lesbarkeit der Arbeit zu erhalten, beschreibe ich verbal die verwendeten Algorithmen. Die wichtigsten mathematischen Formeln stelle ich auch formal vor. Wissenschaftstheoretisch hat die verbale Beschreibung den gleichen Status wie ihre formale Übersetzung, beides sind Hypothesen [Balzer et al. 2001].

Zur Erstellung von Formeln wird aus den Beschreibungen über die zu erzielende Wirkung eine Formelgestalt abgeleitet, und diese mit einer möglichst einfachen Funktion angenähert. Natürlich könnte auch eine andere Formel verwendet werden, die die gleiche Funktionsgestalt beschreibt, wodurch sich aber das Systemverhalten, das durch die Funktionsgestalt bestimmt wird, nicht ändert. Das Zusammenspiel aller Formeln bedingt die Modelldynamik, welche erst den Gruppeninteraktionsprozeß erzeugt.

Wo die mathematische Beschreibung Konstanten (z.B. Φ) verlangt, werden diese geschätzt, denn die soziologischen und sozialpsychologischen Theorien geben keinen Anhaltspunkt für die Wertewahl. Dazu werden verschiedene Werte ausprobiert, und ein Wert, bei dem das Modell ein plausibles Verhalten zeigt, ausgewählt. Auch hier gilt, daß viele andere Werte genauso gut oder sogar besser sein können. Eine empirische Messung ist meistens unmöglich, weil die gesuchten Konstanten der mathematischen Beschreibung geschuldet sind, nicht der soziologischen Theorie. Ob diese Konstanten eine Entsprechung in der Wirklichkeit haben, ist nicht bekannt – eher unwahrscheinlich.

Für die formale Beschreibung sind quantitative Angaben notwendig. Die benötigten quantitativen Angaben sind in der Literatur nicht vorhanden. Ein bekanntes Verfahren, das mit qualitativen Beschreibungen operiert, ist die „Fuzzy-Logik“ von Zadeh [1965]. Umgangssprachliche Beschreibungen wie „größer“ oder „weniger“ werden nicht Werten, sondern Intervallen („Fuzzy-Sets“) zugeordnet. Für eine Anwendung in der Simulation müßte nicht nur der Wert eines Parameters sondern auch der entsprechende Fuzzy-Set bestimmt werden, deren Festlegung von dem subjektiven Verständnis der verwendeten Begriffe abhängt. Anstatt zu sinken, steigt dadurch der Modelliereinfluß und die Modellkomplexität an, weshalb mir die Fuzzy-Logik für das Modell SAM wenig geeignet erscheint. Soweit möglich werden Parameter durch eine fünfwertige Skala beschrieben, deren quantitativen Werten qualitative Bedeutungen zugeordnet werden (siehe z.B. Kapitel 3.5.2). Um die mathematischen Beschreibungen einfach zu halten – und dadurch auch Axelrods [1997b] Prinzip gerecht zu werden –, werden die Skalenwerte intern wie Intervallskalenwerte behandelt. Wie anhand eines Feldexperimentes (Kapitel 6.3) zu erkennen ist, leidet die Plausibilität des Modellverhaltens nicht.

Eine wichtige Anforderung aus Kapitel 1.3 an das Simulationsmodell SAM stellt die Anpaßbarkeit an verschiedene Situationen dar. Insbesondere weisen reale Gruppenmitglieder verschiedene Persönlichkeitsmerkmale auf, d.h.

²² Der überwiegende Teil der sozialwissenschaftlichen Literatur verwendet keine formalen Beschreibungen, sondern ausschließlich die verbale Beschreibung, wie ein Blick in beliebige Fachzeitschriften zeigt [vgl. auch Klüver 1995]. Spieltheoretische Modelle und die Computersimulationen stellen Ausnahmen dar, welche bisher kaum auf das Verhalten von Gruppen angewendet worden sind.

das Modell SAM muß unterschiedliche Agentenbeschreibungen innerhalb einer simulierten Gruppe unterstützen [vgl. Latané 1996; Balzer et al. 2001]. Aus diesem Grund können für jeden Agenten individuelle Parameterwerte festgelegt werden. Die Flexibilität wird gesteigert, in dem die verwendeten Formeln für die Handlungswahl (Kapitel 3.5.3) durch Schalter individuell konfigurierbar sind. Durch „abschalten“ oder „anschalten“ kann für jeden Agenten individuell festgelegt werden, welche Einflüsse seine Handlungswahl mitbestimmen. Dieser Mechanismus unterstützt eine veränderbare Positionierung des Modells SAM zwischen Axelrods [1997b] Forderung nach Einfachheit und Contes [2000] Forderung nach Erklärungsfähigkeit. Es steht damit ein Werkzeug mit großer Variationsbreite zur Verfügung.

Um möglichst viele Wissenschaftler in die Lage zu versetzen, das Modell SAM nachzuvollziehen und auch neu zu implementieren, optimiere ich das Modell – insbesondere im Hinblick auf die Rechenzeit – für handelsübliche Personal Computer.

Nach Balzer et al. [2001] besteht eine wissenschaftliche Theorie aus mindestens einer Hypothese und Daten. Weiterhin muß sie ihren Geltungsbereich (System) angeben und Anhänger besitzen. Die Hypothesen müssen durch Nutzer verändert werden können. Bezogen auf Computerprogramme stellt der Programmcode die durch die Nutzer veränderbaren Hypothesen dar. Die Anfangszustände entsprechen den Daten. Wenn über eine längere Periode betrachtet das Computerprogramm eine Gruppe von Anwender hat, dann stellt das Computerprogramm eine wissenschaftliche Theorie dar [Balzer et al. 2001]. SAM modelliert demnach keine wissenschaftliche Theorie, sondern *ist* selber eine wissenschaftliche Theorie über Gruppenverhalten.²³ Mit Hilfe der Schalter und der anderen Parameter kann jeder Benutzer von SAM die verwendeten Hypothesen manipulieren, ohne Änderung im Programmcode vorzunehmen. Dadurch entstehen verschiedene Varianten der Theorie SAM [vgl. Balzer et al. 2001].

Allgemein wird seit der frühen Neuzeit Theorie als ein deduktives System verstanden, das aus Definitionen, Axiome, Schlußregeln und abgeleiteten Sätzen besteht [Lexikon der Philosophie 1991, S. 569]. Auch nach dieser Definition stellt SAM eine Theorie dar, denn die Entitäten sind definiert und bauen auf Axiome auf. Die Programmlogik stellt die Schlußregeln dar, mit deren Hilfe abgeleitete Sätze in Kapitel 7 und 8 formuliert werden.

3.2 Aufgabe: Farbgitter

Zuerst wird die Aushandlungsaufgabe, das Farbgitter, erläutert (Kapitel 3.2.1). Anschließend zeigt Kapitel 3.2.2, wie die Agenten ihre Vorstellung von „richtigen“ Lösung erzeugen und verändern.

3.2.1 Beschreibung des Farbgitters

In dieser Problemstellung haben die Akteure die Aufgabe ein Muster aus farbigen Feldern auf einem quadratischen Gitter zu erzeugen, dessen Seiten-

²³ Ist eine Theorie jung, hat sie in der Regel nicht mehr als einen Anhänger – dem Urheber [Balzer et al. 2001].

länge durch den Parameter **GITTERGRÖÖE** eingestellt wird. Für jedes Feld stehen m Farben zur Auswahl (**FARBANZAHL**). Modellintern werden die Farben wie Zahlen auf einer Zahlenstrecke behandelt, d.h. sie liegen zwischen den Extremwerten 0 und $m-1$.²⁴ Die Extremwerte stehen für extreme Lösungsvorschläge, die das Spektrum der möglichen Lösungen begrenzen. Der Abstand zwischen zwei Zahlen (Farben) ergibt sich aus der Differenz der zugeordneten Zahlen. Um die Aufgabe anschaulicher zu gestalten, werden den Zahlen Farben zugeordnet. Für das Modell sind nur die zugeordneten Zahlen relevant. Benachbarte Zahlen werden in ähnliche Farben transformiert.

Das HAP soll als Gestaltungsprinzip für Groupwareanwendungen dienen. Mit Groupware werden verschiedene Aufgaben wie Sachbearbeitung (Workflowmanagement) oder gemeinsames Erstellen von Texten oder Konstruktionen unterstützt. Das Farbgitter kann beispielsweise einen komplexen Entscheidungsfall, wie z.B. die Genehmigung zum Bau einer Fabrik, repräsentieren, der von mehreren Ressorts gemeinsam bearbeitet werden muß. Die Zellen repräsentieren die einzelnen Teilaspekte des Entscheidungsfalls, beispielsweise den Ort, den Umfang oder Umweltauflagen. Auch die Konstruktion eines Kraftwerks kann durch das Farbgitter abgebildet werden. Hier stellen die Zellen unterschiedliche Teilaspekte der Konstruktion wie Kühltürme oder Turbinen dar. Das Gesamtmuster des Gitters ergibt dann die Lösung des Entscheidungsfalls oder der Kraftwerkskonstruktion.

Das HAP ist für Probleme entwickelt worden, deren Lösung sich aus Elementarbausteinen, die einzeln verhandelt werden, zusammensetzt. Herrmann und Stahl [1998] verwenden als Beispiel den Aufbau einer Bookmarksammlung von einer Schülergruppe, die über die Aufnahme der einzelnen Bookmarks verhandelt. Zum Zeitpunkt des Aushandlungsbeginns kommen alle bis dahin gesammelten Bookmarks in Betracht, d.h. die Menge der betrachteten Bookmarks ist begrenzt. Die Bookmarks sollen über verschiedene Themen verteilt werden.

Arbeitsgruppen werden oft zur Bearbeitung von komplexen Problemen eingesetzt, weil durch die Integration verschiedener Perspektiven eine angemessenere Lösung erwartet wird. Ein Problem wird als komplex bezeichnet, wenn „(1) viele unterschiedliche Wissensfragmente für seine Lösung relevant sind und (2) wenn diesen Fragmenten unterschiedliche Kontexte zugrunde liegen, die zu unterschiedlichen Sichtweisen der Gesamtproblematik führen“ [Kirsch/Mayer 1976, S. 108]. Bei der Bearbeitung von komplexen Problemen erfolgt zur Komplexitätsreduktion oft eine Zerlegung in kleinere Teilbereiche, die separat bearbeitet werden können. Das Farbgitter symbolisiert mit seinen Zellen diese Teilbereiche. Dabei sind diese Teilbereiche sachlich unabhängig von einander, d.h. die Färbung einer Zelle steht in keinem durch die Aufgabe definierten Zusammenhang zu der Färbung einer anderen Zelle. Beide Zellen erhalten ihre Farbe unabhängig von einander nur durch den Gruppeninteraktionsprozeß, so daß die Beobachtung des Gruppenprozesses nicht durch aufgabeninduzierte Randbedingungen erschwert wird. Nach Einfärbung des gesamten Gitters kann man sagen, daß das Problem gelöst ist. Ein Vorteil der Zerlegung ist, daß Kompromisse möglich sind, d.h. bei jeder Zelle stellt sich die Frage neu, wer sich mit seinem Vorschlag durch-

²⁴ Damit die Aufgabe etwas anschaulicher ist, werden statt Zahlen Farben verwendet, ob man sich nun Farben oder Zahlen vorstellt, bleibt jedem Leser selbst überlassen, beides wird hier synonym verwendet.

setzt. Bezogen auf das gesamte Gitter können Agenten dagegen gleich erfolgreich sein. Das Farbgitter bietet sich als Modell für komplexe Probleme an. Warum wird kein realistischeres oder flexibleres Aufgabenmodell verwendet? Ziel dieser Arbeit ist, die Einflüsse von Gruppenstruktur und Persönlichkeitsmerkmalen bei Verwendung des HAP zu verstehen. Eine Betrachtung über den Einfluß verschiedener Aufgabentypen wäre eine eigene Untersuchung wert und kann in der vorliegenden Arbeit nicht geleistet werden, zumal eine Prognose des Aushandlungsergebnisses nicht beabsichtigt ist.

Jeder Agent betrachtet eine Menge von Farben als mögliche Lösungen für die durch die Zelle repräsentierte Teilaufgabe (siehe Kapitel 3.2.2), aus der Menge zeichnet er eine Farbe als die ideale Lösung aus (Vorstellung genannt). Damit wird eine 2-stufige Gewichtung der möglichen Lösungen erreicht. Aus welchen Gründen ein Agent die Vorstellung für die beste Lösung hält, ist für die Arbeitsweise des HAP unerheblich, da es die Aushandlung bereits erzeugter Vorstellungen beschreibt.²⁵

Die Aufgabe Färbung eines Farbgitters läßt sich in die Typologie von Gruppenaufgaben nach McGrath [1992c] unter „Cognitive Conflict Tasks“ (Type 5) und „Mixed-Motive Tasks“ (Typ 6) einordnen. McGrath bezeichnet mit „Cognitive Conflict Tasks“ Aufgaben bei denen die Parteien nicht verschiedene Präferenzen sondern Präferenzstrukturen haben. Präferenzstrukturen fließen bei SAM indirekt in der Erzeugung der Agentenvorstellungen und Handlungsziele ein (vgl. Kapitel 3.2.2 und 3.5.1). Mit „Mixed-Motive Tasks“ bezeichnet McGrath Aufgaben, die durch einen Gegensatz der Interessen und Standpunkte gekennzeichnet sind. Beispiele sind Lohnverhandlungen und Preisverhandlungen. Die Agenten können neben den verschiedenen Vorstellungen von der „richtigen“ Zellenfarbe auch bezüglich ihrer Ziele in Konkurrenz stehen, wenn jeder ausschließlich seine Lösung durchsetzen will [vgl. Anson/Jelassi 1990, S. 182].

Im Zentrum des Modells steht die Einigung auf eine Lösung (Farbe). Dabei existiert keine „richtige“ Lösung, sondern verschiedene Lösungen, die von Agenten mit unterschiedlichen Sichtweisen eingebracht werden. In Kapitel 3.2.2 wird detaillierter beschrieben, wie die Agenten zu ihrer Vorstellung von der richtigen Farbe kommen, an dieser Stelle soll nur ein kurzer Überblick gegeben werden.

Jeder Akteur hat für jede Zelle eine Vorstellung, welches die „richtige“ Farbe sei. Alle zellenspezifischen Vorstellungen eines Agenten zusammen ergeben das **VORSTELLUNGSGITTER**, welches die angestrebte Farbbelegung des gesamten Gitters bezeichnet. Agenten verfolgen kein Gesamtbild der Belegung, d.h. die Farbe in der Zelle A ist unabhängig von der Farbe in der Zelle B. Für jede Gitterzelle verfügt ein Agent über ein **WELTBILD**, das die Basis für die Vorstellung bildet. Hier sind alle Einflüsse, wie z.B. Normen, Werte, Moralvorstellungen, technisches Wissen, die für das Gewinnen der Lösungsvorstellung wichtig waren, zusammengefaßt. Das Weltbild umfaßt nicht nur das mental repräsentierte Wissen des Agenten, sondern auch das in Akten und anderen Unterlagen abgelegte Wissen. Wichtig ist, daß der Agent sich seine Vorstel-

²⁵ Natürlich sind damit „Manipulationen“ im Sinne von Ephrati et al. [1994] möglich. Die Rational Choice Theorie, die die Grundlage des Agentenmodells ist, bezieht sich ausdrücklich nur auf die subjektive Rationalität, diese kann von der Rationalität eines Beobachters abweichen (vgl. Kapitel 2.4). Wenn jemand nur Lösungsvorschläge macht, die für ihn angenehm sind, auch wenn diese nicht zu einem Optimum im Sinne der Spieltheorie führen, ist dies nach der Rational Choice Theorie rational.

lung vor der Aushandlung bildet. Während der Aushandlung ändert sich das Weltbild nur aufgrund von Zuhören²⁶, nicht aufgrund von „Aktenstudium“. Eine Informationsbeschaffung während der Aushandlung wäre ein zusätzlicher externer Einfluß auf den Aushandlungsverlauf, der im Rahmen der vorliegenden Arbeit vermieden werden soll, um zunächst einmal elementare Einsichten über Gruppenverhalten zu gewinnen.

Zwischen dem Weltbild und der Farbe besteht ein funktionaler Zusammenhang. Ändert sich das Weltbild, so ändert sich u.U. auch die vorgestellte Farbe. Verschiedene Weltbilder können zu der gleichen Farbe führen. Die Vorstellungen zweier Akteure unterscheidet sich an einigen, zufällig ermittelten, Stellen. Für jede Gitterzelle wird ausgehandelt, welche Farbe diese Zelle erhalten soll. Durch den Parameter **SCHEITERN ERSTREBENSWERT** kann weiterhin eingestellt werden, ob das Scheitern einer Aushandlung als erstrebenswert oder nicht erstrebenswert angesehen wird.

Neben der Vorstellung verfügt ein Agent für jede Gitterzelle über ein **TOLE-
RANZINTERVALL**, das angibt, welche weiteren Farben als Lösung noch akzeptabel sind und welche nicht. Gemessen wird die Akzeptanz an dem Ziel *Sicherung der eigenen Position*. Bezogen auf das Ziel *Lösung des gestellten Problems* sind alle Farben akzeptabel (siehe Kapitel 3.5.1 und 3.5.3). Das Intervall wird durch eine untere und eine obere Schranke um die Vorstellung herum definiert. Mit dem Parameter **MAXIMALE TOLERANZINTERVALLGRÖßE** wird die maximale Größe der Toleranzintervalle festgelegt, so daß auch Aufgaben modelliert werden können, in denen genau eine Lösung die Position des Agenten sichert. Weil die *Maximale Toleranzintervallgröße* Eigenschaften der Aufgabe modelliert, ist sie für alle Agenten gleich. Die Maßzahl des Parameters stellt die Anzahl Farben innerhalb des Toleranzintervalls bezogen auf die *Farbanzahl* dar. Hat die *Maximale Toleranzintervallgröße* den Wert *null*, dann besteht das Toleranzintervall nur aus der Vorstellung. Der Wert *eins* bedeutet, daß das Toleranzintervall alle Farben umfassen darf. Die Vorstellung kann an beliebiger Stelle im Toleranzintervall liegen. Die Toleranzintervalle werden mit den gleichen Techniken wie das Vorstellungsgitter erzeugt (**HÄUFIGKEIT DER ABWEICHUNG VON GRUNDTOLERANZINTERVALLEN**).

Vorstellungsgitter werden durch eine zufällige Veränderung eines einzigen zuvor zufällig erzeugten Grundgitters hervorgebracht. Der Parameter **HÄUFIGKEIT DER ABWEICHUNG VOM GRUNDGITTER** gibt für alle Zellen die Wahrscheinlichkeit an, daß die Farbe des Vorstellungsgitters eines Agenten nicht von dem Grundgitter übernommen wird. In diesem Fall wird die Zellenfarbe des Vorstellungsgitters zufällig ermittelt. Im Extremfall einer 100% Veränderung werden alle Zellen des Vorstellungsgitters zufällig gefärbt. Wenn das Vorstellungsgitter jedes Agenten um a von dem Urgitter abweicht, beträgt die Wahrscheinlichkeit p für eine Zelle, das diese bei allen n Agenten gleich ist:

$$p = (1-a)^n.$$

²⁶ Ich verwende den Begriff „Zuhören“ zur Anschaulichkeit, obwohl ich eine textbasierte Kommunikation modelliere. Ein neutraler Begriff wäre „Empfänger“, der aber bereits durch das bekannte Kommunikationsmodell von Shanon und Weaver [1949] besetzt ist. Bei Shanon und Weaver ist der Empfänger passiv, d.h. er verarbeitet die Nachrichten im Gegensatz zu SAM nicht aktiv [Herrmann 1994]. Im Kontext von SAM ist „Empfänger“ deshalb ein mißverständlicher Begriff.

Zusammenfassung der Parameter für die Aufgabe „Farbgitter“

Tabelle 1: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche bezüglich der Aufgabe „Farbgitter“

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Gittergröße		$n > 1$
Häufigkeit der Abweichung vom Grundgitter		$[0; 100]$
Häufigkeit der Abweichung von Grundtoleranzintervallen		$[0; 100]$
Maximale Toleranzintervallgröße (Anteil an Farbanzahl)		$[0; 1]$
Anzahl möglicher Farben	m	n

3.2.2 Vorstellung von der „richtigen“ Lösung

Jeder Agent besitzt eine individuelle **VORSTELLUNG**, wie jedes Feld gefärbt sein soll. Die Farbe repräsentiert die für ihn ideale Lösung. Probleme in der Realität besitzen selten nur eine „richtige“ Lösung, weshalb ein Agent zusätzlich über eine untere und eine obere Schranke, die die Menge der akzeptablen Farben begrenzen, verfügt (Toleranzintervall). Mit dem Parameter *maximale Toleranzintervallgröße* kann die Größe des Toleranzintervalls beschränkt werden. Dadurch lassen sich Probleme modellieren, für die der Agent genau eine Lösung sieht. Die tatsächliche Toleranzintervallgröße, sowie die Lage des Toleranzintervalls um die Vorstellung herum, wird für jede Zelle zufällig bestimmt. Im Verlauf des Aushandlungsprozesses versucht jeder Agent dafür Sorge zu tragen, daß die Ergebnisfarbe in seiner Menge der akzeptablen Farben liegt.

Ein Agent hat für jede Zelle eine Vorstellung von der „richtigen“ Lösung, so daß alle Vorstellungen zusammen die gewünschte Färbung des gesamten Farbgitters ergeben. Die Vorstellung markiert den Sollzustand. Für bereits ausgehandelte Zellen kennt der Agent die Farbe, auf die sich die Gruppe geeinigt hat. Diese Farbe bezeichnet den Istzustand einer verhandelten Zelle. Die Differenz zwischen Soll- und Istzustand erhöht die *Frustration* (vgl. Kapitel 3.5.2).

Die Vorstellung eines Agenten beruht auf seinem „Weltbild“, d.h. aus dem Weltbild läßt sich die Vorstellung berechnen. Unter einem Weltbild wird all sein Wissen, seine Problemwahrnehmung und seine Überzeugungen verstanden, die ihn zu der Vorstellung, welche Farbe die „richtige“ Lösung sei, gebracht haben (siehe Kapitel 3.2.1). Das Weltbild darf nicht mit dem Bild, das sich der Agent von seiner Umwelt macht, verwechselt werden. Das Bild

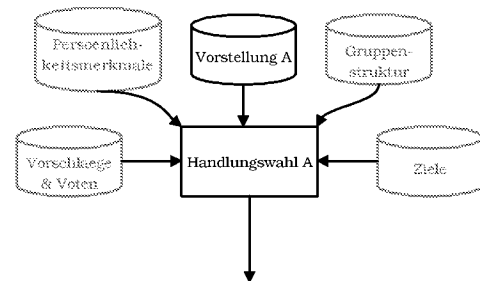


Abbildung 6: Einfluß der Vorstellung auf die Handlungswahl²⁷

²⁷ An verschiedenen Stellen wird zur besseren Orientierung ein Ausschnitt von Abbildung 20, Kapitel 3.6, gezeigt, in dem die diskutierten Entitäten hervorgehoben sind.

von der Agentenumwelt setzt sich aus seiner Vorstellung von der „richtigen“ Lösung (Kapitel 3.2.2), dem Aushandlungsablauf²⁸ (Kapitel 3.3 und 3.5.3) und seiner Beziehung zu den anderen Agenten (Kapitel 3.4) zusammen.

Wie auch die Umweltvorstellung wird das WELTBILD abstrakt modelliert – durch eine Zeichenkette aus Nullen und Einsen.²⁹ Eine Stelle in dieser Zeichenkette wird auch als Bit bezeichnet. Die Zeichenkette läßt sich mathematisch als Binärzahl auffassen und durch eine Modulo-Operation in eine Lösungsvorstellung transformieren:

$$\text{Farbe} = \left(\sum_{i=0}^n \text{Vorstellung}_i * 2^i \right) \bmod \text{Farbanzahl}; n \text{ Anzahl Bits}$$

Für jede Stelle der Zeichenkette verfügt ein Agent über einen Schwellenwert³⁰ zwischen 0,1 und 1,0, der angibt, wie bereit der Agent ist, seine Überzeugung zu ändern. Bei 1,0 ist er nicht bereit seine Ansichten zu ändern. Der Schwellenwert wird zu Beginn der Simulation zufällig gemäß einer Gleichverteilung ermittelt. Der Mittelwert der Verteilung beträgt 0,55. Sobald ein Agent eine andere Farbe bevorzugt, verschiebt sich auch sein Toleranzintervall, dabei bleiben – soweit es möglich ist – die Abstände zwischen Vorstellung und den Intervallgrenzen erhalten. Veränderungen treten dann auf, wenn eine Grenze außerhalb des zulässigen Farbbereichs liegen würde. Die Verschiebung ist notwendig, weil das Toleranzintervall die für den Agenten akzeptablen benachbarten Farben angeben soll. Bei einer Vorstellungsänderung wird als neue Farbe nicht unbedingt eine benachbarte ausgewählt.

Eine Handlungsalternative besteht in dem Begründen der eigenen Vorstellung (*Position begründen* siehe Kapitel 3.3.1). In dem die Agenten ihre Vorstellung begründen, kommunizieren sie miteinander.

Kommunikation zu modellieren und zu simulieren ist sehr schwierig. Ein Hemmnis ist die Mehrdeutigkeit der natürlichen Sprache. Bisher existieren keine befriedigenden Lösungen, wie Computerprogramme natürliche Sprache verstehen und zielgerichtet erzeugen können. Eine Vereinfachung, wie die hier vorgestellte, ist deshalb geboten.

Bezogen auf das Kommunikationsmodell von Herrmann [1994; 2001] (siehe Kapitel 2.1) werden bei der Nachrichtengenerierung weder die internen Zustände des Mitteilenden (innerer Kontext bei Herrmann), noch sein Bild von den Adressaten verwendet. Der äußere Kontext wird nur indirekt durch das Modell beschrieben. Weil die Agenten den Kontext der Aushandlung nicht verlassen können, ist eine direkte Modellierung des unveränderlichen äußeren Kontextes nicht notwendig. Allerdings wird die Interpretation durch die Adressaten genauer modelliert. Der Binärstring stellt die Nachricht dar. Mit den Schwellenwerten wird der innere Kontext modelliert. Der Expertenstatus stellt das Bild dar, das sich der jeweilige Adressat vom Mitteilenden gemacht hat (siehe unten). In dem ein Agent seine Position begründet, versucht er die Vorstellung seiner Zuhörer zu verändern (Abbildung 7).

²⁸ Bei der Betrachtung des Aushandlungsverlaufs kann der Agent die Notwendigkeit zu Kompromissen erkennen (vgl. Kapitel 3.5.3.2).

²⁹ Deffuant et al. [2000] verwenden ein ähnliches auf Binärzahlen basierendes System, um Meinungen und Meinungsänderungen zu beschreiben. Ich habe mein System davon unabhängig entwickelt und bereits am 25.11.99 in einem Vortrag vor der AG Modellbildung an der Universität Koblenz vorgestellt.

³⁰ Die untere Grenze des Wertebereichs muß größer null sein, damit spätere Berechnungen möglich bleiben (Logarithmus). Zur Vereinfachung wird 0,1 verwendet.

„Auch wenn sonst kein gezielter Eingriff in die außersubjektive Wirklichkeit stattfindet, so wird doch jeweils gezielt wechselseitig der Bewußtseinszustand des anderen Subjekts verändert. Der reale Bewußtseinszustand des anderen Subjekts ist Objekt meines Eingriffs.“ [Bahrdt 1994, S. 38]

Es wird angenommen, daß keine Mißverständnisse auftreten. Grundlage einer Vorstellungsänderung ist eine Veränderung des Weltbildes. Eine Veränderung des Weltbildes zieht eventuell ein verändertes Abstimmungsverhalten nach sich. Eine emotionale Färbung der Redebeiträge ist im Modell nicht vorgesehen, denn dazu müßten Gefühle modelliert werden. Der Verlust ist nicht so schwerwiegend, wie es auf den ersten Blick scheint. Computervermittelte Kommunikation bei entscheidungsunterstützenden Computersystemen (GDSS) ist nach Pinsonneault und Kraemer [1990, S. 151 f] aufgabenorientierter als Face-To-Face-Kommunikation. Emotionale Färbungen müssen explizit textuell mitgeteilt werden, weil die Modulation durch die Stimme fehlt.

Nach Herrmann [1994; 2001] entscheidet der Zuhörer aktiv, wie er das Gehörte in sein Weltbild einordnet. In der empirischen Kleingruppenforschung wurde weiterhin festgestellt, daß Akteure ihre Meinung anpassen, falls der Sprecher glaubwürdig ist [Girgensohn-Marchand 1994, S. 64]. In SAM wird dieses durch die Einbeziehung des Expertenstatus modelliert. Mit der Handlungsalternative *Position begründen* teilt ein Agent allen Zuhören sein Weltbild mit. Das Weltbild besteht aus einer Reihe Nullen und Einsen. Die Zuhörer vergleichen die gehörte Reihe mit ihrem eigenen Weltbild. Bei Differenzen prüfen sie für jede Stelle, ob der *Expertenstatus* des Sprechers größer als ihr jeweiliger Schwellwert ist. Diese Prüfung stellt die aktive Informationsverarbeitung beim Menschen nach, die für eine Übernahme von Argumenten notwendig ist [Zander 1979, S. 428]. Wenn ja, übernehmen sie die „Ansicht“, d.h. die Ziffer des Redners, sonst bleiben sie bei ihrer Meinung. Durch die Übernahme von Argumenten kann sich die Vorstellung des Agenten verändern.

Durch den Parameter *AD* kann eingestellt werden, wie groß der Anteil des Weltbildes ist, das ein Agent in einem Kommentar auf einmal darlegt (**ARGUMENTENGEHALTLOSIGKEIT**). Null bedeutet, er erzählt sein gesamtes Weltbild und 100 bedeutet er erzählt gar nichts. Die erzählten Stellen werden zufällig ausgewählt. Dadurch enthält eine längere Kommunikation für den zuhörenden Agenten immer neue Aspekte.

Wenn ein Akteur seine eigene Meinung aus dem Mund eines anderen hört, fühlt er sich in seiner Meinung bestätigt. Dadurch sinkt seine Bereitschaft sich von seiner Meinung abbringen zu lassen, wie verschiedene empirische Studien gezeigt haben [Girgensohn-Marchand 1994, S. 64]. Eine Meinungsbestätigung für das Argument, das das Bit *i* repräsentiert, findet bei SAM dann statt, wenn das

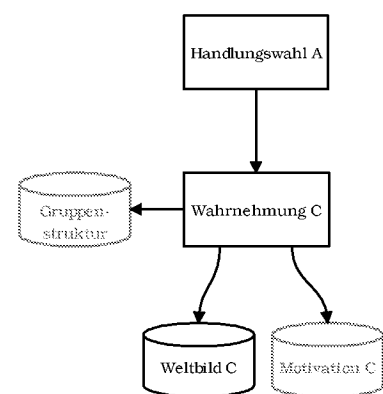


Abbildung 7: Einfluß der Handlungswahl des Agenten A auf das Weltbild des Agenten C durch dessen Wahrnehmung vermittelt.

mitgeteilte Weltbild des Sprechers und das Weltbild des Zuhörers an der Stelle i die gleiche Ziffer aufweisen. Alltagserfahrungen zeigen, daß je häufiger ein Argument bestätigt wird, desto fester wird der Glaube an seine Richtigkeit. Ist ein Akteur nur gering von dem Argument überzeugt, dann erscheint es plausibel, daß eine Bestätigung seines Argumentes seine Überzeugung wesentlich mehr stärkt, als wenn er bereits felsenfest von der Richtigkeit seines Argumentes überzeugt ist. Auf die Schwelle des Bits i angewendet, heißt dieses, daß die Schwelle um so stärker erhöht wird, je kleiner sie ist. Mathematisch beschreibt der Logarithmus diesen Sachverhalt:³¹

$$Schwelle_{i,t+1} = Schwelle_{i,t} + \frac{|\log(Schwelle_{i,t})|}{Geschwindigkeitsfaktor}$$

Mit dem Geschwindigkeitsfaktor kann reguliert werden, wie schnell sich der Schwellenwert erhöht. Dabei muß wegen des steilen Wachstums des Logarithmus zwischen null und eins vorausgesetzt werden, daß die Schwelle größer gleich 0,1 ist.

Neben dem Bestätigen der eigenen Vorstellung erhöht auch die Stimmabgabe die Schwellenwerte. Die Abgabe eines Votums ist die Bekanntgabe einer Entscheidung für einen Lösungsvorschlag. Der Akteur bindet sich an das Votum und ist für weitere Beeinflussungen unempfindlicher [Janis/Mann 1977, S. 279 ff.]. Technisch wird dieses durch die Anhebung der Schwellenwerte modelliert, dabei bezeichnet die **BINDUNGSKRAFT** C die Höhe der Anhebung. Je größer C ist, desto stärker ist die Erhöhung der Schwellenwerte, d.h. eine weitere Beeinflussung wird erschwert bzw. wird unmöglich.

Zusammenfassung der Parameter für die Vorstellung

Tabelle 2: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche für das Farbgitter und die Vorstellung

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Bindekraft	C	[0...1]
Argumentengehaltlosigkeit	AD	[0...100]
Geschwindigkeitsanpassung für Zuhören (Konstante)		$\aleph$
Maximale Toleranzintervallgröße (Anteil an Farbanzahl)		[0; 1]
Scheitern erstrebenswert		{ja; nein}
Bitlänge des Weltbildes		$\aleph$

3.3 Umwelt: Aushandlungssteuerung

Aushandlungen sind der Versuch mit unterschiedlichen Vorstellungen zu einer gemeinsamen Entscheidung zu kommen. Aushandlungen sind dadurch im wesentlichen von Kommunikationen geprägt. Kommunikation um-

³¹ Für die Schwellenerhöhung könnten weitere Faktoren wie *Unterstützung* oder *Expertenstatus* in Anlehnung an [Girgensohn-Marchand 1994, S. 64] einbezogen werden. Allerdings beschleunigen oder verzögern diese Faktoren den Erhöhungsprozeß lediglich, eine qualitative Veränderung erwarte ich nicht. Aus diesem Grund reicht – gemäß des Einfachheitsprinzips von Axelrod [1997b] – die einfachere Beschreibung aus.

faßt sowohl die übermittelte Nachricht als auch den für ihre Erzeugung bzw. Interpretation notwendigen inneren und äußeren Kontext des Sprechers bzw. Hörers, sowie das Bild seines Gegenübers [Herrmann 1994; 2001]. In einer computervermittelten Aushandlung nach dem HAP kommen zum einen strukturierte Handlungsmöglichkeiten (*vorschlagen*, *zustimmen*, *ablehnen*) und zum anderen eine unstrukturierte Handlungsmöglichkeit (*Position begründen*) vor. Im Gegensatz zu strukturierten Handlungsmöglichkeiten erlaubt die unstrukturierte Handlungsmöglichkeit freie Meinungsäußerung. Die Form und der zulässige Inhalt bei strukturierten Handlungsmöglichkeiten sind durch die Aushandlungssteuerung vorgegeben. Die Handlungsmöglichkeiten *Zustimmen* kann beispielsweise durch Drücken eines entsprechenden Schalters umgesetzt werden. Kommunikation im engeren Sinne findet nur bei der Handlungsmöglichkeit *Position begründen* statt (vgl. Kapitel 3.2.2).

Das HAP ist für computervermittelte Aushandlungen konzipiert worden. Neben einfachen Problemen, die durch eine einmalige Entscheidung gelöst werden können, existieren komplexere Probleme. Diese Probleme werden erst durch eine Folge von Entscheidungen bearbeitet, im folgenden wird deshalb – in Anlehnung an Kersten et al. [1991, S. 1270] – von einer **ITERIERTEN AUSHANDLUNG** gesprochen.³² Das Konzept der iterierten Aushandlung trägt dem Befund von McGrath [1993b] Rechnung, daß Alltagsgruppen verschiedene Aufgaben bearbeiten. Praktische Beispiele für den Einsatz des HAP sind bei Herrmann und Stahl [1999] zu finden.

Die maximale **AUSHANDLUNGSDAUER** ist beschränkt, und sollte bei der Konfiguration der Aushandlungssoftware festgelegt werden. Herrmann und Stahl [1998] schlagen weiterhin vor, daß die Aushandlung auch früher enden kann, sobald eine Mehrheit gefunden worden ist. Dabei wird m.E. übersehen, daß in der Frühphase von Aushandlungen Mehrheiten beispielsweise durch Herdenverhalten erzeugt werden, die sich im Verlauf der inhaltlichen Argumentation auflösen. Endet eine Aushandlung zu früh, mag zwar eine Mehrheit für den Vorschlag gewesen sein, aber die Gruppe hat noch keine gemeinsame Vorstellung über eine gute Lösung ausgebildet. Eine gemeinsame Vorstellung erleichtert später die Umsetzung der Entscheidung. Für diese Arbeit wird angenommen, daß eine Aushandlung erst mit Ablauf der dafür vorgesehenen Zeit endet, weil sonst Meinungswechsel nicht beobachtet werden können.

In Face-To-Face-Aushandlungen können Themen nur in sequentieller Folge ausgehandelt werden. Eine parallele Aushandlung würde zur Verwirrung führen. Die Möglichkeit, parallel Themen auszuhandeln, ist eine Stärke des HAP. Durch die Asynchronität des Mediums kann jeder Teilnehmer selber entscheiden welchem Thema er wann wieviel Zeit widmet. Kapitel 3.3.2.2 zeigt die Umsetzung in SAM.

Für die Implementation im Modell SAM sind einige Modifikationen notwendig (Kapitel 3.3.1). Weiterhin regelt das HAP wie die Nachrichten der Akteure verteilt werden (Kapitel 3.3.2) und wie ausgezählt wird (Kapitel 3.3.3).

³² Erneutes Aushandeln von Kompromissen wird z.B. auch von dem WWW-basierten System INSPIRE geboten [Teich et al. 1999, S. 232].

3.3.1 Adaption der Handlungsmöglichkeiten für SAM

In Kapitel 1.1 wurde das HAP vorgestellt. In diesem Kapitel wird nun dargestellt, wie die Handlungsmöglichkeiten des HAP für das Simulationsmodell SAM adaptiert werden können. Im HAP existieren die folgenden Handlungsmöglichkeiten [Herrmann/Stahl 1998, S. 107 ff.; Herrmann/Stahl 1999]:

- Vorschlagen,
- Vorschlag modifizieren
- Zustimmung,
- Einen Vorschlag ablehnen,
- Kommentieren,
- Enthalten oder
- Antrag auf einen Medienwechsel stellen („Let us talk“)

Das HAP weist gegenüber einer Face-To-Face-Aushandlung einige Einschränkungen auf. Der Ablauf und auch die Dauer der Aushandlung sind unabänderlich vorgegeben. Weiterhin sind nur verbale Äußerungen an die gesamte Arbeitsgruppe möglich, Gespräche zwischen bestimmten Personen (side-talks) werden nicht berücksichtigt.

In der hier vorliegenden Modellierung wird die Kommunikationsmöglichkeit gegenüber dem HAP eingeschränkt. Die Möglichkeit „Kommentieren“ läßt im HAP eine unstrukturierte Kommunikation zu, deren Modellierung aber eine der natürlichen Sprache ähnliche Sprache notwendig machen würde. Deshalb wird nicht der Austausch sondern die Wirkung von Kommunikation modelliert. Wobei sich auf die Darlegung des eigenen Weltbildes, was die Begründung für die eigene Vorstellung ist, beschränkt wird. Damit ist ein wichtiger Aspekt von aufgabenorientierter Kommunikation – nämlich die Argumentation – berücksichtigt. Empirischen Studien zur Folge ist computervermittelte Kommunikation bei entscheidungsunterstützenden Systemen aufgabenorientierter als Face-To-Face-Kommunikation bei Gruppenentscheidungen [Pinsonneault/Kraemer 1990, S. 151; Raganswamy/Shell 1997, S. 1150].

Die Möglichkeit einen Vorschlag zu modifizieren wird in der Simulation durch das Einbringen eines neuen Vorschlages modelliert. Eine Modifizierung macht Sinn, wenn ein Vorschlag aus verschiedenen Teilen besteht. In dem Simulationsmodell stellt ein Vorschlag eine Farbe dar, d.h. eine Modifikation bedeutet immer eine andere Farbe. Damit wird im Modell nicht zwischen dem Machen eines Vorschlages und dem Abändern eines Vorschlages unterschieden, d.h. die Einschränkung im HAP, daß nur der Originalvorschlag ergänzt werden darf [Herrmann/Stahl 1999], entfällt. Im Gegensatz zur Annahme von Vorschlägen ist einzelne Ablehnung von Vorschlägen nicht vorgesehen. Einmal können alle bisher gemachten Vorschläge abgelehnt werden. Zum anderen kann durch die Annahme eines Vorschlages alle anderen – bisherigen und zukünftigen – Vorschläge indirekt, automatisch abgelehnt werden. Zu jedem Zeitpunkt kann ein Agent keinem oder genau einem Vorschlag zugestimmt haben, um Widersprüche zu vermeiden.

Im HAP besteht die Möglichkeit zur expliziten Enthaltung [Herrmann/Stahl 1999]. Enthaltungen können in der realen Welt vor allem zwei Ursachen haben: Keine Zeit oder kein Interesse. Zeitmangel ist ein externer Einfluß, der im Modell SAM nicht berücksichtigt wird. Enthaltungen aus Mangel an Inte-

resse werden in SAM durch die mehrfache Wahl der Handlungsalternative *Warten* abgebildet (siehe unten).

Um auf Schwierigkeiten in der Aushandlung reagieren zu können, gibt das HAP jedem Akteur die Möglichkeit, den Wechsel des Mediums (auf Face-To-Face, telefonisch, etc.) vorzuschlagen (*Let us talk*). Stimmt die Mehrheit der Teilnehmer zu, kann der Medienwechsel vollzogen werden. Damit wird die Softwareumgebung verlassen, und der weitere Aushandlungsverlauf findet ohne Computerunterstützung statt. *Let us talk* initiiert eine Metaaushandlung, d.h. eine Aushandlung über das Medium, über das ausgehandelt werden soll. Das HAP ist auf diese Metaaushandlung selbstverständlich anwendbar. Akteure berücksichtigen bei dieser Entscheidung die Eigenschaften der möglichen Medien (Telefon, asynchrone Computerkommunikation, Face-To-Face, etc.) bzgl. ihrer Eignung für die Aushandlung. Dabei spielen auch emotionale Faktoren eine Rolle. Eine Modellierung der Option *Let us talk* müßte sowohl die Eigenschaften der verschiedenen Medien wie auch die emotionale Situation der Aushandlung zu einem bestimmten Zeitpunkt berücksichtigen. Dadurch stiege die Komplexität des Modells nur für diese Handlungsalternative deutlich, ohne das die Leistungsfähigkeit im gleichen Maße erhöht würde. Wäre eine Mehrheit von Agenten für einen Medienwechsel, terminierte die Simulation. Ohne Zweifel ist interessant zu wissen, unter welchen Randbedingungen ein Medienwechsel erfolgreich beschlossen wird. Allerdings scheint mir die Frage, wie das Aushandlungsprinzip sich in seiner *Anwendung* verhält, zum gegenwärtigen Forschungsstand bedeutender und grundlegender zu sein. Aus diesem Grund wird die Handlungsmöglichkeit „Medienwechsel“ in SAM nicht berücksichtigt.

Das Aushandlungsverfahren legt die Handlungsalternativen fest [vgl. Ostmann 1990, S. 673]. Die Handlungsoptionen des HAP werden zum Zwecke der Modellierung auf die wichtigsten Handlungen reduziert:

- Einen Vorschlag machen,
- warten,
- einem Vorschlag zustimmen,
- alle Vorschläge ablehnen und
- die eigene Position begründen.

Damit sind die drei wichtigsten Handlungen bei Aushandlungen – Vorschlag machen, Gegenvorschlag machen und argumentieren – berücksichtigt [Syca-ra 1991, S. 1251]. Diese Handlungsalternativen beziehen sich auf die Aushandlung eines Teilproblems (Zelle). Teilproblemübergreifende Handlungen, wie beispielsweise Stimmentausch, sind nicht vorgesehen. Ein Stimmentausch beispielsweise ist Ergebnis einer zusätzlich Aushandlung innerhalb der eigentlichen themenbezogenen Aushandlung. Damit kann der Stimmentausch prinzipiell mit SAM modelliert werden. Um die originären Einflüsse durch Interaktion in einer Aushandlung zu isolieren, werden eingeбетete Aushandlungsprozesse nicht berücksichtigt. Indirekt beeinflussen sich die einzelnen Aushandlungen durch die dynamische Gruppenstruktur und die Motivation der Agenten (siehe Kapitel 3.4 und 3.5.2). Zustimmungen können im HAP nur informell an Bedingungen geknüpft werden, d.h. ein Akteur stimmt einem Vorschlag zu, und knüpft durch einen Kommentar eine Bedingung an. Im automatischen Ablauf des HAP wird diese Zustimmung auch

dann gezählt wenn die Bedingung verletzt wird.³³ Bedingte Zustimmungen sind deshalb in SAM nicht vorgesehen.

Die Handlungsmöglichkeiten des HAP werden mit Modell SAM folgendermaßen umgesetzt. Die Handlungsalternative **VORSCHLAGEN** bewirkt entweder die Eröffnung der Aushandlung oder das Einbringen eines Alternativvorschlages. Zustimmung zu einem Vorschlag bezieht sich auf einen konkreten Vorschlag. Realisiert wird diese Option durch eine Handlungsalternative pro Vorschlag (**VORSCHLAG K ZUSTIMMEN**).³⁴ Die Handlungsoption Ablehnung aller Vorschläge wird direkt in die Handlungsalternative **ALLE VORSCHLÄGE ABLEHNEN** übersetzt. In SAM wird durch die Handlungsalternative **WARTEN** modelliert, daß der Agent nicht in jedem Zeitschritt aktiv in den Gruppeninteraktionsprozeß eingreifen muß, sondern auch passiv bleiben kann. Kommunikation ist, wie oben bereits betont, eine wichtige Interaktionsform in Gruppen. Im Modell SAM wird sie durch die Handlungsalternative **POSITION BEGRÜNDEN** modelliert (siehe auch Kapitel 3.2.2). Die Ausführung einzelner Handlungsalternativen nimmt immer gleich viele Zeittakte in Anspruch.

3.3.2 Verteilung der Nachrichten

Ausgehend von einer Problemdefinition wird das Verfahren in Gang gesetzt. Im HAP wird eine Aushandlung mit einem Vorschlag eröffnet. Auf SAM übertragen bedeutet dieses, daß der Agent, der als erstes agieren darf, einen Vorschlag machen muß. Durch den Parameter **AUSHANDLUNG MIT VORSCHLAG STARTEN** kann diese Vorgabe abgeschaltet werden.

Wenn das Problem komplex ist, wird es vor Beginn der Aushandlung in Teilprobleme zerlegt, die sequentiell oder parallel abgearbeitet werden. Für jedes Teilproblem wird die Lösung unabhängig von anderen Teilproblemen ausgehandelt. Sobald keine Teilprobleme mehr vorhanden sind und keine Neuaushandlung gewünscht wird, terminiert das Verfahren. Wenn die Option **ALLE ZELLEN AUSHANDELN** ausgeschaltet ist, terminiert die Aushandlung, sobald keine Zelle mehr zur Aushandlung vorgeschlagen wird, unabhängig davon, ob noch nicht verhandelte Zellen übrig sind.

Der Ablauf in SAM ist detaillierter in Abbildung 8 zu sehen. Zu Beginn werden die Agenten initialisiert. Anschließend eröffnet ein zufällig ausgewählter Agent eine Aushandlung zu der ersten Zelle. Eine Zeiteinheit lang werden alle Zellen, zu denen bereits eine Aushandlung begonnen worden ist, verhandelt. Anschließend lernen die Agenten, in dem die Aushandlungen rezipiert werden. Für die Aushandlungen, deren Zeit abgelaufen ist, werden die Voten gezählt und die Agenten rezipieren das Ergebnis. Wenn keine unverhandelten Zellen und keine laufenden Aushandlungen mehr vorhanden sind, endet die Simulation. Ansonsten beginnt der nächste Zeitschritt. Der Parameter Aushandlungsmindestabstand (Kapitel 3.3.2.2) legt fest, wann Aushandlungen initiiert werden können. Während einer Aushandlung können verschiedene Handlungen gemacht werden. Ein Agent hat bei der Aushandlung einer Zelle die Möglichkeit

³³ In einer älteren Fassung des HAP [Herrmann 1995] war die bedingte Zustimmung noch enthalten, sie ist aber in der aktuellen Fassung entfallen [Herrmann/Stahl 1998; Herrmann/Stahl 1999].

³⁴ Ein Agent kann sich taktisch verhalten, d.h. er kann für einen Vorschlag votieren, aber einen anderen verbal unterstützen.

- einen Vorschlag zu machen,
- einem Vorschlag zu zustimmen,
- alle gemachten Vorschläge zu dieser Zelle abzulehnen,
- zu warten oder
- seine Position zu begründen.

Sobald ein Agent einen Vorschlag macht, bedeutet dies, daß er implizit alle anderen Vorschläge ablehnt. Jeder Agent kann damit zu jedem Zeitpunkt maximal einem Vorschlag zustimmen. Ein Vorschlag darf jedoch nicht zurückgezogen werden. Allerdings kann jeder Agent zu einem späteren Zeitpunkt seinen eigenen Vorschlag ablehnen – durch Befürwortung eines anderen Vorschlages, Einbringen eines neuen Vorschlages oder durch Ablehnung aller Vorschläge. Jede Handlung die ein Agent ausführt, wird allen anderen Agenten mitgeteilt, so daß jeder weiß, was alle anderen machen. Durch den Parameter **TRANSPARENZ DER VOTEN** kann gesteuert werden, ob die Voten geheim oder öffentlich abgegeben werden.

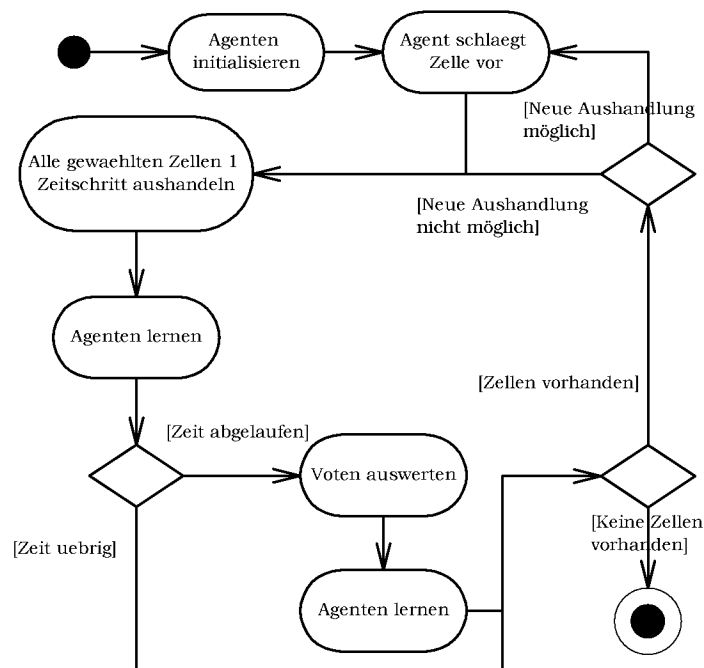


Abbildung 8: Wiederholter Ablauf des Aushandlungsverfahrens

Bis auf die Handlungen *Position begründen* und *Warten*, können die anderen Handlungen jeweils nur einmal ausgeführt werden. Die Handlung *alle Vorschläge ablehnen* kann erst dann erneut ausgeführt werden, wenn seit der letzten Ausführung mindestens ein neuer Vorschlag gemacht worden ist. Nur neue Lösungen dürfen vorgeschlagen werden. Der gleiche Vorschlag kann nicht zweimal eingereicht werden.

Solange die für eine Aushandlung angesetzte Zeit nicht abgelaufen ist, kann jeder Agent beliebig viele Handlungen durchführen (siehe Abbildung 9). Die Zeit wird diskret modelliert. Wählt ein Agent *Warten*, dann verändert er zu diesem Zeitschritt den Zustand des Verfahrens nicht.

Es gibt zwei besondere Situationen, erstens wenn eine Zelle erneut ausgehandelt werden soll (Kapitel 3.3.2.1) und zweitens wenn mehrere Zellen parallel verhandelt werden (Kapitel 3.3.2.2).

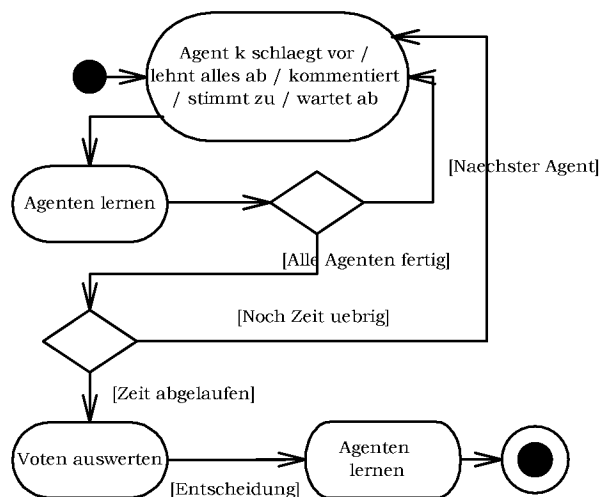


Abbildung 9: Darstellung des Ablaufs einer Aushandlung

3.3.2.1 Erneute Aushandlung

Wenn eine Gruppe Teilaufgaben einer komplexen Aufgabe getrennt von einander verhandelt, kann der Wunsch nach einer Revision früherer Entscheidungen im Lichte späterer Entscheidungen entstehen. Akteure können z.B. feststellen, daß ihre Vorstellung in den bisherigen Entscheidungen zu wenig berücksichtigt worden sind oder daß ihre Vorstellungen sich verändert haben. Eine erneute Verhandlung erscheint dann wünschenswert.

Wenn eine Aushandlung 10 Runden dauern soll, wird in den ersten neun Runden ausgehandelt und in der Zehnten das Ergebnis von der *Aushandlungssteuerung* ermittelt. In jeder Runde, in der ausgehandelt wird, können weitere Aushandlungsprozesse initiiert werden. Dazu bekommt jeder Agent eine Liste der Zellen, für die noch Aushandlungen initiiert werden können. Diese Liste umfaßt eine noch nicht verhandelte Zelle – sofern vorhanden – und Zellen, die erneut verhandelt werden können. Eine Zelle kann erneut verhandelt werden, wenn das Ende der letzten Aushandlung mehr Aushandlungen zurückliegt, als der Parameter **MINDESTABSTAND BEI NEUVERHANDLUNG** angibt. Die Anzahl möglicher Aushandlungen pro Zelle ist durch den Parameter **MAXIMALE ANZAHL AUSHANDLUNGEN PRO ZELLE (AM)** begrenzt. Ein Aus-

handlungsprozeß wird initiiert, falls ein Agent dieses wünscht. Eine Mehrheit ist nicht erforderlich. Die Berechnung wird in Kapitel 3.5.3.1 erläutert. Wenn $AM=1$ ist, kann jede Zelle nur einmal verhandelt werden.

Durch den Parameter **ALTES ERGEBNIS ALS SYSTEMVORSCHLAG** wird eingestellt, ob bei einer Neuaushandlung die Aushandlungssteuerung das alte Ergebnis – sofern eins erzielt worden ist – als Vorschlag einbringt. Wenn kein Vorschlag die notwendige Mehrheit erhalten hat, ist die Aushandlung gescheitert, d.h. die Zelle bleibt ungefärbt. Bei gescheiterten Aushandlungen schlägt die Aushandlungssteuerung Scheitern vor. Dadurch wird gewährleistet, daß die alte Entscheidung immer mit zur Abstimmung steht.

Mit einem weiteren Parameter *alle Zellen aushandeln* kann eingestellt werden, ob die Aushandlungssteuerung dafür sorgt, daß jede Zelle mindestens einmal ausgehandelt wird. Wenn kein Agent eine Zelle zur Aushandlung vorschlägt und noch mindestens eine nicht verhandelte existiert, schlägt die Aushandlungssteuerung die nächste noch nicht verhandelte Zelle vor. Wenn dieser Zwang jede Zelle auszuhandeln deaktiviert ist, bricht die Gesamtaushandlung ab, wenn keine Zelle zur Aushandlung mehr vorgeschlagen wird. Nicht verhandelte Zellen bleiben ungefärbt.

3.3.2.2 Parallele und sequentielle Aushandlungsprozesse

Beliebig viele Aushandlungsprozesse können parallel bearbeitet werden. Zu jeder Zeiteinheit entscheidet ein Agent – neben seiner Handlungswahl –, ob er einen weiteren Aushandlungsprozeß zu einer Zelle, die aktuell noch nicht verhandelt wird und verhandelbar ist, mit einem Vorschlag eröffnen soll oder nicht. Durch den Parameter **AUSHANDLUNGSMINDESTABSTAND** (AA) kann eingestellt werden, wie groß der Mindestabstand in Zeiteinheiten zwischen dem Start zweier Aushandlungen ist. Ist der Aushandlungsmindestabstand gleich der Aushandlungsdauer, findet eine sequentielle Bearbeitung statt, d.h. die Aushandlungen laufen nur nacheinander ab. Verhandelbare Zellen sind einmal die nächste Zelle im Gitter, die noch nicht verhandelt worden ist, und zum anderen, die Zellen, deren letzte Aushandlung mindestens *Mindestabstand bei Neuverhandlung* Aushandlungen zurückliegt und die weniger als die *maximale Anzahl Aushandlungen* verhandelt worden ist.

Solange der letzte Start einer Aushandlung mehr als *Aushandlungsmindestabstand* Zeiteinheiten zurückliegt, entscheiden die Agenten zu jeder Zeiteinheit vor der Handlungswahl, ob und wenn ja für welche verhandelbare Zelle eine Aushandlung begonnen werden soll. Wenn keine Zelle gewählt wird und der Schalter *Zwang jede Zelle auszuhandeln* eingeschaltet ist, dann wählt die Aushandlungssteuerung die nächste noch nicht verhandelte Zelle aus. Sobald alle Zellen ausgehandelt worden sind und kein Agent eine weitere Aushandlung wünscht, terminiert die Simulation.

Zu jedem Prozeß werden für eine Zeiteinheit alle Agenten aufgerufen ihre Reaktion zu bestimmen. In der nächsten Zeiteinheit darf der nächste Prozeß die Agenten aufrufen. Dadurch wird versucht, die Gleichzeitigkeit der Prozesse herzustellen. Sobald jeder aktive Prozeß einmal aufgerufen hat, werden die Prozesse entfernt, deren Aushandlungsdauer abgelaufen ist. Die neu gestarteten werden hinzugefügt und die Reihenfolge zufällig geändert.

3.3.3 Abstimmung

Es können verschiedene Abstimmungsverfahren zur Abstimmung verwendet werden [Herrmann/Stahl 1999]. Um die Auswirkung der Abstimmungsregel auf das Verfahrensergebnis untersuchen zu können, wird ein konfigurierbares Abstimmungsverfahren verwendet. Für jeden Agenten, der kein Votum abgegeben hat, wird eine Enthaltung gezählt.

Um Stimmenmehrheiten bestimmen zu können, wird vor Simulationsbeginn das Mindestverhältnis an abgegebenen Stimmen zu Gesamtstimmenanzahl (**MINDESTANTEIL STIMMEN**) und das Mindestverhältnis Pro-Stimmen (**MINDESTANTEIL PROSTIMMEN**) zu abgegebenen Stimmen festgelegt. Einige Beispiele sollen den Sinn dieser Einstellungen verdeutlichen:

Tabelle 3: Beispiele für Belegung der Parameter zur Beschreibung der Abstimmungsregel

Beispiel	Abgegebene Stimmen / Gesamtanzahl	Pro / abgegebene Stimmen	Rel. Mehrheit
Einfache rel. Mehrheit	0	0	Ja
Einfache abs. Mehrheit	0	0	Nein
Satzungsändernde Mehrheit	0	0,66	Nein
Mindestbeteiligung rel. Mehrheit	0,10	0	Ja
Mindestbeteiligung abs. Mehrheit	0,10	0	Nein

Welches Gewicht die Stimme (**GEWICHT DER STIMME**) eines Agenten in der Abstimmung hat, läßt sich einstellen. Damit wird eine Forderung von Ephrati et al. [1994 S. 369] an Aushandlungsmechanismen erfüllt. In manchen Gremien hat beispielsweise der Vorsitzende zwei Stimmen. Weiterhin kann dadurch ein Veto realisiert werden. Wenn die relative Stimmenmehrheit (**RELATIVE MEHRHEIT**) verwendet wird, sollte beachtet werden, daß diese nur das Stimmverhältnis zwischen Vorschlägen berücksichtigt. Sobald keine relative Mehrheit verwendet wird, wird der Vorschlag akzeptiert, der den angegebenen Mindestanforderungen an die Anzahl Prostimmen genügt. Ein Mindestanteil von weniger als 50% Prostimmen wird vom System ignoriert, um die Eindeutigkeit der Entscheidung zu gewährleisten. Würde beispielsweise ein Mindestanteil von 30% Prostimmen eingestellt, dann könnten bis zu drei Vorschläge diesem Kriterium genügen. Es könnte auch der Fall eintreten, daß nur ein Vorschlag 30% der Prostimmen erhalten hat, damit würde dieser angenommen, obwohl 70% gegen diesen Vorschlag wären. Ein Mindestanteil von weniger als 50% Prostimmen liefert nur in Verbindung mit der relativen Mehrheit eine eindeutige Entscheidung.

Wird zu einer Zelle nur ein Vorschlag gemacht und kein weiteres Votum abgegeben, so wurde damit eine Stimme abgegeben, die eine Prostimme ist. Damit erreicht dieser Vorschlag 100% Prostimmenanteil. Solange als Mindestbeteiligung eine Stimme ausreicht, ist dieser Vorschlag angenommen.

Mit dem Parameter Transparenz wird gesteuert, ob die Agenten während der Aushandlung sehen können, wer für was abstimmt und wie viele Stimmen

jeder Vorschläge bereits erhalten hat. Bei einer transparenten Aushandlung sehen die Agenten, wer für welchem Vorschlag stimmt. Zu jeder Zeit ist den Agenten bekannt, wie die bisherige Stimmverteilung für die Vorschläge ist. Bei einer intransparenten Aushandlung, sehen die Agenten nicht, wenn jemand für etwas stimmt. Die bisherige Stimmverteilung bleibt ihnen verborgen. Sie versuchen mit Hilfe der Redebeiträge auf die Mehrheitsverteilung zu schließen.

Zusammenfassung der Parameter des Aushandlungssystems

Tabelle 4: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche für die Abstimmung

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Aushandlungsmindestabstand	AA	$\mathbb{N}^0$
Maximale Anzahl Aushandlungen pro Zelle	AM	$\mathbb{N}$
Gewicht der Stimme	SG	$\mathbb{N}$
Aushandlungsdauer (ohne Zeitpunkt für Auszählung) entspricht Gesamtdauer - 1	$t_{\max}$	$\mathbb{N}$
Transparenz der Voten		{ja; nein}
Zwang jede Zelle auszuhandeln		{ja; nein}
Aushandlung mit Vorschlag starten		{ja; nein}
Relative Mehrheit		{ja; nein}
Mindestanteil Prostimmen		[0; 1]
Mindestanteil Stimmen		[0; 1]
Mindestabstand bei Neuverhandlung		$\mathbb{N}^0$

3.4 Gruppenstruktur

Unter Gruppenstruktur soll hier – im Unterschied zu Zander [1979, S. 446 f.] – das kognitive Geflecht an Zuschreibungen und Urteilen zwischen den Gruppenmitgliedern verstanden werden. Damit wird der Definition von McGrath [1984] gefolgt, der unter Gruppenstruktur die Form und Organisation der Arbeitsgruppe versteht. Die Beziehungsmuster zwischen den Akteuren werden dabei miteingeschlossen. Kognitive Relationen zwischen Agenten sind immer Seiteneffekte von Interaktionen. „Ob gewollt oder ungewollt, enthält jede Kontaktaufnahme zwischen Individuen oder Gruppen Elementen, die auf die persönliche Beziehung der Beteiligten einwirken“ [Frey et al. 1995, S. 353]. Die Beziehung der Gruppenmitglieder untereinander wird von jedem Gruppenmitglied kognitiv repräsentiert [Becker-Beck 1997, S. 269]. Auch zwischen zwei Sitzungen bleibt

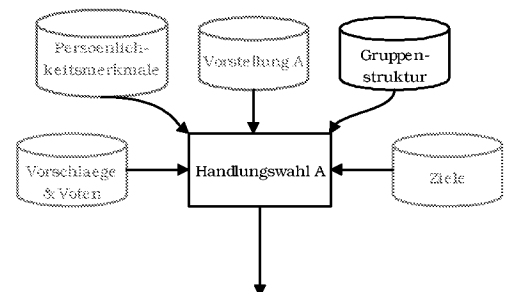


Abbildung 10: Einfluß der Gruppenstruktur auf die Handlungswahl

die Repräsentation erhalten, so daß die Gruppenstruktur auch bei den Treffen der Arbeitsgruppe fortbesteht [Boos 1996, S. 166 f.]. Nach Grunwald [1996, S. 742] entsteht dadurch in jeder Arbeitsgruppe eine Hierarchie. Wobei gilt, daß je größer eine Arbeitsgruppe ist, desto weniger Personen dominieren.

Die Beziehungen in einer Arbeitsgruppe lassen sich nach Girgensohn-Marchand [1994, S. 71] durch drei Dimensionen beschreiben.³⁵ Die Kommunikationsbeziehungen zwischen den Mitgliedern, die angeben, wer mit wem reden kann, stellt die erste Dimension dar. Im Modell SAM kann jeder Agent zu allen anderen Agenten kommunizieren, man spricht von einem vollständig vermaschten Netz. Deshalb dient diese Dimension im Rahmen des Simulationsmodells nicht der Differenzierung innerhalb der Gruppe, so daß diese Dimension nicht übernommen wird.

Die zweite Dimension ist die Sympathiestruktur. Sympathie gibt den Grad der Zu- bzw. Abneigung zwischen zwei Akteuren an. Nach Frey et al. [1995, S. 353] gehört Sympathie zu den wichtigsten Eigenschaften einer Arbeitsbeziehung. Sympathie ist neben der Kohärenz der Arbeitsgruppe ein wichtiger Faktor, der das Entstehen eines Konformitätsdrucks („Groupthink“) fördert [Janis/Mann 1977, S. 131 ff.]. Sympathie basiert jedoch auf dem „Wie“ von Handlungen, vor allem von Kommunikation, so daß diese Dimension bisher in SAM nicht berücksichtigt werden kann. Eine abgewandelte Variante, die sich auf die aufgabenorientierte Richtung von Handlungen beschränkt, wird statt dessen verwendet. Sie wird **UNTERSTÜTZUNG** genannt. *Unterstützung* und auch *Leadership* (s.u.) weisen einen starken Bezug zu dem Konzept „Macht durch Identifikation“ [Schneider 1985, S. 156 f.] auf. Darunter wird die Neigung verstanden, daß ein Akteur sich in seinem Verhalten an das Verhalten seines Vorbildes anpaßt. In SAM kann die Anpassung des Votierverhaltens als Verhaltensanpassung aufgefaßt werden.

Bei der dritten Dimension handelt es sich um die Machtstruktur, die im Modell SAM in drei Elemente zerlegt wird: *Expertenstatuts*, *Leadership* und *Loyalität*. Die Glaubwürdigkeit von Agenten hängt von ihrem Ansehen als Experte ab – dem **EXPERTENSTATUS**. Scholl [1991] betrachtet Wissen als eins von drei Elementen, die den Interaktionsprozeß bestimmen, weshalb der *Expertenstatus* die zugeschriebene Macht basierend auf Wissen repräsentiert [vgl. Pelz 1995, S. 200]. Die Dimension *Expertenstatus* entspricht dem kognitiven Wissen nach Scholl. Je höher das Ansehen ist, desto mehr Gewicht bekommt die Äußerung [vgl. Ortmann 1990; Schneider 1985, S. 157]. Der *Expertenstatus* stellt die Sachkenntnis dar, die ein Agent einem anderen zuspricht, in Relation zur eigenen Sachkenntnis. Ein anderer Agent kann also als mehr wissender, gleichviel wissend oder unwissender eingeschätzt werden. Damit ist der *Expertenstatus* ein Ausdruck des Vertrauens auf die Sachkenntnis des Gegenübers, eine Überprüfungsmöglichkeit ist nicht gegeben [vgl. Kirchmann 1985].

Nach Scholl [1991] ist soziale Einwirkung für den Interaktionsprozeß wichtig. Unter sozialer Einwirkung versteht er Macht und Einflußbeziehungen. Direkte Machtbeziehungen, d.h. ein Agent kann einen anderen Agenten ge-

³⁵ Kirchmann [1985] verwendet in seinem Modell zur Leistungsbestimmung von teilautonomen Arbeitsgruppen nur eine Dimension (Positiv – Negativ). Die Aufgaben, der von Kirchmann betrachteten Gruppen, bestanden in der Fertigung von Gegenständen und nicht in der Aushandlung. Hierbei spielen vielfältige Beziehungen zwischen den Gruppenmitgliedern eine Rolle, weshalb die Gruppenstruktur in mehreren Dimensionen betrachtet wird.

gen dessen Willen zwingen, sind in SAM nicht realisiert. Einfluß wird über die Meinungsführerschaft (*Leadership*) ausgeübt. **LEADERSHIP** ist ein Maß dafür, wie stark einem Agenten die Meinungsführerschaft in einer Arbeitsgruppe zugeschrieben wird. „Auf der individuellen Ebene wurden diejenigen Gruppenmitglieder, die mehr sprachen, auch höher im Hinblick auf Führerschaft (*leadership*) eingeschätzt“ [Becker-Beck 1997, S. 92; vgl. auch Zander 1979, S. 441; in Bezug zu Groupthink siehe auch Janis/Mann 1977, S 131 ff.].

Während die oben genannten Dimensionen emotionale Elemente der Beziehung beschreiben, wird mit **LOYALITÄT** die formale Beziehung dargestellt. Ein Untergebener ist loyal seinem Vorgesetzten gegenüber. Schneider [1985, S. 155 f.] nennt dieses „Macht durch Legitimation“. Ein Vorgesetzter muß jedoch nicht loyal seinem Untergebenen gegenüber sein. Neben formalen Beziehungen kann unter *Loyalität* auch informelle Abhängigkeitsverhältnisse ausgedrückt werden, wenn diese nicht durch eine der anderen Dimensionen abgedeckt werden.

Jede der in SAM verwendeten vier Dimensionen (*Loyalität*, *Expertenstatus*, *Leadership*, *Unterstützung*) wird auf einer fünfstufigen Skala gemessen (Tabelle 5). Keine Dimension bestimmt das Verhalten eines Agenten alleine, sondern immer die Kombination aus allen Dimensionen, z.B. muß ein Untergebener (*Loyalität* = 1), der seinen Vorgesetzten haßt (*Unterstützung* = 0) und ihn für gleich kompetent hält (*Expertenstatus* = 0,5), nicht alle Vorschläge des Vorgesetzten akzeptieren. Die Werte für jede Gruppenstrukturdimension lassen sich als Matrix aufschreiben. Jeder Agent kennt indes nur die Werte seiner Beziehung zu anderen Agenten.

Tabelle 5: Übersicht der vorgeschlagenen verbalen Beschreibung der Skalenwerten bezogen auf die Dimensionen der Gruppenstruktur

Dimension	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Loyalität	deutlich untergeordnet	untergeordnet	gleichgestellt	übergeordnet	deutlich übergeord.
Leadership	nie	selten	manchmal	häufig	Immer
Unterstützung	nie	selten	manchmal	häufig	immer
Expertenstatus	deutlich unwissender	unwissender	gleich wissend	wissender	deutlich wissender

Nach Becker-Beck [1997, S. 16; vgl. McGrath 1993a] ist die Beziehungsstruktur einer Gruppe dynamisch, d.h. sie ändert sich in Abhängigkeit von den Interaktionen im Verlauf der Gruppensitzungen (Abbildung 11). Die Dimension *Loyalität* verändert sich im Laufe der Interaktion nicht, weil sie die formalen Abhängigkeiten darstellt, die in der Regel außerhalb der Arbeitsgruppe bestimmt werden und deshalb nicht von der Gruppeninteraktion direkt beeinflusst werden.

Der *Expertenstatus* beruht auf Zuschreibungen der Agenten zueinander, nicht auf „objektiven“ Evidenzen. Eine Zuschreibung kann zutreffend sein oder auch nicht. Eine Aushandlung wird hier als ein geschlossenes System verstanden, weshalb ein Agent das Wissen eines anderen Agenten nicht überprüfen kann, deshalb ändert sich der *Expertenstatus* sich im Verlauf der Aushandlung nicht. Eine externe Prüfung z.B. durch Experimente oder An-

schauung ist nicht möglich. Zu Beginn der Aushandlung schreibt jeder Agent jedem anderen einen *Expertenstatus* zu, d.h. er entscheidet, ob der ihn als wissender, gleichviel wissend oder unwissender einstuft. Dieser Wert bleibt während der Simulation unverändert.

In einem Laborexperiment zeigen Sorrentino und Boutillier [1975] für Face-To-Face-Situationen, daß Führerschaft – in SAM durch *Leadership* modelliert – eher von der Häufigkeit der Beteiligung als von der Qualität abhängt, denn Quantität ist ein offensichtlicherer Indikator als Qualität, sich für die Belange der Gruppe einzusetzen. Hohe Gesprächsbeteiligungen haben empirisch zu erfolgreicherem Vorschlägen geführt [Scharpf 1988, S. 38 f.]. Die Häufigkeit von Redebeiträgen ist in asynchronen, computervermittelten Diskussionen kein Erfolgskriterium mehr,

weil jeder Teilnehmer so viele Beiträge machen kann, wie er will. Im Gegensatz zur Face-To-Face-Situation konkurrieren die Teilnehmer nicht um die Redezeit sondern um die Aufmerksamkeit der Leser. Allerdings kann jeder die Menge der Beiträge wahrnehmen, auch wenn er ihren Inhalt nur partiell betrachtet. *Leadership* kann deshalb nur durch einen erfolgreichen Vorschlag erhöht werden. Scheitern aber alle eigenen Vorschläge, so sinkt die Anerkennung der Führerschaft. *Leadership* wird nach jeder Zellaushandlung aktualisiert. Der Wert für *Leadership* wird pro Agent in Bezug zu dem Agenten, dessen Vorschlag angenommen worden ist, um den festen, globalen Wert α_F erhöht und in Bezug zu allen anderen Agenten, die abgelehnte Vorschläge eingebracht haben, um α_F verringert. Die Anzahl der gescheiterten Vorschläge spielt dabei keine Rolle, d.h. hat ein Agent beispielsweise fünf abgelehnte Vorschläge eingebracht, reduzieren die anderen Agenten ihren *Leadership*-Wert lediglich einmal um α_F .

Die vorliegenden Untersuchungen zur Meinungsführerschaft beziehen sich durchweg auf Face-To-Face-Situationen. Im Gegensatz zur asynchronen Kommunikation liegt dort eine Konkurrenzsituation um die Redezeit vor, d.h. wer viel redet hat im Allgemeinen einen größeren Einfluß als jemand, der wenig redet. Bei asynchroner Kommunikation verfügt jeder Teilnehmer über die gleiche Menge Redezeit. Aus diesem Grund erscheint es fraglich das *Leadership* an die Redehäufigkeit zu koppeln, weil die Redezeit nicht mehr als ein Maß für Einfluß gelten kann.

Die *Unterstützung* eines Agenten zu einem anderen Agenten ändert sich positiv, sobald dieser das gleiche Votierverhalten zeigt. Die *Unterstützung* wird zu allen Agenten, die für den gleichen Lösungsvorschlag wie der betrachtete Agent stimmten, um den festen, globalen Wert α_S erhöht. Gegenüber allen Agenten, die dagegen stimmten, sinkt die *Unterstützung* um α_S . Dieser Mechanismus trägt der Beobachtung Rechnung, daß Sympathie, die durch Interaktionen erhöht wird, selber zu vermehrter Interaktion führt [Willson-

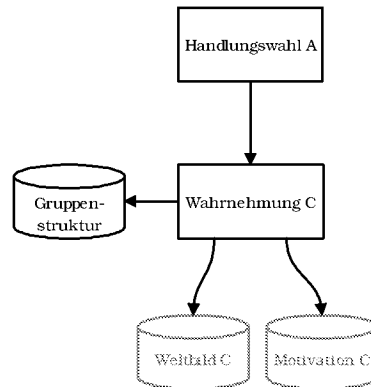


Abbildung 11: Einfluß der Handlungswahl des Agenten A auf die Gruppenstruktur in der Wahrnehmung des Agenten C

Quayle 1997, S. 237]. Sympathie und Interaktionshäufigkeit sind damit positiv rückgekoppelt. Durch diese Rückkopplung würde die *Unterstützung* in Aushandlungen nur zunehmen, weshalb eine Reduktion bei negativen Voterverhalten durchgeführt wird. Scholl [1991] stützt diese Überlegung, indem er annimmt, daß Akteure u.a. nach Übereinstimmung ihrer Ansichten streben.

Leadership, *Unterstützung*, *Loyalität* und *Expertenstatus* bilden zusammen die Gruppenstruktur. Die Gruppenstruktur beeinflusst die Handlungswahl eines Agenten und ist ihrerseits Ergebnis vorangegangener Handlungswahlen. Damit wird die empirische Erkenntnis, daß vergangenes Verhalten die gegenwärtige Entscheidung beeinflusst, im Modell berücksichtigt [Lüdemann 1997, S. 79 f.].

Die Änderung der Dimensionen, die die Gruppenstruktur beschreiben, erfolgt in kleinen Schritten, dadurch werden Zwischenstufen möglich. Die Konstanten α_S und α_F sollten kleiner als 0,25 sein, so daß in der Regel mehrere Änderungen notwendig sind, ehe sich der korrespondierende Wert auf der fünfwertigen Meßskala ändert. Die Variablen sind metrisch. Die fünf Skalenwerte dienen lediglich der einfachen Integration von empirischen Beschreibungen in das Modell.

Zusammenfassung der Parameter für die Gruppenstruktur

Tabelle 6: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche für die Gruppenstruktur

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Unterstützung zum Agenten i	S_i	[0...1]
Loyalität zum Agenten i	L_i	[0...1]
Expertenstatus zum Agenten i	E_i	[0...1]
Leadership zum Agenten i	F_i	[0...1]
Anpassungsrate Unterstützung (Konstante)	α_S	[0...1]
Anpassungsrate Leadership (Konstante)	α_F	[0...1]

3.5 Agentenmodell

Ein **AGENT** ist ein softwaretechnisches Modell eines Akteurs. Implementiert als eigenständiges Softwareobjekt. Die hier modellierten Akteure sind proaktiv, reaktiv, autonom und haben soziale Fähigkeiten, weshalb sie Agenten im Sinne von Wooldridge und Jennings [1995] sind. Unter sozialen Fähigkeiten wird die Fähigkeit zur Interaktion mit anderen Agenten verstanden, wozu eine Art von Sprache notwendig ist. In SAM basiert die gesamte Aushandlung auf Interaktion und Kommunikation.

Um die Plausibilität des Modells zu erhöhen, ist es notwendig, daß die Agenten ein menschenähnliches Verhalten zeigen. Zwei wesentliche Einflußfaktoren auf menschliches Handeln werden von Becker-Beck [1997, S. 288] angenommen: Persönliche Disposition und der momentane Situationseinfluß. Die persönliche Disposition wird in SAM durch die Persönlichkeitsmerkmale

(Kapitel 3.5.2) umgesetzt. Aus den erfolgten Handlungen (Vorschlägen, Position begründen, etc.) konstituiert sich der momentane Situationseinfluß.

Bei der Modellierung von Gruppenmitgliedern tritt das Problem auf, daß es keine allgemein anerkannte und empirisch gestützte Theorie gibt, wie Gruppenmitglieder Entscheidungen treffen [Becker-Beck 1997; Zander 1979, S. 424; Pelz 1995, S. 25]. Aus diesem Grund werden verschiedene Theoriefragmente und empirische Resultate zu dem vorliegenden Modell verknüpft.

Weiterhin wird in diesem Modell angenommen, daß ein Agent während der Aushandlung einer Zelle nicht vergeßlich ist. Diese Annahme wird gerechtfertigt dadurch, daß die Diskussion durch ein technisches System unterstützt wird, das das gesamte Aushandlungsgeschehen speichert und anzeigt. Zu jedem Zeitpunkt ist ein Überblick über den Verlauf der momentanen Aushandlung möglich. Bei abgeschlossener Aushandlung einer Zelle erinnert sich ein Agent nur an das Ergebnis.

Das Agentenmodell von SAM ist gemäß der BDI-RC Architektur aufgebaut. In Kapitel 2.5 wird diese Architektur definiert. Abbildung 12 zeigt die Anwendung der Architektur in SAM. Handlungen anderer Agenten und Nachrichten der Aushandlungssteuerung (Auszahlungsergebnisse) werden von der *belief revision function* wahrgenommen, welche dann die *belief* des Agenten aktualisiert. Unter *beliefs* werden die Vorstellung von der „richtigen“ Lösung (Kapitel 3.2.2), Gruppenstruktur (Kapitel 3.4) und die Persönlichkeitsmerkmale (Kapitel 3.5.2) zusammengefaßt. Die *action alternative filter function* (AAFF) erstellt eine Liste möglicher Handlungsalternativen (*intentions*) auf der Basis der *beliefs*, der Handlungsziele (*desires*) und des bisherigen Geschehens. Kapitel 3.5.1 stellt die Handlungsziele (*desires*) vor. Aus den *intentions* wird von der *action selection function* die Handlungsalternative mit dem größten subjektiven Nutzen ausgewählt (Kapitel 3.5.3).

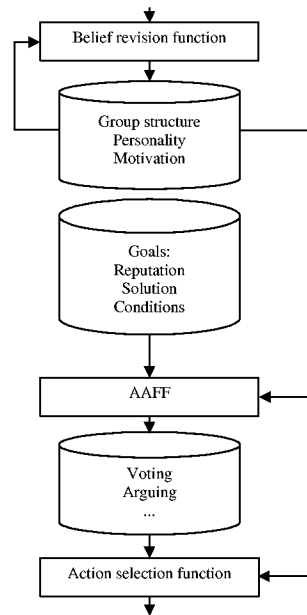


Abbildung 12: Aufbau der BDI-RC Agentenarchitektur in Bezug zu SAM

3.5.1 Desires: Ziele

Neben dem Thema einer Aushandlung – hier das Farbgitter – beeinflussen die Ziele der Akteure den Aushandlungsprozeß [vgl. Sebenius 1992, S. 26 f.].³⁶ Die Agentenziele werden im folgenden ausführlich hergeleitet. Dabei verläuft die Diskussion einmal auf der Ebene der sozialwissenschaftli-

³⁶ Sebenius [1992] verwendet statt des Worte „Ziele“ das Wort „Interests“. Im Rahmen dieser Arbeit bedeuten beide Begriffe das gleiche.

chen Befunde, welche durch den Begriff „Akteur“ angezeigt wird. Diese Ebene wird auf die Modellebene bezogen, für die der Begriff „Agent“ steht. Ein Aushandlungsprozeß findet statt, wenn eine Arbeitsgruppe von Akteuren, aus eigenem Antrieb oder gezwungener Maßen, aus ihren divergierenden Vorstellungen von der Lösung eines gegebenen Problems zu einem Kompromiß kommen will bzw. muß. Dieser Kompromiß kann die Basis für weitere Aushandlungen oder für die Ausführung der Entscheidung sein.

„Da es nicht mehr die eine beste Lösung gibt, sondern immer mehrere Optionen, für deren Auswahl aber eindeutige Entscheidungskriterien fehlen, wird die Entscheidungsfindung zu einem konfliktreichen Aushandlungsprozeß, dessen Ausgang bestimmt wird von der jeweiligen argumentativen und politischen Stärke der Entscheidungsträger – der Entscheidungsprozeß wird zu einem hoch politischen Akt.“ [Ortmann 1995, S. 215]

Jeder Akteur versucht seine persönlichen Ziele in einem Aushandlungsprozeß zu erreichen. Weil nach außen hin die Aushandlung der Erreichung eines gemeinsamen Beschlusses dient, der eine Lösung des gestellten Problems darstellen soll, versteckt jeder Akteur seine Ziele hinter rationalen Argumenten. Denn „diese persönlichen Interessen können allerdings wegen des selbstgesetzten Rationalitätsanspruches der Unternehmen nur verfolgt werden, wenn sie sich hinter den objektiven Zielen – wie z.B. Verbesserung der Unternehmensleistung oder Erhöhung der Effizienz – gleichsam verbergen, denn nur solche Ziele gelten als legitim“ [Ortmann 1995, S. 206].

Nach Grunwald [1996, S. 748] verfolgen Gruppenmitglieder mindestens eins der folgenden Ziele

- Individuelle Gewinnmaximierung (Individualismus),
- Maximierung des Gewinnes eines Partners (Altruismus),
- Maximierung des gemeinsamen Profits (Kooperation),
- Maximierung des relativen Gewinns (Kompetition),
- Maximierung des Verlustes beim Partner (Aggression),
- Maximierung des eigenen Verlustes (Masochismus),
- Maximierung der „Dominanz des anderen über die eigenen Gewinne“ (Märtyrertum) und
- Minimierung der gemeinsamen Gewinne (Sadomasochismus).

Um diese Ziele verfolgen zu können, muß ein Akteur in der Lage sein verschiedene Handlungsalternativen und Vorschläge mit einem objektiven Maß zu bewerten. Er muß wissen, wie hoch der eigene Gewinn im Vergleich zu den Gewinnen anderer Akteure ist. Der Begriff Nutzen ist ein subjektives Maß, d.h. der Nutzen eines Akteurs kann nicht gegen den Nutzen eines anderen Akteurs aufgerechnet werden. Es bleibt zu vermuten, daß in vielen

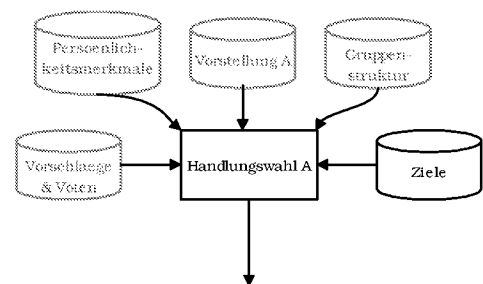


Abbildung 13: Einfluß der Ziele auf die Handlungswahl

Situationen ein objektives Gewinnmaß nicht existiert. Um dieses Modell möglichst in vielen Situationen einsetzbar zu machen, werden die Ziele von Grunwald nicht berücksichtigt. Nach Ortmann [1995, S. 212] und Kerres und Rosemann [1992, S. 6 f.] werden folgende Ziele verfolgt:

- Ausweitung des eigenen Einflußbereichs,
- Verbesserung der Karrierechancen,
- Verbesserung individueller Arbeitsbedingungen und
- Erreichung der Organisationsziele.

Manz [1990, S. 88 f.] hat bei Produktionsfacharbeitern des Maschinenbaus folgende Interessen festgestellt:

- Verhinderung negativer Beeinflussung der eigenen Arbeitssituation [vgl. auch Ortmann 1990, S. 90 ff.] und
- Tugend der Arbeitsmoral.

Eine Verbesserung der eigenen Karrierechancen ist z. B. durch Beförderung möglich. Für eine Beförderung ist das Ansehen bei Vorgesetzten wichtig. Das Ansehen bei Vorgesetzten ist ebenfalls für eine Ausweitung des eigenen Einflußbereichs hilfreich, aber auch das Ansehen bei Kollegen. Einflußbereiche können horizontal oder vertikal verschoben werden. Im Modell SAM durch das Ziel „Steigerung des Ansehens“ repräsentiert. Das Arbeitsumfeld umfaßt nicht nur die zu verrichtenden Tätigkeiten, sondern auch Gratifikationsregeln usw. Ihre Sicherung ist nach Ortmann [1990, S. 90 ff.] ein wichtiges Ziel in Aushandlungsprozessen – im Modell SAM durch das Ziel „Sicherung der eigenen Position“ ausgedrückt.

Unter Tugend der Arbeitsmoral versteht Manz [1990] eine Arbeitshaltung, die auf Problemlösung ausgerichtet ist. Im Modell SAM wird die Tugend der Arbeitsmoral durch das Ziel „Lösung des gestellten Problems“ ausgedrückt.

Für eine Konzentration auf drei Ziele spricht die empirisch gemachte Beobachtung, daß Akteure bei ihrer Entscheidung meistens ca. zwei Ziele berücksichtigen [Lüdemann 1997, S. 138 ff.], dabei wurden überwiegend egoistische Ziele festgestellt. Auch im Modell überwiegt die Anzahl der egoistischen Ziele. Im folgenden werden die Handlungsziele, die Agenten im Modell SAM verfolgen, definiert.

- **SICHERUNG DER EIGENEN POSITION (KURZ: POSITION).** Die Vorstellung eines Agenten von der Problemlösung – die Farbe – stellt immer die Sicherung der eigenen Position sicher. Jeder Vorschlag innerhalb der Menge der annehmbaren Lösungen stellt keine Bedrohung der eigenen Position dar, allerdings jeder Vorschlag, der außerhalb des Toleranzintervalls liegt. Dabei berücksichtigt er aber die Macht von Gruppenmitgliedern, d.h. er bezieht seine *Loyalität* ihnen gegenüber und die von ihm ihnen zugebilligte Meinungsführerschaft (*Leadership*) mit ein.
- **STEIGERUNG DES ANSEHENS (KURZ: ANSEHEN).** Das Ansehen eines Agenten wird durch *Unterstützung* ausgedrückt.
- **LÖSUNG DES GESTELLTEN PROBLEMS (KURZ: LÖSUNG).** Nur die eigene Vorstellung – Farbe – ist nach Ansicht des Agenten geeignet, das gestellte Problem zu lösen. Je weiter ein Vorschlag von der eigenen Vorstellung entfernt ist, desto schlechter wird er bewertet. Zusätzlich wird der *Expertenstatus* berücksichtigt.

In Anlehnung an Brandstätter [1995, S. 217] besitzen die Ziele für jeden Agenten eine individuelle Gewichtung als Ausdruck für die Wertschätzung der

Ziele. Die Gewichte werden beim Erstellen des Szenarios festgelegt und ändern sich im Laufe der Simulation nicht. Durch die Gewichte wird eine Hierarchie der Ziele festgelegt, die z.B. empirisch erhoben werden kann. Die Ziele wurden so gewählt, daß sie allgemein sind und daß sie für den gesamten Aushandlungsprozeß gültig bleiben. Exogene Faktoren, die zu einer Veränderung der Gewichte führen könnten, wie z.B. Veränderungen im Privatleben oder im Unternehmen, sind aus Komplexitätsgründen ausgeschlossen worden.

3.5.2 Beliefs: Persönlichkeitsmerkmale

Wie in Kapitel 2.5 eingeführt, beziehen sich die beliefs auf das Selbstbild des Agenten, modelliert durch die Persönlichkeitsmerkmale. Neben den Persönlichkeitsmerkmalen gehört auch das Bild, das sich der Agent von seiner Umwelt macht, zu den beliefs. Dieses Bild setzt sich aus seiner Vorstellung von der „richtigen“ Lösung (Kapitel 3.2.2), dem Aushandlungsablauf (Kapitel 3.3 und 3.5.3) und seiner Beziehung zu den anderen Agenten (Kapitel 3.4) zusammen.

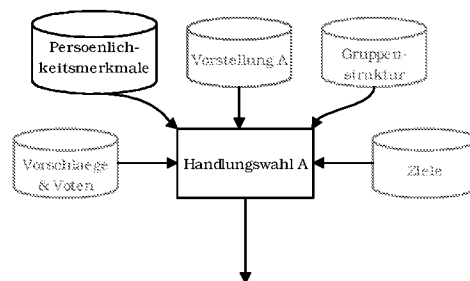


Abbildung 14: Einfluß der Persönlichkeitsmerkmale auf die Handlungswahl

Diese Arbeit beschränkt sich auf die Anwendung des Herrmannschen Aushandlungsprinzips im beruflichen Alltag, so daß bei der Modellierung des Agenten nur Eigenschaften berücksichtigt werden, die im beruflichen Alltag wichtig sind.

In einer Arbeitsgruppe finden neben der Aufgabenbearbeitung auch immer sozio-emotionale Prozesse statt. „Gefühle besitzen in Gruppen, mehr noch als in anderen sozialen Systemen, eine eminente Bedeutung.“ [Neidhardt 1994, S. 146, vgl. auch Finholt/Sproull 1993, S. 431 f.]. Dabei werden z.B. Sympathiebeziehungen

auf- oder abgebaut, Kooperationen entstehen oder Konflikte werden ausgeglichen [Becker-Beck 1997, S. 43; Ostmann 1992, S. 28 f.].

Eine ungelöste Hauptschwierigkeit in der Modellierung von Gefühlen liegt in der Frage, ob Gefühle selber Entitäten des Geistes oder Beiprodukt anderer geistiger Tätigkeiten sind. Weiterhin ist unklar, in welchem Verhältnis Gefühle und Ziel stehen [Gilbert/Troitzsch 1999, S. 163]. Gefühle werden deshalb in dieser Arbeit insoweit berücksichtigt, wie sie die Beziehung zwischen zwei Agenten beschreiben (siehe Kapitel 3.4). Alle anderen Gefühle – bis auf Motivation und Frustration, die sich primär auf den Handelnden selbst beziehen, bleiben unberücksichtigt. Die Einschränkung erscheint jedoch nicht schwerwiegend, weil das Herrmannsche Aushandlungsverfahren gerade in den Situationen, die emotional nicht erregend sind, eingesetzt werden soll.³⁷ Entscheidungen, in denen eine starke emotionale Beteiligung zu erwarten

³⁷ Siehe auch das Konzept der „cold cognition“ von Janis und Mann [1977, S. 45 f.].

ist, lassen sich nicht durch das HAP herbeiführen, weil die Teilnehmer nur eingeschränkte Möglichkeiten besitzen, ihre Gefühle zu äußern. Frustration wäre zu erwarten.

Betrachtet man die Persönlichkeitsmerkmale eines Menschen über den Tag, so ist eine gewisse Veränderung feststellbar [Brandstätter 1995, S. 228]. Eine Vorhersage, wie sich die Persönlichkeitsmerkmale verändern, erscheint in diesem Modell nicht praktikabel, weil die Veränderung in Reaktion auf die Umwelterfahrungen geschieht, diese aber nicht bekannt sind. Aus diesem Grund werden die Persönlichkeitsmerkmale als konstant über den gesamten Aushandlungsprozeß angenommen, selbst wenn sich dieser über mehrere Tage erstreckt. Persönlichkeitsmerkmale stellen für dieses Modell bereits Ergebnisse vorangegangener Ereignisse dar, die selber nicht Teil des Aushandlungsprozesses sind. In der Simulation des Aushandlungsprozesses verändern sich lediglich die Gruppenstruktur und die Motivationen (siehe Kapitel 3.4).³⁸

Nach Janis und Mann [1977, S 8 f.] beeinflussen sogenannte „interne Zustände“ (wie z.B. Moral, Schuldgefühle, Gewissen, etc.) Entscheidungen. In SAM wird vorausgesetzt, daß jeder Akteur zu Beginn der Aushandlung bereits eine Vorstellung besitzt, wie das Problem gelöst werden könnte. Janis und Manns Theorie fände zeitlich vor der Aushandlung statt. Ihren Einwand wird insoweit Rechnung getragen, als daß die emotionale Struktur der Arbeitsgruppe und die Persönlichkeitsmerkmale des Akteurs im Modell berücksichtigt werden. Die Toleranzintervalle könnten zum Beispiel das Gewissen abbilden.

Die hier verwendeten Persönlichkeitsmerkmale basieren auf dem Symlog-Raum von Bales und Cohen [1982], der zur Beschreibung von menschlichem Verhalten in Gruppen entwickelt worden ist.³⁹ Bales und Cohen unterscheiden drei Dimensionen, die sie durch folgende Gegensatzpaare kennzeichnen:⁴⁰

- Einflußnehmend (U) - auf Einfluß verzichtend (D),
- Positiv, freundlich (P) - negativ, unfreundlich (N) und
- Zielgerichtet, kontrolliert (F) - gefühlsbestimmt, ausdrucksvoll (B).

Jede Dimension wird in drei Kategorien eingeteilt. Damit umfaßt der Symlog-Raum 27 Kategorien zur Beschreibung von Verhaltensweisen.

Obwohl Symlog zur Beschreibung des Verhaltens eines Gruppenmitgliedes gegenüber einem anderen entwickelt worden ist, scheint das Beschreibungssystem sich m.E. auch zur Beschreibung von Persönlichkeitsmerkmalen zu eignen, die einen wesentlichen Einfluß auf das Verhalten in Gruppen haben, weil das Verhalten von Persönlichkeitsmerkmalen mitbestimmt wird.

Die Dimensionen „zielgerichtet – gefühlsbestimmt“ (P-N) und „freundlich – unfreundlich“ (F-B) benötigen verbale und nonverbale Ausdrucksmöglichkeiten für Gefühle. Im HAP findet jede Kommunikation ausschließlich textuell statt. Weiterhin wird bei der Modellierung die Möglichkeit der Kommunikation eingeschränkt, um die Komplexität des Modells nicht ausufern zu lassen

³⁸ Diese Überlegungen stehen in Analogie zu Trinczek [1991], der die Bedeutung der Geschichte bei betrieblichen Entscheidungen darlegt.

³⁹ Symlog = Ein System für die mehrstufige Beobachtung von Gruppen [Bales et al. 1982]. Für eine Analyse des Symlog-Systems siehe [Ostmann 1992, S. 31 ff.].

⁴⁰ Die Buchstaben in den Klammern geben die Richtung in einem dreidimensionalen Raum der Dimension an, dabei steht U für upward, D für downward, P für positive, N für negative, F für forward und B für backward.

(siehe Kapitel 3.2.2), d.h. emotionale Äußerungen werden nicht modelliert. Beide Dimensionen können damit nicht direkt in das Modell eingebaut werden. Ihrer beiden Kombinationsmöglichkeiten (PF und NB) bezeichnen die Stärke der Kooperationsbereitschaft. Anstelle der beiden Dimensionen P-N und F-B wird die aus beiden kombinierte Dimension PF-NB in SAM berücksichtigt, und mit **KOMPROMISBEREITSCHAFT** bezeichnet. Mit der Integration von Kooperationsbereitschaft wird Kirchmann [1985] gefolgt. Die Dimension (U-D) heißt in Anlehnung an Becker-Beck [1996, S. 28] **EINFLUß**.⁴¹ Die Einflußnahme bezieht sich nach Bales und Cohen [1982, Anhang A] primär auf die Kommunikationstätigkeit.

Tabelle 7: Gegenüberstellung der Symlog-Kategorien und der hier verwendeten Dimensionswerte. In Klammern stehen die Symlog-Abkürzungen.

Merkmal	Nie	Selten	Manchmal	Häufig	Immer
Einfluß	Auf Einfluß verzichtend (18D)	Auf Einfluß verzichtender (9D)	Neutral (00)	Einflußnehmender (9U)	Einflußnehmend (18U)
Kompromißbereitschaft	Unkooperativ (18NB)	Unkooperativer (9NB)	Neutral (00)	Kooperativer (9PF)	Kooperativ (18PF)

Im Herrmannschen Aushandlungsverfahren lassen sich zwei Arten von Kommunikation unterscheiden, einmal das *Vorschlagen* und das Begründen (*Position begründen*). Die Ausführung beider Handlungen wird von der Dimension *Einfluß* gefördert oder behindert. Jede Dimension wird durch eine fünfstufige Skala (nie, selten, manchmal, häufig, immer) unterteilt. Jeder Wert entspricht einer Kategorie von Bales und Cohen (Tabelle 7).

Weitere Einflüsse auf die Arbeitsleistung von Menschen hat die Organisationspsychologie benannt. Nach Brandstätter [1995, S. 218 ff.] bestimmt die „Individuelle Fähigkeitsstruktur“ und das „Temperament“ die Leistungsfähigkeit eines Arbeitnehmers. Die „Individuelle Fähigkeitsstruktur“ gliedert sich in die Komponenten „Intelligenzstruktur“, „Kognitive Komplexität“, „Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit“ und „Leistungs- und Lernfähigkeit“ [Brandstätter 1995, S. 218 ff.]. In Gruppenaushandlungsprozessen spielen diese Faktoren eine sehr geringe Rolle, weil die Ausführung von Tätigkeiten und das Planen von Tätigkeiten hinter der sozialen Tätigkeit des Aushandelns zurücktreten, weshalb diese Faktoren im Modell nicht berücksichtigt werden.

In Partizipationsprozessen, die teilweise ebenfalls Aushandlungsprozesse sind, bestimmt nach Kerres und Rosemann [1992, S. 13] die „Einstellung zur Partizipation“, wie wichtig einem Agenten die Teilnahme an der Partizipation ist. Übertragen auf das Aushandlungsverfahren kann man von der „Einstellung zur Aushandlung“ sprechen. Sie läßt sich durch das Persönlichkeitsmerkmal *Einfluß* im Modell SAM darstellen. Eine negative Einstellung zur Aushandlung bedeutet eine geringe Neigung durch eigene Beiträge Einfluß auszuüben.

⁴¹ Das Persönlichkeitsmerkmal Einflußnahme ist ähnlich dem Merkmal Dominanz bei Becker-Beck [1997, S. 40 f.]. Unter Dominanz wird dort die Ausübung von sozialer Kontrolle, d.h. im weitesten Sinne Einflußnahme, verstanden.

Akteure leben in einem sozialen Raum. Ihre Handlungen werden von ihren Beziehungen zu anderen Akteuren beeinflusst. Die Stärke der Beeinflussung ist individuell verschieden. Dabei können sie auch ihre eigenen Interessen gefährden, was dann eine masochistische Handlung wäre [Grunwald 1996, S. 748]. Wie stark ein Agent Sympathiebeziehungen als Grundlage für seine Handlungen wählt, hängt von dem Persönlichkeitsmerkmal **RACHELUST** ab. Die Modellierung dieses Motiv wird als „Rachemodell“ bezeichnet, und kann mit dem Schalter **RACHE BERÜCKSICHTIGEN** abgeschaltet werden.⁴²

Die bisherigen Persönlichkeitsmerkmale spiegeln keine Motivation wider. Je größer die **MOTIVATION** M eines Agenten ist, desto eher wird er sich aktiv beteiligen, d.h. durch *Vorschlagen* und *Position begründen*. Sinkt die Motivation gegen null, wird er sich kaum aktiv beteiligen und abwarten. Wenn das Aushandlungsergebnis mit der Vorstellung des Agenten übereinstimmt, läßt sich plausiblerweise annehmen, daß die Motivation steigt. Stimmt das Aushandlungsergebnis nicht mit der Vorstellung überein, sind zwei Reaktionen denkbar. Zum einen kann der Agent versuchen, mehr Einfluß auf die Aushandlung zu nehmen („Das Steuer herumreißen“) [vgl. hierzu Dörner 1999], oder zum anderen resignieren („Hat ja doch keinen Zweck“). Beide Reaktionen müssen sich nicht ausschließen. Kleinere Mißerfolge können anregend wirken. Erst ab einer bestimmten Schwelle könnte die Reaktion in Resignation umschlagen. Durch die Einführung einer zusätzlichen Variablen **FRUSTRATION** können diese Überlegungen formalisiert werden. Die Schwelle, wann Frustration zur Resignation führt, darf individuell verschieden sein, und wird deshalb modelltechnisch am besten durch ein Persönlichkeitsmerkmal **FRUSTRATIONSTOLERANZ (FT)** beschrieben.

Nach dem Ende einer Aushandlung für eine Zelle verändern die Agenten ihre Motivation in Abhängigkeit von der Frustration, die sich zuvor in Abhängigkeit von dem Aushandlungsergebnis, verändert hat. Falls die Frustration F unterhalb einer Schwelle ft liegt, erhöht sich die Motivation um den Wert a („Das Steuer herumreißen“). Übersteigt die Frustration F die Schwelle ft , dann sinkt die Motivation um den Wert a („Hat ja doch keinen Zweck“). Es besteht kein Grund anzunehmen, daß der Erhöhungswert ungleich dem Senkungswert sein soll. Zum Zeitpunkt $t=0$ wird die Startmotivation M_0 durch die Agentenbeschreibung vorgegeben. Weiterhin gilt $0 \leq M_t \leq 1$. Die Formel lautet damit:

$$M_{t+1} = \begin{cases} M_t + a, & \text{falls } F \leq ft, \\ M_t - a, & \text{sonst.} \end{cases}$$

Die Frustration steigt, wenn ein Aushandlungsergebnis k nicht der eigenen Vorstellung entspricht. Dabei läßt sich vernünftigerweise annehmen, daß die

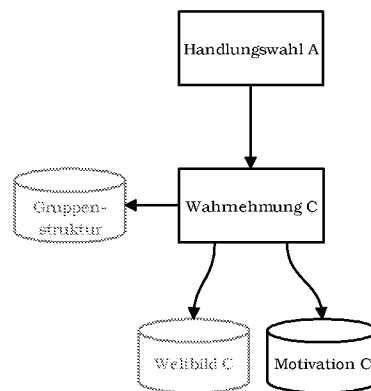


Abbildung 15: Einfluß der Handlungswahl des Agenten A auf die Motivation des Agenten C durch seine Wahrnehmung vermittelt

⁴² Sowohl die Bezeichnung Rachemodell wie auch Rachelust treffen das modellierte Verhalten nicht mehr. Damit aber die Kontinuität zu älteren Veröffentlichungen gewahrt bleibt, verwende ich die Bezeichnungen weiter.

Steigerung der Frustration mit zunehmendem Abstand $d(k)$ zwischen Vorstellung und Aushandlungsergebnis steigt.⁴³ Welches Gewicht der Abstand $d(k)$ hat, wird von der Kompromißbereitschaft K beeinflusst. Ein kompromißbereiter Agent bewertet den Abstand geringer als ein nicht kompromißbereiter Agent. Sobald der eigene Vorschlag aber angenommen wird, sinkt die Frustration um den konstanten Wert ZE . Übereinstimmung läßt sich hier nicht weiter bewerten, so daß ein variables Maß wie bei der Frustrationssteigerung nicht sinnvoll wäre. Weil Frustration mit der Zeit nachläßt, sinkt die Frustration pro Zeiteinheit um ZD .

$$F_{t+1} = \begin{cases} F_t - ZD - ZE, & \text{falls erfolgreich oder erwünschtes Scheitern eingetreten} \\ F_t + (1 - d(k))^{K+1} - ZD, & \text{sonst} \end{cases}$$

Die Frustration kann beliebig groß werden. Deshalb muß die Frustrationstoleranz dynamisch angepaßt werden. Vor Beginn der Simulation wird als Persönlichkeitsmerkmal die Frustrationstoleranz FT auf einer fünfwertigen Skala eingestellt. Die Anzahl der mindestens auszuhandelnden Zellen ist in der Regel, d.h. solange jede Zelle ausgehandelt werden muß, gleich der Gittergröße. SA sei ein konstanter Skalierungsfaktor. Durch die Wahl von FT wird die Höhe der Toleranzschwelle gesteuert.

$$ft = (1 - ZD) * \text{Gittergröße} * FT * SA$$

Gerade bei asynchronen Aushandlungen ist die **REAKTIONSZEIT** der Akteure wichtig. Eine große Reaktionszeit eines Agenten reduziert seine Häufigkeit der Teilnahme. Im Modell SAM verfügt jeder Agent über eine vorab definierte Reaktionszeit, die angibt wie viele Zeiteinheiten zwischen zwei Handlungen verstreichen müssen, eher er erneut handeln kann.

Zusammenfassung der Persönlichkeitsmerkmale

Tabelle 8: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche der Persönlichkeitsmerkmale und weiterer Hilfsparameter

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Einfluß	I	[0...1]
Kompromißbereitschaft	K	[0...1]
Rachelust	R	[0...1]
Rache berücksichtigen	ρ	{0,1}
Motivation	M	[0...1]
Frustration	F	[0...1]
Reaktionszeit		$\mathbb{N}$
Reduktionsfaktor (Konstante)	a	$\mathbb{R}$
Frustrationstoleranz	FT	[0...1]
Zeitdiskont (Konstante)	ZD	[0...1]
Schwellenanpassung (durch. Abstand bei Frustration) (Konstante)	SA	[0...1]
Erfolgssdiskont (Konstante)	ED	[0...1]

⁴³ Weil beim größten möglichen Abstand $d(k)$ gleich null ist, wird die Konstruktion $1-d(k)$ verwendet.

3.5.3 Action selection function

Die Auswahl einer Handlungsalternative wird von der Rational Choice Theorie nach Essers [1991; 1994; 1996] strukturiert (siehe Kapitel 2.4). Handlungswahlen sind eine Form der Informationsverarbeitung, wobei die Informationen über einen Selbst und die Umwelt zu einer Handlung mittels Regeln verarbeitet werden. Lindblom [1959, S. 80 ff.] identifiziert zwei mögliche Arten der Informationsverarbeitung: Tiefensuche und Breitensuche in der Regelmenge. Der Einsatz dieser Verfahren macht nur Sinn, wenn das Wissen des Agenten in Form von Regeln repräsentiert wird. In der Rational Choice Theorie wird Wissen dagegen durch Gleichungen und Variablenwerte dargestellt. Die Variablenwerte entsprechen der individuellen Sicht auf die Umwelt. Dabei können sie sich von einer „objektiven“ Sicht unterscheiden. Unterschiede werden z.B. durch unvollständige Information, Wahrnehmungsfehler und Schätzfehler induziert. Ausgehend von dem fehlerhaften Umgang mit Wahrscheinlichkeiten kommen Tversky und Kahneman [1974, S. 1125] zu der Aussage, daß Entscheidungen nicht „Datadriven“ sind. Eine Entscheidung eines Agenten ist damit nur vor dem Hintergrund seines Wissens und *seiner* Sicht der Umwelt rational.

Um eine rationale Entscheidung treffen zu können, sind nach March [1991, S. 97] vier Komponenten wichtig:

- „A knowledge of alternatives“,
- „A knowledge of consequences“,
- „A consistent preference ordering“ und
- „A decision rule“.

Das Wissen um die Handlungsalternativen ist durch das Aushandlungsverfahren vorgegeben (siehe Kapitel 3.2). Eine explizite Repräsentation der Konsequenzen innerhalb eines Agenten ist nicht vorgesehen. Konsequenzen, die im Rahmen der Aushandlung auftreten, wie z.B. Unterstützungsänderungen, werden in der Nutzenbewertung berücksichtigt. Alle Konsequenzen, die über den Rahmen des Aushandlungsverfahrens hinausgehen, werden als bereits in der Lösungsvorstellung des Agenten berücksichtigt, betrachtet.

Die Grundlagen der Nutzenberechnung wurden in Kapitel 2.4.2 hergeleitet. Kernstück ist die Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeiten (P-Matrix) die multiplikativ mit den Zielgewichten zum Nutzenwert der jeweiligen Handlungsalternative verknüpft werden. Dazu werden die Zielgewichte normiert, sofern ihre Summe größer als null ist. Sind alle Gewichte gleich null, findet keine Normierung statt, dadurch können sehr passive Agenten konstruiert werden.

In zwei verschiedenen Situationen wählen Agenten ihre Handlungen aus. Erstens bestimmen sie für welche Zellen der Aushandlungsprozeß gestartet wird. Zweitens wählen sie ihr Verhalten innerhalb der einzelnen Aushandlungsprozesse aus. Für beide Entscheidungsarten sind unterschiedliche Informationen und Auswahlregeln wichtig, weshalb für jede Situation eine eigene *action selection function* verwendet wird. Kapitel 3.5.3.1 beschreibt die Zellenwahl und Kapitel 3.5.3.2 die Handlungswahl innerhalb einer Aushandlung.

3.5.3.1 Berechnung der Zellenwahl

Um parallele Aushandlungen zu ermöglichen, hat bei jedem Zeitpunkt (außer dem Zeitpunkt der Stimmenauszählung) jeder Agent die Möglichkeit zu einer weiteren Zelle eine Aushandlung zu starten, sofern noch verhandelbare Zellen existieren (vgl. Kapitel 3.3.2.2). Dazu wählt er aus der Menge der verhandelbaren Zellen eine aus. Wie diese Auswahl berechnet wird, ist Gegenstand dieses Kapitels.

Tabelle 9: Berechnung der Matrix für die Zellenwahl. Für jede verhandelbare Zelle k wird berechnet, wie gut sie sich zum Erreichen jedes der drei Handlungsziele eignet.

Handlungsalternativen	Sicherung der eigenen Position	Steigerung des Ansehens	Lösung des Problems
Neue Zelle wählen	z_{11}	0	z_{13}
Zelle k wählen	z_{21}	0	z_{23}
Keine Zelle wählen	0	1	0

Tabelle 9 zeigt die Zuordnung und Kurzbezeichnung der Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Zellenwahl. Ein Agent kann entweder die nächste neue Zelle – sofern vorhanden – oder eine bereits verhandelte Zelle k vorschlagen, sofern der zeitliche Mindestabstand zwischen zwei Aushandlungen derselben Zelle gewahrt bleibt. Die Wahl einer neuen Zelle bedeutet, Einfluß auf die Aushandlung zu nehmen. Eine Einflußnahme kommt nur dann zur Geltung, wenn der Akteur auch motiviert ist. Mathematisch beschreibt das Produkt aus *Einfluß* I und *Motivation* M diesen Sachverhalt:

$$z_{11} = z_{13} = I * M$$

Der Wunsch, eine Zelle erneut zu verhandeln, hängt sicherlich von der Zufriedenheit mit dem Aushandlungsergebnis ab. Die Zufriedenheit steigt, je dichter die beschlossene Farbe an der eigenen Vorstellung liegt, d.h. die Zufriedenheit wird durch den Abstand $d(a)$ zwischen Vorstellung und Aushandlungsergebnis modelliert. Weiterhin sollte die Zufriedenheit davon abhängen, ob das Aushandlungsergebnis a in der Menge der akzeptablen Lösungen liegt, d.h. ob die Ergebnisfarbe sich innerhalb des Toleranzintervalls befindet. Die Funktion $d_o(a)$ wird Null, wenn die Farbe a nicht zu der Menge der tolerierten Farben gehört, sonst ist die Funktion Eins. Es ist plausibel anzunehmen, daß ein kompromißbereiter Akteur, modelliert durch die Kompromißbereitschaft K , bei der Bewertung des Abstandes großzügiger ist. Auf der anderen Seite kann jede erneute Aushandlung die anderen Gruppenteilnehmer

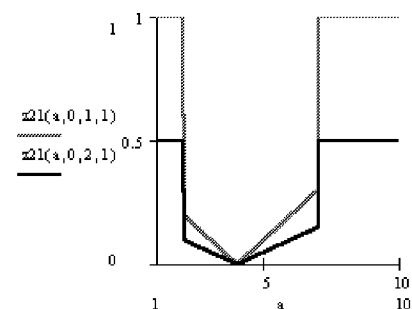


Abbildung 16: Skizze der Funktion $z_{21}(a, K, u, \psi)$. Unten mit $K = 0$, $u = 1$, $\psi = 1$ und oben mit $K = 0$, $u = 1$, $\psi = 1$. Als Vorstellung wurde 4 mit dem Toleranzintervall $[3;6]$ ausgewählt.

verärgern und die Gefahr in sich bergen, daß das neue Aushandlungsergebnis schlechter als das alte ausfällt. Der Nutzen einer erneuten Aushandlung fällt, je häufiger diese Zelle verhandelt wird (u). Nicht jeder Akteur sorgt sich um verärgerte Gruppenmitglieder, weshalb die Berücksichtigung der Wiederholungsanzahl agentenspezifisch abschaltbar sein sollte (Schalter $\psi \in \{0;1\}$). Diese Überlegungen lassen sich mit folgender Formel zusammenfassen:

$$Z_{21} = Z_{23} = \frac{(1-(d(a)*d_0(a))^{*\psi})(1-K)}{u^{\psi}}$$

Abbildung 16 zeigt exemplarisch zwei Funktionsverläufe. Je dichter das Aushandlungsergebnis a der Zelle k an der Vorstellung des Agenten liegt, desto geringer ist der Nutzen einer Neuaushandlung.

Falls bei der Zellenwahl kein eindeutiges Maximum bestimmbar ist, wird zwischen den verschiedenen Maxima zufällig eins ausgewählt. Jeder Agent muß eine Zellenwahl treffen. Dagegen bleibt bei der Handlungswahl während einer Aushandlung der Agent untätig.

Zusammenfassung der verwendeten Variablen und Funktionen

Tabelle 10: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche für die Zellenwahl

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Einfluß	I	[0...1]
Kompromißbereitschaft	K	[0...1]
Motivation	M	[0...1]
Abstand des Vorschlages a zur eigenen Vorstellung	$d(a)$	$N \rightarrow [0...1]$
Vorschlag a liegt innerhalb des Toleranzintervalls	$d_0(a)$	$N \rightarrow \{0,1\}$
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	ψ	$\{0,1\}$
Anzahl der durchgeführten Aushandlungen einer Zelle	u	$\mathbb{N}$

3.5.3.2 Handlungswahlen innerhalb einer Aushandlung

Bevor eine Handlungsalternative ausgewählt wird, erfolgt die Berechnung der eigenen Lösungsvorstellung. Entscheidungen für oder gegen eine Handlungsalternative basieren auf dieser Vorstellung. Reicht der Agent einen Vorschlag ein, so entspricht dieser Vorschlag seiner zuvor berechneten Lösungsvorstellung. Wenn die Nutzenwerte zweier Handlungsalternativen gleich groß sind, dann wird keine Handlungsalternative ausgewählt. Der Agent ist in diesem Fall unsicher, welche Handlungswahl er treffen soll – er tut deshalb nichts [vgl. Preisendörfer 1985, S. 65].

Die Berechnung der Handlungswahlen während der Aushandlung ist komplexer als die Zellenwahl. Tabelle 11 zeigt die Bezeichnungen der Eintrittswahrscheinlichkeiten. Es werden zwei Berechnungsmodelle für die P-Matrix angeboten. Das einfachste Modell stellt eine zufällige Belegung der Matrixzellen dar, ohne situative oder sonstige Einflüsse. Die beiden anderen Modelle basieren auf den im folgenden vorgestellten Formeln, wobei das zweite Modell variiert werden kann. Einmal kann die Berücksichtigung der Erfolgs-

wahrscheinlichkeit eines Vorschlages abgeschaltet werden. Die Erfolgswahrscheinlichkeit wird aus dem Anteil der Zustimmungen abgeleitet (siehe Kapitel 3.5.3.2.9). Dadurch läßt sich ein (nicht-) strategisches Abstimmungsverhalten simulieren ($\chi = 0$ oder 1). Strategisches Abstimmen bedeutet, daß die Agenten den Wert ihrer Stimme für jeden Vorschlag berechnen. Wenn ihre Vorstellung beispielsweise die notwendige Mehrheit erreicht hat, können sie einem anderen Vorschlag zustimmen, um ihre Unterstützungsbeziehung zu dem Vorschlagenden zu pflegen. Auf der anderen Seite können sie erkennen, welche Vorschläge vermutlich keine Chance haben, und ihre Stimme chancenreicheren Vorschlägen geben. Zum anderen ist der Zeitdruck abschaltbar, wonach die Wichtigkeit von einigen Handlungsalternativen nicht mit der Zeit ansteigt. Bei aktiviertem Zeitdruck werden Vorschläge relativ spät gemacht, so daß eventuell keine Zeit mehr für Zustimmungswechsel bleibt. Für jeden Agenten kann ein gesondertes Berechnungsmodell verwendet werden.

Tabelle 11: Berechnung der P-Matrix für die Handlungswahl während einer Aushandlung

Handlungsalternativen	Sicherung der eigenen Position	Steigerung des Ansehens	Lösung des Problems
Vorschlag machen	p_{11}	p_{12}	p_{13}
Vorschl. j annehmen	p_{21}	p_{22}	p_{23}
Alle Vorschläge ableh.	p_{31}	p_{32}	0
Warten	p_{41}	p_{42}	p_{43}
Position begründen	p_{51}	0^*	p_{53}

*Diese Zelle hat den Wert Null, obwohl durch die Darlegung der eigenen Position Unterstützung erworben werden können. Allerdings sind die Agenten nur in der Lage ihr eigenes Weltbild zu erläutern, denn sie können keine fremden Positionen verbal unterstützen - das ist nur durch Votieren möglich. Der Einfluß auf die Unterstützung wird hier wie eine unintendierte Nebenfolge behandelt.

Die Liste der Handlungsalternativen wird situationsbedingt zusammengestellt. Für jeden Vorschlag wird der Nutzen einer Zustimmung berechnet, d.h. für jeden Vorschlag j existiert eine Handlungsalternative *Vorschlag j zustimmen*. Nicht alle Handlungsalternativen sind jederzeit durchführbar:

- Nachdem ein Agent einen Vorschlag gemacht hat, kann er einen neuen erst nach einer Meinungsänderung machen.
- Jeder Vorschlag darf nur einmal eingebracht werden.

Sobald ein Agent einem Vorschlag zugestimmt oder einen eingereicht hat, wird im nächsten Zeitschritt dieser Vorschlag wieder in die Handlungsalternativenliste aufgenommen. Der Agent kann erneut die Zustimmung zu diesem Vorschlag wählen. Allerdings wird in diesem Fall eine zweite Wahl zwischen *Warten* und *Position begründen* notwendig. Durch diesen zweifachen Wahlprozeß ermittelt der Agent, ob er immer noch zu seiner Zustimmung bzw. seinem eigenen Vorschlag steht. Wenn ja, wählt er eine Ersatzhandlung aus den verbleibenden zwei Handlungsalternativen. Steht er nicht mehr zu diesem Vorschlag, wird er ihm nicht mehr zustimmen wollen. Die zweite Handlungswahl ist dann nicht notwendig. Wenn für die Handlungswahl kein

Maximum existiert, tut der Agent nichts, er ist unentschlossen. Für die anderen Agenten scheint er abzuwarten.⁴⁴

Tabelle 12: Übersicht welche Parameter auf welche Handlungsalternativen nach Modellkonstruktion einwirken sollen.

Parameter	Vorschlagen	Zustimmen	Pos. begründen	Warten	Ablehnen
Einfluß	X		X	X	
Expertenstatus		X			
Frustrationstoleranz	indirekt		indirekt	indirekt	
Kompromißbereitschaft		X			
Leadership		X			
Loyalität		X			
Motivation	X		X	X	
Rache berücksichtigen		X			
Rachelust		X			
Strategische Wahl		X			
Unterstützung		X			X
Zeitdruck berücksichtigen	X	X		X	
Zielgewicht Ansehen	X	X		X	X
Zielgewicht Lösung	X	X	X	X (u.U)	
Zielgewicht Position	X	X	X	X (u.U)	X

Damit die Relationen zwischen den einzelnen Werten nicht durch unterschiedliche Wertebereiche verzerrt werden, besitzen alle p_{ij} einen Wertebereich von Null bis Eins. Eine erwartbare spaltenweise Normierung der p_{ij} erfolgt nicht. Angenommen das erste Ziel kann durch Vorschlagen und Zustimmung gleich gut erreicht werden, d.h. $p_{11} = 0,7$ und $p_{21} = 0,7$. Das zweite Ziel läßt sich lediglich durch Warten erreichen, so daß $p_{42} = 0,6$. Eine spaltenweise Normierung würde p_{11} und p_{21} auf 0,5 reduzieren, damit würde sich die Relation zwischen p_{11} und p_{21} auf der einen Seite und p_{42} auf der anderen Seite umdrehen. Weiterhin ist jede Eintrittswahrscheinlichkeit einer Handlungsalternative unabhängig von den anderen Handlungsalternativen. In den Abschnitten 3.5.3.2.1 bis 3.5.3.2.8 wird die Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeiten im Detail erläutert. In Abschnitt 3.5.3.2.9 werden die benötigten Hilfsfunktionen dargestellt. Tabelle 12 faßt zusammen, welche Parameter nach Modellkonstruktion die Wahl von Handlungsalternativen begünstigen. Wie plausibel das Verhalten des gesamten Simulationsmodells ist, untersucht das Kapitel 6.

3.5.3.2.1 Berechnung von Vorschlagen (p_{11} , p_{12} und p_{13})

Mit Hilfe der p_{11} , p_{12} und p_{13} wird der Nutzen, einen Vorschlag einzureichen, berechnet. Einen Vorschlag einzureichen ist eine proaktive Handlung, mit der der Agent Einfluß auf den Aushandlungsverlauf nehmen möchte. Wie dringend er Einfluß nehmen will, hängt einmal von dem dafür zuständigen

⁴⁴ Für eine statische Analyse allerdings wird Unentschlossenheit und bewußtes Abwarten getrennt gezählt.

Persönlichkeitsmerkmal *Einfluß* I ab und zum anderen von seiner *Motivation* M (vgl. Kapitel 3.5.3.1). Erst wenn beide Persönlichkeitsmerkmale einen hohen Wert aufweisen, sollten p_{11} , p_{12} und p_{13} groß werden.

Die Dringlichkeit, einen Vorschlag einzureichen, soll zusätzlich mit der Zeit ansteigen, weil die Gefahr besteht, daß die Interessen des Agenten sonst nicht vertreten werden ($\eta = 1$), dadurch kann die Verhandlungsposition des Agenten geschwächt werden [vgl. Lessel 1985, S. 37]. Dieser Zeitdruck wird mit $\eta = 0$ unterbunden, falls der Agent ihn nicht beachten soll. Die vorgestellten Einflußgrößen

M , I , t und η unterscheiden sich nicht hinsichtlich der Handlungsziele, die sie erfüllen, so daß gilt:

$$p_{11} = p_{12} = p_{13} = 0,5^\eta * \left(I * M + \left(\frac{t}{t_{\max}} \right)^\eta \right)$$

Es gibt keinen Grund anzunehmen, daß die Funktion p_{11} nicht linear mit der Zeit ansteigen sollte. Der Wert für Einfluß I beeinflusst die Höhe der Funktionswerte, die zwischen Null und Eins liegen können (siehe Abbildung 17). Je größer I bzw. M ist, desto höher sind die Funktionswerte. Der Faktor 0,5 ist notwendig, weil die Summe in der Klammer maximal zwei werden kann, alle p_{ij} aber im Wertebereich zwischen Null und Eins liegen sollen.

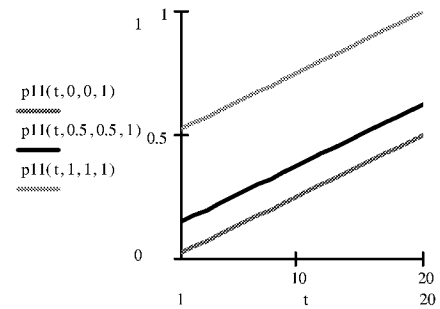


Abbildung 17: Skizze der Funktion $p_{11}(t, I, M, \eta)$ mit $\eta = 1$. Unten mit $I = 0$, $M = 0$, in der Mitte mit $I = 0,5$, $M = 0,5$ und oben mit $I = 1$, $M = 1$.

Zusammenfassung der verwendeten Variablen und Funktionen

Tabelle 13: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche zur Nutzenberechnung für Vorschlägen

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Einfluß	I	$[0 \dots 1]$
Kompromißbereitschaft	K	$[0 \dots 1]$
Zeit	t	$[0 \dots 1]$
Aushandlungsdauer (ohne Zeitpunkt für Auszahlung) entspricht Gesamtdauer – 1	$t_{\max}$	$\mathbb{N}$
Zeitdruck berücksichtigen	η	$\{0, 1\}$

3.5.3.2.2 Berechnung von *Zustimmen* zur Positionssicherung (p_{21})

Die Handlungsalternative *Zustimmen* basiert auf dem subjektiven Empfinden, daß der Vorschlag akzeptabel ist. Wenn verfahrenstechnisch eine aus-

föhrliche Diskussion gewünscht wird, die Teilnehmer aber sich an ihr Votum gebunden fühlen, dann bleibt nur eine Schlußabstimmung, die im HAP nicht vorgesehen ist. Für Menschen, die von ihrer Lösung überzeugt sind und schnell fertig werden wollen, ist eine sofortige Zustimmung rational. Jede Diskussion wäre reine Zeitverschwendung. Eine Diskussion tritt nur bei Dissens auf, der tritt erst im Verlauf der Aushandlung zu Tage. Das Verhalten der Agenten ist deshalb nicht auf eine lange Diskussion zugeschnitten, sondern auf eine schnelle Zustimmung. Erst wenn sich Vorstellungsänderungen ergeben, findet eine Diskussion statt.

Je nachdem welches Handlungsziel man betrachtet, gründet die Entscheidung einem Vorschlag zuzustimmen auf unterschiedlichen Faktoren. Dieses Kapitel geht auf das Handlungsziel *Sicherung der eigenen Position* ein. Kapitel 3.5.3.2.3 auf das Handlungsziel *Steigerung des Ansehens* und Kapitel 3.5.3.2.4 auf das Handlungsziel *Lösung des gestellten Problems*.

Grundlegende Annahme ist, daß die Vorstellung die beste Möglichkeit zur Positionssicherung enthält. Nach Konstruktion des Farbgitters liegen alle Farben, von denen der Agent annimmt, das sie der Positionssicherung dienen, in seinem Toleranzintervall. Für die Farben im Toleranzintervall läßt sich plausiblerweise annehmen, daß die Farben, die dicht neben der eigenen Vorstellung liegen, besser die eigene Position sichern als weiter entfernt liegende Farben.

Neben dem Vorschlag ist die formale Beziehung zum Vorschlagenden wichtig. Wenn beispielsweise ein Vorgesetzter einen Vorschlag macht, kann – unabhängig vom Inhalt – u.U. bereits die Zustimmung der Positionssicherung dienen. Die Gruppenstrukturdimension *Loyalität* L_i repräsentiert die formale Beziehung zum Vorschlagenden i . Wenn der Vorschlagende von dem Agenten Meinungsführer (Leadership F_i) betrachtet wird, steigt die Bereitschaft zuzustimmen, denn Meinungsführer haben Macht und ihre Vorschläge sind erfolgreicher, sonst wären sie nicht Meinungsführer geworden. In einigen Fällen mag zwar eine Zustimmung unabhängig des Inhaltes nur aufgrund der formalen Hierarchie oder der Meinungsführerschaft erfolgen. Ausschlaggebend für dieses Verhalten sind Gründe außerhalb des eigentlichen Aushandlungsprozesses, welche in SAM nicht modelliert werden können, weil sie zu speziell sind. Allgemeiner ist die Überlegung, daß der Abstand zwischen Vorschlag und Vorstellung um so stärker wiegt, je geringer die Loyalität bzw. das Leadership zum bzw. vom Vorschlagenden ist. Diesen Einfluß modifiziert nach Definition der Persönlichkeitsmerkmale die Kompromißbereitschaft K . Im ersten Extremfall ($L_i = F_i = K = 0$) ist nur die eigene Vorstellung zustimmungsfähig. Im anderen Extremfall ($L_i = F_i = K = 1$) sind verschiedene Farben zustimmungsfähig. Abbildung 18 zeigt den Übergang von einer linearen Kurvenform zu einer Sprungfunktion. Um eine Hierarchie zu bilden, sinkt der Nutzen mit zunehmender Entfernung der vorgeschlagenen Farbe von der Vorstellung.

Wie in Kapitel 3.5.3.2.1 bereits argumentiert sollte sich die Dringlichkeit und damit auch der Nutzen erhöhen, je weniger Zeit für die Aushandlung noch übrig ist. Dieses sollte aber nur dann gelten, wenn ein Scheitern nicht erstrebenswert ist, d.h. die Zeit kein Verbündeter ist ($\tau = 1$).

In einer Abstimmung ist nicht jede Stimme gleich viel Wert. Sobald eine Vorschlag die geforderte Mehrheit erreicht hat, sind weitere Pro-Stimmen wert-

los. Coleman schloß nach Pappi et al. [1995, S. 328] diesen Fall für sein Modell zum Stimmentausch bei Parlamentsabstimmung aus, weil er nicht das individuelle Abstimmungsverhalten simulieren wollte. Für die Modellierung des Agentenverhalten spielt dagegen der Wert der Stimme eine Rolle. Stellt ein Agent fest, daß seine Vorstellung bereits die Mehrheit hat, kann er seine Stimme für andere strategische Zwecke einsetzen, wie z.B. zur Ansehenssteigerung einem anderen chancenlosen Vorschlag zu zustimmen.

$$p_{21} = 0,5^\tau * d_0(j) * \left(w(j)^\chi * d(j)^{\frac{1}{(0,5^\tau(L_i + F_i) + \Phi)^{1-K}}} + \left(\frac{t}{t_{\max}} \right)^\tau \right)$$

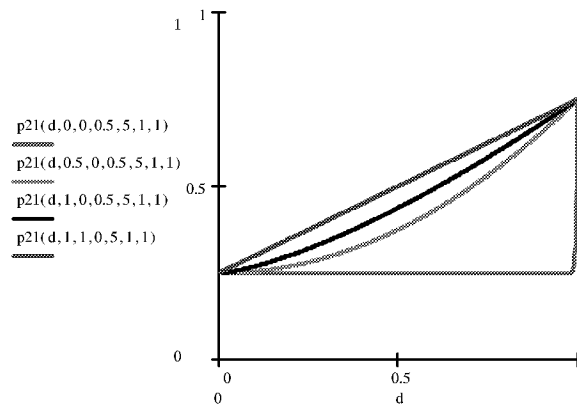


Abbildung 18: Skizze der Funktion $p_{21}(j, L_i, F_i, K, t, \tau, \chi)$ mit $\tau = \chi = 1$, $d_0(j) = 1$ und $t = 5$.

Die Sicherung der eigenen Position durch die Zustimmung zu einem Vorschlag hängt von dessen Nähe $d(j)$ zur eigenen Vorstellung ab.⁴⁵ Wenn der Vorschlag j gleich der eigenen Vorstellung ist, beträgt $d(j)$ eins. Mit $d_0(j)$ wird gemessen, ob der Vorschlag j außerhalb des Toleranzintervalls liegt, dann ist $d_0(j) = 0$ und 1 sonst.

Gleichzeitig beeinflusst die Kompromißbereitschaft bzw. die Loyalität L_i zum Vorschlagenden i die Bewertung, wie nahe der Vorschlag

an der eigenen Vorstellung liegt. Die Loyalität berücksichtigt die formalen Abhängigkeiten, während das Leadership F_i die Meinungsführerschaft berücksichtigt. Der Summand Φ , der nur ein bißchen größer ist als Null, verhindert eine Division durch null. Wenn ein Scheitern nachteilig ist ($\tau = 1$), wird der Zeitdruck mit berücksichtigt. Durch die Addition wird die Kurvengestalt unverändert entlang der y-Achse verschoben. Der Faktor 0,5 dient der Normierung auf den Wertebereich $[0; 1]$. Die Kompromißbereitschaft K regelt die Stärke des Einflusses des Leaderships und der Loyalität auf den Abstand $d(j)$. Mit $w(j)$ wird der Wert der Stimme berechnet, wodurch ein strategisches Abstimmungsverhalten möglich wird. Mit χ wird geregelt, ob die Agenten strategisch abstimmen dürfen.

⁴⁵ Bei Boos [1996, S 53] wird das „Ausmaß, in dem ein Lösungsvorschlag für die Arbeitsgruppe oder ein Gruppenmitglied annehmbar erscheint“, Valenz genannt.

Zusammenfassung der verwendeten Variablen und Funktionen

Tabelle 14: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche zur Nutzenberechnung für Zustimmen zur Positionssicherung

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Kompromißbereitschaft	K	[0...1]
Loyalität zum Agenten i	L_i	[0...1]
Leadership zum Agenten i	F_i	[0...1]
Wert der Stimme für Vorschlag j	$w(j)$	$N \rightarrow [0...1]$
Abstand des Vorschlages j zur eigenen Vorstellung	$d(j)$	$N \rightarrow [0...1]$
Vorschlag j liegt innerhalb des Toleranzintervalls	$d_0(j)$	$N \rightarrow \{0,1\}$
Scheitern erstrebenswert	τ	$\{0,1\}$
Zeit	t	[0...1]
Aushandlungsdauer (ohne Zeitpunkt für Auszählung) entspricht Gesamtdauer – 1	$t_{\max}$	$\mathbb{N}$
Strategische Abstimmung	χ	$\{0,1\}$
Anzahl Aushandlungen berücksichtigen	ψ	$\{0,1\}$
Konstante Φ	Φ	0,00001

3.5.3.2.3 Berechnung von Zustimmen zur Ansehensteigerung (p_{22})

Das Ansehen bei den anderen Agenten wird durch die Gruppenstrukturdimension *Unterstützung* beschrieben. Das Handlungsziel Ansehensteigerung bezieht sich ausschließlich auf die Beziehung zwischen den Agenten und nicht auf sachliche Erwägungen. Deshalb hängt der p_{22} -Wert weder von seiner Entfernung zur Vorstellung des Agenten, noch von dem Einhalten des Toleranzintervalls ab. Zwei Gründe sind denkbar, warum ein Agent aufgrund von Sympathie einem Vorschlag zustimmt. Einmal hegt er größere Sympathien für die Befürworter des Vorschlags, die er mit seiner Stimme unterstützen will. Die Gruppenstrukturdimension *Unterstützung* repräsentiert die Sympathie. Unter **BEFÜRWORDERN** werden alle Agenten, deren dargelegte Position dem Vorschlag entspricht oder die für den Vorschlag gestimmt haben, verstanden, zuzüglich des Vorschlagenden, sofern er noch nicht von seinem Vorschlag abgerückt ist. Zum anderen kann der Wunsch, sich durch eine Außenseiterrolle zu profilieren, handlungsleitend sein. Angenommen es gäbe zwei Vorschläge A und B. Die Sympathie zu den Befürwortern von Vorschlag A ist zwar höher als zu den Befürwortern von B, aber der Agent stimmt B zu. Dadurch kann er sich als Außenseiter profilieren. Die Modellierung dieses Motivs wird als „Rachemodell“ bezeichnet, und mit dem Schalter ρ ein- oder ausgeschaltet. Ob ein Agent bei eingeschaltetem Rachemodell eher mit oder gegen den Strom schwimmen will, regelt das Persönlichkeitsmerkmal *Rachelust* R .⁴⁶

$$p_{22} = \left(\frac{1}{1,5 + R} \right)^{\rho} * (Z_s(j) + (R + 0,5) * D_s(j) * \rho)$$

⁴⁶ Sowohl die Bezeichnung Rachemodell, wie auch Rachelust treffen das modellierte Verhalten nicht mehr. Damit aber die Kontinuität zu älteren Veröffentlichungen gewahrt bleibt, verwende ich die Bezeichnungen weiter.

Die Funktion $Z_s(j)$ gibt den Anteil der Unterstützung zu Befürwortern des Vorschlages an der Gesamtunterstützung an (Kapitel 3.5.3.2.9). Die Gesamtunterstützung ist die Summe der Unterstützungswerte zu allen Agenten. Dadurch wird der Einfluß der Arbeitsgruppe des Agenten auf sein Abstimmungsverhalten modelliert. Durch den Faktor R wird angegeben, wie stark der letzte Term, der die Rachelust modelliert, gewichtet wird. Für $R < 0,5$ wird er geringer als die anderen Terme und für $R > 0,5$ höher gewichtet. Durch $D_s(j)$ wird der Anteil der Unterstützung aller Gegner des Vorschlages, bezogen auf die Gesamtunterstützung, angegeben. Damit kann der Agent einen Vorschlag befürworten, um andere, die diesen Vorschlag ablehnen, zu schaden. Der Bruch normiert den Wert des Terms auf das Intervall $[0; 1]$.

Zusammenfassung der verwendeten Variablen und Funktionen

Tabelle 15: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche zur Nutzenberechnung für Zustimmung zur Ansehensteigerung

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Rachelust	R	$[0...1]$
Rache berücksichtigen	ρ	$\{0,1\}$
Anteil der Unterstützung aller Befürworter von j an der Gesamtunterstützung	$Z_s(j)$	$[0...1]$
Anteil der Unterstützung aller Gegner von j an der Gesamtunterstützung	$D_s(j)$	$[0...1]$

3.5.3.2.4 Berechnung von Zustimmung zur Problemlösung (p_{23})

Sowohl die Handlungsziele *Positionssicherung* als auch *Problemlösung* zielen auf eine Lösung ab, von der der Agent auch sachlich überzeugt ist. Während zur *Positionssicherung* der Agent Loyalitäten und Meinungsführerschaft berücksichtigt, kann er sich bei dem Ziel *Problemlösung* ganz auf die Sache konzentrieren. Anstelle von *Loyalität* und *Leadership* betrachtet er den *Expertenstatus* des Vorschlagenden. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Handlungszielen liegt im Bereich des Kompromisses. Bei der *Positionssicherung* schließt der Agent bestimmte Farben als für ihn zu nachteilig aus, während bei dem Ziel *Problemlösung* keine Farbe per se ausgeschlossen wird. Lediglich der Abstand zur Vorstellung wird berücksichtigt. Alle übrigen Überlegungen aus Kapitel 3.5.3.2.2 gelten im Prinzip auch für p_{23} .

$$p_{23} = 0,5^r * \left(w(j)^z * d(j)^{\frac{1}{(E_t + \Phi)^{1-R}}} + \left(\frac{t}{t_{\max}} \right)^r \right)$$

Die Lösung des Problems durch Zustimmung zu einem Vorschlag hängt von dessen Nähe $d(j)$ zur eigenen Vorstellung ab. Gleichzeitig beeinflusst der *Expertenstatus* die Bewertung, wie nah der Vorschlag an der eigenen Vorstellung liegt. Die Gestalt der Funktion wurde analog zur Funktion p_{21} erstellt.

Der Summand Φ , der etwas größer als Null ist, verhindert eine Division durch Null, gleichzeitig ist er hinreichend klein, so daß er das Ergebnis praktisch nicht beeinflusst. Wenn ein Scheitern nachteilig ist ($\tau=1$), dann wird der Zeitdruck mit berücksichtigt. Der Faktor 0,5 gleicht den Wertebereich an. Mit $w(j)$ wird der Wert der Stimme berechnet, wodurch ein strategisches Abstimmungsverhalten möglich wird. Mit χ wird geregelt, ob die Agenten strategisch abstimmen dürfen.

Zusammenfassung der verwendeten Variablen und Funktionen

Tabelle 16: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche zur Nutzenberechnung für Zustimmen zur Aufgabenlösung

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Kompromißbereitschaft	K	[0...1]
Wert der Stimme für Vorschlag j	w (j)	N -> [0...1]
Abstand des Vorschlages j zur eigenen Vorstellung	d (j)	N -> [0...1]
Scheitern erstrebenswert	τ	{0,1}
Zeit	t	[0...1]
Aushandlungsdauer (ohne Zeitpunkt für Auszahlung) entspricht Gesamtdauer -1	$t_{\max}$	$\mathbb{N}$
Strategische Abstimmung	χ	{0,1}
Expertenstatus zu Agent i	E_i	[0...1]
Konstante	Φ	0,00001

3.5.3.2.5 Berechnung von *alle Vorschläge ablehnen* zur Positionssicherung (p_{31})

Die Handlungsalternative *alle Vorschläge ablehnen* ist die einzige destruktive Handlungsalternative. Der Agent stimmt gegen alle Vorschläge ohne eine Lösung aufzuzeigen. Weil die Güte eines Vorschlages von der Entfernung zur Vorstellung abhängt, reicht die Betrachtung des Vorschlages aus, der am dichtesten an der Vorstellung liegt. Alle weiter entfernten Vorschläge sind schlechter. Je kompromißbereiter ein Agent ist, desto geringer sollte die Wahrscheinlichkeit werden, daß er alle Vorschläge ablehnt, weshalb die Kompromißbereitschaft K den Abstand $d_{\min}$ modifiziert.⁴⁷ Genauer gesagt, soll ein kompromißbereiter Agent nur Vorschläge mit einem großen Abstand ablehnen, d.h. die Kurve soll schnell fallen. Auf der anderen Seite soll ein nicht kompromißbereiter Agent nur dann die Vorschläge nicht ablehnen, wenn der nächst gelegene (fast) der eigenen Vorstellung entspricht, d.h. die Kurve soll spät fallen. Abbildung 19 zeigt die gewünschten Kurvenverläufe, falls K minimal (obere) und falls K maximal (untere) ist.

$$p_{31} = \begin{cases} (1 - d_{\min})^{2 \cdot K}, & d_{\min} < 1 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

⁴⁷ Für das Verständnis ist zu beachten, daß $d_{\min} = 1$, falls der Vorschlag und die Vorstellung identisch sind.

Die Funktion d_{min} berechnet den Abstand zwischen Vorstellung und dem Vorschlag, der den geringsten Abstand zur Vorstellung aufweist. Liegt der Vorschlag außerhalb des Toleranzintervalls, ist d_{min} gleich Null, und damit p_{31} gleich eins, d.h. wahrscheinlich lehnt der Akteur alle Vorschläge ab. Je größer der Abstand ist, desto größer sollen die Werte von p_{31} werden. Die Kompromißbereitschaft dämpft das Wachstum. Falls d_{min} gleich Eins ist, d.h. der Vorschlag auf den sich d_{min} bezieht, ist gleich der Vorstellung, dann soll der Agent keinesfalls alle Vorschläge ablehnen. Dieses würde eintreten, wenn zudem die Kompromißbereitschaft Null wäre.

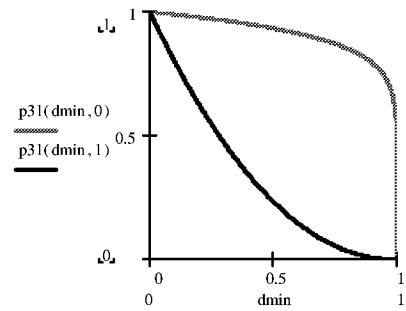


Abbildung 19: Skizze der Funktion $p_{31}(d_{min}, K)$ in Abhängigkeit von der Entfernung d_{min} zwischen Vorstellung und nächst gelegenen Vorschlag, vorausgesetzt alle Vorschläge liegen im Toleranzintervall mit $K = 1$ für die untere Kurve. Die obere Kurve wurde mit $K = 0$ erstellt.

Zusammenfassung der verwendeten Variablen und Funktionen

Tabelle 17: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche zur Nutzenberechnung für alle Vorschläge ablehnen zur Positionssicherung

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Kompromißbereitschaft	K	$[0 \dots 1]$
Min. Abstand aller Vorschläge zur eigenen Vorstellung	d_{min}	$[0 \dots 1]$

3.5.3.2.6 Berechnung von *alle Vorschläge ablehnen* zur Ansehensteigerung (p_{32})

Wenn ein Agent alle Vorschläge ablehnt, beeinflusst er damit sein Ansehen bei den anderen Agenten. Sein Ansehen sinkt bei den Befürwortern der gemachten Vorschläge. Auf der anderen Seite steigt es bei den Agenten, die auch alle Vorschläge ablehnen. $Z_S(j)$ ist der Anteil der Unterstützung zu Befürwortern von Vorschlag j an der Gesamtunterstützung (vgl. Kapitel 3.5.3.2.9) und m die Anzahl aller Vorschläge. Der Agent interessiert sich aber nicht für die Befürworter von Vorschlägen, sondern für die Agenten, die auch alle Vorschläge ablehnen. Die Summe der Unterstützungswerte zu allen anderen Agenten ist normiert eins. Nach Abzug der Unterstützungswerte zu Agenten, die Vorschläge befürworten, bleibt der Anteil an der Gesamtunterstützung übrig, die den Gegnern aller Vorschläge zu zurechnen ist.

$$p_{32} = 1 - \sum_{j=1}^m Z_S(j)$$

Zusammenfassung der verwendeten Variablen und Funktionen

Tabelle 18: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche zur Nutzenberechnung für alle Vorschläge ablehnen zur Ansehensteigerung

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Anteil der Unterstützung aller Befürworter von j an der Gesamtunterstützung	$Z_s(j)$	$[0 \dots 1]$

3.5.3.2.7 Berechnung von *Warten* (p_{41} , p_{42} und p_{43})

Ein Agent wartet aus einem von zwei Gründen ab. Einmal, weil ihm keine andere Handlungsalternative geeignet erscheint. Hierin unterscheidet sich *Warten* von allen anderen Handlungsalternativen, die gewählt werden, um – abstrakt gesprochen – den Systemzustand zu verändern. Sobald das Scheitern der Aushandlung erstrebenswert ist, wird *Warten* zu einer gezielten Handlung, weil somit eine erfolgreiche Aushandlung erschwert werden kann. Wenn ein Scheitern nicht erstrebenswert ist, dann lassen sich mit Abwarten die Ziele *Positionssicherung* und *Lösung* nicht verwirklichen. Damit die Handlungsalternative *Warten* immer dann gewählt wird, wenn keine andere Handlungsalternative einen Nutzen erwarten läßt, müssen p_{41} , p_{42} und p_{43} größer als Null sein, weil sonst der SEU-Wert von *Warten* Null wird. Aus diesem Grund wird für p_{41} , p_{42} und p_{43} als minimaler Wert Φ_2 definiert. Der Wert Φ_2 ist klein genug, die Nutzenwerte anderer Handlungsalternativen nicht zu übersteigen, aber größer als Null (vgl. Anhang 10.1). Wenn Scheitern erstrebenswert ist, kann der Agent alle Ziele durch Abwarten erreichen, weil keine Einigung immer noch die beste Lösung ist.

$$p_{41} = p_{43} = \begin{cases} \Phi_2, & \text{Scheitern nicht erstrebenswert} \\ p_{42}, & \text{sonst} \end{cases}$$

Wenn ein Agent Einfluß nehmen will und motiviert ist, dann ist *Warten* sicherlich keine geeignete Handlungsalternative um zu gestalten. Je größer der Einfluß I und die Motivation M ist, desto kleiner soll die Eintrittswahrscheinlichkeit für *Warten* werden. Diese Überlegung lehnt sich an Janssens und Jagers [1999, §3.6] Überlegung an, daß Akteure nur dann von Routineverhalten abweichen, wenn sie motiviert sind, verschiedene Handlungsalternativen zu untersuchen [vgl. auch Janis/Mann 1997].

Die Notwendigkeit in das Aushandlungsgeschehen einzugreifen hängt davon ab, wie viele mögliche Lösungen des Problems einem Agenten genehm sind. Einem Agenten, der alle möglichen Lösungen akzeptiert, hat keinen großen Nutzen von einer aktiven Beteiligung. Akzeptiert dagegen ein Agent nur eine Lösung, wird er sehr interessiert sein, diese auch durchzusetzen. Agenten, die nicht interessiert sind, werden als schweigend, d.h. abwartend angenommen. Die Funktion o_l gibt die Anzahl der von Agent l akzeptierten Farben an.

Je öfter ein Agent l sein Votum abgibt (v_l), d.h. je öfter er *zustimmt*, *vorschlägt* oder *alle Vorschläge ablehnt*, desto geringer wird seine Neigung sein, sich weiter an der Aushandlung zu beteiligen. Die Handlungsalternativen

zustimmen, vorschlagen oder alle Vorschläge ablehnen können sinnvollerweise jeweils nur einmal ausgeführt werden. Für eine zweite Ausführung, muß der Agent seine Vorstellung geändert haben. Damit ist die Häufigkeit dieser Handlungsalternativen ein Hinweis auf die Vorstellungsänderungen.

Weiterhin kann mit $\eta = 1$ ein Zeitdruck eingeschaltet werden, so daß die Neigung zu warten im Laufe der Aushandlung abnimmt. Am Ende der Aushandlungsdauer existiert sie nicht mehr. Dadurch werden die anderen Handlungsalternativen trotz geringem Nutzen begünstigt.

$$p_{42} = \min \left(1, (1 - I * M) * (v_l + 1) * \frac{o_l}{m} * \left(1 - \frac{t}{t_{\max}} \right)^\eta + \Phi_2 \right)$$

Die Minimumsfunktion stellt sicher, daß die Werte für p_{41} nicht größer als Eins werden. Haben alle Handlungsalternativen einen Nutzen von Null, dann sieht der Agent keine Handlungsmöglichkeit, seine Ziele zu erreichen. In diesem Fall ist es plausibel, wenn er abwartet, bis sich neue Handlungsmöglichkeiten eröffnen. Damit der Agent abwartet, wenn der Nutzen aller anderen Handlungsalternativen Null ist, muß p_{42} immer etwas größer als Null sein. Dieses wird durch den sehr kleinen Summanden Φ_2 erreicht.

Zusammenfassung der verwendeten Variablen und Funktionen

Tabelle 19: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche zur Nutzenberechnung für Warten

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Einfluß	I	[0...1]
Motivation	M	[0...1]
Anzahl der abgegebenen Voten (nur Zustimmungen) von Agent 1	v_l	$\mathbb{N}^0$
Anzahl möglicher Farben	m	$\mathbb{N}$
Anzahl der akzeptierten Farben von Agent 1	o_l	$\mathbb{N}$
Zeitdruck berücksichtigen	η	{0,1}
Zeit	t	[0...1]
Aushandlungsdauer (ohne Zeitpunkt für Auszahlung) entspricht Gesamtdauer -1	$t_{\max}$	$\mathbb{N}$
Konstante Φ_2	Φ_2	0,01

3.5.3.2.8 Berechnung von *Position begründen* (p_{51} und p_{53})

Die Handlungsalternative *Position begründen* dient dazu, die anderen Agenten von der Richtigkeit der Vorstellung des begründenden Agenten zu überzeugen. Deshalb kann das Ziel Ansehensteigerung nicht durch *Position begründen* erreicht werden.

$$p_{51} = p_{53} = \begin{cases} 0,5 * (I + M), & \text{sonst} \\ 0, & \text{eigene Vorstellung hat die Stimmenmehrheit} \end{cases}$$

Analog zu *vorschlagen* ist Position begründen eine proaktive Tätigkeit, der Agent beeinflusst die Vorstellungen seines Auditoriums. Deshalb beeinflussen die Persönlichkeitsmerkmale *Einfluß* und *Motivation* die Neigung sich zu äußern. Weil die Begründung der eigenen Position informeller als *Vorschlagen* ist, reicht eine hohe Motivation *oder* ein hoher Einfluß aus. Mathematisch entspricht die Addition dem logischen „Oder“. Wenn die eigene Vorstellung bereits die Stimmenmehrheit hat – gemäß des Zählschemas –, dann ist ein weiteres Argumentieren überflüssig, der Agent schweigt. Mit dem Faktor 0,5 wird der Wertebereich auf das Intervall [0; 1] normiert.

Zusammenfassung der verwendeten Variablen und Funktionen

Tabelle 20: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche zur Nutzenberechnung für Position begründen

Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Einfluß	I	[0...1]
Motivation	M	[0...1]

3.5.3.2.9 Hilfsfunktionen

WERT DER STIMME $w(j)$. Die Chance, daß ein Vorschlag angenommen wird, hängt von dem Anteil der Prostimmen in bezug auf die Anzahl abgegebener Stimmen und dem verwendeten Abstimmungsverfahren ab. Unter Prostimmen werden explizite Zustimmungen und auch – sofern ausgewählt – Positionsäußerungen, die eine Zustimmung vermuten lassen, gezählt. Das Abstimmungsverfahren gibt die Anzahl an Prostimmen an, die mindestens benötigt werden, damit der Vorschlag angenommen wird. Sobald genügend Stimmen beisammen sind, ist der Wert Eins. Allerdings soll verhindert werden, daß ein Agent weiterhin diesen Antrag aktiv unterstützt, weshalb der Wert von $w(j)$ auf Null gesetzt wird. Dadurch ist ein Agent in der Lage abzuschätzen, ob seine Position bereits erfolgreich ist, und er selber nun taktisch abstimmen kann, ohne seine Position zu gefährden. Es wird nicht berücksichtigt, ob die notwendige Anzahl an abgegebenen Stimmen erreicht ist. Exakt lautet die Berechnungsvorschrift wie folgt:

```

if Relative_Mehrheit=True then
  begin
    max := Min_Anteil_Prostimmen;
    {Notwendige Mehrheit bestimmen}
    for i:=0 to Anzahl_Zellen do
      begin
        zähle (pro, contra, pro_voher);
        if p2/(c2+p2)>max then max := p2/(c2+p2);
        if Zelle(i)=aktuelle_Zelle then
          begin
            ratio := p2/(c2+p2);
            ratio_vorher := p2vorher/(c2vorher+p2vorher);
          end;
      end;
    end;
  end;

```

```

        end;
    end
else
    begin
        zähle (pro, contra, pro_voher);
        ratio := p2/(c2+p2);
        ratio_vorher := p2vorher/(c2vorher+p2vorher);
        if Min_Anteil_Prostimmen>0.5
        then max := Min_Anteil_Prostimmen;
        else max := 0.50;
        end;
    max := max +0.01; {Das Maximum muß übertroffen werden}
    if (ratio_vorher>max) then stimmenwert := 0
    else
        if ratio/max>1 then stimmenwert := 1
        else stimmenwert := ratio/max;

```

DER ABSTAND $d(j)$. Der Abstand zwischen einem Vorschlag j und der Vorstellung i ist die Anzahl der Farben, die zwischen beiden Positionen liegen. Die Division durch m dient der Normierung. Eine Übereinstimmung zwischen Vorschlag und Vorstellung soll zu dem Wert Eins für d führen.

$$d(j) = 1 - \frac{|j-i|}{m}$$

DER KLEINSTE ABSTAND d_{min} . Die Funktion d_{min} gibt den kleinsten Abstand zwischen allen Vorschlägen, die innerhalb des Toleranzintervalls liegen, und der Vorstellung an. Liegt kein Vorschlag innerhalb des Toleranzintervalls, ist d_{min} gleich Null.

DIE AKZEPTANZ EINES VORSCHLAGES $do(j)$. Wenn der Vorschlag j nicht in der Menge der akzeptablen Vorschläge liegt, d.h. seine Farbe befindet sich außerhalb des Toleranzintervalls, dann ist der Vorschlag nicht akzeptabel.

$$d_0(j) = \begin{cases} 0, & \text{außerhalb des Toleranzintervalls} \\ 1, & \text{sonst} \end{cases}$$

DER UNTERSTÜTZUNGSANTEIL $Z_S(j)$. Die Funktion $Z_S(j)$ ist die Summe der *Unterstützung* (Dimension der Gruppenstruktur) zu allen Befürwortern des Vorschlages j geteilt durch die Summe aller Unterstützungswerte zu allen anderen Agenten. Befürworter sind Agenten, die für den Vorschlag votiert haben, ihn eingereicht haben oder ihn begründet haben.

DER UNTERSTÜTZUNGSANTEIL DER ABLEHNUNG $D_S(j)$. Von der Funktion D_S wird bezogen auf die Gesamtmenge der *Unterstützung* der Anteil der *Unterstützung* zu den Agenten berechnet, die alle Vorschläge abgelehnt haben. Die Funktionen $D_S(j)$ und $Z_S(j)$ sind nicht komplementär zu einander, weil einige Agenten sich noch nicht geäußert haben können, d.h. diese werden von keiner der beiden Funktionen erfaßt.

3.6 Beispielhafter Ablauf

Um das Modellverhalten zu veranschaulichen, folgt eine beispielhafte Berechnung. Dabei konzentriere ich mich auf die zwei wesentlichen Situationen: die Handlungswahl während einer Aushandlung und die Ergebnisermittlung nach einer Aushandlung.

Angenommen, es gäbe eine Gruppe aus drei Agenten Alpha, Beta und Gamma. Die Aushandlung dieser Zelle dauert insgesamt 10 Zeiteinheiten, von den Acht bereits verstrichen sind. „Beta“ eröffnet die neunte Zeiteinheit für die betrachtete Zelle. Beta hat die subjektiv nützlichste Handlungsalternative auszuwählen und durchzuführen.

Dazu stellt Beta die Matrix der Eintrittswahrscheinlichkeiten P auf. Weil Beta bereits seine Vorstellung (Farbe vier) vorgeschlagen hat, kann es keinen weiteren Vorschlag zu dieser Vorstellung mehr machen. Außerdem existiert noch ein Vorschlag von Gamma für die Farbe Sieben. Nun berechnet Beta die einzelnen Eintrittswahrscheinlichkeiten p_{ij} , für die in Tabelle 21 zu Demonstrationszwecken Werte eingesetzt worden sind. In Klammern hinter den Zielen sind die jeweiligen angenommenen Zielgewichte angegeben.

Tabelle 21: Beispielhafte Darstellung einer P-Matrix für die Handlungswahl während einer Aushandlung mit Zielgewichten in Klammern hinter den Zielen

Handlungsalternativen	Sicherung der eigenen Position (0,75)	Steigerung des Ansehens (1,0)	Lösung des Problems (0,25)
Vorschlag machen	–	–	–
Vorsch. 4 annehmen	1,0	0,5	1,0
Vorsch. 7 annehmen	0,4	1,0	0,2
Alle Vorschläge ableh.	0,2	0,0	0,0
Warten	0,5	0,5	0,5
Position begründen	0,5	0,0	0,5

Die P-Matrix wird jetzt mit den Zielgewichten, die vorher normiert wurden, multipliziert und anschließend wird aus dem resultierenden Vektor das Maximum ausgewählt.

$$\begin{pmatrix} 1,0 & 0,5 & 1,0 \\ 0,4 & 1,0 & 0,2 \\ 0,2 & 0,0 & 0,0 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 \\ 0,5 & 0,0 & 0,5 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0,375 \\ 0,500 \\ 0,125 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,750 \\ 0,675 \\ 0,075 \\ 0,500 \\ 0,250 \end{pmatrix}$$

Beta erwartet von den Handlungsalternative *Vorschlag vier zustimmen* den größten Nutzen (0,750). Durch das vorherige Vorschlagen der Farbe vier hat Beta bereits indirekt zugestimmt. Ein mehrfaches Zustimmen hintereinander zum gleichen Vorschlag ist nicht möglich. Aus diesem Grund trifft Beta eine Handlungswahl zwischen den Handlungsalternativen *Position begründen* und *Warten*. Diesmal wird die Handlungsalternative *Warten* ausgewählt, weil sie den höheren Nutzen erwarten läßt (0,5>0,25).

Dieses umständliche Verfahren mit der möglichen zweimaligen Wahl ist nützlich, weil automatisch geprüft wird, ob Beta noch zu der abgegebenen Stimme steht oder mittlerweile einen anderen Vorschlag favorisiert.

Betas Entscheidung zu warten wird den anderen beiden Agenten mitgeteilt. Hätte Beta für einen Vorschlag votiert oder einen eingebracht, hätten sie ihre Werte der Gruppenstrukturdimension *Unterstützung* zu Beta verändert. Weil Beta wartet, verändern die anderen ihre Gruppenstrukturwerte nicht.

Nachdem auch die beiden anderen Agenten gehandelt haben, ist die Aushandlung beendet, denn in der letzten (10.) Zeiteinheit findet die Auszählung der Stimmen statt.

Angenommen, Betas Vorschlag erhält mit der Stimme von Alpha zusammen die Mehrheit gegenüber dem Vorschlag von Gamma. Beta aktualisiert nun seine Gruppenstrukturdimension *Leadership*. Dazu geht er alle Agenten in der Gruppe, außer sich selbst, durch und erhöht den Leadershipwert, falls der betreffende Agent den angenommenen Vorschlag eingereicht hatte, oder erniedrigt den Leadershipwert, falls der Agent einen abgelehnten Vorschlag gemacht hatte. Im Beispiel hat Beta selbst den erfolgreichen Vorschlag eingebracht, so daß nur der Leadershipwert zu Gamma um den fest Wert α_F gesenkt wird.

Anschließend aktualisiert Beta seine Frustration und Motivation (siehe Kapitel 3.5.2). Weil Betas Vorschlag erfolgreich war, sinkt seine Frustration aus der letzten Zeiteinheit von 1,0 um 0,1. Zusätzlich sinkt die Frustration jedes Agenten durch die verstrichene Zeit (0,01).

$$F_{t+1} = 1 - 0,1 - 0,1 = 0,89$$

Der Schwellwert für die Frustration ergibt sich aus der Frustrationsreduktion bei Vorschlagserfolg (0,1), der Anzahl an Zellen (16), der gewählten Frustrationstoleranz (0,5) und einem Skalierungsfaktor (0,25) zu:

$$FT = (1 - 0,1) * 16 * 0,5 * 0,25 = 1,8$$

Die errechnete Frustration ist kleiner als der Schwellwert, so daß sich die Motivation um einen festen Wert erhöht, anstatt zu sinken. Alpha und Gamma aktualisieren ihre internen Werte analog.

Als zusammenfassende Übersicht zeigt Abbildung 20 die Verschränkung zwischen Handlungswahl und ihrer Wahrnehmung. Die Handlungswahl von Agent A wird beeinflußt durch die statischen Persönlichkeitsmerkmale, die dynamische Motivation, die Vorstellung, die Gruppenstruktur, die bisher abgegebenen Stimmen und die gemachten Vorschläge. Durch die Handlungswahl *Vorschlagen* können die gemachten Vorschläge verändert werden oder durch *Zustimmen* oder *alles ablehnen* die Stimmen. *Warten* verändert keine der Einflußgrößen. *Position begründen* wirkt über die Wahrnehmung der anderen Gruppenmitglieder (exemplarisch für B und C eingezeichnet) auf die jeweiligen Weltbilder ein. Auch die Motivation von B und C wie auch die Gruppenstruktur wird erst mittelbar durch die wahrgenommenen Handlungswahlen verändert. Sobald A seine Handlungswahl getroffen hat, wechseln die Rollen, B oder C wählen ihre Handlungen und die anderen Agenten nehmen diese wahr.

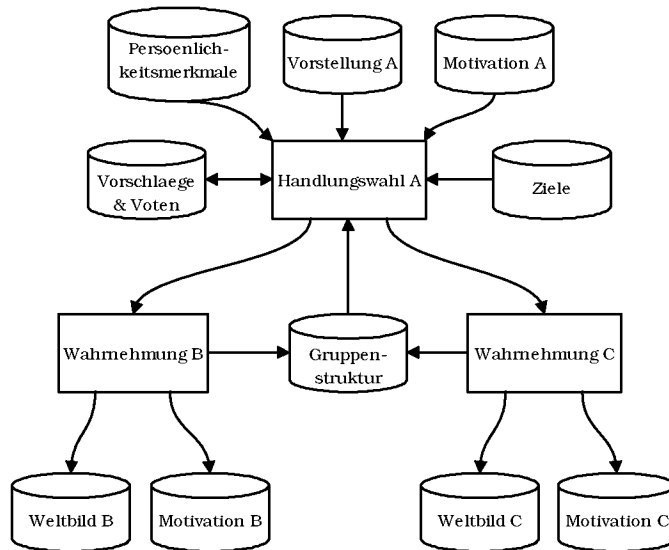


Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Einflußgrößen und Handlungswahl.

4 Ausgewählte Einzelheiten der Implementation von SAM

Das Modell SAM wurde mit der Programmiersprache Delphi Version 4 individuenorientiert implementiert. Die Modelldynamik wird in vier Klassen (*Simulationssteuerung*, *Agent*, *Aufgabe*, *Verlauf*) erzeugt, die direkt von der abstrakten Basisklasse abgeleitet sind (Abbildung 21). Mit der Klasse *Simulationssteuerung* wird der Ablauf einer Simulation verwaltet, das umfaßt die Erzeugung, Verwaltung und Vernichtung der notwendigen Objekte. In der Klasse *Verlauf* werden die abgegebenen Stimmen und Vorschläge gespeichert. Dabei wird für jeden Agenten eine eigene Sicht verwaltet. Durch die Verwaltung der abgegebenen Stimmen und Vorschläge in eine Klasse, lassen sich Änderungen im HAP relativ einfach umsetzen. Eine vergleichbare Funktion wird durch die Klasse *Aufgabe* für die Verwaltung des Gitterbretts ausgeführt. Eine Konzentration aller aufgabenspezifischen Funktionen in der Klasse *Aufgabe* ist sinnvoll, weil so eine einfache Änderung der Aushandlungsaufgabe möglich ist. Alle weiteren agentenspezifischen Funktionen sind in der Klasse *Agent* realisiert, insbesondere die Handlungswahl und Handlungswahrnehmung. Die Funktionen des HAP sind über die Klassen *Verlauf* und *Simulationssteuerung* verteilt. Die Klasse *Statistik* sammelt und wertet die Beobachtungsdaten aus.

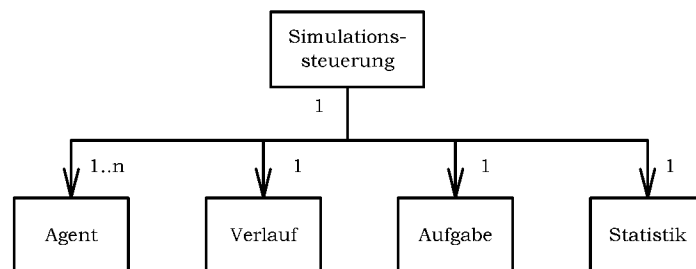


Abbildung 21: Vereinfachtes Klassendiagramm für SAM

Ein Simulationsexperiment wird in der Regel mehrfach wiederholt, um zufällige Einflüsse, wie die zufällig generierten Vorstellungen der Agenten, von den Wirkungen der Parameterkonstellation⁴⁸ statistisch trennen zu können [vgl. Neelamkavil 1987; Box et al. 1978]. Eine solche Trennung ist notwendig, um entscheiden zu können, ob Änderungen der Meßfühlerwerte⁴⁹ auf zufällige Einflüsse oder auf Veränderungen der Parameterkonstellation zurückführbar sind. Die Wiederholung eines Simulationsexperimentes wird **LAUF** genannt.

Für die Erzeugung der Zufallszahlen wurde der in Delphi eingebaute Zufallszahlengenerator verbessert, so daß die sequentielle Korrelation aufgehoben worden ist. Dabei wird der Generator von Press [1988, S. 207 f.] verwendet. Der Kolmogorov-Smirnov-Test ergibt, daß die Verteilung der Pseudozufallszahlen nicht signifikant von der Gleichverteilung abweicht.

⁴⁸ Unter Parameter verstehe ich Variablen, deren Werte vom Experimentator einstellbar sind. Die Agentenvorstellungen wie auch die Aktivierungsreihenfolge entziehen sich der Kontrolle durch den Experimentator.

⁴⁹ Der Begriff „Meßfühler“ wird in Kapitel 5.1 erläutert.

Der Ablauf einer Simulation wird in Kapitel 4.1 vorgestellt. Neben dem Simulationsmodell entstand eine Datenbetrachtungs- und Auswertungskomponente und ein Editor zum Verwalten und Manipulieren von Agenten- und Szenariobeschreibungen (Kapitel 4.2).

4.1 Ablauf einer Simulation

Im folgenden wird vorgestellt, wie der Simulationsablauf bei SAM realisiert ist. Nachdem ein Simulationsexperiment gestartet worden ist, werden die – zuvor mit dem eingebauten Editor spezifizierten – Parameter, die das Simulationsexperiment definieren, eingelesen (siehe Abbildung 22). Anschließend werden die Agenten und der Verlauf initialisiert. Im Verlauf werden alle Handlungen der Agenten registriert, d.h. der Verlauf stellt das elektronische Gedächtnis des Aushandlungssystems dar, auf das die Agenten zugreifen können. Die Ablaufkontrolle steuert die weitere Abwicklung.

Abbildung 23 zeigt den Ablauf der Funktion Ablaufkontrolle. Nach Initialisierung der Statistik durch Rücksetzung der Meßfühler können die Agenten zu der Liste der auszuhandelnden Zellen („Zellenliste“) weitere hinzufügen, allerdings nur, wenn eine parallele Aushandlung von Zellen erlaubt ist. Sonst enthält die Zellenliste nur eine Zelle. Bei paralleler Aushandlung wird von jeder Zelle ein Zeitschritt simuliert. Dazu werden die Zellen nacheinander in zufälliger Reihenfolge bearbeitet. Eine Darstellung des Aushandlungsablaufs findet sich in Kapitel 3.3. Wenn die Zeit für die ausgewählte Zelle abgelaufen ist, werden die Stimmen gezählt und das Ergebnis im Gitter festgehalten. Jeder Agent wird von dem Ergebnis unterrichtet und paßt seine Repräsentation der Gruppenstruktur und weitere interne Zustände, wie z.B. seine Motivation, entsprechend an.⁵⁰

Für die gerade aktuelle Zelle wählt jeder Agent, der aufgrund seiner Reaktionszeit zu der aktuellen Zeiteinheit handeln darf, eine Handlung aus. Anschließend wird diese an alle Agenten zur Kenntnisnahme verteilt. Ein Agent, der eine Handlung eines anderen zur Kenntnis nimmt, verändert seine Repräsentation der Gruppenstruktur entsprechend. War die ausgeführte Handlung eine Weltbilddarlegung, prüfen alle Agenten, ob sich ihr Weltbild verändert. Ihre Vorstellung von der idealen Zellenfarbe wird dabei gegebenenfalls angepaßt. Die Reihenfolge der Agenten wird zufällig bestimmt. Eine zufällige Reihenfolge verhindert, daß die Simulationsergebnisse von der Reihenfolge, in der die Agenten agieren, vorgeprägt wird [vgl. Huberman/Glance 1993].

⁵⁰ Diese Anpassung darf nicht mit der Anpassung während der Aushandlung einer Zelle verwechselt werden. Nach jeder Handlungswahl aktualisieren die anderen Agenten ihre internen Zustände, wie z.B. ihr Weltbild oder die Gruppenstrukturdimension *Unterstützung*.

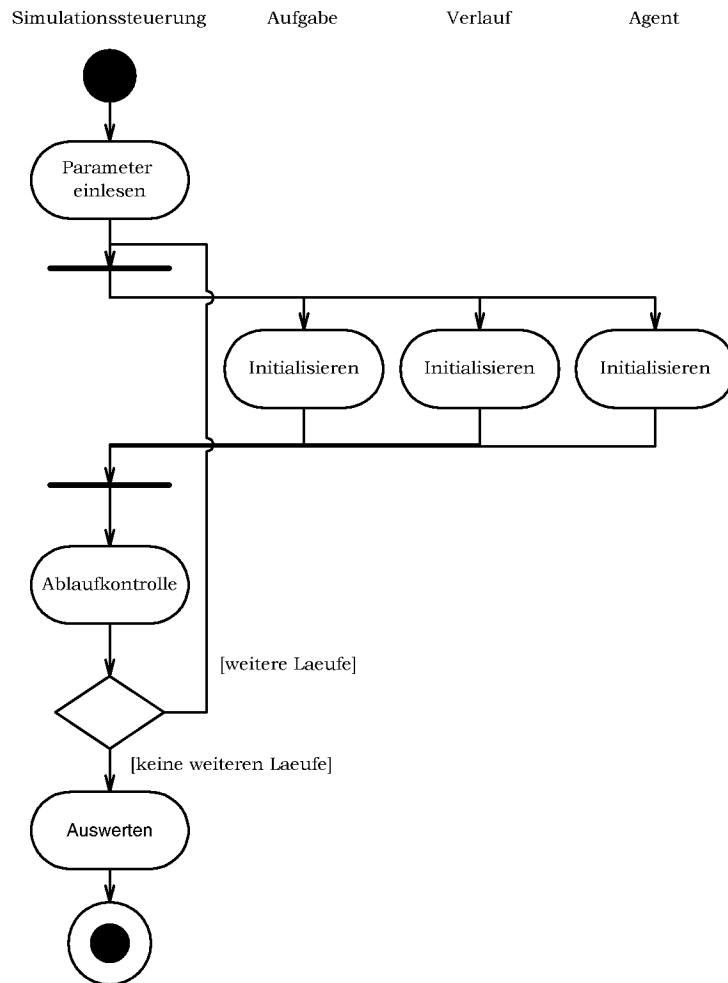


Abbildung 22: Programmaufbau Ebene 1

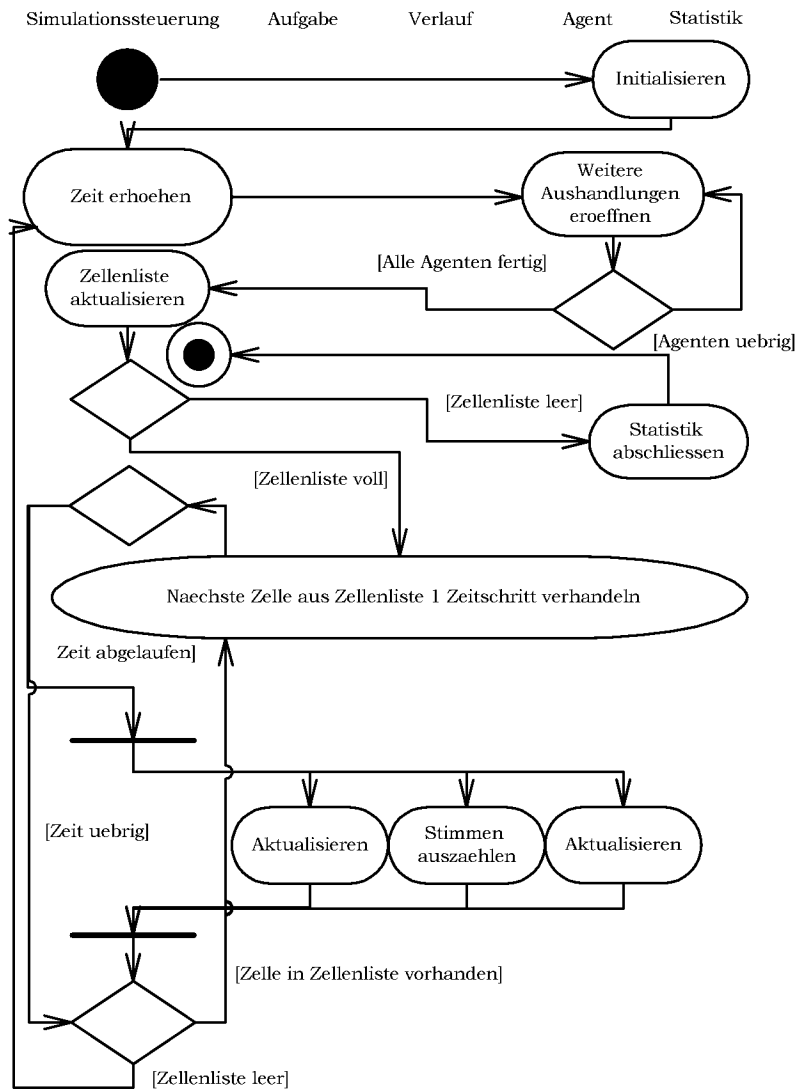


Abbildung 23: Programmaufbau Ebene 2. Funktion Ablaufkontrolle. Um die Übersicht zu erhöhen, wird auf die Funktionen zur Datenerhebung und Auswertung verzichtet.

4.2 Informationstechnische Werkzeuge

Das Gesamtmodell SAM wird durch ca. 20 Parameter für die Aufgabe und die Aushandlungssteuerung bestimmt. Weiterhin benötigt jeder Agent ca. 24 Parameter und Konstanten. Dazu kommt noch die Gruppenstruktur mit $4 \cdot (n^2 - n)$ Parametern für n Agenten. Für drei Agenten sind 116 Parameter und Konstanten einzustellen. Bei fünf Agenten erhöht sich die Zahl auf 220. Um eine Menge dieser Größe angemessen verwalten zu können, wurde ein

spezieller Editor entwickelt. Mit dem Editor werden die Szenarienbeschreibungen erzeugt und in Dateien abgelegt, die der Simulator für seine Berechnungen verwendet. Weiterhin dient der Editor zur Verwaltung (erzeugen, ändern und löschen) früher erzeugter Beschreibungen.

Die Parameter und Konstanten sind nach Themenbereichen gruppiert (Abbildung 24). Fünf Hauptbereiche (Grundlagen, Zellauswahl, Farbgitter, Agenten und Gruppenstruktur) sind über Registerkarten zugänglich. Vor dem Speichern einer neuen oder geänderten Szenariodefinition wird überprüft, ob alle eingestellten Werte innerhalb der zulässigen Wertebereiche liegen. Dadurch werden ungültige Szenariobeschreibungen vermieden. Um die Definition eines Szenarios zu vereinfachen, wird für die Agentendefinition ein eigenständiger, ähnlich funktionierender Editor verwendet (Abbildung 25).

Zufallswerte werden in beiden Editoren über „*“ eingestellt und erst bei der Simulation mit Werten belegt. Die mit „*“ markierten Werte dienen den automatischen Analysewerkzeugen („automatischen Experimentator“, vollfaktorielle Analyse, siehe Kapitel 5.3) als Hinweis, welche Parameter verändert werden sollen.

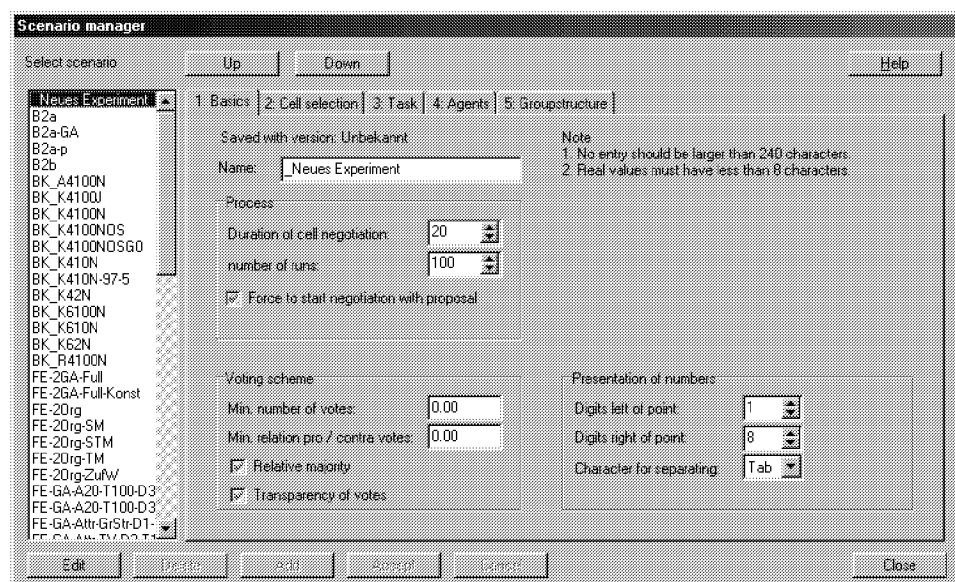


Abbildung 24: Ansicht auf den Szenarioeditor

Nicht nur die Beschreibung von Szenarien benötigt viele Daten, sondern ein Simulationslauf produziert auch typischerweise mehrere Megabyte Daten. Für statistische Auswertungen und graphische Darstellungen können die, in tabellarischen Textdateien vorliegenden Daten, in Fremdprodukte importiert werden. Zusätzlich lassen sie sich mit dem speziell für SAM entwickelten Projektor anzeigen.

Der Projektor zeigt die erzeugten Daten für jeden Zeitschritt an. Neben der Szenariodefinition und den Beschreibungen der Agenten lassen sich auch die Werte der Meßfühler für den ausgewählten Zeitschritt visualisieren. Ein

Kurvenplotter stellt die Meßfühlerwerte (vgl. Kapitel 5.1) graphisch dar. Wenn für ein Szenario mehrere Läufe durchgeführt werden, werden nicht nur die Meßwerte des aktuellen Laufs, sondern auch die Durchschnittswerte und die Standardabweichung angezeigt. Für die Gruppenstruktur und das Geschehen weist der Projektor besondere Darstellungsmöglichkeiten auf.

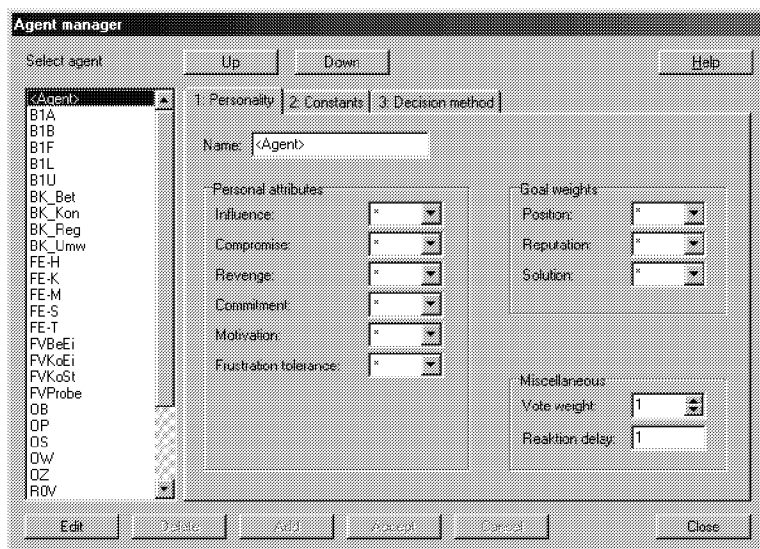


Abbildung 25: Ansicht auf den Agenteneditor

Für jede Dimension der Gruppenstruktur ist für den gewählten Zeitpunkt eine Wertmatrix verfügbar, in der die Beziehungen zwischen allen Agenten eingetragen ist. Mit einem XY-Plot lassen sich zwei bis drei Dimensionen gleichzeitig darstellen, z.B. die beiden dynamischen Dimensionen *Leadership* und *Unterstützung* (Abbildung 26). Diese Darstellungsweise ist an Bales' und Cohens [1982] SYMLOG-Darstellungsdiagramme angelehnt. Auf der X- und Y-Achse wird jeweils eine Dimension aufgetragen. Die dritte kann über die Größe des Kreisradius ausgedrückt werden. Dargestellt wird entweder die Sicht

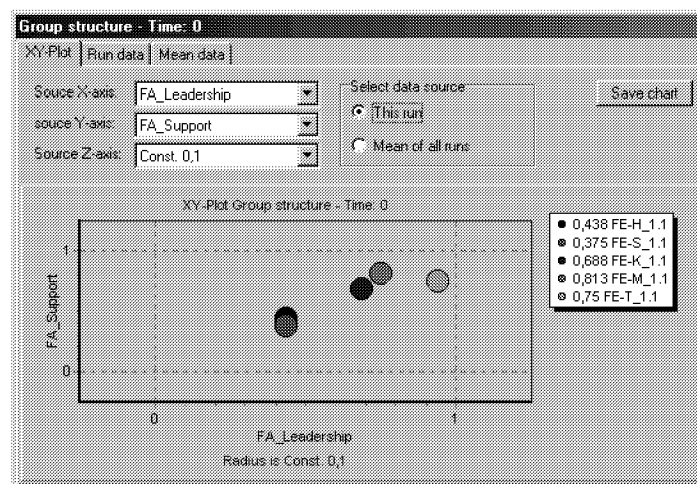


Abbildung 26: Darstellung der Gruppenstruktur

aus der Perspektive von ego⁵¹ oder von alter. Zur Illustration betrachten wir die Dimension *Unterstützung*. Wenn die Sicht von ego dargestellt werden soll, wird von jedem Agenten der Durchschnitt seiner Unterstützungswerte zu

anderen Agenten berechnet. Für die Sicht von alter wird der Durchschnitt der von den anderen Agenten auf ego bezogenen Unterstützungswerte ermittelt.

Sowohl die Meßfühler wie auch die Gruppenstruktur oder auch die Verteilung der Handlungswahlen beschreiben das Geschehen in der Aushandlung nur mittelbar. Für Vergleiche zwischen Szenarien oder mit anderen Quellen sind diese Zeitreihen notwendig. Dennoch kann ein direkter Blick auf das Geschehen hilfreich sein. Die Aushandlung wird in einer verbalisierten Form abgespeichert, so daß sie jederzeit ohne weitere Hilfsmittel nachvollzogen werden kann. Eine komfortablere

Glance into the room - Time: 12

Table Record

Cell: 310
Number of negotiation: 1
Previous negotiation at time: 0

Idea is shown after time step 12

Order	Name	Idea	Action
2	FE_H_1.1	97	is waiting
1	FE_K_1.1	97	is waiting
4	FE_M_1.1	164	: I propose 164
5	FE_S_1.1	97	is waiting
3	FE_T_1.1	97	: I agree with 97

Shown time step: 12

Proposal	Author	#Pro	#Contra	#Supporter	#Opponents
97	FE_K_1.1	4	1	1	0
164	FE_M_1.1	0	5	0	1
164	FE_M_1.1	1	4	0	1

Abbildung 27: Blick auf das Aushandlungsgeschehen

Betrachtung ist mit dem Projektor möglich (Abbildung 27). Für jeden Zeitpunkt wird angezeigt, welcher Agent welche Handlung ausgeführt hat und in welcher Reihenfolge die Agenten agiert haben („Order“). Zusätzlich kann man die Vorstellung des Agenten („Idea“) am *Schluß* der angezeigten Runde sehen, die sich durchaus im Verlauf der Runde nach der Handlungswahl des Agenten verändert haben kann. Neben den Handlungen der Agenten ist der Status der gemachten Vorschläge zu sehen. Nicht nur Inhalt und Autor sondern auch die Anzahl der Pro- und Contrastimmen werden angezeigt, zusätzlich auch die Anzahl der befürwortenden und ablehnenden Wortbeiträge.

⁵¹ Die Begriffe „alter“ und „ego“ werden nach ihrem lateinischen Ursprung kleingeschrieben. Eine Verwechslung von „alter“ mit „Alter“ (Lebensalter) ist damit ausgeschlossen.

5 Meß- und Analysetechnik

Zwei Arten der Beobachtung von Gruppen sind denkbar. Die „ganzheitliche“ und die „atomistische“ [Becker-Beck 1997, S. 58]. Bei der ganzheitlichen Beobachtung versucht ein Beobachter, aus dem Interaktionsstrom Gestalten zu erkennen, auf eine Zergliederung des Verhaltensstroms in seine Elemente wird verzichtet. Der Nachteil ist nach Becker-Beck, daß die Ergebnisse aufgrund ihrer Abhängigkeit vom Beobachter nicht objektivierbar sind. Eine vollständige Erfassung (atomistische Beobachtung) und Auswertung der Elemente des Verhaltensstroms ist notwendig, um statistische Tests einsetzen zu können.

Während der Simulation wird kontinuierlich eine Vielzahl an Daten über den Verlauf und die internen Agentenzustände mit Hilfe von **MEßFÜHLERN** erhoben (Kapitel 5.1). Diese Daten bilden die Grundlage der mit SPSS in der Version 9.0 durchgeführten statistischen Analysen (siehe Kapitel 5.2). Systematische Veränderungen von Parametereinstellungen lassen sich am schnellsten mit automatischen Verfahren durchführen. Kapitel 5.3 stellt die in dieser Arbeit verwendeten Verfahren „vollfaktorielle Analyse“ und „automatischer Experimentator“ vor.

5.1 Erläuterung der Meßfühler

Die Meßfühler lassen sich in zwei Gruppen einteilen: globale und agentenspezifische Meßfühler. Die globalen Meßfühler bilden aggregiert bestimmte Zustände des Gesamtsystems ab, während die agentenspezifischen Meßfühler nur den Zustand *einer* Agentenvariablen messen.

Manche Meßfühler tragen die Kennzeichnung „rundenbezogen“, die besagt, daß der Meßfühlerwert sich auf die aktuelle Zeiteinheit bezieht. Die Begriffe Zeiteinheit und **RUNDE** sind synonym. Meßfühler ohne diese Kennung zeigen Werte nur zu der Zeiteinheit an, an der eine Ergebnisauszählung zu einer Zelle stattfindet.

5.1.1 Globale Meßfühler

Die globalen Meßfühler lassen sich in drei Kategorien einteilen. In der ersten befinden sich die Meßfühler, die sich mit der Messung von Handlungen beschäftigen (Kapitel 5.1.1.1). Kapitel 5.1.1.2 zeigt die Meßfühler, die sich auf den Verlauf und das Resultat einer Zellenaushandlung beziehen. In Kapitel 5.1.1.3 werden dagegen die Meßfühler erläutert, die sich mit dem gesamten Aushandlungsprozeß, d.h. aller Zellen, befassen.

5.1.1.1 Messung der Handlungen

ANZAHL VORSCHLAGEN (Wertebereich = $\aleph^0$, rundenbezogen). Der Meßfühler „Anzahl Vorschläge“ mißt, wie viele Agenten pro Runde einen Vorschlag gemacht haben.

ANZAHL ZUSTIMMEN (Wertebereich = $\mathbb{N}^0$, rundenbezogen). Der Meßfühler „Anzahl Zustimmung“ mißt, wie viele Agenten pro Runde einem Vorschlag zugestimmt haben.

ANZAHL POSITION BEGRÜNDEN (Wertebereich = $\mathbb{N}^0$, rundenbezogen). Der Meßfühler „Anzahl Position begründen“ mißt, wie viele Agenten pro Runde ihre Position begründet haben.

ANZAHL ABLEHNEN (Wertebereich = $\mathbb{N}^0$, rundenbezogen). Der Meßfühler „Anzahl Ablehnen“ mißt, wie viele Agenten pro Runde die Handlungsalternative *Alle Vorschläge ablehnen* ausgeführt haben.

ANZAHL WARTEN (Wertebereich = $\mathbb{N}^0$, rundenbezogen). Der Meßfühler „Anzahl Warten“ mißt, wie viele Agenten pro Runde *Abwarten* gewählt haben.

5.1.1.2 Messung einzelner Aushandlungen einer Zelle

MEHRHEITSWECHSEL (Wertebereich = $[0, 1]$, rundenbezogen). Dieser Meßfühler mißt pro Zeiteinheit, ob der Vorschlag, der aktuell die Mehrheit hat, schon einmal die Mehrheit besessen und verloren hatte. Für jeden dieser Vorschläge erhöht sich der Meßfühlerwert. Er erreicht den Wert eins, wenn ab der 3. Runde jede Runde ein alter Vorschlag erneut die Mehrheit bekommt. Wenn die Gruppe zwischen zwei Vorschlägen pendelt, erhöht sich der Meßfühlerwert bei jedem Mehrheitswechsel.

ANTEIL VORSCHLÄGE (Wertebereich = $[0, 1]$, rundenbezogen). Der Meßfühler „Anteil Vorschläge“ gibt an, welcher Anteil der möglichen Vorschläge, der durch die Anzahl der möglichen Farben gegeben ist, tatsächlich in der gerade abgeschlossenen Aushandlung vorgeschlagen worden ist. Durch die Division mit der Anzahl Farben entsteht eine Abhängigkeit des Meßfühlers von der Farbanzahl, d.h. bereits die Erhöhung der Farbanzahl senkt den Meßfühlerwert, selbst wenn die Gruppe sich gleich verhält.

ANTEIL DER DISKUTIERTEN VORSCHLÄGE (Wertebereich = $[0, 1]$, rundenbezogen). Der Meßfühler „Anteil der diskutierten Vorschläge“ gibt an, welcher Anteil der gemachten Vorschläge in der gerade abgeschlossenen Aushandlung tatsächlich mit mindestens *einem* ablehnenden Beitrag oder mindestens *zwei* Pro-Beiträge diskutiert worden ist. Bei nur einem Pro-Beitrag kann noch nicht von Diskussion gesprochen werden, sondern nur von Monolog. Weil der Vorschlag selber ein Pro-Beitrag ist, reicht ein Contra-Beitrag aus, um eine sehr einfache Diskussion zu begründen.

5.1.1.3 Messung des Gesamtaushandlungsprozesses

GEFÜLLTE ZELLEN (Wertebereich = $[0, 1]$). Der Meßfühler „Gefüllte Zellen“ mißt den Anteil der mit einer Farbe gefüllten Zellen des Gitterbrettes. Zu Beginn der Aushandlung ist sein Wert Null. Wenn für alle Zellen eine Farbe ausgehandelt werden konnte, ist der Wert am Ende der Aushandlung Eins.

DURCHSCHNITTliches STIMMENVERHÄLTNISS (Wertebereich = $[0, 1]$). Der Meßfühler „Durchschnittliches Stimmenverhältnis“ mißt das durchschnittliche Verhältnis von Pro- zu Contra-Stimmen bei der Stimmenausswertung am Ende einer Aushandlung. Die Verhältnisse zwischen Pro- und Contra-Stimmen

nach einer Aushandlung werden aufsummiert und durch die Anzahl der Aushandlungen geteilt, in denen ein Vorschlag die Mehrheit erreicht hat. Von Zellen, die wiederholt ausgehandelt worden sind, wird das letzte Ergebnis verwendet.

DURCHSCHNITTLICHER MEHRHEITSWECHSEL (Wertebereich = [0,1]). Der Meßfühler „Durchschnittliche Mehrheitswechsel“ gibt den Durchschnitt des Meßfühlers „Mehrheitswechsel“ bezogen auf die Anzahl der bisherigen Aushandlungen („#Aushandlungen“) multipliziert mit der Aushandlungsdauer („Dauer“) minus Drei an. Erst ab der dritten Zeiteinheit können Mehrheitswechsel auftreten; die letzte Zeiteinheit einer Aushandlung ist für die Auszählung des Ergebnisses reserviert. Als Formel:

$$\text{durchschnittlicher Mehrheitswechsel} = \frac{\text{Mehrheitswechsel}}{\# \text{Aushandlungen} * (\text{Dauer} - 3)}$$

GEMEINSAME VORSTELLUNG (Wertebereich = [0,1]). Der Meßfühler „gemeinsame Vorstellung“ gibt an, wie verbreitet eine gemeinsame Vorstellung ist. Haben alle Agenten für alle Zellen eine gemeinsame Vorstellung, hat der Meßfühler den Wert Eins, haben für keine Zelle auch nur zwei Agenten die gleiche Vorstellung, ist der Meßfühlerwert null. Als Formel:

$$\text{gemeinsame Vorstellung} = 1 - \frac{\text{Vorstellungsanzahl}}{\text{Gittergröße} * (\text{Agentenanzahl} - 1)}$$

ANZAHL AUSHANDLUNGEN (Wertebereich = $\mathbb{N}^0$). Der Meßfühler „Anzahl Aushandlungen“ zählt die Anzahl der Aushandlungen. Wenn jede Zelle nur einmal verhandelt werden kann, wird bei Beendigung der Simulation dieser Meßfühler gleich der Gittergröße sein, sonst größer.

DURCHSCHNITTLICHER ANTEIL VORSCHLÄGE (Wertebereich = [0,1]). Der Meßfühler „Durchschnittlicher Anteil Vorschläge“ gibt den Durchschnitt des Meßfühlers „Anteil Vorschläge“ über alle bisher verhandelten Zellen an.

TEILNEHMERERFOLG (Wertebereich = [0,1]). Die Zufriedenheit der Teilnehmer zu bestimmen ist schwierig. Menschen berücksichtigen bei ihrer Bewertung eine Vielzahl unterschiedlicher Faktoren, die z.T. zwischen Individuen variieren können. Ein wichtiger Faktor dürfte sein, wie stark die eigene Vorstellung in das Aushandlungsergebnis eingeflossen ist. Das Modell SAM berücksichtigt keine Emotionen, wie z.B. Freundlichkeit im Umgang, weshalb deren Einbeziehung hier keinen Sinn ergibt. Aus diesem Grund heißt der Meßfühler auch nicht „Teilnehmerzufriedenheit“. Der Meßfühler „Teilnehmererfolg“ gibt den Durchschnitt über alle Agenten an, wie viele Zellen des Endergebnisses mit ihren Vorstellungsgittern übereinstimmen. Dieser Meßfühler bezieht sich auf das gesamte Gitter, und nicht nur auf die gerade verhandelte Zelle. Wenn alle Agenten ihre gesamte Vorstellung in das Ergebnis eingebracht haben, hat der Meßfühler den Wert Eins. Im entgegengesetzten Fall den Wert Null.

LÖSUNGSSUCHE (Wertebereich = [0,1]). Nach Boos [1996, S. 19 f.] sind für die Bewertung eines Verfahrens unter anderem die Art der Lösungssuche und die Entscheidungsfindung wichtig. Unter Lösungssuche versteht Boos die Frage, wie stark werden die Vorschläge ausdifferenziert und vernetzt. Auf das Modell SAM übertragen, ist damit gemeint, wie viele der möglichen Vor-

schläge (Anzahl der Farben) werden in einer Aushandlung im Durchschnitt gemacht. Ein Aspekt der Entscheidungsfindung nach Boos ist die Frage, welcher Anteil der Vorschläge überhaupt diskutiert wird. Der Wert des Meßfühlers errechnet sich aus dem Mittelwert der Durchschnitte der Meßfühler „Anteil der Vorschläge“ und „Anteil der diskutierten Vorschläge“. Wenn n die Anzahl an durchgeführten Aushandlungen ist, dann ergibt sich der Meßfühler „Lösungssuche“ wie folgt:

$$\text{Lösungssuche} = 0,5 * \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Anteil_Vorschläge}_i + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Anteil_disk_Vorschläge}_i \right)$$

MITTLERE PARTIZIPATION (Wertebereich = [0,1]). Die mittlere Partizipation der Agenten ist der Durchschnitt des entsprechenden agentenspezifischen Meßfühlers. Der Meßfühler nimmt den Wert Eins an, wenn kein Agent jemals gewartet hat und Null, wenn alle nur gewartet haben.

ANTEIL DER WIEDERHOLTEN AUSHANDLUNGEN (Wertebereich = [0,1]). Der Meßfühler „Anteil der wiederholten Aushandlungen“ gibt den Anteil der Zellen an, die mindestens zweimal verhandelt worden sind. Es werden nur die Zellen berücksichtigt, die mindestens einmal verhandelt worden sind. D.h. wird nach der Hälfte der Zellen die Aushandlung abgebrochen und bis dahin jede Zelle zweimal verhandelt, ist der Meßfühlerwert Eins. Er ist Eins, wenn alle Zellen mindestens zweimal verhandelt worden sind und Null, wenn jede Zelle maximal einmal verhandelt worden ist. Wenn n die Anzahl der Zellen, die mindestens einmal Gegenstand einer Aushandlung gewesen sind, bezeichnet, dann ergibt sich die Formel wie folgt:

$$\text{Anteil_wdh_Aush} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \begin{cases} 1, & \text{falls Zelle } i \text{ mind. 2x verhandelt} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

ERFOLG DER AUSHANDLUNG (Wertebereich = [0,1]). Eine Aushandlung ist erfolgreich, wenn alle Zellen gefüllt sind. Weiterhin ist die Stabilität des Ergebnisses von Interesse. Ein Ergebnis ist um so stabiler, je mehr Agenten zugestimmt haben. Auch spricht für ein stabiles Ergebnis, daß der Anteil der Zellen, die wiederholt verhandelt worden sind – sofern dies möglich ist – gering ist. Der Meßfühler „Erfolg der Aushandlung“ ist deshalb der Mittelwert aus den Meßühlern „Gefüllte Zellen“, „Durchschnittliches Stimmenverhältnis“ und Eins minus „Anteil der wiederholten Aushandlungen“:

$$\text{Erfolg_Aushandlung} = \frac{1}{3} * \left(\text{Gefüllte_Zellen} + \text{Durch_Stimmverhältnis} + 1 - \text{Anteil_wdh_Aushandlungen} \right)$$

BEWERTUNG AUSHANDLUNG (Wertebereich = [0,1]). Der Meßfühler „Bewertung Aushandlung“ stellt eine Maßzahl für die Bewertung des Verlaufs und damit indirekt des HAPs dar. Das Farbgitter soll Aufgaben repräsentieren, die keine richtige oder falsche Lösung haben, deshalb existiert auch kein Maß für die Güte der Lösung. Es wird dem Vorschlag von Boos [1996, S. 15 f.] gefolgt, und statt dessen der Verlauf der Entscheidungsfindung gemessen. Angewendet auf SAM läßt sich die Bewertung der Aushandlung aus den Meßühlern „Lösungssuche“, „Mittlere Partizipation“, „Teilnehmererfolg“ und „Erfolg der Aushandlung“ zusammensetzen. Weiterhin wird der benötigte Zeitbedarf berücksichtigt. Eine ausführliche Diskussion wird in Kapitel 7.1

geführt. Die Bewertung der Aushandlung (BA) ergibt sich dann als Mittelwert wie folgt:

$$BA = 0,20 * \left(\frac{\text{Lösungssuche} + \text{Teilnehmererfolg} + \text{mittelere_Partizipation} + \text{Erfolg_Aushandlung} + \text{Zeitbedarf}}{5} \right)$$

mit

$$\text{Zeitbedarf} = \begin{cases} 1 - \frac{\#Aushandlungen - \text{Gittergröße}}{(\text{Max_Anzahl_Wiederholungen} - 1) * \text{Gittergröße}}, & \text{AM} > 1 \\ 1, & \text{sonst oder wenn } \#Aushandlungen < \text{Gittergröße} \end{cases}$$

Wenn mehr als die minimale Zeit (Gittergröße) benötigt worden ist, erhält *Zeitbedarf* einen Wert kleiner als Eins. In allen anderen Fällen ist *Zeitbedarf* gleich Eins. Durch die Berücksichtigung des Zeitbedarfs werden zwei Aushandlungen, die gleich gut sind, aber unterschiedlich lange gedauert haben, auch unterschiedlich bewertet. Gesucht ist eine gute und schnelle Aushandlung. Eine vollständige Bearbeitung eines Farbgitters verlangt pro Zelle eine Aushandlung, d.h. das Minimum ist gleich der Gittergröße. Die Abwertung erfolgt proportional zu der zusätzlich benötigten Anzahl an Aushandlungen (Zähler). Diese Anzahl wird auf die maximal zusätzlich zur Verfügung stehende Aushandlungsanzahl (Nenner) normiert ohne Berücksichtigung der Mindestabstände, d.h. die Anzahl der maximal möglichen Aushandlungen ist tendenziell etwas zu groß.

5.1.2 Agentenspezifische Meßfühler

Die Meßfühler für die Agenten werden nach dem Ende der Aushandlung einer Zelle aktualisiert. Sie machen sinnvolle Aussagen sowohl bei sequentieller wie auch bei paralleler Aushandlung.

ERFOLG (Wertebereich = [0,1]). Der Erfolg eines Agenten wird wie folgt gemessen. Für jede bisher verhandelte Zelle wird der Abstand zwischen der Vorstellung am Ende des Laufs und dem ausgehandelten Ergebnis gebildet und aufsummiert. Anschließend wird diese Summe durch die Anzahl der bisher ausgehandelten Zellen dividiert.

VORSTELLUNGSÄNDERUNG (Wertebereich = [0,1]). Dieser Meßfühler gibt an, wie groß der Anteil der Zellen ist, die sich in dem aktuellen Vorstellungsgitter des Agenten von seinem Vorstellungsgitter zu Beginn des Simulationslaufes unterscheiden. Ein Wert von 0,4 bedeutet, daß sich 40% der Zellen verändert haben. Wie stark oder wie oft, wird nicht gemessen.

ERFOLG DER VORSCHLÄGE (Wertebereich = [0,1]). Der Erfolgsindex für Vorschläge des Agenten i in allen bisher abgeschlossenen Aushandlungen beruht auf Scharpf [1988, S. 57]. Sei a_i die Anzahl der angenommenen, b_i die Anzahl der abgelehnten und c_i der nicht entschiedenen Vorschläge des Agenten i . Nicht entschiedene Vorschläge sind solche, die weder eine zustimmende noch eine ablehnende Resonanz in der Gruppe erfahren haben. Mögliche Gründe sind Nichtbeachtung oder bewußte Enthaltung. A sei die Summe aller angenommenen Vorschläge aller Agenten und B die Summe aller abgelehnten Vorschläge. Das Verhältnis angenommener Vorschläge zu

Anzahl eingebrachter Vorschläge des Agenten i , sagt etwas über seinen individuellen Erfolg aus: $a_i / (a_i + b_i + c_i)$. Wegen der teilweise sehr kleinen Werte, zieht Scharpf die Quadratwurzel. Welchen Anteil der Agent i an dem Gruppenergebnis hat, wird durch das Verhältnis zwischen der Anzahl seiner angenommenen Vorschläge und der Gesamtanzahl angenommener Vorschläge beschrieben: a_i / A . Scharpf kombiniert beide Maßzahlen und zieht den Mißerfolg, d.h. die analogen Maßzahlen für die abgelehnten Vorschläge ab:

$$\frac{a_i}{\sqrt{(a_i + b_i + c_i) * A}} - \frac{b_i}{\sqrt{(a_i + b_i + c_i) * B}}$$

Im Modell SAM und im HAP wird für jeden Vorschlag eine Entscheidung getroffen, weil das Zustimmung zu einem bzw. Einbringen eines Vorschlages das Ablehnen aller anderen Vorschläge impliziert, d.h. einzelne Vorschläge können nicht ignoriert werden. Gezielte Enthaltungen zu einem bestimmten Vorschlag sind im HAP nicht vorgesehen. Kapitel 3.3.1 erläutert näher, wie Enthaltungen in HAP und SAM realisiert sind. Weiterhin wird der Index von dem Intervall $[-1, 1]$ auf das Intervall $[0, 1]$ transformiert. Somit wird folgender Index verwendet:

$$\left(\frac{a_i}{\sqrt{(a_i + b_i) * A}} - \frac{b_i}{\sqrt{(a_i + b_i) * B}} + 1 \right) * 0,5$$

PARTIZIPATION (Wertebereich = $[0, 1]$). Dieser Meßfühler gibt den Anteil der tatsächlich erfolgten aktiven Partizipation in einer Aushandlung gemessen an der theoretisch (*Aushandlungsdauer*-1) möglichen an. Um eine Division durch Null zu vermeiden, wird die Reaktionsgeschwindigkeit um Eins erhöht. Die Werte gelten immer nur für die gerade verhandelte Zelle:

$$\text{Partizipation} = \frac{\# \text{Handlungen}}{\frac{\text{Aushandlungsdauer} - 1}{\text{Reaktionsgeschwindigkeit} + 1}}$$

GESAMTPARTIZIPATION (Wertebereich = $[0, 1]$). Dieser Meßfühler gibt den Anteil der tatsächlich erfolgten aktiven Partizipation in *allen* Aushandlungen, gemessen an der theoretisch möglichen, an. Dieser Wert ist der Mittelwert des Meßfühlers „Partizipation des Agenten“ über alle Aushandlungen eines Laufes.

Jede Dimension der Gruppenstruktur wird auf vier verschiedene Arten agentenbezogen dargestellt. Die Darstellungsart wird mit einem Präfix angezeigt. Welcher Agent im Fokus steht, wird jeweils durch dessen Namen festgelegt.

FE. Die durchschnittliche Beziehung, des namentlich bezeichneten Agenten zu allen anderen Agenten, wird mit FE gekennzeichnet.

FA. Die durchschnittliche Beziehung, aller anderen zu dem namentlich bezeichneten Agenten, wird mit FA gekennzeichnet.

Der Zeitpunkt der Messung wird mit einem Präfix vor dem Präfix gekennzeichnet. „A“ steht für „vor Laufbeginn“ und „E“ für „nach Ende des Laufs“. Beispielsweise bedeutet „EFE“ die durchschnittliche Beziehung des namentlich bezeichneten Agenten zu allen anderen Agenten am Ende der Simulation. „AFE“ wäre die gleiche Beziehung zum Laufbeginn.

5.2 Statistische Analyseverfahren

Das Modell SAM weist Rückkopplungen auf, d.h. eine klare Trennung zwischen abhängige und unabhängige Variablen ist in vielen Fällen nur eingeschränkt möglich. Die *Motivation* beispielsweise beeinflusst die Handlungswahl und wird in einem späteren Zeitschritt von der Handlungswahl beeinflusst (Vorschlagserfolg). Nach van Dijkum [2000, S. 9] sind lineare statistische Analyseverfahren für die Untersuchung rückgekoppelter Systeme nicht geeignet. In dieser Arbeit werden statistische Verfahren zur Prüfung von Hypothesen mit der Gestalt „wenn diese Parameterkonstellation vorliegt, dann haben die Meßfühler am Simulationsende folgende Werte“ eingesetzt. Damit sind die gewählten Parametereinstellungen die unabhängigen Variablen und die Meßfühler die abhängigen Variablen. Diese Hypothesenform ist frei von Rückkopplungen, d.h. Nichtlinearitäten, so daß lineare Verfahren eingesetzt werden können. Das simulierte System selber bleibt nichtlinear.

Zur Analyse der Daten wird das Softwarepaket SPSS 9.0 eingesetzt. Durch den nichtparametrischen **MANN-WHITNEY-U-TEST** wird geprüft, ob sich die Mittelwerte zweier Stichproben (hier Experimentbedingungen) signifikant unterscheiden. Der t-Test kann nicht eingesetzt werden, weil die Daten in der Regel nicht normalverteilt sind. Durch eine **KORRELATIONSANALYSE** wird geprüft, ob die Änderungen einer unabhängigen Variablen zu einer linearen Änderung einer abhängigen Variablen führt. Zur Untersuchung, ob eine Korrelation vorliegt, wird der verteilungsfreie Standardtest von Kendall (**KENDALLS TAU**) eingesetzt. Die Verteilungsfreiheit erlaubt auch hier, nicht normalverteilten Zahlen zu verwenden. Sollen die – nicht unbedingt linearen – Änderung von mehrere Variablen unter Berücksichtigung von Interdependenzen untersucht werden, wird das **ALLGEMEINE LINEARE MODELL** (GLM) eingesetzt.

Ähnliche Fälle, d.h. Parameterkonstellationen, werden mit der **HIERARCHISCHEN CLUSTERANALYSE** ermittelt. Diese gruppiert die Parameterkonstellationen nach ähnlichen Variablenausprägungen (Parameterwerten) solange, bis nur noch zwei Cluster übrig bleiben. Anhand von berechneten Kennzahlen läßt sich die optimale Anzahl Cluster erkennen, sofern Cluster existieren. Die eigentlichen Clusterzentren werden anschließend mit der **CLUSTERZENTRENANALYSE** bestimmt.

Mit der **HAUPTKOMPONENTENANALYSE** werden nicht ähnliche Parameterwerte, sondern ähnliche Parameter gruppiert. Zwei Parameter sind ähnlich, wenn sie stark mit einander korrelieren. Die gefundenen Hauptkomponenten, auch Faktoren genannt, sind unabhängige Einflußgrößen, d.h. sie korrelieren nur schwach untereinander. Dadurch wird die für eine Analyse notwendige Anzahl an Parameter reduziert, ohne daß die Erklärungskraft abnimmt. Mit einem **SCREEPLOT**⁵², der die Eigenwerte pro Hauptkomponente angibt, kann die Erklärungsleistung der Hauptkomponenten graphisch dargestellt werden. Die theoretisch maximale Hauptkomponentenanzahl ist gleich der Parameteranzahl. Allerdings können nur so viele Hauptkomponenten berechnet werden, wie Fälle vorhanden sind, so daß die maximale Hauptkomponentenanzahl entweder gleich der Fallanzahl oder gleich der Parameteranzahl ist, je nachdem welche Zahl kleiner ist.

⁵² „Scree“ bedeutet im englischen Geröllhang.

Für die graphische Darstellung werden neben Streudiagrammen, Balkendiagrammen und Histogrammen auch **BOXPLOTS** eingesetzt. Mit Boxplots werden Ausreißer, der Median, der Bereich zwischen dem 1. und dem 3. Quartiel, der kleinste und der größte Wert grafisch angezeigt.

Bühl und Zöfel [1999] beschreiben die verwendeten Funktionen mit Bezug zu SPSS. Hartung und Elpelt [1984] und Schaich et al. [1979] führen z.B. in die mathematische Funktionsweise der meisten Funktionen ein.

5.3 Automatische Untersuchungsverfahren

Zum automatischen Durchführen von Simulationsexperimenten werden zwei Methoden eingesetzt: die vollfaktorielle Analyse (Kapitel 5.3.1) und der automatische Experimentator (Kapitel 5.3.2).

5.3.1 Vollfaktorielle Analyse

Aufgabe der **VOLLFAKTORIELLEN ANALYSE** ist das planmäßige Variieren von Parametereinstellungen [vgl. Box et al. 1978]. Von jedem Parameter werden die beiden Extremwerte verwendet. Um auch die Wechselwirkungen zwischen Parametern zu berücksichtigen werden alle möglichen Kombinationen der zwei Einstellungen jedes Parameters getestet. Für drei Parameter sind damit $2^3 = 8$ Versuche notwendig. Aufgrund des exponentiellen Wachstums der Versuchszahl lassen sich nur wenige Parameter mit dieser Methode variieren. Mit der für diese Arbeit zur Verfügung stehenden Hardware liegt die Obergrenze bei etwa sieben Parametern.

5.3.2 Automatischer Experimentator⁵³

Im praktischen Einsatz scheitert die vollfaktoriellen Analyse an der notwendigen Rechenzeit, um beliebig viele Parameter gleichzeitig zu variieren. Die Idee von Terano et al. [1998] und Müller [2000], automatisch nach passenden Parametern für definierte Ergebnisse zu suchen, wird im folgenden Kapitel ausgebaut und verallgemeinert.⁵⁴ Im Gegensatz zu Müller [2000] wird in dieser Arbeit – wie von Terano et al. [1998] vorgeschlagen – keine Zufallssuche sondern ein genetischer Algorithmus verwendet (hier **AUTOMATISCHER EXPERIMENTATOR** genannt). Der genetische Algorithmus durchsucht mit einer darwinistischen Heuristik den Parameterraum. Bewußt einfach wurde der Aufbau des genetischen Algorithmus gehalten, um mit einer einfachen Implementierung die Funktionsweise zu demonstrieren. Geschwindigkeitssteigerungen sind durch Verwendung von geeigneteren Mutations-, Rekombinations- und Selektionsstrategien denkbar.

Allgemein kann diese Methode als Umkehrfunktion des Simulationsmodells bezeichnet werden. Ein wichtiger Vorteil der meisten mathematischen Me-

⁵³ Dieses Kapitel basiert mit einigen Modifikationen auf [Lepperhoff 2001].

⁵⁴ In Bereich der technischen Simulation und Prozeßoptimierung ist die Kopplung von Optimierungsalgorithmen mit Simulationsprogramme längst üblich [vgl. Schmidt 2001]. Im Bereich der Simulation sozialer Systeme wird von dieser Möglichkeit bisher kaum Gebrauch gemacht.

thoden ist, daß eine Umkehrfunktion existiert, mit der die Eingabe für eine definierte Ausgabe errechenbar ist. Simulationsmodelle sind pfadabhängig [Gilbert/Troitzsch 1999, S. 23], weshalb keine Umkehrfunktion existiert. Mathematisch ausgedrückt, es existiert keine bijektive Abbildung. Durch die Pfadabhängigkeit basiert die Ausgabe von Simulationsmodellen auf den Parametereinstellungen und den Anfangsbedingungen. Der automatische Experimentator ist nur auf Modelle anwendbar, deren Ergebnisse in erster Linie von den Parametereinstellungen und nicht von der Anfangsbelegung der Variablen abhängen.

In Kapitel 5.3.2.1 wird die Architektur und Funktionsweise des automatischen Experimentators vorgestellt. Anschließend wird die Analyse der gefundenen Parameterkonstellationen besprochen (Kapitel 5.3.2.2). Die Besprechung des automatischen Algorithmus weist über den konkreten Anwendungsfall SAM hinaus, denn die hier vorgeschlagene Methode ist prinzipiell auf verschiedene Simulationsmodelle anwendbar, und soll deshalb allgemein vorgestellt werden.

5.3.2.1 Architektur und Funktionsweise

Genetische Algorithmen, die von Holland [1975] eingeführt wurden, werden von vielen Verfassern beschrieben [vgl. z.B. Chattoe 1998; Gilbert/Troitzsch 1999, Banzhaf et al. 1998]. Ich werde mich auf den hier verwendeten Algorithmus konzentrieren.

Am Anfang wird eine Startpopulation von Parameterkonstellationen zufällig erzeugt. Jede Parameterkonstellation wird von einer binären Zeichenkette dargestellt (Gen genannt). Für die Fitnessbewertung wird die binäre Zeichenkette in Parameterwerte umgewandelt, die das Simulationsmodell übergeben bekommt, um die benötigten Simulationsdaten zu erzeugen. Die Fitness der Parameterkonstellationen hängt von dem Abstand zwischen dem erzeugten Simulationsergebnis und dem gewünschten Ergebnis ab (s.u.). Nach Berechnung eines Fitnesswertes für jede Parameterkonstellation der Population, werden die Parameterkonstellationen mit der besten Fitness ausgewählt, um aus ihnen Nachkommen zu erzeugen. Für die Auswahl der Kandidaten wird die Population zufällig in Gruppen eingeteilt. Die Gruppenanzahl wird manuell festgelegt. Aus jeder Gruppe werden die zwei Parameterkonstellationen mit der besten Fitness ausgewählt und zu zwei neuen Parameterkonstellationen, ihren Nachkom-

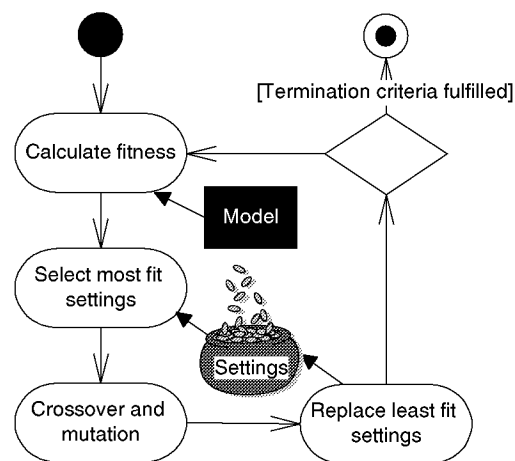


Abbildung 28. Schematischer Ablauf des automatischen Experimentators.

men zu erzeugen. Für die Auswahl der Kandidaten wird die Population zufällig in Gruppen eingeteilt. Die Gruppenanzahl wird manuell festgelegt. Aus jeder Gruppe werden die zwei Parameterkonstellationen mit der besten Fitness ausgewählt und zu zwei neuen Parameterkonstellationen, ihren Nachkom-

men, kombiniert. Dabei können zufällige Mutationen auftreten. Anschließend ersetzen die Nachkommen die Parameterkonstellationen mit der schlechtesten Fitness. Die Berechnung der Fitness wird weiter unten erläutert. Sobald jede Gruppe aktualisiert worden ist, bilden alle Gruppen die neue Population der nächsten Generation. Die Einteilung in Gruppen verhindert die Konzentration auf eine Konstellation [Banzhaf et al. 1998]. Dieser Ablauf wird solange wiederholt, bis mindestens eine passende Parameterkonstellation gefunden worden oder die festgelegte maximale Generationsanzahl erreicht ist (siehe Abbildung 28).

Für die Suche nach mehreren passenden Parameterkonstellationen, sind zwei Abbruchkriterien geeignet. Zuerst kann eine große Population über viele Generationen entwickelt werden. Die Anzahl der Wiederholungen bleibt sehr klein, aufgrund beschränkter CPU-Zeit. Zweitens kann eine kleine Population sich nur wenige Generationen lang entwickeln, wobei die Anzahl an Wiederholungen groß ist. Empirische Erfahrungen zeigten, daß eine größere Anzahl unterschiedliche Lösungen mit der zweiten Methode gefunden werden. Ein Grund ist, daß sich die Wahrscheinlichkeit, die gleiche Lösung zu finden mit steigender Anzahl an Wiederholungen verringert. Bildlich gesprochen, bilden die Parameterkonstellationen eine Landschaft im Parameterraum, wobei die Fitness die Höhe der Hügel bestimmt. Die passenden Parameterkonstellationen befinden sich an der Spitze der Hügel. Während seiner Suche besteigt der genetische Algorithmus einige Hügel, d.h. einige oder alle Parameterkonstellationen der Population befinden sich an dem gleichen Hügel in unterschiedlichen Höhen. Nach dem Entfernen der ersten geeigneten Parameterkonstellation, werden einige ähnliche Konstellationen auf dem gleichen Hügel gefunden. All diese Konstellationen sind einander ähnlich, nicht wegen des Modellverhaltens, sondern weil sie auf dem gleichen Hügel liegen. Wenn Parameterkonstellationen von unterschiedlichen Hügeln genommen werden, werden Ähnlichkeiten durch das Verhalten des Modells verursacht. Ein Nachteil der häufigen Neuinitialisierung der Population ist der erhöhte Rechenzeitbedarf. Beide Verfahren sind gleich schnell, wenn zwei Gruppen benutzt werden. In größeren Gruppen bleiben einige Parameterkonstellationen unverändert, weswegen ihre Fitness nicht in jeder Generation aktualisiert werden muß. Ein weiterer Nachteil der zweiten Methode ist, daß die Population sich nur über einen kurzen Zeitraum entwickelt. Sehr spezielle Konstellationen benötigen u.U. lange Entwicklungszeiten. In dieser Arbeit wird ein Kompromiß zwischen beiden Methoden verwendet. Eine relativ kleine Population wird über eine längere Zeit entwickelt. Dies wird mehrfach wiederholt. Damit wird garantiert, daß nicht nur kleine Abweichungen von einer passenden Parameterkonstellation gefunden werden.

Zwei-Punkt-Crossover wird für die Rekombination zweier Parameterkonstellationen verwendet [Banzhaf et al. 1998]. In den Genen (Binärstrings) zweier Parameterkonstellationen werden zwei Punkte zufällig gewählt. Um ungültige Gene zu vermeiden, liegen diese Punkte zwischen verschiedenen Parameterwerten. Die Bitfolgen zwischen diesen beiden Punkten haben die gleiche Länge und werden zwischen beiden Partnern ausgetauscht. Zwei Nachkommen werden „geboren“. Eine kleine einstellbare Wahrscheinlichkeit existiert, daß zufällige Modifikationen (Mutation) an den Genen der Nachkommen vorkommen. Einzelne Bits „kippen“ in diesem Fall. Eine feste oder veränderliche

Mutationswahrscheinlichkeit kann verwendet werden. Sobald die durchschnittliche Fitness innerhalb der Population unter einer einstellbaren Schwelle fällt, wird die Mutationswahrscheinlichkeit um einen einstellbaren Betrag erhöht. Wenn die durchschnittliche Fitness eine obere Grenze überschreitet, vermindert sich die Mutationswahrscheinlichkeit um den gleichen Betrag. Dieser Mechanismus hilft, die Mannigfaltigkeit innerhalb der Population zu bewahren. Wenn ein Parameterwert durch Mutation ungültig wird, wird er durch einen zufällig ausgesuchten gültigen Wert ersetzt.

Das Simulationsmodell erzeugt künstliche Daten, seine Ausgabe. Üblicherweise besteht diese Ausgabe aus Meßwerten verschiedener Meßfühler. Für mindestens einen Meßfühler muß ein Intervall definiert werden, in dem die gesuchten Werte liegen sollen. Für jeden Wert x außerhalb des Intervalls $[\min_i; \max_i]$ vermindert sich die Fitness. Eine passende Parameterkonstellation (Lösung) hat eine Fitness von Null, weil die Daten aller Meßfühler in dem gewünschten Intervall liegen. Der genetische Algorithmus sucht nach der maximalen Fitness (gleich Null). Alle Lösungen sind gleich gut. Der Algorithmus kann nicht entscheiden, welche Lösung besser ist als eine andere. Nur ein Beobachter kann diese Entscheidung treffen, wenn er weitere Kriterien benutzt. Für m Meßfühler wird die Fitness folgendermaßen berechnet:

$$\text{Fitness} = -\sum_{i=1}^m f_i(x) + g_i(x) \in [-\infty; 0]$$

$$f_i(x) = \begin{cases} \min_i - x, & \text{if } x < \min_i \\ 0 & \end{cases}$$

$$g_i(x) = \begin{cases} x - \max_i, & \text{if } x > \max_i \\ 0 & \end{cases}$$

Ein typischer Anwendungsfall in bezug auf SAM ist die Suche nach Parameterkonstellationen, die zu einer bestimmten Aushandlungsbewertung führen (vgl. Kapitel 8). In diesem Fall wird für die Fitnessberechnung nur ein Kriterium verwendet, die Aushandlungsbewertung. Dazu wird ein Intervall um den gewünschten Wert herum konstruiert (z.B. $[0,2;0,4]$). Wenn das Simulationsergebnis, d.h. der gemessene Meßfühlerwert in diesem Intervall liegt, dann hat diese Parameterkonstellation den Fitnesswert Null. Wird aber beispielsweise 0,6 gemessen, dann erreicht die Parameterkonstellation einen Fitnesswert von $-(0+(0,6-0,4)) = -0,2$.

5.3.2.2 Analyse der gefundenen Parameterkonstellationen

Ein Grund, den automatischen Experimentator zu benutzen, ist der Wunsch, Parameterkonstellationen, die bestimmte Kriterien erfüllen, zu finden. Es ist nicht wichtig, ob es andere passende Konstellationen gibt oder nicht. Eine mögliche Anwendung ist die Falsifikation von Hypothesen über das Modellverhalten [Müller 2000]. Eine andere Anwendung liegt im Bereich der Simulation politischer Maßnahmen. Eine geeignete Maßnahme (Parameterkonstellation) wird für das gewünschte Simulationsergebnis gesucht.

Verschiedene Parameterkonstellationen mögen gleich gut die Kriterien erfüllen, aber unterschiedlich starke Änderungen gegenüber dem Status quo bedeuten. Ein ausführliches Beispiel stellt Kapitel 8.2 vor. Die politische Durchsetzbarkeit von Maßnahmen sinkt, je radikaler eine Abkehr vom bisherigem Zustand ausfällt. Statt lediglich eine Parameterkonstellation zu ermitteln, werden mehrere verschiedene mit dem automatischen Experimentator ermittelt. Anschließend kann mit der bekannten **METHODE DER KLEINSTEN QUADRATE** für jede Konstellation i der Abstand A_i der Konstellation vom Status quo, der ebenfalls durch Parameterwerte beschrieben wird, berechnet werden. Der Abstand ist ein Maß für die Radikalität der vorgeschlagenen Veränderung. Für jeden Parameter j der n Parameter wird die quadratische Differenz des Parameterwertes w_{ji} mit dem entsprechenden Wert des Status quo s_j bestimmt:

$$A(i) = \sum_{j=1}^n (w_{ji} - s_j)^2$$

Eine Menge geeigneter Parameterkonstellationen, die durch mehrfache Neuinitialisierungen gefunden wurden, erlaubt die Beantwortung von zwei weiteren Fragen.

Erstens: Wie sensitiv ist jeder Parameter in bezug auf das gewünschte Ergebnis? Sensitivitätsanalysen geben Auskunft wie robust das beobachtete Modellverhalten gegenüber kleinen Parametervariationen ist.

„If the behaviour is very sensitive to small differences in the value of one or more parameters, we might be concerned about whether the particular values used in the simulation are the correct ones.“ [Gilbert/Troitzsch 1999, S. 23]

Wenn ein Parameter nicht relevant für das gewünschte Ergebnis ist, ist bei geeigneter Codierung eine Gleichverteilung seiner Werte zu erwarten, denn sowohl seine Initialisierung wie auch die Mutationen sind gleich verteilt. Der Handlungszeile, Persönlichkeitsmerkmale und die Gruppenstruktur werden als skalare Werte codiert, so daß sich bei Mutationen alle fünf Werte gleich häufig auftreten. Durch das Verändern eines nicht sensitiven Parameters wird die Fitness der Konstellation nicht verbessert, d.h. der genetische Algorithmus erlangt durch gezielte Modifikationen keinen Vorteil. Auf nicht relevante Parameter kann für das beobachtete Modellverhalten gefahrlos verzichtet werden. Entfernt man diese Parameter, so erhält man ein minimales Modell zur Erzeugung des beobachteten Modellverhaltens [vgl. Latané 1996]. Wenn die Parameterwerte so codiert werden, daß alle Werte auch bei Mutationen gleich häufig auftreten können, dann weicht die Verteilung von sensitiven Parameterwerten signifikant von der Gleichverteilung ab, weil entweder die Menge der passenden Werte kleiner als die Menge der möglichen Werte ist oder weil die Verteilung aufgrund der Modelleigenschaften verändert wird. Je größer die Sensitivität eines Parameters ist, desto kleiner wird der Wertebereich, aus denen Werte entnommen werden können, mit denen das gewünschte Simulationsergebnis erreicht werden kann. Mit Parameterwerten außerhalb des beobachteten Wertebereiches können die gewünschten Simu-

lationsergebnisse nicht erreicht werden. Mit anderen Worten, für eine Vielzahl von Parametern kann ihre Sensitivität gleichzeitig geprüft werden.

Zweitens: Existieren typische Parameterkonstellationen (Cluster genannt)? Die erste Frage spricht die Sensitivität von Parametern an. Die zweite Frage spiegelt die Idee von typischen Konstellationen wider, die die gewünschten Simulationsergebnisse produzieren können. Eine Clusteranalyse ist eine statistische Methode, um ähnliche Parameterkonstellationen zusammenzufassen. Um eine Clusteranalyse anwenden zu können, muß die Anzahl der vorliegenden Konstellationen größer als die Anzahl der möglichen Cluster sein. Wenn der Parameterraum für passende Konstellationen zu groß ist, können u.U. nicht genügend Konstellationen berechnet werden, weil der vollautomatisierte Experimentator viel Rechenzeit braucht. Aber dies ist ein praktisches Problem, das weniger wichtig werden wird, wenn die Entwicklungsgeschwindigkeit für PC-Hardware weiterhin hoch bleibt.

Sobald der automatische Experimentator nach den gleichen Parametern für verschiedene Agenten suchen soll, entsteht ein Problem. Die gefundenen Parameterkonstellationen werden untereinander aufgelistet (Parameter in den Spalten und ihre jeweilige Belegungen in den Zeilen). Wenn nun die Agenten A und B jeweils durch gleiche Parameterwerte beschrieben werden, so kann man optisch zwei verschiedene Konstellationen erhalten. Bei der Zusammenstellung der Parameterkonstellationen listet der automatische Experimentator die Agentendefinition in der Reihenfolge ihrer Erstellung auf. Zufällig wurde in der ersten Konstellation Agent A zuerst definiert und in der zweiten Konstellation Agent B. Tabelle 22 zeigt ein Beispiel. Agent A habe einen *Einfluß* von 0,25 und Agent B von 0,5. Die Einträge in der Spalten suggerieren, daß der *Einfluß* beider Agenten zwischen 0,25 und 0,5 streuen kann. Tatsächlich liegt aber keine Streuung vor.

Tabelle 22: Beispielhafte Darstellung der Agentendarstellung

Der Grund ist, daß beide Agenten durch Parameterwerte nicht unterscheidbar sind. Die Austauschbarkeit wird aufgehoben, wenn die gesuchten Parameter nicht

Konstellationen	Einfluß Agent 1	Einfluß Agent 2
1	0,25	0,5
2	0,50	0,25

identisch sind, z.B. für A wird nach *Einfluß* und für B nach *Kompromißbereitschaft* gesucht, oder die Gruppenstruktur weist beiden Agenten unterscheidbare Positionen zu. Wenn die Gruppenstruktur auch gesucht wird, kann sie keine differenzierende Rolle einnehmen.

Um ähnliche Agentendefinitionen untereinander anzuordnen, wird folgendes Verfahren verwendet. Die erste gefundene Konstellation dient als Referenz. Für jede weitere Konstellation wird für jede Agentendefinition i der Abstand zur Referenz berechnet. Dabei wird i mit jeder Referenzagentendefinition verglichen. Anschließend wird für jeden Agenten j , die noch nicht einsortierte Agentendefinition mit dem geringsten Abstand zur Referenzdefinition j aus der betrachteten Konstellation, zugeordnet. Dieses Prozedere wird für jede Parameterkonstellation wiederholt.

Als Abstandsmaß wird die Summe der quadratischen Differenz zwischen Referenzparameterwert und dem betrachteten Parameterwert genommen. Aufsummiert werden die quadratischen Differenzen für alle Parameter eines A-

genten. Durch die Sortierung werden alle Agenten mit ähnlichen Parameterwerten untereinander aufgelistet. Statistische Analysen können nun Agenten mit ähnlichen Werten, die vermutlich auch ähnliche Funktionen erfüllen, vergleichen, um Gemeinsamkeiten zu entdecken.

6 Plausibilität des Modells

Im Wesentlichen besteht SAM aus zwei Komponenten: Steuerungsmodell und Agentenmodell. Das Steuerungsmodell wird stark von dem HAP bestimmt. Dagegen ist die Gestaltung des Agentenmodells an verschiedenen soziologischen und sozialpsychologischen Theorien orientiert. Eine empirische Überprüfung des Agentenmodells sprengt aufgrund des Aufwandes an Zeit und Geld den Rahmen dieser Arbeit, denn dazu wäre für jede Parameterkombination mindestens ein Laborexperiment notwendig. Für drei Agenten müssen bereits 20 Parameter für die Aufgabe und die Aushandlungssteuerung, $3 \cdot 24$ Parameter und Konstanten für die Agenten und $4 \cdot (3^2 - 3) = 24$ Parameter für die Gruppenstruktur – zusammen also 116 Variablen – untersucht werden.⁵⁵ Die einfachste vollfaktorielle Untersuchung prüft nur die Extremwerte, d.h. sie stellt die untere Schrank für den Aufwand dar, so daß Laborexperimente mit mindestens 2^{116} Gruppen notwendig sind. Ganz abgesehen von dem bisher ungelösten Problem, die Gruppen planvoll nach gewünschten Persönlichkeitsmerkmalen zusammenzustellen. Auf der anderen Seite stellt sich auch bei diesem Agentenmodell die Frage, wie plausibel es das Verhalten von Gruppenteilnehmern abbildet. Ein mögliches Vorgehen wäre zu untersuchen, ob ein Agent sich in einer spezifischen Situation plausibel verhält. Nachteilig ist, daß typische Situationen, die allgemein anerkannt sind und als Test verwendet werden könnten, nicht bekannt sind. Statt dessen wird untersucht, ob das aggregierte Agentenverhalten über viele verschiedene Situationen plausibel erscheint.

Diese Frage soll in drei Schritten untersucht werden. Im ersten Schritt wird überprüft, ob das Agentenmodell in sich konsistent ist, d.h. ob die Parameter des Agentenmodells, die ihnen zugeschriebene Wirkung auf die Handlungswahlen, besitzen (Kapitel 6.1). In der Literatur sind viele Hypothesen und Beobachtungen über das Verhalten von Gruppen und ihrer Mitgliedern zu finden. Drei in SAM umsetzbare Beobachtungen werden ausgewählt, um mit Simulationsexperimenten nachgestellt zu werden. In diesem zweiten Schritt wird damit gezeigt, inwieweit das Verhalten der Agenten mit bestehenden Erkenntnisse übereinstimmt (Kapitel 6.2). Als dritten Schritt wird das Verhalten des gesamten Modells SAM mit dem beobachteten Verhalten einer Versuchsgruppe unter ähnlichen Bedingungen verglichen (Kapitel 6.3). Die Ergebnisse der drei Schritte werden anschließend diskutiert (Kapitel 6.4).

6.1 Interne Konsistenz

Unter interner Konsistenz wird hier verstanden, inwieweit das Verhalten der Agenten von ihren Persönlichkeitsmerkmalen und der Gruppenstruktur bestimmt wird. Das Modell ist konsistent, wenn die Persönlichkeitsmerkmale und die Gruppenstruktur den Einfluß auf das Agentenverhalten ausüben, der nach der Modellkonstruktion zu erwarten ist. Diese Frage ist bei einfa-

⁵⁵ Weil die Konstanten auch variiert werden können und ihr Wert bisher nach Plausibilitäts Gesichtspunkten festgelegt worden ist, sollten sie auch empirisch geprüft werden. Ließe man die Konstanten aus, blieben noch 89 Parameter übrig.

chen Modellen trivial, wo das Verhalten aus der Modellbeschreibung ablesbar ist. Bei komplexen, rückgekoppelten Modellen können Menschen das dynamische Verhalten nicht mehr adäquat vorhersagen, wenn sie lediglich die Modellbeschreibung und keine formalen Verfahren, wie z.B. Mathematik oder Computersimulation, heranziehen [vgl. Dörner 1998]. Aus diesem Grund werden auch mehr Einflußzusammenhänge gefunden, als ursprünglich erwartet worden sind. Die Erwartungen richten sich auf die unmittelbaren Einflüsse der Parameter auf die Handlungswahl, weil diese auch ohne formale Methoden der menschlichen Analyse zugänglich sind.

Als Untersuchungsmethode wird eine vollfaktorielle Analyse verwendet (siehe Kapitel 5.3.1), d.h. für jeden Parameter werden seine Extremwerte gegen die Extremwerte aller anderen Parameter variiert. Betrachtet werden die Persönlichkeitsmerkmale eines Agenten und Beziehungen dieses Agenten zu den anderen Agenten. Um den Rechenaufwand zu reduzieren, werden nicht alle 17 Parameter gleichzeitig verändert, dieses würde für eine vollfaktorielle Analyse 2^{17} Versuche bedeuten. Vielmehr werden die Parameter in Bündel eingeteilt, so daß für jedes Bündel nicht mehr als acht Parameter zu variieren sind. In dem ersten Bündel „**MERKMALE**“ werden die Persönlichkeitsmerkmale (Einfluß, Kompromißbereitschaft, Rachelust, Motivation, Frustrationstoleranz), in dem zweiten Bündel „**MODELLE**“ der Detailgrad des Handlungsmodells (Zeitdruck, strategische Wahl und Rache), in dem dritten Bündel „**ZIELGEWICHTE**“ die Zielgewichte (Ansehen, Position und Lösung), in dem vierten Bündel „**LOYEXP**“ die *Loyalität* und der *Expertenstatus* zu den anderen Agenten und in dem fünften Bündel „**LEADUNT**“ die *Unterstützung* und das *Leadership* zu den anderen Agenten verändert.

Die Belegung der Parameter kann im Anhang 10.3 eingesehen werden. Eine Übersicht über die Variation des Testagenten „FVProbe“ ist in Tabelle 23 zu finden. Für jedes Bündel ist dort durch Kursivdruck angegeben, welche Parameter variiert werden.

Tabelle 23: Zuordnung der Belegung der variierten Parameter für Agent FVProbe zu den fünf Bündeln. Variierte Parameter sind kursiv gedruckt. In Kapitel 3 werden die Parameter eingeführt.

Parameter	Merkmale	Zielgewichte	Modelle	LoyExp	LeadUnt
Einfluß	0-1	0,50	0,50	0,50	0,50
Kompromißbereitschaft	0-1	0,50	0,50	0,50	0,50
Motivation	0-1	1,00	1,00	1,00	1,00
Frustrationstoleranz	0-1	0,25	0,25	0,25	0,25
Rachelust	0-1	0,50	0,50	0,50	0,50
Gewicht Ansehen	1,00	0-1	1,00	1,00	1,00
Gewicht Lösung	1,00	0-1	1,00	1,00	1,00
Gewicht Position	1,00	0-1	1,00	1,00	1,00
Rache berücksichtigen	Ja	Ja	<i>Ja / Nein</i>	Ja	Ja
Strategische Abstimmung	Ja	Ja	<i>Ja / Nein</i>	Ja	Ja
Zeitdruck berücksichtigen	Ja	Ja	<i>Ja / Nein</i>	Ja	Ja
Expertenstatus	0,50	0,50	0,50	0-1	0,50
Loyalität	0,50	0,50	0,50	0-1	0,50
Leadership	0,00	0,00	0,00	0,00	0-1
Unterstützung	0,50	0,50	0,50	0,50	0-1

Die Ergebnisse der Simulationsrechnung werden hier nicht im einzelnen vorgestellt, sondern aggregiert betrachtet. Abhängige Variablen im statistischen Sinn sind die Handlungswahlen des Agenten FVProbe. Um statistische Zusammenhänge zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und den Handlungswahlen zu messen, wird die Methode „Allgemeines lineares Modell“ verwendet, das nicht nur den Einfluß von einer unabhängigen Variablen auf eine abhängige prüft, sondern auch den Einfluß verschiedener unabhängiger Variablen auf eine oder mehrere abhängige. Die Auswertung wird aber auf den unmittelbaren Einfluß der unabhängigen Variablen beschränkt und ihre Kombinationen nicht betrachten. Wie man den Tabellen in Kapitel 10.3 entnehmen kann, sind Wechselwirkungen zwischen mehr als zwei Variablen gering. Für die Untersuchung der Einflüsse der Gruppenstruktur werden die Mittelwerte der Beziehung von FVProbe zu allen anderen Agenten betrachtet.

Tabelle 24: Erwartete und gefundene Einwirkungen der Parameter auf die Handlungswahlen. o erwarteter Zusammenhang; X gefundener Zusammenhang mit Signifikanzniveau kleiner gleich 0,05.

Parameter	Vorschlagen	Zustimmen	Position begründen	Warten	Ablehnen
Einfluß	o X	X	o X	o X	
Kompromißbereitschaft		o X	X	X	X
Zielgewicht Ansehen	o X	o X	X	o	o X
Zielgewicht Lösung	o	o X	o X	o X (u.U)	
Zielgewicht Position	o X	o	o X	o X (u.U)	o X
Motivation	o		o X	o X	
Frustrationstoleranz	o (indirekt) X	X	o (ind.) X	o (ind.) X	
Rache berücksichtigen*		o X			X
Rachelust		o X			
Strategische Wahl		o			
Zeitdruck berücksichtigen	o X	o X	X	o X	X
Loyalität		o X			
Leadership		o			
Unterstützung	X	o X			o X
Expertenstatus		o X	X	X	X

* Dieser Parameter schaltet die Verwendung der Rachelust ein bzw. aus.

In Tabelle 24 sind die Ergebnisse zusammengefaßt. Mit „o“ wird eine erwartete Korrelation gekennzeichnet. Wenn ein Parameter erst vermittelt über eine oder mehrere Variablen auf das Verhalten einwirkt, wird von einem indirekten Zusammenhang gesprochen. Gemessene Korrelationen sind mit „X“ markiert. Die einzelnen Meßergebnisse sind im Anhang 10.3 zu finden.

79% der erwarteten Zusammenhänge können gemessen werden. Das hier gezeigte Ergebnis ist bereits Resultat von umfangreichen Kalibrierungsmaßnahmen, die sich insbesondere auf die Konstanten bezogen. Alle erwarteten, aber nicht gemessenen Zusammenhängen werden im folgenden näher betrachtet.

Leadership, *Unterstützung* und *Motivation* verändern sich im Verlauf der Aushandlung. Der statistischen Analyse liegen aber die Leadership-, Unter-

stützungswerte und Motivationswerte vom Simulationsbeginn zugrunde, die nur das Verhalten bei Simulationsbeginn nicht aber über den gesamten Verlauf beeinflussen können. Der fehlende statistische Zusammenhang ist also kein Hinweis auf einen fehlenden modelltechnischen Zusammenhang. Diese Parameter wurden in der Analyse für die Vollständigkeit mitberücksichtigt. Die Auswahl der Handlungsalternativen *Zustimmen* und *Vorschlagen* wird neben den Parametern, vor allem durch die Vorstellung des Agenten, beeinflusst. Dadurch wird der Einfluß der Parameter auf die Handlungswahl reduziert, so daß die erwarteten Zusammenhänge nicht gemessen werden können. Gleiches gilt auch bei der *strategischen Wahl*.

Wenn keine Handlungsalternative dem Agenten einen Nutzen verspricht, dann wählt er *Warten*, so daß ein Agent einmal intentional *Warten* wählen kann und zum anderen aus Mangel an Alternativen. Damit hängt die Wahl von *Warten* auch von dem Nutzen der anderen Handlungsalternativen ab, d.h. von dem Verlauf der Aushandlung. Nicht alle Zusammenhänge können deshalb gemessen werden.

Insgesamt ist die Übereinstimmung zwischen erwartetem Einfluß und gemessenem Einfluß der Persönlichkeitsmerkmale und der Gruppenstruktur auf die Verteilung der Handlungswahlen zufriedenstellend. Eine exakte Übereinstimmung ist nicht zu erwarten, weil neben den Persönlichkeitsmerkmalen und der Gruppenstruktur noch weitere Faktoren, wie z.B. der Verlauf und die Vorstellung, die Handlungswahlen beeinflussen.

6.2 Simulation ausgewählter Befunde

Neben der internen Konsistenz ist interessant, ob bekannte Phänomene mit dem Modell SAM nachgebildet werden können. In diesem Kapitel wird die Simulation von drei in der Literatur erwähnten Befunden vorgestellt. Die Befunde sind zwar in Face-To-Face-Gruppen beobachtet worden, allerdings erscheint die Annahme plausibel, daß sie auch in asynchronen, computervermittelt kommunizierenden Gruppen auftreten können. Die ausgewählten Befunde beschreiben ein besonderes Gruppenverhalten, d.h. sie setzen auf einer höheren Aggregationsebene an (Makroebene). Im Gegensatz dazu stehen die in Kapitel 2 vorgestellten Befunde, die sich auf das Verhalten von Akteuren in Gruppen, d.h. der Mikroebene, beziehen.

Die Parametereinstellungen sind weitestgehend für alle drei Szenarien identisch. Eine Übersicht ist in Anhang 10.4 zu finden. Im folgenden werden nur die wichtigsten Parametereinstellungen skizziert. Jedes Szenario wird zehnmal wiederholt, um die Einwirkungen von Zufallseinflüssen zu reduzieren. In der Literatur wird angenommen, daß die beobachteten Befunde allgemein gelten. Für die Simulation wird deshalb exemplarisch die Szenariobeschreibung – mit einigen Veränderungen bei FVProbe – aus der internen Konsistenzanalyse verwendet. Mit der Simulation ausgewählter Befunde soll lediglich demonstriert werden, daß eine Reproduktion mit SAM möglich ist. Es ist nicht beabsichtigt zu zeigen, daß für alle Parameterkonstellationen die Befunde reproduziert werden können.

In Kapitel 6.2.1 wird die Auswirkung der Heterogenität der Gruppe auf die Entscheidungsfindung untersucht. „Groupthink“ [Janis/Mann 1997] steht

im Mittelpunkt des Kapitels 6.2.2. Über die Auswirkung von Kompromißbereitschaft und Gruppenleistung gibt Kapitel 6.2.3 Auskunft.

6.2.1 Heterogenität und Entscheidungsfindung

Nach Heil [1997, S. 252] hängt die Anzahl von Lösungsvorschlägen von der Heterogenität der Vorstellungen in der Gruppe ab. Die Heterogenität der Vorstellungen werden in SAM durch die Abweichung von dem Urgitter modelliert (vgl. Kapitel 3.2). Mit zunehmender Heterogenität der Gruppe, d.h. mit sinkender Übereinstimmung zum Urgitter, sollte der durchschnittliche Anteil der gemachten Vorschläge in bezug auf mögliche Vorschläge steigen. Weil jede Farbe, pro Aushandlung einer Zelle, nur einmal vorgeschlagen werden kann, können maximal so viele Vorschläge gemacht werden, wie Farben vorhanden sind. Die Übereinstimmung mit dem Urgitter wird schrittweise variiert (10%, 50%, 90%) unter Beibehaltung der restlichen Parameter.

Eine signifikante Korrelation zwischen der Abweichung vom Grundgitter und dem durchschnittlichen Anteil gemachter Vorschläge ist zu beobachten (Kendalls Tau Korrelationskoeffizient: 0,598 mit einer Signifikanz von 0,0). Die Erwartungen sind damit erfüllt.

6.2.2 „Groupthink“

Mit „Groupthink“ bezeichnen Janis und Man [1977, S. 130 ff.] ein besonderes Gruppenverhalten. Die Gruppe fokussiert auf eine Meinung und bestraft alle Mitglieder, die von dieser Meinung abweichen oder sie durch Tatsachen zu gefährden trachten. Groupthink hängt nicht von den Persönlichkeitsmerkmalen sondern von den Beziehungen der Akteure zueinander ab, d.h. von der Gruppenstruktur. FVProbe sei der Vertreter der „richtigen“ Gruppenmeinung. Zwei Konstellationen werden simuliert, um zu prüfen, ob das Phänomen „Groupthink“ mit SAM nachgebildet werden kann. Die erste Konstellation beschreibt Groupthink und die zweite eine Kontrollkonstellation ohne Groupthink. Für alle Agenten ist die *Loyalität*, das *Leadership*, die *Unterstützung* und der *Expertenstatus* zu FVProbe 1,00. Zum Vergleich weist in der zweiten Konstellation die Gruppenstruktur neutrale Einstellungen (alle Werte gleich 0,5 bzw. 0,0 für *Leadership*) auf.

Es wird erwartet, daß FVProbe aufgrund seiner Position als Meinungsführer (*Leadership* = 1,0), Vorgesetzter (*Loyalität* = 1,0), Experte (*Expertenstatus* = 1,0) und sympathischer Kollege (*Unterstützung* = 1,0) die Meinung in der Gruppe dominiert. Groupthink bedeutet nun, daß die anderen Agenten in Übereinstimmung mit ihm, eine Gruppenmeinung herausbilden, und diese gegenüber Umwelteinflüssen stabilisieren [vgl. Janis/Mann 1997, S. 130 ff.]. Im ersten Versuch sollte eine Art Groupthink auftreten, d.h. FVProbe sollte einen größeren Anteil seiner Vorstellungen durchsetzen als alle anderen Agenten („FVBeEI“, „FVKoEI“ und „FVKoSt“) und der Vorschlagsraum wird geringer als im zweiten Versuch exploriert.

Tabelle 25: Mann-Whitney-U-Test für den Erfolg der einzelnen Agenten und den durchschnittlichen Anteil gemachter Vorschläge mit $N = 20$.

	Durch. Anteil gemachte Vorschläge	FVBeEi Erfolg	FVKoEi Erfolg	FVKoSt Erfolg	FVProbe Erfolg
Mann-Whitney-U	9,000	8,000	20,000	4,000	7,000
Wilcoxon-W	64,000	63,000	75,000	59,000	62,000
Z	-3,100	-3,178	-2,270	-3,484	-3,281
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	0,001	0,001	0,023	0,000	0,000

Eine Übersicht über die Mittelwerte ist im Anhang 10.4 aufgeführt. Das Phänomen Groupthink kann gemessen werden, denn der Erfolg von FVProbe liegt im Versuch mit Groupthink signifikant höher als im Versuch ohne, während der Suchraum gemessen mit dem Meßfühler „Durchschnittlicher Anteil gemachter Vorschläge“ ohne Groupthink stärker als mit exploriert wird (Tabelle 25).

6.2.3 Kompromißbereitschaft und Gruppenleistung

Nach Kirchmann [1985, S. 151] hat die Kooperationsbereitschaft Einfluß auf die Gruppenleistung. Kooperationsbereitschaft wird in SAM mit *Kompromißbereitschaft* operationalisiert. Gruppenleistung wird mit dem Anteil gefüllter Zellen gleichgesetzt und über den Meßfühler „gefüllte Zellen“ operationalisiert. Aufgabe der Gruppe ist die Färbung des Farbgitters. Je mehr Zellen gefärbt werden, desto höher ist die Gruppenleistung. Es wird eine positive Korrelation zwischen der Anzahl kooperativer Agenten und dem Anteil gefüllter Zellen erwartet. Es werden fünf Szenarien simuliert, in jedem Szenario wird die Anzahl kooperativer Agenten um Eins erhöht.

Die Gruppenleistung korreliert schwach signifikant mit der Anzahl kompromißbereiter Agenten (Kendall-Taub-b: Korrelationskoeffizient 0,312 mit Signifikanz 0,06). Ursache ist, daß bei drei kompromißbereiten Agenten mehr Zellen gefüllt werden als bei vier. Der Zusammenhang scheint – schwach – bestätigt zu sein.

6.3 Vergleich zwischen SAM und einer beobachteten Gruppe

In dem Feldexperiment soll eine reale Gruppe in einer computervermittelten Aushandlung nach dem HAP, wissenschaftliche Artikel mit jeweils einem Stichwort versehen. Ein Vergleich zwischen dieser realen Gruppe und einer Nachstellung mittels SAM dient als weiteres Indiz für Plausibilität des Modells. Dieser Vergleich soll als Indiz für die Übereinstimmung von SAM mit der Wirklichkeit verstanden werden und nicht als ausgefeilte empirische Analyse. Für einen empirischen Test müßten mehrere Gruppen in einer standardisierten Umgebung beobachtet werden, um zufällige Störeinflüsse einzuschließen, was hier aus Kosten- und Aufwandgründen nicht geschehen ist.

Zuerst wird der Aufbau des Simulationsexperimentes vorgestellt (Kapitel 6.3.1). Anschließend wird ein Simulationsszenario konstruiert (Kapitel 6.3.2). In Kapitel 6.3.3 werden die Simulationsergebnisse und die empirischen Beobachtungen verglichen.

6.3.1 Aufbau des Simulationsexperimentes

Das Simulationsexperiment fand an einer deutschen Universität mit einer Gruppe Freiwilliger statt. Die Teilnehmer rekrutierten sich aus dem Mitarbeiterstamm eines Lehrstuhls, d.h. sie kennen sich über mehrere Monate oder Jahre und erwarten auch in Zukunft, miteinander zu arbeiten. Es handelt sich damit nicht um eine klassische Laborgruppe [vgl. zur Kritik an Laborgruppen McGrath 1993b, S. 117]. Fünf Personen bilden die Versuchsgruppe, ein Professor (T), zwei wissenschaftliche Mitarbeiter (M, K) und zwei studentische Hilfskräfte (H, S). Drei der fünf Versuchspersonen saßen jeweils alleine in ihrem Büro. Die beiden studentischen Hilfskräfte mußten sich ein Büro teilen, verfügten aber über jeweils einen eigenen Computer. Eine sechste Versuchsperson schied wegen technischer Probleme aus.

Für die Gestaltung der Aushandlungsaufgabe war die Überlegung maßgeblich, daß die Aufgabe eine ähnliche Struktur wie das Farbgitter von SAM aufweisen sollte. Dadurch sollen Abweichungen zwischen den empirischen Beobachtungen und Simulationsergebnissen, die durch unterschiedlich strukturierte Aufgaben erzeugt werden, reduziert werden. Verbleibende Abweichungen sollen soweit wie möglich auf das Modelldesign zurückführbar sein.

Die Teilnehmer wurden gebeten, 13 ihnen unbekannte Fachzeitschriftenartikel, die sich mit dem Arbeitsgebiet des Lehrstuhls befassen, mit jeweils einem Stichwort aus einer vordefinierten Menge zu versehen. Im Alltag versehen die wissenschaftlichen Mitarbeiter ohne Aushandlung Artikel mit ihren persönlichen Stichworten. Insofern war die Aufgabenstellung, ein Stichwort auszuhandeln, artifiziell. Alle Artikel wurden gleichzeitig verhandelt.

Bezogen auf die Architektur von SAM werden die Agenten durch die Versuchspersonen ersetzt. Die Aushandlungssteuerung wird durch eine spezielle Software, einen Prototypen, realisiert. Dieser wurde von Martin Notthoff [2000] im Rahmen seiner Diplomarbeit – unabhängig von dieser Dissertation – entwickelt, und basiert auf dem HAP. Das HAP wird von dem Prototypen und SAM auf unterschiedliche Weise realisiert. Die Unterschiede sind Folge der jeweils anderen Anforderungen an die Software, d.h. der Prototyp sollte nicht die Funktionsweise von SAM nachbilden. Weil er, die beste dem Autor bekannte Software ist, die das HAP realisiert und für Feldexperimente geeignet ist, wurde er trotz der unterschiedlichen Funktionsweise verwendet. Der Hauptunterschied zu SAM ist, daß der Prototyp den Benutzer nicht von sich aus über neue Geschehnisse in der Aushandlung unterrichtet. Der Benutzer ist darauf angewiesen, selber alle für ihn relevanten Informationen zusammenzusuchen. Agenten in SAM bekommen immer alle Informationen vorgelegt, insofern wird ein Benutzer modelliert, der immer wieder alle Informationen über den aktuellen Stand der Aushandlung zusammensucht, ehe er entscheidet. Weitere Unterschiede:

- *Anonymität:* Die Versuchspersonen kennen zwar den Stand der Abstimmung, nicht aber wer welche Stimme abgegeben hat.
- *Gleiche Vorschläge:* Der Prototyp filtert – im Gegensatz zu SAM – gleiche Vorschläge nicht, d.h. die Versuchsteilnehmer müssen vor dem Absenden des Vorschlages manuell kontrollieren, ob ihr Vorschlag bereits gemacht worden ist. Aufgrund der parallelen Arbeitsweise können dennoch Vorschläge doppelt vorkommen, was auch geschehen ist. In der Auswertung werden die doppelten Vorschläge nur einmal gewertet.
- *Selektive Ablehnung:* Im Gegensatz zu SAM erlaubt der Prototyp eine gezielte Ablehnung einzelner Vorschläge. Eine gesamte Ablehnung aller bisher gemachten Vorschläge ist nicht möglich. Weiterhin gilt eine Zustimmung nicht als Ablehnung aller anderen Vorschläge. Durch eine soziale Regel, daß nur einem Vorschlag pro Artikel zugestimmt werden darf, soll die Benutzungsweise des Prototypen der Arbeitsweise des Simulators angeglichen werden. Vorschläge zu dem gleichen Artikel können sich allerdings in der Anzahl der Nein-Stimmen unterscheiden, weil spätere Vorschläge nicht automatisch von den Akteuren abgelehnt werden, die ihre Stimme bereits abgegeben haben.
- *Enthaltung:* Der Prototyp erlaubt die explizite Enthaltung. Kein Teilnehmer hat diese Möglichkeit genutzt, so daß an diesem Punkt kein Unterschied zu SAM besteht.
- *Asynchrone Bearbeitung:* Die Versuchsteilnehmer konnten sich mit allen Aushandlungen gleichzeitig beschäftigen, was zu einer asynchronen Bearbeitung führte. Die Handlungen von anderen konnten so nicht immer erkannt werden, im Gegensatz zum Modell SAM, wo jeder Agent seine Handlungen allen anderen Agenten bekannt macht.

Im folgenden wird der Versuchsablauf kurz vorgestellt. Die Gruppe traf sich in einem Raum. Nach einer Einführung in die Benutzung der Software wurden die Aufgabenstellung und der Ablauf erläutert. Anschließend wurde der Fragebogen (Anhang 10.2.1) zur Erhebung der personenspezifischen Parameter ausgeteilt und beantwortet. Mit dem Fragebogen erhielten die Versuchspersonen auch die ihnen unbekannten Artikel und eine Liste mit Stichwörtern. Sobald die Fragebogen ausgefüllt waren, ging jede Versuchsperson in ihr Büro, um mit der Aushandlung zu beginnen. Die Aushandlung dauerte ca. 1,5 Stunden. In dieser Zeit wurden alle 13 Artikel gleichzeitig behandelt, d.h. das Ergebnis zu einem Artikel konnte nicht auf die Aushandlung der anderen ausstrahlen. Während der Aushandlung wurde gebeten, auf Kontakt unter den Versuchspersonen zu verzichten. Mit Dritten konnten die Versuchspersonen in Kontakt treten, weil das HAP für Aushandlungen während der normalen Arbeit konzipiert worden ist. Allerdings war die Anzahl der Artikel so groß, daß die Versuchspersonen konzentriert aushandeln mußten. Nach Ablauf der Aushandlung füllten die Versuchspersonen den Fragebogen zum zweiten Mal aus, um die Veränderung der Motivation, der Vorstellung und der Gruppenstruktur zu messen.

6.3.2 Bestimmung des Simulationsszenarios

Aus der Fragebogenerhebung werden die Persönlichkeitsmerkmale der Agenten, die Gruppenstruktur und die Ähnlichkeit der Vorstellungen abgeleitet. Die Ableitungen werden im folgenden erläutert.

Die Fragen 27 bis 32 sind direkte Fragen, d.h. es werden nicht verschiedene Items zur Messung der Eigenschaft kombiniert. Mittels einer Division durch vier wird eine Normierung auf den Wertebereich der Agentenmerkmale erreicht. Bei der Frage 27, die die Motivation messen soll, wird der Antwort „gern“ eine Null zugeordnet. In SAM wird eine hohe Motivation mit einer Eins bezeichnet, so daß die „Polung“ der Frage vertauscht werden muß. Gleiches gilt für die Fragen 28, 29 und 30.

Für die Ermittlung der Persönlichkeitsmerkmale Einfluß und Kompromißbereitschaft sind einige Berechnungen notwendig. Die Antworten auf die Fragen 1 bis 26 werden gemäß der Berechnungsvorschrift von Bales und Cohen [1982, S. 604 ff.] zu drei Dimensionswerten (U-D, F-B, P-N) zusammengefaßt. Die Richtung der Werte geben Bales und Cohen mit den Achsenbuchstaben an, 2P bedeutet z.B., zwei Punkte auf der P-N-Achse in Richtung P. In dieser Arbeit werden statt dessen alle Werte auf den U-, P- und F-Achsen mit positiven und auf den D-, N- und B-Achsen mit negativen Zahlen bezeichnet. Um den Wertebereich [-36,36] der Symlog-Dimension auf den Wertebereich [0,1] der Agentenparameter umzuwandeln, ist eine Addition von 36 und eine anschließende Division durch 72 notwendig.

Das Persönlichkeitsmerkmal Einfluß entspricht der Dimension U-D (siehe Kapitel 3.5.2), d.h. die auf den Wertebereich [0,1] angepaßten Werte können ohne weitere Veränderung übernommen werden. Die Kompromißbereitschaft wird aus der Kombination der Dimensionen P-N und F-B gebildet. Mathematisch beschreiben die Werte für P-N und F-B einen Punkt in einem durch die Dimensionen F-B und P-N bestimmten Koordinatensystem. Der Abstand dieses Punktes zum Koordinatenursprung ist durch die Formel des Pythagoras gegeben und wird als Wert für das Attribut Kompromißbereitschaft K betrachtet:

$$K = \sqrt{\frac{\left(\frac{PN+36}{72}\right)^2 + \left(\frac{FB+36}{72}\right)^2}{2}}$$

Tabelle 26: Erhobene Werte für die Persönlichkeitsmerkmale vor der Aushandlung nach der Wertebereichsanpassung.

Persönlichkeitsmerkmale	K	M	H	S	T
Einfluß	0,58	0,61	0,47	0,44	0,68
Kompromißbereitschaft	0,56	0,54	0,63	0,65	0,68
Motivation	0,50	1,00	0,50	0,00	1,00
Frustrationstoleranz	0,00	0,75	0,75	0,75	1,00
Bindekraft	0,75	0,25	0,50	0,25	0,50
Zielgewicht Position	0,75	0,75	0,75	0,50	0,50
Zielgewicht Ansehen	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75
Zielgewicht Lösung	0,00	0,75	0,75	0,00	1,00

Die Division durch zwei dient der Normierung auf den Wertebereich [0,1]. Tabelle 26 zeigt eine Übersicht, über mit dem ersten Fragebogen vor der Aushandlung erhobenen

Persönlichkeitsmerkmale, nach der Anpassung der Wertebereiche.

In SAM steht für *Einfluß* und *Kompromißbereitschaft* nur eine fünfwertige Skala zur Verfügung, weshalb die Werte aus Tabelle 26 noch auf die Ska-

lenwerte abgebildet werden müssen. Die Skalenwerte teilen das Intervall $[0,1]$ in äquidistante fünf Abschnitte. Der Skalenwert

- 0,0 repräsentiert das Intervall $[0,000; 0,125]$,
- 0,25 das Intervall $[0,125; 0,375]$,
- 0,5 das Intervall $[0,375; 0,625]$,
- 0,75 das Intervall $[0,625; 0,875]$ und
- 1,0 das Intervall $[0,875; 1,000]$.

Gemäß ihrer Zuge-

hörigkeit zu einem

der Intervalle, wer-

den die Werte für

Einfluß und *Kom-*

promißbereitschaft

der entsprechenden

Skalenwerte ausge-

wählt (Tabelle 27). Für den Teilnehmer H muß eine Änderung des Einflusses vorgenommen werden. Aufgrund eines Bedienungsfehlers war er bis kurz vor Ablauf der Aushandlungszeit nicht in der Lage, Vorschläge zu machen. Um diesen Sachverhalt zu berücksichtigen, wird der *Einfluß* für H auf 0,00 gesetzt.

Die Versuchsgruppe teilt aufgrund ihrer gemeinsamen Arbeitsumgebung einige Normen, Werte, Wissen und allgemeine Vorstellungen. Auf den Simulator bezogen heißt dieses, daß sich die Agenten bis zu einem gewissen Grad in der Vorstellung über die Farbbelegung⁵⁶ der Zellen ähneln sollen. In Kapitel 3.2 wurde folgende Formel zur Berechnung der durchschnittlichen Anzahl von Zellen, die von den Agenten mit den gleichen Farben gewünscht werden, eingeführt:

$$p = (1 - a)^n.$$

Es sei p die Wahrscheinlichkeit, daß n Agenten die gleiche Farbe für eine Zelle wünschen, wenn a angibt, um wieviel Prozent sich die Vorstellungsgitter der Agenten von dem Urgitter unterscheiden. Die Vorstellungsgitter werden bei der Simulationsinitialisierung, von dem zufällig erstellten Urgitter, abgeleitet. Der Parameter *Häufigkeit der Abweichung vom Grundgitter* regelt die Ähnlichkeit zwischen Vorstellungsgitter und Urgitter (vgl. Kapitel 3.2). Hier sei angenommen, daß die *Häufigkeit der Abweichung vom Grundgitter* für alle Agenten gleich a sei. Zu keinem Artikel wünschten sich alle Versuchspersonen dasselbe Stichwort. Zu vier Artikeln wünschten sich jeweils vier Versuchspersonen dasselbe Stichwort. Eingesetzt ergibt sich für die Übereinstimmung von vier Vorstellungen ($n = 4$) $a \approx 0,20$. Für die Erzeugung der Toleranzintervalle konnten keine Hinweise erhoben werden, weshalb von einer 100% Abweichung vom Ursprungsintervall ausgegangen wird (vgl. Kapitel 3.2).

Tabelle 27: Anpassung von *Einfluß* und *Kompromißbereitschaft* an die fünfwertige Skala des Simulators.

Persönlichkeitsmerkmale	K	M	H	S	T
Einfluß	0,50	0,50	0,00	0,50	0,75
Kompromißbereitschaft	0,50	0,50	0,75	0,75	0,75

⁵⁶ Dabei wird die Farbe durch ihre vom Simulator zugewiesenen Zahl repräsentiert, so daß sich der Abstand zweier Farben durch die Differenz ihrer Zahlen ausdrücken läßt (vgl. Kapitel 3.2).

Tabelle 28: Loyalitätsstruktur der Versuchgruppe vor Aushandlungsbeginn

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0,75	0,75	0,50	1,00
K	0,25	-	0,50	0,25	0,75
M	0,25	0,50	-	0,25	0,75
S	0,50	0,75	0,75	-	1,00
T	0,25	0,25	0,25	0,25	-

Weil die Versuchsgruppe aus einem Arbeitskontext rekrutiert worden ist, sollte die in ihr existierende Gruppenstruktur berücksichtigt werden. Die *Loyalität* wird durch die formale Hierarchie bestimmt (Tabelle 28). Die Werte werden nach folgender Regel ermittelt. Wenn alter im Vergleich zu ego einen geringeren Rang bekleidet, beträgt die *Loyalität* 0,25 und bei gleichem Rang 0,50. Ist alter im Vergleich zu ego eine Hierarchiestufe höher beträgt die *Loyalität* 0,75 und bei zwei Stufen 1,00. Der Wert 0,00 bleibt dem Fall vorbehalten, daß keine Loyalitätsbeziehung besteht. In der betrachteten Gruppe trat dieser Fall nicht auf.

Tabelle 29: Expertenstatusstruktur der Versuchgruppe vor Aushandlungsbeginn

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	1,00	1,00	0,75	1,00
K	0,25	-	0,50	0,25	0,75
M	0,00	0,25	-	0,00	0,50
S	0,50	1,00	1,00	-	1,00
T	0,25	0,50	0,75	0,25	-

Für die drei anderen Dimensionen der Gruppenstruktur muß wie bei den Persönlichkeitsmerkmalen eine Wertebereichsanpassung durchgeführt werden. Die Werte werden mit einer Division von vier auf den Wertebereich [0,1] normiert.

Die Expertenstatusstruktur wird aus den Antworten auf Frage 35 („Bitte schätzen Sie ein, ob aus Ihrer Sicht die jeweilige Person mehr oder weniger Sachkenntnis beim Verstichworten aufweist als Sie selber. Bei gleicher Sachkenntnis wählen Sie bitte die (2).“) gewonnen (Tabelle 29). Frage 33 („Bitte schätzen Sie ein, wie stark die jeweilige Person aus Ihrer Sicht ein Meinungsführer ist.“) mißt die Gruppenstrukturdimension Leadership, die in Tabelle 30 dargestellt wird.

Tabelle 30: Leadershipstruktur der Versuchgruppe vor Aushandlungsbeginn

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0,75	0,75	0,50	1,00
K	0,25	-	0,75	0,25	1,00
M	0,25	0,50	-	0,25	0,75
S	0,50	0,75	0,75	-	1,00
T	0,75	0,75	0,75	0,75	-

Sowohl die Frage 34 als auch die Frage 36 zielen auf die Dimension *Unterstützung* ab. Explizit nach der *Unterstützung* wurde in Frage 34 gefragt („Bitte schätzen Sie ein, wie oft Sie Vorschläge – unabhängig ihres Inhaltes – der jeweiligen Person unterstützen.“). Mit Frage 36 („Bitte geben Sie an, wie gerne Sie mit den jeweiligen Personen zusammenarbeiten.“) soll sich der Dimension *Unterstützung* auf Umwegen genähert werden unter der Annahme, daß Personen die gerne zusammenarbeiten, sich auch sympathisch finden. Aufgrund der Sympathie kann gefolgert werden, daß sie ihre Vorschläge unabhängig des Inhaltes unterstützen. Die Dimension *Unterstützung* ist als reduzierte Sympathie-Dimension entwickelt worden (Kapitel 3.4). Tabelle 31 zeigt die Antworten auf Frage 34 und Tabelle 32 die Antworten auf Frage 36. Die Antworten unterscheiden sich nicht nur deutlich hinsichtlich des Niveaus, sondern auch hinsichtlich der Richtung. Beispielsweise würde S sehr oft T unterstützen (1,00) aber weniger gerne mit ihm zusammenarbeiten (0,75). Aufgrund der häufigen Nennung der gleichen Kategorie für alle Personen bei der Frage 36, liegt die Vermutung nahe, daß die Antworten „politisch korrekt“ sein sollen. Die Versuchspersonen erwarten, daß sie die anonymisierten Daten einfach deanonymisieren können. Die größere Streuung bei den Antworten von Frage 34 läßt vermuten, daß diese eher die „wirkliche“ Unterstützungsstruktur widerspiegelt, so daß sie als Parameter für den Simulator verwendet werden.

Tabelle 31: Unterstützungsstruktur der Versuchgruppe vor Aushandlungsbeginn

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0,50	0,50	0,50	0,50
K	0,50	-	1,00	0,50	1,00
M	0,00	0,75	-	0,00	0,50
S	0,75	0,75	0,75	-	1,00
T	0,50	0,75	1,00	0,50	-

Tabelle 32: Struktur wer, mit wem, wie gerne zusammenarbeitet in der Versuchgruppe vor Aushandlungsbeginn

Ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	1,00	1,00	1,00	1,00
K	0,75	-	1,00	0,75	0,75
M	0,75	1,00	-	0,75	0,50
S	1,00	1,00	1,00	-	0,75
T	1,00	1,00	1,00	1,00	-

Für die Steuerung des Simulationsablaufes werden folgende Parameter festgelegt:

- Aushandlungsdauer: 3 Runden (2 Runden verhandeln, 1 Runde auszählen)
- Farbanzahl: 200 (entspricht in etwa der Anzahl an möglichen Stichworten)
- Gittergröße: 16 Felder (entspricht in etwa der Anzahl an Artikeln)
- Aushandlungsart: Parallel

- Stimmverhältnis: Relative Mehrheit
- Scheitern erstrebenswert: Nein (Versuchspersonen hatten den Ergeiz alle Artikel zu behandeln)
- Jede Zelle aushandeln: Ja (Alle Aushandlungen wurden gleichzeitig gestartet)
- Start mit Vorschlag: Ja (gemäß dem HAP wurde jede Aushandlung mit einem Vorschlag eröffnet)

Eine vollständige Aufstellung aller Parameter ist im Anhang 10.2.2 zu finden.

6.3.3 Vergleich von Feldexperiment und Simulation

Neben der Verteilung der Handlungswahlen produzieren die Agenten Meßgrößen über den Erfolg ihrer Bemühungen, ihre Vorstellung durchzusetzen. Das Aushandlungsergebnis wurde mit dem Stimmverhältnis relative Mehrheit ermittelt. Wenn zwei Vorschläge die gleiche Stimmenrelation zwischen Pro- und Contrastimmen aufwiesen, wurde der Vorschlag mit der größeren Gesamtstimmenanzahl verwendet. Gleichlautende Vorschläge wurden wie einer behandelt.

Unvorhergesehene technische Probleme während des Feldexperimentes haben die Erhebung der Vorstellung von den gewünschten Stichworten (Frage 37) verfälscht. Aus diesem Grund kann weder die Vorstellungsänderung, die von der Aushandlung induziert ist, noch die Übereinstimmung zwischen dem Aushandlungsergebnis und der Vorstellung am Ende gemessen werden.

Die verwendete Software maß nur sichtbare Handlungen der Versuchspersonen, d.h. die Handlungsalternative *Warten* konnte nicht beobachtet werden. Weil nicht sichergestellt ist, daß die Versuchspersonen nur aushandeln, kann aus fehlender Aktivität nicht auf Abwarten geschlossen werden, denn sie könnten ihre Aufmerksamkeit auch auf andere Dinge gerichtet haben. Ein Vergleich mit den Persönlichkeitsmerkmalen oder Handlungszielen ist nicht sinnvoll, weil diese als konstant angenommen sind (vgl. Kapitel 3.5.2). Im Feldexperiment wie auch in der Literatur [Brandstädter 1995, S. 228] lassen sich Veränderungen beobachten. Weil diese auch auf Faktoren außerhalb der Aushandlung zurückführbar sind, können Veränderungen der Persönlichkeitsmerkmale oder Handlungsziele im Modell nicht berücksichtigt werden, denn die Ursachen der Veränderung liegen außerhalb der Systemgrenze(vgl. Kapitel 3.5.2). Der Expertenstatus sank pro Beziehung im Mittel um 0,11. Diese Reduktion liegt unterhalb der Skalenschrittweite. Ob die Reduktion durch ein mögliche Designschwächen im Fragebogen oder durch andere Gründe bedingt wird, kann mit dem vorliegenden Versuchsaufbau nicht entschieden werden. Die Auswertung wird deshalb damit auf die Untersuchung folgender Meßgrößen, die ohne Meßfehler erhebbar sind, beschränkt:

- Verteilung der Handlungsalternativen
 - Vorschlagen
 - Zustimmung
 - Position begründen

- Vorschlagserfolg: Anteil der erfolgreichen Vorschläge (Berechnungsverfahren siehe Kapitel 5.1.2).

Ein Vergleich des Meßfühlers „Bewertung der Aushandlung“ (vgl. Kapitel 5.1.1.3) mit beobachteten Werten wäre interessant. Ein Maß, ob die Simulationsergebnisse die Beobachtungen adäquat reproduzieren, ist er indes nicht, weil nicht alle benötigten Daten erhoben werden konnten. Die Aushandlungsbewertung setzt sich aus den Meßfählern „Lösungssuche“, „Teilnehmererfolg“, „Mittlere Partizipation“ und „Aushandlungserfolg“ zusammen. Die zusätzlich noch berücksichtigte Zeitkomponente entfällt hier aufgrund der fehlenden Aushandlungswiederholung.

Es wurden 31 Vorschläge gezählt, von denen 29 im Sinne von Meßfühler „Anteil diskutierter Vorschläge“ diskutiert worden sind. Pro Artikel waren maximal 200 Vorschläge möglich (pro Stichwort einer):

$$\text{Lösungssuche} = \left(\frac{31}{200} + \frac{29}{31} \right) * 0,5 \approx 0,55$$

Der Teilnehmererfolg wurde ausgezählt. Im Mittel stimmen 48% der vorgestellten Stichwörter mit dem Aushandlungsergebnis überein. Damit hat der Meßfühler den Wert 0,48.

Während der Aushandlungen wurden insgesamt 29 Vorschläge gemacht, 17 Kommentare und 113 Voten abgegeben. Ferner sei angenommen, daß jeder Versuchsteilnehmer für jede Handlung gleichviel Zeit benötigt.⁵⁷ Die Versuchspersonen T und M weisen mit 40 die meisten gültigen Handlungen auf. Nach Selbstauskunft von T wären nicht mehr Handlungen möglich gewesen. So daß angenommen werden kann, daß die maximale Partizipation 40 Handlungen auf 90 Minuten ist.

$$\text{Mittlere_Partizipation} = \frac{31 + 18 + 445}{90 * 5 * 2} \approx 0,80$$

Alle Zellen wurden gefüllt. Durchschnittlich stimmten 79% der Agenten für den siegreichen Vorschlag, so daß der Meßfühler „Erfolg der Aushandlung“ den Wert 0,894 zugewiesen bekommt. Damit berechnet sich die Aushandlungsbewertung zu

$$\text{Aushandlungsbewertung} = (0,55 + 0,48 + 0,80 + 0,89 + 1) * 0,2 \approx 0,74$$

Wenn man annimmt, daß einige Pausen gemacht worden sind, weshalb die maximale Partizipation nicht bei 40 sondern bei bspw. 60 Handlungen pro Person gelegen hat, dann erhält man eine Aushandlungsbewertung von 0,70. Zum Vergleich der Simulator erreicht eine Aushandlungsbewertung von 0,58 (vgl. Kapitel 7.2). Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Feldexperiment und dem Simulationslauf liegt in der Gesamtdauer. Die simulierte Gruppe wiederholte einige Aushandlungen, während dieses im Feldexperiment nicht möglich war. Durch die Wiederholungen sinkt aber die Aushandlungsbewertung.

Eine Gruppe kann als pfadabhängiges System beschrieben werden (siehe Kapitel 2). Pfadabhängige Systeme zeichnen sich u.a. dadurch aus, daß be-

⁵⁷ Um diese Annahme aufzugeben, müßten für jede Versuchsperson und für jede ihrer Handlungsmöglichkeiten in einem Vortest, die mittlere Dauer erhoben werden.

reits eine kleine Änderung in den Anfangsbedingungen zu einer großen Pfadänderung führen kann. Die streng kausale Beziehung zwischen kleiner Änderung an den Anfangsbedingungen und einer kleinen Veränderung des Systemverhaltens ist aufgehoben [vgl. z.B. Gilbert/Troitzsch 1999, S. 22; Saam 1995, S. 199 f.]. Nach McGrath [1993a, S. 113] kann der Gruppeninteraktionsprozeß die Gruppenumgebung, die Aufgabe, die individuellen Merkmale und die Gruppenstruktur verändern (vgl. Kapitel 2.1). Aufgrund der Pfadabhängigkeit lassen sich Interaktionsprozesse nur unter exakt den selben Anfangsbedingungen mit dem selben Ergebnis wiederholen. Eine geringfügige Abweichung kann z.B. zu einer anderen Gruppenstruktur führen.

Tabelle 33: Vergleich der Simulationsergebnisse in der Einstellung Basis mit den beobachteten Werten. N = 40. In der letzten Spalte ist angezeigt, ob der erwartete Wert unter oder oberhalb des Mittelwerts liegt. Die Straffur zeigt an, ob der im Feldexperiment beobachtete Wert zwischen dem 1. und 3. Quartil der Simulationsergebnisse liegt.

	Beobachtet	1. Quartil	3. Quartil	Mittelwert	Std.-Abweichung	Lage zum Mittelwert
H Vorschlagserfolg	0,46	,38	,56	,47	,15	↓
K Vorschlagserfolg	0,54	,45	,65	,53	,13	↑
M Vorschlagserfolg	0,38	,38	,59	,50	,14	↓
S Vorschlagserfolg	0,58	,22	,38	,31	,11	↑
T Vorschlagserfolg	0,44	,56	,70	,62	,10	↓
H Vorschlagen	0,15	,02	,06	,04	,02	↑
H Pos. begründen	0	,73	,77	,75	,04	↓
H Zustimmung	0,85	,18	,23	,21	,04	↑
K Vorschlagen	0,36	,06	,11	,08	,03	↑
K Pos. begründen	0,07	,58	,69	,62	,11	↓
K Zustimmung	0,57	,23	,31	,29	,10	↑
M Vorschlagen	0,25	,07	,11	,10	,04	↑
M Pos. begründen	0,18	,68	,74	,69	,08	↓
M Zustimmung	0,57	,17	,25	,21	,06	↑
S Vorschlagen	0,41	,10	,13	,12	,03	↑
S Pos. begründen	0	,62	,69	,65	,05	↓
S Zustimmung	0,59	,20	,26	,24	,05	↑
T Vorschlagen	0,10	,13	,17	,15	,04	↓
T Pos. begründen	0,33	,64	,70	,66	,08	↓
T Zustimmung	0,57	,15	,22	,19	,07	↑
Gefüllte Zellen	1,00	1,00	1,00	,98	,05	↑

Bezogen auf das Simulationsmodell SAM bedeutet Pfadabhängigkeit, daß sich die Ergebnisse bei Wiederholungen unterscheiden, weil die Agenten jeweils andere zufällig erzeugte Vorstellungen haben und in unterschiedlicher Reihenfolge agieren. Weiterhin kann nicht erwartet werden, daß die Beobachtungen aus dem Feldexperiment von jedem Lauf reproduziert werden können. Für eine Reproduktion wäre allerdings zu erwarten, daß sie meistens in der Nähe des erwarteten Wertes liegen. In der Statistik werden verschiedene Maße angewandt, um Nähe zu untersuchen. Hier wird ein verteilungsfreies Verfahren benutzt, damit unabhängig von der Verteilungsform

(Normalverteilung, etc.) der Simulationsergebnisse immer das gleiche Verfahren verwendet werden kann. Der Wertebereich einer beliebigen Variablen wird in der Statistik durch die Quartile in vier Abschnitte eingeteilt. Zwischen dem ersten und drittem Quartil liegen 50%, der in der Simulation gemessenen Werte [Schaich et al. 1979, S. 62].⁵⁸ Falls ein im Feldexperiment beobachteter Wert innerhalb dieses Bereiches liegen würde, würde er in 50% der Simulationsläufe annähernd reproduziert werden. Eine empirische Beobachtung soll deshalb *reproduziert* genannt werden, wenn der beobachtete Wert zwischen dem ersten und dritten Quartil liegt.

Tabelle 33 zeigt einen Vergleich zwischen den erwarteten Werten und den Simulationsergebnissen. Insgesamt werden die erwarteten Werte von nur vier Meßgrößen reproduziert. Damit kann sicherlich nicht von einer guten Gesamtproduktion gesprochen werden.

Tabelle 34: Vergleich der Simulationsergebnisse in der Einstellung ohne strategische Wahl und Zeitdruck mit den beobachteten Werten. N = 40. In der letzten Spalte ist angezeigt, ob der erwartete Wert unter oder oberhalb des Mittelwerts liegt. Die Spalte zeigt an, ob der im Feldexperiment beobachtete Wert zwischen dem 1. und 3. Quartil der Simulationsergebnisse liegt.

	Beobachtet	1. Quartil	3. Quartil	Mittelwert	Std.-Abweichung	Lage zum Mittelwert
H Vorschlagserfolg	0,46	,34	,50	,42	,13	↑
K Vorschlagserfolg	0,54	,40	,67	,53	,13	↑
M Vorschlagserfolg	0,38	,39	,58	,48	,13	↓
S Vorschlagserfolg	0,58	,37	,53	,45	,12	↑
T Vorschlagserfolg	0,44	,46	,60	,53	,11	↓
H Vorschlagen	0,15	,26	,38	,31	,08	↓
H Pos. begründen	0	,05	,13	,08	,05	↓
H Zustimmung	0,85	,55	,68	,61	,09	↑
K Vorschlagen	0,36	,24	,39	,32	,09	↑
K Pos. begründen	0,07	,00	,10	,06	,05	↑
K Zustimmung	0,57	,56	,69	,62	,10	↓
M Vorschlagen	0,25	,35	,47	,40	,10	↓
M Pos. begründen	0,18	,05	,11	,08	,07	↑
M Zustimmung	0,57	,44	,59	,52	,10	↑
S Vorschlagen	0,41	,28	,42	,36	,10	↑
S Pos. begründen	0	,00	,05	,04	,04	↓
S Zustimmung	0,59	,52	,67	,60	,10	↑
T Vorschlagen	0,10	,29	,42	,35	,12	↓
T Pos. begründen	0,33	,14	,23	,17	,07	↑
T Zustimmung	0,57	,39	,55	,48	,14	↑
Gefüllte Zellen	1,00	,94	1,00	,95	,05	↑

Das Modell für die Handlungswahl läßt sich verändern (vgl. Kapitel 3.5.3). Sobald die Berücksichtigung des Zeitdrucks und die strategische Handlungswahl abgeschaltet wird, verbessert sich die Trefferquote (Tabelle 34).

⁵⁸ Das zweite Quartil entspricht dem Median.

Neben den Unterschieden zwischen den Szenarien existieren Unterschiede zwischen den Agenten. Auf der einen Seite deckt sich die Verteilung der Handlungswahlen für die Agenten K, M und S gut mit den Beobachtungen. Für die Agenten H und T ist dies nicht der Fall. Bei den Meßgrößen Erfolg und Vorstellungsänderung liegen für alle Agenten die Simulationsergebnisse z.T. weit von Beobachtungen entfernt. Der beobachtete Vorschlagserfolg, der sich – wie auch die Handlungswahlen – nicht auf den Fragebogen stützt, wird von vier Agenten erreicht. Es scheint, daß die Versuchspersonen den Zeitdruck nicht wahrnahmen und sich auch nicht strategisch an dem Verhalten der anderen Gruppenmitglieder orientiert haben. Ein Grund für die letzte Vermutung könnte sein, daß die Abstimmungen immer anonym verliefen.

Persönlichkeitsmerkmale, Handlungszeile und Gruppenstruktur bestimmen die Handlungswahlen, die das Hauptergebnis des Modells darstellen. Der Vergleich zwischen simulierten und beobachteten Handlungswahlen ist deshalb für eine Gütebeurteilung ausreichend. Ergänzend lohnt sich ein Blick auf die Dimensionen der Gruppenstruktur, die sich im Verlauf der Simulation verändern können. Tabelle 35 stellt die beobachteten und simulierten Werte zum Aushandlungsende gegenüber. Die markierten Zeilen bedeuten, daß der beobachtete Wert zwischen dem ersten und dritten Quartil der simulierten Werte liegt, dieses ist in 15 von 20 Fällen für die Dimension *Leadership* und in zwei von 20 Fällen für die Dimension *Unterstützung* zu beobachten. Mit dem Modell SAM wird die Veränderung des *Leaderships* sehr gut und die der *Unterstützung* schlecht getroffen. Die schlechte Übereinstimmung bei der Unterstützung macht das Modell SAM nicht wertlos, wie die Gesamtgüte zeigt.

Zur Bestimmung der Gesamtgüte des Modells kann die proportionale Reduktion des Fehlers berechnet werden. Dabei wird bezogen auf die Handlungswahlen berechnet, um wieviel besser die Simulationswerte, die beobachteten Werte vorhersagen, im Vergleich zu dem Mittelwert der Beobachtungen. Anders ausgedrückt, die Verwendung der Simulationswerte anstelle des Mittelwertes der Beobachtungen reduziert den Vorhersagefehler (PRE, proportional reduction in error) [Diekmann 2000]. Eine Wenn b_i der beobachtete Wert, b der Mittelwert der Beobachtungen, x_i der gemessene Mittelwert und n die Anzahl der Variablen ist, dann gilt:

$$pre = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (b_i - x_i)^2 / n}{\sum_{i=1}^n (b_i - b)^2 / n}$$

Eingesetzt ergibt sich für das Modell ohne Zeitdruck und strategische Wahl:

$$pre = 1 - \frac{0,2684/21}{1,4018/21} \approx 0,81$$

Der Wert von 0,81 bedeutet, daß der Vorhersagefehler der Simulationswerte um 81% niedriger ist als der Vorhersagefehler des Mittelwertes der Beobachtungen. Dieser Werte gilt als sehr gute Reduktion [Diekmann 2000]. Sobald

der Zeitdruck berücksichtigt und strategisch abgestimmt wird, *vergrößern* die Simulationenwerte den Vorhersagefehler auf 204% im Vergleich zu dem Mittelwert der Beobachtungen, d.h. der Mittelwert der Beobachtung ist eine bessere Prognose als die Simulationenwerte. Die graphische Darstellung in Abbildung 29 zeigt, wie dicht der Mittelwert der Simulationsergebnisse bei dem beobachteten Meßfühlerwerten liegt. Zum Vergleich sind in Abbildung 30 die Mittelwerte für das Modell mit strategischer Wahl und Zeitdruck aufgetragen.

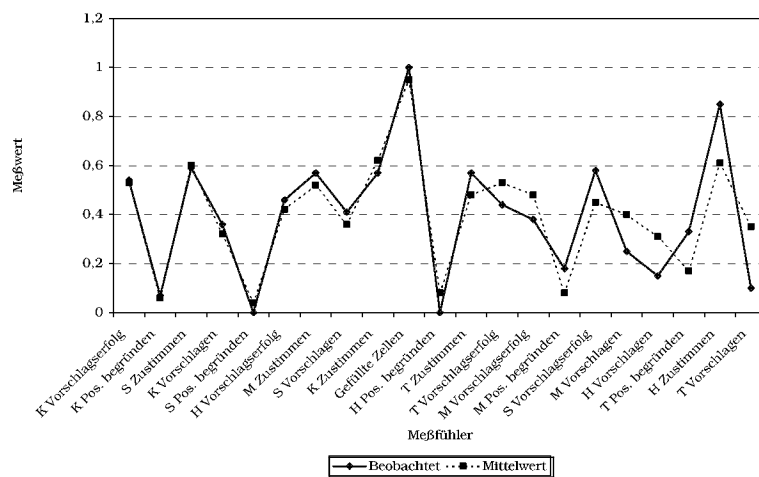


Abbildung 29: Vergleich zwischen beobachteten Werten und den Mittelwerten der Simulation für das Modell ohne strategische Wahl und Zeitdruck. Sortiert nach Abweichungen des Mittelwertes von der Beobachtung.

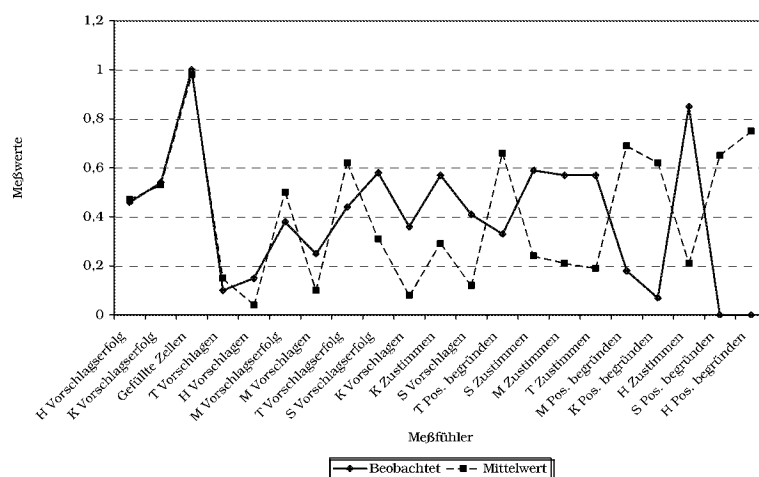


Abbildung 30: Vergleich zwischen beobachteten Werten und den Mittelwerten der Simulation für das Basismodell mit strategischer Wahl und Zeitdruck. Sortiert nach Abweichungen des Mittelwertes von der Beobachtung.

Tabelle 35: Vergleich der Simulationsergebnisse bezüglich der variablen Gruppenstruktur in der Einstellung ohne strategische Wahl und Zeitdruck mit den beobachteten Werten. N = 40. Die Straffur zeigt an, ob der im Feldexperiment beobachtete Wert zwischen dem 1. und 3. Quartil der Simulationsergebnisse liegt.

	Beobachtet	1. Quartil	3. Quartil	Mittelwert	Std.-abweichung
Leadership H→K	0,50	,48	,94	,71	,23
Leadership H→M	0,50	,45	,85	,66	,26
Leadership H→S	0,25	,10	,60	,40	,30
Leadership H→T	0,75	1,00	1,00	1,00	,00
Leadership K→H	0,00	,05	,25	,18	,17
Leadership K→M	0,50	,45	,85	,66	,26
Leadership K→S	0,25	,00	,35	,21	,21
Leadership K→T	1,00	1,00	1,00	1,00	,00
Leadership M→H	0,25	,05	,25	,18	,17
Leadership M→K	0,75	,20	,80	,50	,30
Leadership M→S	0,25	,00	,35	,21	,21
Leadership M→T	0,75	,65	,90	,72	,20
Leadership S→H	0,50	,20	,50	,40	,20
Leadership S→K	0,75	,48	,94	,71	,23
Leadership S→M	0,75	,45	,85	,66	,26
Leadership S→T	1,00	1,00	1,00	1,00	,00
Leadership T→H	fehlt	,48	,75	,60	,23
Leadership T→K	0,75	,48	,94	,71	,23
Leadership T→M	0,75	,45	,85	,66	,26
Leadership T→S	0,75	,40	,80	,60	,20
Unterstützung H→K	0,50	,40	,50	,50	,00
Unterstützung H→M	0,50	,41	,46	,43	,04
Unterstützung H→S	0,50	,46	,49	,48	,04
Unterstützung H→T	0,75	,42	,48	,45	,04
Unterstützung K→H	0,25	,40	,45	,43	,04
Unterstützung K→M	0,75	,92	,96	,94	,03
Unterstützung K→S	0,75	,44	,49	,46	,04
Unterstützung K→T	0,75	,89	,96	,92	,04
Unterstützung M→H	0,25	,00	,00	,00	,00
Unterstützung M→K	0,75	,67	,73	,71	,04
Unterstützung M→S	0,25	,00	,03	,02	,02
Unterstützung M→T	0,25	,40	,47	,43	,04
Unterstützung S→H	0,75	,60	,70	,70	,00
Unterstützung S→K	0,75	,66	,72	,68	,03
Unterstützung S→M	0,75	,63	,68	,66	,04
Unterstützung S→T	1,00	,88	,93	,91	,04
Unterstützung T→H	0,25	,41	,46	,44	,03
Unterstützung T→K	0,75	,69	,76	,72	,04
Unterstützung T→M	0,75	,92	,98	,95	,03
Unterstützung T→S	0,75	,44	,50	,48	,05

6.4 Ist SAM plausibel?

Die Frage nach der Plausibilität eines Modells ist im Grunde die Frage nach seiner Validität, die durch den Vorgang der Validierung ermittelt wird. Mit Validierung wird die Kunst bezeichnet zu prüfen, inwieweit das Modellverhalten in Einklang mit dem Verhalten des Zielsystems steht [Troitzsch 1997]. Ein Zielsystem ist das System, daß das Modell repräsentiert. In den Naturwissenschaften gibt es drei Stufen der Validierung [Zeigler 1976, S. 5]:

- Replicative validity: Das Modell reproduziert die bereits gesammelten Daten des Systems.
- Predictive validity: Das Modell sagt das Verhalten des Zielsystems vorher.
- Structural validity: Die Modellstruktur entspricht der Struktur des Zielsystems.

Sozialwissenschaftliche Modelle erreichen diese Stufen aus verschiedenen Gründen selten. Sowohl das Modell als auch das Zielsystem sind oft (teilweise) stochastisch, weshalb eine exakte Übereinstimmung zwischen Simulation und Beobachtung unwahrscheinlich ist [Gilbert/Troitzsch 1999, S. 22]. Durch die Pfadabhängigkeit sozialer Systeme ist das Verhalten des Zielsystems und des Modells nicht nur von der Struktur, sondern auch von den Startbedingungen und Parameterwerten abhängig [Gilbert/Troitzsch 1999, S. 22]. Die Datenerhebung ist für soziale Systeme problematisch, weil Menschen anders agieren, wenn sie beobachtet werden. Zudem können viele akteurspezifische Daten nur durch Befragungen erhoben werden, wodurch eine zusätzliche Quelle für Verfälschungen entsteht. Nicht alle notwendigen Daten können erhoben werden, weil Menschen sich nicht aller Vorgänge im Gehirn bewusst sind.

Für SAM ist die Plausibilität in drei Schritten gezeigt worden. Im ersten Schritt wurde die interne Konsistenz des Modells betrachtet. Die meisten Persönlichkeitsmerkmale und auch die Gruppenstruktur üben den Einfluß auf die Handlungswahl aus, der ihnen im Kapitel 3 zugeschrieben worden ist. Einige erwartete Korrelationen sind nicht beobachtet worden, weil der Aushandlungsverlauf und die Agentenvorstellungen den Einfluß der Persönlichkeitsmerkmale und der Gruppenstruktur abschwächen.

Das Verhalten des gesamten Modells wurde durch den Vergleich mit drei Befunden aus der Literatur ansatzweise untersucht. Dazu wird der Einfluß von jeweils wenigen Parametern auf das Verhalten des gesamten Modells – gemessen durch einen oder mehrere Meßfühler – betrachtet. Sowohl der in der Literatur postulierte Zusammenhang zwischen Heterogenität der Vorstellungen und der Exploration des Vorschlagsraums, wie auch der Zusammenhang zwischen Kooperationsbereitschaft und Gruppenleistung können mit SAM simuliert werden. Auch das Phänomen „Groupthink“ [Janis/Mann 1977] kann nachgestellt werden.

Neben der internen Konsistenz wurde die Handlungswahl durch den Vergleich mit der beobachteten Gruppe überprüft. Bei 13 von 21 (62%) Meßgrößen liegt der erwartete Wert zwischen dem ersten und dritten Quartil. Für drei Agenten liegt der beobachtete Anteil von mindestens zwei Handlungswahlen *Vorschlagen*, *Zustimmen* und *Position begründen* zwischen dem ersten und dritten Quartil der Simulationsergebnisse. Für vier Agenten liegt der

beobachtete Vorschlagserfolg ebenfalls zwischen dem ersten und dritten Quartil der Simulationsergebnisse. Der Vorschlagserfolg ist direkt von den Handlungswahlen aller Agenten abhängig, so daß aus beiden Übereinstimmungen gefolgert werden kann, daß die Handlungswahlen bezogen auf die beobachtete Gruppe plausibel sind.⁵⁹ Das Modell reduziert den Vorhersagefehler um 81% gegen über dem Mittelwert der Beobachtungen.

Die Gruppenstruktur wird aus der Betrachtung aufgrund ihrer großen Pfadabhängigkeit ausgespart. Auch der Mechanismus, wie die Agenten ihre Weltbilder verändern, konnte nicht geprüft werden, weil die dazu benötigten empirischen Daten aufgrund von Erhebungsproblemen unbrauchbar sind. Beide Mechanismen wirken aber auf die Handlungswahl ein, so daß sie immerhin indirekt überprüft werden konnten. Deshalb läßt sich trotz dieser Defizite die Aussage wagen, daß nach den in diesem Kapitel vorgestellten Indizien das Simulationsmodell SAM plausibel arbeitet.

⁵⁹ Durch genaueres Justieren der Agentenparameter ließe sich vermutlich eine noch bessere Reproduktion einstellen. Allerdings macht ein Abgleichen auf genau eine beobachtete Gruppe wenig Sinn, weil nicht bekannt ist, wie repräsentativ sie für die Gesamtheit aller Gruppen ist.

7 Einflüsse des Aushandlungsverfahrens und der Aufgabe

Das Modell SAM soll ein Werkzeug zur Analyse des HAP sein. Bisher wurde das Modell vorgestellt und seine Plausibilität untersucht. In diesem Kapitel wird es nun eingesetzt, um das HAP näher zu untersuchen. Die zentrale Frage ist: Wie sollen die Parameter des HAPs gewählt werden, damit ein „gutes“ Ergebnis in kürzester Zeit erreicht werden kann. Was ein „gutes“ Ergebnis sein könnte, wird in Kapitel 7.1 diskutiert. Die Anzahl der zu untersuchenden Parameter ist für eine vollfaktorielle Analyse zu umfangreich, weshalb zur Reduktion des Rechenaufwandes Szenariogruppen verwendet werden, die in Kapitel 7.2 erläutert werden. Als Vorbereitung auf die Analyse der Parameter wird die Mehrheits- und die Vorstellungssuche als konzeptionelles Hilfsmittel in Kapitel 7.3 eingeführt. Parameter, die das Aushandlungsverfahren regeln, werden in Kapitel 7.4 untersucht. Die Aufgabe, die nicht zu den Verfahrensparametern im engeren Sinne gehört, wirkt auch auf den Aushandlungsverlauf ein (Kapitel 7.5). Der Einfluß der Agentenanzahl wird in Kapitel 7.7 thematisiert. Im Kapitel 7.8 wird die Bedeutung der Reaktionsgeschwindigkeit beleuchtet. Kapitel 7.6 widmet sich dem Argumentengehalt in der Rede, d.h. wie groß sollte der Anteil an Sachargumenten in einem Statement sein. Welche Rolle die Gruppenzusammensetzung spielt, ist Gegenstand des zweiten Untersuchungskomplexes (Kapitel 8). Die in diesem Kapitel gewonnenen Erkenntnisse werden zur Überprüfung auf eine neue erstellte Gruppe Moderation angewendet, die eine Aushandlung unter Beteiligung eines Moderators nachstellt (im Kapitel 7.9). Aufgrund von Wechselwirkungen zwischen den Parametern werden in den einzelnen Kapiteln nur die Befunde der Untersuchung vorgestellt. Kapitel 7.10 faßt diese Befunde zu einem Gesamtbild zusammen und legt Empfehlung zum Einsatz des HAP vor, welche in Kapitel 9.1.1 stichwortartig resümiert werden.

7.1 Gütekriterien

In diesem Kapitel werden die für die Leistungsmessung von Gruppen konzipierten Meßfühler ausführlicher als in Kapitel 5.1.1.3 hergeleitet. Wie mißt man die Leistung einer Gruppe? Bisher gibt es auf diese Frage keine befriedigende Antwort. Schneider [1985, S. 209 ff.] stellt unterschiedliche Ansätze vor, die Leistung einer Gruppe mit den Leistungen von Einzelpersonen zu vergleichen. Unabhängig von der Aussagekraft eines solchen Vergleichs, wird nur die Frage beantwortet, ob eine Gruppe leistungsstärker oder schwächer ist im Vergleich zu einer gleich großen Menge isolierter Individuen. Um das HAP zu untersuchen, ist ein Vergleich zwischen Gruppen und nicht zwischen einer Gruppe und einer Menge von Individuen notwendig. Bei Aufgaben mit einer eindeutigen Lösung läßt sich die Anzahl der richtigen Lösungen verwenden. Allerdings ist dieser Aufgabentyp selten anzutreffen. Beispielsweise besitzen Verwaltungsentscheidungen und die Konfiguration von Arbeitsabläufen keine eindeutige Lösung [vgl. für das erstere Boos 1996, S. 14 ff.]. Als Ausweg schlägt Boos das Kriterium „prozessuale Gerechtigkeit“ [Boos 1996, S. 16] vor. Für ihre Untersuchung, welche Einflüsse unter-

schiedliche Leitungsstile auf die Entscheidungsprozesse in einer Gruppe haben, verwendet sie neun Dimensionen:

- Problemstrukturierung,
- Diskussionssteuerung,
- Ergebnisbewertung,
- Gruppenklima,
- Ressortbezogenheit der Argumentation,
- Lösungssuche,
- Entscheidungsfindung,
- Partizipation und
- Erfolg.

Die Problemstrukturierung ist bei SAM durch die Zerlegung in Gitterzellen vorgegeben. Eine Diskussionssteuerung findet auf der Metaebene statt, d.h. es wird über den Ablauf der (Sach-) Diskussion reflektiert. Im HAP – und damit natürlich auch in SAM – sind Metadiskussionen nicht möglich, sie sollen durch die Softwaresteuerung ersetzt werden. Wenn eine Metadiskussion dennoch gewünscht wird, muß sie außerhalb des HAP stattfinden. Eine Ergebnisbewertung umfaßt bei Boos die subjektive Zufriedenheit der Teilnehmer mit dem Verlauf und dem Ergebnis. Weil eine subjektive Zufriedenheit immer auch durch Emotionen bedingt wird, kann sie in SAM kaum sinnvoll gemessen werden, denn dazu ist das Modell SAM nicht ausgelegt. Eine Messung des Gruppenklimas unterbleibt aus dem gleichen Grund. Unter der Dimension „Erfolg“ faßt Boos, wie erfolgreich die Teilnehmer Vorschläge eingebracht haben. In SAM wird der Erfolg der Vorschläge separat gemessen (Meßfühler „Vorschlagserfolg“), allerdings drückt diese Maßzahl nur aus, wie gut ein Agent seine Vorschläge durchsetzen kann. Sie gibt nicht an, ob seine Vorstellung mit dem Aushandlungsergebnis übereinstimmt, was als Hinweis auf die Zufriedenheit mit dem Ergebnis gedeutet werden kann. Der eingebrachte Vorschlag weicht dann von der Vorstellung ab, wenn nach dem Vorschlagen der Agent seine Vorstellung aufgrund von Redebeiträgen verändert hat. Deshalb ist eine Übereinstimmung zwischen Vorstellung und Aushandlungsergebnis bei erfolgreichem Vorschlag nicht automatisch gegeben. Aus diesem Grund wird die Dimension „Erfolg“ durch den Meßfühler „Teilnehmererfolg“ gemessen. Die Dimension „Ressortbezogenheit der Argumentation“ ist bei Boos der spezifischen Untersuchung von Entscheidungen in Verwaltungen geschuldet. In SAM ist diese Art der Fokussierung nicht realisiert, die Dimension spielt in SAM deshalb keine Rolle. Tabelle 36 zeigt die Zuordnung der verbleibenden Dimensionen zu den Meßfählern.

In der Dimension Ergebnisbewertung von Boos klingt auch die Frage nach der Güte der Entscheidungsergebnisse an. Die in Tabelle 36 aufgeführten Meßfühler berücksichtigen noch nicht, ob überhaupt eine einzige Zelle eingefärbt wird. Weiterhin ist die Stabilität von Aushandlungsergebnissen wichtig, d.h. werden sie bei der nächsten Gelegenheit revidiert oder sind

Tabelle 36: Zuordnung der Dimensionen für die Verfahrensgüte nach Boos [1996] zu den implementierten Meßfählern

Dimensionen der Güte	Zugeordnete Meßfühler
Lösungssuche & Entscheidungsfindung	Lösungssuche
Partizipation	Mittlere Partizipation
Erfolg	Teilnehmererfolg

sie von einer breiten Mehrheit getragen. Im ersten Fall wäre eine praktische Umsetzung schwieriger als im letzten Fall. Der Meßfühler „Erfolg der Aushandlung“ berücksichtigt sowohl die Anzahl der gefüllten Zellen wie auch den durchschnittlichen Prostimmenanteil und den Anteil an Zellen, über die mehrfach verhandelt wurde. Je weniger Zellen mehrfach verhandelt worden sind und je größer der Anteil an Prostimmen ist, desto größer ist die erwartete Stabilität des Ergebnisses im Sinn von Akzeptanz. Jeder der verwendeten Meßfühler nimmt Werte im Intervall zwischen Null und Eins an. Der Faktor „1/3“ dient der Normierung.

$$\text{Erfolg_Aushandlung} = \frac{1}{3} * \left(\frac{\text{Gefüllte_Zellen} + \text{Durch_Stimmverhältnis}}{1 - \text{Anteil_wdh_Aushandlungen}} \right)$$

Die Gesamtdauer der Aushandlung, d.h. wie lange benötigen die Agenten, um das komplette Gitter einzufärben, wird in der Gesamtbewertung der Aushandlung berücksichtigt. Dadurch wird die Eingangsüberlegung, daß nach „guten“ Ergebnissen in kurzer Zeit gesucht wird, umgesetzt. Aus den hier aufgeführten Meßfühlern wird eine Gesamtbewertung berechnet, die einen einfachen Vergleich zwischen verschiedenen Parametereinstellungen des Verfahrens, wie auch verschiedenen Gruppenkonstellationen ermöglicht (vgl. Kapitel 5.1.1.3). Die Bewertung der Aushandlung ergibt sich damit zu

$$BA = 0,20 * \left(\frac{\text{Lösungssuche} + \text{Teilnehmererfolg} + \text{mittlere_Partizipation} + \text{Erfolg_Aushandlung} + \text{Zeitbedarf}}{\text{mittlere_Partizipation} + \text{Erfolg_Aushandlung} + \text{Zeitbedarf}} \right)$$

mit

$$\text{Zeitbedarf} = \begin{cases} 1 - \frac{\#Aushandlungen - \text{Gitterlänge}^2}{(\text{Max_Anzahl_Wiederholungen} - 1) * \text{Gitterlänge}^2}, & AM > 1.60 \\ 1, & \text{sonst oder wenn } \#Aushandlungen < \text{Gitterlänge}^2 \end{cases}$$

Für Ephrati et al. [1994] ist ein wichtiges Kriterium, daß die Gruppenmitglieder gemäß ihren Präferenzen, d.h. ehrlich, abstimmen und nicht taktisch agieren. Um die Ehrlichkeit zu fördern, haben Ephrati et al. einen speziellen Abstimmungsmechanismus entwickelt, der Unehrlichkeit bestraft. Das HAP fördert weder noch behindert unehrliches Abstimmen, weshalb das Verfahren von Ephrati et al. nicht übernommen wird. In SAM kann über das Entscheidungsmodell die Ehrlichkeit der Agenten beeinflußt werden, in dem strategisches Abstimmungsverhalten ein- oder ausgeschaltet wird (vgl. Kapitel 3.5.3.2).

7.2 Wahl der Szenariogruppen

20 Parameter bestimmen das Aushandlungsverfahren und die Aufgabe. Dazu kommen noch einmal $4 * (n^2 - n)$ Parameter für die Gruppenstruktur bei n Agenten und $17 * n$ agentenspezifische Parameter. Nicht berücksichtigt sind die sieben Konstanten pro Agent. Die kleinste Gruppe ($n = 3$) wird bereits von $20 + 24 + 51 = 95$ Parameter beschrieben. Eine einfache vollfaktorielle Ana-

⁶⁰ AM = Max Anzahl Wiederholungen

lyse, die nur die Extremwerte verwendet, würde 2^{95} Simulationsexperimente benötigen. Wenn man sehr optimistisch annähme, daß ein Simulationsexperiment 20 Sekunden dauere, beliefe sich die Gesamtrechnenzeit auf $4 \cdot 10^{96}$ Sekunden ($1,27 \cdot 10^{89}$ Jahren).

Eine praktikablere Vorgehensweise stellen Szenarien dar. Hierbei wird nicht mehr die Auswirkungen eines Parameters auf jede mögliche Gruppenkonfiguration untersucht, sondern nur noch auf eine ausgewählte Menge von Gruppen. Der Rechenaufwand ist deutlich geringer, allerdings zu dem Preis, daß Effekte, die nicht in den betrachteten Gruppen auftreten, übersehen werden. Die Auswahl der Gruppen ist demnach zentral.

Gruppen können nach zwei Verfahren ausgewählt werden: einmal nach ihren Konstellationen und zum anderen nach ihrem Verhalten. Bereits für eine Gruppe mit drei Agenten existieren 95 Parameter, so daß ihre Kombinationsmöglichkeiten zu umfangreich sind ($>2^{95}$). Wie Kapitel 8.1 zeigen wird, lassen sich die Konstellationen nicht in repräsentative Klassen einteilen, um ihre Anzahl zu reduzieren. Eine zufällige Auswahl ist ebenfalls keine Lösung, weil der Umfang einer repräsentativen Stichprobe einfach zu groß ist. Eine denkbare Möglichkeit wäre Gruppenkonstellationen auszuwählen, die häufig in Wirklichkeit beobachtet werden. Bereits die Erhebung der notwendigen Daten ist sehr aufwendig, weil Befragungen oder aufwendige Beobachtungen realer Gruppen notwendig sind. Erschwerend kommt hinzu, daß Gruppen dynamisch ihre Struktur verändern können. Deswegen ist bis heute keine repräsentative Erhebung bekannt, die beschreibt, welche Gruppenkonstellationen in welcher Häufigkeit beobachtet worden sind. Daten über Laborgruppen sind nicht aussagekräftig, weil diese weder eine Vergangenheit noch eine Zukunft haben, wodurch sich das Verhalten der Mitglieder verändern kann [McGrath 1993b, S. 116 f.].

Das Verhalten von Gruppen kann durch die Häufigkeitsverteilung der Handlungswahlen über die Zeit beschrieben werden (siehe z.B. Abbildung 36 bis Abbildung 40). Angenommen, jede Handlungsalternative könne durch die Kennzahlen „Anzahl an Spitzen“, „Abstand zwischen Spitzen“ und „Höhe der Spitzen“, beschrieben werden und jede Kennzahl habe fünf Werte, dann sind bereits $4 \cdot 5^3 = 500$ Kombinationen möglich. Diese sehr grobe Charakterisierung ist bereits zu umfangreich, obwohl sie noch nicht berücksichtigt, daß sich das Gruppenverhalten im Verlauf der Aushandlung qualitativ verändern kann (vgl. z.B. Abbildung 39).

Ein Ausweg besteht in der Betrachtung des Meßfühlers „Bewertung der Aushandlung“, denn dieser mißt das Gruppenverhalten mit einer Maßzahl. Der Meßfühler „Bewertung Aushandlung“ beschreibt die Güte der Aushandlung (vgl. Kapitel 7.1). Weil er verschiedene Aspekte des Gruppenverhaltens berücksichtigt, ist er geeignet, das Gruppenverhalten zu charakterisieren. Sowohl Gruppen mit einem hohen, mittleren als auch mit einem niedrigen Meßfühlerwert sollten ausgewählt werden. Dabei sollten die Gruppen deutlich unterschiedliches Verhalten und verschiedenen Konstellationen aufweisen. Eine graphische Darstellung der gemessenen Handlungswahlen zeigt, daß jede Szenariogruppe ein charakteristisches Muster verwendet (Abbildung 36 bis Abbildung 40). Die Szenariogruppen unterscheiden sich in den zeitlichen Abfolgen und Häufigkeiten der Handlungen. Die hier vorge-

stellten fünf Szenariogruppen sind das Resultat von umfangreichen Vorstudien.

Als Beispiel für eine hierarchisch gegliederte Gruppe und als realweltliches Beispiel wird die Gruppe aus dem Feldexperiment (**REFERENZ** genannt) ausgewählt. Die Gruppe weist drei formale Hierarchieebenen auf, „T“ ist auf der obersten, „M“, „K“ auf der mittleren und „S“ und „H“ auf der untersten Ebene. Zu beachten ist, daß „S“ und „H“ ihre *Loyalität* in erster Linie auf „T“ konzentrieren und nicht auf die mittlere Ebene (Abbildung 31 links). Die formale Hierarchie findet sich teilweise in den anderen drei Dimensionen der Gruppenstruktur wieder. Auffälliges Merkmal ist die relative Isolation von „S“ und „H“. Im Zentrum steht entweder „M“ (Expertenstatusstruktur, Abbildung 31 rechts und Unterstützungsstruktur, Abbildung 32 links) oder „T“ (Loyalitätsstruktur, Abbildung 31 links und Leadershipstruktur, Abbildung 32 rechts). Im Unterschied zum Feldexperiment wird ein Agentenattribut geändert. Für den Agenten „H“ wurde als Einflußwert 0,50 erhoben. Aufgrund von Bedienproblemen während des Feldexperimentes mußte der Wert auf 0,00 gesetzt werden, um die gegenüber der Fragebogenerhebung veränderte Situation zu berücksichtigen. Im folgenden wird wieder der empirisch erhobene Wert verwendet. Die Szenariogruppe Referenz zeichnet sich durch eine geringe Kommunikationstätigkeit aus (Abbildung 36). Mehrheiten werden durch direktes Vorschlagen gesucht und gefunden.

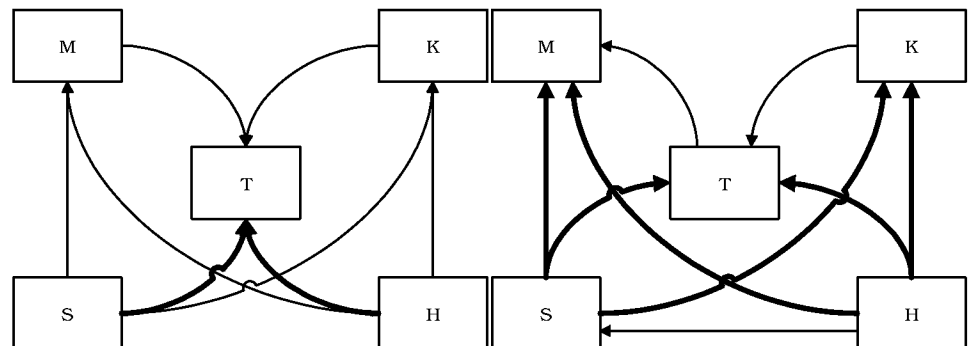


Abbildung 31: Loyalitätsstruktur (links) und Expertenstatusstruktur (rechts) der Szenariogruppe Referenz. Werte kleiner gleich 0,5 sind aus Übersichtsgründen nicht aufgetragen. Dünne Linien repräsentieren Werte von 0,75 und dicke Linien von 1,00.

Die Szenariogruppe **FLEXIBEL** ist ein Beispiel für eine Gruppe, die eine hohe Aushandlungsbewertung erreicht. Um eine hohe Bewertung zu erreichen, müssen die Agenten sehr aktiv und kompromißbereit sein. Weiterhin agieren sie für alle Dimensionen der Gruppenstruktur als gleiche unter gleichen, d.h. die Gruppenstruktur ist nicht differenziert wie z.B. bei der Szenariogruppe Referenz oder Vergessen (s.u.). Durch Redebeiträge werden die Vorstellungen der Agenten angenähert und münden in eine Mehrheitslösung. Die Szenariogruppe Flexibel weist zwei Zustimmungsphasen auf, einmal nach dem obligatorischen Startvorschlag und die entscheidende zweite nach ausführlichem Meinungsaustausch (Abbildung 37).

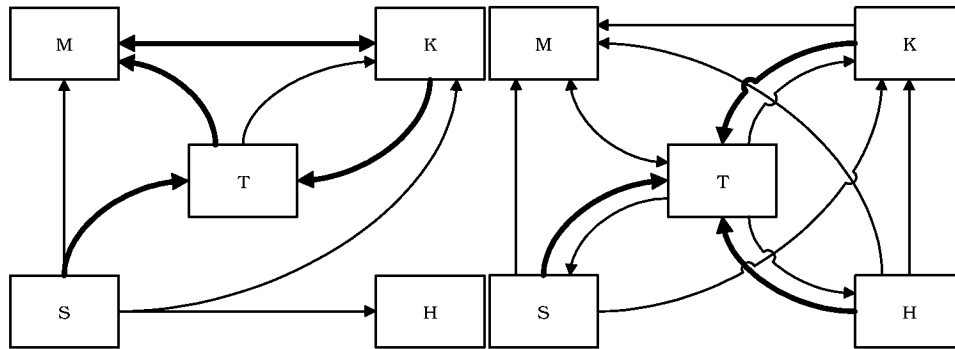


Abbildung 32: Unterstützungsstruktur (links) und Leadershipstruktur (rechts) der Szenariogruppe Referenz. Werte kleiner gleich 0,5 sind aus Übersichtsgründen nicht aufgetragen. Dünne Linien repräsentieren Werte von 0,75 und dicke Linien von 1,00.

Das Gegenteil von aktiven Agenten sind Agenten, die sich nicht an der Aushandlung beteiligen, diese erreichen die geringste Güte (**BOYKOTT** genannt). Abbildung 38 zeigt deutlich, daß die Szenariogruppe Boykott außer dem Startvorschlag keine Aktivitäten zeigt. Die Gruppenstruktur beeinflusst das Verhalten der Agenten in dieser Gruppe nicht. Diese Gruppe repräsentiert den worst case.

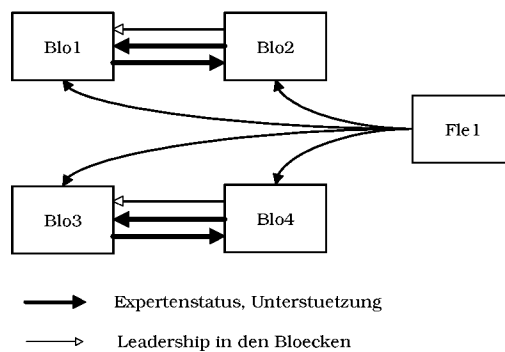


Abbildung 33: Gruppenstruktur der Szenariogruppe Block. Eine formale Hierarchie existiert nicht. Werte kleiner gleich 0,5 sind aus Übersichtsgründen nicht aufgetragen. Dünne Linien repräsentieren Werte von 0,75 und dicke Linien von 1,00.

Eine thematisch interessante Konstellation ist, wenn jeweils zwei Agenten eine Untergruppe bilden und ein neutraler fünfter Agent zusätzlich anwesend ist (**BLOCK** genannt). Abbildung 33 zeigt schematisch die Gruppenstruktur. Die Blockbildung wird durch den *Expertenstatus*, die *Unterstützung* und das *Leadership* erzeugt. Instabile wechselnde Mehrheiten mit Frustration sind zu erwarten. In der Szenariogruppe Block wird fast ausschließlich argumentiert, ohne ein Ergebnis zu erreichen. In Abbildung 39 ist die Abnahme der Zustimmungen deutlich zu sehen. In den ersten 200 Zeiteinheiten

ten treten Zustimmungsphasen parallel zur Diskussion auf, d.h. die Gruppe sucht gleichzeitig eine Mehrheit und eine gemeinsame Vorstellung. Nach 200 Zeiteinheiten nehmen alle Aktivitäten ab, weil die Motivation der Agenten durch unbefriedigende Aushandlungsergebnisse sinkt. Diese Gruppe ist ein Beispiel für eine interne Blockade.

Als weitere thematisch interessante Gruppe wird eine Gruppe ausgewählt, deren Zusammensetzung durch den automatischen Experimentator im Hinblick auf eine hohe Aushandlungsbewertung ermittelt worden ist (**VERGESSEN** genannt). Die Bezeichnung Vergessen erinnert daran, daß die Agenten sofort einen Beschluß fassen und erst anschließend weitere mögliche Lösungen diskutieren. Öfters gelangen einige Agenten – aber nicht alle – zu einer gemeinsamen Vorstellung, die von dem gefaßten Beschluß abweicht. Diese Agenten „vergessen“ den gefaßten Beschluß zu ändern, obwohl dieser nun nicht mehr ihrer gemeinsamen Vorstellung entspricht. Es ist deshalb nur eine Zustimmungsphase zu erkennen (Abbildung 40). Neben der Tatsache, daß auch reale Gruppen manches Mal vergessen ihre Beschlüsse an ihre geänderten Vorstellungen anzupassen, ist die widersprüchliche Gruppenstruktur⁶¹ von empirischer Relevanz. Die verschiedenen Dimensionen der Gruppenstruktur speisen sich aus unterschiedlichen Quellen. Beispielsweise müssen Sympathiebeziehungen nicht der formalen Hierarchie entsprechen. Es läßt sich deshalb vermuten, daß reale Gruppen öfters widersprüchliche Strukturen aufweisen.

In der Loyalitätsstruktur und auch in der Expertenstatusstruktur sind zwei Agenten als einflußreich ausgezeichnet, weil sie die meisten und „wertvollsten“ Pfeile auf sich vereinigen können: „Ve1“ und „Ve4“ (Abbildung 34). „Ve4“ spielt darüber hinaus auch in der Unterstützungsstruktur eine zentrale Rolle (Abbildung 35 links). Beide Agenten haben in der Leadershipstruktur nur eine geringe Bedeutung. Hier hat „Ve3“ eine größere Bedeutung (Abbildung 35 rechts).

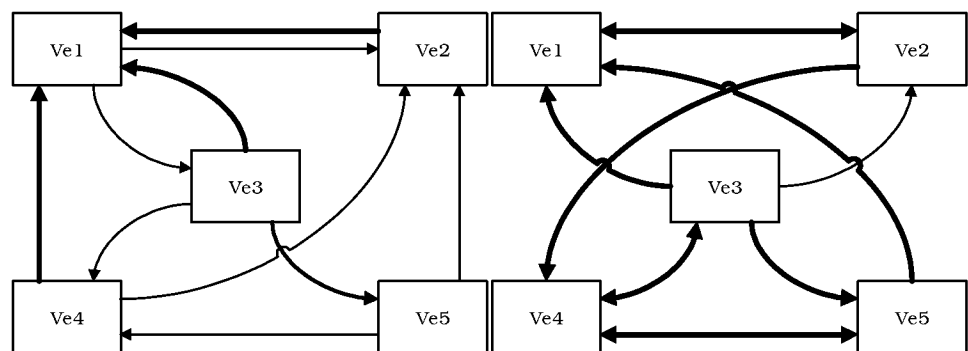


Abbildung 34: Loyalitätsstruktur (links) und Expertenstatusstruktur (rechts) der Szenariogruppe Vergessen. Werte kleiner gleich 0,5 sind aus Übersichtsgründen nicht aufgetragen. Dünne Linien repräsentieren Werte von 0,75 und dicke Linien von 1,00.

⁶¹ Eine genaue Betrachtung der Loyalitätsstruktur wird offenbaren, daß keine klaren Hierarchien existieren, sondern Zirkel. Obwohl die Definition dieser Strukturdimension durch die Zirkel verletzt wird, wird diese Gruppe verwendet, weil auch reale Gruppen nicht immer durch eine klare Hierarchie geprägt sind.

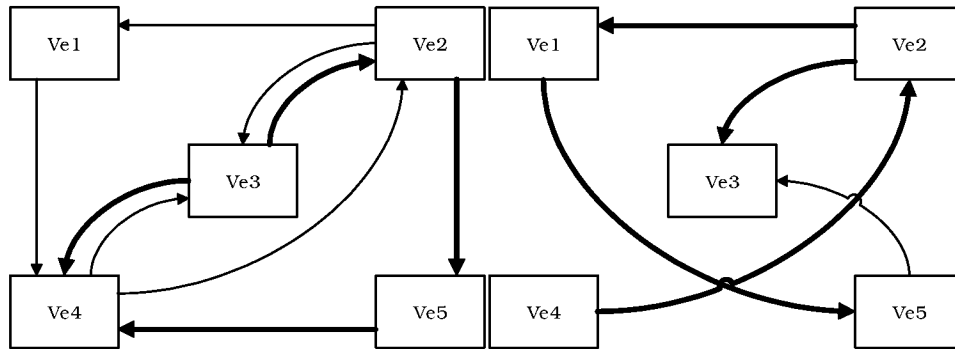


Abbildung 35: Unterstützungsstruktur (links) und Leadershipstruktur (rechts) der Szenariogruppe Vergessen. Werte kleiner gleich 0,5 sind aus Übersichtsgründen nicht aufgetragen. Dünne Linien repräsentieren Werte von 0,75 und dicke Linien von 1,00.

Diese fünf Szenariengruppen, die jeweils aus fünf Agenten bestehen, weisen unterschiedliche Aushandlungsbewertungen aus dem gesamten Wertebereich auf.⁶² Sie unterscheiden sich in der Heterogenität ihrer Vorstellungen, in der Gruppenstruktur, den Persönlichkeitsmerkmalen und den verwendeten Handlungswahlmodellen (mit oder ohne Zeitdruck und strategische Wahl). Dadurch läßt sich die Wirkung der studierten Parameter auf verschiedene Konstellationen besser betrachten. Eine vollständige Auflistung der Parameterwerte ist im Anhang 10.5.1 zu finden.

Tabelle 37: Übersicht über die Bewertung der Aushandlung in den Basiskonstellationen. Für das Szenario Referenz dauerte ein Lauf 19 Aushandlungen und sechs Läufe 17.

Szenario	Anzahl der längsten Läufe	Bewertung Aushandlung	
		Mittelwert	Standardabweichung
Block	3	0,2599	0,0076
Boycott	5	0,1832	0,0038
Referenz	1 bzw. 6	0,5570 bzw. 0,5841	– bzw. 0,0153
Flexibel	10	0,6948	0,0079
Vergessen	10	0,5453	0,0064

Zellen können einmal parallel oder sequentiell ausgehandelt werden. Ein wichtiger Vorteil der asynchronen, computervermittelten Aushandlung ist, daß verschiedene Aushandlungen fast parallel ablaufen können. Die Teilnehmer haben genügend Zeit, das Geschehen in den einzelnen Aushandlungen wahrzunehmen. Für eine detaillierte Interaktionsanalyse ist die parallele Aushandlung jedoch nachteilig, weil das Geschehen in einer Zellenaushandlung das Verhalten in der Aushandlung für eine andere Zelle beeinflusst. Damit stehen die Einflußfaktoren, die zu einem bestimmten Verhalten zu einem bestimmten Zeitpunkt führen, in einem sehr komplizierten wechselseitigen Abhängigkeitsverhältnis. Um die Analyse zu erleichtern, wird die se-

⁶² Werte über 0,70 und unter 0,18 konnten in den Vorstudien nicht beobachtet werden.

quentielle Abarbeitung verwendet. Ob sequentielle oder parallele Aushandlung verwendet wird, wirkt sich nicht auf die Aushandlungsbewertung aus, wie in Kapitel 7.4.4 gezeigt wird.

Um Referenzwerte zu erhalten, wird jedes Szenario mit den gleichen moderaten Verfahrens- und Umweltparametern simuliert (**BASISKONSTELLATION** genannt). Im Anhang 10.5.1 sind die Wertebelegungen zu finden. Jedes Szenario wird zehnmal wiederholt. Tabelle 37 stellt die mittlere Aushandlungsbewertung und ihre Standardabweichung in den zehn durchgeführten Läufen dar. Die Szenariogruppen Block, Boykott und Referenz wiederholen ihre Aushandlungen in unterschiedlichen Anzahlen, so daß die Gesamtlänge der Aushandlung von Lauf zu Lauf verschieden ist. Aus technischen Gründen wird die Standardabweichung nur für die längsten Läufe gemessen. Existiert nur ein längster Lauf, kann die Standardabweichung nicht gebildet werden. Mit den Szenariogruppen Block und Boykott wird der obere Wertebereich des Meßfühlers „Bewertung Aushandlung“ abgedeckt. Die niedrige Standardabweichung zeigt, daß die Bewertung zwischen den Läufen kaum Unterschiede aufweist, d.h. die Zufallseinflüsse sind gering. Treten bei den folgenden Untersuchungen deutliche Abweichungen auf, so lassen sie sich den Parameterveränderungen zuschreiben.

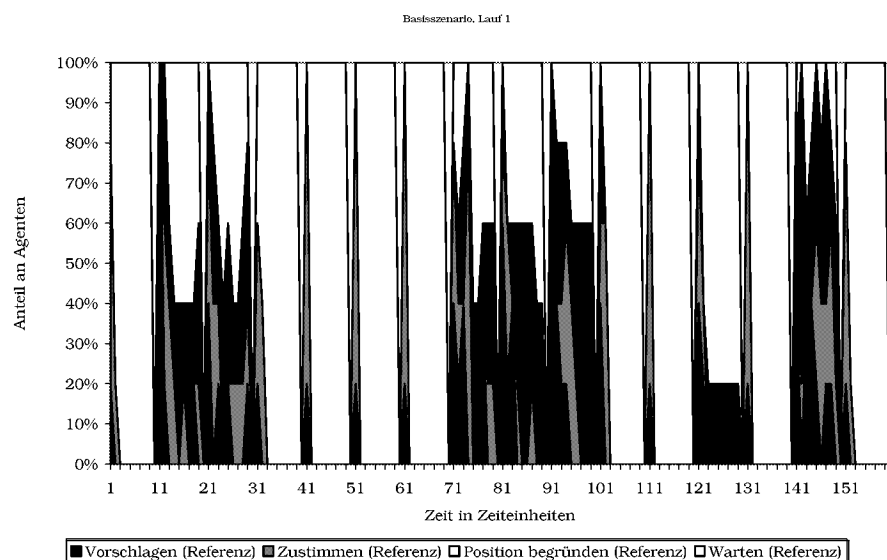


Abbildung 36: Verteilung der Handlungswahlen im ersten Lauf der Basiskonstellation der Szenariogruppe Referenz. Die Zeitpunkte der Stimmenzählung sind weggelassen worden.⁶³

⁶³ Die Gesamtdauer der Aushandlung variiert zwischen den Szenariogruppen, je nach dem, ob die Agenten Zellen mehrfach verhandeln oder nicht.

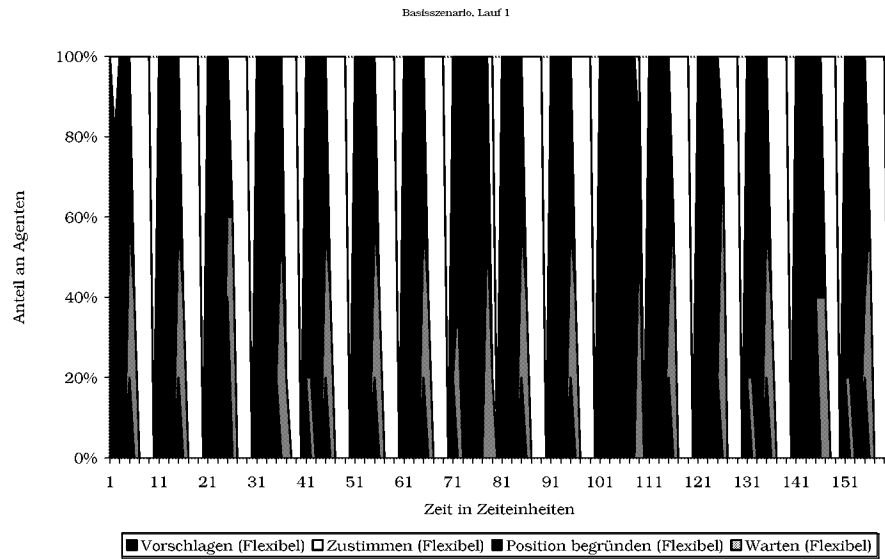


Abbildung 37: Verteilung der Handlungswahlen im ersten Lauf der Basiskonstellatation der Szenariogruppe Flexibel. Die Zeitpunkte der Stimmzählung sind weggelassen worden.

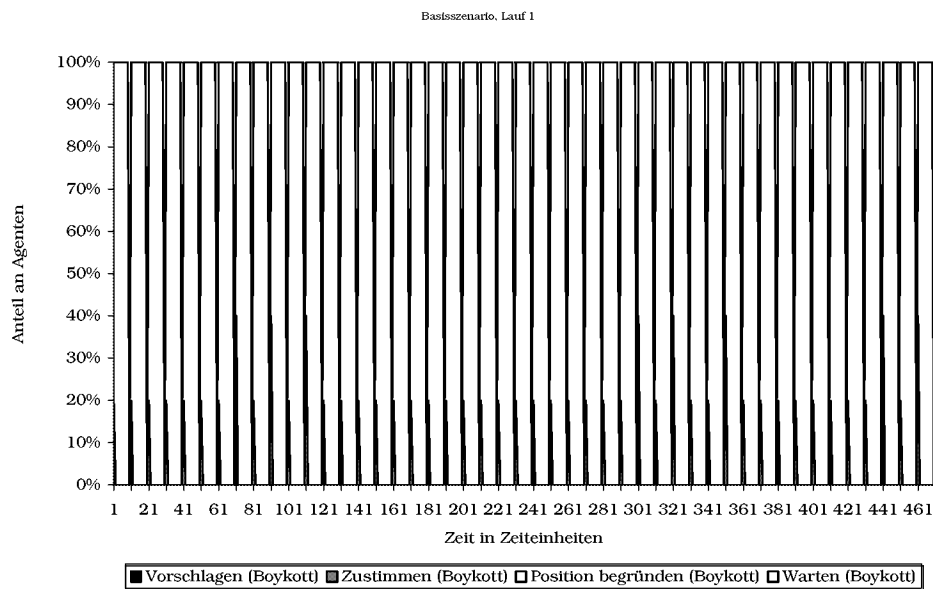


Abbildung 38: Verteilung der Handlungswahlen im ersten Lauf der Basiskonstellatation der Szenariogruppe Boykott. Die Zeitpunkte der Stimmzählung sind weggelassen worden.

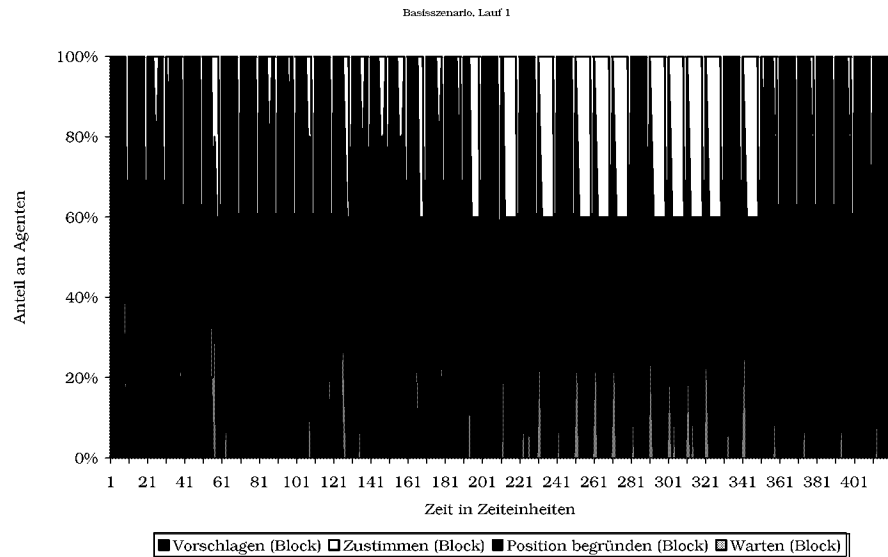


Abbildung 39: Verteilung der Handlungswahlen im ersten Lauf der Basiskonstellatation der Szenariogruppe Block. Die Zeitpunkte der Stimmenzählung sind weggelassen worden.

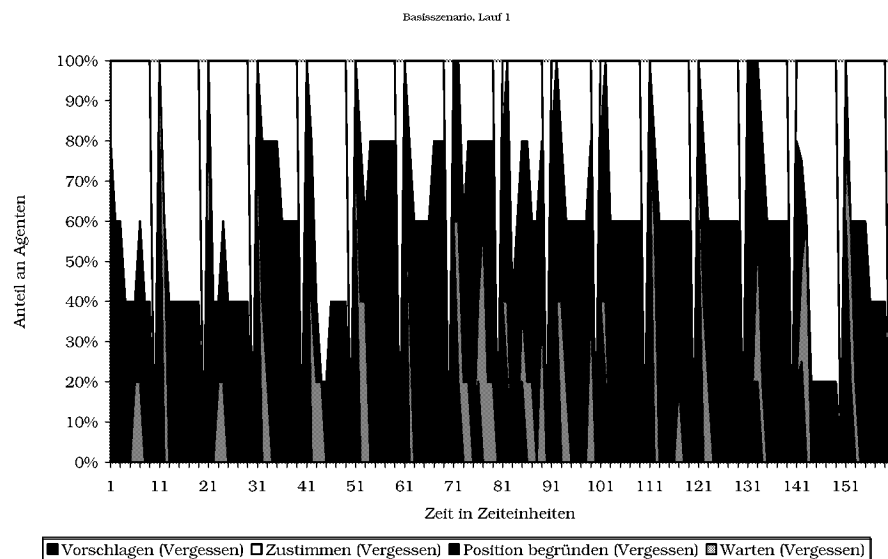


Abbildung 40: Verteilung der Handlungswahlen im ersten Lauf der Basiskonstellatation der Szenariogruppe Vergessen. Die Zeitpunkte der Stimmenzählung sind weggelassen worden.

Das Modell SAM wurde nicht an realen Gruppen kalibriert, d.h. es ist unbekannt, was es in der Wirklichkeit bedeutet, wenn sich die Aushandlungsbe-

wertung um 5% ändert. Aus diesem Grund werden nur qualitative Untersuchungen vorgenommen. Nicht der Wert der Veränderung ist interessant, sondern nur die Richtung der Veränderung.⁶⁴

7.3 Konzeption der Mehrheits- und der Vorstellungssuche

Um die Analyse des Aushandlungsprozesses zu erleichtern, bietet es sich an seine Komplexität zu reduzieren. Je genauer erkennbar ist, wie ein bestimmter Parameter oder ein bestimmtes Verhalten in der Aushandlung wirkt, desto genauer lassen sich Auswirkungen verschiedener Parameterwerte oder auch Verhaltensweisen bestimmen. Dieses Kapitel stellt eine konzeptionelle Unterteilung des Aushandlungsprozesses in zwei Suchprozesse⁶⁵ vor, die von unterschiedlichen Parametern beeinflusst werden. Dadurch lassen sich Teilaspekte des Aushandlungsprozesses isoliert betrachten.

Betrachtet man die Geschehnisse während einer Aushandlung abstrakt, lassen sich zwei Suchbewegungen entdecken. Zum einen suchen die Agenten nach einer gemeinsamen Vorstellung (**VORSTELLUNGSSUCHE**). Dieser Prozeß konvergiert, denn die Schwellen für die „Bits“ im Weltbild, die bei Zuhörer und Sprecher identisch sind, werden bei jedem Redebeitrag erhöht, wodurch die Wahrscheinlichkeit sinkt, daß diese „Bits“ sich in Zukunft verändern (vgl. Kapitel 3.2). Erst wenn die Agenten einander nicht überzeugen können, weil der *Expertenstatus* für alle Agenten gleich Null ist oder eine hohe Bindekraft eine Vorstellungsänderung nach erfolgter Abstimmung verhindert, konvergiert diese Suche nicht gegen eine gemeinsame Vorstellung. Allerdings sind dann die heterogenen Vorstellungen stabil. Die Konvergenzgeschwindigkeit dürfte von der Anzahl an Agenten abhängen und von dem Argumentengehalt, d.h. wie viele relevante Argumente in einem Statement enthalten sind.

Zum Zweiten suchen die Agenten nach einer Mehrheit für einen Vorschlag (**MEHRHEITSSUCHE**). Beide Suchprozesse können gleichzeitig oder nacheinander ablaufen. Die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung beeinflusst die Suche nach einer Mehrheit. Wenn sich die Vorstellung ändern, verändert sich auch die Menge der akzeptablen Farben, weshalb ein gefundener Kompromiß plötzlich untragbar geworden sein kann. Die Mehrheitssuche muß nicht notwendigerweise konvergieren. Wenn sich für das gewählte Stimmverhältnis zu wenige Agenten auf einen Vorschlag geeinigt haben, scheitert die Aushandlung. Haben sich die Agenten auf eine gemeinsame Vorstellung geeinigt, stellt diese zwar den besten möglichen Kompromiß dar. Aber die Mehrheit kann durch strategisches Abstimmungsverhalten ungesichert bleiben, d.h. die Agenten stimmen nicht gemäß ihrer Vorstellung ab, sondern beispielsweise um Sympathien einzuwerben. Stimmen Agenten strategisch ab, d.h. nicht gemäß ihrer Vorstellung, dann können Vorstellungssuche und Mehrheitssuche zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangen.

⁶⁴ Die Handlungsalternative „alle Vorschläge ablehnen“ spielt in den Szenariogruppen praktisch keine Rolle. Sie wird deshalb nicht aufgeführt.

⁶⁵ Eine Aushandlung wird häufig auch als Suche nach einem Kompromiß betrachtet [vgl. z.B. Fisher et al. 2000, S. 132]. Die konzeptionelle Unterscheidung in Vorstellungs- und Mehrheitssuche geht über diese Vorstellung hinaus. Vielmehr stehen unterschiedliche Abläufe innerhalb eines Aushandlungsprozesses im Mittelpunkt der hier vorgenommenen Betrachtung.

7.4 Analyse der Verfahrensparameter

Das Geschehen während einer Aushandlung ist komplex und vielschichtig. In vielen Fällen wird es für eine vollständige Analyse zu aufwendig sein, deshalb arbeite ich die wichtigen Faktoren und Zusammenhänge heraus, die für die Analyse des HAP bedeutend sind. Kleinere Details müssen dabei unbeachtet bleiben. In diesem Kapitel untersuche ich die Wirkungen der Parameter, die das Aushandlungsverfahren steuern. Sie wurden in Kapitel 3 eingeführt.

In Kapitel 7.4.1 wird der Einfluß des Parameters *Aushandlungsdauer* auf die Aushandlungsbewertung untersucht. Ob der Zwang notwendig ist, jede Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen, wird in Kapitel 7.4.2 geprüft. Der Einfluß des Stimmverhältnisses oder allgemeiner des Abstimmungsverfahrens ist Gegenstand von Kapitel 7.4.3. Die Wahl der nächsten Teilaufgabe (Zelle) wird in Kapitel 7.4.4 betrachtet.

7.4.1 Einfluß der Aushandlungsdauer

Zwei entgegengesetzte Anforderungen werden an die Dauer einer Aushandlung gerichtet. Auf der einen Seite soll sie so lang sein, daß alle Teilnehmer ausreichend Möglichkeit zur Partizipation haben. Andererseits soll die Aushandlung kurz sein, weil sie Zeit und auch Geld kostet. Welche Länge ist optimal?

In dem Modell SAM wird mit Dauer die Länge einer Aushandlung in Zeiteinheiten bezeichnet. Dabei wird die für die Stimmauszählung reservierte Zeiteinheit eingeschlossen, d.h. eine Dauer von vier bedeutet, daß die Agenten drei Zeiteinheiten aushandeln und in der vierten die Stimmen ausgezählt werden. In der Realität existieren keine expliziten Zeiteinheiten. Wenn man die durchschnittliche Zeit zwischen zwei Handlungsmöglichkeiten des Akteurs, der die meisten Handlungsmöglichkeiten besitzt, als eine Zeiteinheit auffaßt, kann der Begriff der Dauer auf die Wirklichkeit übertragen werden. Wenn in einer Gruppe beispielsweise zwei Akteure einmal und einer zweimal täglich sich den Stand der Aushandlung anschauen und eine Aktion durchführen, dann bestimmt der zweimal nachschauende Akteur die Dauer einer Zeiteinheit (1/2 Tag). Handlungsmöglichkeiten, wie beispielsweise ausschließliches Informationssammeln, werden nicht immer in sichtbare Aktionen umgesetzt. Wenn der Akteur mit dem Stand zufrieden ist, unternimmt er möglicherweise nichts, d.h. er nimmt seine Handlungsmöglichkeit nicht wahr. Wenn die Handlungsmöglichkeiten nicht gemessen werden können, könnten sie durch beobachtete Handlungen approximativ ersetzt werden. Unterschiedlich häufige Partizipationsmöglichkeiten können durch verschiedene Reaktionszeiten in SAM modelliert werden, weshalb die Dauer immer auf den Akteur mit den meisten Handlungsmöglichkeiten bezogen wird. In dem obigen Beispiel würden die beiden Akteure, die nur einmal täglich nachsehen, eine Reaktionszeit von Zwei und der dritte Akteur eine von Eins bekommen.

Zur Untersuchung, welche Wirkung die Dauer auf die Güte der Aushandlung hat, werden für die Szenariengruppen jeweils Aushandlungen mit Dauern zwischen zwei und 20 Zeiteinheiten simuliert. Zur Reduktion der Re-

chenzeit werden jetzt und bei allen weiteren Untersuchungen nur bei einem interessanten Systemverhalten die Parameter mit kleinen Schrittweiten variiert. In Bereichen, in denen keine Änderungen vermutet werden, werden größere Schrittweiten gewählt.

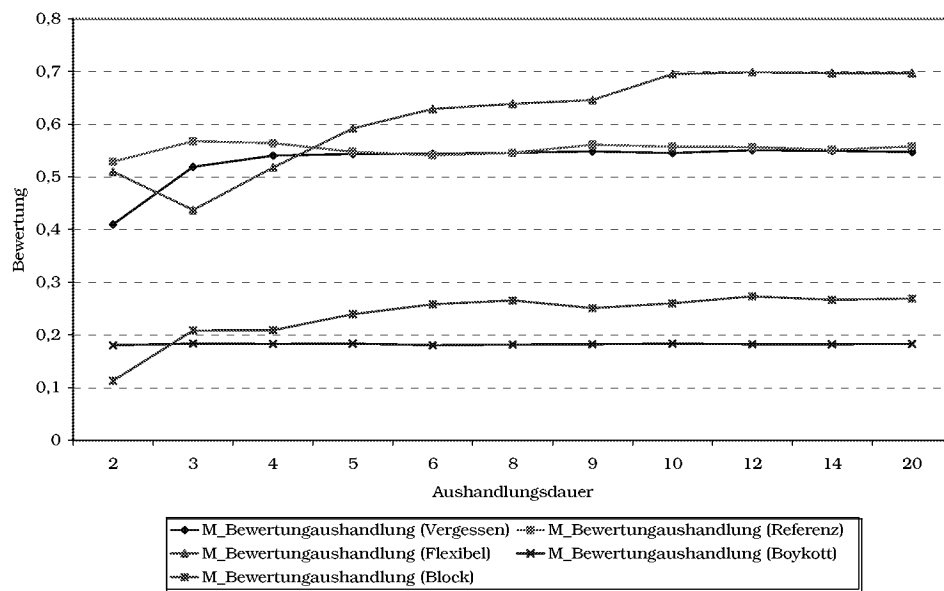


Abbildung 41: Verlauf des Meßfühlers „Bewertung Aushandlung“ mit variiertem Aushandlungsdauer für alle fünf Szenariengruppen⁶⁶

In Abbildung 41 sind drei Zeitpunkte (2-3, 4-5 und 9-10) zu erkennen, an denen sich deutlich die Aushandlungsbewertung einiger Szenariogruppen verändert. Was ist die Ursache für die unterschiedliche Reaktionen der Szenariogruppen auf die Veränderung der Dauer?

Die nachfolgende Analyse gliedert sich nach Szenariogruppen, d.h. für jede Szenariogruppe werden Ursachen für den Kurvenverlauf gesucht. Als Leitfaden der Untersuchung wird die Betrachtung von Handlungsmöglichkeiten gewählt, weil die Aushandlungsdauer bestimmt, wie viele Handlungsmöglichkeiten ein Agent in einer Aushandlung besitzt. Einflußreiche Handlungsalternativen sind *Position begründen*, durch die die Vorstellung und damit auch das Votierverhalten verändert werden kann, und *Vorschlagen, Zustimmung* bzw. *Alle Vorschläge ablehnen*, durch die das Abstimmungsergebnis bestimmt wird. *Position begründen* treibt die Vorstellungssuche an, die auf die Mehrheitssuche wirkt, weshalb ich die Wirkungen auf *Position begründen* – oder allgemeiner auf Kommunikation – zu erst betrachte. Ausgangspunkt ist die Hypothese, daß primär die Kommunikation in der Gruppe durch die Aushandlungsdauer beeinflußt wird. Unterschreitet die Aushandlungsdauer eine bestimmte Mindestdauer, dann ist natürlich auch das Votieren betrof-

⁶⁶ Der Präfix „M_“ zeigt an, daß die Werte Mittelwerte über alle Simulationsläufe sind. Die Anzahl der verwendeten Läufe hängt davon ab, wie viele Läufe die gleiche maximale Länge aufweisen.

fen. Im Anschluß an die Betrachtung der Kommunikation werden die Auswirkungen auf das Votierverhalten untersucht.

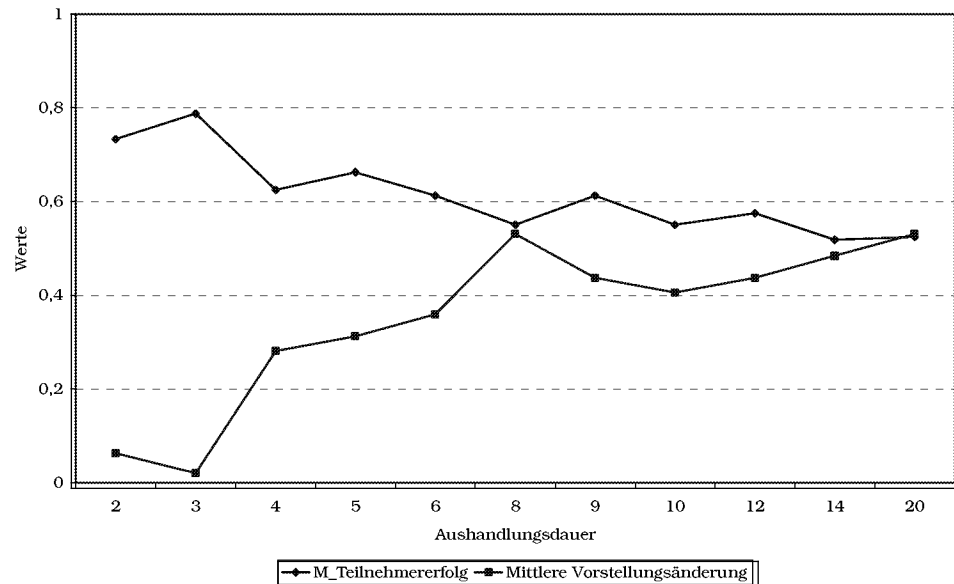


Abbildung 42: Verlauf des Meßfühlers „Teilnehmererfolg“ und der über alle fünf Agenten gemittelten Vorstellungsänderung für die Szenariogruppe Referenz in Abhängigkeit von der Aushandlungsdauer

Ein wesentliches Kennzeichen der Szenariogruppe Boykott ist, daß pro Aushandlung der Agent, der als erstes agiert, gezwungenermaßen einen Vorschlag macht. Anschließend findet keine weitere Interaktion mehr statt. Der Vorschlag wird einstimmig, d.h. mit der Stimme des Vorschlagenden, angenommen. Interaktionen sind für diese Gruppe nicht notwendig, weshalb die Bewertung der Aushandlung nicht von der Dauer abhängt, d.h. sie bleibt unverändert.

In Abbildung 43 ist der Verlauf des Meßfühlers „Teilnehmererfolg“ aufgezeichnet, der angibt, wie oft durchschnittlich die Agentenvorstellung mit dem Ergebnis übereinstimmt. Agentenvorstellungen können nur durch Kommunikation verändert werden, d.h. um unterschiedliche Agentenvorstellungen in eine einheitliche zu überführen – dann hätte der Meßfühler den Wert Eins –, müssen die Agenten ihre Weltbilder darlegen. Eine Gemeinsamkeit der Szenariogruppen Boykott und Referenz ist die geringe Bedeutung der Kommunikation (siehe Abbildung 36). Nur die Szenariogruppe Referenz weist per Definition bei Aushandlungsbeginn eine starke Homogenität⁶⁷ der Vorstellungen auf. Durch Kommunikation wird die Homogenität zunächst einmal gestört anstatt gefördert, weil die dargelegten Weltbilder, die Weltbilder ihrer

⁶⁷ Statt der 100% Abweichung der Startvorstellungen vom Urgitter weichen die Agentenvorstellungen in der Szenariogruppe Referenz nur in 20% der Zellen vom Urgitter ab, d.h. durchschnittlich vier Agenten haben die gleiche Vorstellung.

Zuhörer beeinflussen (Abbildung 42). Mehrere unterschiedliche Weltbilder führen zur gleichen Vorstellung. Beim Zuhörer kann durch Kommunikation das Weltbild so verändert werden, daß seine Vorstellung von der Gruppenvorstellung abweicht. Die geringe Kommunikationstätigkeit in der Szenariogruppe Referenz erhöht die Heterogenität der Vorstellungen, sie reicht aber teilweise nicht aus, aus den divergierenden Vorstellungen eine neue gemeinsame zu schaffen. Die Agenten der anderen Szenariogruppen haben heterogene Vorstellungen (Abweichung vom Urgitter von 100%).

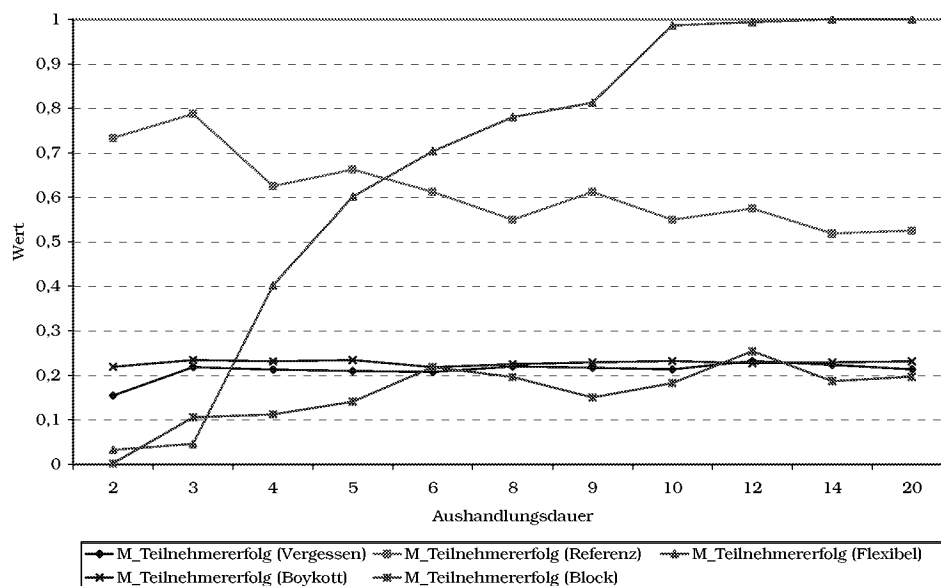


Abbildung 43: Verlauf des Maßfühlers „Teilnehmererfolg“ für die fünf Szenariogruppen in Abhängigkeit von der Aushandlungsdauer

Beide Szenariogruppen Flexibel und Block benötigen Kommunikation, um die widersprüchlichen Agentenvorstellungen zu vereinheitlichen. In der Szenariogruppe Flexibel müssen fünf und in der Szenariogruppe Block zwei Agentenvorstellungen⁶⁸ in Einklang gebracht werden. Je kürzer die Dauer einer Aushandlung ist, desto weniger Kommunikationsmöglichkeiten bestehen. Die Bildung einer gemeinsamen Vorstellung wird erschwert oder unmöglich. Dadurch sinkt die Übereinstimmung zwischen Agentenvorstellung und Aushandlungsergebnis („Teilnehmererfolg“), welches im Idealfall der Vorstellung aller Agenten entspricht. Diese Entwicklung läßt sich in Abbildung 43 besonders gut für die Szenariogruppe Flexibel verfolgen. Bei der Szenariogruppe Vergessen steht die Suche nach der Mehrheit im Vordergrund. Diese Gruppe einigt sich sehr früh auf ein Ergebnis und diskutiert anschließend über mögliche weitere Lösungen. Das einmal gefundene

⁶⁸ Jeweils zwei Agenten bilden einen Block. Ihre Vorstellungen unterscheiden sich zu Aushandlungsbeginn, so daß jeder Block „intern“ eine homogene Vorstellung entwickeln muß. Parallel verläuft die Auseinandersetzung mit den übrigen drei Agenten.

Aushandlungsergebnis wird durch den Diskussionsprozeß nicht mehr verändert. Deshalb unterscheidet sich die Endvorstellung der Agenten von der ausgehandelten Farbe, die Werte des Meßfühlers „Teilnehmererfolg“ bleiben unverändert. Die Bewertung der Aushandlung sinkt erst dann, wenn die Zeit für die Bildung einer Mehrheit nicht mehr ausreicht. Abbildung 44 zeigt, daß ab der Dauer Acht, die mittlere Zustimmung zum Aushandlungsergebnis leicht ansteigt. Die Höhe des Anstiegs liegt in der Nähe der zufälligen Schwankung der Meßfühlerwerte, so daß der Anstieg nicht überinterpretiert werden sollte. Er ist zu gering, als daß er sich auf die Bewertung der Aushandlung auswirken könnte. Ab einer Aushandlungsdauer von Vier sinkt die Zustimmung stark ab, und senkt dadurch auch die Bewertung der Aushandlung. Im Gegensatz zur mittleren Zustimmung bleibt der Teilnehmererfolg relativ unverändert, weil das Aushandlungsergebnis nicht die Agentenvorstellungen am Ende der Aushandlung widerspiegelt.

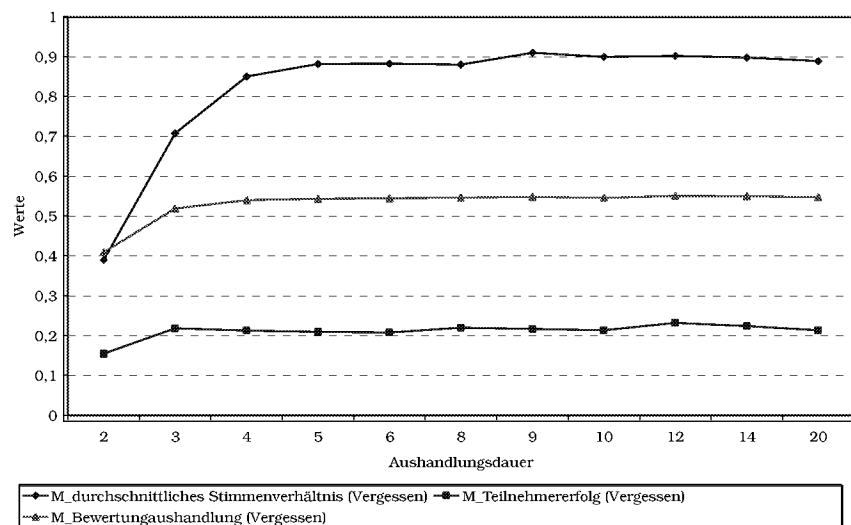


Abbildung 44: Verlauf des mittleren Verhältnisses Pro- zu Contrastimmen, des Meßfühlers „Teilnehmererfolg“ und „Bewertung Aushandlung“ über die Aushandlungsdauer für die Szenariogruppe Vergessen

Die Aushandlungsdauer bestimmt nicht nur, wie oft kommuniziert wird, sondern auch die Teilnahmehäufigkeit allgemein. Je länger eine Aushandlung dauert, desto größer ist auch die Wahrscheinlichkeit, daß ein Agent seine Vorstellung realisiert sieht, und sich nicht weiter beteiligen möchte (Abbildung 45). Dadurch sinkt die mittlere Partizipation bei steigender Aushandlungsdauer pro Zelle.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Aushandlungsdauer bestimmt, inwieweit die Suchprozesse nach einer gemeinsamen Vorstellung und nach einer großen Mehrheit für einen Vorschlag abgeschlossen werden können, sofern beide Suchen konvergieren. Welche Wirkung die Aushandlungsdauer hat, hängt von weiteren Parametern ab.

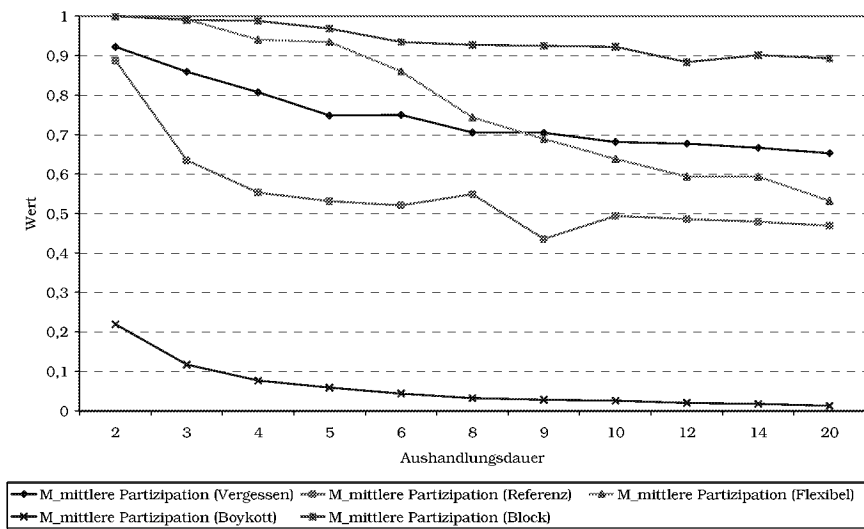


Abbildung 45: Verlauf der durchschnittlichen Partizipation der Agenten über die Aushandlungsdauer

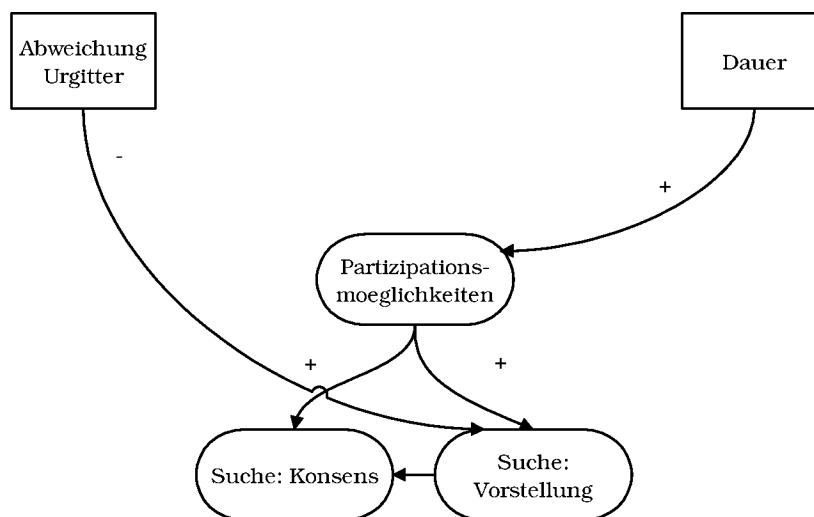


Abbildung 46: Relationen zwischen Parametern und Agentenverhalten bezogen auf die Aushandlungsdauer und der Abweichung vom Urgitter. Mit „+“ sind verstärkende und mit „-“ schwächende Relationen bezeichnet.⁶⁹

Die *Abweichung vom Urgitter*, wie auch die Anzahl der Agenten, bestimmen den Abstimmungsbedarf. Der Parameter *Argumentengehaltlosigkeit* legt dagegen den argumentativen Gehalt eines Statements fest. Je gehaltvoller ein

⁶⁹ Die Rechtecke bezeichnen Parameter und die Ellipsen analytische Kategorien, die mit der Untersuchung der Meßfühlerwerte gewonnen worden sind.

Redebeitrag ist, desto stärker können sich die Vorstellungen der Zuhörer verändern, desto weniger Aushandlungszeit wird für die Erreichung einer gemeinsamen Vorstellung – sofern erzeugbar – benötigt. Haben einige Teilnehmer eine verzögerte Reaktionsgeschwindigkeit, dann werden beide Suchprozesse verlangsamt, weil die Partizipationsmöglichkeiten geringer werden. Abbildung 46 zeigt eine schematische Zusammenfassung dieser Überlegungen.

Die Zusammenhänge zwischen der Aushandlungsdauer und den Parametern *Reaktionsgeschwindigkeit* (Kapitel 7.8), *Argumentengehaltlosigkeit* (Kapitel 7.6) und *Anzahl der Agenten* (Kapitel 7.7) werden später betrachtet. Am Beispiel der Szenariogruppe Flexibel soll nun der Einfluß des Parameters *Abweichung vom Urgitter* auf die Aushandlungsbewertung untersucht werden. Die Szenariogruppe Flexibel eignet sich gut für diese Untersuchung, weil sie sehr sensibel auf veränderte Randbedingungen für die Suchprozesse nach einer gemeinsamen Vorstellung und einer mehrheitsfähigen Lösung reagiert.

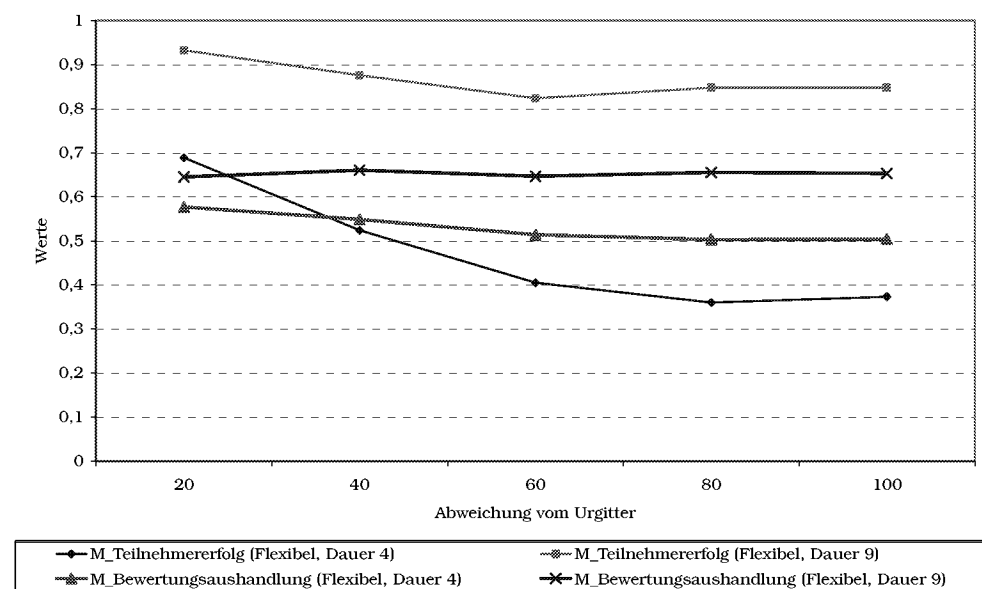


Abbildung 47: Verlauf der Meßfühler „Bewertung Aushandlung“ und „Teilnehmererfolg“ für die Szenariogruppe Flexibel mit einer Aushandlungsdauer von vier bzw. neun Zeiteinheiten unter Variation der Abweichung vom Urgitter

Zwei markante Einstellungen für die Aushandlungsdauer sind bei der Szenariogruppe Flexibel vier und neun Zeiteinheiten. Die Abweichung vom Urgitter, d.h. die Homogenität der Vorstellungen, wird beginnend bei 20% in 20%-Schritten erhöht, einmal für eine Aushandlungsdauer von vier und zum anderen von neun Zeiteinheiten. Abbildung 47 zeigt den Verlauf der Aushandlungsbewertung und der Teilnehmerzufriedenheit. Schon bei der geringen Dauer von vier Zeiteinheiten beeinflusst die Homogenität der Vorstellungen zum Aushandlungsbeginn die Bewertung der Aushandlung. Unabhängig

von der Abweichung vom Urgitter ist die Übereinstimmung zwischen Aushandlungsergebnis und Agentenvorstellung bei einer Aushandlungsdauer von neun Zeiteinheiten höher als bei einer Dauer von vier. Auch eine größere Homogenität in den Anfangsvorstellungen kann die reduzierte Aushandlungszeit nicht ausgleichen. Auf der anderen Seite profitiert eine Gruppe von homogenen Vorstellungen bei einer kurzen Aushandlungsdauer stärker als bei einer langen. Im Vergleich zur Aushandlungsdauer scheint der Einfluß der Homogenität der Vorstellungen bei Aushandlungsbeginn auf die Aushandlungsbewertung und auf den Teilnehmererfolg gering zu sein.

Fazit

In diesem Kapitel sollte die Abhängigkeit der Aushandlungsbewertung von der Aushandlungsdauer untersucht werden. Die Aushandlungsdauer bestimmt, ob die Suche nach einer gemeinsamen Gruppenvorstellung und die Suche nach einer mehrheitsfähigen Lösung beendet werden kann.

Nach Szenariogruppen getrennt, erfolgte die Analyse. Ausgangspunkt stellten die Handlungsmöglichkeiten dar, deren Anzahl durch die Aushandlungsdauer beschränkt ist. Aufgrund ihrer Wichtigkeit für die Vorstellungssuche, die ihrerseits die Mehrheitssuche beeinflusst, wurden erst die Auswirkungen auf die Handlungsalternative *Position begründen* untersucht. Anschließend auf die Handlungsalternativen *Vorschlagen*, *Zustimmen* und *alle Vorschläge ablehnen*, die die Mehrheitssuche antreiben.

Ein Erfolg in beiden Suchprozessen bewirkt eine hohe Aushandlungsbewertung. Je wichtiger die beiden Suchprozesse für die Aushandlung in einer Gruppe sind, desto sensibler reagiert die Gruppe auf die Aushandlungsdauer. Die simulierten Szenarien legen die Vermutung nahe, daß die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung die zeitaufwendigere ist. Nur einen kleinen Einfluß hat die Ähnlichkeit der Anfangsvorstellungen auf die Aushandlungsbewertung. Eine kurze Aushandlungsdauer scheint mit einer größeren Homogenität der Anfangsvorstellungen nur partiell ausgleichbar zu sein.

7.4.2 Aushandlung mit Vorschlag starten

Das HAP legt fest, daß eine Aushandlung nur mit einem Vorschlag begonnen werden kann. Im folgenden wird untersucht, ob diese Einschränkung notwendig ist. Dazu werden die Szenariogruppen einmal mit und einmal ohne den Zwang, mit einem Vorschlag zu beginnen, simuliert. In beiden Fällen wird die Beschreibung des auszuhandelnden Problems durch die Aushandlungssteuerung vorgegeben. Aus technischen Gründen werden die Basis-konstellationen neu berechnet, so daß die Daten im Rahmen der Standardabweichung voneinander abweichen. Die restlichen Parameter entsprechen den in Kapitel 7.2 vorgestellten Basiskonstellationen.

Lediglich die Aushandlungsbewertung der Szenariogruppe Flexibel reagiert auf die Existenz dieses Zwangs. Die Aushandlungsbewertung aller anderen

Szenariogruppen bleibt – von kleinen Schwankungen, die auch zufälliger Natur sein können – unverändert (Abbildung 48).

Abbildung 49 zeigt detaillierter, wie sich das Verhalten der Szenariogruppe Flexibel verändert. Der Teilnehmererfolg, der Anteil gefüllter Zellen und die durchschnittliche Zustimmung steigen bei fehlendem Zwang leicht an. Auf der anderen Seite fallen die Meßfühlerwerte für die mittlere Partizipation und die Lösungssuche ab. Der Wert für die Lösungssuche wird aus dem Mittelwert von dem durchschnittlichen Anteil diskutierter Vorschläge und dem durchschnittlichen Anteil gemachter Vorschläge berechnet. Wie in der Abbildung 49 zu sehen ist, fällt der durchschnittliche Anteil der gemachten Vorschläge nur geringfügig ab, d.h. der starke Abfall der Lösungssuche ist auf eine drastische Reduktion des Anteils diskutierter Vorschläge zurückzuführen.

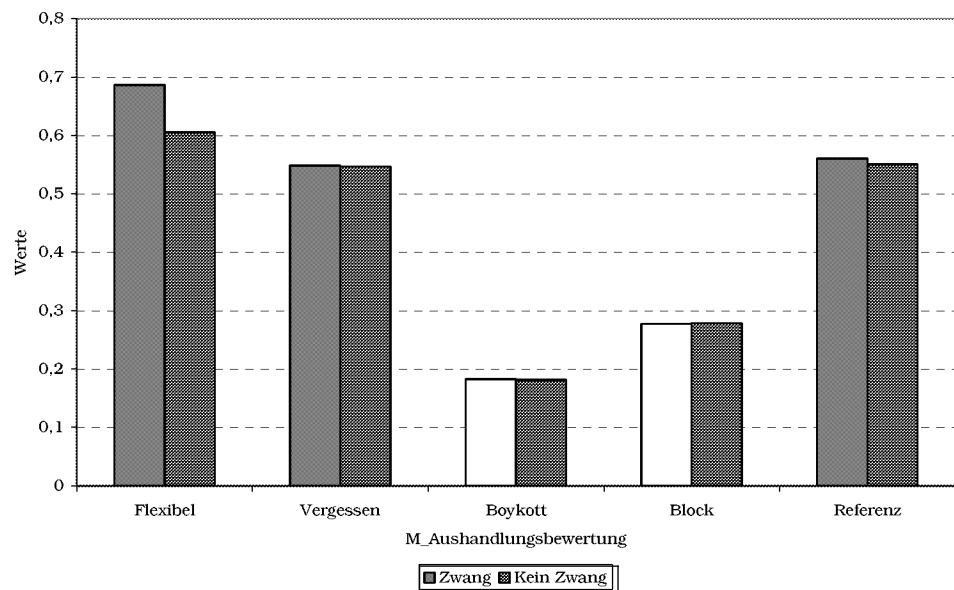


Abbildung 48: Veränderung der Aushandlungsbewertung für die fünf Szenariogruppen in Abhängigkeit von dem Zwang, eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen.

Durch den Wegfall des Zwanges wird der Aushandlungsprozeß anders strukturiert. Die Agenten legen zuerst ihre eigene Vorstellung dar, um die Rezipienten zu überzeugen, d.h. sie übermitteln zufällig ausgewählte Bits ihres Weltbildes. Unter Umständen stärken oder verändern die übermittelten Bits die entsprechenden Bits in den Weltbildern der Zuhörer (vgl. Kapitel 3.2). Anschließend wird die gemeinsame Vorstellung vorgeschlagen und von den anderen Agenten akzeptiert. Die dann noch übrigen Zeiteinheiten werden mit Warten zugebracht (Abbildung 51). Über den Vorschlag wird nicht mehr diskutiert, weshalb der Meßfühlerwert für die Lösungssuche stark abfällt.

Die mittlere Partizipation sinkt ebenfalls, weil die Agenten nur einen Teil der zur Verfügung stehenden Zeit für die Lösungsfindung benötigen.

Tabelle 38: Werte des Meßfühlers „Bewertung Aushandlung“ für alle fünf Szenariogruppen mit und ohne Zwang, eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen, und einer Aushandlungsdauer von vier Zeiteinheiten.

Szenariogruppe	Bewertung Aushandlung		Standardabweichung (N)	
	Mit Zwang	Ohne	Mit Zwang	Ohne
Block	0,2048	0,2075	0,0147 (3)	0,0202 (5)
Boykott	0,1817	0,1812	0,0043 (3)	0,0021 (5)
Flexibel	0,5080	0,5295	0,0316 (10)	0,0242 (10)
Vergessen	0,5369	0,5428	0,0095 (10)	0,0086 (10)
Referenz	0,5675	0,5581	- (1)	- (1)

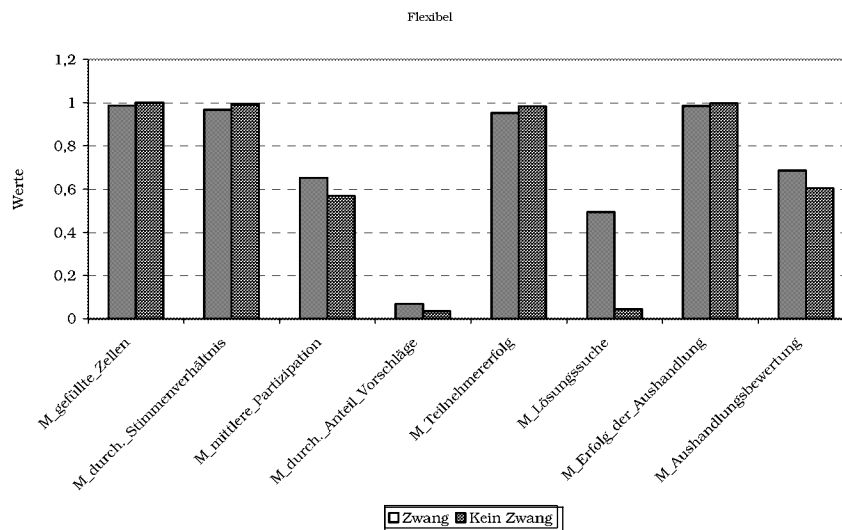


Abbildung 49: Detailbetrachtung der Szenariogruppe Flexibel mit und ohne Zwang, eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen.

Wenn der Zwang, einen Startvorschlag zu machen, gegeben ist, laufen die Suchprozesse nach einer gemeinsamen Vorstellung und einer mehrheitsfähigen Lösung parallel. Kommunikation findet im Verlauf der gesamten Aushandlung statt. Teilweise werden auch mehrere Vorschläge gemacht (Abbildung 50).

Der Wegfall des Zwanges senkt zwar die Aushandlungsbewertung, aber weder den Anteil der gefüllten Zellen noch die Teilnehmerzufriedenheit. Aus diesem Grund kann man auch für die Szenariogruppe Flexibel sagen, daß der Wegfall des Zwanges keine negativen Auswirkungen auf die Aushandlung hat. Im Modell SAM wird vorausgesetzt, daß ein Agent seine Vorstellungen durchsetzen will und deshalb Vorschläge macht. Wenn *alle* Gruppenmitglieder von sich aus keine Vorschläge machen, sollte der Zwang eingeführt werden.

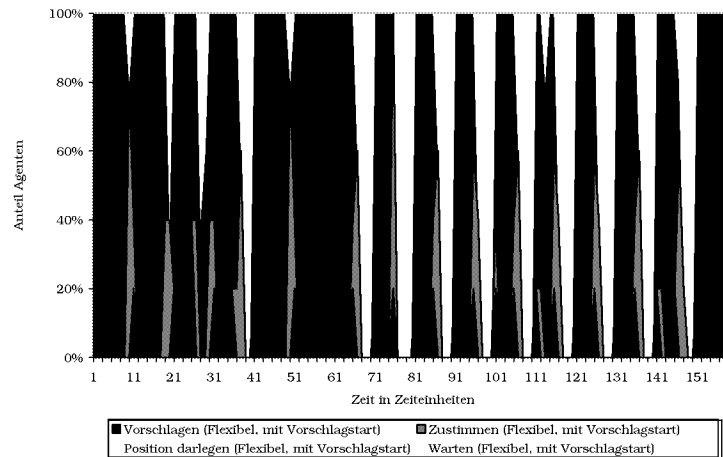


Abbildung 50: Zeitlicher Verlauf der Agentenaktivitäten für die Szenariogruppe Flexibel im ersten Lauf, mit dem Zwang, eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen. Die Werte geben den Anteil der Agenten an, die die jeweilige Handlungsalternative zu dem Zeitpunkt ausgeführt hatten. Die Zeitpunkte der Stimmzählung sind weggelassen worden.

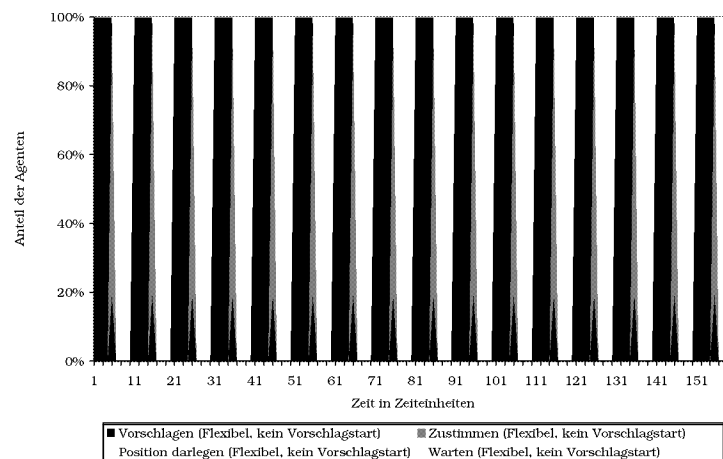


Abbildung 51: Zeitlicher Verlauf der Agentenaktivitäten für die Szenariogruppe Flexibel im ersten Lauf ohne den Zwang, eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen. Die Werte geben den Anteil der Agenten an, die die jeweilige Handlungsalternative zu dem Zeitpunkt ausgeführt hatten. Die Zeitpunkte der Stimmzählung sind weggelassen worden.

Abbildung 52 zeigt schematisch die Einwirkung des Zwanges auf beide Suchprozesse. Durch den Zwang wird nur die Struktur der beiden Suchprozesse verändert, nicht aber die Partizipationsmöglichkeiten der Agenten, d.h. es existiert keine Wechselwirkung mit der Aushandlungsdauer. Tabelle 38 zeigt die Aushandlungsbewertung bei einer Aushandlungsdauer von vier

Zeiteinheiten. Die leichte Erhöhung der Aushandlungsbewertung für die Szenariogruppe Flexibel bei fehlendem Zwang ist artifiziell. Wie in Abbildung 51 ersichtlich ist, warten die Agenten eine gewisse Zeit auf das Ende der Aushandlung. Durch eine Verkürzung der Aushandlungszeit müssen sie weniger warten, weshalb die Werte des Meßfühlers „mittlere Partizipation“ steigen und damit auch die Aushandlungsbewertung.

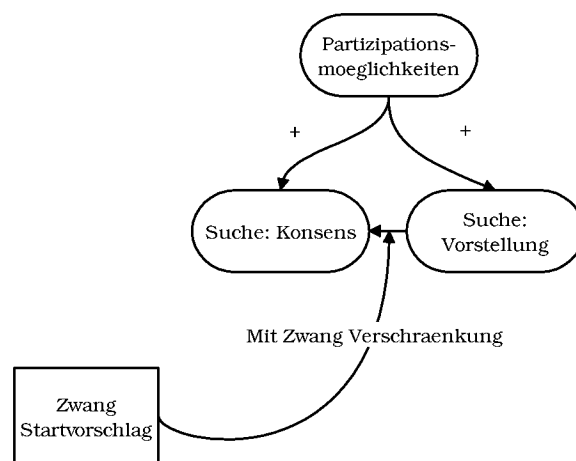


Abbildung 52: Relationen zwischen Parametern und Agentenverhalten bezogen auf den Zwang eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen. Mit „+“ sind verstärkende und mit „-“ schwächende Relationen bezeichnet.

Fazit

Der Wegfall des Zwanges, eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen, verändert die Struktur des Aushandlungsprozesses, ohne nachteilige Auswirkungen auf die Qualität. Diese Beobachtung gilt nur, wenn Akteure freiwillig, Vorschläge im Verlauf der Aushandlung machen. Bei einer vollständigen Verweigerung muß auf den Zwang zurückgegriffen werden. Der Zwang für einen Startvorschlag wirkt nicht auf die Partizipationsmöglichkeiten der Akteure ein.

7.4.3 Abstimmungsmodus

In SAM sind verschiedene Abstimmungsmodi implementiert (vgl. Kapitel 3.3.3). Die wichtigsten sollen im folgenden auf ihre Auswirkungen auf die Aushandlungsbewertung hin untersucht werden. Für die Untersuchung von Abstimmungen ist es wichtig zu wissen, nach welchen Regeln die Voten abgegeben und ausgezählt werden sollen.

Mit dem Parameter *Transparenz der Voten* wird in SAM gesteuert, ob die Stimmabgabe geheim oder öffentlich ist. Bei einer geheimen Stimmabgabe bleibt verborgen, wer welche Stimme abgegeben hat. Weiterhin bleibt bei der geheimen Stimmabgabe für die Dauer der Aushandlung verborgen, welcher Vorschlag wie viele Pro- und Contrastimmen erhalten hat. Erst bei der Auszählung am Ende der Aushandlung wird der Abstimmungsstand für jeden Vorschlag veröffentlicht.

Neben der Stimmabgabe ist es wichtig, wie viele Voten ein Vorschlag erhalten muß, damit er akzeptiert wird. In SAM wird dieses mit drei Parametern beschrieben: *Mindestanteil Prostimmen*, *Mindestanteil Stimmen* und *relative Mehrheit*. Der Parameter *Mindestanteil Prostimmen* gibt an, wie groß der Anteil der Prostimmen an der Gesamtanzahl abgegebener Stimmen sein muß, damit der Vorschlag angenommen wird. Mit dem Parameter *Mindestanteil Stimmen* wird festgelegt, wie groß der Anteil der abgegebenen Stimmen an der Gesamtanzahl der möglichen Stimmen sein muß, damit der Vorschlag überhaupt bei der Auszählung berücksichtigt wird. Einzelheiten erläutert Kapitel 3.3.3.

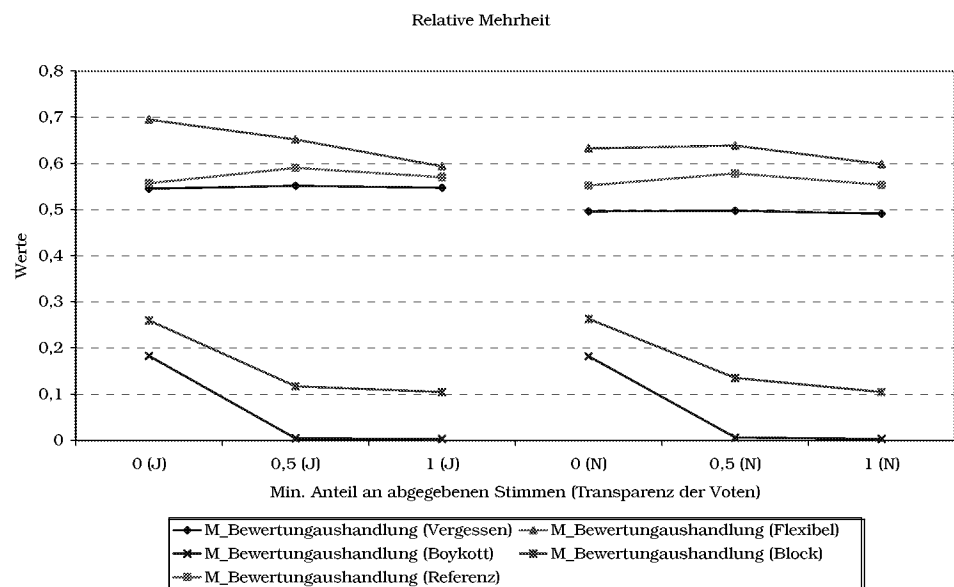


Abbildung 53: Aushandlungsbewertung zu verschiedenen Anteilen an abgegebenen Voten und unter Variation der Transparenz der Voten (in Klammern: J = öffentlich, N = geheim) bei relativer Mehrheit.

Alle drei Parameter zusammen beschreiben das Auszählungsschema. Aus diesem Grund werden die Wechselwirkungen zwischen den Parametern untersucht. Für jede Szenariogruppe wird jede Kombination der drei Parameter für das Auszählungsschema plus dem Parameter *Transparenz der Voten* simuliert. Die restlichen Parameter entsprechen den Basiskonstellationen aus Kapitel 7.2, welches auch als Referenz dient:

- Transparenz der Voten: Ja; Nein
- Relative Mehrheit: Ja; Nein
- Mindestanteil Prostimmen:⁷⁰ 0 (=relative Mehrheit); 0,51; 0,67; 1,00
- Mindestanteil Stimmen: 0; 0,50; 1,00

Einen Überblick über die Veränderungen in der Aushandlungsbewertung gibt die Abbildung 53 für die relative Mehrheit, die Abbildung 54 für die absolute Mehrheit, die Abbildung 55 für die zweidrittel Mehrheit und die Abbildung 56 für Einstimmigkeit.

Nur wenn die Agenten bei ihrer Handlungswahl den Wert ihrer Stimme berücksichtigen, d.h. strategisch entscheiden, kann der Parameter Transparenz eine Wirkung haben. Alle Agenten in der Szenariogruppe Referenz und drei Agenten in der Szenariogruppe Vergessen stimmen nicht strategisch ab, d.h. ihre Handlungswahl wird durch eine geheime Abstimmung nicht beeinflusst. Die Schwankungen in der Aushandlungsbewertung bei der Szenariogruppe Referenz dürften zufälliger Natur sein, denn die Kurve beruht aufgrund unterschiedlicher Gesamtaushandlungsdauern nur auf einem oder zwei Läufen im Gegensatz zu zehn Läufen bei der Szenariogruppe Flexibel.

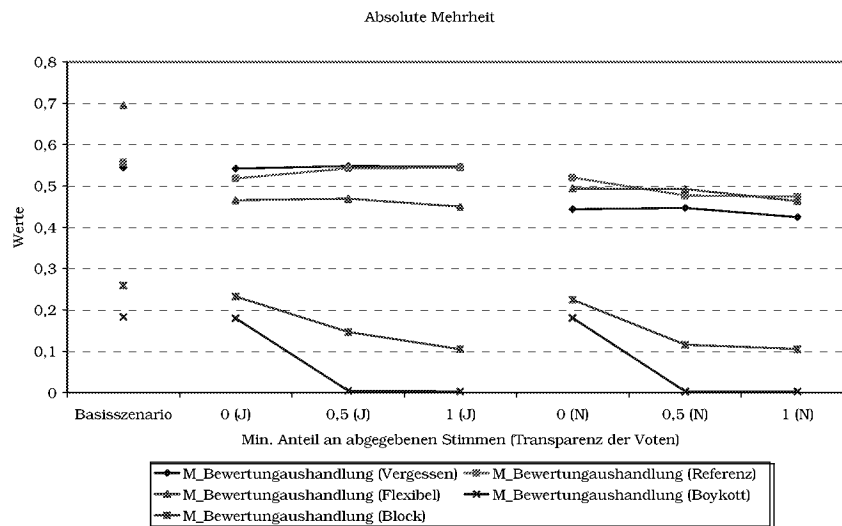


Abbildung 54: Aushandlungsbewertung im Vergleich bezüglich den Basiskonstellationen, verschiedenen Anteilen an abgegebenen Voten und Transparenz der Voten (in Klammern: J = öffentlich, N = geheim) bei absoluter Mehrheit (0,51).

Am Beispiel der Szenariogruppe Vergessen läßt sich die Wirkung der öffentlichen oder geheimen Abstimmung beobachten. Wenn die Stimmausgabe und das Zwischenergebnis geheim sind, wissen die Agenten nicht, ob ihre Vorstellung bereits die notwendige Stimmanzahl erhalten hat oder nicht. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß der Anteil an gefüllten Zellen zurückgeht (Tabelle 39). Bei einer regen Kommunikation über bereits gemachte Vor-

⁷⁰ Um die absolute Mehrheit zu erreichen sind drei, für eine zweidrittel Mehrheit vier und für den Konsens fünf Agenten notwendig.

schläge können die Agenten vermuten, wie das Zwischenergebnis aussieht (s.u.).

Tabelle 39: Veränderung des Anteils gefüllter Zellen bei der Szenariogruppe Vergessen, in Abhängigkeit von dem Mindestanteil an Prostimmen und der Transparenz der Voten ohne eines Mindestanteils an abgegebenen Voten.

Transparenz	Mindestanteil an Prostimmen			
	Relative	Absolute	Zweidrittel	Einstimmig
Ja	0,9750	0,9750	0,9375	0,6375
Nein	0,7625	0,4063	0,1375	0,0125

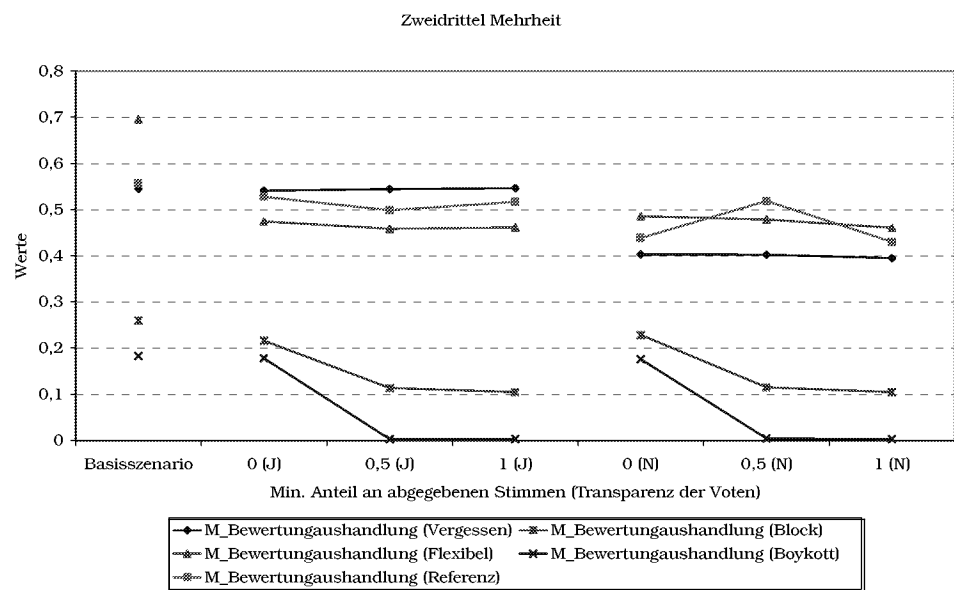


Abbildung 55: Aushandlungsbewertung im Vergleich bezüglich den Basiskonstellationen, verschiedenen Anteilen an abgegebenen Voten und Transparenz der Voten (in Klammern: J = öffentlich, N = geheim) bei zweidrittel Mehrheit (0,67).

Ein Vorteil kann die geheime Stimmabgabe haben. Die Gruppenstrukturdimension *Unterstützung* verändert sich in Abhängigkeit der abgegebenen Voten. Bei einer geheimen Stimmabgabe wird die Veränderung unterbunden. Es kann in bestimmten Fällen sinnvoll sein, daß eine bestimmte Anzahl von Akteuren ihre Stimme abgegeben haben, damit das Ergebnis gültig wird. Anwendungsbeispiele sind Vollversammlungen oder Volksabstimmungen. Welchen Einfluß hat ein Mindestanteil an abgegebenen Voten auf die Aushandlungsbewertung? Solange die Suche nach einer mehrheitsfähigen Lösung auf einer gemeinsamen Vorstellung beruht, können alle Agenten prinzipiell zustimmen. Faktisch geschieht das nicht in allen Fällen, denn die Agenten berücksichtigen die Mindestanzahl an abgegebenen Voten nicht. Besonders deutlich wird die Wirkung der Mindestanzahl an abgegebenen Voten bei der Szenariogruppe Boykott. Bei ihr beruht jede Entscheidung auf

dem Vorschlag eines Agenten. Sobald mehr als ein Agent seine Stimme abgeben muß (ab 0,5), kann keine Entscheidung mehr getroffen werden. Die Aushandlungsbewertung sinkt auf Null. Die Transparenz der Voten in diesem speziellen Fall hat keinen Einfluß. Wohl aber die zu erreichende Stimmenanzahl.

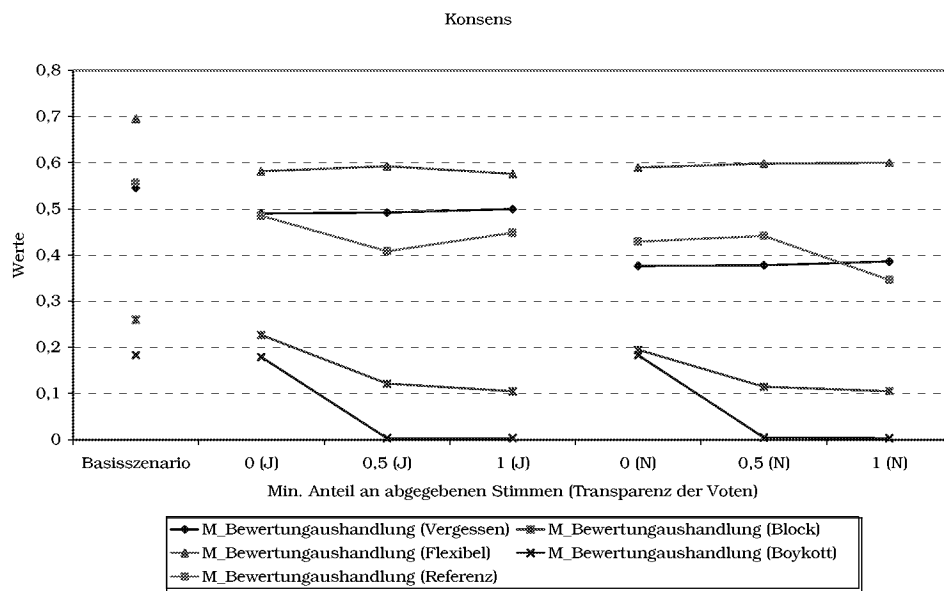


Abbildung 56: Aushandlungsbewertung im Vergleich bezüglich den Basiskonstellationen, verschiedenen Anteilen an abgegebenen Voten und Transparenz der Voten (in Klammern: J = öffentlich, N = geheim) bei Einstimmigkeit (1,00).

In Abbildung 57 ist ein Vergleich der Mindestanteile an Prostimmen zu sehen, wenn die Voten öffentlich sind und keine Mindestanzahl an Voten abgegeben werden muß. Nach Zander [1979, S. 425] besagen einige empirische Untersuchungen, daß das Aushandlungsergebnis nicht von der notwendigen Mehrheit (absolut, zweidrittel oder einstimmig) abhängt. Andere stellen das Gegenteil fest. Beide Befunde können repliziert werden, und sind in Abbildung 58 zu erkennen. Solange das Aushandlungsergebnis von einem Großteil der Agenten unterstützt wird, ändert sich durch die Erhöhung des Mindestanteils an Prostimmen nichts. Besonders deutlich wird dieses bei der Szenariogruppe Boykott, denn das Ergebnis beruht jeweils auf dem einzigen Vorschlag, der mit einer einzigen abgegebenen Stimme angenommen wird. Die anderen Szenariogruppen replizieren den zweiten Befund. Für die Szenariogruppe Block überrascht es nicht, wenn bei steigender Anforderung an die Mehrheitsgröße immer weniger Zellen gefüllt werden. Einstimmigkeit bedeutet, daß beide Meinungsblöcke zustimmen müssen oder daß einer sich enthalten muß. Ersteres ist jedoch unwahrscheinlich und letzteres geschieht selten.

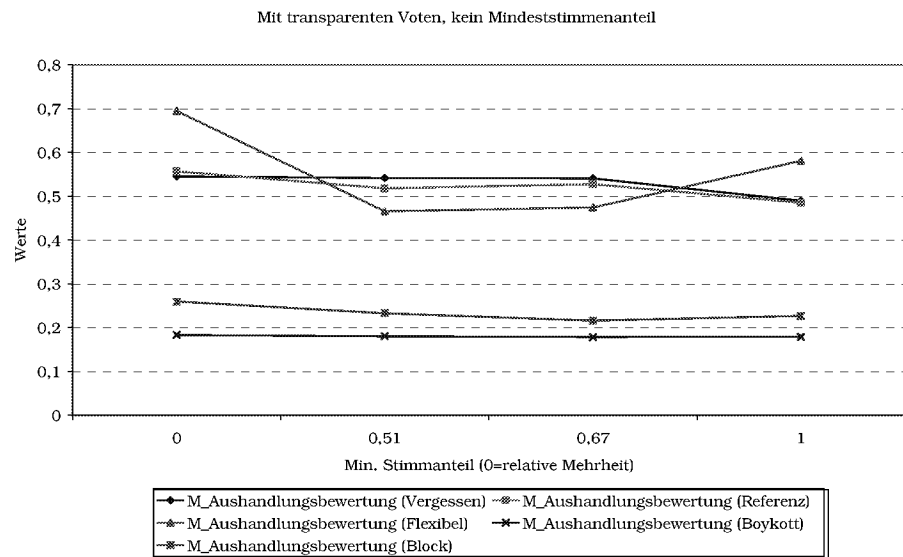


Abbildung 57: Aushandlungsbewertung im Vergleich verschiedener Anteile an Prostimmen bei Transparenz der Voten und keinem Mindeststimmenanteil.

Das Verhalten der Szenariogruppe Flexibel ist überraschend, weil ihre Entscheidungen meistens auf einer von allen Agenten geteilten Vorstellung basieren. Demnach wäre zu erwarten gewesen, daß sich der Anteil an gefüllten Zellen und damit auch die Aushandlungsbewertung nicht verändert. Das Gegenteil ist der Fall. Der Anteil an gefüllten Zellen sinkt mit steigender Anforderung an die Mehrheitsgröße ab, ehe er bei Einstimmigkeit wieder ansteigt (Abbildung 58).

Die Agenten stimmen strategisch ab, dazu berechnen sie für jeden Vorschlag den Wert ihrer Stimme (vgl. Kapitel 3.5.3.2.9). Bei der Berechnung werden zum einen die abgegebenen Voten und zum anderen die zustimmenden und ablehnenden Redebeiträge, gemäß der gewählten Parametereinstellung, berücksichtigt. Weil sowohl die Voten als auch die Redebeiträge Hinweise auf mögliche Mehrheiten geben, werden beide für die Berechnung des Stimmenwertes verwendet. Nachdem sich die Agenten auf eine gemeinsame Vorstellung geeinigt haben, schlägt beispielsweise der erste Agent diese vor. Nun existieren zwei Vorschläge: der Eröffnungsvorschlag und die vorgeschlagene gemeinsame Vorstellung. Der zweite Agent kann jetzt seine Position begründen oder einem der beiden Vorschläge zustimmen. Bisher sind noch nicht genügend Zeiteinheiten verstrichen, als daß er die Notwendigkeit einer sofortigen Zustimmung sieht. Er legt seine Position dar. Alle folgenden Agenten sehen, daß mindestens zwei Agenten (der Vorschlagende und ein Wortbeitrag) für die gemeinsame Vorstellung sind und nur einer dagegen. Der Agenten, der den Startvorschlag gemacht hat, hat bisher seine Meinung nicht revidiert. Wenn mindestens 50% an Prostimmen verlangt wird, glauben alle Agenten, daß der Vorschlag die notwendigen Voten erhalten hat. Dabei wird übersehen, daß eine der Stimmen lediglich ein Redebeitrag war, d.h. der

Vorschlag verfehlt die notwendige Mehrheit. Im Falle der relativen Mehrheit liegt aus rechentechnischen Gründe die benötigte Stimmenanzahl fast bei Eins, so daß die Agenten glauben, daß sie dem Vorschlag noch unterstützen müssen. Die „Verwechslung“ von Voten und Redebeiträgen wird dadurch unterstützt, daß in diesem Szenario die Voten der Agenten das gleiche Gewicht wie Redebeiträge haben. Eine gleiche Gewichtung wurde verwendet, weil die Redebeiträge im Gegensatz zu den Voten die tatsächliche Vorstellung eines Agenten widerspiegeln. Agenten können zwar strategisch „gegen“ ihre Vorstellung stimmen, aber nicht lügen.

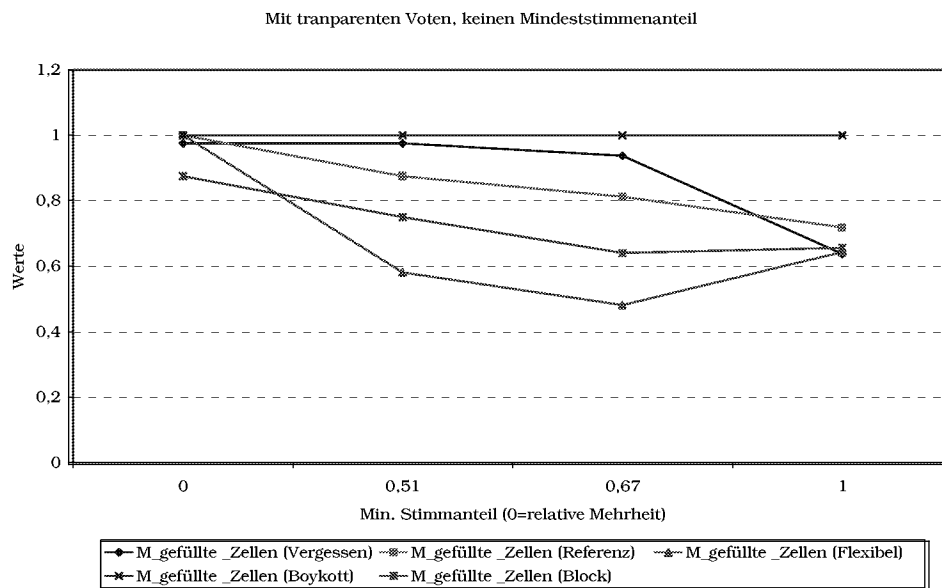


Abbildung 58: Anteil gefüllter Zellen im Vergleich verschiedener Anteile an Prostimmen bei Transparenz der Voten und keinem Mindeststimmenanteil.

In der Szenariogruppe Vergessen sind lediglich zwei Agenten, die strategisch abstimmen. Diese Agenten sind für das Abstimmungsergebnis erst ab einer zweidrittel Mehrheit notwendig ($0,67 \cdot 5$ entspricht vier Agenten). Wie in Abbildung 58 zu sehen, sinkt ab einer geforderten zweidrittel Mehrheit der Anteil gefüllter Zellen ab. Die beiden strategisch agierenden Agenten verhalten sich genauso wie die Szenariogruppe Flexibel.

In der Szenariogruppe Referenz stimmt kein Agent strategisch ab. Dafür entsteht auch keine von allen Agenten geteilte Vorstellung, weil die Agenten kaum ihre Position begründen, denn nur durch Redebeiträge kann die Vorstellung verändert werden.⁷¹ Auf der anderen Seite haben diese Agenten eine relativ homogene Vorstellung, d.h. einige von ihnen haben durch die Initialisierung bereits eine gemeinsame Vorstellung. Aber nicht alle. Je höher die

⁷¹ Die Vorstellung gründet auf Urteile basierend auf Wissen, Normen, Werte usw., welche im Weltbild kodiert sind. Eine Veränderung der Vorstellung kann deshalb nur durch Argumente erfolgen, d.h. im Diskurs. Die abgegebenen Voten werden auf einer anderen Ebene betrachtet, in dem sie den Wert der Stimme und damit die Erfolgsaussicht von Vorschlägen angeben. Durch diese Zweiteilung wird opportunistisches Verhalten erklärbar.

geforderte Mehrheit liegt, desto mehr Agenten müssen die gleiche Vorstellung haben, um dem gleichen Vorschlag zuzustimmen. Weil ein Angleichen wegen der fehlenden Kommunikation kaum geschieht, kommt die notwendige Mehrheit nur dann zustande, wenn die Agenten einen Kompromißvorschlag finden oder durch die Initialisierung bereits genügend viele Agenten die gleiche Vorstellung haben. Der Anteil an gefüllten Zellen sinkt deshalb mit steigendem Mindestanteil an Prostimmen.

Nach Nemeth [1977] entsteht bei Einstimmigkeit mehr Streit, häufigere Meinungsänderungen und die Dauer der gesamten Aushandlung steigt. Die Akzeptanz der Ergebnisse ist aber auch größer. Exemplarisch soll anhand der Szenariogruppe Referenz, weil diese eine reale Gruppe repräsentiert, diese Beobachtung überprüft werden. Meinungsänderungen schlagen sich bei SAM in Vorstellungsänderungen nieder, die für jeden Agenten gemessen werden. Streit kann nicht gemessen werden, weil die Agenten keine emotionalen Äußerungen tätigen. Auch die Akzeptanz wird nicht gemessen. Die Dauer entspricht der Gesamtanzahl an Aushandlungen.

Tabelle 40: Mann-Whitney-U-Test der signifikanten Unterschiede zwischen absoluter Mehrheit und Einstimmigkeit bei der Szenariogruppe Referenz, ohne Mindestanzahl an abgegebenen Voten, bei öffentlicher Abstimmung.

	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Agent H Vorstellungsänderung	,347
Agent K Vorstellungsänderung	,200
Agent M Vorstellungsänderung	,429
Agent S Vorstellungsänderung	,003
Agent T Vorstellungsänderung	,846
Gefüllte Zellen	,001
Anzahl Aushandlungen	,012

Mit dem Mann-Whitney-U-Test wird überprüft, ob es signifikante Unterschiede zwischen den Läufen mit absoluter Mehrheit und Einstimmigkeit gibt (Tabelle 40). Dabei werden nicht die Mittelwerte der Läufe betrachtet sondern die Einzelläufe.

Bei einem Agenten ändert sich die Vorstellung signifikant. Wie Abbildung 59 zeigt, ändern einige Agenten ihre Vorstellung bei Einstimmigkeit mehr als bei absoluter Mehrheit, andere Agenten handeln umgekehrt. Der Anteil gefüllter Zellen nimmt signifikant ab, und die Dauer erhöht sich signifikant ($p \leq 0,05$). Es überrascht wenig, daß die Beobachtung von Nemeth [1977] für den Anteil gefüllter Zellen und die Aushandlungsdauer bestätigt wird. Die behaupteten, häufigeren Vorstellungsänderungen werden nicht festgestellt.

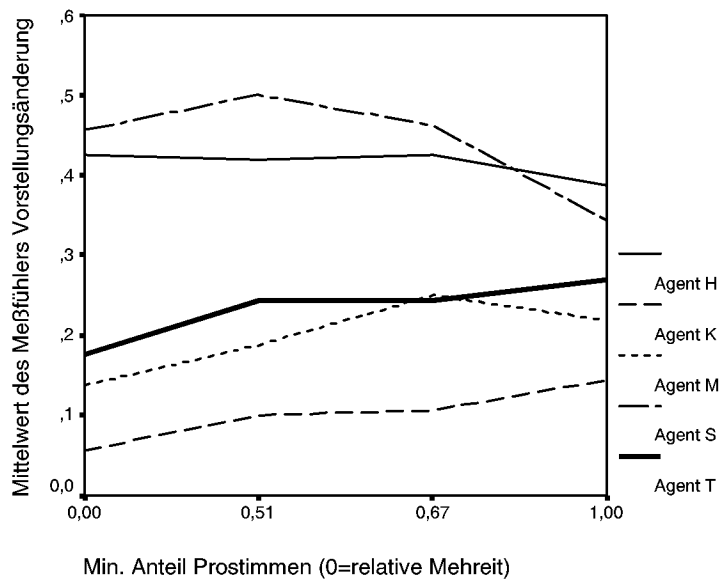


Abbildung 59: Verlauf der durchschnittlichen Vorstellungsänderung bei Variation der notwendigen Mehrheiten für die Szenariogruppe Referenz, ohne Mindestanteil an abgegebenen Stimmen, bei öffentlicher Abstimmung.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß eine geheime Abstimmung, hohe Mindeststimmenanteile und hohe Mindestanzahl an Prostimmen die Suche nach einer Mehrheit behindert. Die schematische Übersicht muß um eine negative Beziehung zwischen dem Stimmverhältnis, das den gesamten Komplex der Stimmabgabe und Stimmauszählung bezeichnet, und der Suche nach einer Mehrheit ergänzt werden (Abbildung 60).

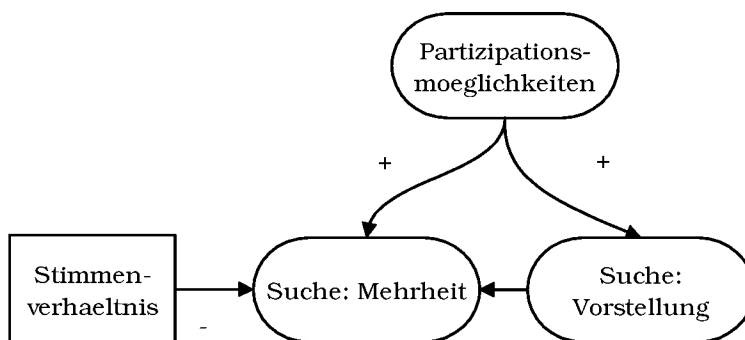


Abbildung 60: Relationen zwischen Parametern und Agentenverhalten bezogen auf den Abstimmungsmodus. Mit „+“ sind verstärkende und mit „-“ schwächende Relationen bezeichnet.

Fazit

Ob die Stimmabgabe und das temporäre Abstimmungsergebnis öffentlich oder geheim ist, beeinflußt den Anteil an gelösten Aufgaben (Zellen) dann, wenn die Agenten strategisch abstimmen, d.h. ihren Stimmenwert gezielt einsetzen. Durch eine geheime Stimmenabgabe wird die Anpassung der Gruppenstrukturdimension *Unterstützung* verhindert. Wenn zudem das Zwischenergebnis auch geheim bleibt, stimmen die Agenten nicht ab. Dadurch sinkt der Anteil an gefüllten Zellen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, zumindest die Zwischenergebnisse bekannt zu geben.

Erwartungsgemäß sinkt die Aushandlungsbewertung und der Anteil gefüllter Zellen, falls in einer Gruppe sich nicht alle Agenten an den Abstimmungen beteiligen, bei steigender Mindestanzahl an abgegebenen Voten.

Einstimmige Entscheidungen sind gut möglich, wenn die Akteure sich auf eine gemeinsame Vorstellung einigen können. Falls dieses nicht geschieht, steigt mit der Höhe der notwendigen Stimmenanzahl die Notwendigkeit sich auf einen Kompromiß zu einigen. In immer weniger Fällen gelingt dieses, weil immer mehr Agentenvorstellungen einbezogen werden müssen. Dadurch enden weniger Aushandlungen mit einer Einigung, d.h. nicht alle Aufgaben (Zellen) werden gelöst. Um doch noch Einigungen zu erreichen, werden Zellen häufiger verhandelt, weshalb die Gesamtdauer steigt.

Grundsätzlich ist es hilfreich, daß alle Akteure jederzeit über den aktuellen Abstimmungsstand informiert werden. Es ist dabei wichtig, zwischen Voten und Redebeiträgen zu differenzieren. Wenn öffentlich abgestimmt wird, besitzt die Zahl der zustimmenden und ablehnenden Redebeiträge gegenüber den Voten keinen zusätzlichen Informationsgehalt, dann reicht die Angabe der abgegebenen Voten. Erst wenn geheim abgestimmt wird, geben lediglich die Redebeiträge Hinweise auf den Abstimmungsstand. Redebeiträge sind im Sinne des HAP frei formulierbarer Text, der nicht maschinell ausgewertet wird. Dadurch können Redebeiträge nur durch die Rezipienten im Hinblick auf den Abstimmungsstand interpretiert werden. Wenn Redebeiträge sich nicht auf vorher abgegebene Voten beziehen, wird der Abstimmungsstand falsch eingeschätzt. Redebeiträge können dann Zustimmung oder Ablehnung signalisieren, ohne daß entsprechende Voten, die für die Auszählung ausschlaggebend sind, abgegeben wurden. Für geheime Abstimmungsstände empfiehlt sich deshalb, eine Kopplung der Redebeiträge an vorher abgegebene Voten. Bei großen Gruppen, besteht die Gefahr die Übersicht zu verlieren. Hier wäre ein öffentlicher Abstimmungstand hilfreich auch wenn geheim bleibt, wer welches Votum abgegeben hat.

7.4.4 Zellenwahl

Die Aushandlungsaufgabe in SAM kann auf verschiedene Weisen bearbeitet werden. Die Zellen können parallel oder sequentiell ausgehandelt werden. Eine Zelle kann bei Bedarf mehrfach bearbeitet werden. Durch den Parameter *Aushandlungsmindestabstand* wird gesteuert, ob die Aushandlung parallel ($0 < \text{Wert} < \text{Aushandlungsdauer}$) oder sequentiell ($\text{Wert} = \text{Aushandlungsdauer}$) stattfindet. Empirische Relevanz haben insbesondere die beiden Ex-

tremwerte *Aushandlungsmindestabstand* gleich Null und *Aushandlungsmindestabstand* gleich der Aushandlungsdauer. Durch einen Mindestabstand zwischen zwei Aushandlungsanfängen wird die maximale Anzahl an parallelen Aushandlungen reduziert.

Mit dem Parameter *Mindestabstand bei Neuverhandlung* wird festgelegt, wie viele Aushandlungen abgeschlossen sein müssen, ehe eine bereits verhandelte Zelle erneut bearbeitet werden kann. Mit dem Parameter *maximale Anzahl Aushandlungen pro Zelle* wird die Anzahl der möglichen Neuaushandlungen pro Zelle beschränkt.

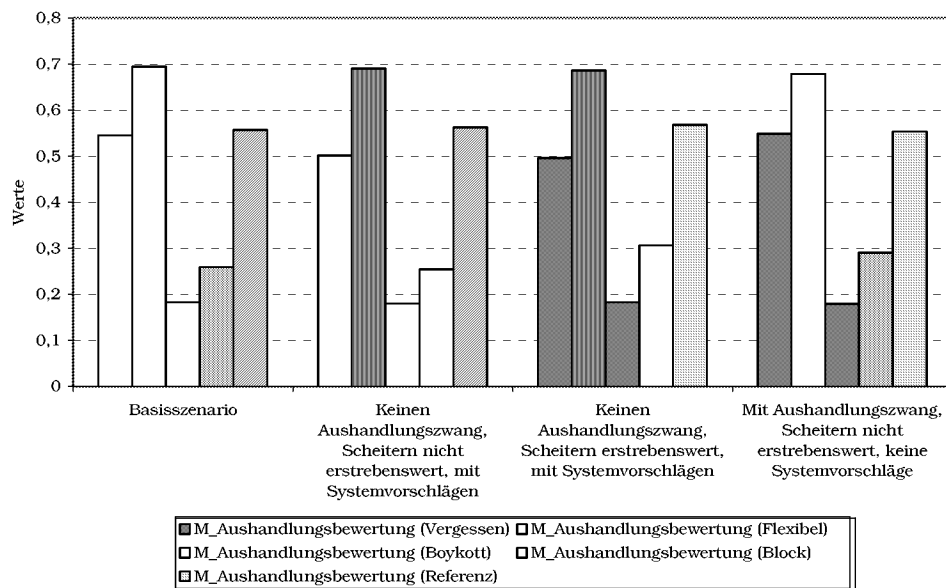


Abbildung 61: Aushandlungsbewertung im Vergleich, bezüglich den Basiskonstellationen, ohne Zwang jede Zelle auszuhandeln, wobei scheitern (nicht) erstrebenswert ist und wenn die Aushandlungssteuerung bei erneuten Aushandlungen das alte Ergebnis nicht vorschlägt.

Durch den Parameter *alle Zellen aushandeln* wird gesteuert, ob die Agenten das Aushandeln der Zellen beenden können, auch wenn sie nicht alle Zellen mindestens einmal bearbeitet haben. Durch den Parameter *altes Ergebnis als Systemvorschlag* wird eingestellt, ob bei einer Neuaushandlung die Aushandlungssteuerung das alte Ergebnis – sofern eins erzielt worden ist – als Vorschlag einbringt.

In diesem Kapitel werden die Einflüsse der oben genannten Parameter auf die Aushandlungsbewertung untersucht. Bis auf die hier genannten Parameter werden die Basiskonstellationen (vgl. Kapitel 7.2) verwendet. Insbesondere beträgt die Aushandlungsdauer 10 Zeiteinheiten. Dazu werden die Parameter unabhängig voneinander wie folgt variiert:

- Aushandlungsmindestabstand = 0; 5; 10
- Mindestabstand bei Neuverhandlung = 0; 4; 8; 12; 16

- maximale Anzahl Aushandlungen pro Zelle = 0; 1; 2; 3; 4; 5
- alle Zellen aushandeln = Ja; Nein
- altes Ergebnis als Systemvorschlag = Ja; Nein

Abbildung 61 zeigt, wie sich die Aushandlungsbewertung verändert, wenn der Zwang, jede Zelle auszuhandeln, entfällt und wenn die Aushandlungssteuerung bei erneuten Aushandlungen das alte Ergebnis nicht vorschlägt. Parallel mit dem Aushandlungszwang wird variiert, ob das Nichtfärben erstrebenswert ist. Die Standardabweichungen sind in Tabelle 41 zu finden. Sowohl bei der Szenariogruppe Flexibel wie auch bei Boykott und Referenz verändert sich die Aushandlungsbewertung nicht. Die leichte Reduktion von 0,6948 auf 0,6786 bei Flexibel liegt innerhalb der Standardabweichung. Die Aushandlungsbewertung der Szenariogruppe Referenz schwankt zwischen 0,5540 und 0,5682.

Sobald der Aushandlungszwang entfällt, bricht die Szenariogruppe Vergessen die Tabelle 41: Standardabweichung der Aushandlungsbewertung unter Veränderung des Zwangs alle Zellen auszuhandeln, der Existenz von Systemvorschlägen und ob scheitern erstrebenswert ist.

Parameter	Standardabweichung „Bewertung Aushandlung“ (N)				
	Vergessen	Flexibel	Boykott	Block	Referenz
Basiskonstellation	0,0064 (10)	0,0079 (10)	0,0038 (5)	0,0076 (3)	- (1)
Keinen Aushandlungszwang	0,0381 (10)	0,0159 (10)	0,0038 (5)	- (1)	- (1)
Keinen Aushandlungszwang, Scheitern erstrebenswert	0,0303 (10)	0,0108 (10)	0,0043 (4)	0,0079 (3)	- (1)
Keine Systemvorschläge	0,0104 (10)	0,0216 (10)	0,0033 (5)	0,0037 (2)	- (1)

Sobald der Aushandlungszwang entfällt, bricht die Szenariogruppe Vergessen die Aushandlung schnell ab, dadurch werden nur wenige Zellen gefüllt (Abbildung 62). Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Szenariogruppe Vergessen und den anderen beiden Gruppen liegt in der etwas geringeren Motivation und Einflußnahme der Agenten (vgl. Anhang 10.5.1). Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, daß nach Abschluß einer Zellenaushandlung keine neue Aushandlung mehr gestartet wird. Es spielt keine Rolle, ob das Scheitern erstrebenswert ist oder nicht. Solange mindestens ein Agent die Aushandlung fortsetzen will, kann auf einen Zwang durch die Aushandlungssteuerung verzichtet werden.

Die Szenariogruppen Flexibel und Referenz füllen weniger Zellen aus, wenn das System bei erneuten Aushandlungen keinen Vorschlag macht. Weil die Szenariogruppe Flexibel keine erneute Verhandlung anfängt, und die Werte zwischen 1,00 und 0,9500 liegen, scheinen hier Zufallseinflüsse für die Reduktion verantwortlich zu sein. Bei der Szenariogruppe Referenz werden erneute Aushandlungen durchgeführt und der Anteil der gefüllten Zellen reduziert sich von 1,00 auf 0,9375. Allerdings ist diese Reduktion nur an dem Lauf gemessen worden, der die längste Dauer aufweist, weshalb eine Verallgemeinerung fragwürdig bleibt.

Wenn das System bei erneuten Aushandlungen die alten Ergebnisse nicht vorschlägt, erzielt die Szenariogruppe Block eine höhere Aushandlungsbe-

wertung im Vergleich zur Basiskonstellation. Ein bedeutender Grund ist der gestiegene Anteil gefüllter Zellen (Abbildung 61). Zwei von fünf Szenariogruppen färben weniger Zellen und nur eine Szenariogruppe mehr Zellen, wenn das System keine Vorschläge macht. Die übrigen Gruppen ändern ihr Verhalten kaum. Solange der Suchprozeß nach einer gemeinsamen Vorstellung nicht durch Vorstellungsblöcke behindert wird, ist es effektiver, wenn das System bei erneuten Aushandlungen das alte Ergebnis vorschlägt.

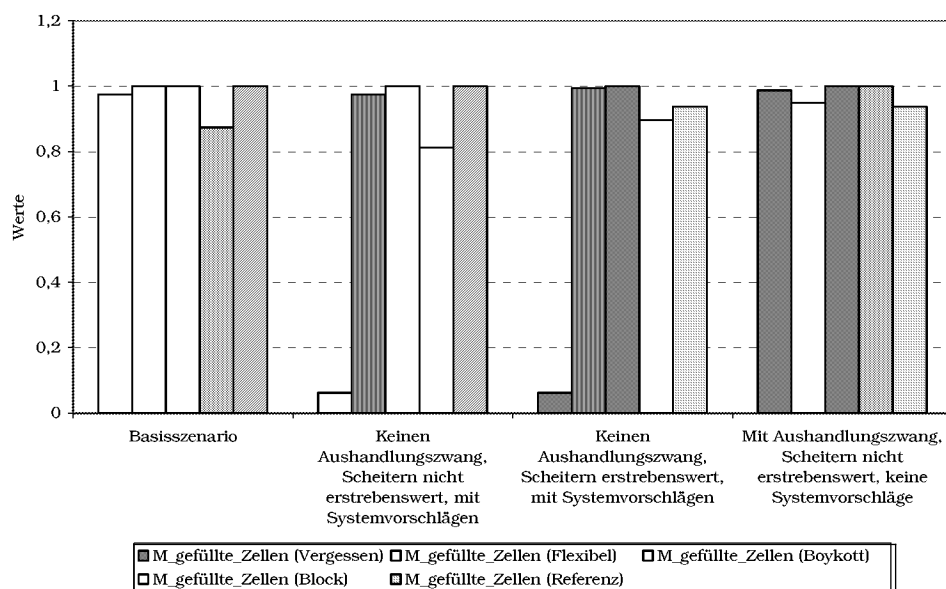


Abbildung 62: Anteil gefüllter Zellen im Vergleich, bezüglich den Basiskonstellationen, ohne Zwang jede Zelle auszuhandeln, wobei scheitern (nicht) erstrebenswert ist und wenn die Aushandlungssteuerung bei erneuten Aushandlungen das alte Ergebnis nicht vorschlägt.

Tabelle 42: Standardabweichung der Aushandlungsbewertung unter Veränderung des Mindestabstandes zwischen zwei Aushandlungsinitiierungen.

Mindestabstand	Standardabweichung „Bewertung Aushandlung“ (N)				
	Vergessen	Referenz	Flexibel	Boycott	Block
0	0,0095 (10)	- (1)	0,0139 (10)	0,0043 (10)	- (1)
5	0,0062 (10)	- (1)	0,0218 (10)	0,0029 (10)	0,0120 (5)
10	0,0064 (10)	- (1)	0,0079 (10)	0,0038 (5)	0,0076 (3)

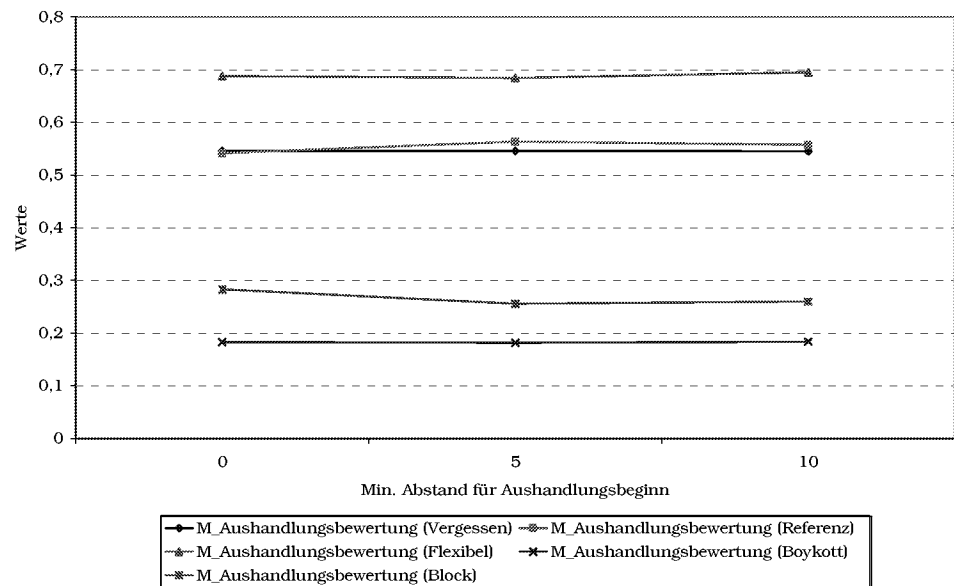


Abbildung 63: Aushandlungsbewertung unter Variation des Mindestabstandes zwischen zwei Initiierungen.

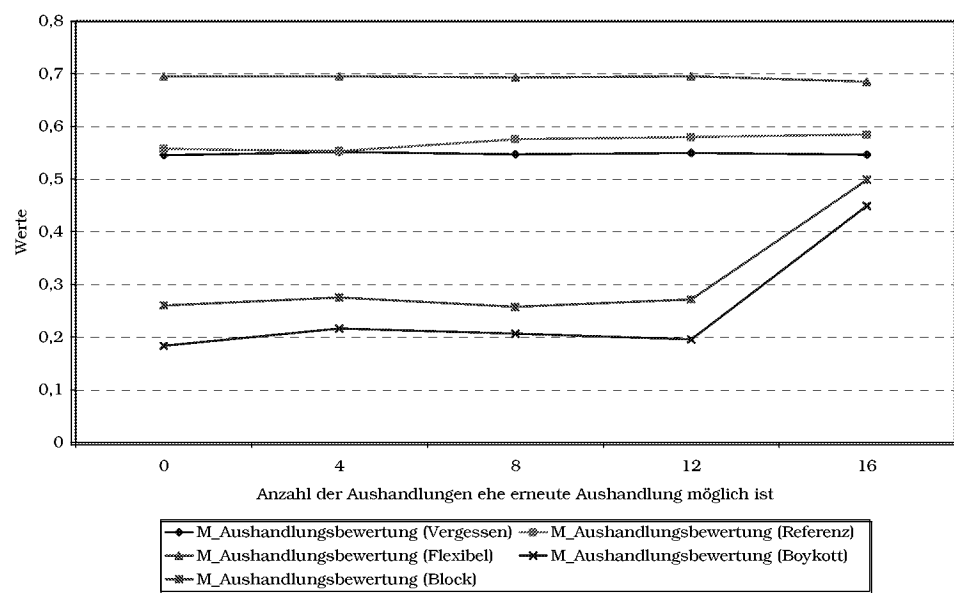


Abbildung 64: Aushandlungsbewertung unter Variation der Anzahl Aushandlungen zwischen Beendigungen einer Aushandlung und ihrer erneuten Initiierung.

Der minimale Abstand zwischen zwei Aushandlungsinitiiierungen wird in drei Schritten variiert: 0, 5, 10. Wenn der Mindestabstand gleich der Aushandlungsdauer (10) ist, werden die Zellen in sequentieller Reihenfolge ausgehandelt, bei kleineren Werten parallel. Abbildung 63 zeigt die Veränderungen der Aushandlungsbewertung in Abhängigkeit vom Mindestabstand (Standardabweichung: Tabelle 42). Bis auf die Szenariogruppe Block reagiert keine Gruppe – von kleinen vermutlich zufälligen Schwankungen abgesehen – auf die Veränderung des Mindestabstandes. Für die Szenariogruppe Block sinkt die Aushandlungsbewertung von 0,2826 bei einem Mindestabstand von Null über 0,2556 auf 0,2559. Der Unterschied zwischen den beiden letzten Werten liegt innerhalb der Standardabweichung, so daß faktisch keine Veränderung in der Bewertung stattfindet. Die Veränderung zwischen Null und Zehn ist, wenn man statt der mittleren Aushandlungsbewertung die Daten der Läufe verwendet, mit $p = 0,52$ (Mann-Whitney-U-Test) nicht signifikant. Insgesamt scheint die Frage, ob parallel oder sequentiell ausgehandelt wird, für die Bewertung der Aushandlung unerheblich zu sein.

Tabelle 43: Standardabweichung der Aushandlungsbewertung unter Variation der Anzahl Aushandlungen zwischen Beendigungen einer Aushandlung und ihrer erneuten Initiierung.

Anzahl Aushandlungen	Standardabweichung „Bewertung Aushandlung“ (N)				
	Vergessen	Referenz	flexibel	Boykott	Block
0	0,0064 (10)	0- (1)	0,0079 (10)	0,0038 (3)	0,0076 (3)
4	0,0079 (10)	0- (1)	0,0123 (10)	0,0018 (2)	0,0258 (2)
8	0,0097 (10)	0,0024 (2)	0,0162 (10)	- (1)	- (1)
12	0,0074 (10)	- (1)	0,0069 (10)	0,0047 (3)	- (1)
16	0,0071 (10)	0,0155 (10)	0,0216 (10)	0,0038 (10)	0,0168 (10)

Läßt man die erneute Aushandlungen zu, stellt sich die Frage, ob zwischen dem Ende der ersten Aushandlung und einer erneuten Initiierung eine Mindestanzahl von anderen Aushandlungen verstrichen sein sollte. Hierbei sollen sachliche Gründe, die eine Reihenfolge der Aushandlungen sinnvoll erscheinen lassen, ausgeblendet sein. Abbildung 64 (Standardabweichung: Tabelle 43) zeigt, daß mit zunehmendem Abstand zwischen Wiederholungen von Aushandlungen die Aushandlungsbewertung nur für die Szenariogruppen ansteigt, die Aushandlungen wiederholen (Block, Boykott und Referenz). Diese Anstiege lassen sich auf die notwendigerweise verringerte Gesamtanzahl an Aushandlungen zurückführen (Tabelle 44). Im Extremfall, wenn der Mindestabstand 16 Aushandlungen beträgt, kann keine Aushandlung wiederholt werden. Die Gesamtanzahl der Aushandlungen sinkt auf die Anzahl Zellen und der Anteil der wiederholten Aushandlungen auf Null. Sowohl die Gesamtanzahl an Aushandlungen wie auch der Anteil wiederholter Aushandlungen gehen linear in die Berechnung der Aushandlungsbewertung ein. Je kleiner die Gesamtanzahl an Aushandlungen bzw. der Anteil der wiederholten Aushandlungen ist, desto größer wird die Aushandlungsbewertung (vgl. Kapitel 5.1.1). Nachteilig ist, daß der Anteil der gefärbten Zellen sinken kann (Szenariogruppe Block in Tabelle 45).

Tabelle 44: Anzahl der durchgeführten Aushandlungen unter Variation der Anzahl Aushandlungen zwischen Beendigungen einer Aushandlung und ihrer erneuten Initiierung.

Anzahl Aushandlungen	Vergessen	Referenz	Flexibel	Boycott	Block
0	16	19	16	48	48
4	16	19	16	44	47
8	16	18	16	44	48
12	16	17	16	46	48
16	16	16	16	16	16

Neben dem Abstand zwischen einer Aushandlung und ihrer Wiederholung ist die Frage interessant, wie viele Wiederholungen maximal zulässig sein sollen. Abbildung 65 zeigt den Verlauf der Aushandlungsbewertung bei Erhöhung der maximalen Anzahl von Aushandlungen pro Zelle. Wenn Gruppen die maximale Anzahl an Wiederholungen ausschöpfen (Boycott und Block), dann verringert sich meßtechnisch Aushandlungsbewertung. Wie bei dem Mindestabstand bei erneuten Aushandlungen ist für die Aushandlungsbewertung nur relevant, ob Wiederholungen möglich sind. Die genaue Höhe des Mindestabstandes ist unerheblich.

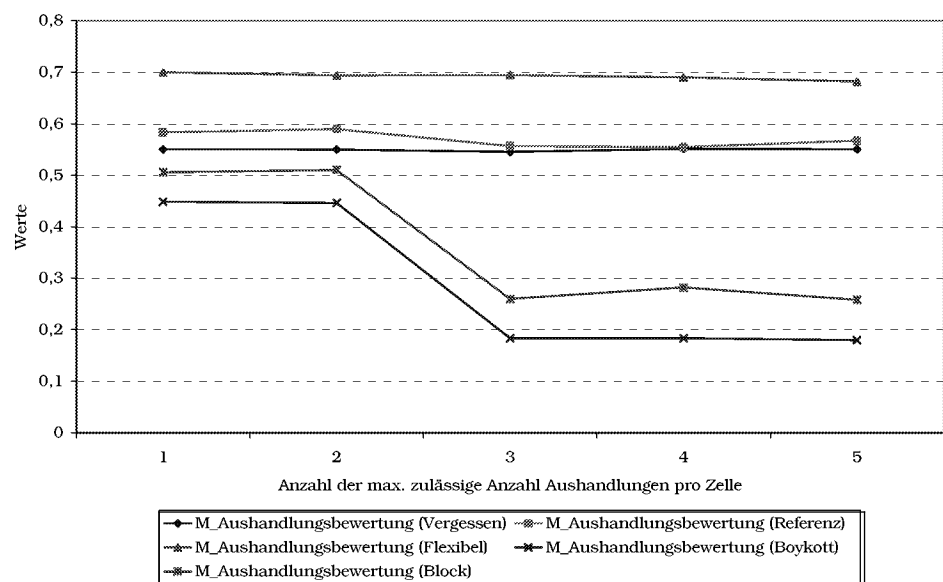


Abbildung 65: Aushandlungsbewertung unter Variation der maximal zulässigen Anzahl an Aushandlungen der selben Zelle.

Die in diesem Kapitel behandelten Parameter wirken einmal direkt auf den Aushandlungsprozeß einer Zelle ein (*altes Ergebnis als Systemvorschlag*) und zum anderen auf die Abfolge der Zellen (*Aushandlungsmindestabstand*, *Zellenmindestabstand bei Neuerhandlungen*, *maximale Anzahl an Aushandlungswiederholungen pro Zelle* und *alle Zellen aushandeln*). Der direkt ein-

wirkende Parameter *altes Ergebnis als Systemvorschlag* beeinflusst den Aushandlungsprozeß nicht. Das, in den vorhergehenden Kapiteln entwickelte, Schema berücksichtigt nur die direkt auf den Aushandlungsprozeß einwirkenden Faktoren. Es bleibt deshalb unverändert.

Tabelle 45: Anteil der gefüllten Zellen unter Variation der Anzahl Aushandlungen zwischen Beendigungen einer Aushandlung und ihrer erneuten Initiierung.

Anzahl Aushandlungen	Vergessen	Referenz	Flexibel	Boykott	Block
0	0,975	1	1	1	0,875
4	1	0,875	0,9875	1	0,9375
8	0,9812	1	0,9875	1	0,875
12	0,9938	0,9375	0,9938	1	0,875
16	0,9688	0,975	0,9625	1	0,6813

Fazit

Solange mindestens ein Akteur die Aushandlung für alle Teilaufgaben (Zellen) zu Ende führen will, ist ein softwareseitiger Aushandlungszwang nicht notwendig. Wenn der Suchprozeß nach einer gemeinsamen Vorstellung durch Vorstellungsblöcke behindert wird und der Zwang besteht, eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen, scheint es effektiver zu sein, wenn die Aushandlungssteuerung bei erneuten Aushandlungen das alte Ergebnis nicht vorschlägt. Im allgemeinen aber sollte die Aushandlungssteuerung das alte Ergebnis vorschlagen. Als weiteren Vorteil wird dadurch eine Anknüpfung an die vergangene Aushandlung erreicht.

Eine wesentliche Neuerung der asynchronen, computervermittelten Aushandlung im Vergleich zur Face-To-Face ist, daß mehrere Aushandlungen parallel ablaufen können, ohne Verwirrung zu stiften. Für die Bewertung der Aushandlung hat sich kein Unterschied zwischen sequentieller und paralleler Aushandlung ergeben. Durch erneute Aushandlungen erhöht sich lediglich die Gesamtaushandlungsdauer. Mit der Festlegung von einer Mindestanzahl an Aushandlungen, die zwischen dem Ende der zu wiederholenden Aushandlung und ihrer Wiederholung liegen müssen, läßt sich die Gesamtaushandlungsdauer beeinflussen. Weil die Gesamtaushandlungsdauer die Aushandlungsbewertung beeinflusst, steigt diese, wenn die Gesamtaushandlungsdauer sinkt. Allerdings kann auch der Anteil der gelösten Aufgaben (Zellen) sinken, wenn Entscheidungen erst in den Wiederholungen getroffen werden. Dieses ist bei der Szenariogruppe Block zu beobachten. Zwischen den beiden Extremwerten „kein Abstand zwischen Aushandlungswiederholungen“ und „keine Wiederholung von Aushandlungen“ verändert sich die Aushandlungsbewertung kaum, weshalb die Frage des Mindestabstandes auf die grundlegendere Frage zurückführbar ist, ob erneute Aushandlungen erlaubt sein sollen. Die Ergebnisse geben keine klare Hilfestellung bei der Beantwortung dieser Frage. Falls sich die Vorstellung der Akteure zwischen Aushandlungen der gleichen Zelle nicht ändert, verbessert eine Wiederholung die Aushandlungsgüte kaum – sie kann zu einem anderen Ergebnis führen, aber nicht zu einer höheren Bewertung der Aushand-

lung. Alltagserfahrungen lassen vermuten, daß sich Vorstellungen auch unabhängig von der Aushandlung verändern, insofern könnte eine Wiederholung die Aushandlungsbewertung verändern.

Bei erneuten Aushandlungen kann sich das Ergebnis aus verschiedenen Gründen ändern. Argumente können erneut ausgetauscht werden, die die Vorstellungen beeinflussen. In der Zwischenzeit, zwischen dem Ende der Aushandlung und ihrem erneutem Beginn, kann sich die Gruppenstruktur (Unterstützung, Leadership) verändert haben, die zu einem veränderten Votierverhalten führen kann, weil andere Zellen ausgehandelt worden sind. Durch Motivationsveränderungen können aktive Agenten passiv oder passive aktiv werden, wodurch die Redebeteiligung und das Vorschlagverhalten beeinflußt wird. Weil die Aushandlungsergebnisse von der Beteiligung der Akteure abhängen, welche ihrerseits sowohl von der Vorstellung wie auch von der veränderlichen Gruppenstruktur und der dynamischen Motivation abhängt, kann eine Stabilität der Ergebnisse nicht durch ein Aushandlungsprinzip erzwungen werden.

Falls erneute Aushandlungen möglich sind, wirkt sich die Anzahl der möglichen Wiederholungen nicht auf die Aushandlungsbewertung aus. Aus Interesse an einer geringen Gesamtdauer, sollte die Anzahl der möglichen erneuten Aushandlungen gering gehalten werden.

7.5 Einfluß der Aufgabe auf die Aushandlung

Die Struktur der Aushandlungsaufgabe kann in SAM nicht variiert werden, weshalb eine Untersuchung über den Einfluß der Aufgabenstruktur nicht möglich ist. Möglich ist eine Untersuchung der Farbanzahl, der maximalen Größe des Toleranzintervalls, der Zellenanzahl, der Länge des Weltbildes und den Auswirkungen, wenn ein Scheitern der Aushandlung erstrebenswert ist (vgl. Kapitel 3.2). Die Parameter *Farbanzahl*, *maximale Toleranzintervallgröße* und *Gittergröße* charakterisieren die Aufgabe. Mit der *Farbanzahl* wird die Größe des Lösungsraums festgelegt, d.h. wie viele verschiedene Vorstellungen sind pro Zelle möglich. Durch die *Gittergröße* wird die Anzahl an Zellen beschrieben, d.h. die Größe der Aufgabe wird bestimmt. Wie viele Farben maximal innerhalb der Toleranzintervalle der Agenten liegen können, bestimmt der Parameter *maximale Toleranzintervallgröße*. Ein Toleranzintervall legt für jede Zelle getrennt die Menge der akzeptablen Farben fest. Alle drei Parameter werden getrennt mit folgenden Ausprägungen betrachtet:

- Farbanzahl: 2; 3; 4; 5; 6; 7; 15; 30
- Gittergröße: 4; 16
- Maximale Toleranzintervallgröße: 0,00; 0,33; 0,66; 1,00

Die Vorstellung eines Agenten wird durch sein Weltbild bestimmt. Je mehr Bits das Weltbild codieren, desto mehr Farben können durch die Binärkette dargestellt werden. Wenn die Farbanzahl kleiner als die durch das Weltbild darstellbaren Farben ist, ergeben verschiedene Weltbilder die gleiche Vorstellung (vgl. Kapitel 3.2). Zu untersuchen ist, ob die Länge des Weltbildes, und damit die Anzahl der verschiedenen Vorstellungen, die zum gleichen Weltbild führen, einen Einfluß auf die Aushandlungsbewertung ausüben. Dazu wird der Parameter *Länge des Weltbildes* variiert: 4, 5, 6, 7, 20 Bits

Es kann nicht immer angenommen werden, daß die Agenten an dem Gelingen der Aushandlung interessiert sind. Bei Firmenumstrukturierungen können Mitarbeiter die Erhaltung des Status quo favorisieren, so daß sie ein Scheitern der Aushandlung, d.h. der Umstrukturierung, begrüßen würden. Welche Auswirkung die Konsequenz aus dem Scheitern auf die Aushandlungsbewertung hat, soll als erstes untersucht werden.

Abbildung 66 zeigt die Veränderung der Aushandlungsbewertung in Abhängigkeit von dem Wunsch nach Scheitern der Aushandlung. Bis auf die Szenariogruppe Block, zeigt keine andere Szenariogruppe eine Veränderung der Aushandlungsbewertung. Alle anderen Szenariogruppen einigen sich auf eine gemeinsame Vorstellung, folglich droht keine Aushandlung ergebnislos zu enden. Die Aushandlungsbewertung steigt bei der Szenariogruppe Block an, wenn das Scheitern erstrebenswert ist.

Der Grund für den Anstieg der Aushandlungsbewertung liegt in der Berechnungsvorschrift für den Teilnehmererfolg. Dieser gibt den Anteil der Zellen an, in denen die Vorstellung mit den Aushandlungsergebnissen übereinstimmt. Für ungefärbte Zellen gilt, daß genau dann, wenn ein Scheitern erstrebenswert ist, die Zelle als Übereinstimmung gezählt wird. Wie erwartet steigt der Anteil der gefüllten Zellen an, wenn ein Scheitern nicht erstrebenswert ist, die Agenten bemühen sich um eine Einigung, was auch an der gestiegenen durchschnittlichen Zustimmung zu beobachten ist. Auf der anderen Seite steigt auch die Frustration an, weil jede ungefüllte Zelle die Frustration drastisch erhöht (siehe Abbildung 67), wodurch die Motivation gesenkt werden kann.

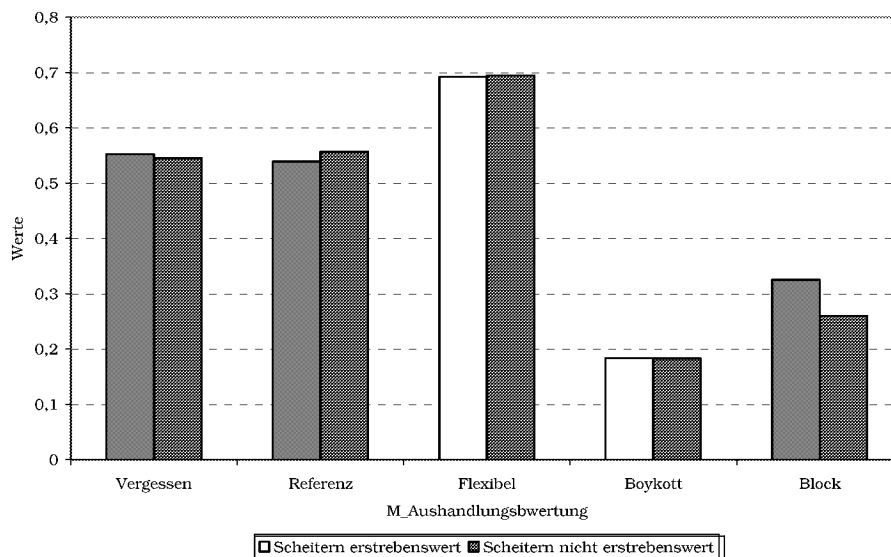


Abbildung 66: Aushandlungsbewertung unter Veränderung, ob Scheitern erstrebenswert ist oder nicht.

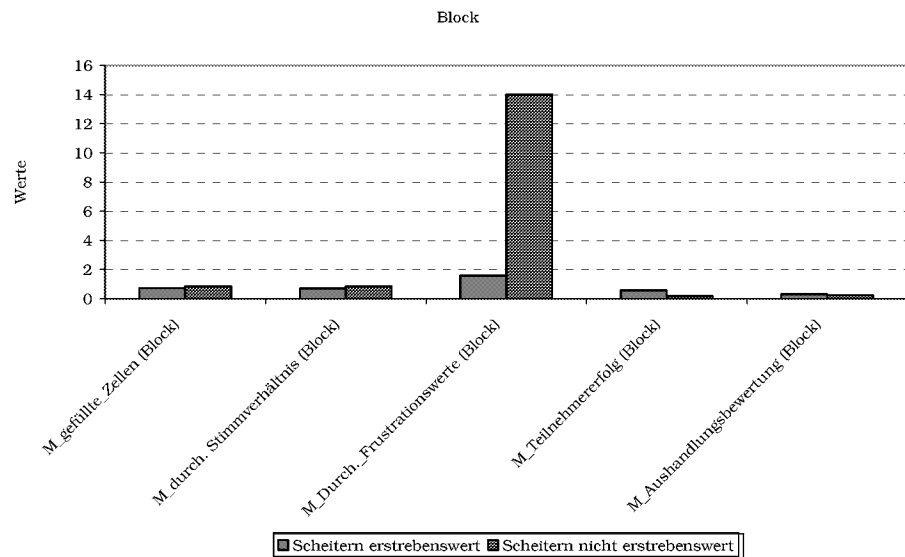


Abbildung 67: Detaillierte Betrachtung der Szenariogruppe Block unter Veränderung, ob Scheitern erstrebenswert ist oder nicht.

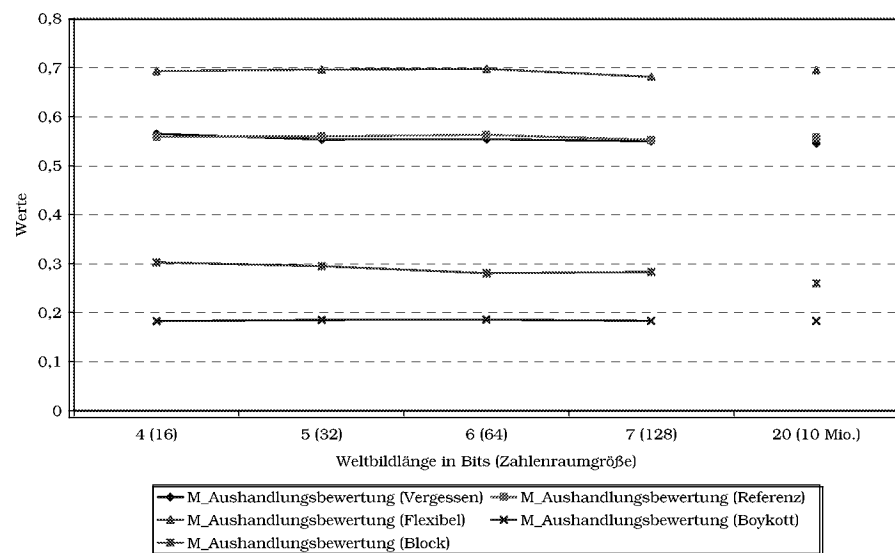


Abbildung 68: Aushandlungsbewertung unter Veränderung der Weltbildlänge.

In Abbildung 68 ist die Veränderung der Aushandlungsbewertung bei steigender Weltbildlänge zu sehen. Nur die Szenariogruppe Block reagiert auf die Veränderung der Weltbildlänge mit einem leichten Abfall der Aushandlungsbewertung. Zufällige Einflüsse könnten die Ursache sein. Insgesamt

scheint die Länge des Weltbildes keinen Einfluß auf die Aushandlung auszuüben.

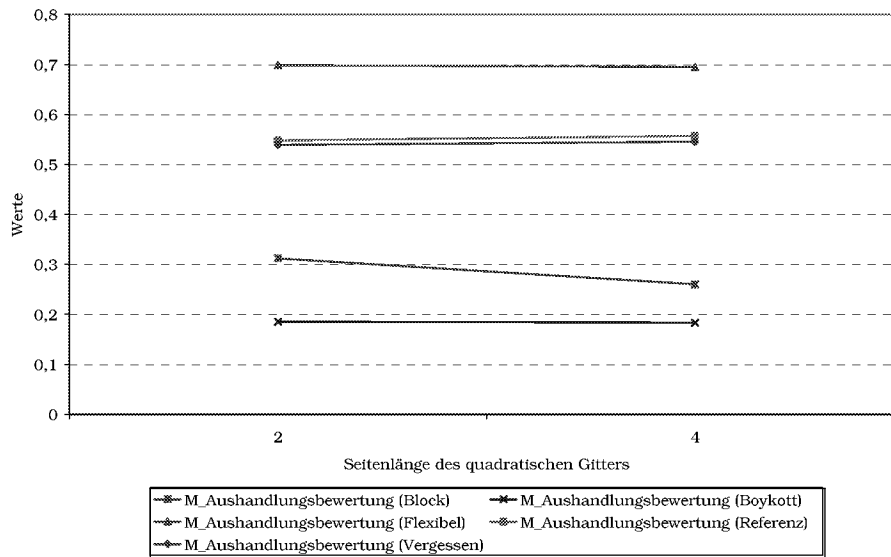


Abbildung 69: Aushandlungsbewertung bei einer Zellenanzahl von vier und 16 Zellen.

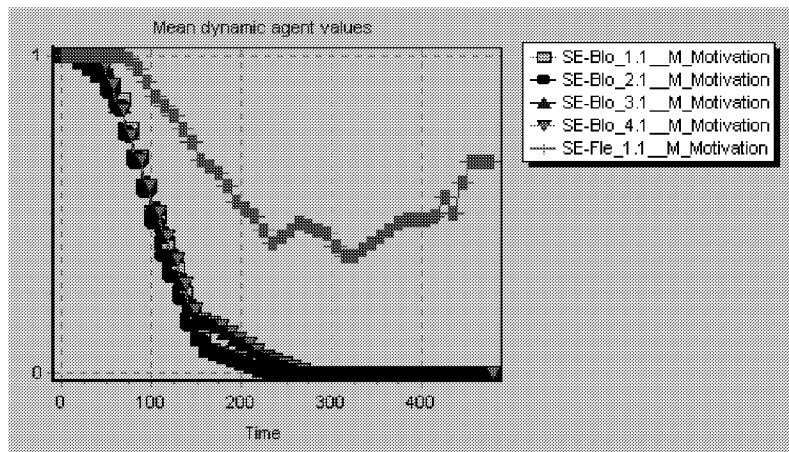


Abbildung 70: Verlauf der mittleren Motivation in der Szenariogruppe Block bei einer Seitenlänge von vier Zellen. Die obere Kurve gehört zu „SE-Fle_1.1“. Diese Graphik wurde mit einer Selbst entwickelten Datenvisualisierungskomponente erzeugt.

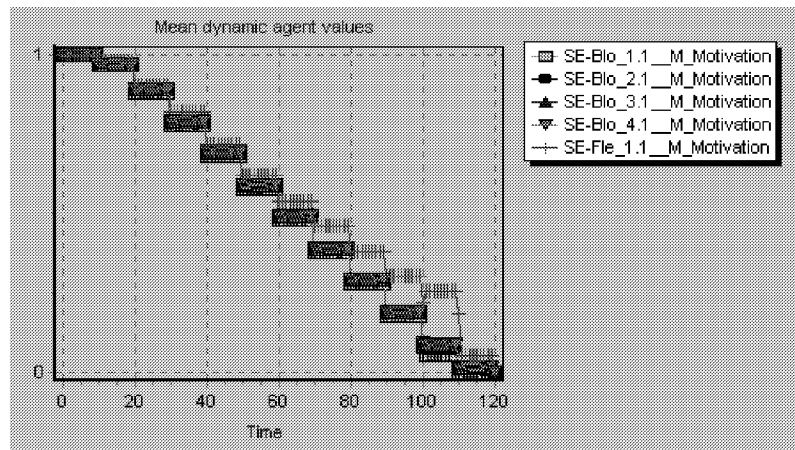


Abbildung 71: Verlauf der mittleren Motivation in der Szenariogruppe Block bei einer Seitenlänge von zwei Zellen, gemittelt über alle Läufe. Diese Grafik wurde mit einer selbst entwickelten Datenvisualisierungskomponente erzeugt.

Abbildung 69 zeigt die Veränderung der Aushandlungsbewertung, wenn die Seitenlänge von zwei (vier Zellen) auf vier (16 Zellen) steigt. Lediglich die Szenariogruppe Block schneidet bei 16 Zellen (Seitenlänge vier) bezüglich der Aushandlungsbewertung schlechter ab, als bei vier Zellen (Seitenlänge zwei). Immer wenn das Aushandlungsergebnis einer Zelle nicht mit der Vorstellung eines Agenten übereinstimmt, erhöht sich dessen Frustration. Sobald ein vorgegebener Schwellwert (Frustrationstoleranz) überschritten ist, sinkt die Motivation. Bis dahin steigt die Motivation. Je mehr Zellen ausgehandelt werden müssen, desto größer kann die Frustration werden. Bei einer Gittergröße von vier Zellen sinkt erst gegen Ende die Motivation auf Null (Abbildung 71). Bei einer Gittergröße von 16 Zellen ist die Motivation bei vier der fünf Agenten bereits bei der Hälfte der Zeiteinheiten Null (Abbildung 70). Je geringer die Motivation ist, desto seltener werden Vorschläge gemacht und die eigene Vorstellung vertreten (vgl. Kapitel 3.5.3). Der Anteil an gefüllten Zellen sinkt von 1,00 auf 0,875.

Mit der Farbanzahl wird die Größe des Lösungsraums bestimmt. Je größer der Lösungsraum ist, desto mehr Abstufungen zwischen verschiedenen Vorstellungen kommen zum Tragen. Die Entscheidungsfindung der Agenten hängt u.a. von der Entfernung zwischen Vorstellungsfarbe und der vorgeschlagenen Farbe ab. Bei zwei möglichen Farben ist die kleinste Differenz 0,5, bei zehn Farben beträgt sie 0,1.

Bei der Initialisierung wählt jeder Agent zufällig eine Farbe pro Zelle aus.⁷² Wenn nur zwei Farben zur Auswahl stehen, haben im Mittel drei von fünf Agenten die gleiche Vorstellung. Aufgrund der relativen Mehrheit ist eine Einigung damit sicher. Ohne Kommunikation stimmt die Vorstellung von drei Agenten mit dem Aushandlungsergebnis überein, d.h. der Teilnehmererfolg liegt für diese Zelle bei $(3 \cdot 1 + 2 \cdot 0) / 5 = 0,6$. Bei steigender Farbanzahl sinkt die

⁷² Diese vereinfachte Beschreibung gilt nur, wenn die Abweichung vom Urgitter 100% beträgt, d.h. sie gilt nicht für die Szenariogruppe Referenz. Für eine exakte Beschreibung der Vorstellungserzeugung siehe Kapitel 3.2

Wahrscheinlichkeit, daß drei Agenten die gleiche Initialvorstellung besitzen. Ohne Kommunikation sinkt dadurch der Meßfühlerwert „Teilnehmererfolg“. Der Meßfühler „durchschnittlicher Anteil Vorschläge“ gibt den Anteil, an durchschnittlich pro Zelle vorgeschlagenen Farben, bezogen auf die Anzahl möglicher Farben, an. Steigt die Farbanzahl, bei gleicher Anzahl Vorschläge, an, sinken die Meßfühlerwerte ab. Damit ist die Messung der Meßfühler „durchschnittlicher Anteil Vorschläge“ und „Teilnehmererfolg“ von der Farbanzahl abhängig. Die Aushandlungsbewertung sinkt dadurch automatisch mit zunehmender Farbanzahl.

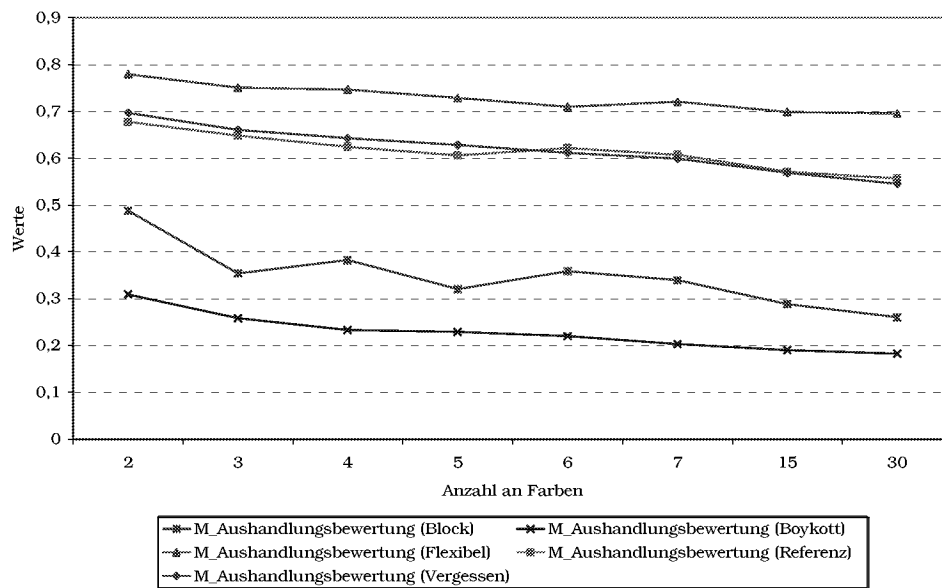


Abbildung 72: Aushandlungsbewertung unter Variation der Farbanzahl.

Tabelle 46: Anteil an gefüllten Zellen (Standardabweichung) unter Variation der Farbanzahl.

Farbanzahl	Block	Boykott	Flexibel	Referenz	Vergessen
2	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
3	0,9375 (-)	1 (0)	1 (0)	1 (-)	0,9750 (0,0323)
4	1 (-)	1 (0)	1 (0)	0,9375 (-)	1 (0)
5	0,8750 (0)	1 (0)	0,9875 (0,0264)	0,9375 (-)	0,9938 (0,0198)
6	1 (0)	1 (0)	0,9688 (0,0329)	1 (0)	0,9938 (0,0198)
7	1 (0)	1 (0)	0,9875 (0,0395)	1 (0)	0,9938 (0,0198)
15	0,9063 (0,0442)	1 (0)	0,9812 (0,0422)	0,9375 (-)	1 (0)
30	0,8750 (0,0625)	1 (0)	1 (0)	1 (-)	0,9750 (0,0323)

Im Gegensatz zur Aushandlungsbewertung (Abbildung 72) sinkt der Anteil an gefüllten Zellen mit zunehmender Farbanzahl nicht deutlich ab. Tabelle 46 zeigt die durchschnittlichen Werte. Der Kruskal-Wallis-Test, der die Un-

terschiede zwischen den einzelnen Farbanzahlen untersucht, angewendet auf die Einzelläufe der Szenariogruppe Block, ergibt einen asymptotischen Signifikanzwert von 0,423. Daraus folgt, daß die Farbanzahl sich nicht signifikant, bezüglich des in den Sozialwissenschaften üblichen Signifikanzniveaus von 0,05, auf den Anteil an gefüllten Zellen auszuwirken scheint. Wenn bei zwei Farben eine Einigung dadurch erreicht ist, daß im Mittel drei Agenten die gleiche Vorstellung haben, ist eine Aushandlung nicht notwendig. Bei 30 Farben und fünf Agenten hat im allgemeinen jeder Agent eine unterschiedliche Vorstellung. Erst durch *Position begründen*, *vorschlagen* und *zustimmen* wird die Mehrheitssuche erfolgreich. Deshalb ist zu erwarten, daß die durchschnittliche Partizipation mit der Farbanzahl ansteigt. Abbildung 73 bestätigt diese Überlegung. Die Farbanzahl verändert zwar die Aushandlungsbewertung – abgesehen von reinen meßtechnischen Effekten – nicht, wohl aber den Aushandlungsbedarf. Je weniger Agenten zu Beginn einer Aushandlung die gleiche Vorstellung haben, desto mehr Vorstellungen müssen angeglichen werden, d.h. der Aushandlungsbedarf steigt. Damit ist die Wirkung der Farbanzahl mit der *Abweichung vom Urgitter* (Homogenität der Vorstellungen) vergleichbar.

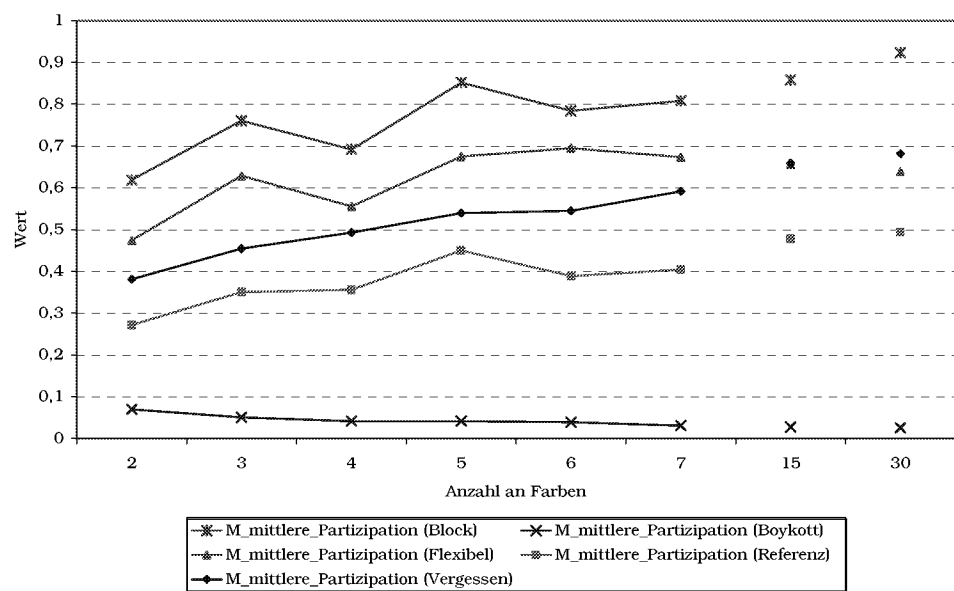


Abbildung 73: Durchschnittliche Partizipation unter Variation der Farbanzahl.

Mit der maximalen Größe der Toleranzintervalle können Aufgaben modelliert werden, die für jeden Agenten nur eine begrenzte Anzahl von Lösungen zulassen. Je geringer die *maximale Toleranzintervallgröße* ist, desto weniger Farben, neben der eigenen Vorstellung sind für den Agenten, im Hinblick auf das Handlungsziel *Sicherung der eigenen Position*, akzeptabel. Berücksichtigt wird dieses deshalb, nur in der Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Handlungsalternative *Zustimmen* mit Blick auf das Ziel *Sicherung*

der eigenen Position (in Kapitel 3.5.3.2 mit p_{21} bezeichnet). Neben der Handlungswahl, innerhalb einer Aushandlung, beeinflußt das Toleranzintervall die Entscheidung, ob eine Zelle erneut verhandelt werden soll.

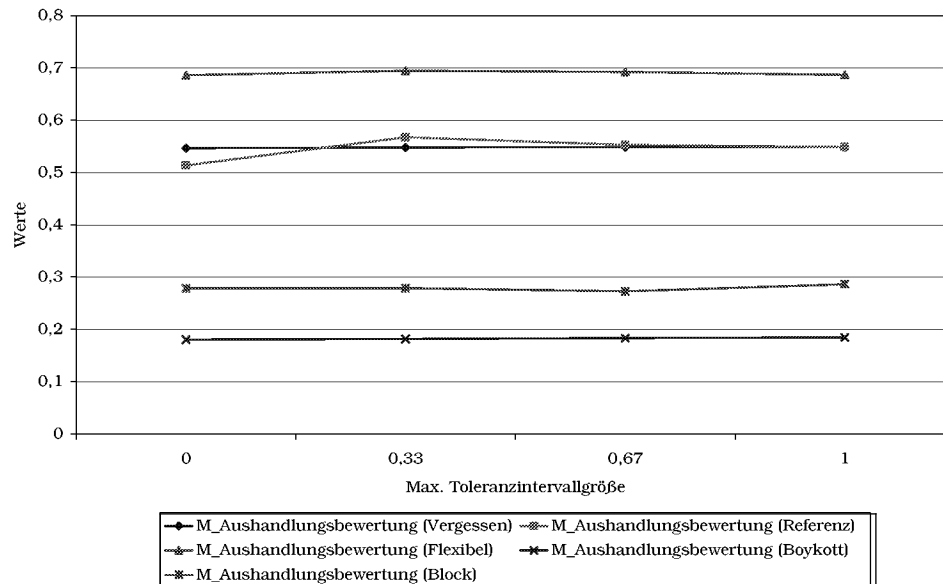


Abbildung 74: Aushandlungsbewertung unter Variation der maximalen Toleranzintervallgröße.⁷³

Eine Variation der maximalen Toleranzintervallgröße hat keinen Einfluß auf die Aushandlungsbewertung (Abbildung 74). Die Schwankung der Aushandlungsbewertung für die Szenariogruppe Referenz beruht auf zufälligen Einflüssen. In der Szenariogruppe Boykott bestimmt der Vorschlagende alleine das Aushandlungsergebnis, alle anderen Agenten warten ab. Sein Vorschlag liegt nach Definition immer in seinem Toleranzintervall, so daß die Größe des Toleranzintervalls keinen Einfluß auf seine Handlungswahl nimmt. Bei den Szenariogruppen Flexibel und Block beruht das Abstimmungsverhalten auf einer gemeinsamen Vorstellung der gesamten Gruppen (Flexibel) oder von Untergruppen (Block), so daß die ernstzunehmenden Vorschläge *immer* innerhalb der Toleranzintervalle aller Agenten (Flexibel) oder der Untergruppe (Block) liegen. Ausgenommen sind Vorschläge, die vor der Bildung einer gemeinsamen Vorstellung gemacht worden sind, wie beispielsweise der Startvorschlag. Diese Vorschläge spielen aber im Aushandlungsprozeß bei der Gruppen eine geringe Rolle.

In den Szenariogruppen Vergessen und Referenz steht die Mehrheitssuche im Vordergrund, die nicht auf einer gemeinsamen Vorstellung aufbaut. Zwar haben bei Beginn einer Zellenaushandlung die meisten Agenten der Szenariogruppe Referenz eine gemeinsame Vorstellung, diese bricht aber im Verlauf der Aushandlung durch die Kommentare auf. Im wesentlichen steuern

⁷³ Die Basiskonstellationen (max. Toleranzintervallgröße gleich Eins) sind neu berechnet worden.

die Handlungsalternativen *Vorschlagen* und *Zustimmen* die Mehrheitssuche, wobei die Handlungsalternative *Zustimmen* die bedeutendere ist, weil nur durch Zustimmungen ein Vorschlag mehr als eine Stimme bekommen kann. Bei der Wahl der Handlungsalternative *Zustimmen* werden viele Faktoren berücksichtigt. Augenscheinlich beeinflusst die Größe der Toleranzintervalle, die nur in einer der drei Formeln für den Nutzen von *Zustimmen* verwendet wird, das Ergebnis nicht. Abbildung 75 zeigt die Skizze der Parameterwirkungen auf die Aushandlung.

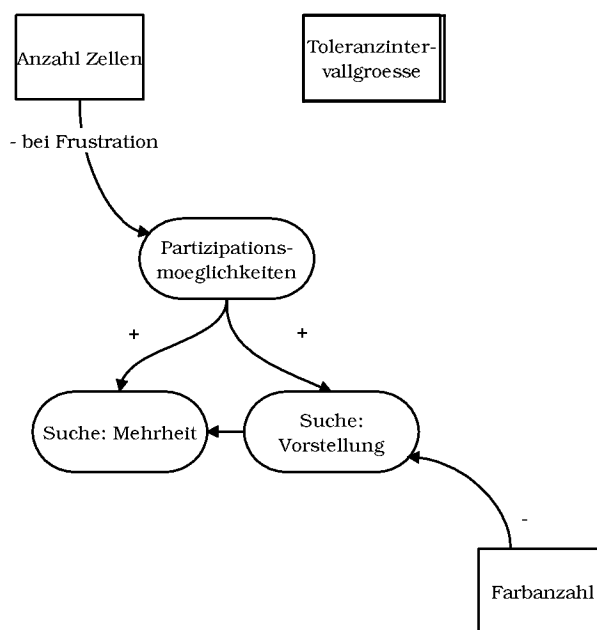


Abbildung 75: Relationen zwischen Parametern und Agentenverhalten bezogen auf die Farbanzahl und die Gittergröße. Mit „+“ sind verstärkende und mit „-“ schwächende Relationen bezeichnet. Die Toleranzintervallgröße wirkt auf die Suchprozesse nicht ein.

Fazit

Solange die Agenten sich auf einen Vorschlag verständigen können, spielt es keine Rolle, ob das Scheitern der Aushandlung erstrebenswert ist oder nicht. Einigen sich die Agenten nicht, dann werden mehr Zellen gefüllt, wenn das Scheitern als unerwünscht empfunden wird. Dabei steigt aber auch die Frustration an. Inwieweit bei erstrebenswertem Scheitern die Aufgabe behandelt wird, hängt vermutlich davon ab, ob jede Teilaufgabe (Zelle) ausgehandelt werden muß und wie motiviert die Akteure sind. Im allgemeinen kann kein Einfluß der Weltbildlänge auf die Aushandlungsbewertung festgestellt werden.

Solange die Aushandlung nicht frustriert, d.h. das Ergebnis den Vorstellungen der Agenten entspricht, hat die Zellenanzahl keine Auswirkungen auf die

Aushandlungsbewertung. Bei frustrierenden Aushandlungen sinkt die Bewertung bei steigender Zellenanzahl ab. Ursache ist die sinkende Motivation, die zu einer geringeren aktiven Beteiligung an der Aushandlung führt. Dieser Effekt deckt sich mit der Alltagserfahrung.

Die Berechnung der Meßfühler „Teilnehmererfolg“ und „durchschnittlicher Anteil Vorschläge“ hängt von der Farbanzahl ab, so daß sich diese Meßfühler auch bei gleichem Agentenverhalten bei unterschiedlichen Farbanzahlen ändern würden. Aus diesem Grund sinkt die Aushandlungsbewertung mit zunehmender Farbanzahl ab. Bei zwei Farben und fünf Agenten wird eine relative Mehrheit bereits durch die Initialisierung erzeugt, so daß der Aushandlungsbedarf entfällt. Je mehr Farben möglich sind, desto höher wird die Heterogenität der Anfangsvorstellungen, bei gleichbleibender *Abweichung vom Urgitter*. Allgemein formuliert steigt mit wachsender Größe des Lösungsraums der Aushandlungsbedarf an. Mit steigendem Aushandlungsbedarf geht eine zunehmende Partizipation einher. Die Lösungsraumgröße (Farbanzahl) wirkt ähnlich wie die Heterogenität der Vorstellungen (Abweichung vom Urgitter).

Eine Auswirkung der Toleranzintervallgröße auf die Aushandlungsbewertung konnte nicht beobachtet werden. Für die Aushandlungsbewertung scheint es unerheblich zu sein, ob neben der Agentenvorstellung weitere Lösungen für den Agenten akzeptabel sind. Ein Grund liegt sicherlich darin, daß das Toleranzintervall nur in bezug auf das Handlungsziel *Sicherung der eigenen Position* (bei *Zustimmen*) berücksichtigt wird. Die anderen Einflüsse auf die Handlungswahl scheinen bedeutender zusein.

7.6 Argumentengehaltlosigkeit

Wie die empirische Erfahrung zeigt, kann ein Redebeitrag viele oder wenige Argumente enthalten. Ein Mensch kann in einem Statement seine Vorstellung vollständig begründen oder nur einen kleinen Teil liefern. Je mehr Argumente in einem Statement enthalten sind, desto schneller wird vermutlich die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung ein Ergebnis liefern. Dadurch könnte die benötigte Aushandlungsdauer sinken. Inwieweit diese Überlegungen zutreffen, untersucht dieses Kapitel.

In SAM wird diese Beobachtung, vereinfacht durch den Parameter *Argumentengehaltlosigkeit*, umgesetzt, der festlegt, wie viele Bits des Weltbildes ein Sprecher in einem Redebeitrag seinen Zuhörern mitteilt. Ein Anteil von 0% entspricht der vollständigen Darlegung des Weltbildes in einem Statement. Bei einem Anteil von 100% sagt der Agent inhaltlich nichts.

Um die Wirkung dieses Parameters zu untersuchen, wird das Verhalten der Szenariogruppen für eine Gehaltlosigkeit von 0, 20, 40, 60, 80 und 100% betrachtet. Die übrigen Parameter entsprechen den Basiskonstellationen aus Kapitel 7.2.

Drei Szenariogruppen, Flexibel, Referenz und Block, reagieren auf die Veränderung der *Argumentengehaltlosigkeit* in der Rede (Abbildung 76). In der Szenariogruppe Boykott findet definitionsgemäß keine Kommunikation statt, weshalb die *Argumentengehaltlosigkeit* keine Auswirkungen hat. Ein Charakteristikum der Szenariogruppe Vergessen ist, daß sie sich erst auf einen

Kompromiß einigt und anschließend diskutiert (siehe Kapitel 7.4.1). Aus diesem Grund spielt die Diskussion – und damit auch die *Argumentengehaltlosigkeit* – für die Einigung auf eine Farbe keine Rolle.

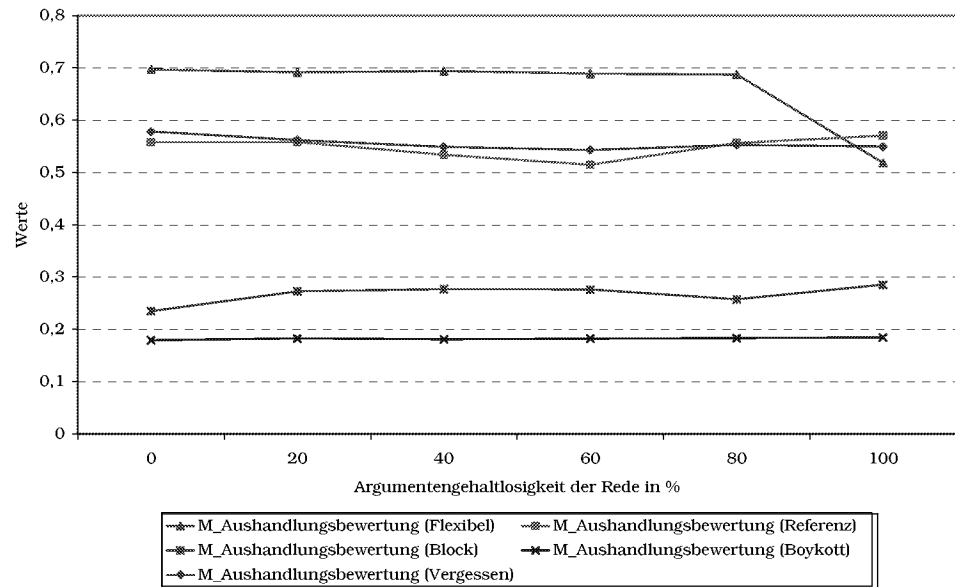


Abbildung 76: Verlauf der Aushandlungsbewertung der fünf Szenariogruppen unter Veränderung der Argumentengehaltlosigkeit. Die Basiskonstellationen sind nicht mit aufgeführt.

Tabelle 47: Übersicht über die mittlere Aushandlungsbewertung und deren Standardabweichung für die Szenariogruppe Referenz unter Veränderung der Argumentengehaltlosigkeit. Die Werte sind von dem letzten Zeitpunkt mit mindestens zwei Läufen. Die Basiskonstellationen sind nicht mit aufgeführt.

Argumentengehaltlosigkeit	Bewertung Aushandlung	Standardabweichung	Anzahl (N)
0	0,5581	0,0042	2
20	0,5710	0,0062	3
40	0,5646	0,0213	4
60	0,5480	0,0196	3
80	0,5568	0,0003	2
100	0,5935	0,0087	3

Die Aushandlungsbewertung der Szenariogruppe Referenz scheint sich in Abhängigkeit der *Argumentengehaltlosigkeit* zu verändern. Aushandlungen in der Szenariogruppe Referenz variieren in der Gesamtdauer, so daß für die meisten Werte die maximale Gesamtdauer nur von einem Lauf erreicht wird. Dadurch kann die Standardabweichung nicht ermittelt werden. Betrachtet man aber die Standardabweichungen zu früheren Zeitpunkten, so ergibt sich das in Tabelle 47 dargestellte Bild. Die Schwankungen der Aushand-

lungsbewertung scheinen mit Blick auf die Standardabweichung zufälliger Natur zu sein.

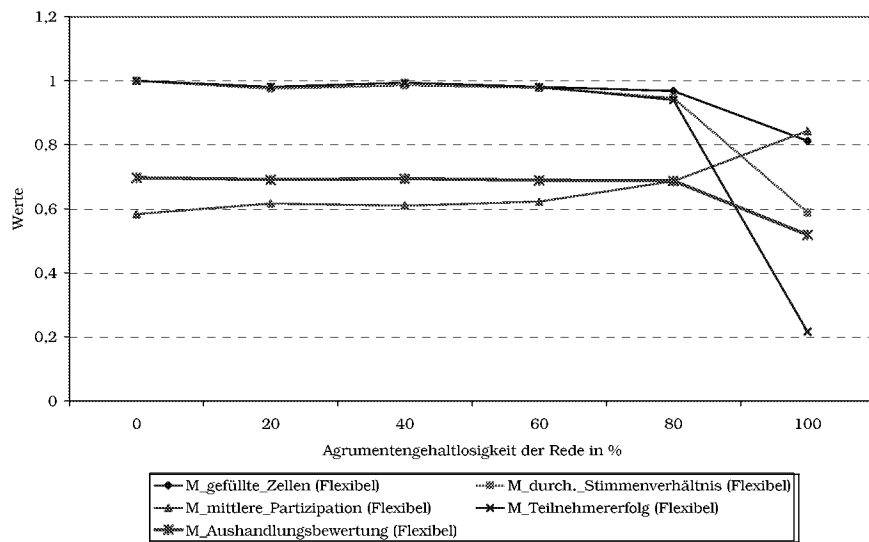


Abbildung 77: Detailliertere Analyse der Szenariogruppe Flexibel bei veränderter Argumentengehaltlosigkeit. Die Basiskonstellationen sind nicht mit aufgeführt.

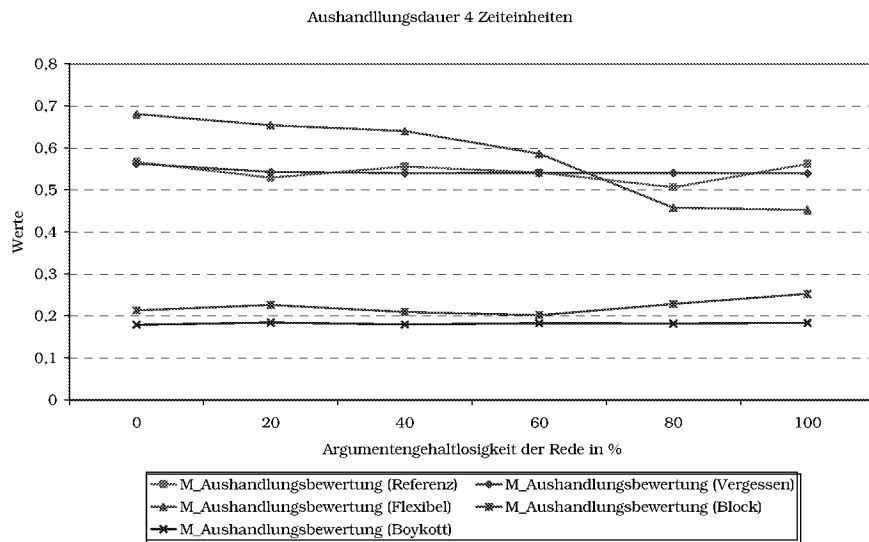


Abbildung 78: Verlauf der Aushandlungsbewertung für alle fünf Szenariogruppen unter Variation der Argumentengehaltlosigkeit mit einer Aushandlungsdauer von vier Zeiteinheiten.

Die Szenariogruppe Flexibel sucht Kompromisse indem sie versucht, zuerst eine gemeinsame Vorstellungen durch Diskussion zu entwickeln. Bei einer *Argumentengehaltlosigkeit* von 0% ist die Vorstellung fast vollständig innerhalb einer Zeiteinheit entwickelt.

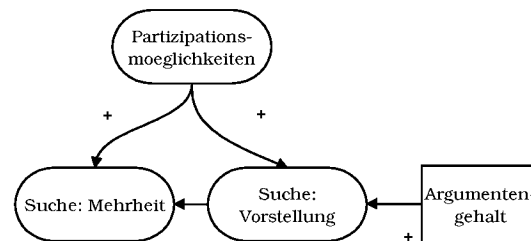


Abbildung 79: Relationen zwischen Parametern und Agentenverhalten bezogen auf den Argumentengehalt.⁷⁴ Mit „+“ sind verstärkende und mit „-“ schwächende Relationen bezeichnet.

Für größere Werte scheint die Aushandlungszeit zur Entwicklung einer gemeinsamen Vorstellung immer noch ausreichend lang zu sein. Erst wenn keine Argumente (Bits) mehr ausgetauscht werden, kann keine gemeinsame Vorstellung mehr entwickelt werden. Die Agenten steigern ihre Partizipation, um den geringen Gehalt ihrer Redebeiträge auszugleichen. Bei einer *Argumentengehaltlosigkeit* von 100% ist dieses definitionsgemäß zum Scheitern verurteilt. Weniger

Zellen können gefüllt werden, weil eine gemeinsame Vorstellung fehlt (Abbildung 77).

Allgemein läßt sich sagen, daß die *Argumentengehaltlosigkeit* die Zeit mitbestimmt, die die Agenten benötigen, um sich auf eine gemeinsame Vorstellung zu einigen – sofern eine solche Einigung möglich ist. Die Abbildung 79 zeigt die Wirkung der *Argumentengehaltlosigkeit*. Wie in Abbildung 76 und Abbildung 78 zu sehen ist, hängt die Aushandlungsbewertung von dem kombinierten Effekt von *Argumentengehaltlosigkeit* und Aushandlungsdauer ab.

Eine lange Aushandlungsdauer kann eine hohe *Argumentengehaltlosigkeit* kompensieren, wie deutlich für die Szenariogruppe Flexibel in Abbildung 78 (Aushandlungsdauer vier Zeiteinheiten) zu erkennen ist. Bei einer Aushandlungsdauer von 10 Zeiteinheiten beeinflusst die *Argumentengehaltlosigkeit* nur in den beiden Extremwerten 0% und 100% die Aushandlungsbewertung. Bei einer Dauer von vier Zeiteinheiten haben auch die Zwischenwerte Einfluß. Die Einflußstärke scheint von der Bedeutung, die die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung für die Gruppe besitzt, abzuhängen. In der Szenariogruppen Flexibel und Block ist ihre Bedeutung, wie oben mehrfach ausgeführt, groß. Allerdings scheint hier die Agentenanzahl einen bedeutenden Einfluß auszuüben. Es dauert länger, die Vorstellungen von fünf Agenten (Flexibel) zu vereinigen als von zwei Agenten (Block).

Die Szenariogruppe Block scheint nicht von einer niedriger *Argumentengehaltlosigkeit* zu profitieren. Im Gegenteil, ihre Aushandlungsbewertung ist maximal, wenn die *Argumentengehaltlosigkeit* 100% beträgt, d.h., wenn keine Argumente (Bits) mehr kommuniziert werden. Durch den Austausch von Argumenten (Bits) gleichen die Agenten in den beiden Blöcken ihre jeweiligen Vorstellungen an, d.h. es entstehen zwei Vorstellungsböcke á zwei Agenten. Der fünfte Agent kann sich einem Block anschließen oder eine eigene Vor-

⁷⁴ Zur besseren Übersicht habe ich hier die positive Formulierung „Argumentengehalt“ anstelle von „Argumentengehaltlosigkeit“ verwendet und die Relation entsprechend angepaßt.

stellung favorisieren. Zu Simulationsbeginn haben die beiden Agenten eines Blocks unterschiedliche Vorstellungen. Im Aushandlungsverlauf gleichen sie ihre Vorstellungen an und versuchen die anderen drei Agenten zu überzeugen. Mehrheiten können nur dann zustande kommen, wenn ein Block und der neutrale Agent für den gleichen Vorschlag stimmen oder wenn ein Block nicht geschlossen oder gar nicht agiert. Sobald die *Argumentengehaltlosigkeit* 100% beträgt, können die Blöcke sich nicht mehr formieren, so daß jeder Agent ohne Veränderung seiner Vorstellung abstimmt. Dadurch wird die, durch die Blockbildung induzierte Blockade, aufgelöst. Als Folge steigt die durchschnittliche Zustimmung und der Anteil der gefüllten Zellen an (Abbildung 80). Bei 0% formieren sich die Blöcke sofort, die Blockade ist perfekt, so daß der Anteil gefüllter Zellen und die durchschnittliche Zustimmung niedrig sind. Je weniger Zellen gefüllt werden, desto geringer ist der Teilnehmererfolg (falls ein Scheitern nicht erstrebenswert ist). Für die Werte zwischen 20% und 100% entspricht der Teilnehmererfolg in etwa dem Teilnehmererfolg der Szenariogruppe Boykott. Die Szenariogruppe Boykott zeigt, daß der Teilnehmererfolg für fünf Agenten bei ca. 0,2 liegt, wenn keinerlei Interaktionen stattfinden. Will ein Agent erfolgreicher sein, muß er aktiv werden.

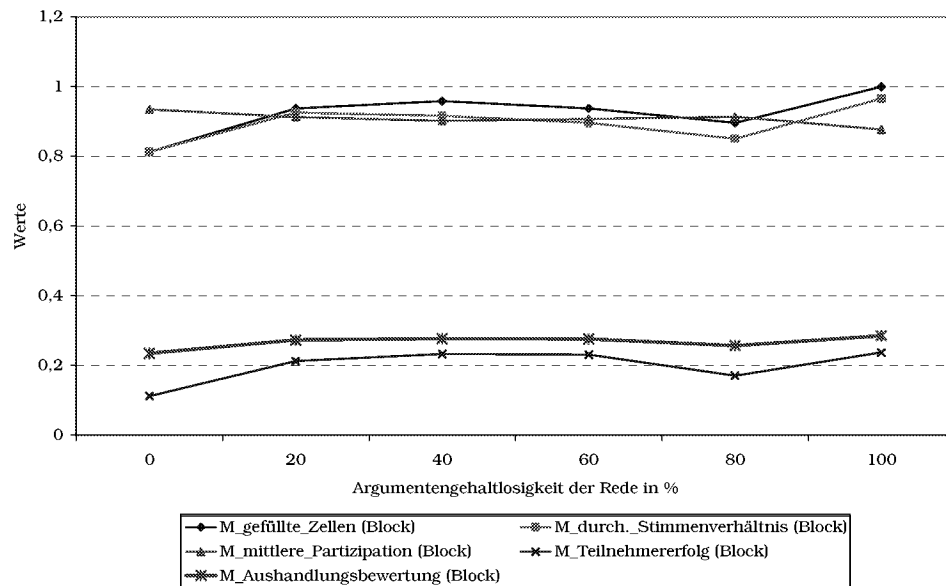


Abbildung 80: Detailliertere Analyse der Szenariogruppe Block unter Veränderung der Argumentengehaltlosigkeit bei einer Aushandlungsdauer von zehn Zeiteinheiten. Die Basiskonstellationen sind nicht mit aufgeführt.

Fazit

Mit der *Argumentengehaltlosigkeit* wird der argumentative Gehalt eines Redebeitrags modelliert. Für die Aushandlungsbewertung ist der genaue Gehalt unbedeutend, solange er keinen der beiden Extremwerte 0% und 100% annimmt und die Aushandlungsdauer lang genug ist, so daß die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung beendet werden kann. Wenn die Aushandlungsdauer zu kurz ist und die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung für den Gruppenprozeß wichtig ist, dann spielen auch die Zwischenwerte eine Rolle. Wenn in einem Redebeitrag die Weltbilder vollständig dargelegt werden (*Argumentengehaltlosigkeit* 0%), dann konvergieren die Agentenvorstellungen sofort, soweit es die Gruppenstruktur und die Persönlichkeitsmerkmale zulassen. Dadurch kann die beeinträchtigende Wirkung einer kurzen Aushandlungsdauer etwas ausgeglichen werden.

In Gruppen, in denen Agenten sich in verschiedene Vorstellungsböcke aufteilen, wird durch die Vorstellungsböcke die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung und die Suche nach einer mehrheitsfähigen Lösung stark behindert. Erst wenn keine Argumente mehr ausgetauscht werden (*Argumentengehaltlosigkeit* 100%), kann die Blockbildung verhindert werden.

7.7 Agentenanzahl

Wird die Dauer der Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung und nach einer Mehrheit von der Anzahl an Agenten beeinflußt? Brauchen 20 Agenten länger als fünf Agenten, um das Gitter zu färben? Intuitiv scheint die Antwort klar zu sein: Viele Agenten brauchen länger. Im folgenden wird die Wirkung der Agentenanzahl genauer untersucht.

Im Modell SAM kann die Gesamtanzahl an Agenten auf zwei Arten bestimmt werden. Einmal durch die Anzahl der definierten Agenten und zum anderen durch die Anzahl der Kopien von jedem Agenten. Die erste Art bietet die Möglichkeit verschiedenartige Agenten zu definieren. Für die Beschreibung identischer Agenten bietet sich das zweite Verfahren an. Die Agenten in den Szenariogruppen sind zusammengestellt worden, weil mit dieser Zusammenstellung ein bestimmtes Verhalten erzeugt wird. Um unterschiedliche Agentenanzahlen zu untersuchen, müssen Agenten hinzugefügt oder entfernt werden. Die Entfernung von Agenten verändert die Gruppenzusammensetzung, jede Verhaltensänderung kann dann auch auf die veränderte Zusammensetzung beruhen. Das Hinzufügen von Agenten ist weniger problematisch, wenn die Proportionen zwischen den unterschiedlichen Agentenarten gewahrt bleiben. Aus diesem Grund werden von jedem in den Szenariogruppen definierten Agenten eine, zwei und vier Kopien erzeugt. Zu beachten bleibt, daß die zusätzlichen Agenten die Gruppenstruktur verändern, weil zusätzlich Beziehungen zu den gleichen „Kopien“ bestehen, die vorher nicht existent waren. Veränderungen in dem Verhalten der Szenariogruppen können deshalb nicht nur der veränderten Agentenanzahl angelastet werden. Die in diesem Kapitel vorgestellten Überlegungen sind deshalb als Hinweise für eine mögliche Wirkung der Agentenanzahl zu verstehen.

Für die Szenariogruppe Boykott ist die Agentenanzahl unerheblich, weil bis auf den Vorschlagenden kein Agent zur Aushandlung beiträgt. Deshalb wird die Szenariogruppe Boykott hier nicht berücksichtigt.

In SAM wird angenommen, daß unabhängig von der Anzahl der beteiligten Agenten jeder Agent alle Kommentare zur Kenntnis nimmt. Diese Annahme wird für größere Gruppen unrealistisch, weil Menschen nur eine begrenzte Zeit zum Durchlesen der Kommentare haben. Wenn die Zeit nicht ausreicht, fangen Menschen an zu selektieren, d.h. nicht jeder Kommentar erreicht mehr alle Gruppenmitglieder. Im Gegensatz zu Face-To-Face-Gruppen findet bei asynchroner Kommunikation, keine Konkurrenz um die Redezeit statt, sondern um die Aufmerksamkeit der Rezipienten. Die hier diskutierten Ergebnisse sind nur solange auf reale Gruppen übertragbar, wie jedes Gruppenmitglied genügend Zeit zum Lesen aller Kommentare hat.

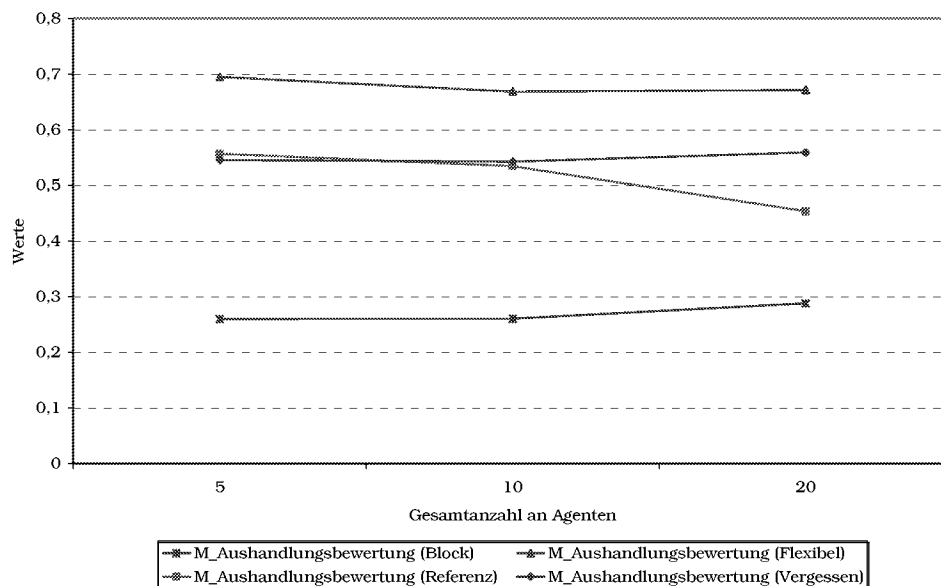


Abbildung 81: Aushandlungsbewertung unter Variation der Agentenanzahl.

Lediglich für die Szenariogruppe Referenz kann eine deutliche Reduktion der Aushandlungsbewertung beobachtet werden (Abbildung 81). Im folgenden werden die Szenariogruppen einzeln diskutiert.

Für die Szenariogruppe Flexibel ändert sich durch die vergrößerte Anzahl an Agenten wenig. Pro Zeiteinheit können mehr Agenten ihre Weltbilder darlegen, so daß die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung schneller abgeschlossen werden kann. Bei 20 Agenten endet deshalb die Vorstellungssuche innerhalb des ersten Zeitschritts. Allerdings bestätigen die Agenten noch einige Zeiteinheiten lang die gemeinsame Meinung, ehe diese auch vorgeschlagen und akzeptiert wird. Aus diesem Grund ist im Vergleich mit fünf Agenten keine Beschleunigung der Entscheidungsfindung zu beobachten. Men-

schen könnten eventuell etwas eher erkennen, daß ein Gruppenkonsens vorliegt, und entsprechend früher diesen vorschlagen.

Bei der Szenariogruppe Block formieren sich mit steigender Agentenanzahl die Meinungsblöcke schneller. Die ungebundenen Agenten bilden keine gemeinsame Meinung aus, und unterstützen deshalb in wechselnder Stärke die beiden Blöcke.

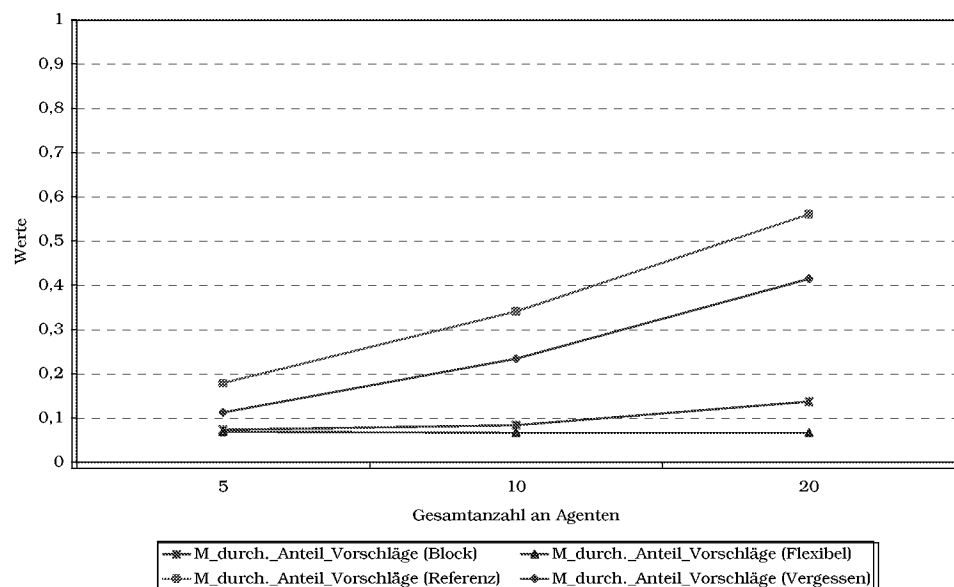


Abbildung 82: Anteil der gemachten Vorschläge in bezug auf die Anzahl möglicher Vorschläge unter Variation der Agentenanzahl.

Mit steigender Agentenanzahl können aus statistischen Gründen mehr Vorschläge gemacht werden. Dadurch wird der Lösungsraum, d.h. die Anzahl möglicher Vorschläge, stärker abgedeckt (Abbildung 82). In der Literatur ist dieser Effekt bekannt [vgl. z.B. Schneider 1985, S. 208 ff.].

Die Szenariogruppe Flexibel macht unabhängig von der Agentenanzahl pro Zelle nur zwei Vorschläge. Der erste Vorschlag ist der Startvorschlag, mit dem die Aushandlung eröffnet wird, und als zweites wird die gemeinsame Vorstellung vorgeschlagen. Deshalb verändert sich die Lösungsraumdurchmusterung mit der Agentenanzahl nicht. Sowohl die Szenariogruppe Vergessen wie auch Referenz versucht eine Mehrheit nicht durch eine gemeinsame Vorstellung, sondern durch Testen, ob Vorschläge mehrheitsfähig sind, zu erreichen. Kommentare begleiten diese Suche lediglich. Eine bessere Lösungsraumexploration kann bei steigender Agentenanzahl dann stattfinden, wenn die Suche nach einer Mehrheit durch Austesten der Mehrheitsfähigkeit bestimmt ist und nicht auf einer geteilten Vorstellung beruht.

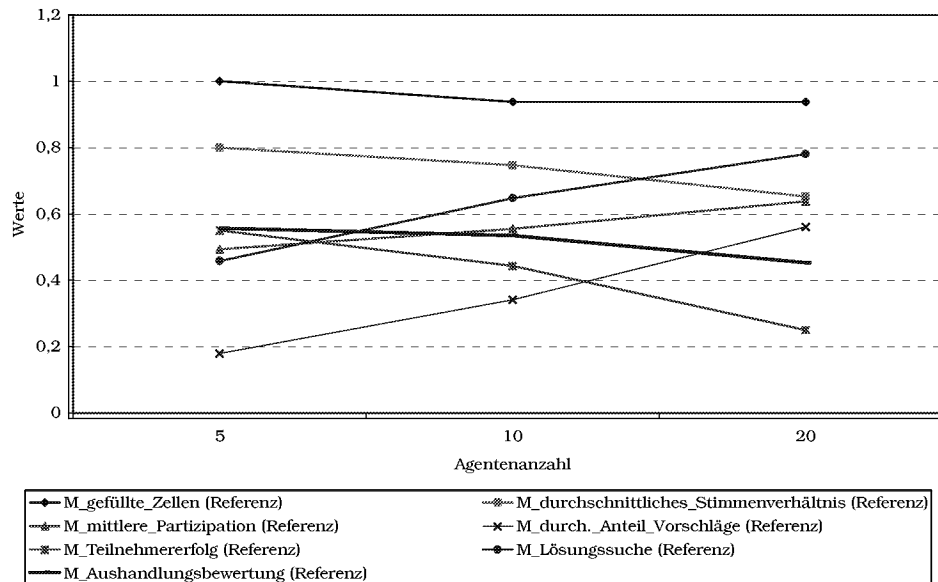


Abbildung 83: Entwicklung ausgewählter Meßfühler der Szenariogruppe Referenz bei steigender Agentenanzahl.

Was bewirkt die in Abbildung 81 zu sehende sinkende Aushandlungsbewertung bei der Szenariogruppe Referenz? Wie Abbildung 83 zeigt, steigen einige Meßfühlerwerte mit der Anzahl an Agenten an. Allerdings sinkt die mittlere Partizipation und die mittlere Zustimmung. Beide sind für das Absinken der Aushandlungsbewertung verantwortlich. Die Agenten einigen sich nicht auf eine gemeinsame Vorstellung, weshalb zu jedem Zeitpunkt der Aushandlung eine Vielzahl von unterschiedlichen Vorstellungen besteht. Die Stimmen können sich über mehr Vorschläge verteilen, weshalb die Stimmanzahl für den angenommenen Vorschlag sinken kann. Aus dem gleichen Grund weichen die Vorstellungen von

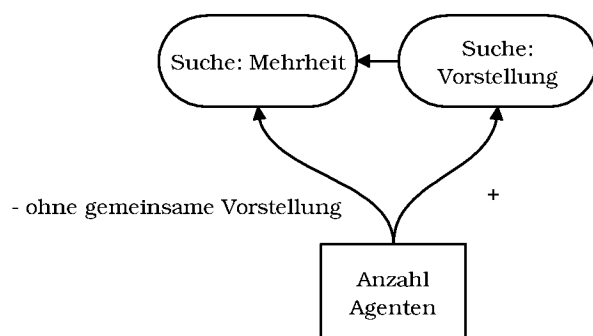


Abbildung 84: Relationen zwischen Parametern und Agentenverhalten bezogen auf die Agentenanzahl. Mit „+“ sind verstärkende und mit „-“ schwächende Relationen bezeichnet.

immer mehr Agenten von dem Aushandlungsergebnis ab, d.h. der Teilnehmererfolg sinkt. Weil die Szenariogruppe Referenz sich nicht auf eine gemeinsame Vorstellung einigen kann, steigt die Vorstellungsheterogenität mit der Agentenanzahl an. In der Folge sinkt die Zustimmung zum Aushandlungsergebnis.

Zusammenfassend wird durch eine steigende Agentenanzahl die Suche nach

einer gemeinsamen Vorstellung gefördert. Wenn allerdings die Mehrheitssuche auf Versuch und Irrtum basiert und nicht auf einer gemeinsamen Vorstellung, wird diese Suche mit zunehmender Agentenanzahl schwieriger.

Fazit

Eine steigende Agentenanzahl verringert die Suchzeit nach einer gemeinsamen Vorstellung, weil pro Zeiteinheit mehr Weltbilder dargelegt werden können. Dieses gilt nur, wenn ausreichend Zeit für Wahrnehmung der Kommentare vorhanden ist. Die Agenten dürfen nicht um die Aufmerksamkeit des Rezipienten kämpfen müssen.

Wenn die Mehrheitssuche nicht auf einer gemeinsamen Vorstellung aufbaut, sondern durch Austesten der Mehrheitsfähigkeit von Vorschlägen bestimmt wird (Versuch und Irrtum), bewirkt eine steigende Teilnehmeranzahl, rein statistisch, eine bessere Lösungsraumexploration [Schneider 1985, S. 208 ff.]. Unterstützt wird die Lösungsraumexploration dadurch, daß doppelte Vorschläge von der Aushandlungssteuerung abgewiesen werden, und daß jeder Teilnehmer alle eingereichten Vorschläge einsehen kann. Auf der anderen Seite steigt die Vorstellungsheterogenität an, so daß die Zustimmung zum Aushandlungsergebnis abnimmt. Erst wenn die Vorstellungen durch Kommunikation angeglichen werden, wird dieser Effekt aufgehoben.

7.8 Reaktionsgeschwindigkeit

Die maximalen Partizipationsmöglichkeiten werden von der Aushandlungsdauer vorgegeben. Nicht jeder Agent kann diese ausschöpfen. Beispielsweise hat ein Agent weniger Zeit für die Aushandlung, als die anderen Agenten, so daß er nur jeden zweiten Zeitschritt partizipiert. Die individuellen Partizipationsmöglichkeiten werden durch den Parameter *Reaktionszeit* bestimmt, der angibt, wie viele Zeiteinheiten zwischen zwei Handlungen liegen müssen. Dauert die Aushandlung einer Zelle beispielsweise neun Zeiteinheiten, exklusive Auszählung, kann ein Agent mit einer Reaktionszeit von zwei nur vier Handlungen durchführen.

Welche Auswirkungen auf die Aushandlungsbewertung entstehen, wenn Agenten einer Gruppe unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeiten aufweisen? Eine Antwort sucht dieses Kapitel. Diese Untersuchung steht im Zusammenhang mit der Betrachtung der Aushandlungsdauer (Kapitel 7.4.1), weil erst beide Parameter zusammen bestimmen, wie viele Partizipationsmöglichkeiten ein Agent hat.

Die Reaktionszeit ist individuell, so daß in einer Gruppe Agenten unterschiedliche Partizipationsmöglichkeiten haben können. Um den Einfluß der Reaktionszeit auf die Aushandlungsbewertung zu untersuchen, sind Gruppen mit nur einer Agentendefinition (Flexibel und Boykott) geeigneter als Gruppen mit unterschiedlichen Agenten (Vergessen, Referenz und Block). Die Reaktionszeit kann den Einfluß von Persönlichkeitsmerkmalen verstärken oder schwächen, so daß die beobachteten Effekte nicht eindeutig der Reaktionszeit zugeschrieben werden können. Im folgenden werden deshalb

nur die Szenariogruppen Flexibel und Boykott betrachtet. Zum einen wird untersucht, welchen Einfluß der Anteil an Agenten mit verminderten Partizipationsmöglichkeiten auf die Aushandlungsbewertung hat, indem die Anzahl der Agenten mit einer Reaktionszeit größer als Null erhöht wird. Weiterhin wird der Parameter *Reaktionszeit* mit den Werten Drei und Fünf betrachtet. Bei einer Reaktionszeit von Null und einer Aushandlungsdauer von 10 Zeiteinheiten (Basiskonstellation), kann jeder Agent maximal Neun Handlungen durchführen. Die zehnte Zeiteinheit wird von der Aushandlungssteuerung für die Auswertung verwendet. Eine Reaktionszeit von Drei Zeiteinheiten reduziert auf Drei und eine Reaktionszeit von Fünf auf Zwei Handlungsmöglichkeiten.

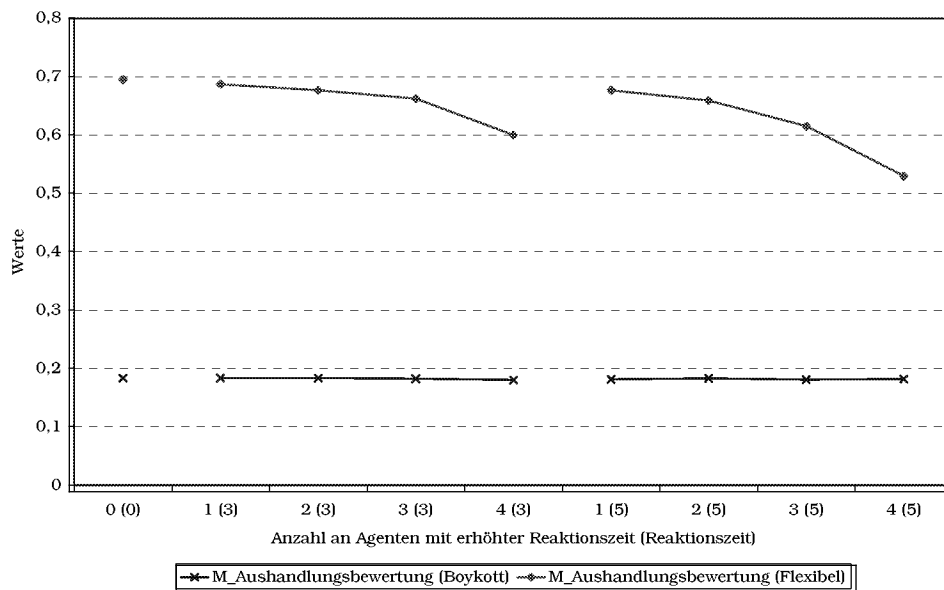


Abbildung 85: Aushandlungsbewertung unter Variation der Reaktionszeit (in Klammern) und der Anzahl an Agenten mit erhöhter Reaktionszeit.

Abbildung 85 zeigt die Veränderung der Aushandlungsbewertung in Abhängigkeit von der Anzahl an Agenten mit erhöhter Reaktionsgeschwindigkeit und in Abhängigkeit von der Höhe der Reaktionsgeschwindigkeit. Es überrascht nicht, daß die Szenariogruppe Boykott keine Veränderung in der Aushandlungsbewertung zeigt, weil nach dem Startvorschlag keine Partizipation stattfindet. Die Reaktionszeit reduziert damit keine Partizipation. Lediglich für die Szenariogruppe Flexibel verringert sich die Aushandlungsbewertung bei zunehmender Anzahl an Agenten mit verringerten Partizipationsmöglichkeiten. Je größer die Reaktionszeit ist, desto stärker verringert sich die Aushandlungsbewertung, falls mindestens drei Agenten von der Reaktionszeit betroffen sind.

Abbildung 87 zeigt den Extremfall von vier Agenten mit einer Reaktionszeit von fünf Zeiteinheiten. Die Agenten machen nur Vorschläge und äußern ihre

Meinung. Sie stimmen selten einem Vorschlag zu. Dadurch kann die Mehrheitssuche nicht erfolgreich sein. Allgemein geht der Anteil an gefüllten Zellen und die durchschnittliche Zustimmung zurück (Abbildung 86).

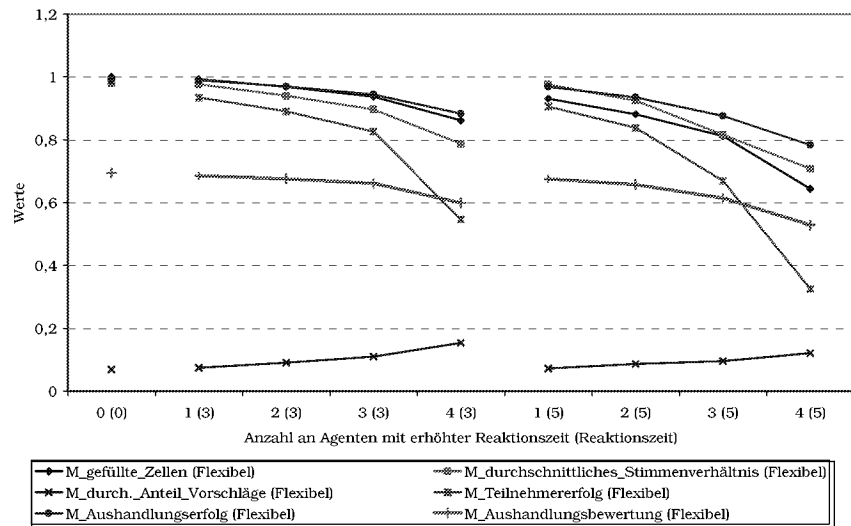


Abbildung 86: Meßfühler für die Szenariogruppe *Flexibel* unter Variation der Reaktionszeit (in Klammern) und der Anzahl an Agenten mit erhöhter Reaktionszeit.

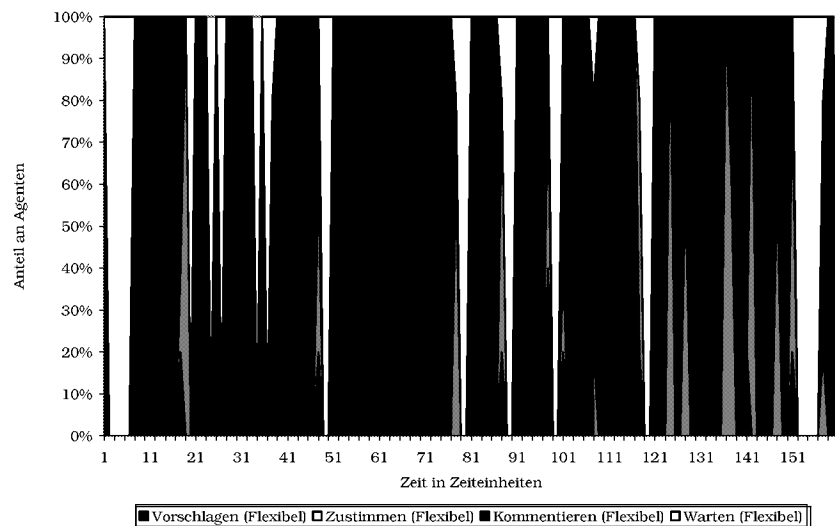


Abbildung 87: Anteil an Agenten bei verschiedenen Handlungsarten im ersten Lauf der Szenariogruppe *Flexibel*, wenn vier Agenten eine Reaktionszeit von fünf haben. Die Zeitpunkte der Stimmzählung sind weggelassen worden.

Fazit

Wie erwartet verringert die Reaktionsgeschwindigkeit die Partizipationsmöglichkeiten. Das Ausmaß hängt davon ab, wie viele Partizipationen für eine erfolgreiche Beendigung beider Suchen notwendig sind. Die Untersuchung ergibt, daß für jede Suche mindestens zwei Partizipationsmöglichkeiten existieren müssen, d.h. zusammen sollte ein Agent vier mal agieren können. Eine Übertragung dieser Zahl auf die reale Welt ist problematisch, weil das Modell nicht mit realen Gruppen kalibriert worden ist. Allerdings dürfte die qualitative Beobachtung auf die Realität übertragbar sein.

7.9 Anwendung auf die neue Gruppe „Moderation“

Können die Ergebnisse der vorgegangenen Kapitel auch auf andere Gruppen übertragen werden? Am Beispiel einer neuen Gruppe wird demonstriert, wie diese sich in das Verhaltensspektrum der fünf Szenariogruppen einordnen läßt. Gleichzeitig zeigt diese Gruppe, daß die gefundenen Hypothesen über die fünf Szenariogruppen hinaus Gültigkeit haben.

Moderation ist ein bekanntes Verfahren, um Gruppenentscheidungen und Gruppendiskussionen zu strukturieren. Ein Moderator ist dabei ein ausgezeichnetes Gruppenmitglied, das die Entscheidungsfindung der anderen Gruppenmitglieder inhaltlich und formell unterstützen soll. Die formelle Unterstützung wird durch das HAP übernommen, so daß die Rolle des Moderators auf die inhaltliche Unterstützung beschränkt wird. Für die Simulation wird eine neue Gruppe „Moderation“ zusammengestellt. Bis auf die Beziehung zum und vom Moderator haben die Gruppenmitglieder keine differenzierte Gruppenstruktur. Der Moderator genießt die *Loyalität* der anderen Gruppenmitglieder (Abbildung 88). Er ist Meinungsführer (Abbildung 89) und betrachtet alle anderen Gruppenmitglieder als Experten (Abbildung 88). Die Unterstützungsstruktur ist nicht ausgeprägt. Für die Zusammensetzung der Gruppe werden aus den anderen Szenariogruppen willkürlich ein bis zwei Agenten herausgegriffen:

- „H“ und der „Moderator“ (vormals „T“) aus der Szenariogruppe Referenz,
- „Blo1“ aus der Szenariogruppe Block,
- „Fle1“ aus der Szenariogruppe Flexibel und
- „Ve4“ aus der Szenariogruppe Vergessen.

Aus der Szenariogruppe Boykott wird kein Agent entnommen, weil diese Agenten nach Definition ausschließlich passiv sind, und deshalb nicht aktiv zur Aushandlung beitragen. Die Belegung der Parameter ist im Anhang 10.5.2 zu finden.

Der Agent „Moderator“ befindet sich teilweise in einer ähnlichen Position wie der Agent „Fle1“ in der Szenariogruppe Block (Abbildung 33). Die Expertenstatusstruktur ist für beide Agenten gleich, wobei in der Gruppe Moderation keine Blöcke existieren. Unterschiede liegen in der Leadershipstruktur und der Loyalitätsstruktur.

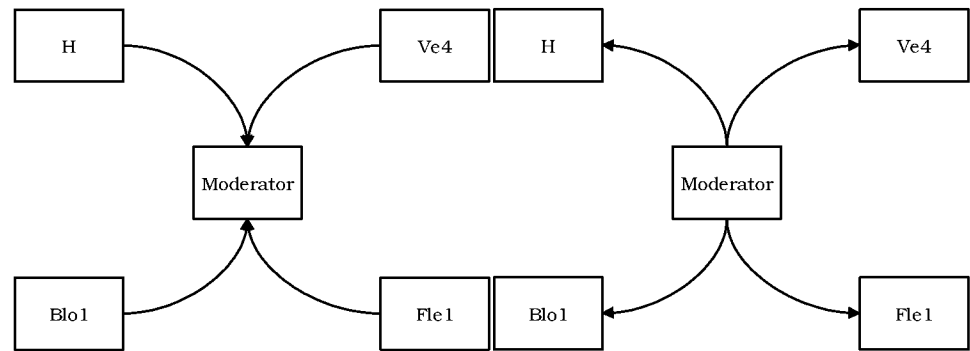


Abbildung 88: Loyaltätsstruktur (links) und Expertenstatusstruktur (rechts) der Gruppe Moderation. Werte kleiner gleich 0,5 sind aus Übersichtsgründen nicht aufgetragen. Dünne Linien repräsentieren Werte von 0,75 und dicke Linien von 1,00.

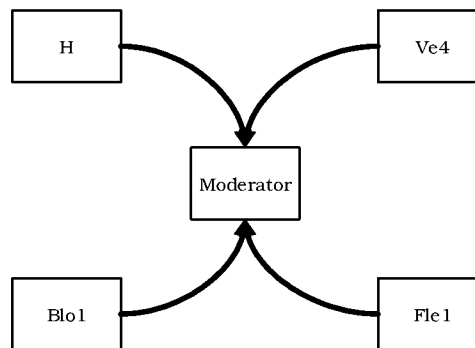


Abbildung 89: Leadershipstruktur der Gruppe Moderation. Werte kleiner gleich 0,5 sind aus Übersichtsgründen nicht aufgetragen. Dünne Linien repräsentieren Werte von 0,75 und dicke Linien von 1,00.

Ähnlich wie die Szenariogruppe Referenz dauern die Aushandlungen aufgrund der erneuten Aushandlungen unterschiedlich lang. Der längste Lauf dauert 300 Zeiteinheiten. Dabei wird eine Aushandlungsbewertung von 0,4148 erreicht. Um die Standardabweichung berechnen zu können muß ein Zeitpunkt verwendet werden, zu dem in mehreren Läufen die Aushandlung noch nicht beendet ist. Zum Zeitpunkt 230 sind Aushandlungen in vier Läufen noch nicht beendet, so daß die Berechnung der Standardabweichung möglich ist. In zwei von den vier Läufen ist die Gesamtaushandlung noch nicht beendet, weil mehr Wiederholungen gewünscht worden sind. Diese vier Läufe erreichen eine durchschnittliche Aushandlungsbewertung von 0,4711 mit einer Standardabweichung von 0,0067. Von der Aushandlungsbewertung ist diese Gruppe mit der Szenariogruppe Block vergleichbar.

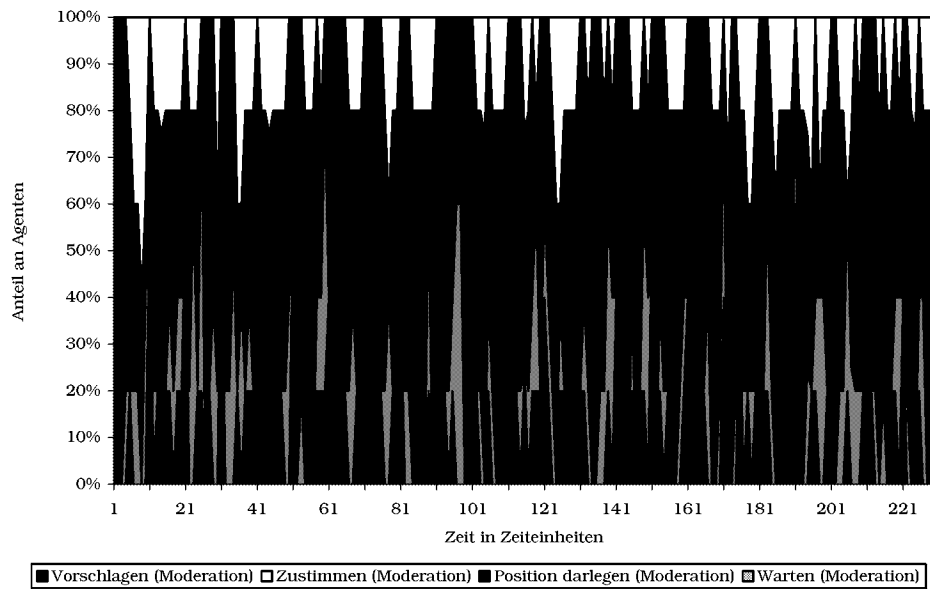


Abbildung 90: Verteilung der Handlungswahlen im ersten Lauf der Basiskonstellation der Gruppe „Moderation“. Die Zeitpunkte der Stimmzählung sind weggelassen worden.

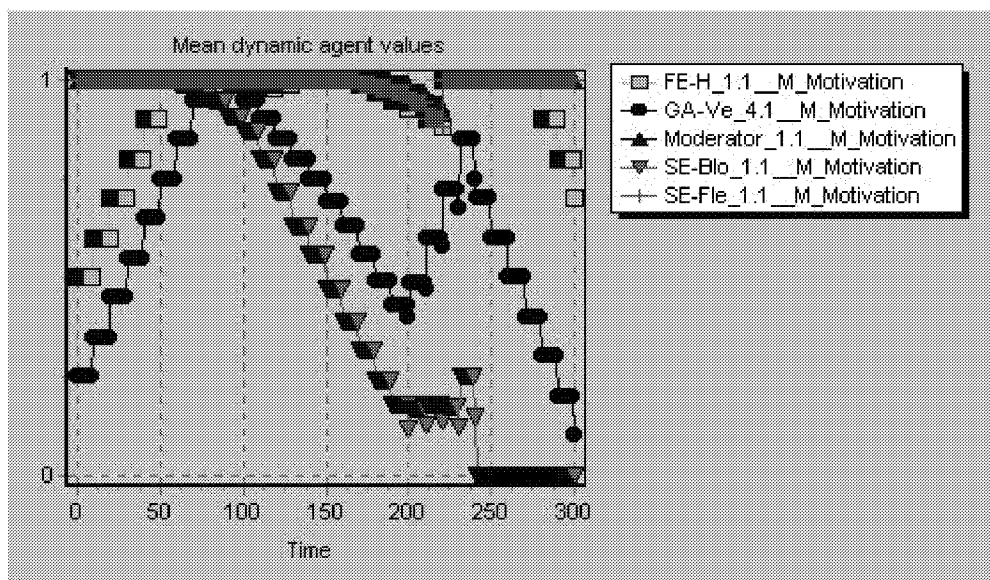


Abbildung 91: Veränderung der durchschnittlichen Motivation in der Gruppe „Moderation“. Diese Grafik wurde mit einer Selbst entwickelten Datenvisualisierungskomponente erzeugt.

Stimmt auch die innere Dynamik überein? Eine genauere Einordnung erlaubt das Muster der Handlungswahlen. Abbildung 90 zeigt exemplarisch die Verteilung der Handlungswahlen im ersten Lauf. Die Handlungsalternative „alle Vorschläge ablehnen“ spielt keine große Rolle, und wird deshalb nicht weiter betrachtet. Etwa vier Agenten beteiligen sich in jeder Zeiteinheit. Jede Aushandlung wird durchgehend von Kommentaren begleitet. Diese bilden den Hintergrund für die Vorschläge und Zustimmungen. Vorschläge werden während der gesamten Aushandlung gemacht, d.h. eine Konzentration auf bestimmte Zeitpunkte während der Aushandlung, wie bei den Szenariogruppen Boykott, Flexibel und Vergessen, geschieht nicht. Zustimmungen werden teilweise am Aushandlungsbeginn oder aber auch am Ende gegeben, so daß kein Muster erkennbar ist, d.h. die Mehrheitssuche und die Vorstellungssuche laufen verschränkt ab. In den ersten 200 Zeiteinheiten werden in der Szenariogruppe Block ebenfalls Vorschläge während der gesamten Aushandlung einer Zelle eingebracht. Zustimmungen folgen auch hier keiner Regel und die Aushandlungen werden von vielen Kommentaren begleitet. Der Anteil von Warten ist aber deutlich geringer, steigt aber mit abnehmender Motivation an. Nach etwas mehr als 200 Zeiteinheiten ist die Motivation von vier Agenten in der Szenariogruppe Block auf Null gefallen (Abbildung 70). Die Gruppe wird passiver. Bezüglich der ersten 200 Zeiteinheiten verhalten sich die Szenariogruppen Block und Moderation ähnlich, wobei in letzterer die Motivation weniger stark absinkt (Abbildung 91). Bei lediglich zwei Agenten sinkt die mittlere Motivation auf Null, bei einem weiteren erst in den letzten Zeiteinheiten und für zwei Agenten ist sie immer größer als 0,7. Dabei darf nicht vergessen werden, daß nur zwei Läufe länger als 230 Zeiteinheiten dauern, d.h. bei den restlichen acht Läufen haben alle Agenten eine Motivation größer als Null. Im Gegensatz dazu weisen vier Agenten der Szenariogruppe Block bereits nach ca. 100 Zeiteinheiten nur noch eine Motivation von 0,5 auf, der fünfte Agent liegt bei 0,8. In der Gruppe Moderation starten zwei Agenten mit einer Motivation von 0,5 oder kleiner, während in der Szenariogruppe Block alle Agenten bei 1,0 anfangen. Insgesamt scheint sich die Gruppe Moderation ähnlich wie die Szenariogruppe Block in der ersten Hälfte der Gesamtaushandlung zu verhalten. Allerdings benötigt die Gruppe Moderation nicht mehr als 230 Zeiteinheiten, um alle Zellen auszuhandeln, während die Szenariogruppe Block bis zu 480 Zeiteinheiten benötigt.

Am Beispiel des Parameters *Aushandlungsdauer* wird hier vorgeführt, daß die Vermutung zutrifft, die Szenariogruppe Block und die Gruppe Moderation verhielten sich ähnlich. Die Aushandlungsdauer ist ein zentraler Parameter, weil sie die Partizipationsmöglichkeiten, die auf beide Suchprozesse einwirken, bestimmt (vgl. Kapitel 7.4.1). Für die Gruppe Moderation wird aufgrund der unterschiedlichen Lauflängen nur der längste Lauf berücksichtigt, d.h. es liegt für jede Einstellung des Parameters *Aushandlungsdauer* nur ein Lauf vor. Die Standardabweichung kann deshalb nicht berechnet werden. Abbildung 92 zeigt eine Gegenüberstellung der Szenariogruppe Block und der Gruppe Moderation. Auf der x-Achse ist die Aushandlungsdauer und auf der y-Achse die Aushandlungsbewertung aufgetragen. Die Aushandlungsbewertung für eine Aushandlungsdauer von 14 kann ein Ausreißer sein. In die Berechnung des Wertes ist nur ein Lauf eingegangen. Zum Zeitpunkt 378,

an dem noch drei Läufe vorliegen, beträgt die Aushandlungsbewertung 0,4380 mit einer Standardabweichung von 0,0120, d.h. sie liegt etwa auf der Höhe der Aushandlungsbewertung für eine Dauer von vier Zeiteinheiten. Für beide Gruppen steigt die Aushandlungsbewertung zwischen einer Dauer von vier und acht Zeiteinheiten an. Anschließend verläuft sie – bis auf die zufälligen Schwankungen – konstant. Damit reagiert die Gruppe Moderation in vergleichbare Weise wie die Szenariogruppe Block. Unterschiede zur Szenariogruppe Block bestehen in der größeren Aushandlungsbewertung und der kürzeren Gesamtaushandlungszeit.

Ein Vergleich zwischen dem Verhalten der Gruppe Moderation und der Szenariogruppe Block bezüglich der in diesem Kapitel vorgestellten Experimenten zeigt, daß beide Gruppen ein qualitativ vergleichbares Verhalten aufweisen (Anhang 10.5.5).⁷⁵ Darüber werden aufgestellten Hypothesen durch die Gruppe Moderation bestätigt.

Neue Gruppen lassen sich damit in das Verhaltensspektrum der fünf Szenariogruppen einordnen. Die Szenariogruppen repräsentieren nicht das gesamte Spektrum möglicher Verhaltensweisen, denn dieses ist wesentlich umfangreicher (vgl. Kapitel 7.2). Es wird deshalb auch Gruppen geben, die sich nicht einordnen lassen. Eine vollständige Typologie des Gruppenverhaltens ist mit dieser Arbeit nicht beabsichtigt und kann aufgrund der großen Anzahl an Möglichkeiten auch nicht erfolgen.

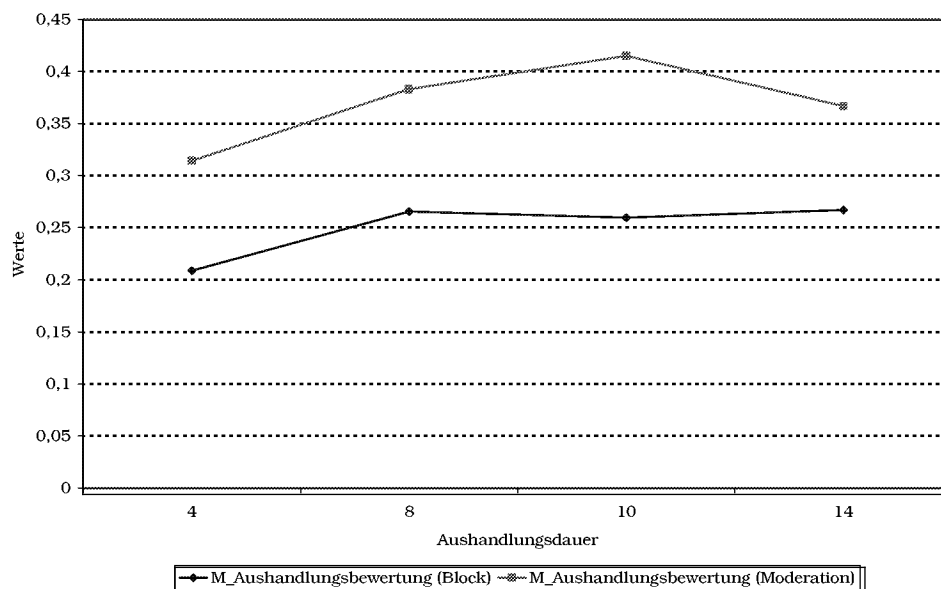


Abbildung 92: Veränderung des Meßfühlers „Aushandlungsbewertung“ unter Variation der Aushandlungsdauer bei den Szenariogruppen Block und Moderation.

⁷⁵ Teilweise ist pro Bildpunkt nur ein Lauf berücksichtigt, so daß die beobachteten Schwankungen im Allgemeinen zufällig sind.

7.10 Zusammenfassendes Fazit

Die in diesem Kapitel vorgestellten Simulationsergebnisse haben wissenschaftstheoretisch den Status von Hypothesen. Zwar scheint sich das Modell SAM plausibel zu verhalten (vgl. Kapitel 6), validiert im strengen Sinn ist es aber nicht. Aufgrund der großen Anzahl an Parameter und deren teilweise unmöglichen empirischen Messung, bleibt eine vollständige Validierung undurchführbar. Die mit SAM durchgeführten Analysen sollen deshalb als Ausgangspunkt für weitere empirische Überprüfungen dienen. Mit Einschränkungen lassen sich erste Empfehlungen für das HAP herleiten.

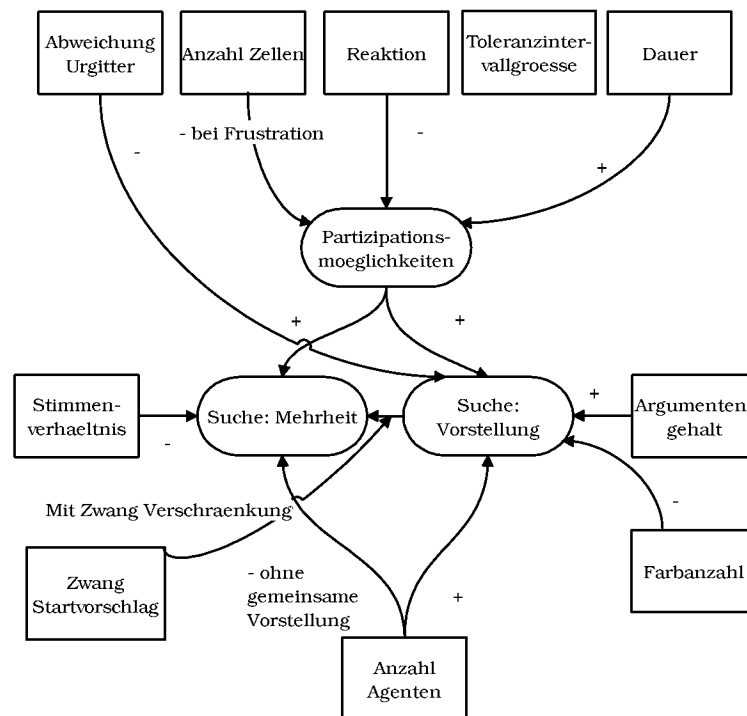


Abbildung 93: Relationen zwischen Parametern und Agentenverhalten. Mit „+“ sind verstärkende und mit „-“ schwächende Relationen bezeichnet.

Abbildung 93 zeigt zusammenfassend die Relationen zwischen Parametern und dem Geschehen im Aushandlungsprozeß. Damit beschreibt sie das Geschehen innerhalb der Aushandlung einer Zelle. Die Wahl der nächsten Aushandlungsaufgabe (Zellenwahl) findet auf einer anderen Ebene statt. Der Aushandlungsprozeß wird verstanden als Verschränkung zweier Suchprozesse: nach einer gemeinsamen Vorstellung und nach einer Mehrheit. Weist eine Gruppe heterogene Vorstellungen (Abweichung Urgitter) auf oder werden pro Meinungsäußerung nur wenige Argumente dargelegt, dann wird die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung erschwert. Durch einen großen Lösungsraum (Farbanzahl) liegen die Vorstellungen im allgemeinen weit auseinander, so daß die Suche langwierig bleibt. Eine große Anzahl aktiver

Akteure beschleunigt die Suche, weil pro Zeiteinheit mehr Redebeiträge gemacht werden können. Vorausgesetzt jeder Akteur hat ausreichend Zeit alle wahrzunehmen.

Das Auszählungsverfahren (Stimmverhältnis) bestimmt, wie schwierig die Mehrheitssuche ist. Haben die Akteure keine gemeinsame Vorstellung, dann wird die Mehrheitssuche bei zunehmender Akteuranzahl schwerer. Bleibt der Zwischenstand der abgegebenen Voten geheim, empfiehlt sich eine Kopplung der Redebeiträge an zuvor abgegebenen Voten, damit die Akteure aus den Redebeiträgen den Abstimmungsstand in etwa erschließen können. Beide Suchen werden beschleunigt, wenn die Akteure ausreichende Partizipationsmöglichkeiten haben, die von der Aushandlungsdauer (Dauer) und den individuellen Reaktionsgeschwindigkeiten (Reaktion) bestimmt werden. Je größer die Anzahl der auszuhandelnden Aufgaben (Anzahl Zellen) wird, desto bedeutender wird die Motivation der Akteure zu partizipieren. Die maximale Anzahl der Lösungen (Toleranzintervallgröße), die neben der eigenen Vorstellung für einen Akteur bezogen auf das Ziel *Sicherung der eigenen Position* akzeptabel sind, hat keinen Einfluß auf die Aushandlung.

Ohne den Zwang eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu starten, laufen die beiden Suchprozesse sequentiell ab. Erst wird eine gemeinsame Vorstellung gesucht, und diese anschließend mehrheitlich angenommen. Mit Zwang werden beide Suchprozesse miteinander verschränkt.

Eine wichtige Frage ist, ob die Aushandlungssteuerung automatisch sicherstellen soll, daß alle Aushandlungsaufgaben bearbeitet werden, oder ob dieses im Ermessen der Gruppe bleibt. Solange mindestens ein Akteur hinreichend motiviert ist und jeder eine Aushandlung initiieren kann, werden alle Aufgaben von der Gruppe ohne Systemintervention verhandelt. Bei einer wiederholten Aushandlung kann die Aushandlungssteuerung das alte Ergebnis vorschlagen, sofern es existiert. Existieren in einer Gruppe Meinungsblöcke, sollte auf einen automatischen Vorschlag verzichtet werden.

Ob die Aushandlungen parallel oder sequentiell stattfinden, scheint für die Aushandlungsbewertung unerheblich zu sein. Auch wirkt die Anzahl der maximal zulässigen Wiederholungen und der Mindestabstand zwischen zwei Wiederholungen nicht auf die Aushandlungsbewertung ein. Im allgemeinen ist es auch egal, ob das Scheitern der Aushandlung für die Gruppe erstrebenswert ist oder nicht. Allerdings können Gruppen, die von einem Scheitern profitieren, die Aushandlung frühzeitig abbrechen, wenn die Aushandlungssteuerung nicht die Verhandlung aller Aufgaben erzwingt.

Weitere Gruppen lassen sich in das keineswegs vollständige Verhaltensspektrum der fünf Szenariogruppen einordnen. Dabei werden die aufgestellten Hypothesen bestätigt. Dadurch können Vermutungen über das erwartete Verhalten erzeugt werden. Zeigen zwei Gruppen Ähnlichkeiten in der Verteilung der Handlungswahlen, läßt sich annehmen, daß sie auch ähnlich auf Veränderungen der Parametereinstellungen des Verfahrens, der Aufgabe oder der Zellenwahl reagieren.

Aus den vorliegenden Untersuchungen lassen sich folgende Anwendungshinweise für das HAP verallgemeinern:

- Die Aushandlungsdauer, individuelle Reaktionsgeschwindigkeiten, Aufgabenkomplexität und Heterogenität der Vorstellungen sollen so aufein-

ander abgestimmt werden, daß ausreichend viele Partizipationsmöglichkeiten für alle Teilnehmer gegeben sind (Kapitel 7.4.1, 7.6 und 7.8).

- Das Auszählungsverfahren (Stimmverhältnis) bestimmt, wie schwierig und langwierig die Mehrheitssuche ist (Kapitel 7.4.3).
- Bleibt der Zwischenstand der abgegebenen Voten geheim, empfiehlt sich eine Kopplung der Redebeiträge an zuvor abgegebenen Voten, damit die Akteure aus den Redebeiträgen den Abstimmungsstand in etwa erschließen können (Kapitel 7.4.3).
- Haben die Akteure keine gemeinsame Vorstellung, dann wird die Mehrheitssuche bei zunehmender Akteuranzahl schwerer (Kapitel 7.7).
- Je größer die Anzahl der auszuhandelnden Aufgaben wird, d.h. desto mehr Einzelaushandlungen existieren, desto bedeutender für einen konstruktiven Verlauf wird die Motivation der Akteure zu partizipieren (Kapitel 7.5).
- Die Anzahl der Lösungen, die einem Agenten akzeptabel erscheinen, wirkt nicht auf die Aushandlungsbewertung ein (Kapitel 7.5).
- Der Zwang eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen, verschränkt die Mehrheitssuche und die Vorstellungssuche. Die Wünschbarkeit hängt vom konkreten Anwendungsfall ab (Kapitel 7.4.2).
- Solange mindestens ein Akteur hinreichend motiviert und interessiert ist und jeder eine Aushandlung initiieren kann, werden alle Aufgaben von der Gruppe verhandelt, ohne daß die Aushandlungssteuerung eine vollständige Behandlung aller Teilaufgaben erzwingen müßte (Kapitel 7.4.4).
- Bei wiederholten Aushandlung kann die Aushandlungssteuerung das alte Ergebnis vorschlagen, sofern es existiert. Existieren in einer Gruppe Meinungsblöcke und muß eine Aushandlung mit einem Vorschlag starten, sollte auf einen automatischen Vorschlag durch die Aushandlungssteuerung verzichtet werden (Kapitel 7.4.4).
- Ob die Aushandlungen parallel oder sequentiell stattfinden, scheint für die Aushandlungsbewertung unerheblich zu sein (Kapitel 7.4.4).
- Die Anzahl der maximal zulässigen Wiederholungen und der Mindestabstand zwischen zwei Wiederholungen wirkt nicht auf die Aushandlungsbewertung ein (Kapitel 7.4.4).
- Im allgemeinen ist es für die Aushandlungsbewertung egal, ob das Scheitern der Aushandlung für die Gruppe erstrebenswert ist oder nicht. Allerdings können Gruppen, die von einem Scheitern profitieren, die Aushandlung frühzeitig abbrechen, wenn die Aushandlungssteuerung nicht die Verhandlung aller Aufgaben erzwingt (Kapitel 7.4.4).

8 Einfluß von Persönlichkeitsmerkmalen und Gruppenstruktur

Im Kapitel 7 wurde der Einfluß des Aushandlungsverfahrens und der Aufgabe auf den Aushandlungsprozeß untersucht. Der Aushandlungsprozeß wurde als Verschränkung zweier Suchprozesse aufgefaßt: der Suche nach einer mehrheitsfähigen Lösung und nach einer gemeinsamen Vorstellung. Nun soll der Einfluß der Persönlichkeitsmerkmale und der Gruppenstruktur auf die beiden Suchprozesse betrachtet werden (Kapitel 8.1). Anschließend wird in Kapitel 8.2 für die Szenariogruppe Block aus Kapitel 7 exemplarisch untersucht, ob durch Veränderung der Gruppenzusammensetzung oder der Gruppenstruktur sich die Aushandlungsbewertung steigern läßt. Neben dem Gelingen und Scheitern der Suchprozesse ist die Stabilität des Ergebnisses von Bedeutung (Kapitel 8.3). Ein stabiles Ergebnis wird von den Agenten nicht erneut verhandelt, und es ist zu erwarten, daß es eher umgesetzt wird, als ein weniger stabiles. Kapitel 8.4 zieht ein zusammenfassendes Fazit.

8.1 Scheitern und Erfolg

Der Erfolg einer Aushandlung hängt, wie in Kapitel 7 dargelegt, von der erfolgreichen Suche nach einer mehrheitsfähigen Lösung ab. Diese Suche wird gefördert oder behindert durch die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung. Am besten schneidet die Szenariogruppe Flexibel ab, denn beide Suchprozesse konvergieren in dem gleichen Ergebnis. Wie muß die Gruppe zusammengesetzt werden, damit beide Suchprozesse erfolgreich sind? Welche Zusammensetzung läßt ein Scheitern erwarten? In einer realweltlichen Anwendung des HAP wäre eine Gruppenzusammensetzung, die den Erfolg beider Suchprozesse begünstigt, anzustreben. Eine Zusammensetzung, die ein Scheitern einer oder beider Suchprozesse fördert, wäre zu vermeiden. Kapitel 8.1.1 beschreibt die methodischen Vorbereitungen für die Untersuchung mit Hilfe des automatischen Experimentators (Kapitel 8.1.2).

8.1.1 Methodische Vorbereitung

Unter **GRUPPENZUSAMMENSETZUNG** wird die Komposition der agentenspezifischen Parameter zusammen mit der Gruppenstruktur verstanden. Untersucht wird im folgenden der Einfluß der Agentenparameter und der Gruppenstruktur auf den Aushandlungsprozeß.

Es sind 13 Parameter eines Agenten zu untersuchen.⁷⁶ Die Gruppenstruktur umfaßt noch einmal $4 \cdot (n^2 - n)$ Parameter für n Agenten. Zusammen definieren 145 Parameter eine Gruppe aus fünf Agenten. Das systematische Variieren aller Parameter, wie in Kapitel 7 eingeschränkt verwendet, ist bei dieser Größenordnung nicht mehr durchführbar. Ein praktikables Verfahren wird durch den automatischen Experimentator möglich (siehe Kapitel 5.3.2). Das gewünschte Ergebnis, hier das Scheitern oder Gelingen der Suchprozesse, wird dem automatischen Experimentator übergeben. Mit Hilfe eines genetischen Algorithmus sucht dieser dann nach passenden Parametereinstellungen.

⁷⁶ Einige Parameter wie die Methode der Handlungswahl werden sinnvollerweise nicht variiert.

gen. Die ermittelten Parametereinstellungen werden anschließend darauf hin untersucht, ob kritische Parameter oder typische Parametereinstellungen gefunden wurden.

Im Zentrum der Betrachtung stehen die Suchprozesse nach einer Mehrheit und nach einer gemeinsamen Vorstellung für die jeweilige Zelle. Die Mehrheitssuche mündet im Erfolgsfall in einen angenommenen Vorschlag, d.h. die verhandelte Zelle wird gefüllt. Damit ist der Meßfühler „gefüllte Zellen“ ein Maß für den Erfolg dieses Suchprozesses. Starten die Agenten mit nicht übereinstimmenden Vorstellungen (*Abweichung vom Urgitter* = 100%), dann stimmen nach einer erfolgreichen Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung die Agentenvorstellungen zu 100% überein. Diese Übereinstimmung wird von dem Meßfühler „gemeinsame Vorstellung“ gemessen. Ein Suchprozeß soll **GESCHEITERT** genannt werden, wenn der entsprechende Meßfühler Werte kleiner oder gleich 0,3 ausweist, und **ERFOLGREICH** bei Meßfühlerwerten größer oder gleich 0,7.

Wie häufig sind Erfolg und Scheitern? Durch einen Zufallsscan wird ein erster Überblick möglich. 200 Läufe werden mit zufälliger Belegung der Persönlichkeitsmerkmale aller Agenten und der Gruppenstruktur ausgeführt. Es werden die gleichen Parameter zufällig belegt, die in den folgenden Kapiteln vom automatischen Experimentator verwendet werden (siehe Anhang 10.5.3). Für jede Parameterbelegung wird aus Rechenzeitgründen nur ein Lauf durchgeführt, so daß 200 Einzelläufe vorliegen, aus denen keine Mittelwerte der Meßfühler pro Lauf berechnet werden können.

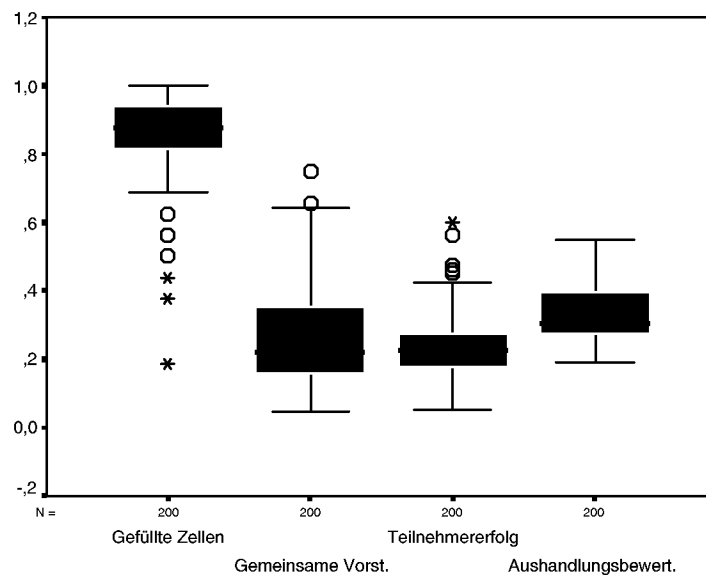


Abbildung 94: Boxplot der Meßfühler „gefüllte Zellen“, „gemeinsame Vorstellung“, „Teilnehmererfolg“ und „Aushandlungsbewertung“ für den Zufallsscan mit $N = 200$. Ausreißer und Extremwerte sind gesondert gekennzeichnet.

Der Boxplot in Abbildung 94 zeigt, daß bis auf wenige Ausnahmen mindestens 70% der Zellen gefüllt werden, d.h. die Mehrheitssuche ist zu einem hohen Prozentsatz immer erfolgreich. Die drei wichtigsten Gründe für dieses Gelingen sind der Zwang, jede Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen, die einfache Mehrheitsbedingung mit der relativen Mehrheit und der Zwang, jede Zelle auszuhandeln (vgl. Kapitel 7.4.2 und Kapitel 7.4.3). Der „Teilnehmererfolg“ und die „Aushandlungsbewertungen“ sind niedrig. Damit zeigt sich, daß die Szenariogruppen Flexibel, Vergessen und Referenz bezüglich der Aushandlungsbewertung und dem Teilnehmererfolg zu den Ausnahmen gehören. Die zugehörige deskriptive Statistik ist in Tabelle 48 zu finden. Auch scheitert die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung häufig. Beide gegensätzliche Verteilungen sind in den Histogrammen in Abbildung 95 gut zu beobachten.

Tabelle 48: Deskriptive Statistik der Meßfühler „gefüllte Zellen“, „gemeinsame Vorstellung“, „Teilnehmererfolg“ und „Aushandlungsbewertung“ für den Zufallsscan mit $N = 200$.

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Gefüllte Zellen	,19	1,00	,8428	,1591
Gemeinsame Vorstellung	,05	,75	,2563	,1339
Teilnehmererfolg	,05	,60	,2317	,0866
Bewertung Aushandlung	,19	,55	,3354	,0868

Zwischen den Meßfählern „gefüllte Zellen“ und „gemeinsame Vorstellung“ besteht keine Korrelation, d.h. aus der Kenntnis eines Meßfühlerwertes kann nicht der Wert des anderen Meßfühlers linear geschätzt werden (Tabelle 49). Der Meßfühler „Teilnehmererfolg“ korreliert mit den beiden vorgenannten Meßfählern signifikant. Mathematisch hängt der Meßfühler „Bewertung der Aushandlung“ von den Meßfählern „Teilnehmererfolg“ und „gefüllte Zellen“ ab.

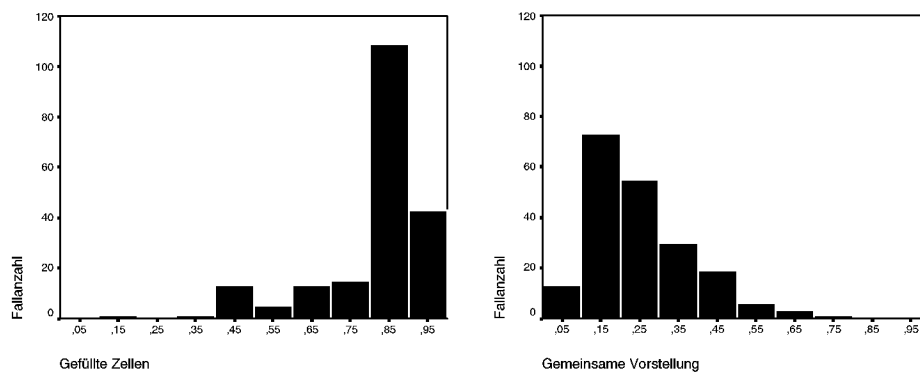


Abbildung 95: Histogramm der Meßfühlerwerte „Gefüllte Zellen“ und „gemeinsame Vorstellung“ mit $N = 200$.

Beide Suchprozesse sind lose gekoppelt, weshalb sie unabhängig voneinander scheitern oder gelingen können. Um die Bedingungen für ein Scheitern genauer zu untersuchen, werden drei verschiedene Kombinationen aus Erfolg und Scheitern der Mehrheitssuche und der Vorstellungssuche betrachtet. Einmal wird das Scheitern nur eines Prozesses untersucht, während das Ergebnis des zweiten Prozesses unberücksichtigt bleibt, d.h. der Meßfehlerwert liegt im Intervall]0,3;0,7[. Zum zweiten wird das Scheitern eines Prozesses bei gleichzeitigem Erfolg des anderen Prozesses untersucht, und als drittes das gleichzeitige Scheitern bzw. der gleichzeitige Erfolg beider Prozesse. Tabelle 50 zeigt alle sechs Kombinationen. Wenn beide Meßfehlerwerte im Intervall]0,3;0,7[liegen, dann kann weder das Scheitern noch der Erfolg mindestens eines Suchprozesses beobachtet werden, weshalb diese Möglichkeit für die Analyse nicht von Bedeutung ist.

Tabelle 49: Korrelationen zwischen den Meßfehlern „gefüllte Zellen“, „gemeinsame Vorstellung“ und „Teilnehmererfolg“ berechnet nach Kendalls Tau (Werte sind nicht normalverteilt) mit N = 200. Markierte Korrelationen sind auf dem Niveau von 0,01 signifikant (2-seitig).

		Gefüllte Zellen	Gemeinsame Vorstellung	Teilnehmererfolg
Gefüllte Zellen	Korrelationskoeffizient		-,070	,411
	Sig. (2-seitig)		,178	,000
Gemeinsame Vorstellung	Korrelationskoeffizient	-,070		,336
	Sig. (2-seitig)	,178		,000
Teilnehmererfolg	Korrelationskoeffizient	,411	,336	
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	

Im Zufallsscan sind nur drei der sechs Kombinationen zu finden (Tabelle 50), d.h. die anderen Kombinationen treten seltener als einmal bei 200 Zufallsziehungen auf. Die 200 Parameterkombinationen decken nur einen winzigen Teil des Parameterraums⁷⁷ ab. Deshalb können sie lediglich Hinweise auf Häufigkeiten geben. Die häufigste Kombination beider Suchprozesse ist die erfolgreiche Suche nach einer Mehrheit ohne gemeinsame Vorstellung. Der automatische Experimentator soll mit seiner zielgerichteten Suchheuristik helfen, Konstellationen für die nicht beobachteten Kombinationen zu finden. Die folgenden Untersuchungen sollen zeigen, unter welchen Bedingungen diese Kombinationen eintreten können.

⁷⁷ Vier Agentenparameter sind boolsch und neun haben fünf Werte. Für fünf Agenten existieren $(2^4 \cdot 5^9) \cdot 5^4 \cdot (5^2 - 5) = 1,25 \cdot 10^{10}$ Kombinationen.

Tabelle 50: Häufigkeiten des Scheiterns und des Erfolges von beiden Suchprozessen im Zufallsscan mit $N = 200$. In 58 Fälle, 29%, liegen beide Meßfühlerwerte im Intervall $]0,3;0,7[$.

Kombinationen	Häufigkeit	Prozent
Mehrheit scheitert & Vorstellung in $]0,3;0,7[$	1	,5
Vorstellung scheitert & Mehrheit in $]0,3;0,7[$	20	10,0
Mehrheit erfolgreich & Vorstellung scheitert	121	60,5
Mehrheit scheitert & Vorstellung erfolgreich	0	0,0
Mehrheit scheitert & Vorstellung scheitert	0	0,0
Mehrheit erfolgreich & Vorstellung erfolgreich	0	0,0
Gesamt	142	71,0

8.1.2 Untersuchung mit dem automatischen Experimentator

Für die Anwendung des automatischen Experimentators werden die Verfahrensparameter ähnlich wie in Kapitel 7.2 gewählt. Bis auf die Konstanten werden alle Persönlichkeitsmerkmale der fünf Agenten und auch die Gruppenstruktur vom automatischen Experimentator belegt (siehe Anhang 10.5.3). Der automatische Experimentator berechnet aus Rechenzeitgründen für die Fitnessberechnung statt zehn Läufe nur zwei, aus denen die für die Fitnessberechnung notwendigen Mittelwerte errechnet werden. Vor der statistischen Analyse werden Agentendefinitionen der jeweiligen Konstellationen sortiert, so daß ähnliche Agentendefinitionen untereinander stehen (vgl. Kapitel 5.3.2).

Der automatische Experimentator benötigte insgesamt auf verschiedenen Hardwareplattformen fast 87 Maschinenstunden. Aufgrund der vorliegenden Erfahrung ist keine qualitative Änderung der Ergebnisse zu erwarten, würde mehr Rechenzeit investiert. Für die einzelnen Kombinationen der beiden Suchprozesse wurden zwischen 17 und 314 Konstellationen gefunden. Für das Scheitern beider Suchen konnten nicht genügend Konstellationen für eine statistische Auswertung gefunden werden. Aufgrund der Erfahrung aus der Einzelbetrachtung beim Scheitern der Suchen, sind keine großen Überraschungen zu erwarten.

Im Anhang 10.5.4 sind Tabellen mit den statistischen Berechnungen zu finden. Für keine Konstellation aus Tabelle 50 lassen sich allgemeine Eintrittsbedingungen angeben. Die Hauptkomponentenanalyse zu der jeweiligen Versuchskombination zeigt, daß alle Parameter relevant für das Systemverhalten sind. Abbildung 96 bis Abbildung 98 zeigen die entsprechenden Screeplots, die graphisch einen Eindruck über die Qualität der Hauptkomponenten (auch Faktoren genannt) geben (vgl. Kapitel 5.2). Die gefundenen Faktoren reduzieren die Varianz jeweils etwa um die gleiche Größenordnung (<10%). Jeder Faktor ist deshalb in etwa gleichbedeutend. Zudem werden in den Faktoren Gruppenstruktur und Persönlichkeitsmerkmale gemischt, weshalb die gefundenen Faktoren nach theoriebasierten Gesichtspunkten nicht interpretierbar sind. Dieses gilt auch für die herausgehobenen zwei bis vier Faktoren in Abbildung 96.

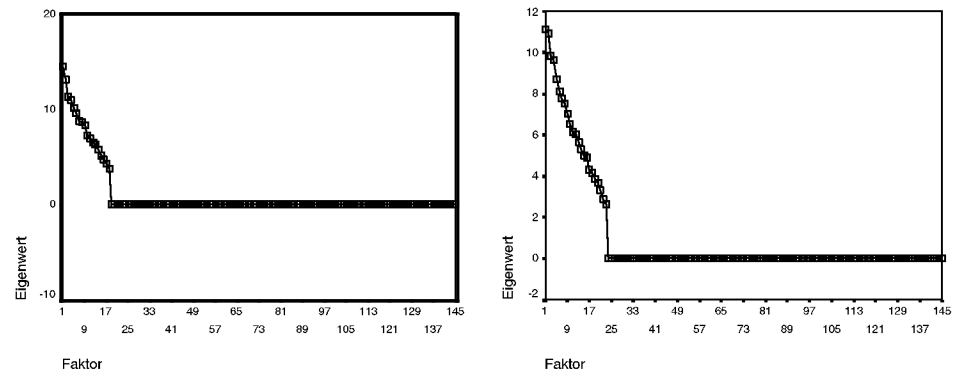


Abbildung 96: Screeplot⁷⁸ für das Scheitern der Mehrheitssuche mit 19 maximal möglichen Faktoren (links) und für das Scheitern der Mehrheitssuche bei gleichzeitigem Erfolg der Vorstellungssuche mit 24 maximal möglichen Faktoren (rechts).

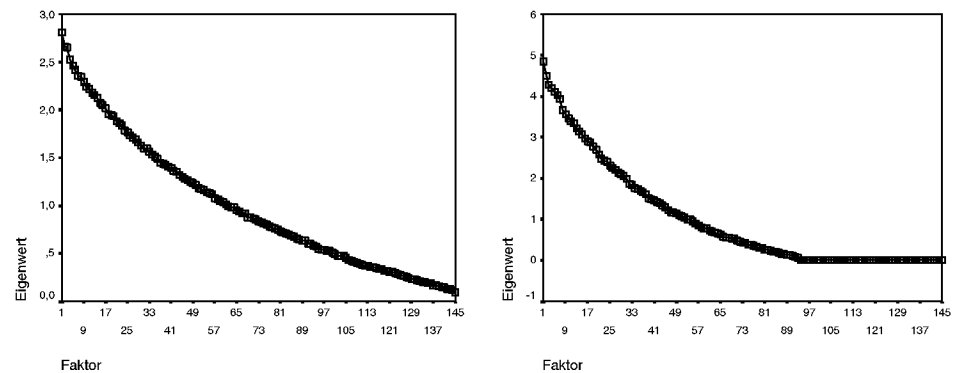


Abbildung 97: Screeplot für das Scheitern der Vorstellungssuche (links) und für das Scheitern der Vorstellungssuche bei gleichzeitigem Erfolg der Mehrheitssuche (rechts).

Weiterhin lassen sich mit der hierarchischen Clusteranalyse keine Cluster, d.h. typische Konstellationen, finden. Erst im Kontext von typischen Konstellationen macht die Suche nach relevanten Parametern, d.h. nach Parametern mit signifikant ungleichmäßig verteilten Werten, Sinn. Jeder Agent füllt in einer Gruppe eine bestimmte Rolle aus, beispielsweise „Ausgleichender“ oder „Antreiber“. Eine typische Konstellation beschreibt, welche Rollen in der Gruppe vorkommen. Das Verhalten der jeweiligen Rollen wird durch relevante Parameter und sensitive Parameter bestimmt. Ohne den Rahmen typischer Konstellationen kann die Entdeckung, daß ein Agentenparameter nur zwei Werte annehmen kann, nicht verwendet werden. ~~Es bleibt unklar, welche Rolle der entsprechende Agent ausführen soll.~~

⁷⁸ Im Screeplot lassen sich bedeutende von unbedeutenden Hauptkomponenten (Faktoren) durch Sprünge erkennen [Brühl/Zöfel 1999, S. 420]. Theoretisch sind 145 Hauptkomponenten (Faktoren) möglich. Weil nur 19 Fälle vorliegen, können maximal 19 Faktoren berechnet werden, weshalb an dieser Stelle in der Kurve ein Sprung zu erkennen ist.

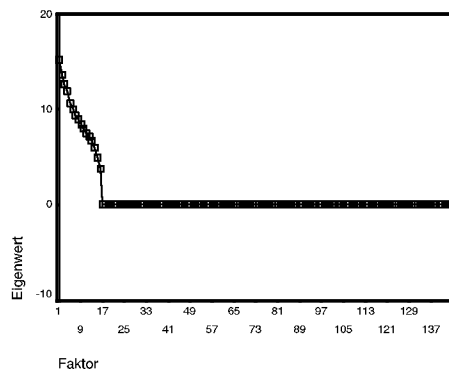


Abbildung 98: Screeplot für den Erfolg beider Suchen mit 17 maximal möglichen Faktoren.

che Rolle der entsprechende Agent ausführen soll. Agenten sind durch das Modell nicht auf Rollen in der Gruppe festgelegt, d.h. die Eigenschaften eines Agenten können durch einen anderen Agenten ausgeglichen werden.

Solange der automatische Experimentator alle Agentenparameter und die Gruppenstruktur variieren darf, kann er ungünstige Belegungen eines Parameters durch eine geschickte Belegung anderer Parameter ausgleichen. Allgemeine Bedingungen für den Erfolg oder das Scheitern der Suchprozesse können deshalb nicht gefunden werden. Es gibt damit keine Persönlichkeit bzw.

Verhaltensweisen, die für Aushandlungen mittels HAP in beliebigen Gruppenstrukturen und Gruppenzusammensetzungen ungeeignet sind. Der Erfolg oder Mißerfolg wird durch das spezifische Zusammentreffen der Persönlichkeiten in der Gruppe und ihrer Gruppenstruktur bestimmt. Die gleichen Persönlichkeiten oder Verhaltensweisen können in einer Gruppe zum Erfolg und in einer anderen zum Scheitern führen. Diese Erkenntnis bestätigt Befunde von Sader [1996]. Aushandlungen sind nur ein Teil der Tätigkeit von realen Gruppen, insofern ist die Übereinstimmung zwischen empirischen Beobachtungen und den Simulationsergebnissen nicht zu erwarten gewesen.

8.2 Einzelbetrachtung der Szenariogruppe Block

Die Angabe von allgemeinen Bedingungen für den (Miß-) Erfolg der Mehrheitssuche bzw. der Vorstellungssuche scheitert, weil Wertbelegungen eines Parameters durch eine geschickte Wahl von anderen Parameterwerten sowohl innerhalb eines als auch zwischen den Agenten ausgeglichen werden können. Zur Beurteilung der Einsatzfähigkeit des HAP muß die jeweils vorliegende Gruppenzusammensetzung nach Persönlichkeitsmerkmalen und die Gruppenstruktur betrachtet werden.

In Kapitel 7.2 wurde die Szenariogruppe Block eingeführt, die durch zwei sich gegenseitig behindernde Meinungsblöcke gekennzeichnet ist. Die Wahl der Verfahrensparameter kann die Leistung der Gruppe nur in dem Fall verbessern, indem Kommunikation – und damit auch die Blockbildung – unterbunden wird. Ohne Kommunikation findet die Vorstellungssuche nicht mehr statt, so daß eine eventuell erzielte Einigung nicht auf einer gemeinsamen Lösungsvorstellung der Gruppenmitglieder beruht, wodurch eine spätere Umsetzung erschwert werden kann. Sollte das HAP in einer solchen Gruppe besser nicht eingesetzt werden? Die Bildung von Meinungsblöcken geschieht unabhängig von dem verwendeten Aushandlungsverfahren, d.h. die Komposition von Persönlichkeitsmerkmalen und die Gruppenstruktur

fördern die Bildung von Meinungsblöcken. Eine gezielte Veränderung von Persönlichkeitsmerkmalen oder der Gruppenstruktur könnte Abhilfe schaffen. Realweltliche Maßnahmen wären Neubesetzungen bzw. Schulungen für Verhaltensänderungen oder Veränderungen der Gruppenstruktur. Wie eine solche Verhaltensänderung aussehen könnte, ist Gegenstand dieses Kapitels.

In diesem Kapitel wird beispielhaft demonstriert, wie geeignete Modifikationen ermittelt werden können. Ich will zum Nachdenken anregen, nicht eine tiefgreifende Analyse der Szenariogruppe Block vornehmen.

Variiert man anstelle der gesamten Gruppe lediglich einen Agenten, dann fällt für den automatischen Experimentator die Möglichkeit weg, Eigenschaften des einen Agenten durch Eigenschaften anderer Agenten oder der Gruppenstruktur auszugleichen. Weiterhin behalten die Agenten ihre Rollen in der Gruppe. Dadurch wird eine Clusteranalyse, wie sie in Kapitel 8.1 notwendig war, zur Identifikation der Rollen überflüssig. Aus der Entdeckung von notwendigen Parameterwerten, lassen sich Hinweise auf das Verhalten der entsprechenden Rolle, d.h. ihres ausübenden Agenten, ziehen.

Der automatische Experimentator ermittelt, welche einfachen Modifikationen an der Gruppe Block ausreichen, um die Aushandlungsbewertung, und damit die Gruppenleistung, zu verbessern. Die Szenariogruppe Block wurde als Beispiel für eine häufige Form des Mißerfolgs bei Aushandlungen gewählt: die Bildung von Meinungsblöcken. Eine simple Strategie besteht in der Entfernung eines Blockes oder eines seiner Mitglieder, so daß der verbleibende Meinungsblock die Aushandlung dominieren kann. Ich will den komplizierten, aber wissenschaftlich interessanteren Weg gehen: Wie müßte sich der fünfte Agent verhalten, damit die Aushandlungsbewertung verbessert wird? In der aus technischen Gründen Neuberechneten Basiskonstellations erreicht die Szenariogruppe Block eine Aushandlungsbewertung von durchschnittlich 0,30.⁷⁹ Wie müßte der fünfte, keinem Block zugehörige Agent, sein Verhalten, das durch die Persönlichkeitsmerkmale beeinflusst wird, ändern, damit die Aushandlungsbewertung auf beispielsweise 0,34 steigt?⁸⁰

Für den automatischen Experimentator werden die gleichen Einstellungen wie in Kapitel 8.1 verwendet (vgl. Anhang 10.5.3). Der fünfte Agent wird, wie in Kapitel 8.1 beschrieben, von dem automatischen Experimentator variiert. Nach 9,8 Stunden hat ein AMD K6-2, 200 MHz, 20 passende Konstellationen berechnet. Eine weitere Konstellation wurde auf einem AMD K6-3, 400 MHz, in zwei Stunden errechnet. Insgesamt liegen damit 21 Konstellationen zur Auswertung vor.

Alle Parameterwerte bis auf den Parameter *Rachelust* weichen signifikant von der Gleichverteilung ab, d.h. sie sind für die Verbesserung der Aushandlungsbewertung notwendig. Der Parameter *Rachelust* wird nur dann wirksam, wenn das Rachemodell eingeschaltet ist, d.h. wenn der Parameter *Rache* den Wert „Ja“ aufweist (vgl. Kapitel 3.5.2). In 20 von 21 Fällen ist das Rachemodell abgeschaltet, so daß der Parameter *Rachelust* wirkungslos ist (siehe Tabelle 51). Die beobachteten Parameterwerte decken weite Teile der jeweiligen Wertebereiche ab. Damit existiert kein kritischer Parameter, der

⁷⁹ Im Gegensatz zu Kapitel 7 wird hier nicht der Durchschnitt am Ende der Aushandlung über die längsten Läufe, sondern über alle Läufe unabhängig ihrer Länge gebildet.

⁸⁰ Der Wert wurde durch einige Testläufe als noch erreichbar ermittelt. Werte größer als 0,37 konnten nicht erreicht werden.

immer einen bestimmten Wert aufweisen muß. Tabelle 51 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Parameterwerte.

Tabelle 51: Häufigkeitsverteilung der gemessenen Parameterwerte für den fünften Agenten der Szenariogruppe Block mit einer min. Aushandlungsbewertung von 0,34. N = 21.

Parameter	0,00/Nein	0,25	0,50	0,75	1,00/Ja
Einfluß	23,8%	28,6%	28,6%	9,5%	9,5%
Kompromißbereitschaft	9,5%	9,5%	4,8%		76,2%
Rachelust	19,0%	19,0%	19,0%	14,3%	28,6%
Bindekraft	33,3%	14,3%	14,3%	14,3%	23,8%
Motivation	14,3%	42,9%	4,8%	23,8%	14,3%
Frustrationstoleranz	9,5%	14,3%	14,3%	38,1%	23,8%
Zielgewicht Position	42,9%	33,3%		19,0%	4,8%
Zielgewicht Ansehen		19,0%	14,3%	23,8%	42,9%
Zielgewicht Lösung	9,5%	28,6%	9,5%	9,5%	42,9%
Zeitdruck	66,7%				33,3%
Rache	95,2%				4,8%
Strategische Abstimmung	66,7%				33,3%
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	95,2%				4,8%

Weisen Parameter eine sehr starke Konzentration auf bestimmte Werte auf, kann angenommen werden, daß diese Werte in den meisten Fällen angenommen werden sollen. Aus ihnen lassen sich verallgemeinerte Verbesserungshinweise erzeugen, die allerdings in der Regel nur notwendig, nicht aber hinreichend sind. Exemplarisch betrachte ich die Parameter mit einer Konzentration von mehr als 66%.

Die Parameter *Rache* und *Anzahl Wiederholungen berücksichtigen* weisen in 20 von 21 Fällen den Wert „Nein“ auf. Daraus läßt sich die Empfehlung ableiten, auf Rache zu verzichten und bei der Überlegung, Zellen erneut auszuhandeln, nicht die Anzahl der bisherigen Wiederholungen zu berücksichtigen. Die beiden Meinungsblöcke in der Gruppe bieten ein hohes Blockadepotential. Als Folge sind viele Wiederholungen der gleichen Zellen notwendig. Wird die Wiederholungsanzahl nicht berücksichtigt, neigt der Agent dazu, Aushandlungen mit unbefriedigendem Ergebnis oder keiner Einigung erneut zur Aushandlung vorzusehen. Durch die eintretende Frustration bei den beiden Meinungsblöcken steigt die Wahrscheinlichkeit, daß einer seine Blockade aufgibt und eine Einigung erzielt wird.

Ohne Rachemodell stimmt der Agent nicht Vorschlägen zu, um dem Gegner dieser Vorschläge zu schaden. Zusammengefaßt mit weiteren, weniger eindeutigen Häufigkeitsverteilungen, den Zeitdruck nicht zu berücksichtigen und nicht strategisch abzustimmen, kann der Rat erteilt werden, der Agent sollte nur gemäß seiner Vorstellung abstimmen und die Anzahl an Wiederholungen ignorieren.

Wie in Kapitel 8.1 festgestellt, entscheidet die Kombination der Persönlichkeitsmerkmale und der Gruppenstruktur über den Erfolg. Schlägt man Menschen Verhaltensänderungen vor, so ist nicht ein fundamentaler Wandel gewünscht, sondern der minimale, der gerade noch ausreicht. Mit der in Kapitel 5.3.2.2 vorgeschlagenen Methode der kleinsten Quadrate wird die Ähnlichkeit der gefundenen Konstellationen mit der jeweiligen

lichkeit der gefundenen Konstellationen mit der jeweiligen Basiskonstellation berechnet. Tabelle 52 zeigt eine Gegenüberstellung der Konstellationen mit der kleinsten (4,13) bzw. größten (8,94) Ähnlichkeit zur Basiskonstellation, welche als Referenzpunkt für die Analysen dient (vgl. Kapitel 7.2).

Tabelle 52: Vergleich der Konstellationen mit größter bzw. kleinster Ähnlichkeit zur Basiskonstellation der Szenariogruppe Block mit einer min. Aushandlungsbewertung von 0,34. N = 21.

	Kleinste	Größte	Basiskonstellation
Einfluß	0,00	0,25	1,00
Kompromißbereitschaft	1,00	1,00	0,00
Rachelust	1,00	0,50	0,00
Bindekraft	0,25	0,00	0,00
Motivation	0,25	0,75	1,00
Frustrationstoleranz	0,00	1,00	1,00
Zielgewicht Position	0,00	0,00	0,50
Zielgewicht Ansehen	1,00	0,75	0,75
Zielgewicht Lösung	1,00	1,00	1,00
Zeitdruck	Nein	Ja	Ja
Rache	Nein	Nein	Ja
Strategische Abstimmung	Nein	Ja	Ja
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Nein	Nein	Ja

Der automatische Experimentator berechnet aus Performanzgründen jeweils zwei Läufe pro Parameterkonstellation. Eine erneute Simulation der Konstellationen mit der kleinsten und größten Ähnlichkeit über zehn Läufe zeigt, daß keine Konstellation eine signifikante Verbesserung der Aushandlungsbewertung gegenüber der Basiskonstellation bewirkt (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,739$ bzw. $p = 0,190$). Beide Konstellationen können unter günstigen Umständen, d.h. bei bestimmten Vorstellungsinitialisierungen und Handlungsreihenfolgen besser als die Basiskonstellation abschneiden, aber auch schlechter (vgl. Abbildung 99). Der automatische Experimentator hat zufällig bei seiner Fitnessberechnung die günstigen Umstände vorgefunden. Die Veränderung der Persönlichkeitsmerkmale reicht für eine signifikante Verbesserung der Aushandlungsbewertung nicht aus. Birgt die Gruppenstruktur mehr Potential?

Ausgehend von der Basiskonstellation für die Szenariogruppe Block wird nun die Gruppenstruktur von oder zu dem fünften Agenten von dem automatischen Experimentator nach den gleichen Einstellungen wie oben variiert. Zwei PCs (AMD K6-2, 200 MHz, und AMD K6-3, 400 MHz) benötigten zusammen 8,1 Stunden, um 19 passende Konstellationen zu ermitteln, die die Aushandlungsbewertung auf über 0,42 steigern.⁸¹

Bis auf den Parameter *Unterstützung_Fle_1* → *Blo_1*⁸² weichen alle Parameter signifikant von der Gleichverteilung ab ($p \leq 0,05$). Der Parameter *Expertenstatus_Blo_4* → *Fle_1* ist kritisch, d.h. er muß den Wert 1,00 haben, damit eine Steigerung der Aushandlungsbewertung auf 0,42 möglich wird.

⁸¹ Vorstudien haben ergeben, daß 0,42 ein ambitionierter aber erreichbarer Wert ist.

⁸² Diese Bezeichnung beschreibt die Unterstützungsrelation von „Fle_1“ zu „Blo_1“.

Tabelle 53: Häufigkeitsverteilung der Gruppenstrukturparameterwerte für die Szenariogruppe Block mit einer min. Aushandlungsbewertung von 0,42. N = 19.

	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Loyalität_Blo_1→Fle_1	15,8%	10,5%	5,3%	5,3%	63,2%
Loyalität_Blo_2→Fle_1	31,6%	10,5%	10,5%	10,5%	36,8%
Loyalität_Blo_3→Fle_1	15,8%	15,8%		15,8%	52,6%
Loyalität_Blo_4→Fle_1	21,1%	21,1%	10,5%	10,5%	36,8%
Loyalität_Fle_1→Blo_1	5,3%	10,5%	21,1%	5,3%	57,9%
Loyalität_Fle_1→Blo_2	15,8%	10,5%	5,3%	31,6%	36,8%
Loyalität_Fle_1→Blo_3	31,6%	5,3%	10,5%	5,3%	47,4%
Loyalität_Fle_1→Blo_4	21,1%	5,3%	10,5%	10,5%	52,6%
Leadership_Blo_1→Fle_1	26,3%		5,3%	10,5%	57,9%
Leadership_Blo_2→Fle_1	10,5%	15,8%	15,8%	5,3%	52,6%
Leadership_Blo_3→Fle_1	5,3%	10,5%	15,8%	15,8%	52,6%
Leadership_Blo_4→Fle_1		21,1%	31,6%	5,3%	42,1%
Leadership_Fle_1→Blo_1	31,6%	10,5%	21,1%	5,3%	31,6%
Leadership_Fle_1→Blo_2	5,3%	15,8%	15,8%	10,5%	52,6%
Leadership_Fle_1→Blo_3		21,1%	15,8%	15,8%	47,4%
Leadership_Fle_1→Blo_4	10,5%	10,5%	10,5%	31,6%	36,8%
Unterstützung_Blo_1→Fle_1	5,3%	10,5%	21,1%	5,3%	57,9%
Unterstützung_Blo_2→Fle_1	15,8%	5,3%	10,5%	15,8%	52,6%
Unterstützung_Blo_3→Fle_1	10,5%	10,5%	26,3%	5,3%	47,4%
Unterstützung_Blo_4→Fle_1		15,8%	15,8%	15,8%	52,6%
Unterstützung_Fle_1→Blo_1	15,8%	5,3%	36,8%	15,8%	26,3%
Unterstützung_Fle_1→Blo_2	5,3%	21,1%	15,8%	15,8%	42,1%
Unterstützung_Fle_1→Blo_3	10,5%	5,3%	10,5%	21,1%	52,6%
Unterstützung_Fle_1→Blo_4	15,8%	21,1%	10,5%	5,3%	47,4%
Expertenstatus_Blo_1→Fle_1				10,5%	89,5%
Expertenstatus_Blo_2→Fle_1		5,3%	5,3%	5,3%	84,2%
Expertenstatus_Blo_3→Fle_1				5,3%	94,7%
Expertenstatus_Blo_4→Fle_1					100,0%
Expertenstatus_Fle_1→Blo_1	15,8%	10,5%		15,8%	57,9%
Expertenstatus_Fle_1→Blo_2	15,8%	5,3%	36,8%	10,5%	31,6%
Expertenstatus_Fle_1→Blo_3	26,3%	26,3%	31,6%	5,3%	10,5%
Expertenstatus_Fle_1→Blo_4	47,4%	5,3%	31,6%		15,8%

Tabelle 53 zeigt eine Übersicht über die Häufigkeitsverteilung der Parameterwerte der Gruppenstruktur. Die Expertenstatusstruktur scheint eine wichtige Rolle zu spielen, insbesondere in der Beziehung der vier Agenten („Blo_x“) zu dem fünften („Fle_1“). Er wird von den Agenten „Blo_x“ als Wissender angesehen, in der Basiskonstellatation ist es umgekehrt. Dadurch scheint er deren Vorstellung beeinflussen zu können und so eine Blockbildung zu verhindern. Indem „Fle_1“ durch Veränderung der Expertenstatusstruktur aus dem Status des Unwissenden, in den Status des Wissenden befördert wird, verändert sich seine Rolle. In der Basiskonstellatation spielt er das „Zünglein an der Waage“, ohne Chance die Blockbildung zu stören. Sobald er als mehr Wissend eingestuft wird, bricht er die Blöcke auf. Er wirkt ähnlich einem Moderator, wobei er in diesem Fall nicht das Verfahren, sondern die Inhalte steuert, d.h. er wirkt über den Expertenstatus direkt auf die

Vorstellungen der anderen Agenten ein. Hier liegt der wesentliche Unterschied zur Gruppe Moderation (vgl. Kapitel 7.9), in der der Moderator nicht als Experte angesehen ist.

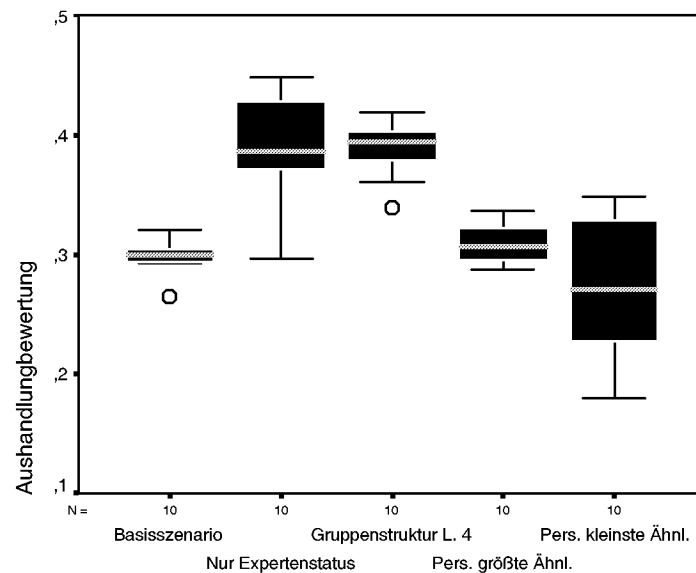


Abbildung 99: Vergleich der Aushandlungsbewertung über verschiedene Läufe in einem Boxplot mit eingezeichnetem Median.

Um die Wirksamkeit dieser Vermutung zu prüfen, wird gegenüber der Basis-konstellation nur der Expertenstatus der vier Blockagenten („Blo_x“) zu dem fünften („Fle_1“) von 0,00 auf 1,00 verändert. Diese Änderung reicht bereits für eine signifikante Verbesserung der Aushandlungsbewertung von 0,30 auf 0,39⁸³ aus (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,00$). Die zum Vergleich willkürlich ausgewählte Lösung „4“ erreicht die gleiche signifikante Steigerung. Abbildung 99 zeigt die entsprechenden Boxplots.

8.3 Stabilität von Entscheidungen

Aushandlungen müssen zu einem Ergebnis gelangen, um erfolgreich zu sein. Im HAP kann ein Ergebnis durch den Erfolg der Mehrheitssuche erreicht werden, d.h. die Suche konvergiert auf einen Vorschlag. Wenn die Aushandlungszeit zu kurz ist, kann zwar ein Ergebnis formal festgestellt werden, nämlich der Vorschlag, der zu diesem Zeitpunkt ausreichend viele Stimmen hat, allerdings könnte sich dieses Ergebnis ändern, falls die Suche fortgesetzt würde. Dieses Ergebnis wäre daher instabil. Während der Mehrheits-

⁸³ Der Wert ist niedriger als der angestrebte Wert von 0,42. Ursache ist nicht eine Fehlfunktion des automatischen Experimentators, sondern unterschiedliche Berechnungsgrundlagen. Die „0,39“ basiert auf einer Simulation von 10 Läufen, während der automatische Experimentator nur zwei Läufe aus Performanzgründen verwendet hat. Weiterhin verwendet der automatische Experimentator nur die längsten Läufe für die Mittelwertberechnung.

suche können verschiedene Vorschläge kurzfristig die notwendige Mehrheit bekommen. Solange Agenten durch Änderung ihres unterstützten Vorschlages ihre Interessen besser umgesetzt sehen, ist die Mehrheit nicht stabil. Um eine stabile Mehrheit zu erreichen, müssen genügend viele Agenten durch Zustimmung zu dem selben Vorschlag ihre Ziele erreicht sehen. Dieses wird durch die Herausbildung einer gemeinsamen Vorstellung unterstützt und als Erfolg der Vorstellungssuche bezeichnet.

Ob die Mehrheitssuche konvergiert, hängt von den jeweils spezifischen Vorstellungen, den Persönlichkeitsmerkmalen der Agenten und der Gruppenstruktur ab (vgl. Kapitel 8.1). Ein besonderer Fall der fehlgeschlagenen Konvergenz liegt vor, wenn eine feste Menge von Vorschlägen zyklisch die Mehrheit bekommen. Dieses System schwingt. Derartige Zyklen setzen voraus, daß ein Agent oder mehrere Agenten in einer bestimmten Reihenfolge Vorschläge favorisieren. Die Betrachtung erfolgt für einen Agenten, dessen Meinung schwankt. Für zwei und mehr gilt die Argumentation analog, solange diese Agenten synchron handeln. Zwei Konstellationen sind denkbar:

1. Die Vorschläge sind gleich gut, d.h. der Abstand zwischen den Vorschlägen und der Agentenvorstellung ist (fast) gleich groß. Wenn ein Vorschlag besser als die anderen wäre, würde der Agent durch Unterstützung anderer Vorschläge sich nicht besser stellen. Weiterhin muß die Unterstützungsbeziehung zu den Befürwortern der verschiedenen Vorschläge gleich groß sein. Der Agent unterstützt erst den einen Vorschlag. In der nächsten Runde stellt er fest, daß er sein Ansehen bei einer der anderen „Parteien“ durch Unterstützung ihres Vorschlages erhöhen kann, er stimmt nun diesem Vorschlag zu. Die Mehrheit verändert sich. Dieser Zyklus endet bei Aushandlungsende oder wenn weitere Vorschläge gemacht werden, die die Bedingungen der gleichen Güte und der gleich großen Unterstützungsbeziehung zu den Befürwortern der verschiedenen Vorschläge verletzen.
2. Die Vorschläge sind unterschiedlich gut. Der Agent stimmt dem Vorschlag zu, der seiner Vorstellung am nächsten kommt. Wenn dieser Vorschlag die Mehrheit hat, kann der Agent versuchen, strategisch abzustimmen. Ein sekundäres Ziel ist, daß der Agent sein Ansehen bei den Befürwortern eines der unterlegenen Vorschläge erhöhen will, in dem er seine Zustimmung ändert. Im Modell berücksichtigt der Agent nicht, daß der favorisierte Vorschlag dadurch die Mehrheit verlieren kann. Sobald mehrere Agenten synchron auf diese Weise handeln, ist die Stimme keines Agenten für die Mehrheit ausschlaggebend. Erst wenn viele ihre Zustimmung ändern, ändern sich die Mehrheiten. Sobald der Agent merkt, daß sein favorisierter Vorschlag die Mehrheit verloren hat, wird er diesem wieder zustimmen, um seine Interessen zu wahren.

Beide Konstellationen hängen von situationsabhängigen Bedingungen ab: Abstand der Vorschläge zur Vorstellung, Mehrheitsverhältnisse und Gruppenstruktur. Es gibt daher keine Gruppe, die in jeder Situation Zyklen produzieren würde. Viele Gruppen können bei einer Zelle zyklische Mehrheitsveränderungen erzeugen, aber nicht für alle Zellen. Neue Vorschläge, die durch Vorstellungsänderungen ausgelöst werden, können Zyklen beenden. Mehrheitsveränderungen sind in der Regel auf neue Vorschläge zurückzuführen, die ihrerseits Resultat von Argumentationen sind. Weil durch Argu-

mente neue Vorstellungen – und damit potentiell neue Vorschläge – erzeugt werden, kann die Mehrheit zwar über verschiedene Vorschläge „wandern“. Diese „Wanderung“ erfolgt aber nicht zyklisch, denn es sind immer neue Vorschläge.

Zyklisches Abstimmungsverhalten ist ein Aspekt von Ergebnisstabilität. Ein anderer ist die Frage, ob bei wiederholten Aushandlungen das gleiche Ergebnis erzielt wird. Eine Gruppe handele zweimal die gleiche Aufgabe aus. In beiden Fällen haben die Agenten jeweils die gleichen Weltbilder und Persönlichkeitsmerkmale. Weiterhin besteht die gleiche Gruppenstruktur. Innerhalb der Gruppe weisen die Agenten unterschiedliche Weltbilder auf. Beide Fälle unterscheiden sich in der Reihenfolge, in der die Agenten handeln. Durch die Handlungsalternative *Position begründen* können die Agenten die Vorstellungen ihrer Zuhörer verändern. Im ersten Fall kommentiere Agent A und im zweiten Fall Agent B zuerst. Angenommen sei, daß beide Agenten unterschiedliche Weltbilder haben und durch *Position begründen* die Weltbilder ihrer Zuhörer verändern können (vgl. Kapitel 3.2).

Wenn Agent A zuerst seine Position begründet, dann verändert er die Weltbilder seiner Zuhörer in einer anderen Weise, als wenn Agent B zuerst begründet hätte. Weil beide Agenten verschiedene Weltbilder haben, verwenden sie beim *Position begründen* unterschiedliche Bits, die realweltlich Argumente darstellen. Je nachdem, ob A oder B ihre *Position begründen*, entstehen bei den Zuhörern unterschiedliche neue Vorstellungen. Damit verändern sich die Weltbilder – und auch ihre Vorstellungen – der Agenten in Abhängigkeit ihrer Handlungsreihenfolge. Die unterschiedlichen Vorstellungen zwischen beiden Fällen können zu verschiedenen Aushandlungsergebnissen führen. Kurz gesagt, eine Gruppe ist ein pfadabhängiges System [vgl. Boos 1996, S. 25; Kirchmann 1985].

Wenn in einer Gruppe nicht kommuniziert wird, verändern sich die Weltbilder während der Aushandlung nicht. In diesem Fall beeinflußt die Handlungsreihenfolge der Agenten das Ergebnis nicht. Hier können pareto-optimale Lösungen⁸⁴ auftreten. Auf der anderen Seite dient Kommunikation zur Lösungsraumexploration, die ein wichtiger Aspekt für die Qualität der Aushandlung ist [vgl. Boos 1996].

Zusammengefaßt, ein zyklisches Abstimmungsverhalten kann unter ganz speziellen Bedingungen auftreten. Weil diese Zyklen abhängig von den gemachten Vorschlägen und der erfolgten Diskussion sind, können sie nur temporär auftreten und sein keine bestimmende Eigenschaft einer Gruppe. Weil Gruppen pfadabhängige Systeme sind, führe Wiederholungen von Aushandlungen, trotz identischer Parametereinstellung, zu unterschiedlichen Ergebnissen. Zufällige Einflüsse wie die Handlungsreihenfolge verändern den Verlauf der Aushandlung.

8.4 Zusammenfassendes Fazit

Allgemeine Erfolgs- oder Mißerfolgsbedingungen für Aushandlungen mit dem HAP können nicht angegeben werden, denn die spezifische Konstellation der

⁸⁴ Eine Lösung ist pareto-optimal, genau dann, wenn keine andere Lösung existiert, in der mindestens ein Beteiligter besser gestellt wird, ohne daß einer schlechter gestellt wird [Ephrati et al. 1994, S. 360].

Parameter, welche die Persönlichkeitsmerkmale und die Gruppenstruktur beschreiben, entscheidet. Es gibt keine kritischen Parameter. Auf der anderen Seite kann an dem Beispiel der Szenariogruppe Block gezeigt werden, daß durch Veränderung des fünften Agenten die Aushandlungsbewertung nicht signifikant gesteigert werden kann. Erst die Veränderung der Gruppenstruktur, insbesondere der Expertenstatusstruktur, ermöglicht eine signifikante Erhöhung. Der Nachteil von fehlenden allgemeinen Bedingungen kann als Vorteil betrachtet werden, denn das Scheitern von Aushandlungen kann u.U. durch kleine, zielgerichtete Interventionen in die Gruppenzusammensetzung oder in die Gruppenstruktur verbessert werden. Gäbe es kritische Parameter, würden diese ein Scheitern schicksalsmäßig vorgeben.

Während einer Aushandlung können verschiedene Vorschläge abwechselnd die Mehrheit erlangen. Bei einem zyklischen Abstimmungsverhalten erhalten die gleichen Vorschläge reihum die Mehrheit, beispielsweise erst Vorschlag A, dann B und C und anschließend wieder A. Ein zyklisches Abstimmungsverhalten dient nicht der Lösungsraumexploration, weil anstelle von neuen Vorschlägen immer die gleichen betrachtet werden. Je besser die Lösungsraumexploration ist, desto stärker wird das Problem durchdrungen, womit die Erwartung an eine bessere Lösung verknüpft wird [Boos 1996]. Eine analytische Betrachtung zeigt, daß es keine Gruppe geben kann, die als Merkmal ein zyklisches Abstimmungsverhalten aufweist.

9 Einordnung und Diskussion der Ergebnisse

Die planvolle Veränderung von Persönlichkeitsmerkmalen und der Gruppenstruktur für Untersuchungen ist nur durch Simulation möglich, welche bisher kaum in der Gruppenforschung und beim Einsatz von Groupware verwendet wird. Traditionell werden Labor- und Feldexperimente durchgeführt.⁸⁵ Experimente mit Menschen haben den Nachteil, daß Persönlichkeitsmerkmale und die Gruppenstruktur nur unzureichend planmäßig verändert werden können. Da nicht alle Persönlichkeitsmerkmale empirisch meßbar sind [vgl. Troitzsch 1997], haftet jeder experimentellen Gruppenzusammenstellung unkontrollierte Einflüsse an. Das Modell SAM, einem komplexen, auf sozialwissenschaftlichen Kenntnissen basierenden Simulationsmodell, ist ein Beitrag diese Einschränkungen zu überwinden. Mit Hilfe des Modells lassen sich neuen, empirisch prüfbare Hypothesen erzeugen.

Der wissenschaftliche Wert dieser Arbeit liegt zum einen in dem inhaltlichen Erkenntnisgewinn über Gruppenverhalten im Kontext der Anwendung des HAP (zweite Frage der Fragestellung). In Kapitel 9.1 werden die in den Kapiteln 7 und 8 gesammelten Erfahrungen zusammengefaßt und in den wissenschaftlichen Kontext eingeordnet.

Darüber hinaus wurden neue Methoden und Softwarewerkzeuge entwickelt, um das HAP zu untersuchen. Die neu entwickelten Methoden, die BDI-RC Agentenarchitektur und der automatische Experimentator (dritte Frage der Fragestellung), und die Simulationssoftware für SAM stellen einen methodischen Fortschritt dar (Kapitel 9.2). Kapitel 9.3 schließt mit einem Ausblick.

Die Methode, zur Untersuchung von Gestaltungsprinzipien für Software und Prozesse eine Computersimulation zu verwenden, hat sich insgesamt als brauchbar erwiesen, weil systematische Parameterstudien ohne Störeinflüsse möglich sind und weil empirisch schwer zu beobachtende Einflüsse, wie beispielsweise die Vorstellung der Akteure, studierbar werden (erste Frage der Fragestellung). Die Validität der Resultate ist allerdings schwächer als die von empirischen Beobachtungen.

9.1 Inhaltlicher Erkenntnisgewinn

Diese Arbeit will untersuchen, wie die Parameter auf die Aushandlungsgüte einwirken, welche Parameter wichtig sind und welche Gruppenkonstellationen sich besonders gut bzw. schlecht für den Einsatz des HAP eignen. In umfangreichen Untersuchungen wurden die Wirkungen aller Verfahrensparemeter des HAP untersucht und Lehren für eine Anwendung in Groupwareprodukten gezogen (Kapitel 9.1.1). Kapitel 9.1.2 setzt die erzielten Resultate in Beziehung zur sozialwissenschaftlichen Gruppenforschung und zeigt beispielsweise eine fruchtbare Anwendung von SAM zur Erklärung von widersprüchlichen empirischen Befunden. Erst durch den automatischen Experimentator ist es möglich geworden, automatisch Vorschläge für eine planmäßige Veränderung der Gruppenzusammensetzung nach frei definier-

⁸⁵ Dieser Eindruck drängt sich auf, wenn man Übersichtswerke von Schneider [1985], Zander [1979], Schäfers [1994b], Becker-Beck [1997] und Baecker [1993] studiert.

baren Kriterien zu erzeugen (Kapitel 9.1.3). Neben der in dieser Arbeit eingeführten konzeptionellen Zerlegung des Interaktionsprozesses in die Prozesse Mehrheitssuche und Vorstellungssuche stellt das Modell SAM selber einen Fortschritt in der Theorie dar (Kapitel 9.1.4).

9.1.1 Lehren für das HAP

Schwerpunkt der Untersuchung des Herrmannschen Aushandlungsprinzips [Herrmann 1995; Herrmann/Stahl 1998; 1999] ist die Wirkung der Verfahrensparameter auf den Aushandlungsprozeß (siehe Kapitel 7) (zweite Frage der Fragestellung). Für eine umfassende Analyse müßten die Wirkungen jeder Kombination von Verfahrensparametern für jede Gruppenzusammensetzung untersucht werden. Eine solche Untersuchung läuft auf ein vollfaktorielles Design hinaus, das aus mindestens 2^{95} Berechnungen bestünde. Anstatt alle möglichen Kombinationen der Gruppenzusammensetzung einzubeziehen, werden fünf Szenariogruppen betrachtet, wodurch der Rechenaufwand deutlich sinkt. Die Szenariogruppen sind so ausgewählt worden, daß einmal der praktisch auftretende Wertebereich des Meßfühlers „Aushandlungsbewertung“ abgedeckt ist und zum anderen die Vorstellungssuche und die Mehrheitssuche in den verschiedenen Szenariogruppen in unterschiedlicher Intensität und Reihenfolge durchgeführt wird.

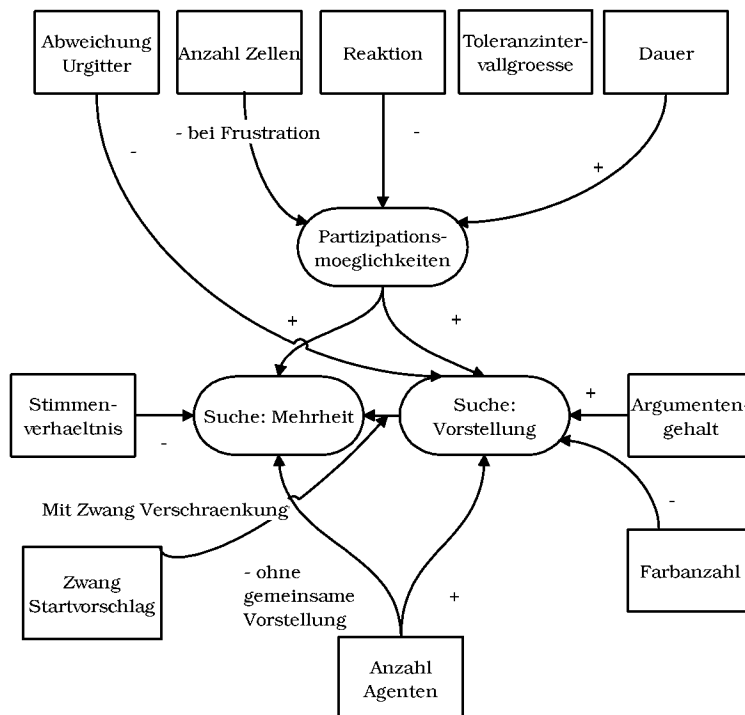


Abbildung 100: Relationen zwischen Parametern und Agentenverhalten. Mit „+“ sind verstärkende, mit „-“ schwächende Relationen bezeichnet.

Weitere Gruppen lassen sich in das Verhaltensspektrum der fünf Szenariogruppen einordnen, wie an einem Beispiel demonstriert werden konnte (vgl. Kapitel 7.9). Zeigen zwei Gruppen ähnliche Abfolgen in den Handlungswahlen und weisen die Mehrheitssuche und Vorstellungssuche eine vergleichbare Bedeutung auf, dann kann aus der Reaktion der einen Gruppe auf Veränderung von Parametern plausible Vermutungen über die Reaktion der anderen Gruppen erzeugt werden. Mit den, in dieser Arbeit verwendeten fünf Verhaltensmustern, wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Als Meßstab für die Aushandlungsgüte wird der Meßfühler „Aushandlungsbewertung“ verwendet, der entlang eines Vorschlages von Boos [1996, S. 14 ff.] konstruiert worden ist (vgl. Kapitel 5.1.1.3 und 7.1). Er berücksichtigt u.a. die Gesamtlänge der Aushandlung, die Partizipation der Agenten, die Anzahl der Vorschläge, die Zufriedenheit der Agenten und den Erfolg der Aushandlung.

Die Wirkung der Verfahrensparameter und weiterer Parameter, die nicht agentenspezifisch sind, auf die Vorstellungssuche und Mehrheitssuche zeigt Abbildung 100. Ohne den Zwang eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu starten, laufen die beiden Suchprozesse sequentiell ab. Erst wird eine gemeinsame Vorstellung gesucht, und diese anschließend mehrheitlich angenommen. Mit Zwang werden beide Suchprozesse miteinander verschränkt.

Weist eine Gruppe heterogene Vorstellungen (Abweichung Urgitter) auf oder werden pro Meinungsäußerung nur wenige Argumente dargelegt, dann wird die Suche nach einer gemeinsamen Vorstellung erschwert. Durch einen großen Lösungsraum (Farbanzahl) liegen die Vorstellungen im allgemeinen weit auseinander, so daß die Suche langwierig bleibt. Eine große Anzahl aktiver Akteure beschleunigt die Suche, weil pro Zeiteinheit mehr Redebeiträge gemacht werden können. Vorausgesetzt jeder Akteur hat ausreichend Zeit alle Beiträge wahrzunehmen.

Das Auszählungsverfahren (Stimmverhältnis) bestimmt, wie schwierig die Mehrheitssuche ist. Haben die Akteure keine gemeinsame Vorstellung, dann wird die Mehrheitssuche bei zunehmender Akteuranzahl schwerer.

Beide Suchen werden beschleunigt, wenn die Akteure ausreichende Partizipationsmöglichkeiten haben, die von der Aushandlungsdauer (Dauer) und den individuellen Reaktionsgeschwindigkeiten (Reaktion) bestimmt wird. Je größer die Anzahl der auszuhandelnden Aufgaben (Anzahl Zellen) wird, desto bedeutender wird die Motivation der Akteure zu partizipieren.

Die maximale Anzahl der Lösungen (Toleranzintervallgröße), die neben der eigenen Vorstellung für einen Akteur, bezogen auf das Ziel *Sicherung der eigenen Position* akzeptabel sind, hat keinen Einfluß auf die Aushandlung.

Die Bedeutung der Gruppenzusammensetzung wurde mit Hilfe des automatischen Experimentators untersucht. Im Vordergrund stand die Suche nach allgemeinen Bedingungen für den Erfolg oder das Scheitern der Mehrheitssuche und der Vorstellungssuche.

Es zeigte sich, daß kein Parameter in dem Sinne kritisch ist, daß Aushandlungen nur bei bestimmten Werten erfolgreich sind. Vielmehr zeigt sich, daß es auf die Kombination von Parameterwerten der Persönlichkeitsmerkmale und der Gruppenstruktur ankommt. Ungünstige Parameterwerte eines Agenten können durch günstigere eines anderen Agenten oder der Gruppen-

struktur ausgeglichen werden. Gleiches ist auch zwischen den Parametern eines Agenten möglich.

Optimale Parameterwerte können nicht angegeben werden, weil die Ergebnisse von SAM nicht auf die Wirklichkeit geeicht sind. Dennoch lassen sich einige allgemeine Hinweise angeben, deren Gültigkeit in empirischen Untersuchungen gezeigt werden müßte:

- Die Aushandlungsdauer, individuelle Reaktionsgeschwindigkeiten, Aufgabenkomplexität und Heterogenität der Vorstellungen sollen so aufeinander abgestimmt werden, daß ausreichend viele Partizipationsmöglichkeiten für alle Teilnehmer gegeben sind (vgl. Kapitel 7.4.1, 7.5 und 7.8).
- Das Auszählungsverfahren (Stimmverhältnis) bestimmt, wie schwierig und langwierig die Mehrheitssuche ist (vgl. Kapitel 7.4.3).
- Bleibt der Zwischenstand der abgegebenen Voten geheim, empfiehlt sich eine Kopplung der Redebeiträge an zuvor abgegebenen Voten, damit die Akteure aus den Redebeiträgen den Abstimmungsstand in etwa erschließen können (vgl. Kapitel 7.4.3).
- Haben die Akteure keine gemeinsame Vorstellung, dann wird die Mehrheitssuche bei zunehmender Akteuranzahl schwerer (vgl. Kapitel 7.7).
- Je größer die Anzahl der auszuhandelnden Aufgaben wird, d.h. desto mehr Einzelaushandlungen existieren, desto bedeutender für einen konstruktiven Verlauf wird die Motivation der Akteure zu partizipieren (vgl. Kapitel 7.5).
- Die Anzahl der Lösungen, die einem Agenten akzeptabel erscheint, wirkt nicht auf die Aushandlungsbewertung ein (Kapitel 7.5).
- Der Zwang eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu beginnen, verschränkt die Mehrheitssuche und die Vorstellungssuche. Der Nutzen hängt vom konkreten Anwendungsfall ab (vgl. Kapitel 7.4.2).
- Solange mindestens ein Akteur hinreichend motiviert und interessiert ist und jeder eine Aushandlung initiieren kann, werden alle Aufgaben von der Gruppe verhandelt, ohne daß die Aushandlungssteuerung eine vollständige Behandlung aller Teilaufgaben erzwingen müßte (vgl. Kapitel 7.4.4).
- Bei wiederholten Aushandlung kann die Aushandlungssteuerung das alte Ergebnis vorschlagen, sofern es existiert. Existieren in einer Gruppe Meinungsblöcke und muß eine Aushandlung mit einem Vorschlag starten, sollte auf einen automatischen Vorschlag durch die Aushandlungssteuerung verzichtet werden (vgl. Kapitel 7.4.4).
- Ob die Aushandlungen parallel oder sequentiell statt finden, scheint für die Aushandlungsbewertung unerheblich zu sein (vgl. Kapitel 7.4.4).
- Die Anzahl der maximal zulässigen Wiederholungen und der Mindestabstand zwischen zwei Wiederholungen wirkt nicht auf die Aushandlungsbewertung ein (vgl. Kapitel 7.4.4).
- Im allgemeinen ist es für die Aushandlungsbewertung egal, ob das Scheitern der Aushandlung für die Gruppe erstrebenswert ist oder nicht. Allerdings können Gruppen, die von einem Scheitern profitieren, die Aushandlung frühzeitig abbrechen, wenn die Aushandlungssteuerung nicht die Verhandlung aller Aufgaben erzwingt (vgl. Kapitel 7.4.4).

9.1.2 Verhalten in und von Gruppen

Zwischen Face-To-Face-Gruppeninteraktionen, die das traditionelle Feld der Gruppenforschung sind, und asynchronen, computervermittelten Gruppeninteraktionen, die bisher kaum untersucht wurden, bestehen einige Unterschiede (vgl. Kapitel 2.1). Die Akteure konkurrieren nicht mehr um die Redezeit, sondern bei größeren Gruppen um Aufmerksamkeit. Dem Leser kommt bei der Aufmerksamkeitskonkurrenz eine größere Bedeutung zu, weil er autonom seine Aufmerksamkeit verteilen kann. Dadurch können Gruppenmitglieder unterschiedliche Beiträge wahrnehmen. Sie haben deshalb verschiedene Sichten auf den Gruppenprozeß.

Es gibt nicht nur Unterschiede, sondern auch Gemeinsamkeiten. Sowohl computervermittelte, asynchrone wie auch Face-To-Face-Aushandlungen benötigen einen Abstimmungsmodus. Einige empirische Untersuchungen besagen, daß das Aushandlungsergebnis nicht von der notwendigen Mehrheit abhängt. Andere stellen das Gegenteil fest [Zander 1979, S. 425]. Beide Befunde lassen sich mit den durchgeführten Simulationen erklären. Ein wichtiger Faktor ist die Vorstellung der Akteure.⁸⁶ Solange das Aushandlungsergebnis von einem Großteil der Akteure unterstützt wird, ändert sich durch die Verschärfung der Mehrheitsbedingung nichts. Die Mehrheit reicht weiterhin aus. Der zweite Befund kann beobachtet werden, wenn wenige Akteure zustimmen.

Nach Schneider [1985, S. 21 ff.] gibt es eine empirische Tendenz, daß Gruppen mit heterogenen Persönlichkeitsmerkmalen besser als homogene Gruppen sind. In heterogenen Gruppen sind aber auch mehr Konflikte möglich. Es existiert noch keine befriedigende Theorie für diese Beobachtungen und die empirischen Befunden sind widersprüchlich [Schneider 1985, S. 214 ff.]. Für das Modell SAM – und vermutlich auch für die von ihm abgebildete Wirklichkeit – kann mit dem automatischen Experimentator gezeigt werden, daß sich die Persönlichkeitsmerkmale und die Gruppenstruktur gegenseitig kompensieren können. Ungünstige Persönlichkeitsmerkmale eines Akteurs können durch andere, günstigere, ausgeglichen werden. Es ist auch möglich, daß sich Persönlichkeitsmerkmale verschiedener Agenten gegenseitig kompensieren. Weiterhin können bestimmte Persönlichkeiten durch die Gruppenstruktur behindert oder gefördert werden. Propheten beispielsweise wirken erst mit einsichtswilligen Zuhörer. Allgemeine Bedingungen für den Erfolg oder das Scheitern der beiden Suchprozesse lassen sich deshalb nicht angeben. Es kommt immer auf die spezifische Konstellation der Persönlichkeitsmerkmale und der Gruppenstruktur an. Damit wird Sadlers [1996] Beobachtungen für reale Gruppen gestützt. Aushandlungen sind nur ein Teil der Tätigkeit von realen Gruppen, insofern ist die Übereinstimmung zwischen empirischen Beobachtungen und den Simulationsergebnissen nicht selbstverständlich. Aus dieser Erkenntnis folgt aber auch, daß durch geringe Veränderungen der Persönlichkeitsmerkmale oder der Gruppenstruktur eine Gruppe leistungsfähiger oder leistungsschwächer werden kann.

Ein häufig untersuchtes Thema in der sozialwissenschaftlichen Gruppenforschung ist die Frage, unter welchen Bedingungen aus Gruppenmitgliedern,

⁸⁶ Diese Erkenntnis klingt trivial, ist aber in Labor- und Feldexperimenten nur schwer zu messen, weshalb die Akteurvorstellung in der wissenschaftlichen Diskussion nur eine geringe Rolle spielt.

Führer dieser Gruppen werden. Schneider [1985, S. 161 ff.] gibt einen Überblick über verschiedene Befunde. Eine allgemein anerkannte Definition für „Führer“ existiert bisher nicht [Schneider 1985]. Schneider [1985, S. 167 Hervorhebung N.L.] schlägt nach Sichtung verschiedener Definitionen in der Literatur folgende allgemeine und umfassende Definition vor: „**FÜHRER** einer Gruppe ist, wer die von ihm als wichtig angesehenen Gruppenziele unter Einschaltung von Gruppenmitgliedern verwirklicht.“

Personen, die ohne die Mithilfe anderer Gruppenmitglieder Gruppenziele verwirklichen, sind nach dieser Definition keine Führer. In SAM ist das Lösen der Aufgabe das einzige *Gruppenziel*. Gruppenziele beschreiben die Aufgabe der Gruppe. Sie können mit den Zielen der Mitglieder in Konflikt geraten [Schneider 1985, S. 37 f.]. Einigungen in Verhandlungen benötigen die Mithilfe vieler Gruppenmitglieder durch Zustimmungen oder Enthaltungen. Wer erfolgreiche Vorschläge macht, der hilft das Gruppenziel zu verwirklichen, und sein Leadership steigt. Ein Agent mit hohem Leadership, ist deshalb ein Führer.

Führung ist mehrdimensional, d.h. es können verschiedene Führer mit unterschiedlichen „Aufgaben“ gleichzeitig in einer Gruppe agieren [Schneider 1985, S. 167]. Nach Schneider [1985, S. 168 ff.] hat die Vermutung von Slater [1955], jede Gruppe habe einen aufgabenbezogenen und einen sozioemotionalen Führer, breite empirische Unterstützung erfahren. Girsensohn-Marchand [1994, S. 73 ff.] schränkt den Befund auf Gruppen ein, in denen ein Führer nicht formal vorgegeben wird. Das in SAM implementierte emotionale Modell der Agenten reicht für eine Ausbildung eines sozioemotionalen Führers nicht aus.

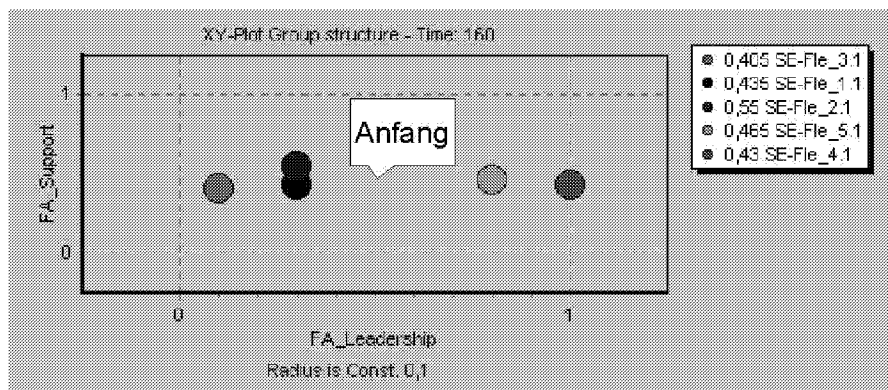


Abbildung 101: Darstellung der Gruppenstruktur in den Dimensionen Leadership und Unterstützung am Ende des ersten Laufs der Basiskonstellation der Szenariogruppe Flexibel. Alle Agenten starten im Punkt (0,5;0,5), der mit „Anfang“ bezeichnet ist.⁸⁷

Der aufgabenorientierte Führer zeichnet sich durch hohe Leadershipwerte aus. Im ersten Lauf der Basiskonstellation der Szenariogruppe Flexibel wur-

⁸⁷ Die Punkte stellen Mittelwerte der Beziehungen der anderen Agenten zum dargestellten Agenten dar (vgl. Gruppenstrukturpräfix „FA“, Kapitel 5.1.2).

de der Agent „Fle4“ zum Führer (Abbildung 101). Welcher Agent die Führung erlangt, ist von Lauf zu Lauf verschieden. Weil die Gruppenstruktur keinen Agenten weder positiv noch negativ auszeichnet und alle Agenten die gleichen Persönlichkeitsmerkmale haben, bestimmt die Verteilung der Vorstellungen und die Handlungsreihenfolge die Chancen. Ein Agent der zufällig als erster in der ersten Aushandlung den erfolgreichen Vorschlag gemacht hat, wird verstärkt als Führer angesehen. Dadurch steigt die Bereitschaft der anderen Agenten, in den späteren Aushandlungen seinen Vorschlägen zuzustimmen. Zwar ist der Wert gering, doch erhöht er etwas die Wahrscheinlichkeit wieder erfolgreich zu sein. Es liegt folglich eine positive Rückkopplung vor. Empirisch wird der gleiche Mechanismus beobachtet. Dominanz, d.h. viele Redebeiträge, steigern die Führerschaft. Führer kommen natürlich öfters zu Wort [vgl. z.B. Becker-Beck 1992, S. 92; Brandstätter 1995, S. 227]. In der Szenariogruppe Referenz, die ein Beispiel für eine Gruppe mit einem extern bestimmten Führer ist, startete der Agent „T“ bereits in der Führungsposition und kann sie in allen Läufen behalten (Abbildung 102). Seine Position wird von der Loyalitätsstruktur gestützt.

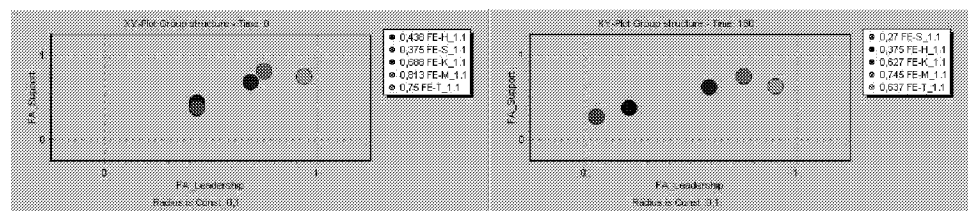


Abbildung 102: Darstellung der Gruppenstruktur in den Dimensionen Leadership und Unterstützung des ersten Laufs der Basiskonstellations der Szenariogruppe Referenz. Die linke Abbildung zeigt die Gruppenstruktur zu Beginn der Aushandlungen und die rechte die Gruppenstruktur am Ende.

Aus der Erkenntnis, daß Gruppen mindestens einen Führer haben, folgt die Frage, welche Persönlichkeitsmerkmale befähigen zur Führung [vgl. Schneider 1985, S. 170 ff.; Zander 1979, S. 442 f.]. Nach Schneider [1985, S. 170 ff.] läßt sich kein Zusammenhang zwischen Führung und Persönlichkeitsmerkmalen aus den verschiedenen vorliegenden Studien ableiten. Einige Merkmale, wie Motivation, Intelligenz, Selbstbewußtsein, Aktivität und soziale Fähigkeiten kommen zwar häufig vor, lassen sich aber nicht durchgängig nachweisen [Schneider 1985, S. 170 ff.]. Vielmehr kommt es nach der „Situationstheorie der Führung“ auf die Funktion an, die der Führer ausüben soll, und die spezifischen Situationsbedingungen [Schneider 1985, S. 172 ff.]. SAM zeigt deutlich, daß durch die Gruppenstruktur Akteure für Führungsaufgaben prädestiniert werden. Akteure, denen ein hoher *Expertstatus* oder eine Meinungsführerschaft (*Leadership*) zugebilligt wird, haben Einfluß auf die Vorstellungen und das Abstimmungsverhalten (Vgl. Kapitel 3.4). Ob ein Akteur Führer wird, hängt weiterhin von seinen Persönlichkeitsmerkmalen ab. Durch Schweigen läßt sich nur schwer die Meinungsführerschaft erlangen. Gleichwohl bildet die Gruppe ein Gesamtsystem, d.h. wie ein Akteur führt, beeinflußt das Verhalten der Geführten. Deren Verhalten beeinflußt wiederum den Führer [Schneider 1985, S. 183].

In SAM ist diese Wechselwirkung abgebildet, so daß auch Führerwechsel untersucht werden könnten. Das Potential von SAM ist mit den vorliegenden Analysen noch nicht ausgeschöpft. Beispielsweise könnte die Rolle der Gruppenstruktur eingehender untersucht werden.

9.1.3 Planvolle Verbesserung der Gruppenleistung

Gruppen sind die Elementareinheiten in modernen Unternehmen [Finholt/Sproull 1993, S. 431; Pelz 1995, S. 22]. Die Bedeutung von Gruppen ist nicht nur auf Unternehmen beschränkt. Sie spielen auch in anderen Bereichen wie z. B. Verwaltung und Politik eine bedeutende Rolle. Durch den Einsatz von Gruppen zur Aufgabenbearbeitung gewinnt die Frage nach ihrer Leistung an Bedeutung. Was man unter Gruppenleistung versteht, hängt von der konkreten Aufgabenstellung ab. In SAM kann das einmal der Anteil an gefüllten Zellen oder aber auch die Aushandlungsbewertung sein, sofern Wert auf Ergebnisse gelegt wird, die sich auf eine breite und zufriedene Mehrheit stützen können. Um von einem Effekt der Leistungssteigerung durch Gruppenarbeit sprechen zu können, muß die Leistung der Gruppen größer als die Summe von Individualleistungen sein [Schneider 1985, S. 209 f.].

Die Gruppenleistung hängt von der Art der Aufgabe ab. Rein statistische Effekte, wie beispielsweise eine bessere Suchraumexploration, können die Leistungsfähigkeit von Gruppen gegenüber einer Menge von Einzelpersonen steigern [Schneider 1985, S. 208 ff.]. Auf der anderen Seite haben Gruppen einen höheren Koordinationsaufwand. Bisher wurden verschiedene Techniken zur Verbesserung von Gruppenleistungen entwickelt, die auf unterschiedlichen Ebenen des Gruppenprozesses ansetzen [vgl. Zander 1979, S. 426 f.].

Eine herausragende Frage ist, wie die Zusammensetzung der Gruppe die Leistung verbessert. Eine empirische Tendenz wird beobachtet, daß Gruppen mit unterschiedlicher Zusammensetzung von Persönlichkeitsmerkmalen besser als Gruppen mit homogener Zusammensetzung sind. In heterogenen Gruppen sind aber auch mehr Konflikte möglich [Schneider 1985, S. 214 ff.]. Die Ergebnisse aus Kapitel 8.1 legen nahe, daß es auf die jeweilige Konstellation der Persönlichkeitsmerkmale und der Gruppenstruktur ankommt. Beispielsweise zeigen Gruppen, die mehr als 70% der Zellen gefüllt hatten, keine besonderen Merkmale. Dieses stützt Sadlers [1996] Beobachtungen für reale Gruppen. Betrachtet man eine konkrete Gruppe, lassen sich Bedingungen angeben, die die Gruppenleistung (Kapitel 8.2) oder die Individualleistung [Lepperhoff 2001] verbessern könnten.

Mit dem automatischen Experimentator kann für konkrete Gruppen nach Bedingungen zur Leistungssteigerung der Gesamtgruppe oder eines Individuums gesucht werden. Wobei frei bestimmbar bleibt, was als Leistung angesehen wird. Ob indes die vorgeschlagenen Bedingungen erfüllbar sind, kann naturgemäß das Modell nicht beantworten. Auch bleibt offen, ob die vorgeschlagenen Bedingungen sich in der realen Umsetzung bewähren.

Mit dem automatischen Experimentator und dem Modell SAM steht zum ersten Mal ein sozialwissenschaftlich fundiertes Werkzeug zur Verfügung, das eine zielgerichtete, automatische Suche nach Verbesserungsmöglichkeiten

erlaubt. Aufgrund der Komplexität des Systems „Gruppe“ ist eine solche Suche in der gleichen Qualität sowohl analytisch, wie auch mit dem Alltagsverständnis praktisch nicht durchführbar.

9.1.4 Sozialwissenschaftliche Theoriebildung

Das Simulationsmodell SAM wurde als technische Grundlage zur Untersuchung des HAP entwickelt. Um die Komplexität von Aushandlungsprozessen besser beschreiben zu können, hat sich eine konzeptionelle Aufteilung in Vorstellungssuche und Mehrheitssuche als hilfreich erwiesen (vgl. Kapitel 7.3). In der mir vorliegenden Literatur ist diese Aufteilung nicht zu finden.

Ausgangspunkt einer Aushandlung ist ein gegebenes Problem, zu dessen Lösung die Akteure unterschiedliche Vorstellungen haben. In einer Diskussion versucht jeder Akteur die Vorstellung seiner Zuhörer an die eigene anzupassen. Weil jeder Akteur zu überzeugen versucht und überzeugt werden kann, entsteht ein Suchprozeß nach einer gemeinsamen Vorstellung aller Akteure. Das Wechselspiel aus Vorschlägen, Zustimmungen und Vorstellungsänderungen konstituiert die Mehrheitssuche.

Beide Suchprozesse bilden zusammen den Aushandlungsprozeß. Allerdings hängt ihre jeweilige Bedeutung für den Aushandlungserfolg von den spezifischen Bedingungen (Verfahrensparameter, Aufgabe, Gruppenzusammensetzung, etc.) ab. Diese konzeptionelle Einteilung erlaubt eine präzisere Bestimmung, welchen Einfluß Parameter auf die Aushandlung haben. Ist beispielsweise die Vorstellungssuche in einer Gruppe für das Aushandlungsergebnis relativ unwichtig, dann ist die Wirkung des argumentativen Gehalts der Redebeiträge auch sehr gering. Hat aber die Vorstellungssuche eine hohe Bedeutung, dann muß die Aushandlungsdauer genügend Raum für die Diskussion lassen.

Mit dem Simulationsmodell SAM liegt eine neue formalisierte, wissenschaftliche Theorie über Aushandlungen in Gruppen vor.⁸⁸ Die Theorie SAM eignet sich gut als Anfangspunkt für den Aufbau einer umfassenden wissenschaftlichen Theorie über das Verhalten von Gruppen, deren Fehlen von einigen Autoren beklagt wird [vgl. z.B. Becker-Beck 1997; Pelz 1995]. Durch eine Vielzahl an Schaltern und Parametern ist jeder Benutzer in der Lage unterschiedliche Variationen der Theorie SAM zu erstellen. SAM geht über spieltheoretische Bargaining Modelle hinaus, weil sie auf Gleichgewichtsannahmen verzichtet und einen breiteren Fundus sozialwissenschaftlicher Befunde integriert. SAM ist ein dynamisches Modell, das dem Prozeßcharakter von Gruppeninteraktionen besser abbildet als statische Modelle. Gleichgewichtsmodelle und auch verbale Modelle bilden trotz aller Bemühungen dynamische Veränderungen kaum ab [Latané 1996].

Bisher nicht berücksichtigte Befunde lassen sich prinzipiell in SAM integrieren. Damit stellt SAM einen ersten Schritt auf dem Weg zu einer allgemeinen sozialwissenschaftlichen Theorie über Gruppen dar. Denkbare weitere Schritte wären, die Integration eines leistungsfähigen Modells für Emotionen und die Öffnung auf anderen Gruppentätigkeiten, wie z.B. Brainstorming.

⁸⁸ In Kapitel 3.1 wird erläutert, warum Computerprogramme – und damit auch computerbasierte Simulationsmodelle – wissenschaftliche Theorien sind.

9.2 Methodischer Fortschritt

Die vorliegende Arbeit als Ganzes ist eine Studie, wie Gestaltungsprinzipien für Prozesse und Softwareanwendungen analysiert werden können, um einen praktischen Einsatz oder weitere empirische Studien vorzubereiten (erste Frage der Fragestellung). Oftmals werden Anwender unfreiwillige Teilnehmer eines Praxistests für Gestaltungsprinzipien, weil diese vor einer Umsetzung beispielsweise in Software nicht untersucht worden sind. Ein wichtiger Grund ist, daß die klassische Untersuchungsmethode, die empirische Laborstudie, aufwendig und teuer ist. Im Falle von Software müssen auch unterschiedliche Implementation betrachtet werden, um Effekte durch Softwareergonomie auszuschließen. Der mit dieser Arbeit unterbreitete Vorschlag besagt, daß vor einer Implementation das oder die verwendeten zentralen Gestaltungsprinzipien mittels Simulationsexperimenten untersucht werden sollten. In einem zweiten Schritt kann bei Bedarf empirisch geprüft werden, ob die durch die Simulationsexperimente gefundenen Hypothesen auch empirisch Bestand haben. Eine Auswahl nach den im Simulationsexperiment gefundenen Auswirkungen ist möglich.

Um das HAP zu untersuchen, waren drei methodische Entwicklungen notwendig. Als Grundlage für die Untersuchung mußte das Modell SAM als Softwarewerkzeug implementiert werden (Kapitel 9.2.1). Die Implementation folgt dem Paradigma der Multi-Agentensysteme. Weil keine geeignete Agentenarchitektur zur Verfügung steht, die einerseits die Integration sozialwissenschaftlicher Befunde unterstützt und zum anderen keinen rechenzeitintensiven Aufbau besitzt, wurde die Agentenarchitektur BDI-RC als Variante der Belief-Desire-Intention-Architektur entwickelt (Kapitel 9.2.2). Für komplexe Modelle wie SAM, ist es aus Rechenzeitgründen unmöglich, alle Parameterwerte gegeneinander zu testen (3. Frage der Fragestellung). Um dennoch die existierenden Wechselwirkungen von Parametern in die Analyse einbeziehen zu können, wurde der automatische Experimentator entwickelt (Kapitel 9.2.3).

9.2.1 SAM als Softwarewerkzeug

In Kapitel 1.3 sind folgende Anforderungen an das Simulationswerkzeug SAM gestellt worden. Das Simulationsmodell sollte so entwickelt werden,

1. daß es asynchrone, computervermittelte Aushandlungen abbildet,
2. daß es soziologische und sozialpsychologische Theorien integriert,
3. daß es individuelle Differenzierung der Gruppenmitglieder ermöglicht und
4. daß es an möglichst viele Situationen angepaßt werden kann.

Diese Anforderungen werden von SAM erfüllt. Der erste Punkt ist durch direkte Integration der im HAP festgelegten Prinzipien erfüllt (vgl. z.B. Kapitel 3.3). In SAM verfolgen die Agenten widersprüchliche Ziele, kommunizieren mit einander, haben individuelle Persönlichkeiten und sind durch eine Gruppenstruktur miteinander verbunden. Damit sind wesentliche Elemente der sozialwissenschaftlichen Perspektive integriert. In Kapitel 3 wird für je-

des einzelne Modellelement erläutert, auf welchem sozialwissenschaftlichem Fundament es ruht.

Um eine Anpassung an möglichst viele verschiedene Situationen zu gewährleisten, wurden neben den eigentlichen Parametern, auch die mathematische Konstanten variabel gestaltet. Die in dieser Arbeit vorgestellten sechs Gruppen (Block, Boykott, Moderation, Flexibel, Referenz und Vergessen), die ein deutlich unterschiedliches Verhalten zeigen, sind Hinweise für die Anpassungsfähigkeit des Modells an unterschiedliche Situationen.

SAM ist aufgrund seiner Komplexität nicht vollständig validierbar. Befunde aus der Literatur können mit SAM reproduziert werden. Noch deutlicher wird die Plausibilität in dem durchgeführten Feldexperiment. Die dort gemachten Beobachtungen lassen sich sehr gut mit SAM reproduzieren (Kapitel 6.3). Obwohl die Plausibilität gezeigt worden ist, haben die erzeugten Ergebnisse den wissenschaftstheoretischen Status von Hypothesen. Ihre empirische Überprüfung steht noch aus.

Das Simulationswerkzeug SAM geht über die rein softwaretechnische Umsetzung des HAP hinaus. Für die Szenarien- und Agentendefinitionen stehen Editoren bereit, die bei der Erstellung, Veränderung und Verwaltung von Szenarien und Agenten behilflich sind. Um den Arbeitsaufwand für die Szenarioerstellung zu begrenzen, lassen sich Agentendefinitionen getrennt verwalten, so daß mit wenigen Mausklicks neue Szenarien aus vorhandenen Agentendefinitionen erstellt werden können.

Um Zeit zu sparen, kann die Simulation verschiedener Szenarien im Batchbetrieb ablaufen. Zusätzlich läßt sich eine vollfaktorielle Analyse automatisch durchführen, d.h. aufwendigen manuelle Szenariodefinitionen, in denen jeweils nur ein Parameter variiert wird, entfallen. Als besonderes Werkzeug ist der automatische Experimentator zu nennen, der eine Rückwärtsanalyse, d.h. ausgehend von gewünschten Resultaten sucht er die dazu notwendigen Parameterwerte, ermöglicht (vgl. Kapitel 5.3.2 und 9.2.3). Neben Erstellung und Durchführung von Simulationen wird die Datenaufbereitung von zahlreichen Funktionen unterstützt. Ein Simulationslauf erzeugt zahlreiche Daten. Spezielle Funktionen erlauben die Manipulation dieser Daten. Für eine weitere Bearbeitung in Drittprogrammen lassen sich die Daten beispielsweise neu gruppieren oder filtern.

Alle in Kapitel 7 durchgeführten Versuche sind mit dem Szenarioeditor entworfen und anschließend im Batchbetrieb berechnet worden. Durch spezielle Funktionen zur Datenaufbereitung konnte der Simulationsoutput, der teilweise mehrere hundert Megabyte umfaßte, in wenigen Sekunden auf die für das momentane Simulationsexperiment wichtigen Zahlen reduziert und für eine weitere Analyse mit Programm von Drittanbietern aufbereitet werden.

Alle mit dem Werkzeug SAM erzeugten Daten lassen sich durch den dafür entwickelten Projektor anzeigen (vgl. Kapitel 4.2). Dadurch wird es möglich, zu jedem beliebigen Zeitpunkt, beispielsweise die Gruppenstruktur, die Motivation und weitere statistische Meßfühlergrößen zu verfolgen. Weiterhin wird das Geschehen während der Aushandlung in eine textuelle Beschreibung übersetzt, so daß es direkt beobachtbar wird, als ob der Betrachter an der Aushandlung teilnehmen würde.

Das Modell SAM ist komplex genug, viele verschiedene Situationen abzubilden, aber noch (einigermaßen) verständlich. Natürlich läßt es Fragen offen,

wie, z.B. die Einbeziehung von Emotionen. Aber es ist bereits jetzt komplexer und umfassender, als alle dem Autor bekannten Simulationsmodelle für Gruppeninteraktionen und Aushandlungen (vgl. Kapitel 2.3).

9.2.2 Agentenarchitektur BDI-RC

Um ein sozialwissenschaftlich fundiertes Multi-Agentensimulationsmodell entwerfen zu können, wird eine Agentenarchitektur benötigt, die die Integration sozialwissenschaftlicher Befunde fördert. Von den herkömmlichen drei Architekturfamilien in der Informatik „Logic-based“, „Behavioural“ und „Belief-Desire-Intention (BDI)“ läßt sich keine direkt verwenden (vgl. Kapitel 2.5).

Lediglich die BDI-Architektur kann so modifiziert werden, daß sie gegenüber sozialwissenschaftlichen Befunden anschußfähig wird. Dazu wird sie mit der Rational Choice Theorie von Esser [1991; 1994; 1996] kombiniert. Die resultierende Architektur heißt BDI-RC.

Es gibt zwei wichtige Unterschiede zwischen der BDI-Architektur und der Rational Choice Theorie. Erstens hat die Rational Choice Theorie eine klare Trennung zwischen Zielen und Handlungsalternativen. In der BDI-Architektur wird beides vermischt. Zweitens basiert die BDI-Architektur auf logischen Ausdrücken, im Gegensatz zur Rational Choice Theorie, die auf mathematischen Ausdrücken basiert. Die kombinierte BDI-RC Architektur übernimmt die strukturierte Handlungswahl der BDI-Architektur und bewahrt gleichzeitig die klare Trennung zwischen Handlungszielen und Handlungsalternativen der Rational-Choice-Theorie.

In der BDI-RC Architektur werden zwar die Aufgaben der verschiedenen Elemente definiert. Ihre konkrete Realisierung hängt aber von dem jeweiligen Einzelfall ab. Diese Spezifikationen können mit Brückenhypothesen, basierend auf sozialwissenschaftlichen Befunden, konstruiert werden. Im Gegensatz zu einer reinen BDI-Architektur wird aus der BDI-RC-Architektur bereits deutlich, welche zusätzlichen Spezifikationen zum Bauen eines Simulationsmodells erforderlich sind.

9.2.3 Automatischer Experimentator

Um die Auswirkungen verschiedener Parametereinstellungen untersuchen zu können, müßte jeder Wert eines Parameters gegen jeden Wert der anderen Parameter variiert werden. Teilweise reicht bereits die Verwendung von zwei Extremwerten für jeden Parameter aus (vollfaktorielle Analyse). Bei komplexen Modellen, die durch viele Parameter beschrieben werden, ist die Anzahl möglicher Kombinationen der Parameterwerte für Simulationen zu groß.

Einen Ausweg zeigen Schmidt [2001], Terano et al. [1998] und Müller [2000] auf. Wenn nach einer bestimmten Heuristik automatisch nach passenden Parametern für definierte Ergebnisse gesucht wird, kann Rechenzeit eingespart werden. Diese Idee wird durch den automatischen Experimentator ausgebaut.

Durch die Anwendung des automatischen Experimentators auf SAM kann gezeigt werden, daß und wie diese Methode mit komplexen Modellen und einer großen Anzahl möglicher Parameterkombinationen zurecht kommt. Um den automatischen Experimentator auf andere Simulationsmodelle anwenden zu können, sind nur vergleichsweise geringfügige Änderungen im Programmcode notwendig.

Der automatische Experimentator sucht mit Hilfe eines genetischen Algorithmus nach „passenden“ Parameterkonstellationen. Die gefundenen Konstellationen lassen sich anschließend mit statistischen Verfahren auswerten, um relevante Parameter mit ihren notwendigen Werten und typische Konstellationen (Cluster) aufzuspüren.

Der verwendete automatische Experimentator wurde bewußt mit einfachen Rekombinations-, Selektions- und Mutationsstrategien implementiert, um unter Wahrung der Verständlichkeit, die Funktionsfähigkeit zu demonstrieren. Hier sind Geschwindigkeitssteigerungen durch geeignetere Strategien denkbar.

Der automatische Experimentator stellt die Umkehrfunktion für das Simulationsmodell dar, auf das er angewendet wird. Damit wird ein wichtiger Nachteil von Simulationsmodellen gegenüber mathematischen Funktionen beseitigt. Ohne den automatischen Experimentator können folgende Fragen nicht oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand beantwortet werden:

- Wie muß eine Maßnahme beschaffen sein, die auf das zu untersuchende System angewendet werden soll, um einen bestimmten Effekt zu erreichen?
- Können Maßnahmen gefunden werden, deren Eingriffe in das Zielsystem geringer sind?
- Läßt sich ein Gegenbeispiel zur Falsifikation einer Hypothese finden [Müller 2000]?
- Welche Relevanz hat jeder Parameter in bezug auf das gewünschte Ergebnis? Insbesondere welche Parameter sind überflüssig und können entfernt werden [vgl. Latané 1996].
- Ist ein Parameterwert für das gewünschte Modellverhalten notwendig?
- Existieren typische Parameterkonstellationen?

In dieser Arbeit sind zwei wichtige Einsatzbereiche für den automatischen Experimentator vorgestellt worden. Einmal dient er der Untersuchung auf typische Konstellationen und notwendige Parameterwerte. Zum anderen können mit dem automatischen Experimentator Veränderungen von Gruppenstrukturen oder von dem Verhalten einzelner Agenten ermittelt werden, die zu einer Steigerung der Gruppenleistung oder der Einzelleistung führen. Der automatische Experimentator liefert bei allen Fragestellungen, die ein gleichzeitiges Variieren vieler Parameter notwendig erscheinen lassen, belastbarere Ergebnisse, weil die Wechselwirkungen zwischen den Parametern aus Rechenzeitgründen nicht länger ignoriert werden müssen [vgl. Müller 2000, S. 434].

9.3 Ausblick

Die vorliegende Arbeit verfolgt drei Ziele. Zum ersten will sie zeigen, wie eine simulationsgestützte Analyse zur Untersuchung von Software- und Prozeßgestaltungsprinzipien verwendet werden kann. Als Beispiel dient das Herrmannschen Aushandlungsprinzips (HAP) [Herrmann 1995, Herrmann/Stahl 1998, Herrmann/Stahl 1999], so daß sich als zweites Ziel die Frage ergibt, wie das HAP in den Gruppeninteraktionsprozeß eingebunden ist und welche Wechselwirkungen sich ergeben. Für eine Beantwortung muß als drittes Ziel untersucht werden, in wie weit ein genetischer Algorithmus die Durchmusterung riesiger Parameterräume verbessert.

Das HAP ist ein Gestaltungsprinzip für Groupwareanwendungen, die asynchrone, computervermittelte Aushandlungen unterstützen sollen. Diese Arbeit stellt einen Versuch dar, mittels Computersimulation soziale Auswirkungen des Gestaltungsprinzips HAP *vor* der Implementierung und damit dem realen Einsatz zu untersuchen. Tatsächlich kann mit Hilfe der Simulation angegeben werden, wie das HAP in den Gruppeninteraktionsprozeß eingebunden ist. Ein Vorteil dieses Vorgehen ist, daß unerwünschte Auswirkungen bereits vor der Implementation erkannt werden können, und damit Entwicklungskosten eingespart werden können. Weiterhin lassen sich zusätzliche Hinweise für die Umsetzung gewinnen.

Für die Untersuchung des Simulationsmodells SAM wurde basierend auf einer Idee von Terano et al. [1998], Schmidt [2001] und Müller [2000] der automatische Experimentator entworfen, der mit Hilfe eines genetischen Algorithmus ausgehend von gewünschten Simulationsergebnissen geeignete Parameterkonstellationen ermittelt. Mit herkömmlichen statistischen Verfahren können die gefundenen Parameterkonstellationen auf sensitive Parameter oder typische Konstellationen hin untersucht werden. Gegenüber der vollfaktoriellen Analyse benötigt der automatische Experimentator weniger Rechenzeit für die Variation beliebig viele Parameter. Durch Weiterentwicklungen des automatischen Experimentators läßt sich seine Rechengeschwindigkeit erhöhen. Interessant wäre auch die Anwendung auf andere Simulationsmodelle.

Basierend auf verschiedenen sozialwissenschaftlichen Theorien und empirischen Befunden über das Verhalten von Gruppen, wurde das Simulationsmodell SAM entwickelt, mit dessen Hilfe das HAP studiert werden kann. SAM stellt damit eine eigenständige formale, wissenschaftliche Theorie über das Verhalten von Gruppen in Aushandlungen dar, und kann als Ausgangspunkt für eine Weiterentwicklung in Richtung allgemeiner Theorie über Gruppenverhalten dienen, die beispielsweise von Becker-Beck [1997] und Pelz [1995] vermißt wird. Ein möglicher Ansatzpunkt für eine Weiterentwicklung ist die Integration von Emotionen. Weiterhin versprache die Ausweitung der Kommunikationsfähigkeiten und Handlungsmöglichkeiten neue Anwendungsfälle zu eröffnen.

Bereits das bestehende Simulationsmodell erlaubt über die in dieser Arbeit durchgeführte Untersuchung hinausgehende Analysen beispielsweise über die Wirkung und Dynamik der Gruppenstruktur. Die Gruppenstruktur ist mit der herkömmlichen Methodik der Gruppenforschung, Labor- und Feldexperimente, nur eingeschränkt studierbar, weil ihre Veränderung nur

durch Befragungen meßbar wird. Befragungen sind aufwendig durchzuführen und auszuwerten. Weiterhin beeinträchtigen sie den Interaktionsprozeß, weshalb sie oft zu Beginn und am Ende durchgeführt werden. Entwicklungen während des Interaktionsprozesses bleiben dann aber unbeobachtet. Mit SAM dagegen lassen sich die Veränderungen zu jedem Zeitpunkt dokumentieren und auswerten.

Eine erste empirische Untersuchung, ob SAM sich plausibel verhält, wurden in dieser Arbeit durchgeführt. Für eine umfassendere und auch aussagekräftigere Prüfung wären weitere Laborexperimente notwendig. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.

Neben dem Einsatz in der Forschung eignet sich SAM auch für Verhandlungsschulungen. Die Konfigurierbarkeit erlauben die Simulation von einer Vielzahl verschiedener Situationen. Durch die grafische Benutzeroberfläche läßt sich das Geschehen während einer Aushandlung anschaulich verfolgen, d.h. ein interaktives Lernen wird möglich. Ein Lernziel wäre beispielsweise die Sensibilisierung für die Auswirkung der Gruppenzusammensetzung oder der Gruppenstruktur auf den Aushandlungsverlauf und Aushandlungserfolg. Ein andere Anwendungsfall wäre das Studium, wie verschiedene Verhaltensweisen eines Agenten in einer gegebenen Gruppe den Aushandlungsverlauf und Aushandlungserfolg beeinflussen. Weil das Modell SAM nicht auf die Wirklichkeit kalibriert ist, sollten die Modellergebnisse nicht als Prognosen verstanden werden. Sie können aber Aufschlüsse über prinzipielle Entwicklungsmöglichkeiten geben.

10 Anhang

10.1 Übersicht über Parameterkurzbezeichnungen

Die im Kapitel 3 benutzten Abkürzungen werden hier erläutert.

Tabelle 54: Variablenbezeichnungen und Wertebereiche. Die englischen Bezeichnungen werden von der verwendeten Simulationssoftware benutzt.

Bedeutung	Konstante	Englische Bezeichnung	Variablen	Wertebereich
Einfluß		Influence	I	[0...1]
Kompromißbereitschaft		Compromise	K	[0...1]
Bindekraft		Commitment	C	[0...1]
Rachelust		Revenge	R	[0...1]
Motivation		Motivation	M	[0...1]
Frustration		Frustration	F	[0...1]
Reaktionszeit		Reaction delay		$\mathbb{N}$
Reduktionsfaktor	X	Change factor	a	$\mathbb{R}$
Frustrationstoleranz		Frustration tolerance	FT	[0...1]
Zeitdiskont	X	Reduction by time	ZD	[0...1]
Erfolgssdiskont	X	Reduction by success	ED	[0...1]
Unterstützung zum Agenten i		Support	S_i	[0...1]
Loyalität zum Agenten i		Loyalty	L_i	[0...1]
Expertenstatus zum Agenten i		Expertise	E_i	[0...1]
Leadership zum Agenten i		Leadership	F_i	[0...1]
Wert der Stimme für Vorschlag j			w (j)	N -> [0...1]
Abstand des Vorschlages j zur eigenen Vorstellung			d (j)	N -> [0...1]
Vorschlag j liegt innerhalb des Toleranzintervalls			do (j)	N -> {0,1}
Min. Abstand aller Vorschläge zur eigenen Vorstellung j			d _{min}	[0...1]
Scheitern erstrebenswert		Failing of negotiation is good	τ	{0,1}
Zeit			t	[0...1]
Aushandlungsdauer (ohne Zeitpunkt für Auszahlung) entspricht Gesamtdauer -1			t _{max}	$\mathbb{N}$
Zielgewichte		Goal weights	g_{ZS}, g_{ZA}, g_{ZP}	[0...1]
Anpassungsrate Agent 1 Unterstützung, Leadership	X	Change rate	α_S, α_F	[0...1]
Bitlänge des Weltbildes		Bitlength of idea		$\mathbb{N}$
Farbvorstellung von Agent l		Idea	A_l	[1...m]
Farbe des Vorschlag j			V_j	c
Anzahl möglicher Farben		Number of colours	m	$\mathbb{N}$
Anzahl der akzeptierten Farben von Agent l			o_l	$\mathbb{N}$
Anzahl der abgegebenen Voten (nur Zustimmungen) von Agent l			v_l	$\mathbb{N}^0$
Anzahl der Teilnehmer			n	$\mathbb{N}$
Strategische Abstimmung		Strategic voting	χ	{0,1}
Redebeiträge bei Stimmenwert berücksichtigen		Success of proposal		{0,1}
Zeitdruck berücksichtigen		Time pressure	η	{0,1}
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen		Number of repeated cells	ψ	{0,1}
Anzahl der durchgeführten Aushandlungen einer Zelle			u	$\mathbb{N}$
Rache berücksichtigen		Revenge model	ρ	{0,1}
Anteil der Unterstützung aller Befürworter von j an der Gesamtunterstützung			Zs (j)	[0...1]
Anteil der Unterstützung aller Gegner von j an der			Ds(j)	[0...1]

Gesamtunterstützung				
Aushandlungsmindestabstand			AA	$\mathbb{N}^0$
Max. Anzahl Aushandlungen pro Zelle			AM	$\mathbb{N}$
Zellenwahl-Modell				{Zufall, SEU}
Gewicht der Stimme			SG	$\mathbb{N}$
Argumentengehaltlosigkeit		Dummies in talk	AD	[0...100]
Schwellenanpassung (durch. Abstand bei Frustration)	X	Transformation factor	SA	[0...1]
Gittergröße		Side length		$\mathbb{N}^{>1}$
Häufigkeit der Abweichung vom Grundgitter				[0; 100]
Häufigkeit der Abweichung von Grundtoleranzintervallen				[0; 100]
Mindestabstand bei Neuverhandlung				$\mathbb{N}^0$
Geschwindigkeitsanpassung für Zuhören	X	Support increment		$\mathbb{N}$
Transparenz der Voten		Transparency of votes		{ja; nein}
Zwang jede Zelle auszuhandeln		Forced to negotiate each cell		{ja; nein}
Aushandlung mit Vorschlag starten		Forced to start negotiation with proposal		{ja; nein}
Relative Mehrheit		Relative majority		{ja; nein}
Mindestanteil Prostimmen		Min. relation pro / contra votes		[0; 1]
Mindestanteil Stimmen		Min. number of votes		[0; 1]
maximale Toleranzintervallgröße (Anteil an Farb-anzahl)		Maximum length		[0; 1]
Konstante Φ	X		Φ	0,00001
Konstante Φ_2	X		Φ_2	0,01

10.2 Feldexperiment

Der Fragebogen, die verwendeten Parametereinstellungen für das Feldexperiment (Kapitel 6.3) folgen hier.

10.2.1 Fragebogen

Die Fragen 1 bis 26 zur Messung der Symlog-Dimensionen sind aus [Bales/Cohen 1982, S. 583] entnommen.

Name: _____

Zeitpunkt der Erhebung: ☐ vor dem Experiment
☐ nach dem Experiment

Persönliche Merkmale

Bitte geben Sie an, wie Sie sich selber einschätzen, wenn Sie Artikel verstichworten. Machen Sie bei jedem Item einen Kreis um die zutreffende Antwort.

	nie	selten	manchmal	häufig	immer
1. Aktiv, dominant, spricht viel	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
2. Extravertiert, geht aus sich heraus, sicher, beliebt	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
3. Zielbewußter und aufgabenorientierter Leiter	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
4. Tatkräftig und durchsetzungsfreudig	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
5. Disziplinierend, folgerichtig	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)

6.	Dominant, eigensinnig, nachdrücklich	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
7.	Geltungssuchend, selbstbezogen, provozierend	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
8.	Macht Spaß, schauspielert, geht aus sich heraus	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
9.	Optimistisch, humorvoll, hilfsbereit	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
10.	Freundlich, partnerschaftlich	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
11.	Interessiert, kooperativ	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
12.	Analytisch, aufgabenorientiert, lösungsorientiert	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
13.	Kritisch, gewissenhaft, prinzipiell	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
14.	Unfreundlich, negativistisch, individualistisch	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
15.	Uninteressiert, unwillig, nicht kooperativ	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
16.	Emotional, spontan	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
17.	Warmherzig, natürlich, freundschaftlich	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
18.	Verständnisvoll, tolerant, gelassen	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
19.	Rücksichtsnehmend, zuverlässig, andere anerkennend	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
20.	Besonnen, sachlich	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
21.	Selbstkritisch, pflichtbewußt	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
22.	Traurig, niedergeschlagen, deprimiert	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
23.	Entmutigt, verletzt, resignierend	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
24.	Unentschlossen, ängstlich, unsicher	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
25.	Behaglich, gemütlich, zufrieden	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
26.	Passiv, introvertiert, spricht wenig	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
27.	Ich verstichworte Artikel	gern (0)	(1)	(2)	(3)	(4) ungern
28.	Das Scheitern meiner Vorschläge frustriert mich	nie (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sofort
29.	Nach Abgabe meiner Stimme ändere ich meine Meinung	nie (0)	(1)	(2)	(3)	(4) immer
30.	Ich stimme für mich nachteiligen Vorschlägen zu	nie (0)	(1)	(2)	(3)	(4) immer
31.	Mein Ansehen bei Kollegen ist mir	egal (0)	(1)	(2)	(3)	(4) wichtig
32.	Mir ist eine Einigung bei Aushandlungen über Stichwörter	egal (0)	(1)	(2)	(3)	(4) wichtig

Ihre Beziehungen zu anderen Gruppenmitgliedern

33. Bitte schätzen Sie ein, wie stark die jeweilige Person aus Ihrer Sicht ein Meinungsführer ist.

T	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sehr stark
K	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sehr stark
M	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sehr stark
S	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sehr stark
H	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sehr stark

34. Bitte schätzen Sie ein, wie oft Sie Vorschläge – unabhängig ihres Inhaltes – der jeweiligen Person unterstützen.

T	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) immer
K	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) immer
M	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) immer
S	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) immer
H	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) immer

35. Bitte schätzen Sie ein, ob aus Ihrer Sicht die jeweilige Person mehr oder weniger Sachkenntnis beim Verstichworten aufweist als Sie selber. Bei gleicher Sachkenntnis wählen Sie bitte die (2).

T	deutlich weniger (0)	(1)	(2)	(3)	(4) deutlich mehr
K	deutlich weniger (0)	(1)	(2)	(3)	(4) deutlich mehr

M	deutlich weniger (0)	(1)	(2)	(3)	(4) deutlich mehr
S	deutlich weniger (0)	(1)	(2)	(3)	(4) deutlich mehr
H	deutlich weniger (0)	(1)	(2)	(3)	(4) deutlich mehr

36. Bitte geben Sie an, wie gerne Sie mit den jeweiligen Personen zusammenarbeiten.

T	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sehr
K	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sehr
M	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sehr
S	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sehr
H	gar nicht (0)	(1)	(2)	(3)	(4) sehr

Ihre Vorstellung der idealen Stichwörter

37. Bitte geben Sie an, welches Stichwort Sie sich für die einzelnen Artikel wünschen. Es soll ein Stichwort pro Artikel angegeben werden.

Titel (abgekürzt)	Stichwort

Darstellung der Tabelle wurde gekürzt.

10.2.2 Einstellung der Parameter

Tabelle 55: Parameter zur Steuerung des Verfahrens

Parameter	Wert
Gitterabweichung	20
Toleranzabweichung	100
Max. Toleranzintervallgröße	1
Zellenanzahl	16
Länge des Weltbildes	20
Altes Ergebnis als Systemvorschlag	Ja
Mindestabstand bei Neuverhandlung	0
Argumentengehaltlosigkeit	50
Anzahl der Teilnehmer	5
Anzahl möglicher Farben	200
Aushandlungsdauer	3
Aushandlungsmindestabstand	0
Blinde Abstimmung	Nein
Min Stimmen	0,0
Min P/C Stimmen	0,0
Relative Mehrheit	Ja
Scheitern erstrebenswert	Nein
Jede Zelle aushandeln	Ja
Start mit Vorschlag	Ja
Anzahl Wiederholungen (Läufe)	40
Anzahl an Neustarts	1
Redebeiträge bei Stimmenwert berücksichtigen	Ja
Max. Anzahl Aushandlungen pro Zelle	1

Tabelle 56: Parameter der Agenten. Erster Wert gilt für Basisexperiment und zweiter Wert für Simulationsexperiment ohne strategische Abstimmung und Zeitdruck.

Parameter	H	K	M	S	T
Einfluß	0.00	0.50	0.50	0.50	0.75
Kompromißbereitschaft	0.75	0.50	0.50	0.75	0.75
Bindekraft	0.50	0.75	0.25	0.25	0.50
Frustrationstoleranz.	0.75	0.00	0.75	0.75	1.00
Motivation	0.50	0.50	1.00	0.00	1.00
Gewicht Ansehen	0.50	0.75	0.75	0.75	0.75
Gewicht Lösung	0.75	0.00	0.75	0.00	1.00
Gewicht Position	0.75	0.75	0.75	0.50	0.50
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geschwindigkeitsanpassung für Zuhören	10	10	10	10	10
Gewicht der Stimme	1	1	1	1	1
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Rachelust					
Reaktionszeit	0	0	0	0	0
Schwellenanpassung (Frustration)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Strategische Abstimmung	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU

Tabelle 57: Parameter der Gruppenstruktur: Loyalität

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0.75	0.75	0.50	1.00
K	0.25	-	0.50	0.25	0.75
M	0.25	0.50	-	0.25	0.75
S	0.50	0.75	0.75	-	1.00
T	0.25	0.25	0.25	0.25	-

Tabelle 58: Parameter der Gruppenstruktur: Expertenstatus

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	1.00	1.00	0.75	1.00
K	0.25	-	0.50	0.25	0.75
M	0.00	0.25	-	0.00	0.50
S	0.50	1.00	1.00	-	1.00
T	0.25	0.50	0.75	0.25	-

Tabelle 59: Parameter der Gruppenstruktur: Unterstützung

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0.50	0.50	0.50	0.50
K	0.50	-	1.00	0.50	1.00
M	0.00	0.75	-	0.00	0.50
S	0.75	0.75	0.75	-	1.00
T	0.50	0.75	1.00	0.50	-

Tabelle 60: Parameter der Gruppenstruktur: Leadership

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0,75	0,75	0,50	1,00
K	0,25	-	0,75	0,25	1,00
M	0,25	0,50	-	0,25	0,75
S	0,50	0,75	0,75	-	1,00
T	0,75	0,75	0,75	0,75	-

Tabelle 61: Unterstützungsstruktur der Versuchgruppe nach den Aushandlungen

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0,50	0,50	0,50	0,75
K	0,25	-	0,75	0,75	0,75
M	0,25	0,75	-	0,25	0,25
S	0,75	0,75	0,75	-	1,00
T	0,25	0,75	0,75	0,75	-

Tabelle 62: Leadershipstruktur der Versuchgruppe nach den Aushandlungen

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0,50	0,50	0,25	0,75
K	0,00	-	0,50	0,25	1,00
M	0,25	0,75	-	0,25	0,75
S	0,50	0,75	0,75	-	1,00
T	fehlt	0,75	0,75	0,75	-

10.3 Interne Konsistenz

Die für die Untersuchung der internen Konsistenz (Kapitel 6.1) verwendeten Parameter sind hier aufgeführt, zusätzlich auch die Ergebnisse der durchgeführten statistischen Tests.

Tabelle 63: Einstellungen der allgemeinen Parameter

Parameter	Wert
Gitterabweichung	70
Toleranzabweichung	100
Max. Toleranzintervallgröße	1
Zellenanzahl	16
Länge des Weltbildes	20
Altes Ergebnis als Systemvorschlag	Ja
Mindestabstand bei Neuverhandlung	0
Argumentengehaltlosigkeit	50
Anzahl der Teilnehmer	4
Anzahl möglicher Farben	10
Aushandlungsdauer	10
Aushandlungsmindestabstand	10
Blinde Abstimmung	Nein
Min Stimmen	0
Min P/C Stimmen	0
Relative Mehrheit	Ja
Scheitern erstrebenswert	Ja
Jede Zelle aushandeln	Ja
Start mit Vorschlag	Ja
Anzahl Wiederholungen (Läufe)	3

Anzahl an Neustarts	1
Redebeiträge bei Stimmenwert berücksichtigen	Ja
Max. Anzahl Aushandlungen pro Zelle	3

Tabelle 64: Einstellungen der Agentenparameter. * Wird variiert

Parameter	FVBBeI	FVKoEi	FVKoSt	FVProbe
Bindekraft	1	1	1	0,5
Einfluß	1	1	0	*
Kompromißberei.	0	1	1	*
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgskont	0,1	0,1	0,1	0,1
Frustrationstol.	0,25	0,25	0,25	*
Anpassungsschwelle	0,25	0,25	0,25	0,25
Gewicht Ansehen	1	1	1	*
Gewicht Lösung	1	1	1	*
Gewicht Position	1	1	1	*
Gewicht der Stimme	1	1	1	1
Motivation	1	1	1	*
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	*
Strategische Abstimmung	Ja	Ja	Ja	*
Rachelust	0	0	0	*
Reaktionszeit	0	0	0	0
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	*
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU
Loyalität	0,5	0,5	0,5	*
Leadership	0	0	0	*
Unterstützung	0,5	0,5	0,5	*
Expertenstatus	0,5	0,5	0,5	*

Tabelle 65: Allgemeines Lineares Modell (Tests der Zwischensubjekteffekte) für Persönlichkeitsmerkmale. a R-Quadrat = ,920 (korrigiertes R-Quadrat = ,905), b R-Quadrat = ,939 (korrigiertes R-Quadrat = ,927), c R-Quadrat = ,589 (korrigiertes R-Quadrat = ,512), d R-Quadrat = ,939 (korrigiertes R-Quadrat = ,928), e R-Quadrat = ,872 (korrigiertes R-Quadrat = ,847), f R-Quadrat = ,163 (korrigiertes R-Quadrat = ,007)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	VORSCHLAGEN	6,083E-02	15	4,055E-03	61,638	,000
	POS. BEGRÜNDEN	5,059	15	,337	81,393	,000
	ABLEHNEN	1,800E-03	15	1,200E-04	7,651	,000
	WARTEN	5,083	15	,339	82,466	,000
	ZUSTIMMEN	6,824E-02	15	4,549E-03	36,189	,000
Intercept	UNENTSCHIEDEN	1,259E-05	15	8,393E-07	1,042	,423
	VORSCHLAGEN	,102	1	,102	1547,207	,000
	POS. BEGRÜNDEN	20,665	1	20,665	4986,735	,000
	ABLEHNEN	2,133E-03	1	2,133E-03	136,032	,000
	WARTEN	15,475	1	15,475	3766,008	,000
EINFLUSS	ZUSTIMMEN	,904	1	,904	7193,084	,000
	UNENTSCHIEDEN	4,770E-06	1	4,770E-06	5,924	,017
	VORSCHLAGEN	2,398E-02	1	2,398E-02	364,561	,000
	POS. BEGRÜNDEN	1,194	1	1,194	288,219	,000
	ABLEHNEN	6,988E-06	1	6,988E-06	,446	,506

	WARTEN	1,217	1	1,217	296,145	,000
	ZUSTIMMEN	2,136E-02	1	2,136E-02	169,949	,000
	UNENTSCHIEDEN	1,215E-06	1	1,215E-06	1,509	,223
Kompromiß- bereitschaft	VORSCHLAGEN	7,142E-05	1	7,142E-05	1,086	,301
	POS. BEGRÜNDEN	5,427E-02	1	5,427E-02	13,096	,001
	ABLEHNEN	1,572E-03	1	1,572E-03	100,273	,000
	WARTEN	4,533E-02	1	4,533E-02	11,031	,001
	ZUSTIMMEN	2,668E-03	1	2,668E-03	21,225	,000
	UNENTSCHIEDEN	2,017E-07	1	2,017E-07	,250	,618
Rachelust	VORSCHLAGEN	1,153E-04	1	1,153E-04	1,752	,189
	POS. BEGRÜNDEN	3,163E-05	1	3,163E-05	,008	,931
	ABLEHNEN	2,311E-05	1	2,311E-05	1,474	,228
	WARTEN	5,358E-04	1	5,358E-04	,130	,719
	ZUSTIMMEN	1,192E-03	1	1,192E-03	9,484	,003
	UNENTSCHIEDEN	1,500E-08	1	1,500E-08	,019	,892
Motivation	VORSCHLAGEN	4,691E-04	1	4,691E-04	7,130	,009
	POS. BEGRÜNDEN	5,120E-02	1	5,120E-02	12,356	,001
	ABLEHNEN	1,047E-05	1	1,047E-05	,668	,416
	WARTEN	5,065E-02	1	5,065E-02	12,325	,001
	ZUSTIMMEN	6,875E-04	1	6,875E-04	5,469	,022
	UNENTSCHIEDEN	1,667E-09	1	1,667E-09	,002	,964
Frustrationstoleranz	VORSCHLAGEN	1,673E-02	1	1,673E-02	254,250	,000
	POS. BEGRÜNDEN	1,985	1	1,985	479,077	,000
	ABLEHNEN	1,760E-05	1	1,760E-05	1,122	,293
	WARTEN	1,950	1	1,950	474,548	,000
	ZUSTIMMEN	1,879E-02	1	1,879E-02	149,438	,000
	UNENTSCHIEDEN	4,004E-07	1	4,004E-07	,497	,483
EINFLUSS * Kom- promißbereitschaft	VORSCHLAGEN	1,515E-04	1	1,515E-04	2,303	,133
	POS. BEGRÜNDEN	7,574E-03	1	7,574E-03	1,828	,180
	ABLEHNEN	3,117E-05	1	3,117E-05	1,988	,162
	WARTEN	9,628E-03	1	9,628E-03	2,343	,130
	ZUSTIMMEN	5,385E-05	1	5,385E-05	,428	,515
	UNENTSCHIEDEN	4,004E-07	1	4,004E-07	,497	,483
EINFLUSS * Rache- lust	VORSCHLAGEN	1,211E-04	1	1,211E-04	1,840	,179
	POS. BEGRÜNDEN	3,182E-03	1	3,182E-03	,768	,383
	ABLEHNEN	2,959E-05	1	2,959E-05	1,887	,173
	WARTEN	4,116E-03	1	4,116E-03	1,002	,320
	ZUSTIMMEN	5,689E-05	1	5,689E-05	,453	,503
	UNENTSCHIEDEN	1,450E-06	1	1,450E-06	1,801	,183
EINFLUSS * Motiva- tion	VORSCHLAGEN	4,735E-04	1	4,735E-04	7,197	,009
	POS. BEGRÜNDEN	4,146E-02	1	4,146E-02	10,006	,002
	ABLEHNEN	7,526E-07	1	7,526E-07	,048	,827
	WARTEN	4,460E-02	1	4,460E-02	10,854	,001
	ZUSTIMMEN	8,021E-04	1	8,021E-04	6,381	,014
	UNENTSCHIEDEN	2,042E-08	1	2,042E-08	,025	,874
EINFLUSS * Frust- rationstoleranz	VORSCHLAGEN	1,851E-02	1	1,851E-02	281,340	,000
	POS. BEGRÜNDEN	1,647	1	1,647	397,462	,000
	ABLEHNEN	2,615E-05	1	2,615E-05	1,668	,200
	WARTEN	1,678	1	1,678	408,423	,000
	ZUSTIMMEN	2,033E-02	1	2,033E-02	161,744	,000
	UNENTSCHIEDEN	2,017E-07	1	2,017E-07	,250	,618
Kompromiß- bereitschaft * Rache- lust	VORSCHLAGEN	4,267E-05	1	4,267E-05	,649	,423
	POS. BEGRÜNDEN	1,135E-02	1	1,135E-02	2,739	,102

	ABLEHNEN	9,375E-10	1	9,375E-10	,000	,994
	WARTEN	1,757E-02	1	1,757E-02	4,275	,042
	ZUSTIMMEN	9,595E-04	1	9,595E-04	7,633	,007
	UNENTSCHIEDEN	2,600E-06	1	2,600E-06	3,229	,076
Kompromiß- bereitschaft * Moti- vation	VORSCHLAGEN	2,583E-05	1	2,583E-05	,393	,533
	POS. BEGRÜNDEN	1,992E-03	1	1,992E-03	,481	,490
	ABLEHNEN	1,211E-05	1	1,211E-05	,773	,382
	WARTEN	2,381E-04	1	2,381E-04	,058	,810
	ZUSTIMMEN	4,154E-04	1	4,154E-04	3,305	,073
	UNENTSCHIEDEN	7,042E-08	1	7,042E-08	,087	,768
Kompromiß- bereitschaft * Frust- rationstoleranz	VORSCHLAGEN	8,140E-05	1	8,140E-05	1,237	,269
	POS. BEGRÜNDEN	2,201E-03	1	2,201E-03	,531	,468
	ABLEHNEN	6,176E-07	1	6,176E-07	,039	,843
	WARTEN	1,108E-03	1	1,108E-03	,270	,605
	ZUSTIMMEN	5,111E-04	1	5,111E-04	4,066	,047
	UNENTSCHIEDEN	7,350E-07	1	7,350E-07	,913	,342
Rachelust * Motiva- tion	VORSCHLAGEN	3,432E-05	1	3,432E-05	,522	,472
	POS. BEGRÜNDEN	2,826E-04	1	2,826E-04	,068	,795
	ABLEHNEN	6,617E-05	1	6,617E-05	4,220	,043
	WARTEN	1,667E-09	1	1,667E-09	,000	,999
	ZUSTIMMEN	1,879E-04	1	1,879E-04	1,495	,225
	UNENTSCHIEDEN	7,004E-07	1	7,004E-07	,870	,354
Rachelust * Frustra- tionstoleranz	VORSCHLAGEN	3,082E-06	1	3,082E-06	,047	,829
	POS. BEGRÜNDEN	3,397E-03	1	3,397E-03	,820	,368
	ABLEHNEN	2,313E-06	1	2,313E-06	,147	,702
	WARTEN	2,644E-03	1	2,644E-03	,643	,425
	ZUSTIMMEN	2,784E-05	1	2,784E-05	,221	,639
	UNENTSCHIEDEN	2,042E-06	1	2,042E-06	2,535	,115
Motivation * Frustra- tionstoleranz	VORSCHLAGEN	1,785E-05	1	1,785E-05	,271	,604
	POS. BEGRÜNDEN	5,570E-02	1	5,570E-02	13,442	,000
	ABLEHNEN	2,709E-07	1	2,709E-07	,017	,896
	WARTEN	6,139E-02	1	6,139E-02	14,939	,000
	ZUSTIMMEN	1,947E-04	1	1,947E-04	1,548	,217
	UNENTSCHIEDEN	2,535E-06	1	2,535E-06	3,148	,080
Fehler	VORSCHLAGEN	5,263E-03	80	6,579E-05		
	POS. BEGRÜNDEN	,332	80	4,144E-03		
	ABLEHNEN	1,254E-03	80	1,568E-05		
	WARTEN	,329	80	4,109E-03		
	ZUSTIMMEN	1,006E-02	80	1,257E-04		
	UNENTSCHIEDEN	6,442E-05	80	8,053E-07		
Gesamt	VORSCHLAGEN	,168	96			
	POS. BEGRÜNDEN	26,056	96			
	ABLEHNEN	5,187E-03	96			
	WARTEN	20,887	96			
	ZUSTIMMEN	,983	96			
	UNENTSCHIEDEN	8,178E-05	96			
Korrigierte Gesamt- variation	VORSCHLAGEN	6,609E-02	95			
	POS. BEGRÜNDEN	5,391	95			
	ABLEHNEN	3,054E-03	95			
	WARTEN	5,412	95			
	ZUSTIMMEN	7,829E-02	95			
	UNENTSCHIEDEN	7,701E-05	95			

Tabelle 66: Allgemeines Lineares Modell (Tests der Zwischensubjekteffekte) für Zielgewichte. a R-Quadrat = ,910 (korrigiertes R-Quadrat = ,878), b R-Quadrat = ,972 (korrigiertes R-Quadrat = ,962), c R-Quadrat = ,625 (korrigiertes R-Quadrat = ,492), d R-Quadrat = ,941 (korrigiertes R-Quadrat = ,920), e R-Quadrat = ,869 (korrigiertes R-Quadrat = ,823)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	VORSCHLAGEN	1,057E-02	6	1,761E-03	28,580	,000
	POS. BEGRÜNDEN	1,688	6	,281	98,184	,000
	ABLEHNEN	1,182E-04	6	1,970E-05	4,713	,005
	WARTEN	1,206	6	,201	45,193	,000
	ZUSTIMMEN	2,418E-02	6	4,030E-03	28,628	,000
	UNENTSCHIEDEN	,130	6	2,164E-02	18,822	,000
Intercept	VORSCHLAGEN	2,125E-02	1	2,125E-02	344,895	,000
	POS. BEGRÜNDEN	4,871	1	4,871	1699,605	,000
	ABLEHNEN	5,643E-05	1	5,643E-05	13,498	,002
	WARTEN	4,139	1	4,139	930,439	,000
	ZUSTIMMEN	,103	1	,103	733,229	,000
	UNENTSCHIEDEN	3,348E-02	1	3,348E-02	29,123	,000
Zielgewicht Position	VORSCHLAGEN	1,096E-03	1	1,096E-03	17,789	,001
	POS. BEGRÜNDEN	,636	1	,636	222,008	,000
	ABLEHNEN	2,017E-05	1	2,017E-05	4,824	,042
	WARTEN	,420	1	,420	94,392	,000
	ZUSTIMMEN	2,470E-06	1	2,470E-06	,018	,896
	UNENTSCHIEDEN	3,231E-02	1	3,231E-02	28,105	,000
Zielgewicht Ansehen	VORSCHLAGEN	7,141E-03	1	7,141E-03	115,890	,000
	POS. BEGRÜNDEN	4,557E-02	1	4,557E-02	15,900	,001
	ABLEHNEN	5,643E-05	1	5,643E-05	13,498	,002
	WARTEN	1,188E-02	1	1,188E-02	2,671	,121
	ZUSTIMMEN	1,600E-02	1	1,600E-02	113,671	,000
	UNENTSCHIEDEN	1,080E-02	1	1,080E-02	9,390	,007
Zielgewicht Lösung	VORSCHLAGEN	1,441E-04	1	1,441E-04	2,338	,145
	POS. BEGRÜNDEN	,526	1	,526	183,463	,000
	ABLEHNEN	8,640E-06	1	8,640E-06	2,067	,169
	WARTEN	,346	1	,346	77,696	,000
	ZUSTIMMEN	1,340E-03	1	1,340E-03	9,516	,007
	UNENTSCHIEDEN	3,348E-02	1	3,348E-02	29,123	,000
Position * Ansehen	VORSCHLAGEN	9,830E-04	1	9,830E-04	15,953	,001
	POS. BEGRÜNDEN	1,096E-02	1	1,096E-02	3,823	,067
	ABLEHNEN	2,017E-05	1	2,017E-05	4,824	,042
	WARTEN	4,987E-02	1	4,987E-02	11,211	,004
	ZUSTIMMEN	2,011E-03	1	2,011E-03	14,287	,001
	UNENTSCHIEDEN	1,014E-02	1	1,014E-02	8,816	,009
Position * Lösung	VORSCHLAGEN	1,187E-03	1	1,187E-03	19,266	,000
	POS. BEGRÜNDEN	,468	1	,468	163,367	,000
	ABLEHNEN	4,167E-06	1	4,167E-06	,997	,332
	WARTEN	,342	1	,342	76,813	,000
	ZUSTIMMEN	2,260E-03	1	2,260E-03	16,056	,001
	UNENTSCHIEDEN	3,231E-02	1	3,231E-02	28,105	,000
Ansehen * Lösung	VORSCHLAGEN	1,504E-05	1	1,504E-05	,244	,628
	POS. BEGRÜNDEN	1,552E-03	1	1,552E-03	,542	,472
	ABLEHNEN	8,640E-06	1	8,640E-06	2,067	,169
	WARTEN	3,726E-02	1	3,726E-02	8,376	,010
	ZUSTIMMEN	2,565E-03	1	2,565E-03	18,220	,001
	UNENTSCHIEDEN	1,080E-02	1	1,080E-02	9,390	,007
Fehler	VORSCHLAGEN	1,048E-03	17	6,162E-05		
	POS. BEGRÜNDEN	4,872E-02	17	2,866E-03		
	ABLEHNEN	7,107E-05	17	4,180E-06		

	WARTEN	7,562E-02	17	4,448E-03		
	ZUSTIMMEN	2,393E-03	17	1,408E-04		
	UNENTSCHIEDEN	1,954E-02	17	1,150E-03		
Gesamt	VORSCHLAGEN	3,287E-02	24			
	POS. BEGRÜNDEN	6,608	24			
	ABLEHNEN	2,457E-04	24			
	WARTEN	5,420	24			
	ZUSTIMMEN	,130	24			
	UNENTSCHIEDEN	,183	24			
Korrigierte Gesamtvariation	VORSCHLAGEN	1,161E-02	23			
	POS. BEGRÜNDEN	1,737	23			
	ABLEHNEN	1,893E-04	23			
	WARTEN	1,282	23			
	ZUSTIMMEN	2,657E-02	23			
	UNENTSCHIEDEN	,149	23			

Tabelle 67: Allgemeines Lineares Modell (Tests der Zwischensubjekteffekte) für Handlungsmodell. a R-Quadrat = ,904 (korrigiertes R-Quadrat = ,870), b R-Quadrat = ,847 (korrigiertes R-Quadrat = ,793), c R-Quadrat = ,633 (korrigiertes R-Quadrat = ,503), d R-Quadrat = ,752 (korrigiertes R-Quadrat = ,665), e R-Quadrat = ,763 (korrigiertes R-Quadrat = ,680), f R-Quadrat = ,849 (korrigiertes R-Quadrat = ,796)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	VORSCHLAGEN	1,361E-02	6	2,268E-03	26,566	,000
	POS. BEGRÜNDEN	,237	6	3,942E-02	15,656	,000
	ABLEHNEN	2,547E-04	6	4,245E-05	4,877	,005
	WARTEN	,188	6	3,133E-02	8,604	,000
	ZUSTIMMEN	7,935E-03	6	1,322E-03	9,135	,000
	UNENTSCHIEDEN	2,287E-03	6	3,812E-04	15,967	,000
Intercept	VORSCHLAGEN	,116	1	,116	1361,411	,000
	POS. BEGRÜNDEN	6,071	1	6,071	2410,868	,000
	ABLEHNEN	1,224E-04	1	1,224E-04	14,063	,002
	WARTEN	2,942	1	2,942	807,879	,000
	ZUSTIMMEN	,121	1	,121	832,948	,000
	UNENTSCHIEDEN	4,242E-04	1	4,242E-04	17,768	,001
Strategische Wahl	VORSCHLAGEN	1,838E-07	1	1,838E-07	,002	,964
	POS. BEGRÜNDEN	7,921E-03	1	7,921E-03	3,146	,094
	ABLEHNEN	1,500E-06	1	1,500E-06	,172	,683
	WARTEN	6,199E-03	1	6,199E-03	1,702	,209
	ZUSTIMMEN	1,431E-04	1	1,431E-04	,988	,334
	UNENTSCHIEDEN	4,242E-04	1	4,242E-04	17,768	,001
Zeitdruck	VORSCHLAGEN	1,353E-02	1	1,353E-02	158,526	,000
	POS. BEGRÜNDEN	,204	1	,204	80,995	,000
	ABLEHNEN	1,224E-04	1	1,224E-04	14,063	,002
	WARTEN	,139	1	,139	38,227	,000
	ZUSTIMMEN	4,682E-03	1	4,682E-03	32,338	,000
	UNENTSCHIEDEN	3,816E-04	1	3,816E-04	15,984	,001
RACHE	VORSCHLAGEN	1,001E-05	1	1,001E-05	,117	,736
	POS. BEGRÜNDEN	7,729E-04	1	7,729E-04	,307	,587
	ABLEHNEN	5,163E-05	1	5,163E-05	5,932	,026
	WARTEN	2,648E-03	1	2,648E-03	,727	,406
	ZUSTIMMEN	2,436E-03	1	2,436E-03	16,828	,001
	UNENTSCHIEDEN	3,800E-04	1	3,800E-04	15,917	,001
Strategische Wahl * Zeitdruck	VORSCHLAGEN	4,134E-05	1	4,134E-05	,484	,496
	POS. BEGRÜNDEN	3,146E-03	1	3,146E-03	1,250	,279

	ABLEHNEN	1,500E-06	1	1,500E-06	,172	,683
	WARTEN	1,449E-03	1	1,449E-03	,398	,537
	ZUSTIMMEN	8,438E-05	1	8,438E-05	,583	,456
	UNENTSCHIEDEN	3,816E-04	1	3,816E-04	15,984	,001
Strategische Wahl * RACHE	VORSCHLAGEN	2,223E-05	1	2,223E-05	,260	,616
	POS. BEGRÜNDEN	1,280E-02	1	1,280E-02	5,082	,038
	ABLEHNEN	2,604E-05	1	2,604E-05	2,992	,102
	WARTEN	1,937E-02	1	1,937E-02	5,320	,034
	ZUSTIMMEN	1,121E-05	1	1,121E-05	,077	,784
	UNENTSCHIEDEN	3,800E-04	1	3,800E-04	15,917	,001
Zeitdruck * RACHE	VORSCHLAGEN	3,038E-07	1	3,038E-07	,004	,953
	POS. BEGRÜNDEN	7,942E-03	1	7,942E-03	3,154	,094
	ABLEHNEN	5,163E-05	1	5,163E-05	5,932	,026
	WARTEN	1,911E-02	1	1,911E-02	5,248	,035
	ZUSTIMMEN	5,782E-04	1	5,782E-04	3,994	,062
	UNENTSCHIEDEN	3,398E-04	1	3,398E-04	14,231	,002
Fehler	VORSCHLAGEN	1,451E-03	17	8,537E-05		
	POS. BEGRÜNDEN	4,281E-02	17	2,518E-03		
	ABLEHNEN	1,480E-04	17	8,704E-06		
	WARTEN	6,191E-02	17	3,642E-03		
	ZUSTIMMEN	2,461E-03	17	1,448E-04		
	UNENTSCHIEDEN	4,059E-04	17	2,387E-05		
Gesamt	VORSCHLAGEN	,131	24			
	POS. BEGRÜNDEN	6,350	24			
	ABLEHNEN	5,251E-04	24			
	WARTEN	3,192	24			
	ZUSTIMMEN	,131	24			
	UNENTSCHIEDEN	3,117E-03	24			
Korrigierte Gesamtvariation	VORSCHLAGEN	1,506E-02	23			
	POS. BEGRÜNDEN	,279	23			
	ABLEHNEN	4,027E-04	23			
	WARTEN	,250	23			
	ZUSTIMMEN	1,040E-02	23			
	UNENTSCHIEDEN	2,693E-03	23			

Tabelle 68: Allgemeines Lineares Modell (Tests der Zwischensubjekteffekte) für Loyalität und Expertenstatus jeweils gemessen als mittlere Beziehung von FVProbe zu den anderen drei Agenten. a R-Quadrat = ,068 (korrigiertes R-Quadrat = ,011), b R-Quadrat = ,307 (korrigiertes R-Quadrat = ,247), c R-Quadrat = ,126 (korrigiertes R-Quadrat = ,051), d R-Quadrat = ,434 (korrigiertes R-Quadrat = ,385), e R-Quadrat = ,388 (korrigiertes R-Quadrat = ,336), f R-Quadrat = ,208 (korrigiertes R-Quadrat = ,141)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	VORSCHLAGEN	3,987E-03	15	2,658E-04	,860	,610
	POS. BEGRÜNDEN	,315	15	2,102E-02	5,188	,000
	ABLEHNEN	1,908E-04	15	1,272E-05	1,688	,057
	WARTEN	,538	15	3,589E-02	8,983	,000
	ZUSTIMMEN	3,243E-02	15	2,162E-03	7,454	,000
	UNENTSCHIEDEN	8,213E-04	15	5,476E-05	3,082	,000
Intercept	VORSCHLAGEN	,325	1	,325	1051,381	,000
	POS. BEGRÜNDEN	39,298	1	39,298	9700,302	,000
	ABLEHNEN	3,900E-04	1	3,900E-04	51,754	,000
	WARTEN	6,929	1	6,929	1734,336	,000
	ZUSTIMMEN	,743	1	,743	2561,856	,000
	UNENTSCHIEDEN	1,536E-03	1	1,536E-03	86,480	,000
Loyalität	VORSCHLAGEN	1,018E-03	3	3,393E-04	1,097	,352

	POS. BEGRÜNDEN	2,160E-02	3	7,200E-03	1,777	,153
	ABLEHNEN	3,152E-05	3	1,051E-05	1,394	,246
	WARTEN	1,498E-02	3	4,992E-03	1,249	,293
	ZUSTIMMEN	2,678E-03	3	8,926E-04	3,077	,029
	UNENTSCHIEDEN	5,213E-05	3	1,738E-05	,978	,404
Expertenstatus	VORSCHLAGEN	8,831E-04	3	2,944E-04	,952	,417
	POS. BEGRÜNDEN	,184	3	6,140E-02	15,157	,000
	ABLEHNEN	7,752E-05	3	2,584E-05	3,429	,018
	WARTEN	,354	3	,118	29,517	,000
	ZUSTIMMEN	1,953E-02	3	6,511E-03	22,445	,000
	UNENTSCHIEDEN	4,775E-04	3	1,592E-04	8,959	,000
Loyalität * Expertenstatus	VORSCHLAGEN	1,326E-03	9	1,474E-04	,477	,889
	POS. BEGRÜNDEN	1,908E-02	9	2,121E-03	,523	,856
	ABLEHNEN	8,598E-05	9	9,554E-06	1,268	,257
	WARTEN	2,410E-02	9	2,678E-03	,670	,735
	ZUSTIMMEN	1,930E-03	9	2,144E-04	,739	,673
	UNENTSCHIEDEN	1,949E-04	9	2,165E-05	1,219	,286
Fehler	VORSCHLAGEN	5,442E-02	176	3,092E-04		
	POS. BEGRÜNDEN	,713	176	4,051E-03		
	ABLEHNEN	1,326E-03	176	7,535E-06		
	WARTEN	,703	176	3,995E-03		
	ZUSTIMMEN	5,106E-02	176	2,901E-04		
	UNENTSCHIEDEN	3,126E-03	176	1,776E-05		
Gesamt	VORSCHLAGEN	,626	192			
	POS. BEGRÜNDEN	71,915	192			
	ABLEHNEN	2,244E-03	192			
	WARTEN	13,015	192			
	ZUSTIMMEN	1,442	192			
	UNENTSCHIEDEN	7,492E-03	192			
Korrigierte Gesamtvariation	VORSCHLAGEN	5,841E-02	191			
	POS. BEGRÜNDEN	1,028	191			
	ABLEHNEN	1,517E-03	191			
	WARTEN	1,242	191			
	ZUSTIMMEN	8,349E-02	191			
	UNENTSCHIEDEN	3,948E-03	191			

Tabelle 69: Allgemeines Lineares Modell (Tests der Zwischensubjekteffekte) für Unterstützung und Leadership jeweils gemessen als mittlere Beziehung von FVProbe zu den anderen drei Agenten. a R-Quadrat = ,234 (korrigiertes R-Quadrat = ,169), b R-Quadrat = ,093 (korrigiertes R-Quadrat = ,016), c R-Quadrat = ,164 (korrigiertes R-Quadrat = ,092), d R-Quadrat = ,081 (korrigiertes R-Quadrat = ,003), e R-Quadrat = ,405 (korrigiertes R-Quadrat = ,354), f R-Quadrat = ,204 (korrigiertes R-Quadrat = ,136)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	VORSCHLAGEN	8,091E-03	15	5,394E-04	3,589	,000
	POS. BEGRÜNDEN	8,282E-02	15	5,521E-03	1,202	,274
	ABLEHNEN	2,325E-05	15	1,550E-06	2,298	,005
	WARTEN	7,244E-02	15	4,829E-03	1,037	,419
	ZUSTIMMEN	2,433E-02	15	1,622E-03	7,988	,000
	UNENTSCHIEDEN	3,363E-05	15	2,242E-06	3,007	,000
Intercept	VORSCHLAGEN	,312	1	,312	2073,141	,000
	POS. BEGRÜNDEN	39,460	1	39,460	8592,081	,000
	ABLEHNEN	7,259E-06	1	7,259E-06	10,762	,001
	WARTEN	7,775	1	7,775	1670,129	,000
	ZUSTIMMEN	,575	1	,575	2829,442	,000
	UNENTSCHIEDEN	1,031E-05	1	1,031E-05	13,834	,000

Leadership	VORSCHLAGEN	7,588E-04	3	2,529E-04	1,683	,172
	POS. BEGRÜNDEN	1,679E-02	3	5,598E-03	1,219	,304
	ABLEHNEN	5,709E-07	3	1,903E-07	,282	,838
	WARTEN	1,605E-02	3	5,348E-03	1,149	,331
	ZUSTIMMEN	8,226E-04	3	2,742E-04	1,350	,260
	UNENTSCHIEDEN	4,134E-06	3	1,378E-06	1,848	,140
Unterstützung	VORSCHLAGEN	7,183E-03	3	2,394E-03	15,929	,000
	POS. BEGRÜNDEN	2,622E-02	3	8,740E-03	1,903	,131
	ABLEHNEN	1,041E-05	3	3,471E-06	5,146	,002
	WARTEN	1,632E-02	3	5,439E-03	1,168	,323
	ZUSTIMMEN	2,106E-02	3	7,019E-03	34,565	,000
	UNENTSCHIEDEN	8,757E-06	3	2,919E-06	3,915	,010
Leadership * Unter- stützung	VORSCHLAGEN	8,894E-04	9	9,883E-05	,657	,746
	POS. BEGRÜNDEN	2,854E-02	9	3,171E-03	,690	,717
	ABLEHNEN	4,559E-06	9	5,065E-07	,751	,662
	WARTEN	3,057E-02	9	3,397E-03	,730	,681
	ZUSTIMMEN	2,010E-03	9	2,233E-04	1,100	,365
	UNENTSCHIEDEN	1,638E-05	9	1,820E-06	2,441	,012
Fehler	VORSCHLAGEN	2,645E-02	176	1,503E-04		
	POS. BEGRÜNDEN	,808	176	4,593E-03		
	ABLEHNEN	1,187E-04	176	6,745E-07		
	WARTEN	,819	176	4,655E-03		
	ZUSTIMMEN	3,574E-02	176	2,031E-04		
	UNENTSCHIEDEN	1,312E-04	176	7,456E-07		
Gesamt	VORSCHLAGEN	,515	192			
	POS. BEGRÜNDEN	69,224	192			
	ABLEHNEN	1,483E-04	192			
	WARTEN	15,320	192			
	ZUSTIMMEN	1,254	192			
	UNENTSCHIEDEN	1,786E-04	192			
Korrigierte Gesamt- variation	VORSCHLAGEN	3,455E-02	191			
	POS. BEGRÜNDEN	,891	191			
	ABLEHNEN	1,420E-04	191			
	WARTEN	,892	191			
	ZUSTIMMEN	6,007E-02	191			
	UNENTSCHIEDEN	1,648E-04	191			

10.4 Simulation ausgewählter Befunde

Die für die Simulation ausgewählter Befunde (Kapitel 6.2) verwendeten Parameter sind hier aufgeführt, zusätzlich auch die Ergebnisse der durchgeführten statistischen Tests.

Tabelle 70: Einstellungen der allgemeinen Parameter. * wird variiert

Parameter	Wert
Toleranzabweichung	100
Max. Toleranzintervallgröße	1
Abweichung vom Urgitter	70 / *
Zellenanzahl	16
Länge des Weltbildes	20
Altes Ergebnis als Systemvorschlag	Ja
Mindestabstand bei Neuverhandlung	0
Argumentengehaltlosigkeit	50
Anzahl der Teilnehmer	4

Anzahl möglicher Farben	10
Aushandlungsdauer	10
Aushandlungsmindestabstand	10
Blinde Abstimmung	Nein
Min Stimmen	0
Min P/C Stimmen	0
Relative Mehrheit	Ja
Scheitern erstrebenswert	Ja
Jede Zelle aushandeln	Ja
Start mit Vorschlag	Ja
Anzahl Wiederholungen (Läufe)	10
Anzahl an Neustarts	1
Redebeiträge bei Stimmenwert berücksichtigen	Ja
Max. Anzahl Aushandlungen pro Zelle	3

Tabelle 71: Einstellungen der Agentenparameter für Heterogenität und Entscheidungsfindung

Parameter	FVBBeI	FVKoEi	FVKoSt	FVProbe
Bindekraft	1	1	1	1
Einfluß	1	1	0	1
Kompromißbereitschaft	0	1	1	1
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgssdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1
Frustrationstoleranz	0,25	0,25	0,25	0,25
Anpassungsschwelle	0,25	0,25	0,25	0,25
Gewicht Ansehen	1	1	1	1
Gewicht Lösung	1	1	1	1
Gewicht Position	1	1	1	1
Gewicht der Stimme	1	1	1	1
Motivation	1	1	1	1
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja
Strategische Abstimmung	Ja	Ja	Ja	Ja
Rachelust	0	0	0	0
Reaktionszeit	0	0	0	0
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU
Loyalität	0,5	0,5	0,5	0,5
Leadership	0	0	0	0
Unterstützung	0,5	0,5	0,5	0,5
Expertenstatus	0,5	0,5	0,5	0,5

Tabelle 72: Einstellungen der Agentenparameter für „Groupthink“

Parameter	FVBBeI	FVKoEi	FVKoSt	FVProbe
Bindekraft	1	1	1	1
Einfluß	1	1	0	1
Kompromißberei.	0	1	1	0,25
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgssdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1
Frustrationstol.	0,25	0,25	0,25	0,25

Gewicht Ansehen	1	1	1	1
Gewicht Lösung	1	1	1	1
Gewicht Position	1	1	1	1
Gewicht der Stimme	1	1	1	1
Motivation	1	1	1	1
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja
Strategische Abstimmung	Ja	Ja	Ja	Ja
Rachelust	0	0	0	1
Reaktionszeit	0	0	0	0
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU
Loyalität	0,5*	0,5*	0,5*	0,25
Leadership	0*	0*	0*	0
Unterstützung	0,5*	0,5*	0,5*	0,25
Expertenstatus	0,5*	0,5*	0,5*	0,5

Tabelle 73: Einstellungen der Agentenparameter für Kompromißbereitschaft und Gruppenleistung

Parameter	FVBeEi	FVKoEi	FVKoSt	FVProbe
Bindekraft	1	1	1	1
Einfluß	1	1	0	1
Kompromißbereitschaft	0/1	0/1	0/1	0/1
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgssdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1
Frustrationstol.	0,25	0,25	0,25	0,25
Anpassungsschwelle	0,25	0,25	0,25	0,25
Gewicht Ansehen	1	1	1	1
Gewicht Lösung	1	1	1	1
Gewicht Position	1	1	1	1
Gewicht der Stimme	1	1	1	1
Motivation	1	1	1	1
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja
Strategische Abstimmung	Ja	Ja	Ja	Ja
Rachelust	0	0	0	0
Reaktionszeit	0	0	0	0
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU
Loyalität	0,5	0,5	0,5	0,5
Leadership	0	0	0	0
Unterstützung	0,5	0,5	0,5	0,5
Expertenstatus	0,5	0,5	0,5	0,5

Tabelle 74: Übersicht über die Mittelwerte

		Anzahl	Mittelwert	Standard-abweichung
Groupthink Versuch 1	FVBeEi Erfolg	10	,93	,03
	FVKoEi Erfolg	10	,91	,05
	FVKoSt Erfolg	10	,90	,03

	FVProbe Erfolg	10	,96	,03
	Anteil gefüllter Zellen	10	,94	,06
	Durchschn. Anteil gemachter Vorschläge	10	,21	,02
Groupthink Versuch 2	FVBeEi Erfolg	10	,82	,07
	FVKoEi Erfolg	10	,83	,10
	FVKoSt Erfolg	10	,78	,08
	FVProbe Erfolg	10	,85	,09
	Anteil gefüllter Zellen	10	,86	,11
	Durchschn. Anteil gemachter Vorschläge	10	,25	,02
Heterogenität mit 10%	FVBeEi Erfolg	10	,95	,05
	FVKoEi Erfolg	10	,96	,03
	FVKoSt Erfolg	10	,93	,05
	FVProbe Erfolg	10	,93	,02
	Anteil gefüllter Zellen	10	,99	,03
	Durchschn. Anteil gemachter Vorschläge	10	,15	,02
Heterogenität mit 50%	FVBeEi Erfolg	10	,84	,08
	FVKoEi Erfolg	10	,87	,07
	FVKoSt Erfolg	10	,84	,04
	FVProbe Erfolg	10	,85	,04
	Anteil gefüllter Zellen	10	,89	,09
	Durchschn. Anteil gemachter Vorschläge	10	,25	,03
Heterogenität mit 90%	FVBeEi Erfolg	10	,84	,05
	FVKoEi Erfolg	10	,85	,06
	FVKoSt Erfolg	10	,83	,05
	FVProbe Erfolg	10	,85	,05
	Anteil gefüllter Zellen	10	,84	,14
	Durchschn. Anteil gemachter Vorschläge	10	,27	,02
0 Kompromißbereite Agenten	FVBeEi Erfolg	10	,85	,07
	FVKoEi Erfolg	10	,86	,09
	FVKoSt Erfolg	10	,83	,03
	FVProbe Erfolg	10	,87	,07
	Anteil gefüllter Zellen	10	,73	,06
	Durchschn. Anteil gemachter Vorschläge	10	,23	,02
1 Kompromißbereite Agenten	FVBeEi Erfolg	10	,84	,07
	FVKoEi Erfolg	10	,82	,10
	FVKoSt Erfolg	10	,75	,07
	FVProbe Erfolg	10	,86	,05
	Anteil gefüllter Zellen	10	,80	,12
	Durchschn. Anteil gemachter Vorschläge	10	,24	,02
2 Kompromißbereite Agenten	FVBeEi Erfolg	10	,78	,07
	FVKoEi Erfolg	10	,81	,07
	FVKoSt Erfolg	10	,77	,07
	FVProbe Erfolg	10	,87	,04
	Anteil gefüllter Zellen	10	,94	,06
	Durchschn. Anteil gemachter Vorschläge	10	,24	,03
3 Kompromißbereite Agenten	FVBeEi Erfolg	10	,85	,04
	FVKoEi Erfolg	10	,88	,04
	FVKoSt Erfolg	10	,81	,07
	FVProbe Erfolg	10	,87	,07
	Anteil gefüllter Zellen	10	,88	,10
	Durchschn. Anteil gemachter Vorschläge	10	,26	,02

4 Kompromißbereite Agenten	FVBeEi Erfolg	10	,84	,05
	FVKoEi Erfolg	10	,86	,05
	FVKoSt Erfolg	10	,86	,05
	FVProbe Erfolg	10	,84	,06
	Anteil gefüllter Zellen	10	,86	,07
	Durchschn. Anteil gemachter Vorschläge	10	,26	,02

10.5 Simulationsexperimente

10.5.1 Basiskonstellationen

Die Basiskonstellationen werden im Kapitel 7 verwendet.

10.5.1.1 Szenario *Block*

Tabelle 75: Parameter der Agenten

Parameter	Blo1	Blo2	Blo3	Blo4	Fle1
Einfluß	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kompromißbereitschaft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bindekraft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Frustrationstoleranz	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00
Motivation	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gewicht Ansehen	0,25	0,25	0,25	0,25	0,75
Gewicht Lösung	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00
Gewicht Position	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgssdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geschwindigkeitsanpassung für Zuhören	10	10	10	10	10
Gewicht der Stimme	1	1	1	1	1
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Rachelust	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00
Reaktionszeit	0	0	0	0	0
Schwellenanpassung (Frustration)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Strategische Abstimmung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU

Tabelle 76: Parameter der Gruppenstruktur: Loyalität

ego\alter	Blo1	Blo2	Blo3	Blo4	Fle1
Blo1	-	0,50	0,50	0,50	0,50
Blo2	0,50	-	0,50	0,50	0,50
Blo3	0,50	0,50	-	0,50	0,50
Blo4	0,50	0,50	0,50	-	0,50
Fle1	0,50	0,50	0,50	0,50	-

Tabelle 77: Parameter der Gruppenstruktur: Expertenstatus

ego\alter	Blo1	Blo2	Blo3	Blo4	Fle1
Blo1	-	1,00	0,00	0,00	0,00
Blo2	1,00	-	0,00	0,00	0,00
Blo3	0,00	0,00	-	1,00	0,00
Blo4	0,00	0,00	1,00	-	0,00
Fle1	0,50	0,50	0,50	0,50	-

Tabelle 78: Parameter der Gruppenstruktur: Unterstützung

ego\alter	Blo1	Blo2	Blo3	Blo4	Fle1
Blo1	-	1,00	0,00	0,00	0,00
Blo2	1,00	-	0,00	0,00	0,00
Blo3	0,00	0,00	-	1,00	0,00
Blo4	0,00	0,00	1,00	-	0,00
Fle1	0,50	0,50	0,50	0,50	-

Tabelle 79: Parameter der Gruppenstruktur: Leadership

ego\alter	Blo1	Blo2	Blo3	Blo4	Fle1
Blo1	-	0,25	0,00	0,00	0,00
Blo2	1,00	-	0,00	0,00	0,00
Blo3	0,00	0,00	-	0,25	0,00
Blo4	0,00	0,00	1,00	-	0,00
Fle1	0,50	0,50	0,50	0,50	-

10.5.1.2 Szenario Boykott

Tabelle 80: Parameter der Agenten

Parameter	Boy1	Boy2	Boy3	Boy4	Boy5
Einfluß	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kompromißbereitschaft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bindekraft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Frustrationstoleranz.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Motivation	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rachelust	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gewicht Ansehen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gewicht Lösung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gewicht Position	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgssdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geschwindigkeitsanpassung für Zuhören	10	10	10	10	10
Gewicht der Stimme	1	1	1	1	1
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Reaktionszeit	0	0	0	0	0
Schwellenanpassung (Frustration)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Strategische Abstimmung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU

Tabelle 81: Parameter der Gruppenstruktur: Loyalität

ego\alter	Boy1	Boy2	Boy3	Boy4	Boy5
Boy1	-	0,50	0,50	0,50	0,50
Boy2	0,50	-	0,50	0,50	0,50
Boy3	0,50	0,50	-	0,50	0,50
Boy4	0,50	0,50	0,50	-	0,50
Boy5	0,50	0,50	0,50	0,50	-

Tabelle 82: Parameter der Gruppenstruktur: Expertenstatus

ego\alter	Boy1	Boy2	Boy3	Boy4	Boy5
Boy1	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Boy2	0,00	-	0,00	0,00	0,00
Boy3	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Boy4	0,00	0,00	0,00	-	0,00
Boy5	0,00	0,00	0,00	0,00	-

Tabelle 83: Parameter der Gruppenstruktur: Unterstützung

ego\alter	Boy1	Boy2	Boy3	Boy4	Boy5
Boy1	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Boy2	0,00	-	0,00	0,00	0,00
Boy3	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Boy4	0,00	0,00	0,00	-	0,00
Boy5	0,00	0,00	0,00	0,00	-

Tabelle 84: Parameter der Gruppenstruktur: Leadership

ego\alter	Boy1	Boy2	Boy3	Boy4	Boy5
Boy1	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Boy2	0,00	-	0,00	0,00	0,00
Boy3	0,00	0,00	-	0,00	0,00
Boy4	0,00	0,00	0,00	-	0,00
Boy5	0,00	0,00	0,00	0,00	-

10.5.1.3 Szenario Referenz

Tabelle 85: Parameter der Agenten

Parameter	H	K	M	S	T
Einfluß	0,50	0,50	0,50	0,50	0,75
Kompromißbereitschaft	0,75	0,50	0,50	0,75	0,75
Bindekraft	0,50	0,75	0,25	0,25	0,50
Frustrationstoleranz	0,75	0,00	0,75	0,75	1,00
Motivation	0,50	0,50	1,00	0,00	1,00
Gewicht Ansehen	0,50	0,75	0,75	0,75	0,75
Gewicht Lösung	0,75	0,00	0,75	0,00	1,00
Gewicht Position	0,75	0,75	0,75	0,50	0,50
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgssdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geschwindigkeitsanpassung für Zuhören	10	10	10	10	10
Gewicht der Stimme	1	1	1	1	1
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein

Rachelust					
Reaktionszeit	0	0	0	0	0
Schwellenanpassung (Frustration)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Strategische Abstimmung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU

Tabelle 86: Parameter der Gruppenstruktur: Loyalität

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0,75	0,75	0,50	1,00
K	0,25	-	0,50	0,25	0,75
M	0,25	0,50	-	0,25	0,75
S	0,50	0,75	0,75	-	1,00
T	0,25	0,25	0,25	0,25	-

Tabelle 87: Parameter der Gruppenstruktur: Expertenstatus

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	1,00	1,00	0,75	1,00
K	0,25	-	0,50	0,25	0,75
M	0,00	0,25	-	0,00	0,50
S	0,50	1,00	1,00	-	1,00
T	0,25	0,50	0,75	0,25	-

Tabelle 88: Parameter der Gruppenstruktur: Unterstützung

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0,50	0,50	0,50	0,50
K	0,50	-	1,00	0,50	1,00
M	0,00	0,75	-	0,00	0,50
S	0,75	0,75	0,75	-	1,00
T	0,50	0,75	1,00	0,50	-

Tabelle 89: Parameter der Gruppenstruktur: Leadership

ego\alter	H	K	M	S	T
H	-	0,75	0,75	0,50	1,00
K	0,25	-	0,75	0,25	1,00
M	0,25	0,50	-	0,25	0,75
S	0,50	0,75	0,75	-	1,00
T	0,75	0,75	0,75	0,75	-

10.5.1.4 Szenario Flexibel

Tabelle 90: Parameter der Agenten

Parameter	Fle1	Fle2	Fle3	Fle4	Fle5
Einfluß	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kompromißbereitschaft	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Bindekraft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Frustrationstoleranz.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Motivation	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Rachelust	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gewicht Ansehen	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Gewicht Lösung	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Gewicht Position	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgsskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geschwindigkeitsanpassung für Zuhören	10	10	10	10	10
Gewicht der Stimme	1	1	1	1	1
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Reaktionszeit	0	0	0	0	0
Schwellenanpassung (Frustration)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Strategische Abstimmung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU

Tabelle 91: Parameter der Gruppenstruktur: Loyalität

ego\alter	Fle1	Fle2	Fle3	Fle4	Fle5
Fle1	-	0,50	0,50	0,50	0,50
Fle2	0,50	-	0,50	0,50	0,50
Fle3	0,50	0,50	-	0,50	0,50
Fle4	0,50	0,50	0,50	-	0,50
Fle5	0,50	0,50	0,50	0,50	-

Tabelle 92: Parameter der Gruppenstruktur: Expertenstatus

ego\alter	Fle1	Fle2	Fle3	Fle4	Fle5
Fle1	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Fle2	1,00	-	1,00	1,00	1,00
Fle3	1,00	1,00	-	1,00	1,00
Fle4	1,00	1,00	1,00	-	1,00
Fle5	1,00	1,00	1,00	1,00	-

Tabelle 93: Parameter der Gruppenstruktur: Unterstützung

ego\alter	Fle1	Fle2	Fle3	Fle4	Fle5
Fle1	-	0,50	0,50	0,50	0,50
Fle2	0,50	-	0,50	0,50	0,50
Fle3	0,50	0,50	-	0,50	0,50
Fle4	0,50	0,50	0,50	-	0,50
Fle5	0,50	0,50	0,50	0,50	-

Tabelle 94: Parameter der Gruppenstruktur: Leadership

ego\alter	Fle1	Fle2	Fle3	Fle4	Fle5
Fle1	-	0,50	0,50	0,50	0,50
Fle2	0,50	-	0,50	0,50	0,50
Fle3	0,50	0,50	-	0,50	0,50
Fle4	0,50	0,50	0,50	-	0,50
Fle5	0,50	0,50	0,50	0,50	-

10.5.1.5 Szenario Vergessen

Tabelle 95: Parameter der Agenten

Parameter	Ve1	Ve2	Ve3	Ve4	Ve5
Einfluß	1,00	0,25	0,00	0,00	0,75
Kompromißbereitschaft	0,25	0,75	0,75	0,75	0,50
Bindekraft	0,25	1,00	1,00	0,00	1,00
Frustrationstoleranz.	0,00	0,50	0,75	0,50	0,75
Motivation	0,00	0,25	1,00	0,25	0,75
Rachelust	0,00	0,00	1,00	0,25	0,00
Gewicht Ansehen	0,75	0,50	0,50	1,00	0,50
Gewicht Lösung	0,25	0,75	0,00	0,50	0,50
Gewicht Position	0,25	1,00	1,00	0,00	0,25
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geschwindigkeitsanpassung für Zuhören	10	10	10	10	10
Gewicht der Stimme	1	1	1	1	1
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Reaktionszeit	0	0	0	0	0
Schwellenanpassung (Frustration)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Strategische Abstimmung	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU

Tabelle 96: Parameter der Gruppenstruktur: Loyalität

ego\alter	Ve1	Ve2	Ve3	Ve4	Ve5
Ve1	-	0,75	0,75	0,25	0,25
Ve2	0,50	-	0,50	0,00	1,00
Ve3	1,00	0,00	-	0,75	1,00
Ve4	1,00	0,75	0,25	-	0,50
Ve5	0,50	0,75	0,00	0,75	-

Tabelle 97: Parameter der Gruppenstruktur: Expertenstatus

ego\alter	Ve1	Ve2	Ve3	Ve4	Ve5
Ve1	-	1,00	0,25	0,25	0,25
Ve2	0,25	-	1,00	1,00	0,50
Ve3	1,00	0,75	-	1,00	1,00
Ve4	0,50	0,25	1,00	-	1,00
Ve5	1,00	0,00	0,25	1,00	-

Tabelle 98: Parameter der Gruppenstruktur: Unterstützung

ego\alter	Ve1	Ve2	Ve3	Ve4	Ve5
Ve1	-	0,25	0,25	0,75	0,50
Ve2	0,75	-	0,75	0,50	1,00
Ve3	0,50	1,00	-	1,00	0,25
Ve4	0,25	0,75	0,75	-	0,25
Ve5	0,25	0,25	0,25	1,00	-

Tabelle 99: Parameter der Gruppenstruktur: Leadership

ego\alter	Ve1	Ve2	Ve3	Ve4	Ve5
Ve1	-	0,50	0,00	0,25	1,00
Ve2	1,00	-	1,00	0,50	0,00
Ve3	0,25	0,25	-	0,00	0,25
Ve4	0,50	1,00	0,25	-	0,00
Ve5	0,25	0,50	0,75	0,25	-

10.5.1.6 Umwelt und Verlaufparameter

Tabelle 100: Parameter zur Steuerung des Verfahrens. Nur die Änderungen gegen über dem Szenario Boykott sind für die anderen Szenarien aufgeführt.

Parameter	Boykott	Block	Referenz	Flexibel	Vergess.
Gitterabweichung	100		10		
Toleranzabweichung	100				
Max. Toleranzintervallgröße	1				
Zellenanzahl	16				
Länge des Weltbildes	20				
Altes Ergebnis als Systemvorschlag	Ja				
Mindestabstand bei Neuverhandlung	0				
Argumentengehaltlosigkeit	75				
Anzahl der Teilnehmer	5				
Anzahl möglicher Farben	30				
Aushandlungsdauer	10				
Aushandlungsmindestabstand	10				
Blinde Abstimmung	Nein				
Min Stimmen	0,0				
Min P/C Stimmen	0,0				
Relative Mehrheit	Ja				
Scheitern erstrebenswert	Nein				
Jede Zelle aushandeln	Ja				
Start mit Vorschlag	Ja				
Anzahl Wiederholungen (Läufe)	10				
Anzahl an Neustarts	1				
Redebeiträge bei Stimmenwert berücksichtigen	Ja				
Max. Anzahl Aushandlungen pro Zelle	3				

10.5.2 Gruppe „Moderation“

Die Gruppe Moderation wird im Kapitel 7 verwendet.

Tabelle 101: Parameter zur Steuerung des Verfahrens. Nur die Änderungen gegen über dem Szenario Boykott sind für die anderen Szenarien aufgeführt.

Parameter	Werte
Gitterabweichung	100
Toleranzabweichung	100
Max. Toleranzintervallgröße	1
Zellenanzahl	16
Länge des Weltbildes	20
Altes Ergebnis als Systemvorschlag	Ja
Mindestabstand bei Neuverhandlung	0
Argumentengehaltlosigkeit	75
Anzahl der Teilnehmer	5

Anzahl möglicher Farben	30
Aushandlungsdauer	10
Aushandlungsmindestabstand	10
Blinde Abstimmung	Nein
Min Stimmen	0,0
Min P/C Stimmen	0,0
Relative Mehrheit	Ja
Scheitern erstrebenswert	Nein
Jede Zelle aushandeln	Ja
Start mit Vorschlag	Ja
Anzahl Wiederholungen (Läufe)	10
Anzahl an Neustarts	1
Redebeiträge bei Stimmenwert berücksichtigen	Ja
Max. Anzahl Aushandlungen pro Zelle	3

Tabelle 102: Parameter der Agenten

Parameter	H	Ve4	Moderator	Blo1	Fle1
Einfluß	0,50	0,00	0,75	1,00	1,00
Kompromißbereitschaft	0,75	0,75	0,75	0,00	1,00
Bindekraft	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00
Frustrationstoleranz.	0,75	0,75	1,00	0,50	1,00
Motivation	0,50	0,25	1,00	1,00	1,00
Rachelust	0,00	0,25	0,00	0,50	0,00
Gewicht Ansehen	0,75	1,00	0,75	0,25	0,75
Gewicht Lösung	0,50	0,50	1,00	0,50	1,00
Gewicht Position	0,50	0,00	0,50	1,00	0,50
Anpassungsfaktor	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Leadership	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Anpassungsrate Unterstützung	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Erfolgsskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geschwindigkeitsanpassung für Zuhören	10	10	10	10	10
Gewicht der Stimme	1	1	1	1	1
P-Berechnungsmodell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU
Rache berücksichtigen	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Reaktionszeit	0	0	0	0	0
Schwellenanpassung (Frustration)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Strategische Abstimmung	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja
Zeitdiskont	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja
Zellenwahl-Modell	SEU	SEU	SEU	SEU	SEU

Tabelle 103: Parameter der Gruppenstruktur: Loyalität

ego\alter	H	Ve4	Moderator	Blo1	Fle1
H	-	0,50	0,75	0,50	0,50
Ve4	0,50	-	0,75	0,50	0,50
Moderator	0,25	0,25	-	0,25	0,25
Blo1	0,50	0,50	0,75	-	0,50
Fle1	0,50	0,50	0,75	0,50	-

Tabelle 104: Parameter der Gruppenstruktur: Expertenstatus

ego\alter	H	Ve4	Moderator	Blo1	Fle1
H	-	0,50	0,25	0,50	0,50
Ve4	0,50	-	0,25	0,50	0,50
Moderator	0,75	0,75	-	0,75	0,75
Blo1	0,50	0,50	0,25	-	0,50
Fle1	0,50	0,50	0,25	0,50	-

Tabelle 105: Parameter der Gruppenstruktur: Unterstützung

ego\alter	H	Ve4	Moderator	Blo1	Fle1
H	-	0,50	0,50	0,50	0,50
Ve4	0,50	-	0,50	0,50	0,50
Moderator	0,50	0,50	-	0,50	0,50
Blo1	0,50	0,50	0,50	-	0,50
Fle1	0,50	0,50	0,50	0,50	-

Tabelle 106: Parameter der Gruppenstruktur: Leadership

ego\alter	H	Ve4	Moderator	Blo1	Fle1
H	-	0,50	1,00	0,50	0,50
Ve4	0,50	-	1,00	0,50	0,50
Moderator	0,50	0,50	-	0,50	0,50
Blo1	0,50	0,50	1,00	-	0,50
Fle1	0,50	0,50	1,00	0,50	-

10.5.3 Persönlichkeitsmerkmale und Gruppenstruktur

Die Persönlichkeitsmerkmale und die Gruppenstruktur werden in Kapitel 8 benötigt.

Tabelle 107: Parameter zur Steuerung des Verfahrens.

Parameter	Werte
Gitterabweichung	100
Toleranzabweichung	100
Max. Toleranzintervallgröße	1
Zellenanzahl	16
Länge des Weltbildes	20
Altes Ergebnis als Systemvorschlag	Ja
Mindestabstand bei Neuverhandlung	0
Argumentengehaltlosigkeit	75
Anzahl der Teilnehmer	5
Anzahl möglicher Farben	30
Aushandlungsdauer	10
Aushandlungsmindestabstand	10
Blinde Abstimmung	Nein
Min Stimmen	0,0
Min P/C Stimmen	0,0
Relative Mehrheit	Ja
Scheitern erstrebenswert	Nein
Jede Zelle aushandeln	Ja
Start mit Vorschlag	Ja
Anzahl Wiederholungen (Läufe)	2
Anzahl an Neustarts	1
Redebeiträge bei Stimmenwert berücksichtigen	Ja
Max. Anzahl Aushandlungen pro Zelle	3

Tabelle 108: Parameter zur Steuerung des automatischen Experimentators.

Parameter	Werte
Populationgröße	30
Max. Anzahl Generationen	50
Gruppengröße	10
Anzahl Wiederholungen	20
Anfangsmutationswahrscheinlichkeit	0,3
Änderungsrate der Mutationsw.	0,001
Untere Fitnessgrenze für Mutation	0,1
Obere Fitnessgrenze für Mutation	1,0
Beenden nach gefundener Lösung	Ja

Tabelle 109: Parameter der Agenten. Alle Agenten haben die selben Parameter. Parameter, die mit „*“ gekennzeichnet sind, werden vom automatischen Experimentator belegt.

Parameter	Werte
Einfluß	*
Kompromißbereitschaft	*
Bindekraft	*
Frustrationstoleranz.	*
Motivation	*
Rachelust	*
Gewicht Ansehen	*
Gewicht Lösung	*
Gewicht Position	*
Anpassungsfaktor	0,1
Anpassungsrate Leadership	0,1
Anpassungsrate Unterstützung	0,01
Anzahl Wiederholungen berücksichtigen	*
Erfolgssdiskont	0,1
Geschwindigkeitsanpassung für Zuhören	10
Gewicht der Stimme	1
P-Berechnungsmodell	SEU
Rache berücksichtigen	*
Reaktionszeit	0
Schwellenanpassung (Frustration)	0,25
Strategische Abstimmung	*
Zeitdiskont	0,1
Zeitdruck berücksichtigen	*
Zellenwahl-Modell	SEU

Die Gruppenstruktur wird vollständig vom automatischen Experimentator belegt.

10.5.4 Statistische Berechnungen

Die statistischen Berechnungen werden in Kapitel 8 benötigt.

10.5.4.1 Konsenssuche scheitert

Tabelle 110: Deskriptive Statistik der Meßfühler. $N = 19$.

	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung
Anteil gefüllte Zellen	,00	,28	,16	,07
Durch. Stimmverhältnis	,00	1,00	,81	,25
Anteil Zellen mit Wdh. Aush.	,94	1,00	1,00	,01
Durch. Agentenpartizipation	,38	,89	,68	,17
Durch. gemeinsame Vorstellung	,16	1,00	,61	,28
Durch. Anteil Vorschläge	,04	,11	,07	,02
Teilnehmererfolg	,00	,19	,06	,05
Lösungssuche	,50	,55	,53	,01
Aushandlungserfolg	,00	,40	,33	,10
Aushandlungsbewertung	,10	,22	,19	,03

Tabelle 111: Zuordnungsübersicht der hierarchischen Clusteranalyse

Schritt	Zusammengeführte Cluster		Koeffizienten
	Cluster 1	Cluster 2	
1	2	15	30,688
2	2	3	33,844
3	5	12	35,125
4	1	7	35,188
5	8	14	36,250
6	6	10	36,500
7	2	11	37,896
8	8	19	38,313
9	2	17	39,391
10	1	2	39,531
11	4	13	40,500
12	6	16	40,563
13	1	5	42,018
14	6	8	43,257
15	1	6	44,022
16	1	9	45,188
17	1	4	45,785
18	1	18	46,872

10.5.4.2 Konsenssuche gescheitert und Vorstellungssuche erfolgreich

Tabelle 112: Deskriptive Statistik der Meßfühler. $N = 24$.

	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung
Anteil gefüllte Zellen	,00	,25	,18	,07
Durch. Stimmverhältnis	,00	1,00	,81	,23
Anteil Zellen mit Wdh. Aush.	,88	1,00	,99	,03
Durch. Agentenpartizipation	,55	,92	,78	,10
Durch. gemeinsame Vorstellung	,70	1,00	,89	,09
Durch. Anteil Vorschläge	,04	,16	,09	,03
Teilnehmererfolg	,00	,15	,09	,05
Lösungssuche	,51	,58	,54	,02
Aushandlungserfolg	,00	,42	,34	,09
Aushandlungsbewertung	,11	,25	,20	,03

Tabelle 113: Zuordnungsübersicht der hierarchischen Clusteranalyse

Schritt	Zusammengeführte Cluster		Koeffizienten
	Cluster 1	Cluster 2	
1	4	18	27,750
2	1	10	31,125
3	20	23	32,625
4	11	12	33,688
5	6	13	34,313
6	1	5	34,813
7	2	16	35,938
8	7	14	36,688
9	1	20	37,896
10	4	11	39,000
11	6	15	39,344
12	1	7	39,731
13	21	22	40,000
14	3	8	40,563
15	6	19	41,458
16	1	4	41,712
17	1	2	43,304
18	3	17	43,531
19	1	6	43,577
20	1	21	43,974
21	1	9	44,089
22	1	3	44,964
23	1	24	47,793

10.5.4.3 Vorstellungssuche gescheitert

Tabelle 114: Deskriptive Statistik der Meßfühler. N = 314.

	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung
Anteil gefüllte Zellen	,31	1,00	,84	,13
Durch. Stimmverhältnis	,45	,98	,75	,09
Anteil Zellen mit Wdh. Aush.	,00	1,00	,84	,23
Durch. Agentenpartizipation	,26	,86	,63	,11
Durch. gemeinsame Vorstellung	,03	,30	,19	,06
Durch. Anteil Vorschläge	,05	,29	,14	,04
Teilnehmererfolg	,09	,39	,21	,05
Lösungssuche	,35	,65	,56	,04
Aushandlungserfolg	,36	,94	,58	,11
Aushandlungsbewertung	,17	,54	,31	,07

Tabelle 115: Zuordnungsübersicht der hierarchischen Clusteranalyse

Schritt	Zusammengeführte Cluster		Koeffizienten
	Cluster 1	Cluster 2	
1	15	93	23,375
2	53	249	24,375
3	237	255	24,563
4	27	250	24,813
5	77	184	24,813
6	34	248	24,875
7	132	220	25,000
8	42	305	25,125
9	170	251	25,188

10	204	226	25,563
11	1	301	25,688
12	141	299	25,875
13	129	267	25,875
14	126	232	25,875
15	207	275	25,938
16	63	107	26,313
17	115	211	26,375
18	10	145	26,563
19	178	219	26,625
20	165	240	26,688
21	183	273	26,750
22	128	131	27,063
23	33	243	27,188
24	172	288	27,250

25	119	136	27,250
26	71	234	27,313
27	64	69	27,313
28	176	307	27,375
29	31	236	27,375
30	42	154	27,438
31	230	284	27,563
32	59	261	27,563
33	92	242	27,563
34	199	217	27,563
35	65	223	27,625
36	166	213	27,625
37	57	109	27,688
38	13	129	27,750
39	266	308	27,813
40	108	258	27,813
41	253	309	27,938
42	137	265	27,938
43	36	244	27,938
44	68	192	27,938
45	7	270	28,000
46	235	269	28,063
47	104	231	28,063
48	41	303	28,125
49	233	277	28,250
50	4	16	28,313
51	170	257	28,344
52	19	158	28,438
53	75	115	28,438
54	23	38	28,438
55	238	264	28,500
56	45	56	28,500
57	97	196	28,563
58	49	84	28,563
59	43	72	28,563
60	259	276	28,625
61	60	122	28,813
62	55	283	28,875
63	155	215	28,938
64	63	222	28,969
65	28	169	29,063
66	80	302	29,125
67	252	285	29,125
68	32	202	29,125
69	88	221	29,188
70	20	125	29,250
71	54	114	29,250
72	157	163	29,313
73	96	130	29,313
74	25	76	29,313
75	2	61	29,313
76	207	253	29,344
77	39	281	29,375
78	153	312	29,438
79	156	274	29,438
80	201	218	29,500
81	103	111	29,500
82	89	260	29,625

83	66	149	29,625
84	227	228	29,688
85	132	139	29,688
86	148	311	29,750
87	134	297	29,750
88	26	118	29,750
89	30	298	29,813
90	70	314	29,875
91	174	180	29,875
92	3	167	29,875
93	106	150	29,875
94	1	204	29,938
95	19	78	29,969
96	92	241	30,031
97	177	237	30,031
98	73	256	30,063
99	239	247	30,063
100	119	121	30,063
101	20	71	30,094
102	6	79	30,125
103	171	254	30,250
104	29	214	30,313
105	15	77	30,344
106	53	191	30,375
107	159	293	30,438
108	47	290	30,563
109	160	193	30,563
110	168	295	30,625
111	95	135	30,625
112	81	229	30,688
113	40	212	30,688
114	127	181	30,688
115	27	124	30,781
116	60	104	30,781
117	97	182	30,844
118	142	246	30,875
119	89	140	30,875
120	9	108	30,969
121	64	147	31,094
122	101	245	31,125
123	120	198	31,125
124	90	227	31,156
125	62	133	31,188
126	46	110	31,188
127	138	165	31,219
128	17	224	31,250
129	91	152	31,250
130	105	116	31,250
131	22	266	31,281
132	85	291	31,313
133	74	188	31,438
134	58	173	31,438
135	162	197	31,500
136	203	279	31,563
137	100	199	31,594
138	126	161	31,625
139	11	94	31,688
140	24	210	31,750

141	31	80	31,781
142	36	259	31,813
143	2	141	31,813
144	87	170	31,875
145	42	43	31,906
146	177	262	31,917
147	172	252	32,031
148	59	176	32,031
149	134	313	32,063
150	64	287	32,208
151	207	230	32,234
152	101	178	32,313
153	159	166	32,313
154	28	33	32,313
155	112	206	32,375
156	7	65	32,406
157	144	146	32,438
158	106	119	32,458
159	54	296	32,500
160	13	195	32,604
161	51	190	32,625
162	48	175	32,625
163	183	310	32,688
164	8	37	32,750
165	186	200	32,813
166	86	102	32,813
167	68	187	32,906
168	66	137	32,906
169	4	34	32,969
170	52	238	33,000
171	25	128	33,031
172	14	272	33,063
173	90	263	33,146
174	35	50	33,188
175	28	233	33,203
176	138	153	33,219
177	15	160	33,328
178	24	92	33,458
179	286	289	33,500
180	10	120	33,500
181	1	39	33,516
182	112	201	33,531
183	40	45	33,531
184	9	216	33,542
185	98	189	33,563
186	31	41	33,609
187	171	205	33,625
188	44	271	33,750
189	225	268	33,750
190	73	142	33,781
191	4	83	33,797
192	7	82	33,844
193	100	132	33,847
194	22	148	33,896
195	26	47	33,906
196	55	68	33,938
197	13	15	34,036
198	58	177	34,156

199	89	300	34,188
200	103	294	34,188
201	8	117	34,250
202	88	156	34,281
203	49	207	34,313
204	70	172	34,328
205	2	185	34,359
206	164	208	34,375
207	60	138	34,388
208	1	30	34,417
209	174	194	34,500
210	53	235	34,510
211	42	54	34,596
212	9	75	34,615
213	101	304	34,625
214	12	292	34,688
215	19	126	34,715
216	105	112	34,750
217	57	239	34,781
218	20	123	34,797
219	64	96	34,797
220	85	278	34,844
221	59	63	34,891
222	6	186	35,094
223	35	36	35,094
224	46	98	35,125
225	62	171	35,135
226	29	95	35,156
227	53	81	35,181
228	203	280	35,406
229	52	168	35,458
230	13	49	35,466
231	11	106	35,481
232	25	58	35,490
233	32	51	35,563
234	1	42	35,584
235	91	162	35,594
236	4	66	35,628
237	55	155	35,681
238	23	73	35,719
239	3	209	35,813
240	32	143	35,875
241	35	134	35,896
242	21	144	35,906
243	27	28	35,924
244	2	9	35,993
245	127	179	36,031
246	13	26	36,092
247	27	59	36,188
248	25	100	36,192
249	7	18	36,225
250	20	87	36,231
251	62	64	36,244
252	53	157	36,353
253	10	67	36,422
254	19	60	36,450
255	31	101	36,529
256	11	20	36,560

257	57	70	36,594
258	40	97	36,818
259	24	25	36,846
260	13	19	36,862
261	8	174	37,056
262	1	13	37,066
263	17	48	37,094
264	86	183	37,115
265	74	88	37,141
266	2	24	37,214
267	14	306	37,219
268	22	90	37,228
269	52	89	37,234
270	23	282	37,250
271	1	4	37,268
272	6	286	37,281
273	55	105	37,518
274	11	203	37,578
275	1	2	37,662
276	1	57	37,775
277	31	53	37,801
278	1	35	37,823
279	40	52	37,900
280	27	55	37,904
281	62	159	37,967
282	17	127	38,146
283	12	225	38,281
284	1	31	38,296
285	10	46	38,325

286	22	86	38,362
287	7	103	38,396
288	91	164	38,406
289	1	27	38,436
290	1	11	38,592
291	23	32	38,723
292	1	74	38,816
293	3	8	38,847
294	6	29	38,891
295	1	40	38,926
296	1	22	39,027
297	1	62	39,166
298	6	85	39,304
299	1	23	39,392
300	1	17	39,462
301	1	3	39,676
302	1	7	39,692
303	1	10	39,740
304	1	6	39,858
305	5	44	39,875
306	14	113	39,896
307	1	12	40,200
308	1	21	40,494
309	1	91	40,614
310	5	151	40,813
311	1	14	41,503
312	1	5	41,699
313	1	99	42,777

10.5.4.4 Vorstellungssuche gescheitert und Konsenssuche erfolgreich

Tabelle 116: Deskriptive Statistik der Meßfühler. $N = 94$.

	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung
Anteil gefüllte Zellen	,72	1,00	,90	,09
Durch. Stimmverhältnis	,46	,96	,75	,10
Anteil Zellen mit Wdh. Aush.	,00	1,00	,80	,27
Durch. Agentenpartizipation	,20	,89	,63	,13
Durch. gemeinsame Vorstellung	,06	,30	,18	,06
Durch. Anteil Vorschläge	,07	,29	,14	,04
Teilnehmererfolg	,08	,41	,22	,05
Lösungssuche	,30	,65	,55	,05
Aushandlungserfolg	,43	,94	,62	,11
Aushandlungsbewertung	,21	,53	,33	,08

Tabelle 117: Zuordnungsübersicht der hierarchischen Clusteranalyse

Schritt	Zusammengeführte Cluster		Koeffizienten
	Cluster 1	Cluster 2	
1	42	58	25,000
2	6	14	26,250
3	21	92	26,563
4	35	88	26,750
5	47	83	27,375
6	69	87	27,875

7	28	40	28,000
8	1	22	28,000
9	3	90	28,688
10	16	39	28,875
11	32	94	29,250
12	68	72	29,313
13	53	79	29,375
14	18	38	29,750
15	19	48	29,875
16	46	85	30,250
17	52	64	30,313
18	10	25	30,375

19	45	74	30,688
20	60	78	30,750
21	26	50	30,875
22	2	71	30,938
23	41	62	31,063
24	33	76	31,125
25	59	61	31,125
26	31	67	31,250
27	69	80	31,438
28	12	68	31,531
29	24	65	31,750
30	21	82	31,844
31	34	93	31,875
32	11	57	31,938
33	20	43	32,500
34	9	44	32,563
35	6	52	32,594
36	51	59	32,625
37	66	70	32,688
38	18	84	32,750
39	16	17	32,750
40	15	42	32,813
41	13	73	32,875
42	32	60	33,000
43	63	77	33,063
44	55	69	33,271
45	35	53	33,406
46	46	75	33,750
47	3	54	33,781
48	5	28	33,875
49	1	32	34,094
50	10	11	34,219
51	23	56	34,313
52	26	31	34,469
53	36	89	34,563
54	15	35	34,938
55	66	91	34,969
56	26	55	34,977
57	2	19	35,000

58	9	16	35,010
59	45	47	35,031
60	27	34	35,125
61	30	86	35,188
62	6	49	35,297
63	1	51	35,375
64	21	41	35,427
65	3	18	35,819
66	6	33	36,475
67	2	15	36,560
68	1	26	36,727
69	4	8	36,875
70	5	13	37,000
71	9	24	37,100
72	1	3	37,197
73	10	20	37,234
74	12	45	37,432
75	37	66	37,729
76	5	6	37,736
77	1	46	37,762
78	27	63	37,990
79	2	21	38,132
80	1	9	38,235
81	1	2	38,280
82	23	36	38,375
83	1	12	38,705
84	5	37	38,867
85	1	10	39,108
86	1	5	39,333
87	27	81	39,713
88	1	23	40,685
89	1	27	40,846
90	4	7	41,188
91	1	30	41,249
92	1	4	41,756
93	1	29	43,209

10.5.4.5 Vorstellungssuche erfolgreich und Konsenssuche erfolgreich

Tabelle 118: Deskriptive Statistik der Meßfühler, $N = 17$.

	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung
Anteil gefüllte Zellen	,72	1,00	,93	,08
Durch. Stimmverhältnis	,77	,94	,85	,06
Anteil Zellen mit Wdh. Aush.	,69	1,00	,92	,11
Durch. Agentenpartizipation	,45	,81	,67	,09
Durch. gemeinsame Vorstellung	,70	,91	,79	,07
Durch. Anteil Vorschläge	,06	,23	,14	,04
Teilnehmererfolg	,11	,83	,57	,16
Lösungssuche	,48	,61	,54	,04
Aushandlungserfolg	,52	,71	,62	,05
Aushandlungsbewertung	,27	,48	,38	,05

Tabelle 119: Zuordnungsübersicht der hierarchischen Clusteranalyse

Schritt	Zusammengeführte Cluster		Koeffizienten
	Cluster 1	Cluster 2	
1	14	15	32,688
2	1	8	32,875
3	9	16	34,688
4	2	13	35,875
5	7	11	37,625
6	4	14	38,094
7	1	17	38,938
8	6	12	39,063
9	3	9	40,344
10	2	7	40,469
11	5	6	40,656
12	4	5	41,069
13	3	4	42,201
14	2	10	42,406
15	2	3	43,963
16	1	2	44,287

10.5.4.6 Fünfter Agent von Szenariogruppe Block

Tabelle 120: Deskriptive Statistik der Meßfühler. N = 21.

	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung
Anteil gefüllte Zellen	,88	1,00	,98	,03
Durch. Stimmverhältnis	,86	1,00	,93	,04
Anteil Zellen mit Wdh. Aush.	,81	1,00	,90	,04
Durchschnittlicher Mehrheitswechsel	,00	,00	,00	,00
Durch. Agentenpartizipation	,64	,87	,79	,05
Durch. gemeinsame Vorstellung	,52	,58	,54	,02
Durch. Anteil Vorschläge	,06	,14	,09	,02
Teilnehmererfolg	,30	,48	,41	,04
Lösungssuche	,52	,57	,54	,01
Aushandlungserfolg	,63	,70	,67	,02
Aushandlungsbewertung	,34	,37	,35	,01

Tabelle 121: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Gleichverteilung. N = 21.

	Parameter der Gleichverteilung		Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
	Min.	Max.		
Fle_1_Kompromissbereitschaft	,00	1,00	3,491	,000
Fle_1_Zielgewicht_Position	,00	1,00	2,346	,000
Fle_1_Zeitdruck	,00	1,00	3,055	,000
Fle_1_Rache	,00	1,00	4,364	,000
Fle_1_strategische_Abstimmung	,00	1,00	3,055	,000
Fle_1_ZW_Anz_beruecksichtigen	,00	1,00	4,364	,000
Fle_1_Zielgewicht_Ansehen	,25	1,00	1,964	,001
Fle_1_Zielgewicht_Loesung	,00	1,00	1,964	,001
Fle_1_Frustrationstoleranz	,00	1,00	1,691	,007
Fle_1_Bindekraft	,00	1,00	1,528	,019
Fle_1_Motivation	,00	1,00	1,473	,026
Fle_1_Einfluss	,00	1,00	1,418	,036
Fle_1_Rachelust	,00	1,00	1,309	,065

10.5.4.7 Gruppenstruktur von Szenariogruppe Block

Tabelle 122: Deskriptive Statistik der Meßfühler, N = 19.

	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung
Anteil gefüllte Zellen	,94	1,00	,98	,03
Durch. Stimmverhältnis	,88	1,00	,96	,03
Anteil Zellen mit Wdh. Aush.	,75	1,00	,92	,06
Durchschnittlicher Mehrheitswechsel	,00	,00	,00	,00
Durch. Agentenpartizipation	,67	,80	,74	,04
Durch. Gemeinsame Vorstellung	,88	,98	,92	,03
Durch. Anteil Vorschläge	,06	,10	,08	,01
Teilnehmererfolg	,71	,95	,83	,07
Lösungssuche	,48	,54	,51	,01
Aushandlungserfolg	,64	,73	,67	,02
Aushandlungsbewertung	,42	,47	,44	,02

Tabelle 123: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Gleichverteilung, N = 19.

	Parameter der Gleichverteilung		Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
	Min.	Max.		
Expertenstatus_Blo_4→Fle_1	1,00	1,00		
Loyalität_Blo_1→Fle_1	,00	1,00	2,753	,000
Loyalität_Blo_3→Fle_1	,00	1,00	2,294	,000
Loyalität_Fle_1→Blo_1	,00	1,00	2,524	,000
Loyalität_Fle_1→Blo_3	,00	1,00	2,065	,000
Loyalität_Fle_1→Blo_4	,00	1,00	2,294	,000
Leadership_Blo_1→Fle_1	,00	1,00	2,524	,000
Leadership_Blo_2→Fle_1	,00	1,00	2,294	,000
Leadership_Blo_3→Fle_1	,00	1,00	2,294	,000
Leadership_Fle_1→Blo_2	,00	1,00	2,294	,000
Leadership_Fle_1→Blo_3	,25	1,00	2,065	,000
Unterstützung_Blo_1→Fle_1	,00	1,00	2,524	,000
Unterstützung_Blo_2→Fle_1	,00	1,00	2,294	,000
Unterstützung_Blo_3→Fle_1	,00	1,00	2,065	,000
Unterstützung_Blo_4→Fle_1	,25	1,00	2,294	,000
Unterstützung_Fle_1→Blo_3	,00	1,00	2,294	,000
Unterstützung_Fle_1→Blo_4	,00	1,00	2,065	,000
Expertenstatus_Blo_1→Fle_1	,75	1,00	3,900	,000
Expertenstatus_Blo_2→Fle_1	,25	1,00	3,671	,000
Expertenstatus_Blo_3→Fle_1	,75	1,00	4,129	,000
Expertenstatus_Fle_1→Blo_1	,00	1,00	2,524	,000
Expertenstatus_Fle_1→Blo_4	,00	1,00	2,065	,000
Loyalität_Fle_1→Blo_2	,00	1,00	1,893	,002
Leadership_Blo_4→Fle_1	,25	1,00	1,835	,002
Leadership_Fle_1→Blo_4	,00	1,00	1,893	,002
Unterstützung_Fle_1→Blo_2	,00	1,00	1,835	,002
Loyalität_Blo_2→Fle_1	,00	1,00	1,606	,012
Loyalität_Blo_4→Fle_1	,00	1,00	1,606	,012
Expertenstatus_Fle_1→Blo_3	,00	1,00	1,491	,023
Leadership_Fle_1→Blo_1	,00	1,00	1,376	,045
Expertenstatus_Fle_1→Blo_2	,00	1,00	1,376	,045
Unterstützung_Fle_1→Blo_1	,00	1,00	1,262	,083

10.5.5 Vergleich der Gruppe Moderation mit der Szenariogruppe Block

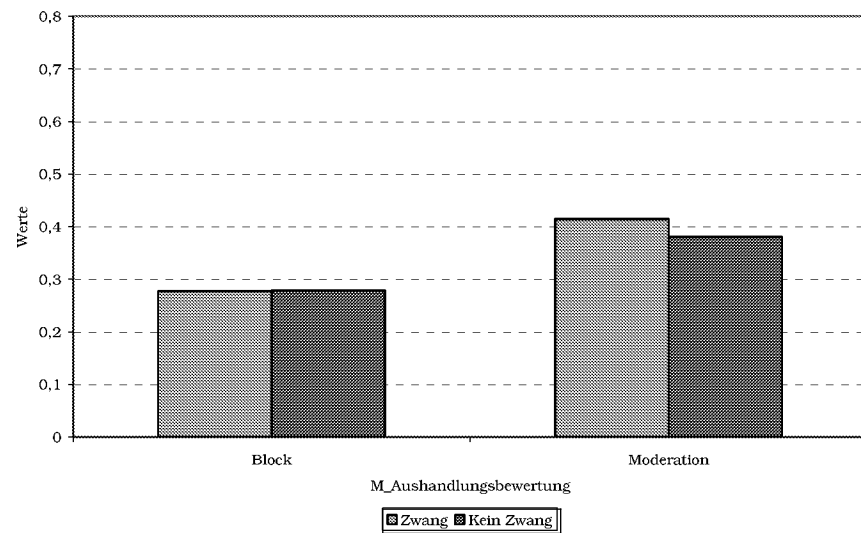


Abbildung 103: Veränderung der Aushandlungsbewertung von Moderation und Block in Abhängigkeit von dem Zwang eine Aushandlung mit einem Vorschlag zu starten.

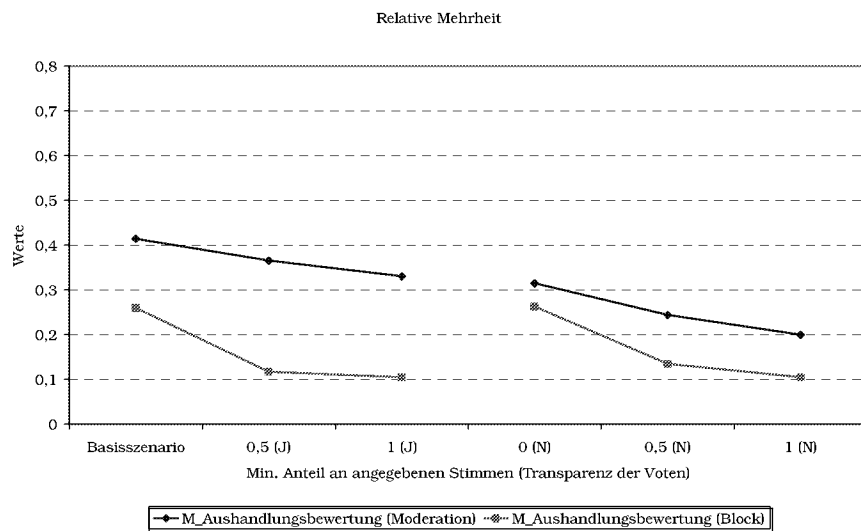


Abbildung 104: Aushandlungsbewertung zu verschiedenen Anteilen an abgegebenen Voten und unter Variation der Transparenz der Voten (in Klammern: J = öffentlich, N = geheim) bei relativer Mehrheit.

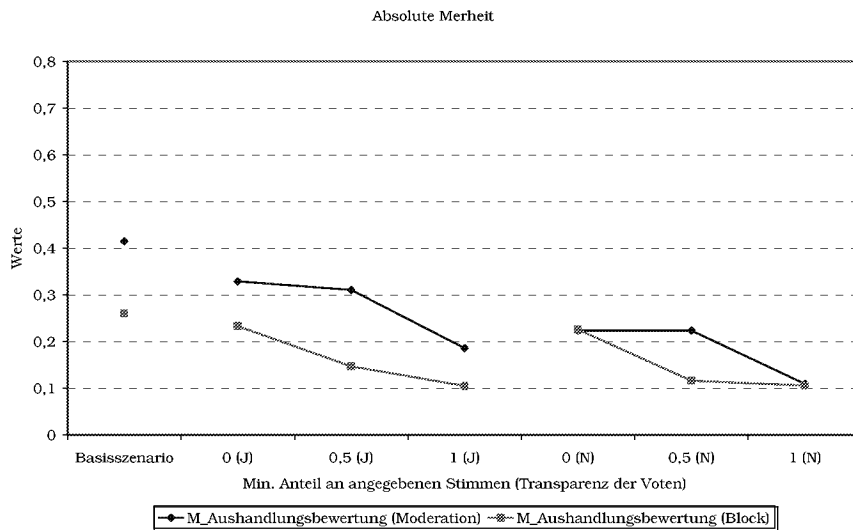


Abbildung 105: Aushandlungsbewertung zu verschiedenen Anteilen an abgegebenen Voten und unter Variation der Transparenz der Voten (in Klammern: J = öffentlich, N = geheim) bei absoluter Mehrheit (0,51).

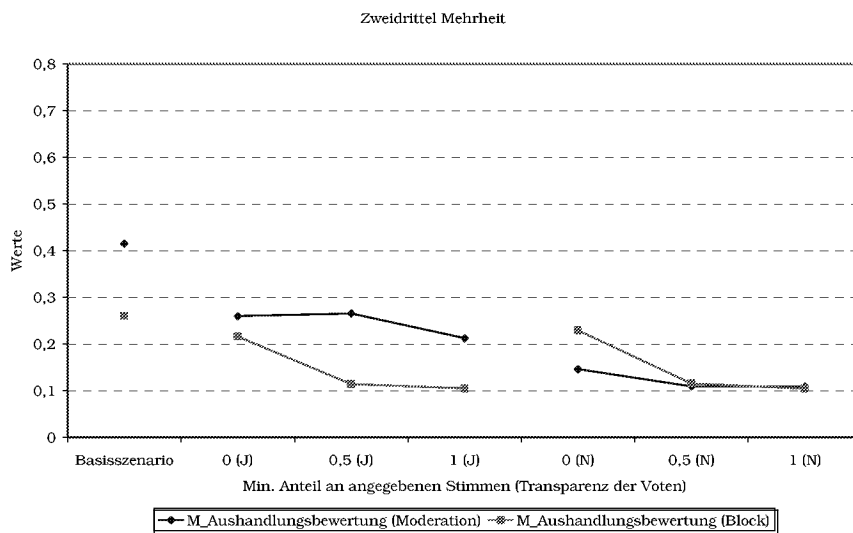


Abbildung 106: Aushandlungsbewertung zu verschiedenen Anteilen an abgegebenen Voten und unter Variation der Transparenz der Voten (in Klammern: J = öffentlich, N = geheim) bei zweidrittel Mehrheit (0,67).

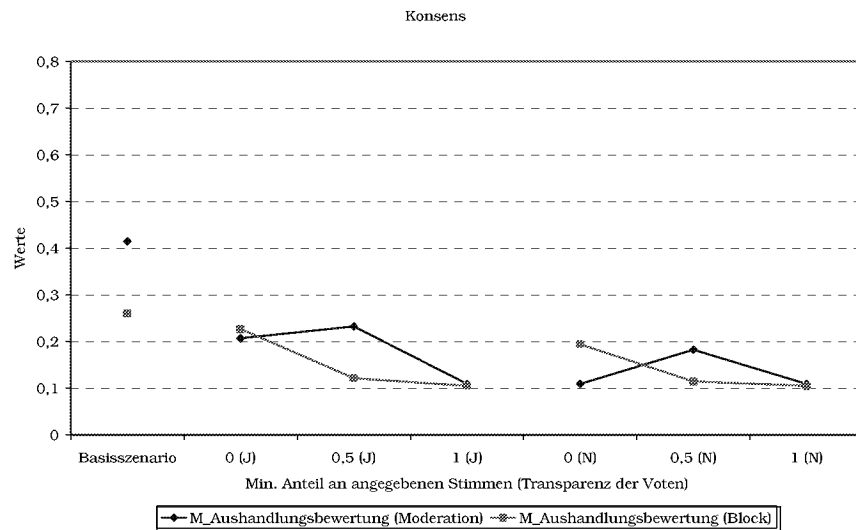


Abbildung 107: Aushandlungsbewertung zu verschiedenen Anteilen an abgegebenen Voten und unter Variation der Transparenz der Voten (in Klammern: J = öffentlich, N = geheim) bei Konsens.

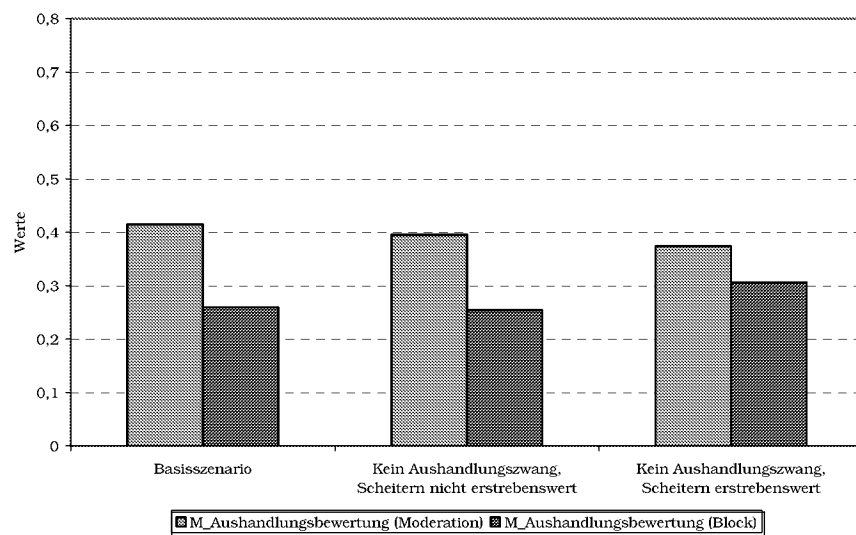


Abbildung 108: Aushandlungsbewertung im Vergleich, bezüglich den Basisszenarien, ohne Zwang jede Zelle auszuhandeln, wobei scheitern (nicht) erstrebenswert ist.

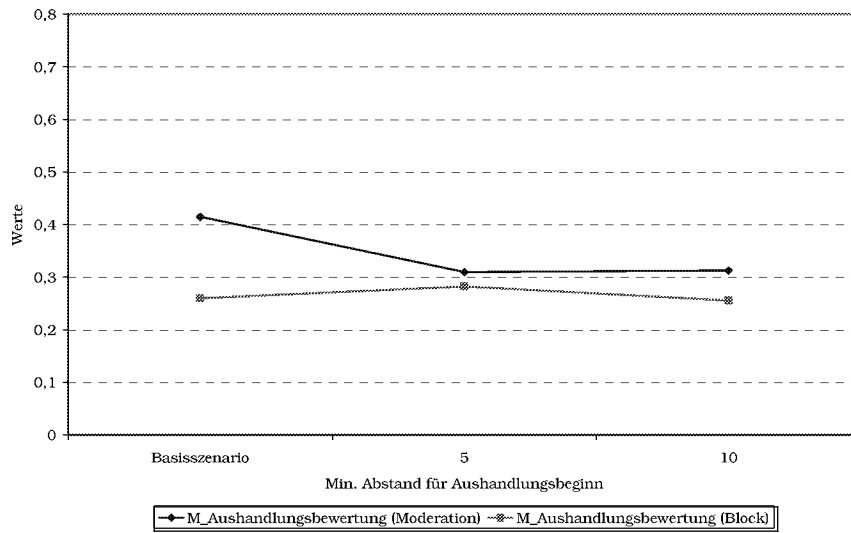


Abbildung 109: Aushandlungsbewertung unter Variation des Mindestabstandes zwischen zwei Initiierungen.

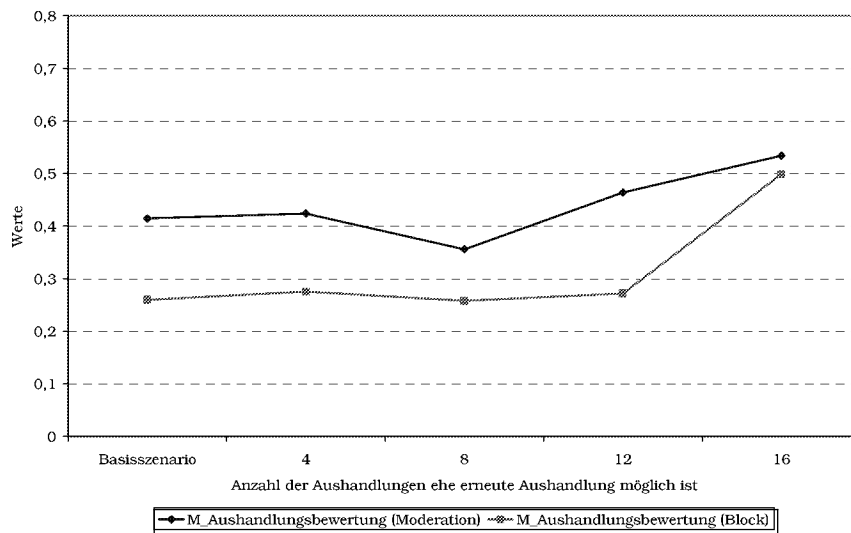


Abbildung 110: Aushandlungsbewertung unter Variation der Anzahl Aushandlungen zwischen Beendigung einer Aushandlung und ihrer erneuten Initiierung.

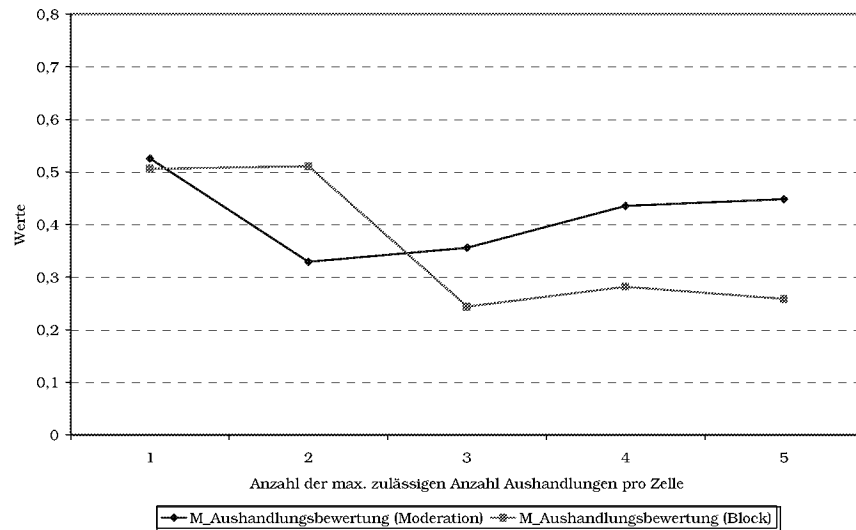


Abbildung 111: Aushandlungsbewertung unter Variation der maximal zulässigen Anzahl an Aushandlungen der selben Zelle.

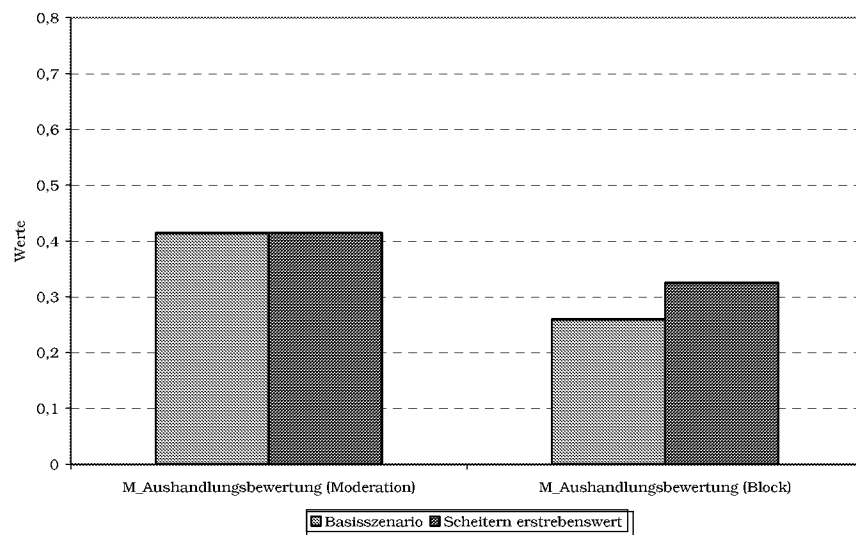


Abbildung 112: Aushandlungsbewertung unter Veränderung, ob Scheitern erstrebenswert ist oder nicht.

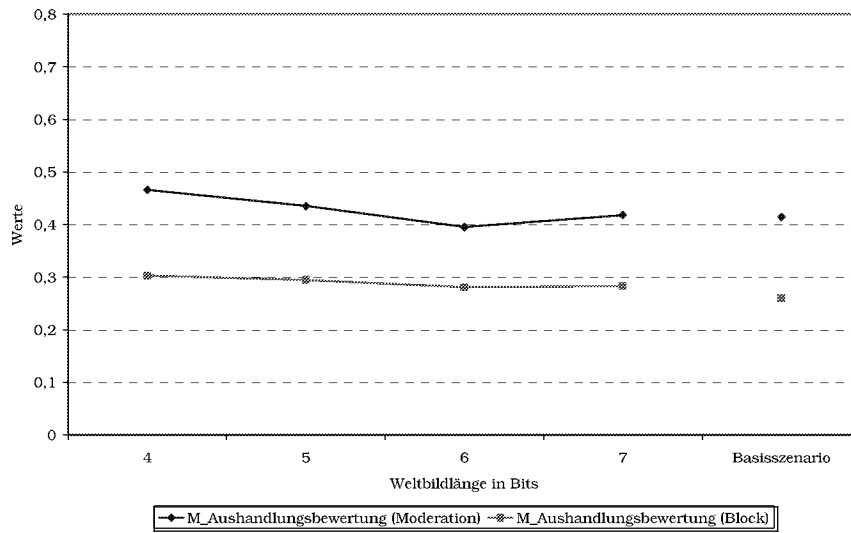


Abbildung 113: Aushandlungsbewertung unter Veränderung der Weltbildlänge.

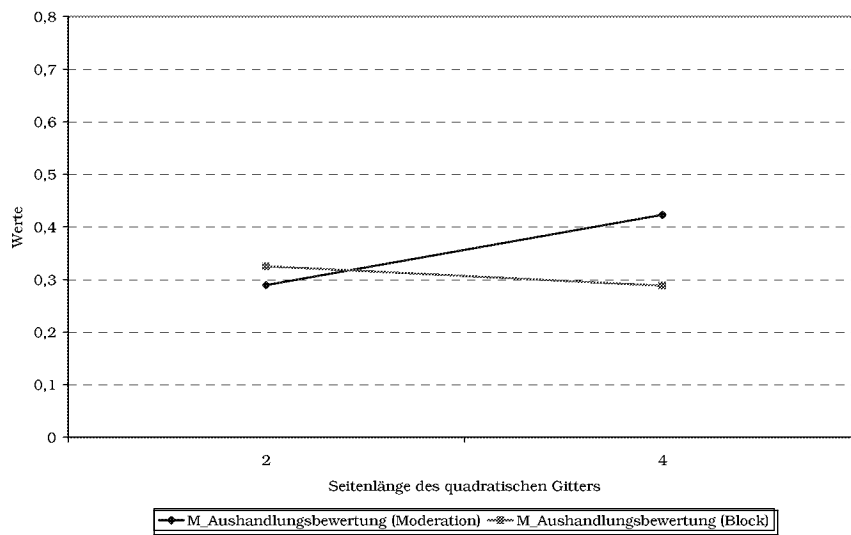


Abbildung 114: Aushandlungsbewertung bei einer Zellenanzahl von vier und 16 Zellen.

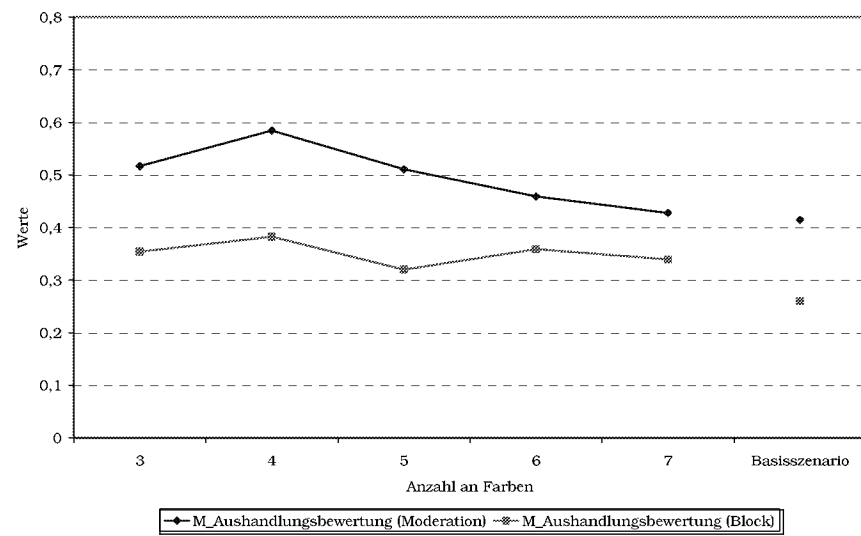


Abbildung 115: Aushandlungsbewertung unter Variation der Farbanzahl.

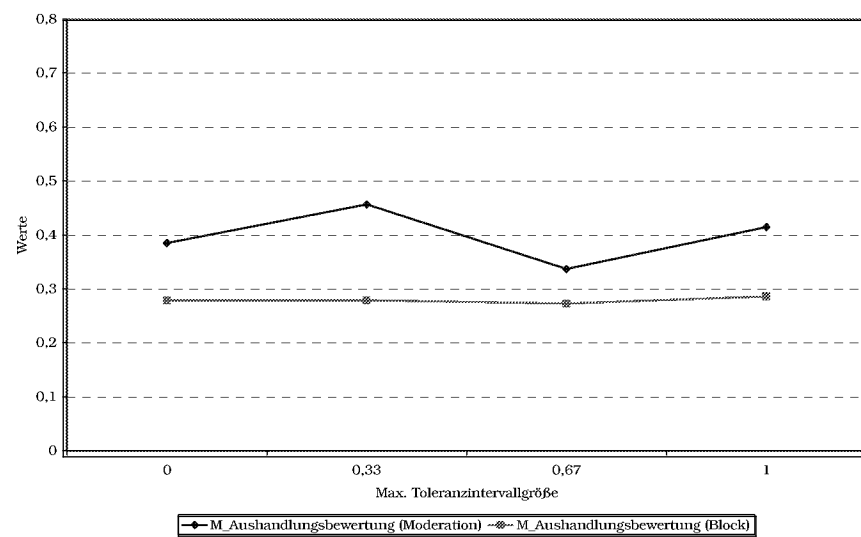


Abbildung 116: Aushandlungsbewertung unter Variation der maximalen Toleranzintervallgröße.

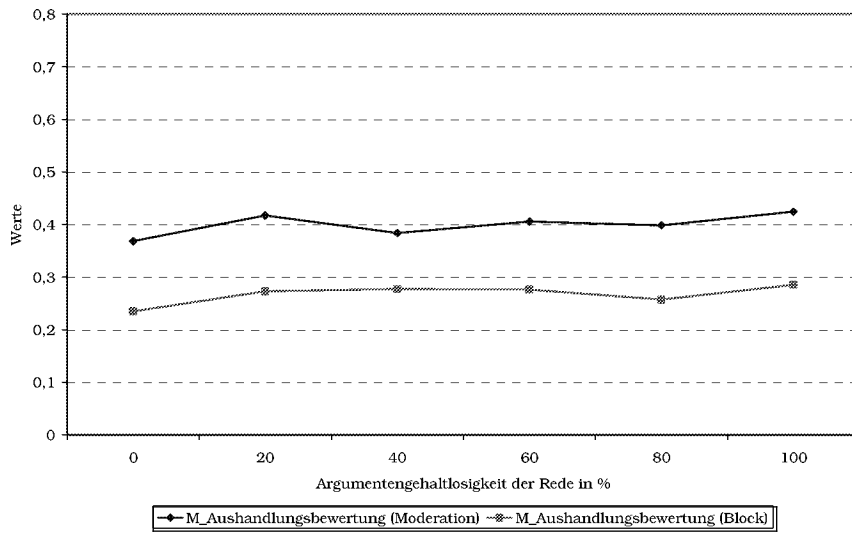


Abbildung 117: Verlauf der Aushandlungsbewertung der fünf Szenariogruppen unter Veränderung der Argumentengehaltlosigkeit. Die Basiskonstellationen sind nicht mit aufgeführt.

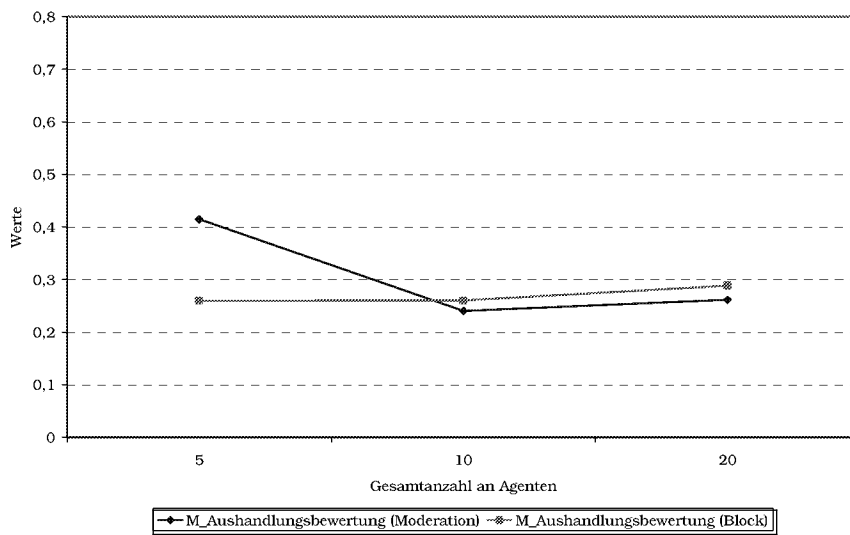


Abbildung 118: Aushandlungsbewertung unter Variation der Agentenanzahl.

Literatur

- Agre, P. E.; Chapman, D. (1987): Pengi: an implementation of a theory of activity. In: Proceedings of AAAI-87. Los Angeles: Morgan Kaufmann. S. 268-272.
- Anson, Robert G.; Jelassi, M. Tawfik (1990): A development framework for computer-supported conflict resolution. In: A development framework for computer-supported conflict resolution, Bd. 46. S. 181-199.
- Axelrod, Robert (1997a): The complexity of cooperation: agent-based models of competition and collaboration. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Axelrod, Robert (1997b): Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences. In: Conte, Rosaria; Hegselmann, Rainer; Terna, Pietro (Hrsg.): Simulating Social Phenomena. Berlin et al.: Springer. S. 21-40.
- Baecker, Ronald M. (Hrsg.) (1993) Readings in Grouware and Computer-Supported Cooperative Work Assisting Human-Human Collaboration. San Francisco: Morgan Kauffmann.
- Bahrtdt, Hans P. (1994, 6. Aufl.): Schlüsselbegriffe der Soziologie. München: C.H. Beck.
- Bales, R. F.; Strodtbeck, F. L. (1951): Phases in group problem-solving. In: Journal of Abnormal and Social Psychology, Bd. 46, S. 485-495.
- Bales, Robert F.; Cohen, Stephen P. (1982): Ein System für die mehrstufige Beobachtung von Gruppen. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Ballot, Gérard; Weisbuch, Gérard (Hrsg.) (2000): Applications of Simulation to Social Siences. Oxford: Hermes.
- Balzer, Wolfgang; Brendel, Karl R.; Hofmann, Solveig (2001): Bad Arguments in the Comparison of Game Theory and Simulation in Social Studies. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation, Bd. 4, Nr. 2. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/4/2/1.html>. Letzter Abruf: 09.04.2001.
- Banzhaf, Wolfgang; Nordin, Peter; Keller, Robert E.; Francone, Frank D. (1998): Genetic Programming. An Introduction On the Automatic Evolution of Computer Programs and Its Applications. San Francisco et al.: Morgan Kauffmann, dpunkt.
- Beam, Carrie; Segev, Arie (1997): Automated negotiations: a survey of the state of the art. In: Wirtschaftsinformatik, Heft 3, Bd. 39. S. 263-268.
- Becker-Beck, Ulrike (1997): Soziale Interaktion in Gruppen. Struktur- und Prozeßanalyse. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Black, Phil (1995): Successful Electronic Distance Collaboration: The Importance of Social Negotiation. In: Canadian Journal of Educational Communication, Bd. 24, Nr. 2. S. 133-148.
- Boos, Margarete (1996): Entscheidungsfindung in Gruppen. Eine Prozeßanalyse. Bern: Verlag Hans Huber.
- Box, George E.; Hunter, William G.; Hunter, J. Stuart (1978): Statistics for Experimenters. An Introduction to Design, Data Analysis, and Model Building. New York et al.: Wiley.
- Brandstätter, Herrmann (1995): Persönliche Verhaltens- und Leistungsbedingungen. In: Schuler, Heinz (Hrsg.): Organisationspsychologie. Lehrbuch, 2. korrigierte Auflage. Bern et al.: Verlag Hans Huber. S. 213-233.
- Brassel, Kai-H.; Möhring, Michael; Schumacher, Elke; Troitzsch, Klaus G. (1997): Can Agents Cover All the World? In: Conte, Rosaria; Hegselmann, Rainer; Terna, Pietro (Hrsg.): Simulating Social Phenomena. Berlin et al.: Springer. S. 55-72.
- Bratley, P.; Fox, B.; Schrage, L. (Hrsg.) (1987, 2. Aufl.): A Guide to Simulation. New York: Springer-Verlag.

- Brooks, R. (1990): Elephants don't play chess. In: *Robotics and Autonomous Systems*, Bd. 6, S. 3-15.
- Bruderer, Erhard; Maiers, Martin (1997): From the Margin to the Mainstream: An Agenda for Computer Simulations in the Social Sciences. In: Conte, Rosaria; Hegselmann, Rainer; Terna, Pietro (Hrsg.): *Simulating Social Phenomena*. Berlin et al.: Springer. S. 89-96.
- Brunner, Ewald Johannes; Tschacher, Wolfgang (1991): Distanzregulierung und Gruppenstruktur beim Prozeß der Gruppenentwicklung. I.: Theoretische Grundlagen und methodische Überlegungen. In: *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, Jahrgang 22, Nummer 2. S. 87-101.
- Brunsson, Nils (1982): The irrationality of action and action rationality: Decisions, ideologies and organizational actions. In: *Journal of Management Studies*. S. 29-44.
- Bühl, Achim; Zöfel, Peter (1999): *SPSS Version 8. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows*. Bonn: Addison Wesley Logman Verlag.
- Burkhardt, Rainer (1997, 2. Auflage 1998): *UML – Unified Modeling Language. Objektorientierte Modellierung in der Praxis*. Bonn et al: Addison-Wesley Longman.
- Carley, Kathleen M.; Prietula, Michael J.; Lin, Zhiang (1998): Design Versus Cognition: The interaction of agent cognition and organizational design on organizational performance. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Bd. 1, Nr. 3. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/1/3/4.html>. Letzter Abruf: 03.11.1998.
- Castelfranchi, Christiano; Conte, Rosaria; Paolucci, Mario (1998): Normative reputation and the costs of compliance. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Bd. 1, Nr. 3. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/1/3/3.html>. Letzter Abruf: 03.11.1998.
- Cecconi, Federico; Parisi, Domenico (1998): Individual versus social survival strategies. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Bd. 1, Nr. 2. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/1/2/1.html>. Letzter Abruf: 03.11.1998.
- Chattoe, Edmund (1998): Just How (Un)realistic are Evolutionary Algorithms as Representations of Social Process? In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Bd. 1, Nr. 3. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/1/3/2.html>. Letzter Abruf: 03.11.1998.
- Chu-Carrol, Jennifer; Carberry, Sandra (2000): Conflict resolution in collaborative planning dialogs. In: *International Journal of Human-Computer Studies*, Jg. 53. S. 969-1015.
- Claessens, Dieter (1994): Gruppenverbände als Zusammenschluß kleinere Gruppen zu einer Großgruppe. In: Schäfers, Bernhard (Hrsg.): *Einführung in die Gruppensoziologie*. Heidelberg: Quelle & Meyer. S. 157-176.
- Coleman, James (1986): *Individual Interests and Collective Action. Selected Essays*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Coleman, James S. (1991): *Grundlagen der Sozialtheorie. Band 1: Handlungen und Handlungssysteme*. München: Oldenbourg.
- Conte, Rosaria (2000): The necessity of intelligent agents in social simulation. In: Ballot, Gérard; Weisbuch, Gérard (Hrsg.) (2000): *Applications of Simulation to Social Sciences*. Oxford: Hermes, S. 19-38.
- Conte, Rosaria; Gilbert, Nigel (1995): Introduction: computer simulation for social theory. In: Gilbert, Nigel; Conte, Rosaria (Hrsg.): *Artificial Societies. The computer simulation of social life*. London: UCL Press. S. 1-15.
- Conte, Rosaria; Hegselmann, Rainer; Terna, Pietro (1997): Social Simulation – A New Disciplinary Synthesis. In: Conte, Rosaria; Hegselmann, Rainer; Terna, Pietro (Hrsg.): *Simulating Social Phenomena*. Berlin et al.: Springer. S. 1-20.
- Conte, Rosaria; Pedone, R. (1998): Finding the Best Partner: The PART-NET System. In: Sichman, Jaime S.; Conte, Rosaria; Gilbert, Nigel (Hrsg.): *Multi-Agent Systems and*

- Agent-Based Simulation. First International Workshop, MABS'98 Paris, France, July 1998, Proceedings. Springer. Berlin et al. S. 156-168.
- Conte, Rosaria; Terna, P.; Hegselmann, R. (Hrsg.) (1997): *Simulating Social Phenomena*. Berlin et al.: Springer.
- Deffuant, Guillaume; Neau, David; Frederic, Amblard; Weisbuch, Gérard (2000): *Mixing beliefs among interacting agents*. In: Ballot, Gérard; Weisbuch, Gérard (Hrsg.): *Applications of Simulation to Social Sciences*. Oxford: Hermes. S. 87-98.
- Diekmann, Andreas (2000): Mündliche Mitteilung.
- Dijkum, Cor van (2000): *Methodology as a Challenge*. In: Small Groups. In: Blasius, Jörg; Hox, Joop; de Leeuw, Edith; Schmidt, Peter (Hrsg.): *Social Science Methodology in the New Millennium*. Proceedings of the Fifth International Conference on Logic and Methodology, 3-6.10.2000, Cologne. CD-ROM, ISBN: 90-801073-8-7.
- Doran, Jim (1998): *Simulationg Collective Misbelief*. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Bd. 1, Nr. 1. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/1/1/3.html>. Letzter Abruf: 03.11.1998.
- Doran, Jim; Palmer, Mike (1995): *The EOS projet: integrating two models of Papaeolithic social change* In: Gilbert, Nigel; Conte, Rosaria (Hrsg.): *Artificial Societies. The computer simulation of social life*. London: UCL-Press. S. 103-125.
- Döring, Nicola (1999): *Sozialpsychologie des Internets. Die Bedeutung des Internets für Kommunikationsprozesse, Identitäten, soziale Beziehungen und Gruppen*. Göttingen et al.: Hogrefe.
- Dörner, Dietrich (1998, zuerst 1989): *Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Hamburg: Rowohlt.
- Dörner, Dietrich (1999): *Bauplan für eine Seele*. Hamburg: Rowohlt.
- Egger, Marianne; Campo, Alberto de (1997): *Was Sie schon immer über das Verhalten in sinkenden U-Booten wissen wollten*. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*. 1997, 49. Jahrgang, S. 306-317.
- Ellis, C. A.; Gibbs, S. J.; Rein G. L. (1993): *Groupware. Some Issues and Experiences*. In: Baecker, Ronald M. (Hrsg.) *Readings in Grouware and Computer-Supported Cooperative Work Assisting Human-Human Collaboration*. San Francisco: Morgan Kauffmann. p 9-28 (Orginal 1991 in: *Communication of the ACM*, Bd. 34, Nr. 1).
- Ephrati, Eithan; Zlotkin, Gilad; Rosenschein, Jeffrey (1994): *Meet Your Destiny: A Non-manipulable Meeting Scheduler*. In: *Proceedings of the CSCW '94: Transcending Boundaries*. New york: ACM Press. S. 359-371.
- Esser, Hartmut (1991): *Alltagshandeln und Verstehen*. Tübingen: Mohr / Siebeck.
- Esser, Hartmut (1994): *Von der subjektiven Vernunft der Menschen und von den Problemen der kritischen Theorie damit. Auch ein Kommentar zu Millers „kritischen Anmerkungen zur Rational Choice Theorie“*. In: *Soziale Welt*. 1994, Jahrgang 45, S. 16-32.
- Esser, Hartmut (1996): *Die Definition der Situation*. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*. 1996, 48. Jahrgang, S. 1-34.
- Eveland, J. D.; Bikson, T. K. (1993): *Work Group Structures and Computer Support: A Field Experiment*. In: Baecker, Ronald M. (Hrsg.) *Readings in Grouware and Computer-Supported Cooperative Work Assisting Human-Human Collaboration*. San Francisco: Morgan Kauffmann. p 443-455 (Orginal 1988 in: *AC; Transaction on Office Information Systems*, Bd. 6, Nr. 4. p. 354-379).
- Findler, Nicholas V.; Malyankar, R.M. (1995): *Emergent behaviour in societies of heterogeneous, interacting agents: alliances and norms*. In: Gilbert, Nigel; Conte, Rosaria (Hrsg.): *Artificial Societies. The computer simulation of social life*. London: UCL-Press. S. 212-236.

- Finholt, Tom; Sproull, Lee S. (1993): Electronic Group at Work. In: Baecker, Ronald M. (Hrsg.) Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work Assisting Human-Human Collaboration. San Francisco: Morgan Kaufmann. p 431-442 (Original 1990 in: Organization Sciences, Bd. 1, Nr. 1).
- Fisher, Roger; Ury, William; Patton, Bruce (2000, zuerst 1984): Das Harvardkonzept. 19. Auflage. Frankfurt et al.: Campus.
- Floyd, C.; Züllighoven, H. (1997): Softwaretechnik. In: Rechenberger; Pomberger (Hrsg.): Informatik Handbuch. München: Hansa Verlag. S. 641-667.
- Fowler, Martin; Scott, Kendall (1998): UML konzentriert. Die neue Standard-Objektmodellierungssprache anwenden. Bonn et al: Addison-Wesley Longman.
- Freier, Rainer; Hauptmann, Peter; Schmid, Josef (1993): Die Funktion von Managementstrategien und-entscheidungen bei der Modernisierung des betrieblichen Produktionsapparates. In Zeitschrift für Soziologie, Bd. 22, Heft 6. S. 397-415.
- Frey, Siegfried; Bente, Gary; Frenz, Hans-Georg (1995): Analyse von Interaktionen. In: Schuler, Heinz (Hrsg.): Organisationspsychologie. Lehrbuch, 2. korrigierte Auflage. Bern et al.: Verlag Hans Huber. S. 353-375.
- Gilbert, N.; Conte, R. (Hrsg.) (1995): Artificial Societies: the Computer Simulation of Social Life. London: UCL Press.
- Gilbert, N; Doran, J. (Hrsg.) (1994): Simulating Societies. The Computer Simulation of social Phenomena. London: UCL Press.
- Gilbert, Nigel (1995): Emergence in social simulation In: Gilbert, Nigel; Conte, Rosaria (Hrsg.): Artificial Societies. The computer simulation of social life. London: UCL-Press. S. 144-156.
- Gilbert, Nigel (1997): A Simulation of the Structure of Academic Science. In: Sociological Research Online, Bd. 2, Nr. 2. URL: <http://www.socresonline.org.uk/socresonline/2/2/3.html>. Letzter Abruf: 02.04.1999.
- Gilbert, Nigel; Troitzsch, Klaus G. (1999): Simulation for the Social Scientist. Buckingham et al.: Open University Press.
- Girgensohn-Marchand, Bettina (1994): Ergebnisse der empirischen Kleingruppenforschung. In: Schäfers, Bernhard (Hrsg.): Einführung in die Gruppensoziologie. Heidelberg: Quelle & Meyer. S. 54-79.
- Grundin, Jonathan (1993): Groupware and Cooperative Works: Problems and Prospects. In: Baecker, Ronald M. (Hrsg.) Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work Assisting Human-Human Collaboration. San Francisco: Morgan Kaufmann. p 97-105 (Original 1990 in: Laurel, Brenda: The Art of Human Computer Interface Design, Addison-Wesley).
- Grunwald, Wolfgang (1996): Psychologische Gesetzmäßigkeiten der Gruppenarbeit. Über die Grundbedingungen erfolgreicher Zusammenarbeit. In: Personalführung, Bd. 29, Nr. 9. S. 740-750.
- Haken, Herrmann (1983): Advanced Synergetics (Instability Hierarchies of Selforganizing systems and Devices). 3. Auflage, Berlin: Springer.
- Haken, Herrmann (1988): Information and Self-Organization. A Macroscopic Approach to Complex Systems. Springer Serie Synergetik, Band 40. Berlin et al.: Springer.
- Haken, Herrmann (1990): Synergetik: Eine Einführung. 3. Auflage, Berlin: Springer.
- Hartung, Joachim; Elpelt, Bärbel (1984): Multivariate Statistik. Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. München, Wien: Oldenbourg.
- Heil, Angelika Heinrike (1997): Inhouse-Kommunikation über Electronic-Mail in einem Führungskraftenteam – Eine qualitative und quantitative Untersuchung. Dissertation, Universität Dortmund.

- Hempel, C.G.; Oppenheim, P. (1948): Studies in the Logic of Explanation. In: Philosophy of Science, S. 135-175.
- Herrmann, Thomas (1994): Loss of Situative Context and its Relevance for computer Mediated Communication and Cooperation. In: Clement, A.; Kolm, P.; Wagner, I. (Hg.): NetWORKing: Connecting Workers In and Between Organizations. Amsterdam et al.: North Holland. S. 87-96.
- Herrmann, Thomas (1995): Workflow Management Systems: Ensuring organizational Flexibility by Possibilities of Adaptation and Negotiation. In: ACM Conference on Organizational Computing Systems (COOCS) '95. Proceedings. New York: ACM Press. S. 83-95.
- Herrmann, Thomas (2001): Kommunikation und Kooperation. In: Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R. (Hg.): CSCW Kompendium. Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Arbeiten. S. 25-34.
- Herrmann, Thomas; Stahl, Gerry (1998): Verschränkung der Perspektiven durch Aushandlung. In: Sommer, Manfred; Remmele, Werner ; Klöckner, Konrad: Interaktion im Web, innovative Kommunikationsformen. Stuttgart: Teubner. S. 95-111.
- Herrmann, Thomas; Stahl, Gerry (1999): Intertwining Perspectives and Negotiation. In: Proceedings of the International ACM SIGGROUP Conference on supporting Group Work. New York: ACM Press, S. 316-325.
- Holland, John (1975): Adoption in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence. Ann Arbor, MI, USA: University of Michigan Press.
- Holler, Manfred J. (1992): Ökonomische Theorie der Verhandlungen. München: Oldenbourg.
- Huberman, Bernhard; Galance, Natalie S. (1993): Evolutionary games and computer simulations. In: Proceedings of the National Science USA, Bd. 90, August 1993. S. 7716-7718.
- Jager, Wander (2000): Modelling Consumer Behaviour. Groningen: Kurt Lewin Institute.
- Janis, Irving L.; Mann, Leon (1977): Decision Making. A Psychological Analysis of Conflict, Choice, and Commitment. New York: The Free Press.
- Janssen, Marco; Jager, Wander (1999): An intergrated approach to simulating behavioural process: A case study of the lock-in of consumption patterns. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation, Bd. 2, Nr. 2. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/2/2/2.html>. Letzter Abruf: 15.04.1999.
- Kelle, Udo; Lüdemann, Christian (1995): „Grau, teurer Freund ist alle Theorie“. Rational Choice und das Problem der Brückenannahmen. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie. 1995, 47. Jahrgang, Heft 2, S. 249-267.
- Kerres, Michael; Rosemann, Bernhard (1992): Partizipationspotential und partizipatives Handeln bei Einführung neuer Technologien. In: Zeitschrift für Personalforschung, Bd. 6, Nr. 1. S. 5-17.
- Kersten, Gregory E.; Michalowski, Wojtek; Szpakowicz, Stan; Koperczak, Zbig (1991): Restructurable Representations of Negotiation. In: Management Science, Bd. 37, Nr. 10. S. 1269-1290.
- Kirchmann, Albert (1985): Zur soziometrischen Beurteilung von Arbeitsgruppen. Köln: O. Schmidt.
- Kirk, Jerome; Coleman, James (1967): Formalisierung und Simulation von Interaktionen in einer Drei-Personen-Gruppe. In: Mayntz, Renate (Hrsg.): Formalisierte Modelle in der Soziologie. Luchterhand. Neuwied et al. S. 169-190.
- Kirsch, W.; Mayer, G. (1976): Die Handhabung komplexer Probleme in Organisationen. In Kirsch, W. (Hrsg): Entscheidungsverhalten und Handhabung von Problemen.

- Planungswissenschaftliche Schriften, Band 13. München: Universität München. S. 99-219.
- Klüver, Jürgen (1995): Soziologie als Computerexperiment. Modellierung soziologischer Theorien durch KI- und KL-Programmierung. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden.
- Kunz, Volker (1997): Theorie rationalen Handelns. Opladen: Leske und Budrich.
- Latané, Bibb (1996): Dynamic Social Impact. In: Hegselmann, Rainer; Mueller, Ulrich; Troitzsch, Klaus G. (Hrsg.): Modelling and Simulation in the Social Science from the Philosophy of Science Point of View. Berlin: Springer. S. 285-308.
- Lepperhoff, Niels (1999): Dreamscape - Eine Analyse des Rational-Choice-Ansatzes von Hartmut Esser mittels Computersimulation. Internal Report Nr. SYS-5.99. Fachbereich Informatik, Universität Dortmund.
- Lepperhoff, Niels (2000a): Rational Choice – A Framework for Multi-Agent Systems? In: Urban, Christoph (Hrsg.): Workshop 2000 – Agent-Based Simulation. Ghent et al.: SCS-Europe BVBA. S. 39-44.
- Lepperhoff, Niels (2000b): SAM – A Laboratory For Simulating Negotiations in Small Groups. In: Blasius, Jörg; Hox, Joop; de Leeuw, Edith; Schmidt, Peter (Hrsg.): Social Science Methodology in the New Millennium. Proceedings of the Fifth International Conference on Logic and Methodology, 3-6.10.2000, Cologne. CD-ROM, ISBN: 90-801073-8-7.
- Lepperhoff, Niels (2000c): Dreamscape: Simulation der Entstehung von Normen im Naturzustand mittels eines computerbasierten Modells des Rational-Choice-Ansatzes. In: Zeitschrift für Soziologie, Bd. 29, Nr. 6, S. 463-484.
- Lepperhoff, Niels (2001): Multi-agent systems and their reverse function: a first approach. In: Urban, Christoph (Hrsg.): 2nd Workshop on Agent-Based Simulation. Ghent: SCS-Europe BVBA. S. 24-29.
- Lessel, Edgar (1985): Soziale Interdependenz. Computergestützte Theorieentwicklung für experimentelle Entscheidungssituationen. Frankfurt / Main: Peter Lang.
- Lexikon der Philosophie (1991). Hamburg: Rowohlt.
- Leydesdorff, L. 2000. A Model Engine for the Simulation of "Lock-In," "Break-Out," and the Dissemination of Technological Culture, Paper presented at the World Congress of the Systems Sciences, Toronto, July 2000 (in preparation).
<http://home.pscw.uva.nl/lleydesdorff/toronto/index.htm>.
- Lim, Lai-Huat; Benbasat, Izak (1993): A Theoreticcal Perspective of Negotiation Support Systems. In: Journal of Management Information Systems, Winter 1992-1993, Bd. 9, Nr. 3, S. 27-44.
- Lindblom, Charles E. (1959): The Science of "Muddling through". In: Public Administration Review, Bd. 19. S. 79-88.
- Lindenberg, Siegwart (1985): An Assessment of the New Political Economy: Ist Potential for the Social Siences and for Sociology in Particular. In: Sociological Theory. 1985, Bd. 3, S. 99-114.
- Lindenberg, Siegwart (1991): Die Methode der abnehmenden Abstraktion: Theoriegesteuerte Analyse und empirischer Gehalt. In: Esser, Hartmut; Troitzsch, Klaus G. (Hrsg.): Modellierung sozialer Prozesse. Bonn: Informationszentrum Sozialwissenschaft. S. 29-78.
- Lindenberg, Siegwart (1992): The Method of Decreasing Abstraction. In: Coleman, James S.; Fararo, Thomas J.: Rational Choice Theory. Advency and Critique. Newbury Park: Sage. S. 3-20.
- Lindenberg, Siegwart (1996): Die Relevanz theoriereicher Brückenannahmen. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und und Sozialpsychologie, Bd. 48. S. 126-140.
- Lindstädt, Hagen (1998): Qualität von Gruppenentscheidungen. In: OR Spektrum, Nr. 20. S. 165-177.

- Lüdemann, Christian (1997): Rationalität und Umweltverhalten. Die Beispiele Recycling und Verkehrsmittelwahl. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Lüdemann, Christian; RotHrsg.ang, Heinz (1996): Der "eindimensionale" Akteur. In: Zeitschrift für Soziologie, Nr. 4. S. 278-288.
- Lustick, Ian S. (2000): Agent-based modelling of collective identity: testing constructivist theory. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation, Bd. 3, Nr. 1. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/3/1/1.html>. Letzter Abruf: 27.11.2000.
- Maindok, Herlinde (1998): Einführung in die Soziologie: Leitthemen, Theorien, Begriffe. München et al.: Oldenbourg.
- Manz, Thomas (1990): Akteurspezifische Voraussetzung in Betrieblichen Innovationsprozessen. In: Kießler, Leo (Hrsg.): Partizipation und Kompetenz. Opladen: Westdeutscher Verlag. S. 83-100.
- March, James G. (1991): How Decisions Happen in Organizations. In Human-Computer Interaction, Bd. 6. S. 95-117.
- Marney, J.P.; Tarbert, Heather F.E. (2000): Why do simulation? Towards a working epistemology for practitioners of the dark arts. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation, Bd. 3, Nr. 4. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/3/4/3.html>. Letzter Abruf: 20.11.2000.
- Martinez Coll, Juan Carlos (1986): A bioeconomic model of Hobbes' "state of nature". In: Social Science Information, Bd. 25, Nr. 2. S. 493-505.
- McGrath, Joseph E. (1984): Groups: Interaction and performance. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- McGrath, Joseph E. (1993a): Groups And Human Behavior. In: Baecker, Ronald M. (Hrsg.) Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work Assisting Human-Human Collaboration. San Francisco: Morgan Kauffmann. S. 113-115.
- McGrath, Joseph E. (1993b): Time, Interaction, and Performance (TIP) – A Theory of Groups. In: Baecker, Ronald M. (Hrsg.) Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work Assisting Human-Human Collaboration. San Francisco: Morgan Kauffmann. S. 116-164.
- McGrath, Joseph E. (1993c): A Typology of Tasks. In: Baecker, Ronald M. (Hrsg.) Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work Assisting Human-Human Collaboration. San Francisco: Morgan Kauffmann. S. 165-168.
- McGrath, Joseph E. (1993d): Methods for Study of Groups (Excerpt). In: Baecker, Ronald M. (Hrsg.) Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work Assisting Human-Human Collaboration. San Francisco: Morgan Kauffmann. S. 200-204.
- Miller, Max (1994): Ellenbogenmentalität und ihre theoretische Apotheose. Einige kritische Anmerkungen zur Rational Choice Theorie. In: Soziale Welt. Jahrgang 45, S. 5-15.
- Moss, Scott (1998): Critical Incident Management: An Empirically Derived Computational Model. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation, Bd. 1, Nr. 4. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/1/4/1.html>. Letzter Abruf: 03.11.1998.
- Moss, Scott (1998): Social Simulation Models and Reality: Three Approaches. In: Sichman, Jaime S.; Conte, Rosaria; Gilbert, Nigel (Hrsg.): Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation. First International Workshop, MABS'98 Paris, France, July 1998, Proceedings. Springer. Berlin et al. S. 45-60.
- Müller, Georg: (2000): Exploring the Dynamics of Social Policy Models: A Computer Simulation of Long-term Unemployment. In: Ballot, Gérard; Weisbuch, Gérard (Hrsg.): Applications of Simulation to Social Sciences. Oxford: Hermes. S. 433-447.
- Müller, Günter F. (1997): Vertrauensbildung durch faire Entscheidungsverfahren. In: Schweer, Martin K. W. (Hrsg.): Vertrauen und soziales Handeln. Facetten eines alltäglichen Phänomens. Neuwied et al.: Luchterhand. S. 189-206.

- Mumpower, Jeryl L. (1991): The Judgment Policies of Negotiators and the Structure of Negotiation. In: *Management Science*, Bd. 37, Nr. 10, S. 1304-1324.
- Neelamkavil, Francis (1987): *Computer Simulation and Modelling*. John Wiley & Sons.
- Neidhardt, Friedhelm (1994): Das "Innere System" sozialer Gruppen und ihre Außenbeziehung. In: Schäfers, Bernhard (Hrsg.): *Einführung in die Gruppensoziologie*. Heidelberg: Quelle & Meyer. S. 135-156.
- Nemeth, C. (1977): Interaction between jurors as a function of majority vs. unanimity decision rules. In: *Journal of applied social psychology*, Vol 7, S. 38-56.
- Notthoff, Martin (2000): Entwurf eines webbasierten Knowledge Building Environment für kooperatives Arbeiten. Diplomarbeit. Universität Dortmund.
- Nowak, Andrzej; Latané, Bibb (1994): Simulating the emergence of social order from individual behaviour. In: Gilbert, N; Doran, J. (Hrsg.): *Simulating Societies. The Computer Simulation of social Phenomena*. London: UCL Press. S. 63-84.
- Nowak, Andrzej; Lewenstein, Maciej (1996): Modelling social change with cellular automata. In: Hegselmann, Rainer; Mueller, Ulrich; Troitzsch, Klaus G. (Hrsg.): *Modelling and Simulation in the Social Science from the Philosophy of Science Point of View*. Berlin: Springer. S. 249-285.
- Nunamaker Jr., J.F.; Dennis, Alan R.; Valacich, Joseph S.; Vogel, Douglas R. (1991): Information Technology for Negotiating Groups: Generating Options for Mutual Gain. In: *Management Science*, Bd. 37, Nr. 10. S. 1325-1346.
- Opp, Karl-Dieter; Friedrichs, Jürgen (1996): Brückenannahmen, Produktionsfunktionen und die Messung von Präferenzen. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, Bd. 48. S. 546-559.
- Ortmann, Günther; Windeler, Arnold; Becker, Albrecht; Schulz, Hans-Joachim (1990): *Computer und Macht in Organisationen. Mikropolitische Analysen*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Ortmann, Rolf G. (1995): Mikropolitische Prozesse in der Büroorganisation. In: Eichener, Volker; Mai, Manfred; Klein, Barbara (Hrsg.): *Leitbilder der Büro- und Verwaltungsorganisation*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag. S. 206-220.
- Ostmann, Axel (1990): On Rationality Issues in the Bargaining Context. In: *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, Bd. 146. S. 673-683.
- Ostmann, Axel (1992): On the relationship between formal conflict structure and the social field. In: *Small Group Research*, Bd. 23, Nr. 1. S. 26-48.
- Ostmann, Axel (1992b): The interaction of aspiration levels and the social field in experimental bargaining. In: *Journal of Economic Psychology*, Bd. 13. S. 233-261.
- Pappi, Franz Urban; König, Thomas; Knoke, David (1995): *Entscheidungsprozesse in der Arbeits- und Sozialpolitik*. Frankfurt/M.: Campus.
- Patrick, Steven; Dorman, Patricia M.; Marsh, Robert L. (1999): Simulating Correctional Disturbances: The Application of Organization Control Theory to Correctional Organizations via Computer Simulation. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Bd. 2, Nr. 1. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/2/1/1.html>. Letzter Abruf: 05.02.1999.
- Pelz, Jan (1995): *Gruppenarbeit via Computer: Sozialpsychologische Aspekte eines Vergleichs zwischen direkter Kommunikation und Computerkonferenz*. Frankfurt /M. et al.: Peter Lang GmbH.
- Pinsonneault, Alain; Kraemer, Kenneth L. (1990): The effects of electronic meetings on group processes and outcomes: An assessment of the empirical research. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 46. S. 143-161.

- Poole, Marshall Scott; Roth, Jonelle (1989): Decision Development in Small Groups IV. A Typology of Group Decision Paths. In: Human Communication Research, Bd. 15, Nr. 3. S. 323-356.
- Preisendörfer, Peter (1985): Das Ökonomische Programm in der Soziologie: Kritische Anmerkungen zur Nutzentheorie. In: Angewandte Sozialforschung, Bd. 13, Nr. 1. S. 61-72.
- Press, William H. (1988): Numerical recipes in C. The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press.
- Prietula, Michael; Carley, Kathleen M. (1994): Computational Organization Theory: Autonomous Agents and Emergent Behavior. In: Journal of Organizational Computing, Bd. 4, Nr. 1. S. 41-83.
- Rangaswamy, Arvind; Shell, G. Richard (1997): Using Computer to Realize Joint Gains in Negotiations: Toward an 'Electronic Bargaining Table'. In: Management Science, Bd. 43, Nr. 8. S. 1147-1163.
- Rao, V. Srinivasan; Jarvenpaa, Sirkka L. (1991): Computer Support of Groups: Theory-Based Models for GDSS Research. In: Management Science, Bd. 37, Nr. 10. S. 1347-1362.
- Robinson, M. (1993): Computer Supported Co-operative Work: Cases and Concepts. In: Baecker, Ronald M. (Hrsg.) Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work Assisting Human-Human Collaboration. San Francisco: Morgan Kaufmann. p 37-49 (Original 1991 in: Proceedings of Groupware '91. Utrecht: Software engineering Research Centre – SERC)
- Rosenstiel, Lutz von (1995): Kommunikation und Führung in Arbeitsgruppen. In: Schuler, Heinz (Hrsg.): Organisationspsychologie. Lehrbuch, 2. korrigierte Auflage. Bern et al.: Verlag Hans Huber. S. 321-351.
- Sader, M. (1996): Psychologie der Gruppe. Weinheim: Juventa.
- Schäfers, Bernhard (1994): Entwicklung und Grundlagen der Gruppensoziologie. In: Schäfers, Bernhard (Hrsg.): Einführung in die Gruppensoziologie. Heidelberg: Quelle & Meyer. S. 19-36.
- Schäfers, Bernhard (Hrsg.) (1994b): Einführung in die Gruppensoziologie. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Schaich, Eberhard; Köhle, Dieter; Schweitzer, Walter; Wegner, Fritz (1979): Statistik I für Volkswirte, Betriebswirte und Soziologen. 2. überarbeitete Auflage, München: Franz Vahlen.
- Scharmann, Theodor (1962): Experimentelle Interaktionsanalyse kleiner Gruppen. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Bd. 14. S. 139-154.
- Scharpf, Ulrich (1988): Entscheidungsfindung im Gruppenprozeß. Konstanz: Hartung-Gorre.
- Schmidt, Bernd (2001): Optimierung und Simulation. URL: <http://www.or.uni-passau.de/2/optimierung/optimierung.php3>. Letzter Abruf: 15.05.2001.
- Schneider, H.-D. (1985): Kleingruppenforschung. Stuttgart: Teubner.
- Scholl, W. (1991): Soziale Interaktion – ein interdisziplinärer Bezugsrahmen. In: 20. Bericht aus dem Institut für Wirtschafts- und Sozialpsychologie. Göttingen: Universität Göttingen, IWSP.
- Schwonke, Martin (1994): Die Gruppe als Paradigma der Vergesellschaftung. In: Schäfers, Bernhard (Hrsg.): Einführung in die Gruppensoziologie. Heidelberg: Quelle & Meyer. S. 37-53.
- Scrubar, Ilja (1992): Grenzen des „Rational Choice“-Ansatzes. In: Zeitschrift für Soziologie. 1992, 21. Jahrgang, Heft 3, S. 157-165.

- Sebenius, J. K. (1992). Negotiation Analysis: A Characterization and Review. In: *Management Science*, Bd. 38, Nr. 1, 18-38.
- Sen, Sandip; Haynes, Thomas; Arora, Neeraj (1997): Satisfying user preferences while negotiating meetings. In: *Human-Computer Studies*, Nr. 47. S. 407-427.
- Shakun, Melvin F. (1991): Airline Buyout: Evolutionary Systems Design and Problem Restructuring in Group Decision and Negotiation. In: *Management Science*, Bd. 37, Nr. 10. S. 1291-1303.
- Shanon, C.E.; Weaver, W. (1949): *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana (Illinois): The University of Illinois.
- Sichman, Jaime S.; Conte, Rosaria; Gilbert, Nigel (Hrsg.) (1998): *Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*. First International Workshop, MABS'98 Paris, France, July 1998, Proceedings. Berlin et al.: Springer.
- Simmel, Georg (1958, zuerst 1908): *Soziologie: Untersuchungen über die Formen der Vergesellschaftung*, 4. Auflage. Berlin.
- Slater, P.E. (1955): Role differentiation in small groups. In: *American Sociological Review*, Bd. 20, S. 300-310.
- Sorrentino, R.M.; Boutillier, R.G. (1975): The effect of quantity and quality of verbal interaction on ratings of leadership ability. In: *Journal of Experimental Social Psychology*, Bd. 11, S. 403-411.
- Strader, Troy J.; Lin, Fu-Ren; Shaw, Michael J. (1998): Simulation of Order Fulfillment in Divergent Assembly Supply Chains. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Bd. 1, Nr. 2. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/1/2/5.html>. Letzter Abruf: 03.11.1998.
- Suchman, L. A. (1987): *Plans and Situated Action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sycara, Katia P. (1991): Problem Restructuring in Negotiation. In: *Management Science*, Bd. 37, Nr. 10. S. 1248-1268.
- Teich, Jeffrey; Wallenius, Hannele; Wallenius, Jyrki (1999): World-Wide-Web technology in supporting of negotiation and communication. In: *International Journal of Technology Management*, Bd. 17, Nr. 1/2. S. 223-239.
- Terano, Takao; Kurahashi, Setsuya; Minami, Ushio (1998): How TRURL Evolves Multiagent Worlds for Social Interaction Analysis. In: Ishida, T. (Hrsg.): *Community Computing and Support Systems*, LNCS 1519. Berlin et al.: Springer. S. 43-60.
- Trinczek, Rainer (1991): Zur Bedeutung des betriebshistorischen Kontextes von Rationalisierung. In: Minssen, Heiner (Hrsg.): *Rationalisierung in der betrieblichen Arena: Akteure zwischen inneren und äußeren Anforderungen*. Berlin: Edition Sigma. S. 63-76.
- Troitzsch, Klaus G. (1996): Individuelle Einstellung und kollektives Verhalten. In: Küppers, Günter (Hrsg.): *Chaos und Ordnung. Formen der Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft*. Stuttgart: Reclam. S. 200-228.
- Troitzsch, Klaus G. (1996b): Simulation and Structuralism. In: Hegselmann, Rainer; Müller, Ulrich; Troitzsch, Klaus G. (Hrsg.): *Modelling and Simulation in the Social Sciences from a Philosophy of Science Point of View*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer. S. 183-208. (Theory and Decision Library, Series A: Philosophy and Methodology of the Social Sciences, Bd. 23)
- Troitzsch, Klaus G. (1997): Social Sciences Simulation – Origins, Prospects, Purposes. In: Conte, Rosaria; Hegselmann, Rainer; Terna, Pietro (Hrsg.): *Simulating Social Phenomena*. Berlin et al.: Springer. S. 41-54.
- Troitzsch, Klaus G. (2000): Simulation in den Sozialwissenschaften. In: *Soziologie*, 2/2000. S. 33/45.

- Tschacher, Wolfgang; Brunner, Ewald Johannes (1995): Empirische Studien zur Dynamik von Gruppen aus der Sicht der Selbstorganisation. In: Zeitschrift für Sozialpsychologie. S. 78-91.
- Tversky, Amos; Kahneman, Daniel (1974): Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases. In: Science, Nr. 185. S. 1124-1131.
- Urban, Christoph (Hrsg.) (2000): Workshop 2000 - Agent-Based Simulation. Ghent et al.: SCS-Europe BVBA.
- Urban, Christoph (Hrsg.) (2001): 2nd Workshop on Agent-Based Simulation. Ghent et al.: SCS-Europe BVBA.
- Weber, Max (1972): Wirtschaft und Gesellschaft. Tübingen: Mohr / Siebeck.
- Weisbuch, Gérard; Duchateau-Nguyen, Guillemette (1998): Societies, cultures and fisheries from a modeling perspective. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation, Bd. 1, Nr. 2. URL: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/1/2/2.html>. Letzter Abruf: 03.11.1998
- Weise, Peter (1997): Ökonomische Evolution und Selbstorganisation. In: Berliner Debatte INITIAL - Zeitschrift für sozialwissenschaftlichen Diskurs, Band 8, Heft 1/2. S. 69-84.
- Wiedemann, Peter M.; Kessen, Stefan (1997): Mediation – Wenn Reden nicht nur Reden ist. In: Arbeiten zur Risiko-Kommunikation, Heft 63. Jülich: Forschungszentrum Jülich (MUT).
- Willson-Quayle, James (1997): Cyberspace Democracy and Social Behaviour: Reflections and Refutations. In: Behar, Joseph E.: Mapping Cyberspace: Social Research on the Electronic Frontier. Dowling College Press. S. 229-244.
- Wippler, Reinhard; Lindenberg, Siegwart (1987): Collective Phenomena and Rational Choice. In: Alexander, Jeffrey; Giesen, Bernhard; Münch, Richard; Smelser, Neil J. (Hrsg.): The Mikro-Makro-Link. Berkley et al. S. 135-152.
- Wooldridge, M.; Jennings, N.R. (1995): Intelligent agents: theory and practice. In: Knowledge Engineering Review, Bd. 10, S. 115-152.
- Wooldridge, Michael (1999): Intelligent Agents. In: Weiss, Gerhard (Hrsg.): Multiagent Systems. A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. S. 27-78.
- Young, O.R. (1975): strategic interaction and bargaining. In: Young, O.R. (Hrsg.): Bargaining: Formal Theories of Negotiation. Urbana: University of Illinois Press.
- Zadeh, Lotfi A. (1965): Fuzzy sets. In: Information and Control, Jg. 8. S. 338-353.
- Zander, Alvin (1979): The Psychology of Group Process. In: Annual Review of Psychology, Bd. 30. S. 417-451.
- Zander, Alvin (1979b): The Study of Group Behavior during four Decades. In: The Journal of applied behavioral science, Bd. 15, .S. 272-282.
- Zeigler, Bernard P. (1976): Theory of modelling and simulation. Malabar: Krieger. 1985. Original publiziert: New York: Wiley.

Definitions- und Begriffsverzeichnis

A

Agent.....	54
Akteur.....	1
alle Zellen aushandeln	45
Allgemeine Lineare Modell	95
altes Ergebnis als Systemvorschlag	48
Argumentengehaltlosigkeit	40
Aushandlung	1
iterierte	42
Aushandlung mit Vorschlag starten	45
Aushandlungsdauer	42
Aushandlungsmindestabstand	48
Automatischer Experimentator	96

B

Basiskonstellation.....	132
BDI-RC.....	27
Befürworter	71
beliefs.....	27
Bindungskraft.....	41
Boxplots	96
Brückenhypothesen	24

C

Clusterzentrenanalyse.....	95
----------------------------	----

D

desires.....	27
--------------	----

E

Einfluß	60
Eintrittswahrscheinlichkeiten.....	25
endogen.....	12
exogen.....	12

F

Farbanzahl	35
Frustration	61
Frustrationstoleranz.....	61
Führer.....	213

G

Gewicht der Stimme.....	49
Gittergröße.....	35
Groupware.....	1
Gruppe	
Arbeitsgruppe	12

soziale	11
Gruppeninteraktionsprozeß	13
Gruppenstruktur.....	12
Expertenstatus.....	51
Leadership	52
Loyalität	52
Unterstützung.....	51
Gruppenzusammensetzung.....	193

H

Handeln.....	13
soziales.....	13
Handlungsalternative	
Alle Vorschläge ablehnen	45
Position begründen	45
Vorschlag k zustimmen	45
Vorschlägen	45
Warten.....	45
Handlungsziel	
Ansehen	57
Lösung	57
Position	57
Hauptkomponentenanalyse	95
Hierarchische Clusteranalyse.....	95

I

intentions	27
------------------	----

K

Kendalls Tau	95
Kommunikation	13
Kompromißbereitschaft	60
Korrelationsanalyse	95

L

Lauf.....	82
-----------	----

M

Makroebene	21
Mann-Whitney-U-Test	95
maximale Anzahl Aushandlungen pro Zelle..	47
Maximale Toleranzintervallgröße	37
Mehrheitssuche.....	135
Meßfühler	
Agentenspezifisch	
Erfolg	93
Erfolg der Vorschläge.....	93
Gesamtpartizipation	94
Partizipation	94
Vorstellungsänderung	93
Anteil der diskutierten Vorschläge.....	90
Anteil der wiederholten Aushandlungen ..	92
Anteil Vorschläge	90

Anzahl Ablehnen.....	90
Anzahl Aushandlungen.....	91
Anzahl Position begründen.....	90
Anzahl Vorschlägen.....	89
Anzahl Warten.....	90
Anzahl Zustimmung.....	90
Bewertung Aushandlung.....	92
Durchschnittlicher Anteil Vorschläge.....	91
Durchschnittlicher Mehrheitswechsel.....	91
Durchschnittliches Stimmenverhältnis.....	90
Erfolg der Aushandlung.....	92
Gefüllte Zellen.....	90
Gemeinsame Vorstellung.....	91
Lösungssuche.....	91
Mehrheitswechsel.....	90
Mittlere Partizipation.....	92
Präfix	
FA94	
FE.....	94
Teilnehmererfolg.....	91
Meßfühlern.....	89
Methode der kleinsten Quadrate.....	100
Mikroebene.....	21
Mindestabstand bei Neuverhandlung.....	47
Mindestanteil Prostimmen.....	49
Mindestanteil Stimmen.....	49
Motivation.....	61

N

Nutzen.....	25
-------------	----

R

Rachelust.....	61
Reaktionszeit.....	62
relative Mehrheit.....	49
Runde.....	89

S

Scheitern erstrebenswert.....	37
Screeplot.....	95
Simulation.....	7
Stimmenwert.....	77
Suchprozeß	
erfolgreich.....	194

gescheitert.....	194
System.....	12
selbstorganisierendes.....	15
Szenariogruppe	
Block.....	129
Boykott.....	129
Flexibel.....	128
Referenz.....	128
Vergessen.....	130

T

Toleranzintervall.....	37
Transparenz der Voten.....	46

U

Unterstützungsanteil	
der Ablehnung.....	78
der Befürworter.....	78

V

Validierung.....	8
Verhalten.....	13
Verifikation.....	8
Vollfaktorielle Analyse.....	96
Vorschlag	
Akzeptanz.....	78
Vorstellung.....	38
Abstand.....	78
kleinster Abstand.....	78
Vorstellungsgitter.....	36
Vorstellungssuche.....	135

W

Weltbild.....	36
---------------	----

Z

Zielgewicht.....	25
------------------	----

1. **SAM - Untersuchung von Aushandlungen in Gruppen mittels Agentensimulation**
von N. Lepperhoff (2002), vi, 278 Seiten
ISBN 3-89336-298-3