

Koalitionäre Lösungskonzepte für dynamische Konfliktsituationen - eine empirische Untersuchung

Zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Wirtschaftswissenschaften

(Dr. rer. pol.)

von der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

genehmigte

DISSERTATION

von

M.Sc. Wi.-Ing. Alexander Klopfer

Tag der mündlichen Prüfung: 3. Dezember 2018

Referent: Prof. Dr. rer. pol. Hagen Lindstädt

Korreferent: Prof. Dr. rer. pol. Michael Wolff

Karlsruhe, Dezember 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielsetzung und Methodik	4
1.3	Aufbau der Arbeit	7
2	Grundlagen	9
2.1	Spieltheoretische Konzepte für (reale) dynamische Konfliktsituationen	9
2.1.1	Charakterisierung eines Konflikts im Sinne dieser Arbeit	10
2.1.2	Extensivformspiele	15
2.1.3	Metaspiele & Conflict Analysis	20
2.1.4	Diskussion weiterer Konzepte und abschließende Überlegungen	23
2.2	Conflict Analysis: Modellierung und Analyse realer Konfliktsituationen	28
2.2.1	Modellierung einer Konfliktsituation	29
2.2.2	Analyse auf Basis metarationaler Stabilitätskonzepte	35
2.2.3	Erweiterungen um koalitionäre Stabilitätskonzepte	45
2.2.4	Weiterführende Analysen und Variationen der Konzepte	51
2.3	Existierende Untersuchungen metarationaler Stabilitätskonzepte und Forschungsfrage	55
2.3.1	Untersuchung historischer Konfliktsituationen	55
2.3.2	Experimentelle Untersuchungen	58
2.3.3	Forschungslücke und Ziel der Arbeit	60
3	Hypothesenherleitung, Spielklassifizierung und -auswahl	62
3.1	Diskussion potenziell konkurrierender Zustandseigenschaften	62
3.1.1	Pareto-Effizienz	63
3.1.2	Gesamtauszahlung	64
3.1.3	Induzierbarkeit	65
3.2	Hypothesenherleitung	66
3.2.1	Zentrale Hypothesen	67
3.2.2	Begleitende Hypothesen	69

3.3	Systematisierung der Menge aller 2x2x2-Spiele und Spielauswahl	72
3.3.1	Allgemeine Strukturanforderungen	72
3.3.2	Entwicklung eines Klassifikationsschemas	74
3.3.3	Computerunterstützte Analyse aller möglichen 2x2x2-Spiele	80
3.3.4	Darstellung der Analyseergebnisse	83
3.3.5	Spielauswahl für die experimentelle Untersuchung	84
4	Design der experimentellen Untersuchung	87
4.1	Experimentdesign	87
4.1.1	Gestaltung und Ablauf einer Spielsituation	89
4.1.2	Abbildung der Spielsituation mithilfe einer neuentwickelten Experimentplattform	96
4.1.3	Experimentablauf im spieltheoretischen Labor	100
4.1.4	Auswahl und Eigenschaften der Experimentteilnehmer	108
4.2	Probelauf: Validierung des Experimentdesigns unter Laborbedingungen	111
4.2.1	Validierung des Experimentdesigns	111
4.2.2	Beschreibung der Experimentdaten	112
5	Auswertung der experimentellen Untersuchung	113
5.1	Experiment 1: Zentrale Untersuchung koalitionärer Stabilitätskonzepte	114
5.1.1	Deskriptive Datenauswertung	114
5.1.2	Statistische Testverfahren und Hypothesenvalidierung	127
5.1.3	Abschließende Überlegungen & ergänzende Fragestellung	138
5.2	Experiment 2: Sensibilisierung der Experimentteilnehmer hinsichtlich kombinierter Strategieanpassungen	140
5.2.1	Anpassungen am Experimentdesign	140
5.2.2	Deskriptive Datenauswertung	141
5.2.3	Statistische Tests	142
5.3	Experiment 3: Simulation des an der Koalition unbeteiligten Spielers durch einen Agenten	145
5.3.1	Anpassungen am Experimentdesign	145
5.3.2	Deskriptive Datenauswertung	146
5.3.3	Statistische Tests	147
5.4	Integrierte Diskussion der Experimentergebnisse	149
6	Zusammenfassung & Ausblick	153
6.1	Zusammenfassung	153
6.2	Kritische Diskussion und Ausblick	156

A Anhang	160
A.1 Historische Konfliktsituationen	160
A.2 Tools zur Spielidentifikation und -analyse	162
A.3 Spielklassen für die experimentelle Untersuchung	163
A.4 Instruktionen für die Experimentteilnehmer	166
A.5 Instruktionen für die Experimentteilnehmer mit ergänzendem Hinweis	168
A.6 Fragebogen nach Durchführung des Experiments	169
A.7 Monte-Carlo-Simulation zur Beurteilung der Coverage	171
Literaturverzeichnis	172

Detalliertes Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielsetzung und Methodik	4
1.3	Aufbau der Arbeit	7
2	Grundlagen	9
2.1	Spieltheoretische Konzepte für (reale) dynamische Konfliktsituationen	9
2.1.1	Charakterisierung eines Konflikts im Sinne dieser Arbeit	10
2.1.1.1	Zugreihenfolge	12
2.1.1.2	Spielende	13
2.1.1.3	Auszahlungsrealisierung	13
2.1.1.4	Präferenzstruktur	14
2.1.1.5	Informationsstruktur	14
2.1.2	Extensivformspiele	15
2.1.2.1	Kernaspekt A: Zugreihenfolge	18
2.1.2.2	Kernaspekt B: Spielende	19
2.1.2.3	Kernaspekt C: Präferenzordnung	19
2.1.3	Metaspiele & Conflict Analysis	20
2.1.4	Diskussion weiterer Konzepte und abschließende Überlegungen	23
2.1.4.1	Soft Games bzw. Drama Theory	24
2.1.4.2	Hyperspiele	25
2.2	Conflict Analysis: Modellierung und Analyse realer Konfliktsituationen	28
2.2.1	Modellierung einer Konfliktsituation	29
2.2.1.1	Graph Model for Conflict Resolution (GMCR)	29
2.2.1.2	Matrix Representation of Solution Concepts (MRSC)	33
2.2.2	Analyse auf Basis metarationaler Stabilitätskonzepte	35
2.2.2.1	Nash-Gleichgewicht	35
2.2.2.2	General Metarationality (GMR) und Symmetric Metarationality (SMR)	36

2.2.2.3	Sequential Stability (SEQ) und Symmetric Sequential Stability (SSEQ)	38
2.2.2.4	Limited Moves (L_H) und Non-Myopic (NM)	39
2.2.2.5	Integrierte Diskussion der metarationalen Stabilitätskonzepte	41
2.2.3	Erweiterungen um koalitionäre Stabilitätskonzepte	45
2.2.3.1	Nachgelagerte koalitionäre Stabilitätskonzepte	46
2.2.3.2	Integrierte koalitionäre Stabilitätskonzepte	49
2.2.4	Weiterführende Analysen und Variationen der Konzepte	51
2.2.4.1	Status-Quo-Analyse	52
2.2.4.2	Variationen der Präferenzstruktur	52
2.2.4.3	Perceptual Graph Model	53
2.3	Existierende Untersuchungen metarationaler Stabilitätskonzepte und Forschungsfrage	55
2.3.1	Untersuchung historischer Konfliktsituationen	55
2.3.2	Experimentelle Untersuchungen	58
2.3.3	Forschungslücke und Ziel der Arbeit	60
3	Hypothesenherleitung, Spielklassifizierung und -auswahl	62
3.1	Diskussion potenziell konkurrierender Zustandseigenschaften	62
3.1.1	Pareto-Effizienz	63
3.1.2	Gesamtauszahlung	64
3.1.3	Induzierbarkeit	65
3.2	Hypothesenherleitung	66
3.2.1	Zentrale Hypothesen	67
3.2.2	Begleitende Hypothesen	69
3.3	Systematisierung der Menge aller $2 \times 2 \times 2$ -Spiele und Spielauswahl	72
3.3.1	Allgemeine Strukturanforderungen	72
3.3.2	Entwicklung eines Klassifikationsschemas	74
3.3.3	Computerunterstützte Analyse aller möglichen $2 \times 2 \times 2$ -Spiele	80
3.3.3.1	Entwicklung effizienter Analysealgorithmen für $2 \times 2 \times 2$ -Spiele	80
3.3.3.2	Analyse auf notwendige Kriterien	81
3.3.3.3	Analyse auf hinreichende Kriterien	82
3.3.4	Darstellung der Analyseergebnisse	83
3.3.5	Spielauswahl für die experimentelle Untersuchung	84
3.3.5.1	Spiele der Gruppe I	84
3.3.5.2	Spiele der Gruppe IIa und IIb	85

4	Design der experimentellen Untersuchung	87
4.1	Experimentdesign	87
4.1.1	Gestaltung und Ablauf einer Spielsituation	89
4.1.1.1	Initialisierung	89
4.1.1.2	Aktionsmöglichkeiten und -wahl	90
4.1.1.3	Spielende	91
4.1.1.4	Anreizsystem	94
4.1.2	Abbildung der Spielsituation mithilfe einer neuentwickelten Experimentplattform	96
4.1.2.1	Anforderungen an die Experimentplattform	96
4.1.2.2	Entwicklung der Experimentplattform	98
4.1.2.3	Abbildung des konkreten Experiments	98
4.1.3	Experimentablauf im spieltheoretischen Labor	100
4.1.3.1	Laborumgebung	100
4.1.3.2	Ablauf einer Session	102
4.1.3.3	Sessionübersicht	106
4.1.4	Auswahl und Eigenschaften der Experimentteilnehmer	108
4.1.4.1	Auswahl- und Einladungsprozess	108
4.1.4.2	Charakterisierung der Teilnehmer	109
4.2	Probelauf: Validierung des Experimentdesigns unter Laborbedingungen	111
4.2.1	Validierung des Experimentdesigns	111
4.2.2	Beschreibung der Experimentdaten	112
5	Auswertung der experimentellen Untersuchung	113
5.1	Experiment 1: Zentrale Untersuchung koalitionärer Stabilitätskonzepte	114
5.1.1	Deskriptive Datenauswertung	114
5.1.1.1	Beschreibung der Daten auf Metaebene	115
5.1.1.2	Ergebnisverteilung je Spielklasse	116
5.1.1.3	Analyse des Spielverlaufs	118
5.1.1.4	Bedingte Ergebnisverteilungen unter Berücksichtigung des Spielverlaufs	124
5.1.2	Statistische Testverfahren und Hypothesenvalidierung	127
5.1.2.1	Tests auf Unabhängigkeit	127
5.1.2.2	Simultane Konfidenzintervalle für Ergebniswahrscheinlich- keiten	130
5.1.2.3	Beurteilung der zentralen Hypothesen H1 und H2	136
5.1.3	Abschließende Überlegungen & ergänzende Fragestellung	138

5.2	Experiment 2: Sensibilisierung der Experimentteilnehmer hinsichtlich kombinierter Strategieanpassungen	140
5.2.1	Anpassungen am Experimentdesign	140
5.2.2	Deskriptive Datenauswertung	141
5.2.3	Statistische Tests	142
5.3	Experiment 3: Simulation des an der Koalition unbeteiligten Spielers durch einen Agenten	145
5.3.1	Anpassungen am Experimentdesign	145
5.3.2	Deskriptive Datenauswertung	146
5.3.3	Statistische Tests	147
5.4	Integrierte Diskussion der Experimentergebnisse	149
6	Zusammenfassung & Ausblick	153
6.1	Zusammenfassung	153
6.2	Kritische Diskussion und Ausblick	156
A	Anhang	160
A.1	Historische Konfliktsituationen	160
A.2	Tools zur Spielidentifikation und -analyse	162
A.3	Spielklassen für die experimentelle Untersuchung	163
A.4	Instruktionen für die Experimentteilnehmer	166
A.5	Instruktionen für die Experimentteilnehmer mit ergänzendem Hinweis	168
A.6	Fragebogen nach Durchführung des Experiments	169
A.7	Monte-Carlo-Simulation zur Beurteilung der Coverage	171
	Literaturverzeichnis	172

Abbildungsverzeichnis

1.1	Aufbau der Arbeit	8
2.1	Eigenschaften eines dynamischen Konflikts im Sinne dieser Arbeit	15
2.2	Chicken Game in Extensivform mit perfekter bzw. imperfekter Information	17
2.3	Einordnung spieltheoretischer Konzepte in den Gesamtkontext	24
2.4	Elemente der Conflict Analysis	28
2.5	Chicken Game in Optionsnotation und in GMCR-Form	30
2.6	Überführung des Chicken Games in MRSC-Form	34
2.7	Mengenbeziehung der stabilen Zustände nach metarationalen Lösungskonzepten	40
2.8	Coalition Analysis als nachgelagerte „Gleichgewichtssprünge“	48
2.9	Mengenbeziehung der stabilen Zustände koalitionärer Lösungskonzepte	51
2.10	Mengenbeziehung der stabilen Zustände für 24 der 26 historischen Konflikte	57
3.1	Zusammenfassende Darstellung metarationaler Stabilitätskonzepte	67
3.2	2x2x2-Spiel unter Berücksichtigung der allgemeinen Strukturanforderungen in GMCR-Form	74
3.3	Selektionskriterien zur Identifikation geeigneter Spiele für eine experimentelle Untersuchung	77
3.4	Schema zur Identifikation geeigneter Spiele für eine Untersuchung der CSEQ-Stabilität	79
3.5	Geeignete Spiele für eine Untersuchung der CSEQ-Stabilität	83
4.1	Gestaltung des Spielablaufs im Laborexperiment	93
4.2	Darstellung der Spielsituation aus der Perspektive der Experimentteilnehmer	99
4.3	Aufbau des spieltheoretischen Labors	101
5.1	Darstellung eines experimentell untersuchten Spiels am Beispiel der Spielklasse 10	113
5.2	Darstellung des Pfads vom SEQ- in den CSEQ-stabilen Zustand am Beispiel der Spielklasse 10	119
5.3	Darstellung des Pfads vom SEQ- in die CSEQ-stabilen Zustände in der Spielklasse 15	123
5.4	Exemplarische Darstellung simultaner Konfidenzintervalle	131

A.1	Tool zur Identifikation geeigneter Spiele für eine experimentelle Untersuchung . .	162
A.2	Tool zur Analyse des Verlaufs einzelner Spiele	162
A.3	Spielklasse 3 in GMCR-Form	163
A.4	Spielklasse 6 in GMCR-Form	163
A.5	Spielklasse 8 in GMCR-Form	164
A.6	Spielklasse 10 in GMCR-Form	164
A.7	Spielklasse 15 in GMCR-Form	165
A.8	Spielklasse 18 in GMCR-Form	165

Tabellenverzeichnis

2.1	Gefangenendilemma in Normalform	11
2.2	Beispiel unterschiedlich wahrgenommener Präferenzen in Hyperspielen	26
2.3	Modellierung der Kuba-Krise in Optionsnotation	29
2.4	Gegenüberstellung metarationaler Lösungskonzepte	42
2.5	Aggregierte Darstellung der Zustandsprofile in historischen Konflikten	56
3.1	Auszahlungsvarianz der Spielklassen in Gruppe I	85
3.2	Auszahlungsvarianz der Spielklassen in Gruppe IIa und IIb	86
4.1	Sessionübersicht der experimentellen Untersuchung	107
4.2	Teilnehmerstruktur auf Basis abgefragter demographischer Größen	110
4.3	Relative Ergebnisverteilung im Probelauf	112
5.1	Datengrundlage im Experiment 1: Anzahl Spiele je Spielklasse und Wiederholung .	115
5.2	Relative Ergebnisverteilung je Spielklasse aus Gruppe I	116
5.3	Relative Ergebnisverteilung der Spielklasse aus Gruppe IIa	117
5.4	Deskriptive Statistiken zur Anzahl der Aktionsanpassungen je Spielklasse	118
5.5	Inhalte der Chatprotokolle in der Wiederholung mit Kommunikation	121
5.6	Auswertung der Fragebögen auf wesentliche Ziele und Erkenntnisse	122
5.7	Bedingte relative Ergebnisverteilung der Gruppe I für zentrale Ereignisse	124
5.8	Relative Ergebnisverteilung in Abhängigkeit der Anzahl der Versuche durch Spieler A	126
5.9	Exakte Fisher-Tests auf Unabhängigkeit der Ergebnisverteilung und Spielklasse in Gruppe I	128
5.10	Exakte Fisher-Tests auf Unabhängigkeit der Ergebnisverteilung und wichtiger Eigenschaften	130
5.11	Simultane Konfidenzintervalle für die Ergebniswahrscheinlichkeiten der Spiele in Gruppe I	135
5.12	Vergleich einer unabhängig und simultan bestimmten Konfidenzintervallgrenze . .	136
5.13	Beurteilung der Hypothesen H1 und H2 auf Basis der simultanen Konfidenzintervalle	137
5.14	Vergleich der relativen Ergebnisverteilung in den Experimenten 1 und 2	141

5.15 Analyse des Spielerverhaltens für Spiele, die nicht im CSEQ-stabilen Zustand endeten	142
5.16 Test auf Differenz der Erfolgswahrscheinlichkeit in Experiment 1 und 2	144
5.17 Verhaltensregeln für Spieler C – Agent im Experiment 3	146
5.18 Vergleich der relativen Ergebnisverteilung in den Experimenten 1, 2 und 3	147
5.19 Test auf Differenz der Erfolgswahrscheinlichkeit in Experiment 1 und 3	148
A.1 Übersicht ausgewählter historischer Konfliktsituationen	160
A.2 Zustandsprofile in ausgewählten historischen Konfliktsituationen	161

Abkürzungsverzeichnis

<i>CGMR</i>	Coalitional General Meta Rationality
<i>CSEQ</i>	Coalitional Sequential Stability
<i>CSMR</i>	Coalitional Symmetric Meta Rationality
<i>CSSEQ</i>	Coalitional Symmetric Sequential Stability
<i>DM</i>	Decision Maker
<i>GMCR</i>	Graph Model for Conflict Resolution
<i>GMR</i>	General Meta Rationality
<i>L_H</i>	Limited Moves
<i>MC</i>	Monte-Carlo
<i>MRSC</i>	Matrix Representation of Solution Concepts
<i>NM</i>	Non-Myopic Stability Concept
<i>SEQ</i>	Sequential Stability
<i>SMR</i>	Symmetric Meta Rationality
<i>SSEQ</i>	Symmetric Sequential Stability

1 Einleitung

“Game theory offers a scientific approach to strategic decision-making. In place of the anecdotes, cases, stories, and examples that are commonly offered as advice to negotiators, game theory gives a systematically structured view.”

—John McMillan

1.1 Motivation

Die Verteidigung der Marktführerschaft in einer bestimmten Industrie, politische Auseinandersetzungen um Rohstoffe, Tarifkämpfen im öffentlichen Dienst – strategische Konfliktsituationen sind omnipräsent. Kilgour und Hipel (2010, S. 203) definieren einen strategischen Konflikt als eine Interaktion zwischen mindestens zwei Entscheidungsträgern, deren Wahl über die jeweiligen Handlungsalternativen das Ergebnis bzw. die Lösung der Konfliktsituation determinieren. Dabei verfügen die Entscheidungsträger über (teilweise abweichende) Präferenzen hinsichtlich der möglichen Konfliktlösungen und sind insbesondere auch unmittelbar von der Wahl der anderen Entscheidungsträger betroffen.¹

Die Spieltheorie stellt mathematische Methoden zur Analyse von Situationen bereit, in denen zwei oder mehr Individuen Entscheidungen treffen, die das Wohlergehen der jeweils anderen Individuen beeinflussen und gibt Wissenschaftlern aus allen Bereichen der Sozialwissenschaften somit ein wertvolles Instrument bei der Analyse strategischer Konfliktsituationen an die Hand (Myerson, 2013, S. 1). Auch im Bereich der Wirtschaftswissenschaften, einer Wissenschaft, die sich originär mit „menschlichem Verhalten in einem Umfeld endlicher und knapper Ressourcen im Kontext alternativer Entscheidungsmöglichkeiten“ (Robbins, 1932, S. 15) und damit bereits per Definition intensiv mit ökonomischen Konfliktsituationen befasst, sind spieltheoretische Konzepte spätestens seit von Neumann und Morgenstern (1944) fester Bestandteil eines kontroversen akademischen Diskurses.² Die Befürworter spieltheoretischer Konzepte sind da-

¹ In der Literatur existieren konkurrierende Definitionen eines Konflikts – die Elemente „Inkompatibilitäten der Interessen“ von „zwei oder mehr Parteien“ bei existierenden „Wechselwirkungen der Handlungen“ lassen sich jedoch weitgehend als Schnittmenge identifizieren (umfassende Übersicht in Putnam, 2006, S. 5 f.).

² Der potenzielle Nutzen spieltheoretischer Analysen wird seit Beginn und anhaltend diskutiert, wobei regelmäßig die Fragestellung aufgeworfen wird, inwiefern spieltheoretische Konzepte nicht nur erklärenden Charakter besitzen, sondern auch zur Verhaltensprognose herangezogen werden können (vgl. bspw. Binmore, 1998; Finus, 2002; Fudenberg & Tirole, 1987; Gibbons, 1992; Gintis, 2014; Stone, 2001).

bei der Überzeugung, dass eine umfassende Analyse strategischer Fragestellungen dabei helfen kann, ein besseres Verständnis für das Verhalten der handelnden Akteure zu entwickeln (vgl. Osborne, 2004, S. 1 ff.).

Wenngleich strategische Managemententscheidungen³ zweifelsfrei von erheblicher Bedeutung für den Erfolg eines Unternehmens sein können und bereits deshalb in vielen Fällen den Einsatz unterstützender Hilfsmittel bei der Entscheidungsfindung rechtfertigen würden, hat die Spieltheorie noch immer einen schweren Stand in der praktischen Unternehmensführung (Camerer, 1991); die Anwendung ist überwiegend auf spezifische und klar abgesteckte Fragestellungen wie bspw. die Evaluierung von Auktionsmechanismen begrenzt (vgl. Byde, 2003; Krishna, 2009). Gleichzeitig ist einer Studie zufolge aber nur eine von zehn Führungskräften der Überzeugung, bei vergangenen strategischen Entscheidungen das Verhalten der Wettbewerber angemessen berücksichtigt zu haben (Montgomery, Moore & Urbany, 2005, S. 138 ff.). Dieses Defizit trotz langjähriger Verfügbarkeit spieltheoretischer Methoden als unterstützendes Instrument im Rahmen der Entscheidungsfindung lässt darauf schließen, dass viele wirtschaftliche Entscheidungsträger der Spieltheorie nach wie vor eher reserviert gegenüberstehen. Tatsächlich lassen sich immer wieder zwei zentrale Kritikpunkte an den existierenden spieltheoretischen Konzepten finden: Zum einen wirkt die (gefühlte) hohe Komplexität quantitativer Modelle potenziell abschreckend; damit verbunden ist oft auch die Kritik, dass sich die Realität im Zusammenhang mit immer komplexer werdenden Fragestellungen nur sehr bedingt in Modellen abbilden lässt (vgl. Kelly, 2003, S. 180). Zum anderen befasst sich die Literatur intensiv mit der Erklärung historischer Konflikte und befördert auf diese Art die Unsicherheit, inwiefern spieltheoretische Lösungskonzepte auch einen prognostischen Charakter innehaben (vgl. Rubinstein, 1991, S. 909).

Mit der Conflict Analysis entwickelten Fraser und Hipel (1979) basierend auf Howards Theorie der Metagames (1966; 1971) ein alternatives Instrument zur Entscheidungsunterstützung, das bei der Analyse realer Konfliktsituationen eine Reihe von Vorteilen verspricht: Erstens basiert dieser Ansatz auf einer ordinalen Präferenzstruktur⁴ und erleichtert die Modellierung einer realen Konfliktsituation damit erheblich. Kardinale Nutzenwerte (von Neumann-Morgenstern-Nutzen) sind in praktischen Fällen in diesem Kontext kaum zuverlässig zu messen, suggerieren eine nicht vorhandene Genauigkeit oder die Ermittlung dieser Nutzenwerte wäre in der Praxis mit einem nicht zu vertretenden Aufwand verbunden. Zweitens werden bisher exogene Parameter wie Zugreihenfolge und Spielendebedingungen als Teil des Spiels aufgefasst und müssen

³ Strategisches Management befasst sich in diesem Kontext mit Entscheidungen, die „aus einer übergeordneten Perspektive die grundsätzliche Ausrichtung eines Unternehmens bestimmen oder maßgeblich beeinflussen“; mit dem Ziel „den langfristigen Erfolg eines Unternehmens zu sichern“, indem sie „die externe und interne Ausrichtung des Unternehmens bestimmen“ (Hungenberg, 2014, S. 4).

⁴ Eine ordinale Präferenzstruktur erfordert lediglich eine Aussage darüber, welche von zwei Optionen präferiert wird – im Gegensatz zu einer kardinalen Präferenzstruktur spielt dabei das „*wieviel*“ keine Rolle.

daher nicht in jedem Fall bereits während der Modellierung explizit definiert werden.⁵ Drittens entwickelten die Autoren neue Stabilitäts- bzw. Lösungskonzepte, die einen Schwerpunkt auf mögliche Reaktionen anderer Spieler im Nachgang eigener Aktionen legen und damit in vielen Fällen eine gute Abbildung strategischer Überlegungen der Entscheidungsträger darstellen können.

Die Weiterentwicklung der Conflict Analysis wird bis heute stark vor dem Hintergrund vorangetrieben, einerseits die Modellierung eines Konflikts durch unterstützende Tools immer weiter zu vereinfachen (Fang, Hipel, Kilgour & Peng, 2003a, 2003b) und andererseits die Stabilitäts- und Lösungskonzepte zur Analyse des Konflikts weiter zu schärfen (bspw. Xu, Li, Hipel & Kilgour, 2009). Während die Lernkurve bei der Modellierung einer realen Konfliktsituation aus heutiger Sicht sehr steil ist und auch Entscheidungsträger ohne fundierte spieltheoretische Vorkenntnisse nach überschaubarer Einarbeitungszeit erste Modelle entwerfen können, stellt die mittlerweile kaum überschaubare Vielfalt entwickelter Stabilitäts- und Lösungskonzepte, die zur Analyse des Modells zur Verfügung stehen, eine deutlich größere Herausforderung dar. Insbesondere drängt sich an dieser Stelle die Frage auf, inwiefern diese Entwicklungen einen tatsächlichen Mehrwert darstellen und auch in der Praxis eine treffendere Analyse der zugrunde liegenden Konfliktsituation ermöglichen. In der Literatur finden sich innerhalb der Conflict Analysis jedoch lediglich vereinzelte Analysen historischer Konfliktsituationen, die keine belastbaren Aussagen über die empirische Validität der Stabilitäts- und Lösungskonzepte erlauben. Dies ist insofern verwunderlich, als eine deskriptive Gültigkeit der Konzepte von den Autoren stets betont wird.⁶

Wegen der äußerst eingeschränkten Verfügbarkeit empirischer Untersuchungen hinsichtlich der Validität metarationaler Stabilitätskonzepte ist diese Arbeit motiviert und verfolgt unter anderem das Interesse, durch wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse die Akzeptanz spieltheoretischer Modelle als Instrument zur Entscheidungsunterstützung bei strategischen Managementfragestellungen zu erhöhen bzw. darüber hinaus differenziertere Beurteilungen metarationaler Stabilitätskonzepte zu ermöglichen.

⁵ Die Regelungen zur Zugreihenfolge können von immenser Bedeutung für das Ergebnis einer strategischen Konfliktsituation sein. Obwohl die Zugreihenfolge bisweilen durch klare Regeln so vorgegeben ist, wie z.B. Extensivformkonzepte dies fordern, ist dies in anderen Spielsituationen nicht der Fall. In diesen Fällen eignen sich oft die Annahmen der Conflict Analysis.

⁶ Beispiele für in der Literatur modellierte und analysierte Konflikte sind in Hipel, Fang und Kilgour (2008); Madani und Hipel (2011); Nandalal und Hipel (2007); Noakes, Fang, Hipel und Kilgour (2003); Richelson (1979); Sensarma und Okada (2005) zu finden. Die Modellierung und Analyse historischer Konflikte ist allerdings mit mehreren Problemen behaftet, darunter: Fehlende Nachvollziehbarkeit, inwiefern die modellierten Präferenzen mit den wahrgenommenen Präferenzen der Akteure übereinstimmen; potenzielles Selection Bias bei der Auswahl der Konfliktsituation mit einer Bevorzugung von Analysen, in welchen das herangezogene Lösungskonzept ein guter Indikator für den tatsächlichen Konfliktausgang ist.

1.2 Zielsetzung und Methodik

Generell ist die Literatur im Bereich der Conflict Analysis sehr auf die Entwicklung spieltheoretischer Methoden und Konzepte fokussiert. Die Notwendigkeit empirischer Untersuchungen dieser Konzepte hinsichtlich ihrer Eignung als Prognoseinstrument für strategische Konfliktsituationen wird zwar regelmäßig thematisiert, entsprechende Arbeiten existieren jedoch kaum (vgl. Kapitel 2.3). Während zumindest für die „klassischen“ Varianten⁷ metarationaler Stabilitätskonzepte eine erste Untersuchung durchgeführt wurde,⁸ existieren für die diversen Variationen dieser klassischen Stabilitätskonzepte bisher kaum belastbare Untersuchungen.

Eine der ersten der in der Literatur beschriebenen Erweiterungen der Conflict Analysis ist die *Coalition Analysis*, welche im Kern auf den originären Stabilitätskonzepten beruht (vgl. Kilgour, Hipel, Fang & Peng, 2001, S. 166): In ihrer Arbeit entwickelten Kilgour et al. zu den klassischen Stabilitätskonzepten jeweils ein Pendant, in welchen die einzelnen Akteure bei einer möglichen eigenen Aktion *zusätzlich* ergänzende Aktionen anderer Spieler berücksichtigen können, sofern alle an dieser *temporären Koalition*⁹ beteiligten Akteure den resultierenden Zustand gegenüber dem Ausgangszustand präferieren. Derartige strategische Überlegungen können bei vielen realen Konfliktsituationen eine Rolle spielen; so könnte bspw. ein europäisches Unternehmen bei der Erarbeitung einer Strategie auf einen drohenden Markteintritt eines neuen Low-Cost-Anbieters aus dem asiatischen Raum eine unterstützende Reaktion eines weiteren europäischen Anbieters mit überwiegend kongruenten Interessen antizipieren. Auch bei der Erklärung von Kompromisslösungen – die eine Handlung von mindestens zwei Akteuren und damit eine Art temporäre Zusammenarbeit erfordern – können koalitionäre Stabilitätskonzepte einen Mehrwert bieten (vgl. Inohara & Hipel, 2008a, S. 344 f.).

Eine nähere Betrachtung koalitionärer Stabilitätskonzepte ist aus mehreren Gründen interessant: Erstens ermöglichen diese Konzepte wie beschrieben eine tiefere Analyse bestimmter Fragestellungen und können demnach inhaltlich von großer Bedeutung sein. Zweitens sind koalitionäre Stabilitätskonzepte eng mit den klassischen verwandt und stellen bereits deshalb einen logisch nächsten Schritt für Untersuchungen innerhalb der Conflict Analysis dar. Drittens setzen die koalitionären Stabilitätskonzepte derart auf den klassischen auf, dass bei der Analyse in der Regel nur noch eine Teilmenge der individuell bzw. klassisch stabilen (*i-stabil*) Zustände

⁷ Unter den klassischen Varianten werden die bereits von Howard (1966) beschriebenen Stabilitätskonzepte *General Meta Rationality (GMR)*, *Symmetric Meta Rationality (SMR)* und *Sequential Stability (SEQ)* verstanden, siehe auch Kapitel 2.2.2. Die Begriffe klassisch und individuell werden in diesem Kontext synonym verwendet.

⁸ Vgl. Mann (2018), weitere Ausführungen zu dieser Studie in Kapitel 2.3.2.

⁹ Der Begriff *temporäre Koalition* ist hierbei explizit nicht so zu verstehen, dass die beteiligten Akteure dauerhaft Absprachen über koordinierte Handlungen treffen. Vielmehr ist damit lediglich gemeint, dass diese ergänzenden Abweichungen anderer Spieler aus eigenem Interesse erfolgen und somit vom ersten Spieler (teilweise) antizipiert werden können – die Bildung einer Koalition wird somit ausschließlich für den aktuell betrachteten Spielausschnitt untersucht und ist damit temporärer Natur (siehe auch Kapitel 2.2.3).

auch koalitional-stabil (*c-stabil*) ist.¹⁰ Aus diesem Grund könnten koalitionäre Stabilitätskonzepte eine weitere Differenzierung innerhalb der in der Praxis häufig noch sehr großen Menge *i-stabiler Zustände* ermöglichen und damit die *prognostizierten Lösungen* weiter eingrenzen.

Das primäre Ziel dieser Arbeit besteht deshalb darin, empirisch zu untersuchen, inwiefern die Stabilitätskonzepte der Coalition Analysis einen prognostischen Charakter innehaben und insbesondere auch herauszuarbeiten, welchen Mehrwert die koalitionären Varianten gegenüber ihren klassischen Pendanten bieten können.

Eine Ursache für die in der Literatur geringe Verfügbarkeit experimenteller Untersuchungen zu koalitionären Stabilitätskonzepten ist sicherlich auch in den mit der Konfliktauswahl verbundenen Herausforderungen zu suchen. Zunächst erfordert eine sinnhafte experimentelle Untersuchung strategische Konflikte mit mindestens drei Akteuren, da nach der temporären Bildung einer Koalition mindestens ein weiterer Akteur für die bei metarationalen Stabilitätskonzepten im Fokus stehenden Reaktionen vorhanden sein sollte. Bereits für das kleinste dafür geeignete Spiel mit drei Akteuren, welche aus jeweils zwei Handlungsmöglichkeiten wählen können, existieren bei strikt ordinaler und vollständiger Präferenzstruktur über 8 Billionen Varianten¹¹ – wobei viele dieser Varianten keine Abgrenzung zwischen *i-stabilen* und *c-stabilen* Zuständen ermöglichen oder auf sonstige Art und Weise problematisch sind (vgl. Kapitel 3.3). Zudem ist die Analyse dieser Spiele auf metarationale Stabilitätseigenschaften manuell nicht zu bewerkstelligen und erfordert deshalb die Entwicklung entsprechender Computerprogramme auf Basis lediglich konzeptioneller Ausführungen in der Literatur (vgl. Xu, Hipel & Kilgour, 2009).

Nachrangig verfolgt diese Arbeit deshalb zusätzlich das Ziel, die unübersichtliche Menge aller $2 \times 2 \times 2$ -Spiele mit ordinalen Präferenzen auf Basis klar definierter Kriterien computergestützt zu systematisieren und diese so experimentellen Untersuchungen auch über diese Arbeit hinaus besser zugänglich zu machen.

Aus einer **methodischen Perspektive** wäre eine Überprüfung der Stabilitätskonzepte auf Basis von *Felddaten* zwar grundsätzlich möglich und wird in Kapitel 2.3.2 im Rahmen der Betrachtung historischer Konfliktsituationen auch näher thematisiert. Die damit verbundenen Schwierigkeiten sind jedoch offenkundig und beeinträchtigen die Belastbarkeit der Ergebnisse deutlich: Bei der Untersuchung einer realen Konfliktsituation kann *ex post* in aller Regel nicht sichergestellt werden, dass das erarbeitete Modell tatsächlich die damaligen Präferenzen der handelnden Akteure abbildet, ein identisches Verständnis über die Präferenzstruktur vorlag und

¹⁰ Bei koalitionären Stabilitätskonzepten sind im Vergleich zu den individuellen Varianten zusätzliche Abweichungen erlaubt, was in der Regel zu einer reduzierten Menge an stabilen Zuständen führt. Weitere Erläuterungen auch unter Berücksichtigung der Effekte auf Seiten der Reaktionen siehe Kapitel 2.2.3.

¹¹ Zwar sind einige der ~8,19 Billionen verschiedenen $2 \times 2 \times 2$ -Spiele *de facto* Duplikate, die bspw. durch einen Tausch der Spielerrollen entstehen, auch die Analyse einer analytisch entsprechend reduzierten Menge ist jedoch ohne die Entwicklung effizienter Algorithmen selbst mit modernen Computersystemen nicht zu bewerkstelligen (vgl. auch Kapitel 3.3.3).

entsprechend alle „das gleiche Spiel spielten“.¹² Die Datenerhebung basiert deshalb auf der Durchführung von *Laborexperimenten*, die einerseits eine starke Kontrolle der Rahmenbedingungen ermöglichen und andererseits so gezielt Konfliktsituationen ausgewählt werden können, die sich in besonderem Maße für eine Beurteilung der relevanten Hypothesen und damit der Prognosequalität metarationaler Stabilitätskonzepte eignen.

Die methodische Vorgehensweise in dieser Arbeit gestaltet sich wie folgt: Auf Basis einer Diskussion spieltheoretischer Lösungskonzepte werden für eine erste Untersuchung geeignete koalitionsfähige Stabilitätskonzepte identifiziert und entsprechende Hypothesen formuliert, die auf eine Beurteilung der Validität dieser Stabilitätskonzepte als Prognoseinstrument möglicher Konfliktausgänge abzielen. Auch vor dem Hintergrund potenziell konkurrierender Lösungskonzepte und Eigenschaften wird im Anschluss ein Selektionsschema zur Auswahl von Spielsituationen erarbeitet, die eine spezifische Untersuchung der erarbeiteten Hypothesen unter möglichst weitreichender Kontrolle von Störeinflüssen erlauben. Während eine exakte Abbildung der Realität in einem Laborexperiment nicht praktikabel und unabhängig davon in aller Regel auch nicht konstruktiv wäre (vgl. bspw. Friedman & Sunder, 1994, S. 11), sind insbesondere die zentralen strukturellen Eigenschaften der untersuchten Situation im Rahmen des Experimentdesigns zu berücksichtigen. Im Kern einer dynamischen Konfliktsituation liegt typischerweise auch die Fragestellung, wer zu welchem Zeitpunkt handelt und darüber hinaus ist regelmäßig nicht exogen definierbar, wie und wann die Konfliktsituation endet.¹³ Die Entwicklung metarationaler Stabilitätskonzepte wurde mit einem starken Fokus auf diese strukturellen Spezifika betrieben und entsprechend wird diesen im Hinblick auf eine tragfähige Beurteilung der Prognosevalidität der metarationalen Stabilitätskonzepte ein hoher Stellenwert im Rahmen des Experimentdesigns eingeräumt – bis hin zur Neuentwicklung einer Experimentplattform zur adäquaten Abbildung der endogenen Zugreihenfolge und des endogenen Spielendes.

Die experimentelle Untersuchung in dieser Arbeit ist in ein zentrales Experiment und zwei Folgeexperimente zur Untersuchung ergänzender Fragestellungen auf Basis der Ergebnisse des ersten Experiments untergliedert. Die während der Durchführung der einzelnen Experimente gewonnene Datenbasis wird jeweils umfangreich analysiert und auf mögliche Abhängigkeiten der Ergebnisverteilung von ausgewählten Parametern getestet. Die zentralen Hypothesen dieser Arbeit werden anschließend auf der Grundlage von simultan ermittelten und mit Monte-Carlo-Simulationen validierten Konfidenzintervallen für die Wahrscheinlichkeitsparameter der zugrunde liegenden Multinomialverteilung überprüft. In einer integrierten Diskussion werden die Ergebnisse der Experimentserie abschließend auch über den Rahmen dieser Untersuchung hinaus interpretiert.

¹² Geringfügige Abweichungen der Präferenzen einzelner Akteure können einen erheblichen Einfluss auf die Menge stabiler Zustände haben. Die Frage, ob bspw. ein stabiler Zustand nur deshalb (nicht) erreicht wird, weil die modellierten nicht mit den realen Präferenzen übereinstimmen, würde jede Ergebnisdiskussion überlagern.

¹³ Vgl. die Definition einer dynamischen Konfliktsituation im Sinne dieser Arbeit in Kapitel 2.1.1.

1.3 Aufbau der Arbeit

Im folgenden **Kapitel 2** werden nach einer einleitenden Definition einer dynamischen Konfliktsituation im Sinne dieser Arbeit spieltheoretische Lösungskonzepte vorgestellt und auf ihre Eignung für eine Analyse des zugrunde liegenden Konflikttyps hin diskutiert (Kapitel 2.1). Im Anschluss werden die metarationalen Stabilitätskonzepte der Conflict Analysis eingeführt bzw. voneinander abgegrenzt (Kapitel 2.2) und unter Berücksichtigung existierender Untersuchungen Forschungsfragen abgeleitet (Kapitel 2.3).

In **Kapitel 3** werden zunächst konkurrierende Lösungskonzepte bzw. Zustandseigenschaften und damit potenzielle Störeinflüsse thematisiert (Kapitel 3.1). Auf dieser Basis werden geeignete Hypothesen zur Überprüfung der Validität (koalitionärer) metarationaler Stabilitätskonzepte im Rahmen der Prognose von Konfliktausgängen entwickelt (Kapitel 3.2). Zuletzt werden unter Berücksichtigung der potenziell konkurrierenden Eigenschaften in einer systematischen Herangehensweise geeignete $2 \times 2 \times 2$ -Spiele zur Untersuchung der entwickelten Hypothesen identifiziert (Kapitel 3.3). Das in diesem Zusammenhang erarbeitete Klassifikationsschema für $2 \times 2 \times 2$ -Spiele adressiert auch das Sekundärziel dieser Arbeit, die Auswahl einer experimentellen Untersuchung besonders zugänglicher Spiele auch über diese Arbeit hinaus zu vereinfachen.

Der Schwerpunkt im **Kapitel 4** liegt auf einer adäquaten Abbildung der zentralen strukturellen Eigenschaften dynamischer Konfliktsituationen innerhalb einer Laborumgebung. Im Rahmen der Erarbeitung des Experimentdesigns und der Beschreibung des Experimentablaufs (Kapitel 4.1) wird vor diesem Hintergrund zusätzlich die neu entwickelte Experimentplattform skizziert. Zuletzt wird die grundsätzliche Eignung des Experimentdesigns in einem Probelauf validiert (Kapitel 4.2).

Die Auswertung der Experimentdaten im **Kapitel 5** orientiert sich an der Struktur der beschriebenen Experimentserie und ist in eine Auswertung des zentralen Experiment 1¹⁴ (Kapitel 5.1) sowie ergänzende Auswertungen der Experimente 2 (Kapitel 5.2) und 3 (Kapitel 5.3) untergliedert. Innerhalb der einzelnen Kapitel erfolgt zunächst jeweils eine Beschreibung der Datenbasis in Verbindung mit deskriptiven Auswertungen und Analysen des Spielverlaufs. Auf dieser Grundlage werden anschließend die Hypothesen dieser Arbeit mit entsprechend geeigneten statistischen Verfahren überprüft. Zuletzt werden die Ergebnisse der gesamten Experimentserie aus einer übergreifenden Perspektive diskutiert (Kapitel 5.4).

Im abschließenden **Kapitel 6** werden die Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst (Kapitel 6.1) und – auch im Hinblick auf mögliche ergänzende Untersuchungen – kritisch diskutiert (Kapitel 6.2).

Der Aufbau dieser Arbeit ist in Abbildung 1.1 zusammenfassend dargestellt.

¹⁴ Experiment- und Spielerbezeichnungen werden im weiteren Verlauf als Eigennamen interpretiert und zugunsten einer besseren Lesbarkeit auch in Verbindung mit Genitivkonstruktionen ohne „s“ geschrieben.

1 Einleitung			
1.1 Motivation	1.2 Zielsetzung & Methodik	1.3 Aufbau der Arbeit	
2 Grundlagen			
2.1 Übersicht spieltheoretischer Konzepte	2.2 Conflict Analysis & Stabilitätskonzepte	2.3 Existierende Untersuchungen & Forschungsfrage	
3 Hypothesenherleitung, Spielklassifizierung und -auswahl			
3.1 Konkurrierende Zustandseigenschaften	3.2 Hypothesenherleitung	3.3 Systematisierung 2x2x2-Spiele & Spielauswahl	
4 Design der experimentellen Untersuchung			
4.1 Experimentdesign		4.2 Probelauf & Validierung	
5 Auswertung der experimentellen Untersuchung			
5.1 Experiment 1	5.2 Experiment 2	5.3 Experiment 3	5.4 Integrierte Diskussion
6 Zusammenfassung & Ausblick			
6.1 Zusammenfassung		6.2 Kritische Diskussion & Ausblick	

Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 1.1: Aufbau der Arbeit

2 Grundlagen

2.1 Spieltheoretische Konzepte für (reale) dynamische Konfliktsituationen

Den Grundstein der modernen nicht-kooperativen¹ Spieltheorie legten von Neumann und Morgenstern (1944) mit ihrem Werk „*The Theory of Games and Economic Behaviour*“. Sie definierten ein Spiel als jede Interaktion zwischen Agenten, welche sich mit einem Regelwerk bzgl. der möglichen Aktionen und einer Menge an Ergebnissen für alle möglichen Aktionskombinationen (*Zustände*) beschreiben lässt – wobei das offensichtlich auf nahezu jede soziale Interaktion zutrifft und damit dem Anspruch gleichkam, mit der Spieltheorie ein Analyseinstrument für diverse soziale Fragestellungen geschaffen zu haben (vgl. Hargreaves Heap & Varoufakis, 2004, S. 3). Tatsächlich verbreiteten sich spieltheoretische Methoden und Lösungskonzepte in den folgenden Jahrzehnten beginnend mit dem Nash-Theorem (vgl. Nash, 1951, S. 286 f.) in allen Bereichen der Sozialwissenschaften und zahlreiche Nobelpreise unterstreichen die Bedeutung, die der Spieltheorie zugemessen wurde und noch immer wird.

Im Kern basiert die klassische Spieltheorie auf zwei zentralen Annahmen: Einerseits verfolgen die Entscheidungsträger wohldefinierte Ziele und verhalten sich damit „rational“², andererseits entscheiden sie strategisch und berücksichtigen ihr Wissen bzw. die (notwendigerweise zutreffenden) Erwartungen über das Verhalten der anderen Spieler (vgl. Osborne & Rubinstein, 1994, S. 1). Auf dieser Basis ermöglichen spieltheoretische Modelle als abstrakte Abbildung realer Situationen das theoretische Studium vielfältiger Phänomene; gleichzeitig wird aber deutlich, dass eine zweckdienliche Anwendung auf reale Situationen ein klares Verständnis hinsichtlich der Sinnhaftigkeit dieser Annahmen im konkreten Fall voraussetzt (vgl. Mailath, 1998, S. 1347): So wurde nach einer anfänglichen Euphorie der Einsatz spieltheoretischer Konzepte zur Analyse praktischer Konfliktsituationen mit einem Verweis auf überzogene Rationalitätsanforderungen an die Spieler vereinzelt auch scharf kritisiert (vgl. Kahneman, Slovic & Tversky, 1982; Zajac

¹ In der kooperativen Spieltheorie können die Spieler gemeinsame Aktionen diskutieren und vereinbaren, die anschließend für alle beteiligten Parteien bindend sind und damit einer Art externem Zwang unterliegen (vgl. Nash, 1953, S. 128). In Abgrenzung hierzu werden in der nicht-kooperativen Spieltheorie alle Aktionen (und damit auch mögliche Kooperationen) lediglich aus dem eigenen Interesse der Nutzenmaximierung ausgeführt und können nicht erzwungen werden. Eine Analyse des individuellen Verhaltens einzelner Spieler ohne derartige externe Wirkmechanismen steht auch im Fokus dieser Arbeit.

² Rationales Verhalten wird in diesem Kontext regelmäßig mit dem Ziel der Maximierung des von Neumann-Morgenstern Erwartungsnutzens gleichgesetzt; die Spieler wählen folglich die Alternative, von der sie den größten kardinalen Nutzenwert erwarten.

& Bazerman, 1991). Ein etwas breiter angelegter Blick in die umfangreiche Literatur in diesem Forschungsgebiet zeigt aber vielmehr, dass mittlerweile ein sehr differenzierter akademischer Diskurs stattfindet. Neben der Neu- und Weiterentwicklung der Lösungskonzepte werden seit Beginn der 90er Jahre auch verstärkt Untersuchungen bzw. Experimente durchgeführt; nicht zuletzt auch im Zusammenhang mit Fragestellungen aus dem Bereich der Unternehmensführung bzw. -strategie (vgl. Brandenburger & Nalebuff, 1995).

De facto lassen sich zunehmend Vertreter der Auffassung finden, dass ausreichend Gleichgewichtskonzepte existieren, die eine Analyse realer Konfliktsituationen mit vertretbaren Anforderungen an die Rationalität der Spieler und an deren Wissen über das Verhalten der anderen Spieler ermöglichen (vgl. Brandenburger, 1992; Kilgour, Hipel & Fang, 1987). Stattdessen werden als Ursache für eine nach wie vor zurückhaltende Anwendung spieltheoretischer Konzepte bspw. auf dem Gebiet des strategischen Managements andere Aspekte thematisiert; so gilt der Einsatz spieltheoretischer Modelle noch immer als komplex, erfordert die Auswahl eines geeigneten aus einer Vielzahl verschiedener Lösungskonzepte und geht mit Schwierigkeiten beim Validieren der Ergebnisse einher (vgl. Camerer, 1991). Vor dem Hintergrund der Bedeutung und Tragweite strategischer Entscheidungen erscheint es lohnenswert, einen Beitrag bei der Adressierung dieser Themen zu leisten. Auf Basis eines präzise definierten Konflikttyps werden deshalb im Folgenden geeignete spieltheoretische Modellierungsansätze diskutiert und im weiteren Verlauf der Arbeit damit einhergehende Lösungskonzepte empirisch untersucht.

2.1.1 Charakterisierung eines Konflikts im Sinne dieser Arbeit

Die Modellierung eines Spiels im spieltheoretischen Sinne erfordert im einfachsten Fall lediglich drei Elemente: Mindestens zwei **Spieler**, mindestens zwei **Strategien** je Spieler und eine definierte **Auszahlung** für jede Strategiekombination aller Spieler. Mit diesen Informationen kann ein Spiel bereits in Normalform dargestellt werden; siehe exemplarisch das in der Literatur weitverbreitete Gefangenendilemma³ in Tabelle 2.1. Ebenso können mit diesen Informationen bereits zentrale Lösungskonzepte der Spieltheorie angewandt werden: Im Beispiel des (einfach wiederholten) Gefangenendilemmas existiert als einziges Nash-Gleichgewicht der Zustand, dass beide Spieler „defektieren“ – auf den ersten Blick für die Spieler kein optimales Ergebnis. Die zentrale Eigenschaft des Gefangenendilemmas als *statisches Spiel* besteht allerdings darin, dass die eigene Strategie in Unkenntnis der Strategiewahl der anderen Spieler⁴

³ Das Gefangenendilemma (vgl. Poundstone, 1992) ist als symmetrisches (die Rolle der Spieler kann beliebig vertauscht werden), strukturell kleinstmögliches und für die Entscheider dennoch nicht triviales Spiel ein Klassiker der Spieltheorie und vielfach ein natürlicher Startpunkt für empirische Untersuchungen oder die Diskussion möglicher Lösungskonzepte.

⁴ Daraus folgt nicht notwendigerweise, dass die Strategien gleichzeitig gewählt werden müssen. Von Bedeutung ist lediglich die Tatsache, dass die Spieler ihre Entscheidung in Unkenntnis der Entscheidungen der anderen Spieler treffen.

gewählt werden muss und im konkreten Fall ist es deshalb unabhängig von der Strategiewahl des anderen Spielers immer besser, zu defektieren.⁵

Tabelle 2.1: Gefangenendilemma in Normalform

		Spieler B	
		<i>kooperieren</i>	<i>defektieren</i>
Spieler A	<i>kooperieren</i>	-1, -1	-3, 0
	<i>defektieren</i>	0, -3	-2, -2

In Abgrenzung dazu sind *dynamische bzw. sequenzielle Spiele* dadurch gekennzeichnet, dass die Reihenfolge, in der die Spieler ihre Entscheidungen treffen, von Bedeutung ist. Daraus resultiert gleichzeitig die Notwendigkeit, dass die Spieler zumindest teilweise die Entscheidungen der anderen Spieler kennen und bei der Wahl ihrer eigenen Strategie berücksichtigen können (vgl. Basar & Olsder, 1999, S. 1). Bei einer Modellierung der im Fokus dieser Arbeit stehenden Fragestellungen des strategischen Managements ist diese Eigenschaft in vielen Fällen zu bejahen: Bereits aufgrund des typischerweise langfristigen Horizonts strategischer Entscheidungen und der direkten Auswirkungen auf das Marktgeschehen haben Wettbewerber und andere relevante Akteure in der Regel die Möglichkeit, erstens eine strategische Anpassung eines anderen Unternehmens hinreichend zeitnah zu beobachten, um zweitens entsprechend darauf zu reagieren.⁶ Ein entscheidender Faktor kann in diesem Zusammenhang auch die Reihenfolge der Handlungen sein – und insbesondere die Frage, welcher Spieler den ersten Schritt macht. Dieser Aspekt lässt sich stark vereinfacht am Beispiel von Boeing und Airbus und der Entscheidung über die Entwicklung eines Großraumflugzeugs in der Kategorie des A380 verdeutlichen: Angenommen die Marktgröße in diesem Segment würde nur ein profitables Angebot durch eines der beiden Unternehmen zulassen, so könnte eine gute Strategie darin liegen, diesen Markt möglichst schnell zu besetzen – aufgrund der typischerweise langen Entwicklungszeiten müsste die Glaubwürdigkeit einer solchen Strategie aber bspw. durch hohe Konventionalstrafen im Falle einer Nichtlieferung untermauert werden (vgl. Kretschmer, 1998).

Auch innerhalb der Klasse dynamischer Spiele ist eine weitere Differenzierung der Spieltypen anhand verschiedener Eigenschaften möglich. Während ganz allgemein die Extensivform eine

⁵ In diesem Beispiel würde Spieler A sowohl mit als auch ohne Geständnis des Spielers B eine höhere Auszahlung realisieren, wenn er selbst gesteht ($0 > -1$ bzw. $-2 > -3$) und vice versa.

⁶ Die Bedeutung der Handlungsreihenfolge bei strategischen Unternehmensentscheidungen wird bereits früh in grundlegenden theoretischen Modellen wie bspw. dem Stackelberg-Duopol thematisiert (vgl. von Stackelberg, 1934). Die Existenz von Fragestellungen aus dem Bereich der Unternehmensführung, bei welchen die Entscheidungen der anderen Spieler entweder nicht bekannt oder nicht ausreichend schnell beobachtet werden können, soll jedoch nicht in Abrede gestellt werden (bspw. auktionstheoretische Fragen im Zusammenhang mit der Vergabe von Mobilfunklizenzen).

zentrale Rolle bei der spieltheoretischen Betrachtung dynamischer Spiele einnimmt, existieren auch Konfliktsituationen, die zwar viele Parallelen, an einigen Stellen aber auch relevante Unterschiede zu dynamischen Spielen im „klassischen“ Sinne aufweisen. Aus diesem Grund werden zunächst die dieser Arbeit zugrunde liegenden strategischen Konfliktsituationen entlang der Dimensionen Zugreihenfolge, Spielende, Auszahlungsrealisierung sowie Präferenz- und Informationsstruktur ausführlich charakterisiert. Erst im Anschluss werden beginnend mit der Extensivform ab Kapitel 2.1.2 spieltheoretische Modellierungsmethoden eingeführt und deren Eignung für den zuvor charakterisierten Spieltyp diskutiert.

2.1.1.1 Zugreihenfolge

Während die Eigenschaft „simultane Zugreihenfolge“ eine hinreichende Beschreibung der Zugstruktur für die Modellierung eines Spiels darstellt, muss eine sequenzielle Zugreihenfolge im Zusammenhang mit dynamischen Spielen weiter konkretisiert werden.⁷ Dieser Aspekt gewinnt insbesondere bei der Modellierung eines Konflikts mit mehr als zwei Spielern zusätzlich an Bedeutung, da in diesem Fall auch das Konzept der alternierenden Zugreihenfolge nicht mehr eindeutig definiert ist.⁸ Reale strategische Fragestellungen in einem komplexen Umfeld lassen sich in vielen Fällen nicht auf zwei Akteure reduzieren und aus diesem Grund muss die Beschreibung der Zugstruktur an dieser Stelle auch – und insbesondere – die Existenz von mehr als zwei Spielern berücksichtigen.

Im Gegensatz zu bspw. Auktionen, bei welchen eine externe Instanz klare Spielregeln festlegt und während des Spielverlaufs deren Einhaltung durchsetzt, ist es in vielen strategischen Situationen den Akteuren selbst überlassen, zu welchem Zeitpunkt sie agieren möchten – das umfasst auch die Entscheidung, wer den ersten Schritt macht. Tatsächlich könnte die Frage nach dem Zeitpunkt des Handelns sogar als elementarer Bestandteil des Spiels aufgefasst werden und eine Festlegung der Zugreihenfolge (bspw. in der Form A-B-C bei drei Spielern) könnte demnach den Charakter der Konfliktsituation erheblich verändern. Diese Problematik lässt sich insbesondere auch nicht durch eine Randomisierung der Zugreihenfolge lösen, da der Freiheitsgrad aus Sicht der Spieler ebenso eingeschränkt wird.⁹

⇒ Dynamische Konflikte im Sinne dieser Arbeit sind durch eine *vollständig endogene Zugreihenfolge* gekennzeichnet; d.h. insbesondere, dass sich die Zugstruktur während des Spiels ergibt und nicht im Rahmen der Modellierung vorgegeben wird.

⁷ Die Zugstruktur ist eng verknüpft mit der Informationsstruktur eines Spiels: Entscheidend ist nicht nur die zeitliche Reihenfolge der Züge, sondern inwiefern die vorherigen Züge der anderen Spieler auch bekannt sind.

⁸ Auch bei der Modellierung eines Spiels mit nur zwei Spielern stellt eine alternierende Zugreihenfolge keine Zwangsläufigkeit dar, bspw. könnte für eine konkrete Situation auch die Frage nach mehreren Zügen hintereinander je Spieler relevant sein. In jedem Fall verschärft sich diese Problematik ab drei Spielern deutlich.

⁹ In der Literatur existieren verschiedene Modellierungen und Untersuchungen mit einer randomisierten Zugreihenfolge und in vielen Fällen wird der zugrunde liegende Konflikt gerade durch die Randomisierung der Zugreihenfolge sinnvoll beschrieben (vgl. bspw. Hoel, 1987). Für die strategischen Fragestellungen im Sinne dieser Arbeit gilt dies jedoch explizit nicht.

2.1.1.2 Spielende

Die Modellierung einer realen strategischen Konfliktsituation mit politischem oder ökonomischem Hintergrund als Spiel mit a priori festgelegtem Ende stellt in vielen Fällen keine natürliche Abbildung dar: In realen Konfliktsituationen können die Spieler für gewöhnlich davon ausgehen, dass nach einer Strategieveränderung eine (unbestimmte) Anzahl weiterer Strategieveränderungen möglich ist. Das Wissen, zu einem bestimmten Zeitpunkt zum letzten Mal eine Strategieveränderung vornehmen zu können, würde andere strategische Überlegungen entsprechend massiv überlagern und damit den Charakter des Spiels verändern (vgl. Aumann, 1959, S. 295).¹⁰ Dies muss kein Widerspruch zu der Auffassung sein, dass eine reale Konfliktsituation irgendwann endet – entscheidend ist in diesem Fall lediglich der Aspekt, dass sich der Zeitpunkt des Spielendes aus dem Spiel selbst ergibt und nicht exogen vorgegeben sein muss.

Ein solches endogenes Spielende kann wiederum in zwei Varianten unterschieden werden: Zum einen könnte dem Spielende die Zustimmung aller Spieler vorgeschaltet werden, wobei ein solcher Zustimmungsprozess zu jedem Zeitpunkt gestartet werden könnte (*explizite Zustimmung*). Diese Variante gibt einzelnen Spielern faktisch die Möglichkeit, das Spielende respektive eine Auszahlung zu verhindern und stellt damit für viele strategischen Konfliktsituationen keine realistische Abbildung dar.¹¹ Die im Kontext dieser Arbeit zutreffendere Variante erfordert lediglich eine *implizite Zustimmung*, welche als konkludentes Handeln verstanden werden kann – ein Spiel würde bspw. dann enden, wenn keine weiteren Züge mehr erfolgen.

⇒ Dynamische Konflikte im Sinne dieser Arbeit haben in der Regel ein *implizites endogenes Spielende*; spezifischer formuliert endet ein Spiel dann, wenn kein Spieler mehr weitere Strategieveränderungen vornehmen möchte.

2.1.1.3 Auszahlungsrealisierung

Typischerweise wird im Zusammenhang mit der Realisierung der Auszahlung zwischen den beiden Konzepten *laufende Auszahlung* (nach jeder Periode¹²) und *endfällige Auszahlung* (nach Spielende) unterschieden; wobei die Entscheidung für eines der beiden Konzepte stark abhängig von der Struktur des zu modellierenden Konflikts und nicht immer zwingend ist. Die in dieser

¹⁰ Dieser Effekt wird in der Literatur auch als Endspiel-Effekt bezeichnet und in zahlreichen Arbeiten und Untersuchungen thematisiert (vgl. u.a. Engle-Warnick & Slonim, 2006; Normann & Wallace, 2012; Rubinstein, 1991; Schuessler, 1989). Nachvollziehbar wird dieser Effekt auch bei einer hypothetischen Modifikation des Rubinstein-Verhandlungsspiels (Rubinstein, 1982): Wäre den Spielern hier bekannt, dass sie sich aktuell in der letzten Runde befinden, könnte der erste Spieler dem zweiten ein Angebot machen, das lediglich echt größer als 0 sein muss. Ein nutzenmaximierender zweiter Spieler würde dieses Angebot dennoch annehmen, da dies für ihn immer noch eine teilspielperfekte Lösung darstellt (ansonsten würde er keine Auszahlung erhalten).

¹¹ Eine explizite Zustimmung aller Spieler könnte bspw. bei einem Vertragsabschluss relevant werden. Im Zusammenhang mit den hier thematisierten strategischen Konflikten kann ein solcher Mechanismus einzelnen und insbesondere schlecht gestellten Spielern allerdings mehr Macht verleihen, als diese tatsächlich innehaben.

¹² Die Definition einer Periode kann dabei insbesondere bei mehr als zwei Spielern in Kombination mit einer endogenen Zugreihenfolge problematisch sein; so könnte bspw. eine Periode eines Spiels mit drei Spielern als drei beliebige Züge, einmaliges Ziehen jedes Spielers, erneutes Ziehen des ersten Spielers,... definiert werden.

Arbeit beschriebenen strategischen Fragestellungen zeichnen sich jedoch in der Regel durch einen langfristigen Entscheidungshorizont aus, wobei für den Erfolg der beteiligten Akteure in erster Linie der Zustand relevant ist, der sich nach den Strategieanpassungen aller Akteure – inklusive weiterer eigener Reaktionen – einstellt. Die erreichten Zustände in dieser Handlungssequenz haben hingegen nur einen temporären Charakter und sind in diesem langfristigen Kontext deshalb von nachrangiger Bedeutung.

⇒ Dynamische Konflikte im Sinne dieser Arbeit sind durch eine *endfällige Auszahlungsrealisierung* gekennzeichnet, d.h. die Spieler realisieren die Auszahlung erst nach dem Spielende.

2.1.1.4 Präferenzstruktur

Wie bereits eingangs thematisiert, sind kardinale Nutzenwerte (von Neumann-Morgenstern-Nutzen) bei vielen strategischen Konfliktsituationen kaum zuverlässig zu ermitteln bzw. würde dies in der Praxis mit einem nicht vertretbaren Aufwand einhergehen. Speziell im Zusammenhang mit überwiegend qualitativen Fragestellungen kann zwar in vielen Fällen eine Aussage dazu getroffen werden, welcher von zwei Zuständen von einem Spieler präferiert wird; eine belastbare Quantifizierung des Deltas ist hingegen schlicht nicht möglich.¹³ Aus diesem Grund ist es im Kontext dieser Arbeit vorteilhaft, wenn das Vorliegen einer kardinalen Präferenzordnung keine Voraussetzung für die Modellierung der Konfliktsituation und Anwendung der entsprechenden Lösungskonzepte darstellt – umgekehrt kann eine existierende kardinale Präferenzordnung immer in eine ordinale überführt werden.¹⁴

⇒ Dynamische Konflikte im Sinne dieser Arbeit sind zumindest teilweise durch das Vorliegen einer lediglich *ordinalen Präferenzstruktur* gekennzeichnet.

2.1.1.5 Informationsstruktur

Die Informationsstruktur eines Spiels wird im Wesentlichen entlang der beiden Attribute *vollständig* und *vollkommen bzw. perfekt* beschrieben (vgl. Gibbons, 1992, S. 55). Unter vollständiger Information wird allgemein verstanden, dass alle Spieler ein gemeinsames Verständnis der Spielregeln haben und sowohl die eigenen als auch die Präferenzen der anderen Spieler kennen bzw. identisch einschätzen. Während mit entsprechendem Aufwand in vielen Fällen eine ordinale Präferenzordnung für jeden Spieler in einer realen strategischen Konfliktsituation

¹³ Bspw. würde ein Automobilhersteller die Gründung einer technischen Universität in direkter Nähe des Standortes vermutlich immer gegenüber dem sonst identischen Zustand ohne eine solche Gründung präferieren – positive Auswirkungen wären u.a. hochqualifizierte Arbeitskräfte und mögliche Forschungsk Kooperationen. Eine belastbare Quantifizierung dieses Deltas wird im realen Kontext aber kaum möglich sein, da die Vorteile vielschichtig sind und potenziell eher mittel- bis langfristig wirken.

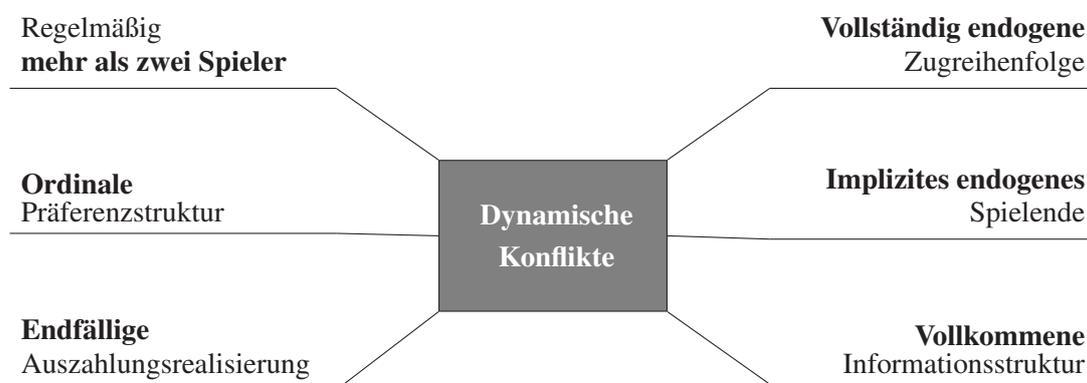
¹⁴ Spieltheoretische Konzepte, die auf einer kardinalen Präferenzstruktur basieren, sollen aber nicht bereits aufgrund dieser Eigenschaft von einer weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden. Die Möglichkeit der Angabe einer ordinalen Präferenzstruktur wird in dieser Arbeit als vorteilhaft, nicht aber als Voraussetzung bewertet.

erarbeitet werden kann, ist zumindest fraglich, inwiefern alle beteiligten Spieler jeweils diesen Prozess durchlaufen und dabei zu kongruenten Ergebnissen gelangen; die Informationsstruktur ist ergo nicht zwingend vollständig.

Vollkommene Information bedeutet hingegen, dass alle bisher erfolgten Strategieveränderungen für alle Spieler transparent sind und bei der Entscheidung über weitere Handlungen berücksichtigt werden können. Der langfristige Charakter realer strategischer Fragestellungen in Verbindung mit der im Zeitalter der Information zunehmenden Transparenz der Märkte lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Aktionen der anderen Spieler mit einer hinreichend kleinen Verzögerung wahrgenommen werden und entsprechend von einer weitgehend vollkommenen bzw. perfekten Informationsstruktur ausgegangen werden kann.¹⁵

⇒ Dynamische Konflikte im Sinne dieser Arbeit sind nicht notwendigerweise durch eine *vollständige*, zumindest aber in der Regel durch eine *vollkommene* Informationsstruktur gekennzeichnet.

In Abbildung 2.1 sind die zentralen Eigenschaften der dynamischen Konflikte im Sinne dieser Arbeit – im weiteren Verlauf vereinfacht als **dynamische Konflikte** bezeichnet – aus spieltheoretischer Perspektive zusammenfassend dargestellt. Auf dieser Basis wird im Folgenden die Eignung verschiedener Modellierungsmöglichkeiten diskutiert.



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 2.1: Eigenschaften eines dynamischen Konflikts im Sinne dieser Arbeit

2.1.2 Extensivformspiele

Die allgemeine Extensivform wurde 1953 von Kuhn als Erweiterung einer früheren Definition von Neumanns vorgestellt und ist seither in der Spieltheorie von herausragender Bedeutung bei

¹⁵ Fraglos existierende reale strategische Fragestellungen, die keiner vollkommenen Informationsstruktur unterliegen, stehen nicht im Fokus dieser Arbeit.

der mathematisch formalen Beschreibung von nicht-kooperativen Spielen. Das zentrale Element auch vor dem Hintergrund einer Abgrenzung zur Normalform ist die Möglichkeit zur Spezifikation einer Entscheidungsfolge, wobei exakt modelliert werden kann, über welche Informationen hinsichtlich vorausgegangener Züge die Spieler bei einer anstehenden Entscheidung jeweils verfügen (vgl. Kuhn, 1953, S. 193 ff.).¹⁶ Die Darstellung eines Spiels in Extensivform erfolgt üblicherweise in einem Spiel- bzw. Entscheidungsbaum, wobei ein solches *n*-Personen-Spiel Γ durch folgende Elemente charakterisiert ist:¹⁷

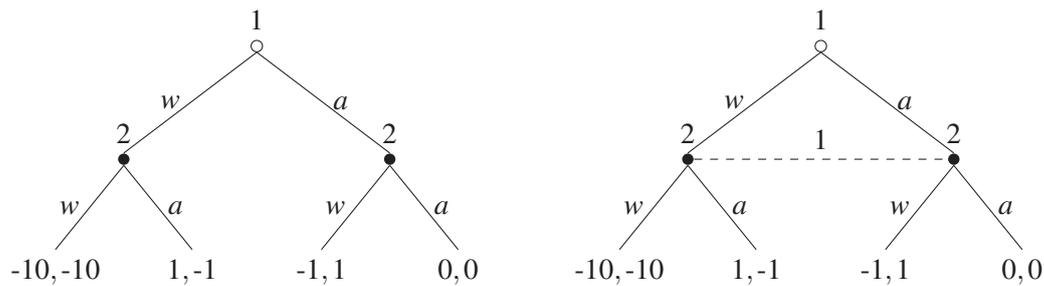
- (i) Eine Spielermenge $N = \{1, 2, \dots, n\}$.
- (ii) Ein gewurzelter Spielbaum T .
- (iii) Eine Partition der Menge der Nicht-Endknoten aus T in $n + 1$ Teilmengen, bezeichnet als $P^0, P^1, P^2, \dots, P^n$. Dabei ist P^0 ein Zufallsknoten und P^i stellen Entscheidungsknoten des Spielers i für alle $i \in N$ dar.
- (iv) Eine Wahrscheinlichkeitsverteilung über die ausgehenden Kanten für jeden Zufallsknoten in P^0 (summiert sich zu 1 auf).
- (v) Eine Partition der Knoten P^i in $k(i)$ Informationsmengen $U_1^i, U_2^i, \dots, U_{k(i)}^i$ für alle $i \in N$. Dabei gilt, dass für alle $j = 1, 2, \dots, k(i)$
 - alle Knoten in U_j^i über die gleiche Anzahl ausgehender Kanten verfügen und eine eins-zu-eins Beziehung zwischen den ausgehenden Kanten von zwei beliebigen Knoten in U_j^i existiert (die jeweils die gleiche Entscheidung repräsentieren).
 - jeder (gerichtete) Pfad von der Wurzel zu einem Endknoten die Informationsmenge U_j^i maximal einmal durchlaufen kann.
- (vi) Ein n -dimensionaler Vektor $g(t) = (g^1(t), g^2(t), \dots, g^n(t))$, welcher für jeden Endknoten $t \in L(T)$ die Auszahlungen für jeden Spieler beinhaltet.
- (vii) Die Elemente (i) bis (vi) sind gemeinsames Wissen aller Spieler i („*Common Knowledge*“).¹⁸

Diese wohldefinierte Beschreibung von Spielen in der Extensivform ermöglicht insbesondere auch eine adäquate Abbildung wichtiger Feinheiten in der Zug- und Informationsstruktur.

¹⁶ Ein 2x2-Spiel mit simultaner Zugfolge in Normalform könnte auch als Spezialfall eines Extensivformspiels interpretiert werden; hier müsste die Informationsmenge so definiert werden, dass die Spieler keine Kenntnis über die Entscheidung des jeweils anderen Spielers haben (siehe auch Abbildung 2.2).

¹⁷ Die formale Beschreibung ist an Kuhn (1953, S. 22 f.) angelehnt und auf die wesentlichen Elemente reduziert.

¹⁸ Als *Common Knowledge* wird in der Spieltheorie eine Information bezeichnet, wenn 1) alle Spieler die Information kennen, 2) alle wissen, dass die jeweils anderen Spieler über die Information verfügen, 3) alle wissen, dass die jeweils anderen Spieler wissen, dass sie über die Information verfügen, 4) etc... (vgl. bspw. Aumann, 1976). Die Realitätsnähe dieser Eigenschaft wird in der Literatur teilweise kontrovers diskutiert (vgl. u.a. Camerer, 1991, S. 141) und ist nicht Thema dieser Arbeit.



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 2.2: Chicken Game in Extensivform mit perfekter bzw. imperfekter Information

Die Konsequenzen einer veränderten Informationsstruktur lassen sich am Beispiel des populären *Chicken Games*¹⁹ verdeutlichen: In seiner ursprünglichen Form ist das *Chicken Game* als Normalformspiel mit simultaner Zugreihenfolge zu verstehen. Diese Variante kann auch in der Extensivform als Spiel mit imperfekter Information beschrieben werden (in Abbildung 2.2 rechts dargestellt); der zweite Spieler muss seine Entscheidung zwischen *Weiterfahren* (w) und *Ausweichen* (a) analog zur Situation im Normalformspiel ohne Kenntnis der Entscheidung des ersten Spielers treffen – in diesem Fall existieren zwei Nash-Gleichgewichte in reinen Strategien und ein Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien.²⁰ Eine hypothetische Anpassung der Informationsstruktur hin zu einem Spiel mit einelementigen Informationsmengen – und damit zu einem Spiel mit perfekter Information – verändert die Situation hingegen massiv: Entscheidet sich der erste Spieler für *Weiterfahren*, so würde der zweite Spieler *Ausweichen* wählen und das Ergebnis $1, -1$ realisieren, im anderen Fall würde der zweite Spieler mit der Strategie *Weiterfahren* das dann beste Ergebnis $-1, 1$ erzielen. Der erste Spieler kann genau dieses Verhalten antizipieren und entsprechend mit seiner Entscheidung aus genau diesen beiden Ergebnissen das für ihn bessere „auswählen“. Die Spielsituation wurde durch die Anpassung der Informationsstruktur folglich so verändert, dass jetzt ein eindeutiges Gleichgewicht existiert.²¹

Diese Vorgehensweise wird als *Rückwärtsinduktion* bezeichnet und stellt ein auf Selten (1965) zurückzuführendes Lösungskonzept für sequenzielle und wiederholte Spiele dar, wobei die so abgeleiteten Lösungen *teilspielperfekte Nash-Gleichgewichte*²² genannt werden. Aufgrund der beschriebenen Rückwärtsinduktion könnte angenommen werden, dass teilspielperfekte Gleich-

¹⁹ Die Situation des Chicken Games lässt sich auf viele reale Konflikte bis hin zum Kalten Krieg übertragen und gilt deshalb als Klassiker der Spieltheorie (ausführliche Beschreibung vgl. Rapoport & Chammah, 1966).

²⁰ Für weitere Ausführungen zur Ermittlung der Nash-Gleichgewichte vgl. Rapoport und Chammah (1966).

²¹ Offensichtlich ist das *Chicken Game* mit perfekter Information kaum eine nähere Betrachtung wert; an dieser Stelle soll jedoch lediglich demonstriert werden, wie ein solcher Eingriff den Charakter des Spiels massiv verändern kann – und die Extensivform in der Lage ist, beide Spiele exakt zu beschreiben. Vgl. auch weitere Arbeiten zur Äquivalenz der Normal- und Extensivform: Harsanyi und Selten (1988); Seidenfeld (1995).

²² Allgemein ist eine Konfiguration von Verhaltensstrategien ein teilspielperfektes Gleichgewicht, wenn diese auf jedem Teilspiel des ursprünglichen Spiels ein Nash-Gleichgewicht induziert (vollständige Definition in Berninghaus, Ehrhart & Güth, 2010, S. 110).

gewichte nur in Spielen mit endlichem Horizont ermittelt werden können. In der Literatur existieren aber auch Varianten für Spiele mit unendlichem Horizont. Teilspielperfektheit ist entsprechend nicht mit Rückwärtsinduktion gleichzusetzen (vgl. Fudenberg & Levine, 1983). Voraussetzung für die Analyse einer Konfliktsituation auf teilspielperfekte Nash-Gleichgewichte ist aber in jedem Fall, dass sich das jeweilige Spiel in Extensivform modellieren lässt; im Folgenden wird aus diesem Grund zunächst diskutiert, inwiefern das auf den dieser Arbeit zugrunde liegenden Konflikttyp (siehe Kapitel 2.1.1) zutrifft.²³

Die Extensivform ist in der Spieltheorie das Mittel der Wahl bei der Modellierung von sequenziellen Spielen. Auch für die formale Beschreibung des in dieser Arbeit im Fokus stehenden Konflikttyps scheint die Extensivform zunächst ein geeignetes Konzept zu sein: Konfliktsituationen mit einer endlichen Menge von n Spielern, die ihre Entscheidungen jeweils nacheinander und in Kenntnis der gesamten Historie treffen – wobei die Auszahlungen jeweils erst am Spielende realisiert werden – gehen vollständig in der vorgetragenen Definition von Extensivformspielen auf. Gleichzeitig stellt die Beschreibung einer Konfliktsituation als Extensivformspiel den Modellierenden aber vor hohe Anforderungen hinsichtlich der weiteren zu spezifizierenden respektive benötigten Informationen; genau die in der Literatur vielfach als vorteilhaft herausgestellte Wohldefiniertheit eines Spiels in Extensivform kann in der praktischen Anwendung deshalb mit großen Herausforderungen verbunden sein. Konkret werden an dieser Stelle insbesondere die drei Aspekte Zugreihenfolge, Spielende und Präferenzordnung näher betrachtet.

2.1.2.1 Kernaspekt A: Zugreihenfolge

Aus der Definition eines Extensivformspiels geht hervor, dass für jeden Knoten P gelten muss $P \in P^0$ oder $P \in P^i$ mit $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$. In anderen Worten muss in jedem Knoten entweder der Spieler spezifiziert werden, der mit seiner Entscheidung zwischen den ausgehenden Kanten wählt oder der Knoten muss als Zufallsknoten mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung über die ausgehenden Kanten modelliert werden. Die erste Variante erfordert eine explizite Festlegung der Zugreihenfolge im Rahmen der Modellierung und steht insofern im Widerspruch zu der in Kapitel 2.1.1 geforderten endogenen Zugreihenfolge des dieser Arbeit zugrunde liegenden Konflikttyps. Insbesondere lässt sich aber eine endogene Zugreihenfolge auch nicht durch die in Extensivformspielen vorgesehenen Zufallsknoten modellieren, da hierdurch die Entscheidung über den jeweils nächsten Zug nicht bei den Spielern verbleibt, sondern auf einen externen Zufallsmechanismus übergeht und damit der Charakter des Spiels verändert wird.²⁴

²³ Eine Diskussion der Lösungskonzepte für Extensivformspiele im Hinblick auf die Zielsetzung dieser Arbeit, deren Eignung bei der Ableitung von Handlungsempfehlungen für reale Konfliktsituationen zu diskutieren, wäre an dieser Stelle verfrüht: Die Anwendung der Lösungskonzepte erfordert zwingend eine Modellierung als Extensivformspiel und entsprechend scheint es sinnvoll, zunächst diesen Aspekt zu thematisieren.

²⁴ Hier könnte argumentiert werden, dass ein durch den Zufallsmechanismus ausgewählter Spieler, der keine Strategieveränderung vornehmen möchte, die aktuelle Strategie auch unverändert lassen könnte und die Entscheidung über den nächsten Zug auf den folgenden Zufallsknoten im Spielbaum übergeht. Einerseits ist auf diese

In der Literatur werden vereinzelt Ansätze diskutiert, wie die Zugreihenfolge in Extensivformspielen endogenisiert werden könnte. So könnte die Entscheidung über die Zugreihenfolge bspw. in ein vorhergehendes Spiel ausgelagert werden: Im Falle eines 2x2-Spiels über zwei Perioden und nur einer Zugmöglichkeit je Spieler würden die Spieler sich in diesem vorhergehenden Spiel gleichzeitig festlegen, in welcher der beiden Perioden sie ziehen möchten. Aus diesem Spiel ergibt sich für das eigentliche Spiel, ob die Spieler simultan oder sequenziell – in letzterem Fall zusätzlich in welcher Reihenfolge – ziehen (vgl. Hamilton & Slutsky, 1993). Bereits für 2x2-Spiele erscheint dieser Ansatz konstruiert. Bei mehreren Spielern, deren jeweilige Anzahl an Zügen a priori nicht bekannt ist und deren Entscheidung über einen Zug in vielen Fällen auch erst ein Ergebnis des Spielverlaufs ist, wäre ein solches Multi-Stufen-Spiel nur noch theoretisch modellierbar.²⁵

2.1.2.2 Kernaspekt B: Spielende

Aus der a priori nicht bekannten Anzahl an Zügen je Spieler folgt unmittelbar auch, dass ein solches Spiel nicht als endlicher Entscheidungsbaum modelliert werden kann. Dabei ist zunächst unerheblich, ob sich das Spielende wie diskutiert aus einem expliziten Zustimmungsprozess oder einem impliziten bzw. konkludenten Handlungsprozess ergibt. Spiele mit unendlichem Horizont lassen sich grundsätzlich aber ebenfalls als Extensivformspiel modellieren (vgl. Basar & Olsder, 1999, S. 215 ff.).

Problematisch ist die Modellierung des geforderten impliziten endogenen Spielendes innerhalb eines Extensivformspiels aus einem anderen Grund: Ein solches weder randomisiertes noch festes Spielende lässt sich innerhalb des Entscheidungsbaums nur derart modellieren, dass bspw. nach einer aufeinanderfolgenden Bestätigung der aktuellen „Strategie“ durch alle Spieler das Spiel endet und die Auszahlungen realisiert werden. Dieser Prozess könnte im Spielbaum über aufeinanderfolgende Knoten $P \in P^i$ für alle Spieler $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$ abgebildet werden – dies wäre jedoch gleichbedeutend mit einer *aktiven Entscheidung aller Spieler* über das Verbleiben im aktuellen Zustand und steht damit im Widerspruch zu dem gewünschten Spielende in Form eines *Unterlassens* weiterer Anpassungen durch alle Spieler. Darüber hinaus würden sich analog zur Diskussion der Zugreihenfolge auch hier wieder Schwierigkeiten bei der Modellierung der Reihenfolge innerhalb dieses Zustimmungsprozesses ergeben.

2.1.2.3 Kernaspekt C: Präferenzordnung

Die Lösungskonzepte der klassischen Spieltheorie und damit auch die Modellierung von Normal- und Extensivformspielen beruhen auf der Verwendung von kardinalen Nutzenwerten. Aus den

Art aber nicht gewährleistet, dass der Spieler, der in der realen Situation den nächsten Zug machen möchte, auch tatsächlich die Möglichkeit dazu erhält. Andererseits sieht ein Spielbaum an allen Knoten $P \in P^i$ mit $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$ eine aktive Entscheidung der Spieler vor, die in der realen Situation so nicht erfolgen würde.

²⁵ Zumindest würde dies aber massiv der Zielsetzung dieser Arbeit widersprechen, bei der Ableitung von Handlungsempfehlungen auf eine praxistaugliche Modellierungsmethode zurückzugreifen.

Ausführungen in Kapitel 2.1.1 ergibt sich, dass die Notwendigkeit einer kardinalen Präferenzstruktur die Menge der darstellbaren realen Konfliktsituationen deutlich reduzieren und damit ebenfalls konträr zur Zielsetzung einer möglichst breiten Anwendbarkeit wirken würde. Dieser Aspekt ist jedoch von vergleichsweise nachrangiger Wichtigkeit.

Die Extensivform ist zweifelsohne nach wie vor von enormer Bedeutung, geht aber im Rahmen der Modellierung einer bestimmten – im Fokus dieser Arbeit stehenden – Konfliktklasse mit gewissen Schwierigkeiten einher. Vor diesem Hintergrund erscheint es lohnenswert, weitere spieltheoretische Konzepte zu diskutieren.

2.1.3 Metaspiele & Conflict Analysis

Den Grundstein der Metaspiele als Zweig der nicht-kooperativen Spieltheorie legte Howard mit seinen Werken „*The Theory of Metagames*“ und „*Paradoxes of Rationality: Theory of Metagames and Political Behavior*“ (Howard, 1966, 1971) – entsprechend regelmäßig beziehen sich die Autoren im Bereich der Conflict Analysis auf diese Arbeiten. Vorausgegangen war der Veröffentlichung auch eine Zusammenarbeit mit der US-amerikanischen Regierung, welche stark an neuen Methoden und Konzepten zur Analyse realer Konfliktsituationen interessiert war.²⁶ Howard selbst war der Auffassung, dass sich das Verhalten der Akteure in realen Konflikten nur bedingt mit den Mitteln der klassischen Spieltheorie erklären lässt und führte dies insbesondere auch auf hohe Anforderungen dieser Konzepte an das Entscheidungsverhalten der Spieler zurück. Entsprechend verfolgt er mit der Theorie der Metaspiele das Ziel, die von einem stark präskriptiven Charakter geprägten bisherigen spieltheoretischen Methoden um eher deskriptive Alternativen zu ergänzen – deren Qualität in der Konsequenz auch verstärkt auf Basis empirischer Untersuchungen beurteilt werden sollte (vgl. Howard, 1966, 1971; Thrall, 1974, S. 671). In anderen Worten versuchen sich metarationale Konzepte an einer Erklärung, wie die Entscheider sich in einer realen Konfliktsituation verhalten *könnten*, statt in Form einer „richtigen“ Strategie zu empfehlen, wie diese sich verhalten *sollten*.

Wenngleich die von Howard identifizierten und als Motivation für die Entwicklung der Theorie der Metaspiele herangezogenen „*Breakdowns of Rationality*“ kontrovers und teilweise auch sehr kritisch diskutiert werden, sind selbst Kritiker der Auffassung, dass Howards Arbeit im Kern einen wichtigen Beitrag bei der Analyse realer Konfliktsituationen leisten kann (vgl. u.a. Harsanyi, 1973; Rapoport, Tuckman, Ferejohn, Buchanan & Butterworth, 1974; Thrall, 1974). Ein zentraler Aspekt ist in diesem Zusammenhang, dass mithilfe der Metaspiele auch Zustände als Ergebnis erklärt werden können, die auf Basis der klassischen spieltheoretischen Lösungskonzepte kein Gleichgewicht sind – ein Beispiel hierfür ist die kooperative Lösung im Gefangenendilemma, welche für beide Spieler ein besseres Ergebnis darstellen würde, als das einzige

²⁶ Im Fokus der Analysen lagen zu diesem Zeitpunkt insbesondere politische Konfliktsituationen, wie bspw. die des „Kalten Krieges“ (vgl. bspw. Rapoport & Chammah, 1966).

Nash-Gleichgewicht (vgl. Normalform des Gefangenendilemmas in Tabelle 2.1).²⁷ Diese zusätzlichen Gleichgewichte in einem Normalform-Spiel G entstehen durch eine Analyse der von diesem Spiel abgeleiteten Metaspiele; wobei sich das Metaspiel erster Ordnung iG eines n -Personen-Spiels G ergibt, wenn die Strategien eines Spielers i als auf die (erwartete) Wahl der anderen Spieler (=Reaktionen) bedingte Entscheidung definiert werden. Dieser Prozess kann entsprechend fortgeführt werden: Ein Metaspiel zweiter Ordnung jiG wäre bspw. ein Spiel, in welchem der Spieler j seine Entscheidung in Kenntnis der (erwarteten) Strategien der Spieler im Metaspiel iG trifft – ein vollständiges Metaspiel ist in diesem Zusammenhang definiert als ein Spiel, in welchem jeder Spieler mindestens einmal in dieser Notation vorkommt.²⁸ Als Gleichgewicht eines Spiels G werden zuletzt alle Gleichgewichte der entsprechend abgeleiteten Metaspiele herangezogen; wobei Howard zeigen konnte, dass jedes Metaspiel über mindestens ein metarationales Gleichgewicht verfügt (vgl. Howard, 1971, S. 27).

In der Konsequenz lassen sich zwei wichtige Schlussfolgerungen anstellen: Erstens scheint die der Theorie der Metaspiele zugrunde liegende Annahme der Kenntnis bzw. zutreffenden Vorhersage der Entscheidungen anderer Spieler insbesondere dann belastbar zu sein, wenn das Verhalten der anderen Spieler tatsächlich beobachtbar ist; eine Analyse sequenzieller Spiele wäre vor diesem Hintergrund besser zu rechtfertigen als eine Analyse simultaner Spiele.²⁹ Zweitens verschiebt sich innerhalb der Theorie der Metaspiele der Rationalitätsbegriff in Richtung rationaler *Ergebnisse* einer Konfliktsituation – im Vergleich zu der sonst üblichen Rationalitätsbeurteilung der *Entscheidungen* (vgl. Rapoport et al., 1974, S. 139). Entsprechend spricht Howard auch von *stabilen Zuständen* bzw. *stabilen Ergebnissen*, in denen kein Spieler mehr einen Anreiz hat, von seiner aktuellen Strategie abzuweichen. Letzteres kann entweder bedeuten, dass ein Spieler in einem stabilen Zustand keine Verbesserungsmöglichkeit mehr hat, oder im Anschluss an eine mögliche Verbesserung eine Reaktion mit unerwünschten Folgen nicht auszuschließen ist und die Abweichung somit risikobehaftet wäre.

Die Theorie der Metaspiele darf nicht als Weiterentwicklung der Extensivform betrachtet werden und ist dieser insbesondere dann unterlegen, wenn Informationen über die Zugstruktur und/oder eine kardinale Präferenzordnung vorliegen. Während die wohldefinierten Lösungskonzepte für Extensivformspiele diese Informationen vollständig berücksichtigen und daraus eine unter rationalen Gesichtspunkten optimale Strategie ableiten, ist bei der Analyse mithilfe von Metaspielen diesbezüglich ein Informationsverlust hinzunehmen und anstelle einer prä-

²⁷ Die Tatsache, dass individuell rationales Entscheidungsverhalten der Spieler im klassischen Sinne in diversen Spieltypen respektive realen Konfliktsituationen zu sozial nicht zufriedenstellenden bis katastrophalen Ergebnissen führen kann, steht immer wieder im Fokus der Diskussion (vgl. Rapoport et al., 1974, S. 142).

²⁸ Für eine ausführliche Darstellung der Ableitung und Analyse aller Metaspiele sei an dieser Stelle auf Howard (1971, S. 49 f.) und Howard (1974) verwiesen.

²⁹ Tatsächlich scheint eine Analyse simultaner Spiele mithilfe der Theorie der Metaspiele eher fragwürdig, da dies jeweils eine korrekte Vorhersage der Entscheidungen aller anderen Spieler voraussetzen würde (vgl. auch Harris, 1969, S. 849 f.).

zisen Lösung für das Verhalten der Spieler werden lediglich Aussagen zu *möglichen* stabilen Ergebnissen getroffen.³⁰ Sind Informationen zur Zugstruktur bzw. zum Spielende hingegen nicht vorhanden bzw. explizit Teil des Problems und/oder kardinale Präferenzen nur schwer zu ermitteln, kann die Theorie der Metaspiele als Instrument aufgefasst werden, welches eine nähere spieltheoretische Untersuchung der fraglichen Konfliktsituation überhaupt erst ermöglicht.³¹ Darüber hinaus hat das Vorliegen einer ordinalen Präferenzordnung den zumindest für die Ableitung von Handlungsempfehlungen positiven Nebeneffekt, dass keine Gleichgewichte in gemischten Strategien vorliegen können.³²

Während die diskutierten Schwierigkeiten hinsichtlich Zugstruktur, Spielende und Präferenzordnung im Zusammenhang mit einer Modellierung des dieser Arbeit zugrunde liegenden Konfliktyps als Extensivformspiel (vgl. Kapitel 2.1.2) in den Hintergrund treten, gehen Metaspiele mit einer anderen Problematik einher: Der deskriptive Charakter metarationaler Lösungskonzepte scheint zunächst im Widerspruch zur Zielsetzung dieser Arbeit zu stehen, einen Fokus auf Lösungskonzepte zu legen, die in realen strategischen Fragestellungen die Entscheidungsfindung unterstützen können und somit präskriptiver Art sein müssten (vgl. Thomas, 1985, S. 973). Vor dem Ausführen einer strategischen Entscheidung steht im Rahmen eines strategischen Entscheidungsprozesses aber typischerweise auch eine Evaluationsphase mit dem Ziel, ein besseres Verständnis über die Entscheidungsalternativen zu entwickeln (vgl. bspw. Harrison, 1996, S. 48 f.). In diesem Kontext kann auch ein Eingrenzen der möglichen Konfliktausgänge auf die Menge der metarational stabilen Zustände eine wertvolle Information sein und damit in der Konsequenz eine fundiertere Entscheidung ermöglichen – wenngleich dies offensichtlich keine eindeutige Antwort auf die Frage darstellt, welche Strategie der Entscheider letztendlich verfolgen sollte. Eine Analyse realer Konfliktsituationen mithilfe des von Howard entwickelten generellen metarationalen Stabilitätskonzepts (*GMR*) führt allerdings in vielen Spielen zu einer verhältnismäßig großen Menge stabiler Ergebnisse (vgl. Fraser & Hipel, 1984; Howard, 1971) und unterstützt die Entscheidungsfindung damit nur bedingt.

In diesem Zielkonflikt zwischen dem originären Anspruch der Theorie der Metaspiele, alle *möglichen* Konfliktausgänge zu beschreiben, und der Notwendigkeit einer hinreichenden Eingrenzung dieser Menge, um im Rahmen der realen Entscheidungsfindung unterstützend zu wirken, haben Fraser und Hipel die **Conflict Analysis** positioniert (Fraser & Hipel, 1979, 1984). Im

³⁰ Die kardinale Präferenzordnung fließt zwar auch in die Analyse von Metaspielen ein, die Stabilitätskonzepte basieren allerdings lediglich auf relativen Unterschieden zwischen den Zuständen und überführen die kardinale unter Verlust von Informationen damit faktisch in eine ordinale Präferenzordnung.

³¹ Unter anderem haben auch Dutta und King die Schwierigkeiten einer Modellierung strategischer Managementfragestellungen mit klassischen spieltheoretischen Konzepten ausführlicher betrachtet und gelangen ebenfalls zu der Erkenntnis, dass Metaspiele in diesem Kontext verschiedene Vorteile bieten können (vgl. Dutta & King, 1980).

³² Eine Aussage wie „Wähle mit 30-prozentiger Wahrscheinlichkeit Strategie A und mit 70-prozentiger Wahrscheinlichkeit Strategie B“ wäre in der Praxis nur eingeschränkt als Entscheidungsunterstützung bei strategischen Fragestellungen zu vermitteln.

Kern dieser Weiterentwicklung der Theorie der Metaspiele steht entsprechend der Versuch, die Annahmen hinsichtlich des Verhaltens der anderen Spieler nicht mehr so tolerant zu wählen, dass der Lösungsraum aufgrund seiner Größe keine relevante Unterstützung bei der Entscheidungsfindung mehr ist. Damit verbunden ist offensichtlich aber auch die Gefahr, infolge zu restriktiver Annahmen „realistische“ Ergebnisse als instabil zu kennzeichnen.³³

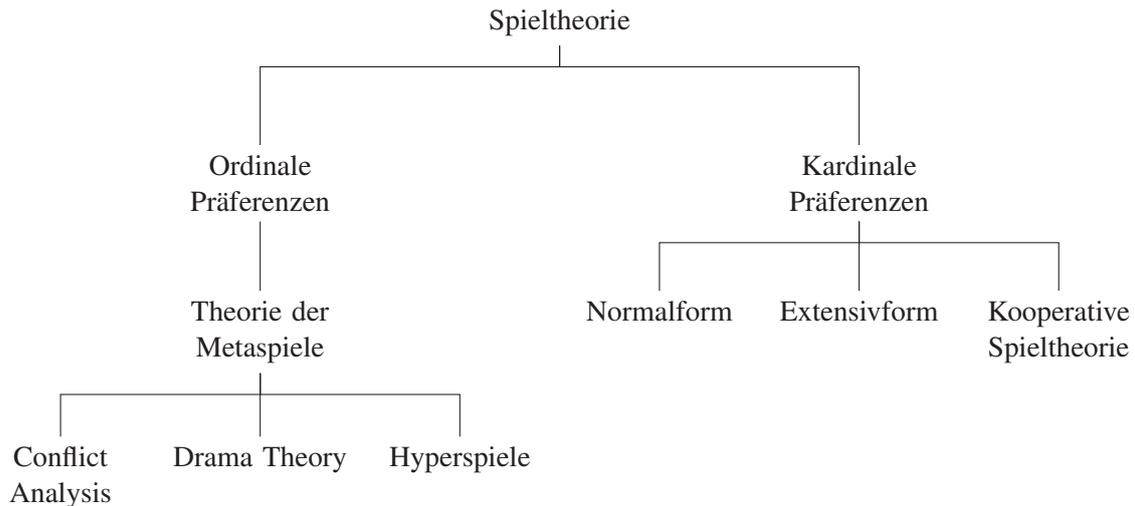
Fraser und Hipel verfolgen neben dem Ziel, dass die Methoden der Conflict Analysis bei der Analyse realer Konfliktsituationen auch tatsächlich zu relevanten Ergebnissen im Rahmen der Entscheidungsfindung führen, noch mindestens ein weiteres: Nach ihrer Auffassung muss auch der Modellierungs- und Analyseprozess an sich so verbessert werden, dass auch Nicht-Spieltheoretiker mit vertretbarem Aufwand einen realen Konflikt in ein Modell überführen, analysieren und interpretieren können (vgl. Fraser & Hipel, 1984, S. xiii). Vor dem Anspruch dieser beiden Ziele wurden im Teilgebiet der Conflict Analysis in der Folge diverse Weiterentwicklungen veröffentlicht.

Grundsätzlich ist die Conflict Analysis aber nicht als Alternative zur Theorie der Metaspiele zu betrachten, sondern eher als eine Art Framework bestehend aus Methoden und Lösungskonzepten zur Modellierung und Analyse von Metaspielen. Daraus ergibt sich unmittelbar, dass die bisher beschriebenen wesentlichen Parallelen und Unterschiede zwischen Meta- und Extensivformspielen gleichermaßen auch für die Conflict Analysis gelten. In der Konsequenz sind bei der Entscheidung über eine Modellierung als Extensivform- oder Metaspiel wiederum die drei zentralen Aspekte Zugstruktur, Spielende und Präferenzstruktur zu bewerten. Dabei gilt: In Situationen, in denen eine Modellierung als Metaspiel eine präzisere Abbildung der Konfliktsituation ermöglichen kann, bietet sich gleichermaßen auch eine Anwendung der Conflict Analysis an. Für dynamische Konflikte im Sinne dieser Arbeit mit endogener Zugstruktur, endogenem Spielende und überwiegend ordinaler Präferenzstruktur erscheint eine weitere Betrachtung der Conflict Analysis somit zumindest aussichtsreich (vgl. Kapitel 2.1.2). Gleichzeitig wird sich aber zeigen, dass die Entwicklung diverser Lösungskonzepte mit teils arbiträren Annahmen hinsichtlich des Verhaltens der Entscheider die bereits zu diesem Zeitpunkt erkennbare Problematik, welche Lösungskonzepte in der Praxis tatsächlich von Relevanz sind, weiter verschärft. In diesem Zusammenhang sei an Howards Forderung erinnert, die Güte der metarationalen Stabilitätskonzepte in erster Linie auf Basis empirischer Untersuchungen zu beurteilen.

2.1.4 Diskussion weiterer Konzepte und abschließende Überlegungen

In der Abbildung 2.3 werden die bisher diskutierten spieltheoretischen Konzepte zusammenfassend in den Gesamtkontext eingeordnet. Auch innerhalb des Teilgebiets der Theorie der Meta-

³³ Howard selbst hat Fraser und Hipel in einem Kommentar zu ihrem Werk auch auf die Gefahr bzw. die Konsequenzen verschärfter Annahmen aufmerksam gemacht, bspw. könnten Verärgerung oder andere Emotionen auch zu irrationalem Verhalten der Entscheider führen (vgl. Howard, 1986, S. 431).



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Kilgour und Hipel (2010).

Abbildung 2.3: Einordnung spieltheoretischer Konzepte in den Gesamtkontext

spiele existieren in der Literatur aber alternative Entwicklungen, deren möglicherweise bessere Eignung für den in dieser Arbeit betrachteten Konflikttyp im Folgenden näher untersucht werden soll.

2.1.4.1 Soft Games bzw. Drama Theory

Die von Howard (1990) entwickelte Theorie der „Soft“ Games weicht an zentraler Stelle von den Annahmen der klassischen Spieltheorie ab: Während der Aktionsraum und die Präferenzordnung eines Spiels in der Spieltheorie allgemein als exogen vorgegeben und damit während des Spiels als fix angesehen wird, geht die „Soft“ Game Theory davon aus, dass sich bei bestimmten Konflikttypen das Spiel auch endogen verändern kann.³⁴ Konkret ist Howard der Auffassung, dass in einigen realen Konfliktsituationen vor dem Spiel regelmäßig von Seiten der Akteure der Versuch zu erkennen sei, durch Kommunikation das eigentliche Spiel zum eigenen Vorteil zu verändern (vgl. Howard, 1990, S. 215).³⁵ Darauf aufbauend hat Howard (1994a, 1994b) das Konzept der *Drama Theory* erarbeitet, wobei der Begriff die mehrstufige Entwicklung eines Spiels analog zu den Akten eines Dramas widerspiegeln soll. Im Kern und für das eigentliche Hauptspiel nach Abschluss der „Vorverhandlungen“ greift Howard jedoch auf Lösungskonzepte zurück, die denen der Theorie der Metaspiele sehr ähnlich sind (vgl. Howard,

³⁴ Endogene Veränderungen ergeben sich in *Soft Games* explizit aus der spieleigenen Dynamik (bspw. eine veränderte Wahrnehmung der eigenen Präferenzen durch die anderen Spieler in Folge kommunikativer Maßnahmen) und nicht durch neue exogene Informationen.

³⁵ Eine solche Veränderung kann bspw. auch in verschobenen Präferenzen eines Akteurs aufgrund eines emotionalen Umschwungs – verursacht durch Äußerungen der anderen Akteure – zum Ausdruck kommen. Ein „rationales“ im Sinne von „emotionsloses“ Handeln der Akteure ist folglich nicht zwingend erforderlich.

1994b, S. 213); trotz fundamental veränderter Annahmen kann diese Theorie entsprechend auch als Ableger der Theorie der Metaspiele interpretiert werden.³⁶

Die *Drama Theory* beschreibt den Anpassungsprozess eines Spiels G zu einem Spiel G' bzw. G'' etc. entlang der fünf Phasen *Erstellung der Szene* (ab hier werden keine neuen externen Informationen mehr berücksichtigt), *Aufbau* (Austausch der Positionen zwischen den Akteuren), *Klimax* (Überdenken der Positionen), *Beschluss* und *Lösung*. Bei genauerer Betrachtung dieses Prozesses lassen sich gewisse Parallelen zu bspw. Verhandlungen im Rahmen einer politischen Konfliktsituation erkennen, in denen die Persönlichkeiten bzw. deren Emotionen, die Kommunikation und die Kompromissfindung typischerweise von zentraler Bedeutung sind (vgl. Howard, Bennett, Bryant & Bradley, 1993). Gleichzeitig wird aber auch deutlich, dass diese Art der Vorverhandlungen und die Bedeutung einzelner Persönlichkeiten bspw. im Kontext strategischer Managementfragestellungen mindestens eine weniger prominente Rolle einnehmen, in vielen Fällen aber sogar vor einem kartellrechtlichen Hintergrund problematisch sein können. Während die *Drama Theory* somit einen interessanten Ansatz für spezielle Konfliktsituationen darstellen kann, liegt in dieser Arbeit der Fokus auf der Analyse von Spielen mit a priori definierbaren Aktionsräumen und Präferenzordnungen.³⁷

2.1.4.2 Hyperspiele

Das Konzept der Hyperspiele geht auf eine Arbeit von Bennett (1977) zurück und stellt einen anderen Grundpfeiler der klassischen Spieltheorie in Frage: Die Annahme, dass alle Spieler über das gleiche Verständnis hinsichtlich der Strategien und Präferenzen der jeweils anderen Spieler verfügen.³⁸ Stattdessen geht Bennett davon aus, dass sich in realen Situationen die Wahrnehmung eines Konflikts zwischen den verschiedenen Akteuren teilweise massiv unterscheiden kann, die Spieler also ein „anderes“ Spiel spielen – formal kann ein solches Hyperspiel H durch folgende Elemente charakterisiert werden (vgl. Bennett, 1977, S. 749):

- (i) Eine Menge P_n bestehend aus n Spielern.
- (ii) Eine nicht-leere und endliche Menge S_p^q der Strategien des Spielers p aus der Perspektive des Spielers q für jedes $p, q \in P_n$.
- (iii) Eine Rangordnung O_p^q für jeden Spieler p aus der Perspektive des Spielers q definiert auf dem Raum $(S_1^q \times \dots \times S_n^q)$ für jedes $p, q \in P_n$.

³⁶ Auch in Extensivformspielen wird eine mögliche Veränderung des Aktionsraums nicht geleugnet, sondern lediglich nicht weiter thematisiert. Für die Analyse des Hauptspiels könnte im Kontext der Soft Games somit auch über den Einsatz von Extensivformkonzepten diskutiert werden.

³⁷ Dies widerspricht explizit nicht der auch im Rahmen der Conflict Analysis bestehenden Möglichkeit, dass sich das Spiel durch neue externe Informationen verändern kann. Weiterführende Literatur zu möglichen Anwendungsgebieten und Limitationen der *Drama Theory* siehe bspw. Bryant (2007, 2010); Levy, Hipel und Howard (2009); Putro (2007) und Azar, Khosravani und Jalali (2014).

³⁸ Diese Annahme wurde in Kapitel 2.1.2 im Zusammenhang mit der Definition eines Extensivformspiels auch als *Common Knowledge* beschrieben.

Ein Hyperspiel H besteht wiederum aus der Menge aller n Spiele (G^1, \dots, G^n) , wobei jedes Spiel G^q durch die von dem Spieler q wahrgenommenen Strategien (S_1^q, \dots, S_n^q) und Präferenzen (O_1^q, \dots, O_n^q) aller Spieler beschrieben werden kann.³⁹

In Tabelle 2.2 ist beispielhaft ein vergleichsweise einfaches Hypergame bestehend aus zwei Spielern mit je zwei Strategien dargestellt, in welchem die vom zweiten Spieler wahrgenommenen Präferenzen des ersten Spielers von den durch den ersten Spieler wahrgenommenen eigenen Präferenzen abweichen (*konkret sind lediglich die Auszahlungen des ersten Spielers in den Zuständen (A,B) und (B,B) vertauscht*); die Strategien werden von beiden Spielern identisch wahrgenommen. Eine exemplarische Analyse hinsichtlich der Nash-Gleichwichte (*in Tabelle 2.2 grau hinterlegt*) zeigt jedoch, dass bereits diese geringfügig unterschiedliche Wahrnehmung des Spiels dazu führt, dass aus Sicht des ersten Spielers mit dem Zustand (B,B) ein anderes Nash-Gleichgewicht existiert, als dies in dem vom zweiten Spieler wahrgenommenen Spiel mit dem Zustand (A,B) der Fall wäre. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass Hyperspiele nicht zwingend „eigene“ Lösungskonzepte benötigen, sondern je nach Spieltyp für die Analyse der individuellen Spiele G^q auf geeignete existierende spieltheoretische Konzepte zurückgegriffen werden kann – wobei in einem zweiten Schritt die einzelnen Analysen zusammenzuführen sind.⁴⁰

Tabelle 2.2: Beispiel unterschiedlich wahrgenommener Präferenzen in Hyperspielen

		S_2^1		S_2^2			
		A	B	A	B		
S_1^1	A	4, 3	1, 4	4, 3	2, 4	A	S_1^2
	B	3, 1	2, 2	3, 1	1, 2	B	

Quelle: In Anlehnung an Bennett (1977).

Tatsächlich ist die Annahme, dass alle Akteure über das gleiche Verständnis hinsichtlich der Strategien und Präferenzen einer Konfliktsituation verfügen, in der Realität in vielen Fällen mindestens zweifelhaft. Insbesondere bei strategischen Managementfragestellungen erfolgt die Modellierung und Analyse einer Konfliktsituation in der Regel aus der Perspektive einer an dem Konflikt beteiligten Partei und eine zutreffende Abbildung der Strategien und Präferenzen

³⁹ Ein solches Hypergame kann auch beliebig in ein Hypergame höherer Ordnung überführt werden, welches entsprechend die vermutete Wahrnehmung der anderen Spieler über die eigenen Strategien/Präferenzen berücksichtigt etc. (vgl. Bennett & Huxham, 1982, S. 50 f.).

⁴⁰ Die exemplarische Analyse hinsichtlich der Nash-Gleichgewichte wäre bspw. geeignet, wenn das zugrunde liegende Spiel als Normalformspiel mit simultaner Entscheidung der beiden Spieler aufgefasst werden könnte. Weiterführende Literatur zur Analyse von Hyperspielen vgl. bspw. Bennett (1977, 1980); Bennett und Huxham (1982); M. Wang, Hipel und Fraser (1989).

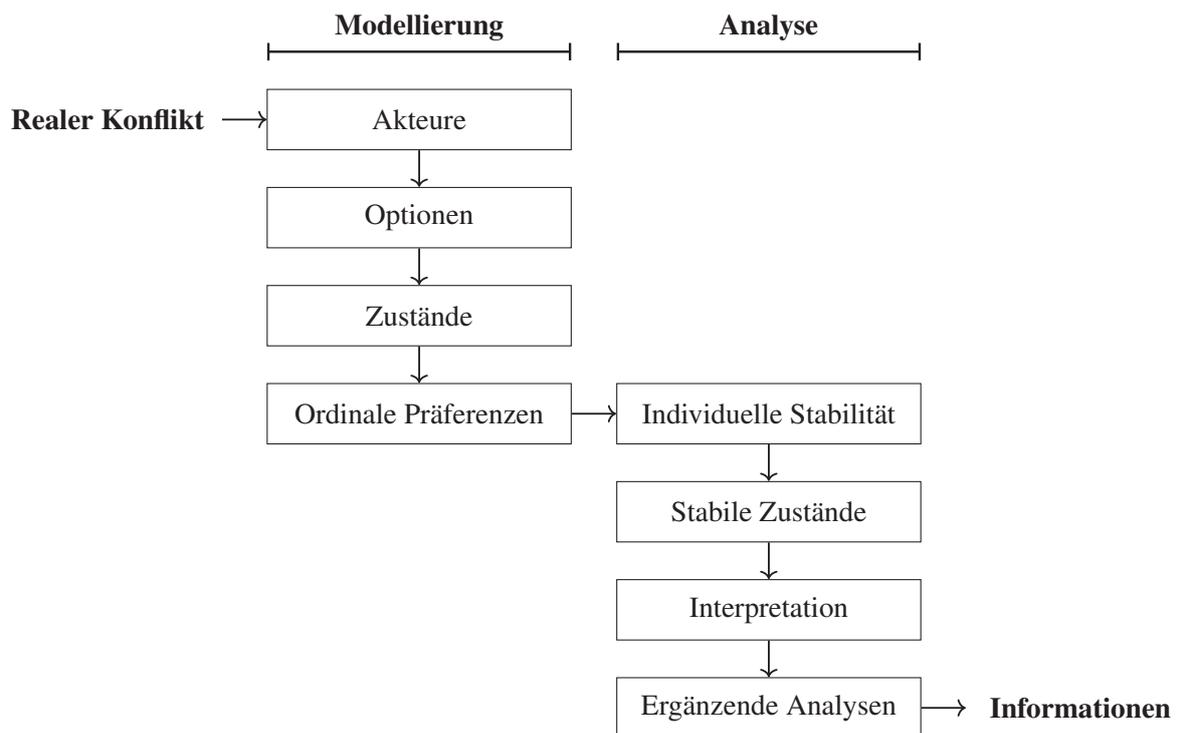
aller anderen Spieler scheint vor dem Hintergrund der oft schwierigen Informationslage kaum möglich.⁴¹ Das Konzept der Hyperspiele erweist sich vor diesem Hintergrund als interessanter Ansatz, wenngleich sich der Modellierungsaufwand und die Anforderungen an die Spielerüberlegungen auf diese Art weiter erhöhen und gleichzeitig auch die Problematik der beschränkten Informationslage nicht gelöst werden kann – im Gegenteil erfordert die individuelle Modellierung des Spiels aus der Perspektive jedes Spielers weitaus umfangreichere Informationen. Letztendlich ist eine Diskussion über die Informationslage an dieser Stelle aber wenig zielführend, denn zur Analyse der Konfliktsituation auf der Basis eines Hyperspiels wird am Ende wieder auf die gleichen Lösungskonzepte zurückgegriffen, wie dies bspw. auch bei Metaspielen der Fall ist.⁴² Ein logisch erster Schritt wäre deshalb, zunächst die Validität der Lösungskonzepte in einem Spiel zu untersuchen, in welchem das gleiche Verständnis aller Spieler über Strategien und Präferenzen sichergestellt ist. Erst im zweiten Schritt tritt dann die Frage in den Vordergrund, ob die Modellierung und Analyse realer Konfliktsituationen in Form eines Hyperspiels – d.h. letztendlich in Form mehrerer Spiele aus der Perspektive aller Spieler – ein für bestimmte Situationen geeigneteres Konzept darstellt. Hyperspiele sind entsprechend nicht als Alternative zu Metaspielen oder allgemein zu anderen spieltheoretischen Konzepten zu interpretieren, sondern stellen letztlich eine allgemeine Erweiterung dar.

⁴¹ Zudem müssen nicht nur die Strategien und Präferenzen der anderen Spieler treffend modelliert werden, sondern es ist weiterhin erforderlich, dass die anderen Spieler über ein identisches Verständnis der Strategien und Präferenzen der jeweils anderen Spieler verfügen.

⁴² Ein Zustand wäre bspw. dann gesamtstabil, wenn sich die Stabilitätseigenschaften bestimmter Strategiekombinationen aller individuellen Spiele überdecken.

2.2 Conflict Analysis: Modellierung und Analyse realer Konfliktsituationen

In Kapitel 2.1.3 wurden mit der Verbesserung des Modellierungs- und Analyseprozesses und der Konstruktion „relevanterer“ Lösungskonzepte bereits die beiden Primärziele von Fraser und Hipel bei der Entwicklung der Conflict Analysis beschrieben. Diesem Anspruch versuchen seit-her sowohl Fraser und Hipel selbst als auch diverse andere Autoren gerecht zu werden und entsprechend sind in der Literatur zahlreiche Arbeiten zu finden, die sich mit der Weiterentwicklung der Conflict Analysis befassen. Wenngleich der Fokus in dieser Arbeit auf einer Untersuchung der Stabilitätskonzepte und damit auf der Analysephase liegt, ist eine kurze Einführung in die Modellierung einer Konfliktsituation auf Basis der Conflict Analysis eine wichtige Voraussetzung für ein besseres Verständnis der Stabilitätskonzepte. Die Struktur des folgenden Kapitels orientiert sich deshalb an dem in Abbildung 2.4 dargestellten Prozess der Conflict Analysis und gibt entlang der beiden Teilaspekte Modellierung und Analyse einen Überblick der beschriebenen Weiterentwicklungen.



Quelle: In Anlehnung an Fang, Hipel und Kilgour (1993, S. 18).

Abbildung 2.4: Elemente der Conflict Analysis

2.2.1 Modellierung einer Konfliktsituation

Bei der Modellierung der zahlreichen realen Konfliktsituationen im Rahmen der Entwicklung der Theorie der Metaspiele bediente sich Howard (1971) nahezu ausschließlich der Optionsnotation.⁴³ Im Kern basiert diese Vorgehensweise auf der Idee, dass sich die Handlungsmöglichkeiten der Spieler in einzelnen *binären Optionen* ausdrücken lassen, die jeweils ausgeführt (1) oder nicht ausgeführt (0) werden können. Unter einer Strategie eines Spielers ist in der Konsequenz eine bestimmte Optionskombination der *eigenen* Optionen zu verstehen, ein Zustand des Konflikts ergibt sich aus einer Kombination der Optionen *aller* Spieler. In einem ergänzenden Schritt ist eine vollständige ordinale Präferenzordnung zu spezifizieren, d.h. diese zulässigen Zustände müssen für jeden Spieler in eine präferierte Reihenfolge gebracht werden.

Tabelle 2.3: Modellierung der Kuba-Krise in Optionsnotation

Optionen		Zustände											
USA	Luftschlag	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Blockade	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
UdSSR	Abzug	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	Eskalation	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Quelle: In Anlehnung an Fraser und Hipel (1982, S. 3).

In Tabelle 2.3 ist beispielhaft ein vereinfachtes Modell der Kuba-Krise in Optionsnotation dargestellt, die beiden Akteure USA und UdSSR verfügen jeweils über zwei mögliche Optionen. Wie ebenfalls an diesem Modell zu erkennen ist, können sich einzelne Optionen gegenseitig ausschließen: Bspw. ist die gleichzeitige Ausführung der Optionen „Abzug“ und „Eskalation“ durch die UdSSR nicht gestattet⁴⁴ und in der Folge besteht das Modell lediglich aus 12 statt 16 ($= 2^4$) Zuständen. Während die Optionsnotation für einfache Konflikte ein praktikabler Ansatz sein kann, geht mit zunehmender Größe der Modelle teilweise die Übersichtlichkeit verloren.

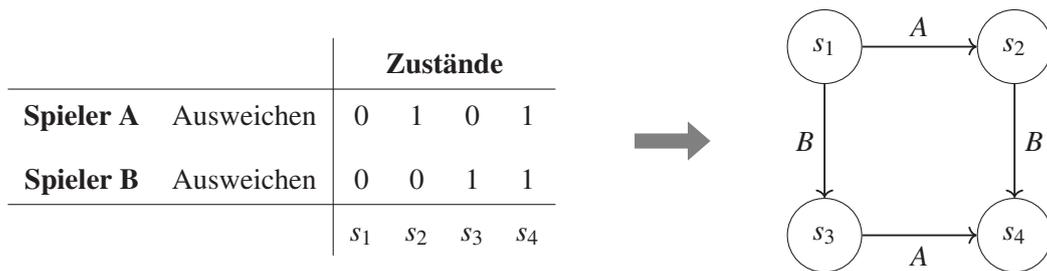
2.2.1.1 Graph Model for Conflict Resolution (GMCR)

Kilgour et al. (1987) waren der Auffassung, dass eine verständlichere und einfacher anwendbare Methode erforderlich wäre, um die Analyse realer Konfliktsituationen einem breiteren Personenkreis zugänglich zu machen (vgl. auch Fang et al., 1993, S. 1). Das in der Folge entwickelte

⁴³ Beispiele für in Optionsnotation modellierte reale Konfliktsituationen vgl. Fraser und Hipel (1982); Fraser, Hipel und del Monte (1983); Hipel und Fraser (1980); Hipel, Ragade und Unny (1974, 1976); Howard (1971, 1974, 1986).

⁴⁴ Die Festlegung der zulässigen bzw. unzulässigen Optionskombinationen ist Teil der Modellierung.

Graph Model for Conflict Resolution (GMCR) kann zunächst als graphische Darstellungsform der Optionsnotation verstanden werden, die Modellierung in einem Graph mit gerichteten Kanten ermöglicht jedoch auch eine präzisere und zustandsabhängige Spezifizierung der zulässigen Aktionen je Spieler. Abbildung 2.5 verdeutlicht einerseits, wie sich ein Spiel in Optionsnotation direkt in GMCR-Form überführen lässt. Andererseits ist am Beispiel des „Chicken Games“ unmittelbar erkennbar, wie die gerichteten Kanten des Graphen zusätzliche Informationen über die Spielstruktur hinsichtlich der zulässigen Transitionen beschreiben können: Exemplarisch ist die Option „Ausweichen“ für beide Spieler als *irreversibel* modelliert, d.h. Spieler A kann bspw. einseitig nur einen Zustandswechsel von s_1 nach s_2 veranlassen, nicht jedoch von s_2 nach s_1 .⁴⁵



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 2.5: Chicken Game in Optionsnotation und in GMCR-Form

Formal kann ein Konflikt im GMCR mit folgenden vier Elementen vollständig beschrieben werden (vgl. Kilgour & Hipel, 2010, S. 206):

- (i) Eine Menge N der **Spieler** bzw. *Decision Maker (DM)*, wobei $2 \leq n = |N| < \infty$.
- (ii) Eine Menge der **Zustände** S , wobei $2 \leq m = |S| < \infty$. Weiterhin entspricht s_0 dem Status Quo, d.h. dem Zustand im Graph, der den Ausgang der Konfliktsituation beschreibt.
- (iii) Einen **gerichteten Graphen** $G_i = (S, A_i)$ für jeden $DM i \in N$. Dabei ist $A_i \subseteq S \times S$ die Menge aller gerichteten Kanten (s, q) für den Spieler i mit $s \neq q$; d.h. der Graph enthält keine trivialen Zyklen. Die Kanten entsprechen den von $DM i$ kontrollierten Transitionen.
- (iv) Eine vollständige **binäre Relation** \succsim_i auf die Menge S , welche die Präferenzen von $DM i$ definiert ($\forall i \in N$). Dabei gilt entweder $s \succ_i q$ falls i den Zustand s strikt gegenüber dem Zustand q präferiert oder $s \sim_i q$ falls i indifferent zwischen den Zuständen ist.⁴⁶

⁴⁵ In diesem Kontext sei darauf hingewiesen, dass die Modellierung des „Chicken Games“ als Metaspiel mithilfe des GMCR die Spielstruktur massiv verändert (simultane Entscheidungsfindung wird durch eine sequenzielle ersetzt) und dieses Beispiel deshalb lediglich dazu dient, die Möglichkeiten des GMCR zu verdeutlichen – explizit aber nicht suggerieren soll, dass dies eine bessere Modellierungsform im Vergleich zur Normalform darstellt.

⁴⁶ Formal ausgedrückt: $s \succ_i q$ wenn $s \succsim_i q$ und $\neg[q \succsim_i s]$ und $s \sim_i q$ wenn $s \succsim_i q$ und $q \succsim_i s$.

Die Graphen G_i enthalten offensichtlich für alle Spieler die gleiche Menge der Zustände S und entsprechend kann – wie in Abbildung 2.5 dargestellt – der Konflikt auch in einem *integrierten Graphen* visualisiert werden; hierbei sind die Kanten jeweils mit dem die Transition kontrollierenden Spieler zu kennzeichnen. Ein Zustand $q \in S$ ist für einen Spieler aus einem anderen Zustand $s \in S$ genau dann erreichbar, wenn $(s, q) \in A_i$. Innerhalb dieser Menge der erreichbaren Zustände wird vorbereitend für die Stabilitätsanalyse aus der Perspektive jedes Spielers i zwischen *unilateralen Verbesserungen* ($q \succ_i s$) und *unilateralen Verschlechterungen* ($s \succ_i q$) unterschieden.

Im Vergleich zu wohldefinierten Extensivformspielen wird an dieser Stelle deutlich, dass die Modellbeschreibung in GMCR-Form keine Elemente beinhaltet, die das Spielende und die Zugstruktur hinreichend spezifizieren: Innerhalb der Menge S sind keine Zustände in irgendeiner Form als Endknoten gekennzeichnet und auch darüber hinaus existieren keine Mechanismen, die ein Spielende eindeutig beschreiben. Gleichermäßen enthält der Graph G zwar alle zulässigen Aktionsanpassungen der Spieler, die Reihenfolge der Züge wird hingegen in der formalen Modellbeschreibung explizit nicht adressiert. Die in dieser Arbeit bereits mehrfach herausgestellte Endogenität des Spielendes und der Zugstruktur wird formal entsprechend durch einen hohen Freiheitsgrad innerhalb der Modelldefinition abgebildet. Stattdessen werden ergänzende „Regeln“ eingeführt, dass ein Spiel dann endet, wenn kein Spieler mehr weitere Züge vornehmen möchte und bis zu diesem Zeitpunkt jeder Spieler zu jedem Zeitpunkt einen Zug durchführen kann. Für eine bestimmte Klasse dynamischer Konfliktsituationen kann dieser Ablauf zwar eine sehr realitätsnahe Abbildung darstellen, ist aber gleichzeitig mit anderen Schwierigkeiten verbunden: Theoretisch kann ein solches Spiel aufgrund andauernder Züge der Spieler stets weitergehen ohne zu einem Ende zu gelangen.⁴⁷ Diese Problematik wird auch im Rahmen des Experimentdesigns wieder aufgegriffen (vgl. Kapitel 4).

Vor diesem Hintergrund sind auch gewisse Parallelen zu Verhandlungsspielen erkennbar: Der Zug eines Spielers in einen bestimmten Zustand könnte als Angebot an die anderen Spieler interpretiert werden, das Spiel in diesem Zustand zu beenden. Diese können durch Unterlassen weiterer Züge das Angebot entweder annehmen oder mithilfe eines Wechsels in einen weiteren Zustand ein alternatives Angebot unterbreiten. Verhandlungsspiele werden ausführlich in der Literatur untersucht, stellvertretend sei an dieser Stelle das „Rubinstein-Spiel“ genannt (vgl. Rubinstein, 1982). Einerseits basieren Verhandlungsspiele aber auf der Extensivform und sind entsprechend bei der Abbildung eines dynamischen Konflikts im Sinne dieser Arbeit mit Schwierigkeiten verbunden (vgl. Kapitel 2.1.2). Andererseits resultiert aus der Existenz eines sich im Spielverlauf verschiebenden Status Quo, dass die Spieler jeweils nur solche Angebote unterbreiten können, die sie ausgehend von diesem Status Quo entsprechend der zulässigen

⁴⁷ Durch diese Eigenschaft sind allerdings gleichermaßen auch diverse klassische spieltheoretische Konzepte mit unendlichem Horizont gekennzeichnet.

Transitionen auch einseitig erreichen können. Der Angebotsraum in dynamischen Konflikten im Sinne dieser Arbeit variiert somit im Spielverlauf und deckt insbesondere zu jedem Zeitpunkt nur eine echte Teilmenge aller Alternativen ab – eine Eigenschaft, die sich in Verhandlungsspielen in dieser Form nicht wiederfinden lässt. Darüber hinaus muss ein bestimmter Zug eines Spielers nicht zwangsläufig ein Angebot für ein Spielende im entsprechenden Zustand darstellen, sondern der Spieler könnte möglicherweise mit diesem Zug beabsichtigen, weitere Züge anderer Spieler herbeizuführen und im Falle eines Ausbleibens dieser weiteren Züge das Angebot wieder „zurücknehmen“. Auch an dieser Stelle manifestiert sich somit eine Existenzberechtigung der Conflict Analysis bzw. der ihr zugrunde liegenden Metaspiele für eine spezielle Klasse dynamischer Konflikte neben den klassischen Konzepten der Spieltheorie.

Darüber hinaus bietet sich in diesem Zusammenhang auch eine Abgrenzung zu wiederholten Spielen an, die im Wesentlichen durch eine Unterteilung des Spiels in mehrere Perioden in Verbindung mit einer Auszahlung am Ende jeder Periode gekennzeichnet sind. Die Spieler können zwar das Verhalten der anderen Spieler in bisherigen Perioden berücksichtigen, wählen ihre Strategie aber grundsätzlich in jeder Periode neu und insbesondere unabhängig von einem Status Quo (vgl. bspw. Aumann, 1985; Aumann, Maschler & Stearns, 1995). Während die Existenz eines Status Quo innerhalb der dynamischen Konflikte in dieser Arbeit bspw. durch ein Fortschreiben der Strategien in die jeweils nächste Periode – mit der *Möglichkeit* einer Strategieanpassung – abgebildet werden könnte, ist die Einführung mehrerer Perioden mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden: In der Realität stellt ein Konflikt eben kein wiederholtes Spiel mit klar identifizierbaren Perioden identischer Dauer und Wichtigkeit dar, sondern entwickelt sich in Abhängigkeit des aktuellen Zustands unterschiedlich schnell. Dabei sind die „Zwischenergebnisse“ in der Regel von untergeordneter Relevanz, der Fokus liegt klar auf dem Konfliktausgang. Die Abbildung dynamischer Konflikte im Sinne dieser Arbeit mit wiederholten Spielen erscheint vor diesem Hintergrund einerseits konstruiert und wäre andererseits aufgrund der Notwendigkeit einer Berücksichtigung abweichender Periodendauern resp. -wichtigkeiten mit einem erheblichen analytischen Aufwand verbunden – und steht somit klar im Widerspruch zur Zielsetzung dieser Arbeit.

Neben der Modellierung sehen Kilgour et al. (1987) auch die Analyse der Konfliktsituation und insbesondere die Stabilitätsanalyse als wesentlichen Bestandteil des GMCR (vgl. Kilgour & Hipel, 2010, S. 208). Faktisch folgen die metarationalen Stabilitätskonzepte aber über alle Modellierungsmethoden hinweg im Kern der gleichen Logik und unterscheiden sich lediglich in der Vorgehensweise während der Analysephase. Aus diesem Grund erfolgt die Diskussion der Stabilitätskonzepte in dieser Arbeit nach der Einführung einer alternativen Modellierungsmethode zur GMCR-Form übergreifend in Kapitel 2.2.2.⁴⁸

⁴⁸ Weitere Ausführungen zur (Stabilitäts-)Analyse im GMCR in Hipel, Kilgour, Fang und Peng (1997); Kilgour und Eden (2010); Kilgour und Hipel (2005, 2010); Kilgour et al. (1987).

2.2.1.2 Matrix Representation of Solution Concepts (MRSC)

Das GMCR stellt eine sehr anschauliche Methode zur Modellierung einer realen Konfliktsituation dar, die Verwendung von Graphen ist allerdings bei der sich anschließenden Stabilitätsanalyse von entscheidendem Nachteil: Während einzelne kleine Modelle möglicherweise noch „manuell“ analysiert werden können, lässt sich die Analyse größerer oder vieler verschiedener Modelle kaum ohne Computerunterstützung bewerkstelligen und wäre in der Praxis zunehmend fehleranfällig. Die Entwicklung von Algorithmen, die der Logik eines Graphen folgen, ist jedoch schwierig und in der Regel wenig effizient (vgl. Xu, Hipel & Kilgour, 2009, S. 96). Auch vor dem Hintergrund, dass im Rahmen dieser Arbeit einerseits eine Vielzahl an Spielen analysiert und klassifiziert werden soll⁴⁹ und andererseits koalitionäre Lösungskonzepte mit komplexen kombinierten Abweichungen durch mehrere Spieler im Vordergrund stehen, scheint die Betrachtung weiterführender Modellierungsmethoden mit einem Fokus auf eine bessere Eignung für eine computergestützte Analyse unabdingbar.

Xu, Hipel und Kilgour (2007, 2009) haben aufbauend auf dem GMCR die *Matrix Representation of Solution Concepts* entwickelt, wobei sich wiederum jede in GMCR-Form modellierte Konfliktsituation in eine wie folgt definierte äquivalente Matrizenrepräsentation mit $m \times m$ Matrizen ($m = |S|$) überführen lässt (vgl. Xu, Hipel & Kilgour, 2009, S. 97 f.). Ergänzend zur Menge der Spieler N und zur Menge der Zustände S sei:

- (i) J_i die **Transitionsmatrix** des Spielers i mit $J_i(s, q) = 1$, falls i einseitig von Zustand s in den Zustand q wechseln kann und $J_i(s, q) = 0$ sonst.
- (ii) P_i^+ die **Präferenzmatrix** des Spielers i mit $P_i^+(s, q) = 1$, falls i den Zustand q strikt gegenüber dem Zustand s präferiert, sich beim Wechsel von s nach q entsprechend seiner eigenen Präferenz also verbessern würde. $P_i^+(s, q) = 0$ sonst.⁵⁰

In der Abbildung 2.6 ist exemplarisch die Überführung des „Chicken Games“ in die äquivalente Matrizenrepräsentation dargestellt; die Transitionsmatrizen J_i entsprechen dabei exakt den gerichteten Kanten des GMCR. Im Gegensatz zum Übergang von der Optionsnotation zur GMCR-Form stellt die MRSC-Form demnach keine um zusätzliche Informationen über die Konfliktsituation erweiterte Modellierungsmethode dar, sondern verbessert lediglich die Ausgangssituation für eine darauf aufbauende effizientere Analyse.

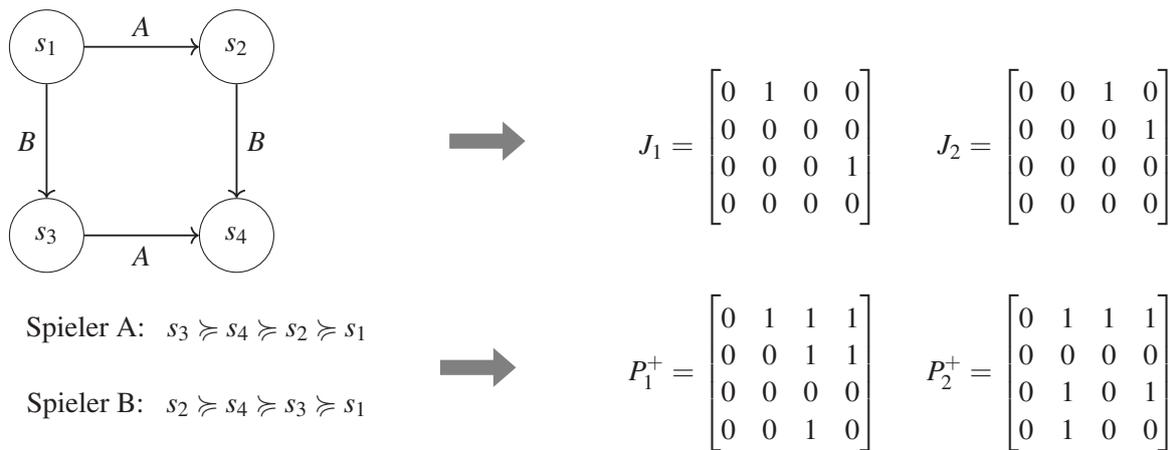
Analog zum GMCR kann für jeden Spieler i zunächst eine Transitionsmatrix $J_i^+ = J_i \circ P_i^+$ ⁵¹ aller *unilateralen Verbesserungen* bzw. $J_i^- = J_i \circ P_i^-$ aller *unilateralen Verschlechterungen* be-

⁴⁹ Für eine Analyse aller 2x2x2-Spiele müssen bereits über 8 Bio. Spiele untersucht werden (vgl. Kapitel 3.3.3).

⁵⁰ Analog sind die Matrizen P_i^- für nicht präferierte Zustände, $P_i^=$ für indifferente Zustände und $P_i^{>=}$ für nicht strikt präferierte Zustände definiert. Für eine ausführliche Beschreibung siehe Xu, Hipel und Kilgour (2009).

⁵¹ \circ entspricht dem Hadamard-Produkt (vgl. Horn & Johnson, 1990, S. 1 ff.). In der Konsequenz gilt $J_i^+(s, q) = 1$, wenn der Spieler i einseitig von Zustand s in den Zustand q wechseln kann und der Spieler i den neuen Zustand q auch strikt gegenüber s präferiert.

rechnet werden – eine Entscheidung über die tatsächlich zulässigen Abweichungen erfolgt erst innerhalb des jeweiligen Stabilitätskonzepts. Einen entscheidenden Vorteil bietet die Matrizenrepräsentation vor allem bei der Beschreibung kombinierter Schritte mehrerer Spieler, welche im Rahmen der metarationalen Stabilitätskonzepte einerseits bei der Prüfung möglicher Reaktionen der anderen Spieler auf eine einseitige Verbesserung durch einen ersten Spieler und andererseits bei der Analyse möglicher *kombinierter Abweichungen* im Rahmen der koalitionsrationalen Stabilitätskonzepte von hoher Relevanz sind (vgl. Kapitel 2.2.3). Diese Matrizen werden mit M_H für kombinierte einseitige Abweichungen bzw. M_H^+ für kombinierte einseitige Verbesserungen mit $H = N - \{i\}$ bezeichnet und sind ein elementarer Bestandteil des MRSC.⁵²



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 2.6: Überführung des Chicken Games in MRSC-Form

Zusammenfassend verhalten sich die beiden Modellierungsmethoden GMCR und MRSC zumindest partiell komplementär zueinander: Während der erste Schritt der Modellierung einer realen Konfliktsituation tendenziell einfacher in einem graphischen Modell wie dem GMCR zu bewerkstelligen ist, kann das so entworfene Modell anschließend (automatisiert) in die MRSC-Form transformiert werden und auf diese Weise eine effizientere Analyse ermöglichen. Gleichzeitig hat sich die MRSC-Form auch als solide Basis für zahlreiche ergänzende Analysen wie bspw. der sogenannten Status-Quo-Analyse erwiesen und findet in den letzten Jahren zunehmend Verbreitung bei der weiteren Forschung an Lösungskonzepten im Bereich der Conflict Analysis (vgl. He, Kilgour & Hipel, 2015; Walker, Hipel & Xu, 2013; J. Wang & Xu, 2015; Xu, Kilgour & Hipel, 2010, 2011; Xu, Li, Hipel & Kilgour, 2009). Auch im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird die Modellierung der Konfliktsituationen regelmäßig in GMCR-Form erfolgen, während die Analyse auf einer transformierten Abbildung des Konflikts in MRSC-Form be-

⁵² Detaillierte Informationen zur rekursiven Berechnung der kombinierten Abweichungs- und Verbesserungsmatrizen M_H und M_H^+ in Xu, Hipel und Kilgour (2009, S. 98 ff.).

ruht – die formale Definition der Stabilitätskonzepte im nächsten Kapitel erfolgt entsprechend ebenfalls auf Basis der MRSC-Form.⁵³

2.2.2 Analyse auf Basis metarationaler Stabilitätskonzepte

Im Zentrum der Analysephase der Conflict Analysis steht die Identifikation potenzieller Konfliktausgänge. Im ersten Schritt erfolgt hierzu eine Untersuchung der Zustände auf individuelle Stabilität und darauf aufbauend werden die aus der Perspektive aller Spieler stabilen Zustände ermittelt (vgl. Abbildung 2.4 zu Beginn des Kapitels 2.2). Eine solche Stabilitätsanalyse erfolgt immer zustandsweise, d.h. für jeden Zustand muss beurteilt werden, inwiefern dieser für die einzelnen Spieler *stabil* ist – ein für alle Spieler stabiler Zustand wird in der Konsequenz als *gesamtstabil* bzw. als *Gleichgewicht* bezeichnet (vgl. Kilgour & Hipel, 2010, S. 204 f.). Inhaltlich können die Stabilitätsdefinitionen entlang der zugrunde liegenden Verhaltensannahmen hinsichtlich der zulässigen *Abweichungen*, *Reaktionen* und ggf. *Nachjustierungen* klassifiziert werden; auch die Diskussion der Stabilitätskonzepte im folgenden Kapitel orientiert sich an diesen Eigenschaften. Für ein besseres Verständnis werden zunächst die individuellen Stabilitätskonzepte und anschließend die jeweiligen koalitionsvarianten eingeführt.

2.2.2.1 Nash-Gleichgewicht

Das von Nash (1951) entwickelte Nash-Gleichgewicht ist fraglos das bekannteste und weitverbreitetste Lösungskonzept in der nicht-kooperativen Spieltheorie. Das Nash-Gleichgewicht ist im Kontext einer Spielsituation entstanden, in welcher die Spieler simultan nur einmal eine Strategie wählen können und stellt im Kern die jeweils beste Antwort auf die (erwartete) Strategie der anderen Spieler dar. Basierend auf der formalen Definition des MRSC gilt (vgl. Xu, Hipel & Kilgour, 2009, S. 100):

⇒ Ein Zustand $s \in S$ ist für einen Spieler $i \in N$ genau dann **Nash-stabil**, wenn dieser über keine Verbesserungen aus dem Zustand heraus verfügt – d.h. $J_i^+(s, q) = 0, \forall q \in S$.

Übertragen auf die genannten zentralen Merkmale metarationaler Stabilitätskonzepte bedeutet dies, dass als Abweichung nur Verbesserungen der einzelnen Spieler erlaubt sind und eine Prüfung sowohl auf Reaktionen als auch auf mögliche Nachjustierungen durch den abweichenden Spieler *nicht* stattfindet – dies entspricht einer Weitsicht bzw. einem Horizont des abweichenden Spielers von lediglich einem Schritt. An diesem Punkt setzt auch die Kritik an diesem Lösungskonzept im Zusammenhang mit der Analyse dynamischer Konfliktsituationen an: Die myopische Optimierung ohne jede Berücksichtigung etwaiger Reaktionen stellt regelmäßig keine belastbare Verhaltensannahme für Akteure in einem realen Umfeld mit der Möglichkeit zeit-

⁵³ Analog zur Äquivalenz der Modelle in GMCR- und MRSC-Form sind auch die Stabilitätskonzepte in den beiden Varianten identisch. Diese Entscheidung hat im weiteren Verlauf der Arbeit entsprechend keine inhaltlichen, sondern lediglich formale Konsequenzen und erleichtert die Implementierung der Algorithmen.

lich nachgelagerter und beobachtbarer Strategieanpassungen der anderen Spieler dar (vgl. u.a. Madani & Hipel, 2011; Ostrom, 1998, 2015; Ostrom, Gardner, Walker & Walker, 1994; Selbirk, 1994). Letztendlich ist das Nash-Gleichgewicht auch kein metarationales Stabilitätskonzept sondern eher als Referenz bzw. Ausgangspunkt für die Entwicklung der verschiedenen metarationalen Stabilitätskonzepte zu interpretieren.⁵⁴ Stattdessen wäre an dieser Stelle ein Vergleich mit einem Lösungskonzept für dynamische Spiele wie bspw. der Teilspielperfektheit interessant (vgl. Selten (1961) bzw. Kapitel 2.1.2). Dieser ist jedoch einerseits technisch sehr anspruchsvoll und erfordert andererseits zusätzliche Annahmen über Spieleigenschaften, die für eine Modellierung als Extensivformspiel erforderlich sind.

2.2.2.2 General Metarationality (GMR) und Symmetric Metarationality (SMR)

Das erste „echte“ metarationale Stabilitätskonzept war das von Howard (1971) entwickelte Konzept der *General Metarationality*, welches – zumindest inhaltlich – als eine Erweiterung des Nash-Kriteriums um mögliche Reaktionen der anderen Spieler aufgefasst werden kann. Howard hat bei der Entwicklung dieses Lösungskonzeptes erkennbar einen Fokus darauf gelegt, alle *möglichen* Konfliktausgänge zu erklären und entsprechend sind die Rationalitätsanforderungen an die beteiligten Akteure vergleichsweise gering. Konkret spiegeln sich die niedrigen Anforderungen in der Eigenschaft wider, dass bei der Reaktionsprüfung alle möglichen Reaktionsketten berücksichtigt werden und zwar unabhängig davon, ob die reagierenden Spieler sich bei dem jeweiligen Schritt verbessern oder verschlechtern würden (vgl. Madani & Hipel, 2011, S. 1959). Gemäß der formalen Definition des MRSC gilt (vgl. Xu, Hipel & Kilgour, 2009, S. 100):

⇒ Ein Zustand $s \in S$ ist für einen Spieler $i \in N$ genau dann **GMR-stabil**, wenn dieser über keine Verbesserungen aus diesem Zustand heraus verfügt oder alle möglichen Verbesserungen durch mindestens eine beliebige Reaktionskette der anderen Spieler sanktioniert werden können – d.h.⁵⁵

$$M_i^{GMR_n}(s, s) = 0, \quad \text{wobei} \quad M_i^{GMR_n} = J_i^+ \cdot \left[E - \text{sign} \left(M_{N-\{i\}} \cdot (P_i^-)^T \right) \right]$$

Der Begriff der Sanktion ist so zu verstehen, dass der nach der Reaktionskette resultierende Zustand für den abweichenden Spieler eine Verschlechterung gegenüber dem ursprünglichen Zustand vor der Abweichung darstellen würde. Da im Kontext dieser Stabilitätsdefinition explizit alle möglichen Schritte der anderen Spieler und damit auch Verschlechterungen als Reaktion erlaubt sind, erklärt dieses Konzept *jedes* Verhalten der anderen Spieler. Im Umkehrschluss be-

⁵⁴ Das Konzept des Nash-Gleichgewichts wurde weder für eine Analyse dynamischer Konflikte entwickelt, noch hat sich Nash dahingehend geäußert, dass dieses Konzept für eine solche Verwendung geeignet sein könnte.

⁵⁵ Ein Vorteil der Stabilitätsdefinitionen in Matrizenform ist, dass die inhaltliche Bedeutung der Definition un schwer erkennbar ist: J_i^+ entspricht den Verbesserungen des Spielers i , der rechte Teil in der eckigen Klammer bedeutet, dass alle (beliebigen) Schritte der anderen Spieler ($M_{N-\{i\}}$), die für den Spieler i in einen weniger präferierten Zustand führen (P_i^-) als unerwünschte Reaktion bzw. Sanktion aufgefasst werden.

deutet das gleichzeitig, dass der abweichende Spieler aufgrund der Vielzahl der zu berücksichtigenden Reaktionen auf eine entsprechend hohe Anzahl an Verbesserungen verzichten würde; dies führt in der Konsequenz wiederum zu einer großen Menge individuell stabiler und damit auch zu einer großen Menge gesamtstabiler Zustände.⁵⁶ Howard selbst betont, dass das Konzept auf diese Weise der großen Bedeutung von negativen Emotionen wie bspw. Wut und daraus resultierendem vermeintlich „irrationalen“ Verhalten der Akteure gerecht wird (vgl. Howard, 1986, S. 431). Zwangsläufig drängt sich in diesem Zusammenhang aber auch die Frage auf, inwiefern ein solches Lösungskonzept in der Praxis noch dem Anspruch der Entscheidungsunterstützung gerecht wird.⁵⁷ In Bezug auf die eingangs genannten zentralen Merkmale metarationaler Stabilitätskonzepte ist festzuhalten, dass als Abweichung nur Verbesserungen der einzelnen Spieler erlaubt sind, die Reaktionsprüfung alle möglichen Schritte der anderen Spieler berücksichtigt und kein Nachjustieren durch den abweichenden Spieler zulässig ist.

Das Konzept der Symmetric Metarationality ergänzt die Definition der GMR-Stabilität in der Hinsicht, dass in den nach der Reaktionskette resultierenden Zuständen – sofern diese für den abweichenden Spieler eine Verschlechterung darstellen – nochmals der abweichende Spieler eine Anpassung seiner Strategie vornehmen kann. Die formale Definition gemäß des MRSC ist entsprechend weitgehend identisch zur Definition der GMR-Stabilität und ergänzt diese lediglich um den „dritten“ Schritt des Nachjustierens (vgl. Xu, Hipel & Kilgour, 2009, S. 100):

⇒ Ein Zustand $s \in S$ ist für einen Spieler $i \in N$ genau dann **SMR-stabil**, wenn dieser über keine Verbesserungen aus diesem Zustand heraus verfügt oder alle möglichen Verbesserungen durch mindestens eine beliebige Reaktionskette der anderen Spieler sanktioniert werden können und sich der abweichende Spieler nicht aus jedem nach Reaktion möglichen Zustand durch Nachjustieren in einen gegenüber dem ursprünglichen Zustand s präferierten Zustand bewegen kann – d.h.⁵⁸

$$M_i^{SMR_n}(s, s) = 0, \quad \text{wobei} \quad M_i^{SMR_n} = J_i^+ \cdot \left[E - \text{sign} \left(M_{N-\{i\}} \cdot \left[(P_i^-)^T \circ Z \right] \right) \right]$$

Das SMR-Konzept „erbt“ offensichtlich alle Eigenschaften der GMR-Stabilität und insbesondere die enormen Freiheitsgrade für das Verhalten der anderen Spieler (alle Reaktionen sind zulässig), erweitert die Weitsicht des abweichenden Spielers jedoch um den zusätzlichen Schritt des eigenen Nachjustierens und ist damit zumindest teilweise weniger restriktiv. In der Konsequenz ist die Menge der SMR-stabilen Zustände eine (nicht zwingend echte) Teilmenge der

⁵⁶ Zur Verdeutlichung: Sobald auf eine Verbesserung auch nur eine einzige Reaktionskette aus beliebigen Schritten der anderen Spieler existiert, die für den abweichenden Spieler in einen gegenüber dem Ausgangszustand weniger präferierten Zustand führt, könnte dieser auf die Ausführung der Verbesserung verzichten.

⁵⁷ Die Kritik könnte auf provokante Art auch so formuliert werden, dass dem Anspruch des korrekten „Markierens“ des realen Konfliktausgangs damit begegnet wird, dass nahezu alle Zustände als stabil erklärt werden.

⁵⁸ Die Matrix Z bildet die Möglichkeit des Nachjustierens durch den abweichenden Spieler i ab, wobei $Z = E - \text{sign} \left(J_i \cdot (P_i^+)^T \right)$.

GMR-stabilen Zustände (vgl. auch Abbildung 2.7). Gleichzeitig bedeutet dies aber auch, dass der abweichende Spieler bei seiner Analyse auf jede denkbare Reaktionskette, die für ihn in einem weniger präferierten Zustand enden würde, wiederum einen weiteren eigenen Schritt prüfen muss. Einerseits ergibt sich hier die Frage, inwiefern die Akteure diese kognitive Leistung in realen Konfliktsituationen erbringen können bzw. wollen, andererseits ist disputabel, weshalb auf die erneute Abweichung des ersten Spielers keine weiteren Reaktionen der anderen Spieler erfolgen dürfen. Bereits an dieser Stelle wird deutlich, dass die Weitsicht der Stabilitätskonzepte nicht immer begründet erscheint und damit ggf. arbiträr wirken kann; ein Aspekt, der in dieser Arbeit im Zusammenhang mit einer integrierten Diskussion aller metarationalen Stabilitätskonzepte noch weiter thematisiert wird.

2.2.2.3 Sequential Stability (SEQ) und Symmetric Sequential Stability (SSEQ)

Fraser und Hipel (1984) haben im Rahmen ihrer Arbeit zur *Conflict Analysis* ein weiteres Stabilitätskonzept vorgestellt, das aus ihrer Sicht realistischere Anforderungen an das Verhalten der Akteure stellt. Konkret beschränken Fraser und Hipel die reagierenden Spieler auf Strategieanpassungen, die für diese eine Verbesserung darstellen und unterstellen insofern einen „rationaleren“ Entscheidungsprozess.⁵⁹ Auch in diesem Fall ist die formale Definition des MRSC sehr nahe an der Definition der GMR-Stabilität; der einzige Unterschied besteht darin, dass im Rahmen der Reaktionsprüfung statt der Matrix aller Schritte der anderen Spieler $M_{N-\{i\}}$ lediglich die Matrix aller Verbesserungen der anderen Spieler $M_{N-\{i\}}^+$ zu berücksichtigen ist (vgl. Xu, Hipel & Kilgour, 2009, S. 101):

⇒ Ein Zustand $s \in S$ ist für einen Spieler $i \in N$ genau dann **SEQ-stabil**, wenn dieser über keine Verbesserungen aus diesem Zustand heraus verfügt oder alle möglichen Verbesserungen durch mindestens eine Reaktionskette bestehend aus Verbesserungen der anderen Spieler sanktioniert werden können – d.h.

$$M_i^{SEQ_n}(s, s) = 0, \quad \text{wobei} \quad M_i^{SEQ_n} = J_i^+ \cdot \left[E - \text{sign} \left(M_{N-\{i\}}^+ \cdot (P_i^-)^T \right) \right]$$

Die deutliche Beschränkung der zulässigen Reaktionen auf ausschließlich *glaubwürdige*⁶⁰ Sanktionen führt bei der Analyse realer Konfliktsituationen in vielen Fällen zu einer signifikant reduzierten Menge der stabilen Zustände (vgl. bspw. Fraser & Hipel, 1984; Fraser et al., 1983). Damit ist gegebenenfalls aber auch das Risiko verbunden, dass ein realer Konfliktausgang aufgrund unerwarteter Schritte (einzelner) Akteure auf Basis dieser Stabilitätsdefinition

⁵⁹ Vgl. hierzu auch die Diskussion in Kapitel 2.1.3 hinsichtlich der mit verschärften Rationalitätsannahmen einhergehenden positiven und potenziell negativen Konsequenzen. Alternativ formuliert nehmen Fraser und Hipel den reagierenden Spielern die Möglichkeit einer Sanktionierung um „des Sanktionierens Willen“ und unterstellen stattdessen, dass diese ebenfalls ihre eigene Situation verbessern wollen.

⁶⁰ Der Begriff *glaubwürdig* impliziert, dass die reagierenden Spieler sich durch die Abweichung selbst verbessern und das Ausführen der Abweichung somit im Sinne einer Nutzenmaximierung plausibel erscheint.

nicht mehr erklärt werden kann. Die möglicherweise zutreffenderen Annahmen über das tatsächliche Verhalten der reagierenden Spieler erfordern zudem, dass im Gegensatz zu den Stabilitätsdefinitionen GMR und SMR nicht nur die jeweils eigenen Präferenzen, sondern auch die Präferenzen der anderen Spieler bekannt sind. Ansonsten wäre der abweichende Spieler nicht in der Lage, bei seiner Analyse zwischen beliebigen Schritten und Verbesserungen der reagierenden Spieler zu unterscheiden (M_H vs. M_H^+).

Rêgo und Vieira (2017) haben mit dem Konzept der *Symmetric Sequential Stability (SSEQ)* in den letzten Jahren eine auf den ersten Blick logische Lücke geschlossen: Während für das Stabilitätskonzept GMR mit SMR eine um die Möglichkeit des Nachjustierens erweiterte Variante existiert, war eine entsprechende Erweiterung für SEQ bisher nicht publiziert. Für SSEQ existiert in der Literatur bisher zwar keine Stabilitätsdefinition in Matrizenform, diese lässt sich aber ohne Weiteres auf Basis der GMCR-Definition durch Rêgo und Vieira (2017) und der existierenden MRSC-Definitionen herleiten: Die Stabilitätsdefinition von SEQ ist analog zur Stabilitätsdefinition für SMR lediglich um die Möglichkeit des Nachjustierens zu ergänzen (abgebildet in Z):⁶¹

⇒ Ein Zustand $s \in S$ ist für einen Spieler $i \in N$ genau dann **SSEQ-stabil**, wenn dieser über keine Verbesserungen aus diesem Zustand heraus verfügt oder alle möglichen Verbesserungen durch mindestens eine Reaktionskette bestehend aus Verbesserungen der anderen Spieler sanktioniert werden können und sich der abweichende Spieler nicht aus jedem nach Reaktion möglichen Zustand durch Nachjustieren in einen gegenüber dem ursprünglichen Zustand s präferierten Zustand bewegen kann – d.h.

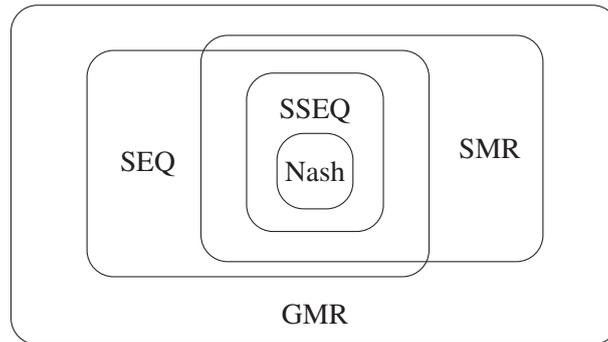
$$M_i^{SSEQn}(s, s) = 0, \quad \text{wobei} \quad M_i^{SSEQn} = J_i^+ \cdot \left[E - \text{sign} \left(M_{N-\{i\}}^+ \cdot \left[(P_i^-)^T \circ Z \right] \right) \right]$$

Das Stabilitätskonzept SSEQ kann als Synthese der restriktiven Komponenten der beiden Stabilitätskonzepte SEQ und SMR interpretiert werden: Einerseits werden analog zu SEQ nur *glaubwürdige* Sanktionen der reagierenden Spieler berücksichtigt, andererseits wird dem abweichenden Spieler selbst innerhalb dieser reduzierten Sanktionsmenge noch die Möglichkeit des Nachjustierens zugestanden. In der Folge ist die Menge SSEQ-stabiler Zustände eine (nicht zwingend echte) Teilmenge der bisher vorgestellten metarationalen Stabilitätskonzepte GMR, SMR und SEQ und kommt damit der Menge der Nash-stabilen Zustände ohne jede Berücksichtigung von Reaktionen am nächsten (vgl. auch Abbildung 2.7).

2.2.2.4 Limited Moves (L_H) und Non-Myopic (NM)

Das Stabilitätskonzept *Limited Moves (L_H)* ist auf Zagare (1984) zurückzuführen und unterscheidet sich fundamental von den bisher vorgestellten Stabilitätskonzepten. Während bei den

⁶¹ Alternativ könnte auch die Stabilitätsdefinition von SMR hinsichtlich der zulässigen Schritte der anderen Spieler angepasst werden (d.h. $M_{N-\{i\}}^+$ statt $M_{N-\{i\}}$).



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Inohara und Hipel (2008a).

Abbildung 2.7: Mengenbeziehung der stabilen Zustände nach metarationalen Lösungskonzepten

Konzepten GMR, SMR, SEQ und auch SSEQ in Folge einer möglichen Abweichung *alle* nach dem jeweiligen Lösungskonzept zulässigen Reaktionsketten als potenzielle Sanktion berücksichtigt werden, geht das Stabilitätskonzept L_H von sich strategisch optimierenden Spielern und damit einem eindeutigen Pfad über den Horizont h aus. Eine mögliche Beschreibung der L_H -Stabilität für ein Spiel mit zwei Spielern wäre (vgl. Madani & Hipel, 2011, S. 1960):

⇒ Ein Zustand $s \in S$ ist für einen Spieler $i \in N$ genau dann **L_H -stabil**, wenn der über den Horizont h aufgespannte Entscheidungsbaum in Extensivform mit der Wurzel s und einer alternierenden Zugfolge – wobei Spieler i den ersten Zug hat – unter Anwendung der Rückwärtsinduktion für den Spieler i nicht in einen gegenüber dem Ausgangszustand s präferierten Zustand führt.⁶²

Ein interessanter Aspekt im Zusammenhang mit dieser Stabilitätsdefinition besteht darin, dass die Spieler bei der Wahl ihrer Züge nicht auf Verbesserungen beschränkt sind. Vielmehr wird unter Anwendung der Rückwärtsinduktion an jedem Knoten analysiert, welche Entscheidung am Ende des Horizonts h das beste Ergebnis herbeiführt; entsprechend sind auch strategische Verschlechterungen zulässig. Problematisch ist hingegen einerseits die Wahl des variablen Horizonts h , die im Rahmen der Analyse exogen zu erfolgen und somit unmittelbare Auswirkungen auf das Ergebnis hat. Darüber hinaus ist die Stabilitätsdefinition nur in einem Spiel mit lediglich zwei Spielern eindeutig, da hier bei der Modellierung des Entscheidungsbaums eine streng alternierende Zugfolge gewählt werden kann. Bei mehr als zwei Spielern müssten entweder zusätzliche Annahmen über die Zugreihenfolge getroffen werden – was wiederum ein starker Eingriff in die Spielstruktur wäre und klar im Widerspruch zu der in Kapitel 2.1.2 beschriebenen Problematik der endogenen Zugreihenfolge realer dynamischer Konfliktsituationen steht – oder

⁶² Eine formale Definition dieses Stabilitätskonzepts in Matrizenform existiert in der Literatur bisher nicht, letztendlich basiert die Stabilität aber im Wesentlichen auf der Anwendung einer Rückwärtsinduktion; vgl. auch Kapitel 2.1.2.

es müssten stattdessen für jede beliebige Kombinatorik der Zugfolge entsprechende Entscheidungsbäume modelliert und analysiert werden. Letztere Variante beschreibt Fang et al. (1993, S. 75 ff.): Aus den potenziell über die verschiedenen möglichen Entscheidungsbäume abweichenden antizipierten Zustände am Ende des Horizonts h könnte für eine Entscheidung über das initiale Abweichen dann bspw. konservativ derjenige antizipierte Zustand gewählt werden, der vom initial abweichenden Spieler am wenigsten präferiert wird. Letztendlich wird dieses Konzept in der Literatur aber kaum aufgegriffen, was unter anderem in der Vielzahl der exogenen Analyseparameter, der fragwürdigen Annahme einer beliebigen Weitsicht h aller Spieler und der äußerst restriktiven Annahme, dass alle Spieler immer nur die jeweils beste Alternative wählen⁶³, begründet sein könnte.

Brams und Wittman (1981) haben den Grenzfall des L_H Konzeptes mit einem Horizont $h \rightarrow \infty$ als *Non-Myopic Stability (NM)* beschrieben, wobei weitere Schritte der Spieler nach dem Erreichen eines bereits eingetretenen Zustands nicht mehr zulässig sind; de facto ergibt sich der Horizont somit implizit aus der Anzahl der Zustände.⁶⁴ Ansonsten folgt das Konzept der NM-Stabilität der Logik der L_H -Stabilität mit sich strategisch optimierenden Spielern, wobei gerade bei größeren Konflikten mit mehreren Spielern der unendliche Horizont einerseits zu einer massiv großen Anzahl zu analysierender Entscheidungsbäume führen kann und andererseits die in diesem Fall gegen unendlich konvergierende Weitsicht der Spieler kaum ein geeignetes Modell des realen Entscheidungsverhaltens darstellt. Auf eine Berücksichtigung der Stabilitätskonzepte L_H und NM in Abbildung 2.7 wurde aus diesen Gründen verzichtet.⁶⁵

2.2.2.5 Integrierte Diskussion der metarationalen Stabilitätskonzepte

In der Tabelle 2.4 sind die diskutierten Stabilitätskonzepte zusammenfassend entlang der eingangs beschriebenen Verhaltensannahmen dargestellt, wobei das Nash-Gleichgewicht wiederum – wie bereits thematisiert – lediglich als Referenz und nicht als metarationales Lösungskonzept zu verstehen ist. Im Folgenden werden die verschiedenen Stabilitätskonzepte weiter erörtert bzw. voneinander abgegrenzt und hinsichtlich ihrer Eignung zur Analyse realer dynamischer Konfliktsituationen diskutiert.

Zunächst lässt sich festhalten, dass alle metarationalen Stabilitätsdefinitionen auf **asymmetrischen Verhaltensannahmen** beruhen: Während der abweichende Spieler jeweils mögliche

⁶³ Die Restriktion des Entscheidungsverhaltens auf die jeweils beste Alternative verschärft zudem die Problematik einer in realen Konfliktsituationen latent vorhandenen Unsicherheit hinsichtlich der Präferenzen der anderen Spieler: Während bei GMR bzw. SMR kein Wissen über die Präferenzen anderer Spieler erforderlich ist und bei SEQ bzw. SSEQ lediglich allgemein präferierte Zustände bekannt sein müssen, erfordert L_H in jedem Entscheidungsknoten eine zuverlässige Informationen über den am meisten präferierten Zustand.

⁶⁴ Bspw. wird in einem 2x2-Spiel der Ausgangszustand s spätestens nach vier Zügen wieder erreicht und die Non-Myopic-Stabilität entspricht somit einer L_4 -Stabilität.

⁶⁵ Mit Ausnahme von Sonderfällen wie bspw. L_1 kann ohne Kenntnis des Konflikts ohnehin keine belastbare allgemeine Aussage über die vielen verschiedenen Varianten dieser Lösungskonzepte getroffen werden.

Tabelle 2.4: Gegenüberstellung metarationaler Lösungskonzepte

Lösungs- konzept	Abweichung des 1. Spielers	Reaktion der anderen Spieler	Nachjustieren des 1. Spielers	Horizont in Schritten
Nash	Verbesserung	-	-	1
GMR	Verbesserung	Alle Schritte	-	2
SMR	Verbesserung	Alle Schritte	Verbesserung	3
SEQ	Verbesserung	Verbesserung	-	2
SSEQ	Verbesserung	Verbesserung	Verbesserung	3
L_H	Strategisch	Strategisch	Strategisch	<i>h</i>
NM	Strategisch	Strategisch	Strategisch	∞

Quelle: Eigene Darstellung.

Konsequenzen in Form von Reaktionen der anderen Spieler berücksichtigt, erfolgt eine solche Prüfung auf „Reaktionen in Folge der Reaktionen“ mit Ausnahme der beiden Konzepte L_H und NM nicht.⁶⁶ Die Berücksichtigung zusätzlicher (weniger) Reaktionen hat allerdings immer den gleichen Effekt und verringert (erhöht) die Menge der zulässigen Strategieanpassungen im vorhergehenden Schritt. Konkret würde am Beispiel des Stabilitätskonzepts SEQ eine weitere Reaktionsprüfung (*dritter Schritt*) auf die Reaktionen (*zweiter Schritt*) bewirken, dass sich die Menge der zulässigen Reaktionen im zweiten Schritt verringert – und sich daraufhin wiederum die Menge der zulässigen Abweichungen im ersten Schritt erhöht. Daraus folgt unmittelbar, dass die Menge stabiler Zustände eines solchen um eine weitere Reaktionsprüfung ergänzten SEQ-Konzepts eine (nicht zwingend echte) Teilmenge der klassisch SEQ-stabilen Zustände wäre. Diese konzeptionellen Überlegungen lassen sich beliebig um weitere Schritte ergänzen, in der Konsequenz wird eine „tiefergehende“ Reaktionsprüfung allerdings immer dazu führen, dass sich die Menge der stabilen Zustände gegenüber der jeweiligen in der Literatur beschriebenen Variante *verringert*. Ein logisch erster Schritt besteht folglich in der Untersuchung, inwiefern die klassischen Varianten als valide Erklärung realer Konfliktergebnisse herangezogen werden können – erst im zweiten Schritt wäre ein besseres Verständnis dieser

⁶⁶ Genau genommen haben auch die beiden Konzepte L_H und NM asymmetrische Eigenschaften, da bei Erreichen des endlichen Horizonts h ebenfalls keine weiteren Schritte mehr geprüft werden (der unendliche Horizont des Konzepts NM ist faktisch ebenfalls endlich und nur abhängig von der Spielstruktur). Für die beiden Stabilitätskonzepte GMR und SMR wäre eine Prüfung auf weitere Reaktionen hingegen sogar widersprüchlich, da den reagierenden Spielern ohnehin alle Schritte gestattet sind.

Asymmetrieeigenschaften als Grundlage für eine möglicherweise präzisere Beschreibung der Konfliktausgänge interessant.⁶⁷

Ein ähnlich gelagertes Thema ist die **differierende Weitsicht** der verschiedenen metarationalen Stabilitätskonzepte, die teilweise arbiträr wirken kann. Während die Konzepte L_H und NM aufgrund des stark abweichenden Analyseprozesses separat zu betrachten sind, existiert mit den beiden Paaren GMR und SMR sowie SEQ und SSEQ jeweils eine sonst identische Variante mit und ohne Möglichkeit des Nachjustierens durch den initial abweichenden Spieler, d.h. jeweils eine Variante mit einer Weitsicht von zwei und drei Schritten. Ähnlich gelagert ist dieses Thema insofern, als dass auch in diesem Zusammenhang eine Erhöhung der Weitsicht zunächst mit einer Reduktion der stabilen Menge einhergeht: Die Möglichkeit des Nachjustierens im dritten Schritt bewirkt, dass initial unzulässige – da sanktionierbare – Abweichungen möglicherweise doch als zulässig betrachtet werden. Würde hingegen der dritte Schritt des Nachjustierens wiederum um eine Reaktionsprüfung ergänzt und die Weitsicht damit auf vier Schritte erhöht, so vergrößert sich durch potenziell wegfallende Nachjustierungen die stabile Menge im Vergleich zur Variante mit einer Weitsicht von drei Schritten wieder. In Summe gilt allgemein für die Menge der stabilen Zustände X_{K_h} bei Anwendung des Konzepts K mit Weitsicht h :⁶⁸ $X_{K_h} \supseteq X_{K_{h+2}} \supseteq X_{K_{h+1}}, \forall h \in \{2, 4, 6, \dots\}$. Daraus folgt unmittelbar, dass die stabile Menge eines Stabilitätskonzepts mit einer Weitsicht von zwei Schritten *immer* eine (nicht zwingend echte) Obermenge aller stabilen Zustände der ansonsten identischen Varianten dieses Stabilitätskonzepts mit einer Weitsicht von mindestens drei Schritten ist, d.h. $X_{K_2} \supseteq X_{K_h}, \forall h \in \{3, 4, 5, \dots\}$. Analog scheint es auch für diesen Aspekt sinnvoll, zunächst die Validität der Stabilitätskonzepte mit einer Weitsicht von zwei Schritten näher zu untersuchen und erst im Anschluss eine weitere Eingrenzung des Lösungsraums durch eine Erhöhung der Weitsicht zu thematisieren.

Bei einer vergleichbaren Analyse der Stabilitätskonzepte L_H und NM wird deutlich, dass die Auswirkungen im Zusammenhang mit einer Erhöhung der Weitsicht deutlich komplexer sind. Der Definition folgend, dass bei mehr als zwei Spielern alle möglichen Entscheidungsbäume analysiert und das für den abweichenden Spieler jeweils am wenigsten präferierte Ergebnis für die Entscheidung über die initiale Abweichung herangezogen wird, liegt zunächst die Vermutung nahe, dass eine Erhöhung der Weitsicht zu einer größeren Varianz innerhalb der Menge der möglichen Ergebnisse und damit auch zu potenziell weniger präferierten Zuständen führen könnte. Dies würde tendenziell für eine *Vergrößerung* der Menge stabiler Zustände sprechen. Gleichmaßen könnte aber ein gegenläufiger Effekt existieren: Bspw. könnte der Konflikt so strukturiert sein, dass besonders präferierte Zustände nur in Folge einer längeren Entscheidungs-

⁶⁷ Eine solche „tiefergehende“ Reaktionsprüfung wäre zudem gleichbedeutend mit restriktiveren Verhaltensannahmen und würde erfordern, dass die Akteure bei ihren Entscheidungen zusätzliche Analysen anstellen bzw. Informationen berücksichtigen.

⁶⁸ Unter der Annahme, dass die Konzepte immer alternierend um Reaktionen und Nachjustierungen durch den initial abweichenden Spieler ergänzt werden, wobei der zweite Schritt in jedem Fall eine Reaktion darstellt.

kette und damit bei höherer Weitsicht erreicht werden können.⁶⁹ Abschließende allgemeine Aussagen lassen sich deshalb an dieser Stelle nicht treffen – mit Ausnahme der Feststellung, dass die Weitsicht als exogener Parameter einen signifikanten Einfluss auf die Menge der stabilen Zustände haben kann.

Auf Basis der bisherigen Überlegungen rücken verstärkt die beiden Stabilitätskonzepte mit einer Weitsicht von zwei Schritten GMR und SEQ in den Fokus, welche sich ausschließlich in der **Art der berücksichtigten Reaktionen** unterscheiden: Während bei GMR jeder mögliche Schritt als potenzielle Reaktion berücksichtigt wird, werden die reagierenden Spieler bei SEQ auf das Ausführen glaubwürdiger Reaktionen im Sinne einer eigenen Verbesserung beschränkt. Letztendlich lässt sich die Entscheidung zwischen diesen beiden Stabilitätskonzepten auf die Frage herunterbrechen, welche der beiden Verhaltensannahmen in der zu untersuchenden Konfliktsituation das (antizipierte) reale Verhalten der Akteure besser beschreibt. Entsprechend könnte im Kontext dieser Arbeit argumentiert werden, dass sich die in strategischen Fragestellungen involvierten Unternehmen im Sinne des Shareholder-Values nutzenmaximierend (vgl. bspw. Rappaport, 1986) und damit im Einklang mit den Annahmen des Stabilitätskonzepts SEQ verhalten. Stattdessen lohnt ein Perspektivwechsel: Da das Stabilitätskonzept GMR *jedes* Verhalten der reagierenden Spieler erklärt, sind am Ende nur solche Zustände nicht im stabilen Lösungsraum, in welchen sich die Spieler ohne jede Gefahr – d.h. unabhängig von allen möglichen Reaktionen der anderen Spieler – verbessern könnten. Dass ein realer Konfliktausgang vor diesem Hintergrund außerhalb dieses Lösungsraums liegt, scheint unwahrscheinlich (vgl. u.a. Fraser & Hipel, 1984; Hipel et al., 1997; Howard, 1971; Kilgour & Hipel, 2005) und entsprechend wäre die vermeintlich interessantere Frage, ob der Lösungsraum mit dem Stabilitätskonzept SEQ *belastbar* weiter eingegrenzt werden kann.

Ein weiterer Aspekt bei der Klassifizierung metarationaler Stabilitätskonzepte stellt die **Art der zulässigen Abweichungen** dar. Während sich die Spieler innerhalb der beiden Konzepte L_H und NM auch strategisch verhalten können, sind bei den Stabilitätskonzepten GMR, SMR, SEQ und SSEQ lediglich solche Abweichungen erlaubt, die für den abweichenden Spieler unmittelbar in einen präferierten Zustand führen. In verschiedenen realen Situationen kann es aber durchaus sinnvoll sein, mittels einer strategischen Verschlechterung den Versuch zu unternehmen, eine bestimmte Reaktion eines oder mehrerer anderer Spieler zu induzieren und in der Folge einen für alle an diesem Schritt beteiligten Spieler präferierten Zustand zu erreichen.⁷⁰

⁶⁹ Dieser Effekt könnte ebenso in die andere Richtung wirken, bspw. wenn der abweichende Spieler eine hohe Präferenz für den Ausgangszustand hat und die Ergebnisse mit zunehmender Weitsicht schlechter werden.

⁷⁰ Ein klassisches Beispiel wäre eine Konfliktsituation in einem Duopol, in welchem im Status Quo ein Preiskampf vorherrscht: Angenommen, eine einseitige Preiserhöhung würde den Absatz des betreffenden Unternehmens massiv reduzieren und somit in einen weniger präferierten Zustand führen. In dieser Situation hätte keines der Unternehmen die Möglichkeit zu einer einseitigen Verbesserung; dennoch könnte ein Unternehmen durch eine strategische Preiserhöhung versuchen, eine Preiserhöhung des anderen Unternehmens zu induzieren und somit ein für beide Spieler präferiertes Ergebnis zu erreichen.

Ein solches Verhalten beruht entsprechend nicht auf einem externen Koordinationsmechanismus, sondern antizipiert ergänzende Schritte anderer Spieler, die diese aus eigenem Interesse ausführen könnten. Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund wurden die bisher vorgestellten individuellen Stabilitätskonzepte um sogenannte *koalitionäre* Varianten ergänzt.

Grundsätzlich ergeben sich an dieser Stelle drei logische Ansatzpunkte für eine Weiterentwicklung der individuellen Stabilitätskonzepte: Erstens wären weitere Modifikationen auf der Reaktionsseite vorstellbar, dies kann auch eine erhöhte Weitsicht umfassen. Derartige Anpassungen sind mit geringem Aufwand umzusetzen und entsprechend unterscheiden sich die verschiedenen individuellen Varianten auch insbesondere in diesem Aspekt. Zweitens könnten auf der Abweichungsseite mit bspw. Verschlechterungen zusätzliche Schritte erlaubt werden. Eine solche Anpassung wäre ein vergleichsweise stärkerer Eingriff in die Struktur der Stabilitätskonzepte, würde die Menge der stabilen Zustände unter Umständen erheblich verringern und geht zusätzlich mit der Frage einher, welche Verschlechterungen erlaubt werden sollen.⁷¹ Drittens könnten die angesprochenen koalitionären Konzepte weiter verfolgt werden. Die Möglichkeit konzertierter Aktionen sowohl auf der Abweichungs- als auch auf der Reaktionsseite ist aus bereits thematisierten Gründen ein interessanter bzw. vielversprechender Schritt und beinhaltet zudem in gewisser Weise auch die ersten beiden Anpassungen: Einerseits erfolgt hier eine Modifikation auf der Reaktionsseite, andererseits sind in koalitionären Konzepten auch Verschlechterungen eines Spielers erlaubt, wenn die anderen Spieler der Koalition in der Folge ein für alle Koalitionsmitglieder besseres Ergebnis herbeiführen können.

Im folgenden Kapitel 2.2.3 werden die koalitionären Varianten der Stabilitätskonzepte GMR und SEQ näher betrachtet. Die Konzepte SMR und SSEQ sind hingegen als Variation der Konzepte GMR und SEQ mit erhöhter Weitsicht zu verstehen und werden deshalb von einer erneuten ausführlichen Diskussion ausgeklammert. Gleiches gilt für die Stabilitätskonzepte L_H und NM: Unter Berücksichtigung aller bisher thematisierten Aspekte kommt der Autor dieser Arbeit zu der Auffassung, dass eine Untersuchung dieser Konzepte aufgrund des erheblichen Einflusses der exogenen Parameter auf das Ergebnis der Analyse und die über alle betrachteten Stabilitätsdefinitionen hinweg restriktivsten Verhaltensannahmen in Bezug auf die beteiligten Akteure kein logischer erster Schritt wäre.⁷²

2.2.3 Erweiterungen um koalitionäre Stabilitätskonzepte

Die Möglichkeit konzertierter Schritte mehrerer Spieler wird in der kooperativen Spieltheorie umfangreich adressiert, auch innerhalb der nicht-kooperativen Spieltheorie gab es aber früh

⁷¹ Bspw. könnten Verschlechterungen nur dann erlaubt sein, wenn im unmittelbar folgenden Schritt mit einer Verbesserung eines anderen Spielers gerechnet werden kann – wobei auch letzteres wieder zu spezifizieren wäre.

⁷² An dieser Stelle könnten sich auch Anknüpfungspunkte für zukünftige Untersuchungen ergeben.

Überlegungen, inwiefern derartige Koalitionen einen Einfluss auf den Spielverlauf und damit auf die Gestaltung der Lösungskonzepte haben sollten bzw. könnten (vgl. bspw. Aumann, 1959; Young, 1994).⁷³ Während in der kooperativen Spieltheorie eine zentrale Frage auch darin besteht, wie *exogen* vorgegebene Koalitionen die im Spiel realisierte Auszahlung teilen sollten, können Koalitionen in der nicht-kooperativen Spieltheorie als Erscheinungen aufgefasst werden, die sich während des Spiels *endogen* bilden; wobei alle beteiligten Spieler weiterhin ihre jeweils eigenen Auszahlungen realisieren (vgl. Bloch, 1997, S. 311 f.). Im Gegensatz zur kooperativen Spieltheorie gibt es dabei keine Kontrahierungsmöglichkeit, d.h. solche Koalitionen müssen selbsterzwingend in dem Sinne sein, dass die Spieler das (gemeinsame) Ziel jeweils aus eigenem Interesse verfolgen (vgl. Bernheim, Peleg & Whinston, 1987, S. 1). Die Koalitionspartner bleiben somit eigenständige Akteure mit eigenen Präferenzen und können innerhalb des Spiels je nach Situation auch weitere Koalitionen mit anderen Spielern bilden; daraus lässt sich ein gewisser *temporärer* Charakter der Koalitionen ableiten. In jedem Fall ist diesen Koalitionen gemein, dass die beteiligten Spieler eine Motivation *und* eine Möglichkeit für eine solche konzertierte Aktion haben müssen.

2.2.3.1 Nachgelagerte koalitionäre Stabilitätskonzepte

In ihrer Arbeit *Coalition Analysis in Group Decision Support* haben Kilgour et al. (2001) eine Erweiterung der Stabilitätsdefinitionen innerhalb des GMCR um eine Analyse koalitionärer Abweichungen vorgeschlagen.⁷⁴ Anlass für diese Weiterentwicklung war das beobachtete Verhalten der Akteure in einem realen Konflikt um die Verunreinigung von Wasserreserven in Kanada: Eine Analyse auf Basis der individuellen Stabilitätskonzepte hat ursprünglich ergeben, dass zwei mögliche Konfliktausgänge aus der Perspektive aller Spieler stabile Zustände darstellen würden; tatsächlich hat sich der Konflikt konsistent zu dieser Analyse auch in einen dieser beiden stabilen Zustände entwickelt.⁷⁵ Nach mehreren Monaten handelten jedoch unerwartet zwei der drei Akteure in einer konzertierten Aktion und konnten so einen „Sprung“ in das andere der beiden Gleichgewichte erreichen (vgl. Kilgour et al., 2001, S. 161). Im Kern beruht die von Kilgour et al. (2001) beschriebene Coalition Analysis auf exakt diesen Sprüngen von einem individuell stabilen Zustand in einen anderen für alle an dem Sprung beteiligten Spieler besseren individuell stabilen Zustand (*Gleichgewichtssprung*). Daraus folgt unmittelbar auch, dass diese Form der Coalition Analysis die bisherigen individuellen Stabilitätskonzepte nicht ersetzt, sondern als nachgelagerte Analyse auf die Robustheit der individuell stabilen Zustän-

⁷³ In diesem Zusammenhang wäre bspw. das Konzept des „starken“ Nash-Gleichgewichts zu nennen, welches erfordert, dass keine Koalition gemeinsam in einen für alle beteiligten Spieler besseren Zustand (für die beteiligten Spieler gleichbedeutend mit Pareto-effizientem Zustand) abweichen kann (vgl. Aumann, 1959).

⁷⁴ Für erste Überlegungen zu koalitionären Stabilitätskonzepten im Zusammenhang mit der Conflict Analysis vgl. Kilgour, Hipel, Fang und Peng (1996).

⁷⁵ Für weitere Ausführungen zu der beschriebenen Konfliktsituation und einer entsprechenden Stabilitätsanalyse vgl. Hipel, Fang, Kilgour und Haight (1993).

de gegenüber konzertierten Aktionen zu verstehen ist und auf diese Weise zwei Klassen von Gleichgewichten entstehen. Kilgour et al. (2001) definieren diese Art der Stabilität wie folgt:

⇒ Ein Gleichgewicht $e \in E \subseteq S$ ist auch stabil für die Koalition $H \subseteq N$, wenn kein für die Koalition erreichbares Gleichgewicht $x \in E$ existiert, sodass x eine Verbesserung für alle Mitglieder i der Koalition H aus dem Zustand e ist, d.h. $\forall x \in E \setminus \{e\}$ gilt: $\neg [M_H(e, x) = 1 \wedge x_i \succ e_i, \forall i \in H]$. Ein Gleichgewicht $e \in E \subseteq S$ ist stabil gegenüber *allen* Gleichgewichtssprüngen, wenn e stabil für alle Koalitionen $H \subseteq N$ ist.⁷⁶

In Abbildung 2.8 ist auszugsweise eine solche Analyse in einem Spiel mit drei Spielern und je zwei Strategien in GMCR-Form dargestellt; eine Erläuterung der Strategien und Präferenzen kann an dieser Stelle vernachlässigt werden. In einer einleitenden individuellen Stabilitätsanalyse wurden in diesem Beispiel zunächst die Zustände s_4, s_5 und s_7 als individuell stabil (*i-stabil*) identifiziert, d.h. $E_i = \{s_4, s_5, s_7\}$. Im Rahmen der beschriebenen nachgelagerten koalitionären Stabilitätsanalyse ist entsprechend für alle Zustände in der Menge E_i zu prüfen, ob eine beliebige Koalition $H \in \{AB, AC, BC, ABC\}$ ⁷⁷ mithilfe einer konzertierten Abweichung ein für alle beteiligten Spieler besseres Gleichgewicht $x \in E_i$ erreichen kann. Im konkreten Beispiel existiert mit der konzertierten Abweichung der Spieler A und C aus dem i-stabilen Gleichgewicht s_4 in das i-stabile Gleichgewicht s_7 lediglich eine solche Verbesserung, die in der Konsequenz dazu führt, dass der Zustand s_4 kein c-stabiles Gleichgewicht darstellt. Die Menge der c-stabilen Gleichgewichte umfasst entsprechend nur noch die Zustände s_5 und s_7 mit $E_c = \{s_5, s_7\} \subset E_i$, während das lediglich i-stabile Gleichgewicht s_4 als eine Art Gleichgewicht „zweiter Klasse“ interpretiert werden kann.

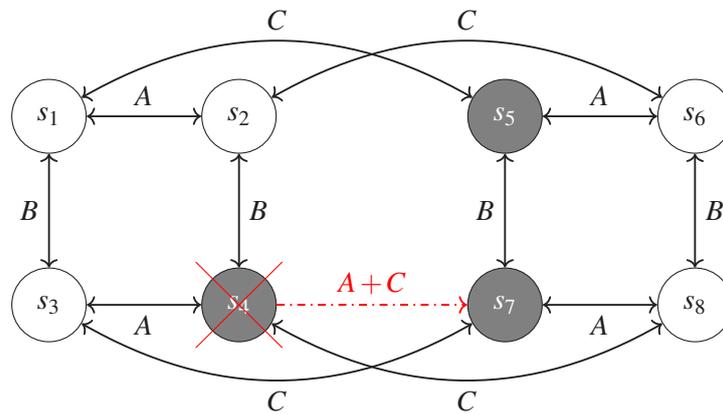
Bei einer näheren Betrachtung der bisher vorgestellten Variante der Coalition Analysis ergeben sich zwei zentrale Kritikpunkte, die im Folgenden diskutiert werden.

Erstens berücksichtigt dieses Konzept lediglich koalitionäre Abweichungen und ignoriert die Möglichkeit, dass solche konzertierten Schritte auch als Reaktion auftreten könnten. Tatsächlich widerspricht dies an fundamentaler Stelle einem Designkriterium metarationaler Stabilitätskonzepte: Die Reaktionsprüfung innerhalb der Stabilitätskonzepte ist wie bereits thematisiert eher konservativ und berücksichtigt im Zweifel eher zu viele als zu wenige Reaktionen.⁷⁸ Da die Coalition Analysis nach Kilgour et al. (2001) davon ausgeht, dass Abweichungen durch

⁷⁶ Ein Sonderthema nehmen in diesem Zusammenhang die trivialen Koalitionen mit $|H| = 1$ ein – würden diese in der Analyse ebenfalls berücksichtigt werden, hebt das letztendlich die Reaktionsprüfung der Stabilitätskonzepte aus und zwischen den Gleichgewichten wären beliebige Verbesserungen durch einzelne oder mehrere Spieler zulässig. Während keine der Varianten „richtig“ bzw. „falsch“ ist, sollte dieser Aspekt im Rahmen der Analyse in jedem Fall berücksichtigt werden (vgl. Kilgour et al., 2001, S. 169).

⁷⁷ Die trivialen Koalitionen $H = \{A, B, C\}$ werden in diesem Beispiel entsprechend nicht berücksichtigt.

⁷⁸ Mehr berücksichtigte Reaktionen führen zu weniger zulässigen Abweichungen und damit wiederum zu mehr stabilen Zuständen – was gleichzeitig die „Wahrscheinlichkeit“ erhöht, dass der tatsächliche Konfliktausgang innerhalb der Menge der durch das Stabilitätskonzept erklärbaren Zustände liegt. „Zu viele“ stabile Zustände sind in diesem Kontext demnach der „kleinere“ Fehler.



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 2.8: Coalition Analysis als nachgelagerte „Gleichgewichtssprünge“

konzertierte Aktionen grundsätzlich möglich sein können, ist nicht vollständig nachvollziehbar, weshalb die identischen Schritte als Reaktion außerhalb des Vorstellbaren liegen sollen. Der Verzicht auf eine Reaktionsprüfung im Zusammenhang mit Gleichgewichtssprüngen wird damit begründet, dass der resultierende Zustand wiederum stabil sein muss und die abweichende Koalition entsprechend nicht mit weiteren Reaktionen zu rechnen hat. Tatsächlich ist der resultierende Zustand eines Gleichgewichtssprungs aber – analog zum Ausgangszustand – lediglich *i*-stabil und spätestens ab vier Spielern könnte aus dem resultierenden Zustand wiederum eine Koalition der anderen Spieler nach der exakt gleichen Logik einen weiteren Gleichgewichtssprung anstreben – die Nicht-Berücksichtigung einer solchen Reaktion führt somit zu inkonsistenten Verhaltensannahmen. Wird dieser Gedanke konsequent fortgeführt, könnten darüber hinaus sogar Zustände außerhalb der *i*-stabilen Menge *c*-stabil sein.⁷⁹

Zweitens ist die Bedingung der Zulässigkeit koalitionärer Schritte auf die Stabilitätseigenschaften des aktuellen Zustands grundsätzlich gleichbedeutend mit einer Variation der Verhaltensannahmen im Spielverlauf und unterscheidet sich damit von allen bisher entwickelten metarationalen Stabilitätskonzepten. Auch inhaltlich ist nur eingeschränkt nachvollziehbar, weshalb die Bildung einer temporären Koalition erst dann zulässig sein soll, wenn der Konflikt bereits in einem *i*-stabilen Zustand angekommen ist. In diversen realen Konfliktsituationen kann – abhängig vom Status Quo – gerade ein frühes Eingreifen zu möglicherweise besseren Ergebnissen führen und entsprechend wäre zu erwarten, dass für Koalitionen grundsätzlich offene Spieler auch ein früheres Eingreifen in Erwägung ziehen, um so den Konfliktverlauf in ihrem Sinne zu beeinflussen.

⁷⁹ Bspw. könnte in einem Konflikt mit drei Spielern ein Spieler auf eine nach *i*-stabilen Kriterien zulässige Verbesserung verzichten, weil er in Folge mit einer offensichtlichen konzertierten Reaktion rechnen müsste.

Letztendlich beruht die Coalition Analysis von Kilgour et al. (2001) im Wesentlichen aber auch auf dem beobachteten Konfliktverlauf in *einem* realen Konflikt und sollte entsprechend nur als erster Schritt verstanden werden.

2.2.3.2 Integrierte koalitionäre Stabilitätskonzepte

Inohara und Hipel (2008a) haben die Coalition Analysis in zwei Aspekten entscheidend weiterentwickelt: Zum einen werden konzertierte Handlungen im Zusammenhang mit Abweichungen *und* Reaktionen berücksichtigt – die thematisierte Inkonsistenz in den Verhaltensannahmen der bisherigen Variante der Coalition Analysis wird somit behoben. Darüber hinaus wurden auch individuelle Abweichungen und Reaktionen direkt in die koalitionären Stabilitätsdefinitionen integriert; diese werden damit zu eigenständigen Varianten und erfordern in der Konsequenz keine vorgelagerte Analyse auf Basis individueller Stabilitätskonzepte mehr. Im Ergebnis hat diese Variante der koalitionären Stabilitätskonzepte eine sehr hohe Ähnlichkeit zu den diskutierten individuellen Stabilitätskonzepten, mit dem einzigen Unterschied, dass an jeder Stelle, an der bisher individuelle Schritte erlaubt waren, *zusätzlich* auch konzertierte Schritte berücksichtigt werden.

Die formale Definition der koalitionären Stabilitätskonzepte beruht auf folgenden Koalitions-matrizen, wobei die bereits eingeführten Matrizen möglicher kombinierter Abweichungen (M_H) und Verbesserungen (M_H^+) einer Koalition H für eine bessere Übersicht nochmals dargestellt werden:⁸⁰

- (i) M_H als **Abweichungsmatrix** der Koalition H mit $M_H(s, q) = 1$, falls der Zustand q aus dem Zustand s durch eine *beliebige Kombination der Schritte* der Koalitionsmitglieder $i \in H$ erreichbar ist.
- (ii) M_H^+ als **Verbesserungsmatrix** der Koalition H mit $M_H^+(s, q) = 1$, falls der Zustand q aus dem Zustand s durch eine *beliebige Verkettung einseitiger Verbesserungen* der Koalitionsmitglieder $i \in H$ erreichbar ist.
- (iii) M_H^{++} als **koalitionäre Verbesserungsmatrix** der Koalition H mit $M_H^{++}(s, q) = 1$, falls der Zustand q aus dem Zustand s durch eine *beliebige Kombination der Schritte* der Koalitionsmitglieder $i \in H$ erreichbar ist und der Zielzustand q von allen Spielern $i \in H$ gegenüber dem Ausgangszustand s präferiert wird, d.h. $q_i \succ s_i, \forall i \in H$.⁸¹
- (iv) $M_{\mathcal{D}(N \setminus H)}$ als **Reaktionsmatrix** der Potenzmenge der Koalitionen aller nicht an der Koalition H beteiligten Spieler $j \in N \setminus H$ mit $M_{\mathcal{D}(N \setminus H)}(s, q) = 1$, falls der Zustand q aus dem

⁸⁰ Ausführliche Erläuterungen zur Berechnung der Koalitions-matrizen M_H^{++} , $M_{\mathcal{D}(N \setminus H)}$ und $M_{\mathcal{D}(N \setminus H)}^+$ in Xu et al. (2011, S. 773 f.) in Verbindung mit Inohara und Hipel (2008a, S. 352 f.).

⁸¹ Somit enthält die Matrix M_H^{++} explizit auch Zustände, die nur durch (temporäre) Verschlechterungen einzelner Spieler erreichbar sind.

Zustand s durch eine *beliebige Kombination der Schritte* aller Koalitionen $C \in \mathcal{P}(N \setminus H)$ erreichbar ist.⁸²

- (v) $M_{\mathcal{P}(N \setminus H)}^+$ als **Verbesserungs-Reaktionsmatrix** der Potenzmenge der Koalitionen aller nicht an der Koalition H beteiligten Spieler $j \in N \setminus H$ mit $M_{\mathcal{P}(N \setminus H)}^+(s, q) = 1$, falls der Zustand q aus dem Zustand s durch eine *beliebige Verkettung von Verbesserungen* aller Koalitionen $C \in \mathcal{P}(N \setminus H)$ erreichbar ist.

Auf dieser Basis kann das koalitionäre Stabilitätskonzept CGMR in Anlehnung an die Definition der individuellen Variante GMR (vgl. Kapitel 2.2.2) wie folgt definiert werden (vgl. Inohara & Hipel, 2008a, S. 352):

\Rightarrow Ein Zustand $s \in S$ ist für eine Koalition H genau dann **CGMR-stabil**, wenn diese über keine Verbesserungen aus diesem Zustand heraus verfügt oder alle möglichen Verbesserungen durch mindestens eine beliebige Reaktionskette der Nicht-Koalitionsspieler sanktioniert werden können – d.h.

$$M_H^{CGMR_n}(s, s) = 0, \quad \text{wobei} \quad M_H^{CGMR_n} = M_H^{++} \cdot \left[E - \text{sign} \left(M_{\mathcal{P}(N \setminus H)} \cdot (P_H^-)^T \right) \right]^{83}$$

Für das koalitionäre Stabilitätskonzept CSEQ gilt entsprechend:

\Rightarrow Ein Zustand $s \in S$ ist für eine Koalition H genau dann **CSEQ-stabil**, wenn diese über keine Verbesserungen aus diesem Zustand heraus verfügt oder alle möglichen Verbesserungen durch mindestens eine Reaktionskette bestehend aus Verbesserungen der Nicht-Koalitionsspieler sanktioniert werden können – d.h.

$$M_H^{CSEQ_n}(s, s) = 0, \quad \text{wobei} \quad M_H^{CSEQ_n} = M_H^{++} \cdot \left[E - \text{sign} \left(M_{\mathcal{P}(N \setminus H)}^+ \cdot (P_H^-)^T \right) \right]$$

Entsprechend ist ein Zustand s **gesamtstabil** nach der Definition eines der beiden Konzepte, wenn der Zustand für alle möglichen Koalitionen $H \in \mathcal{P}(N)$ stabil ist.⁸⁴

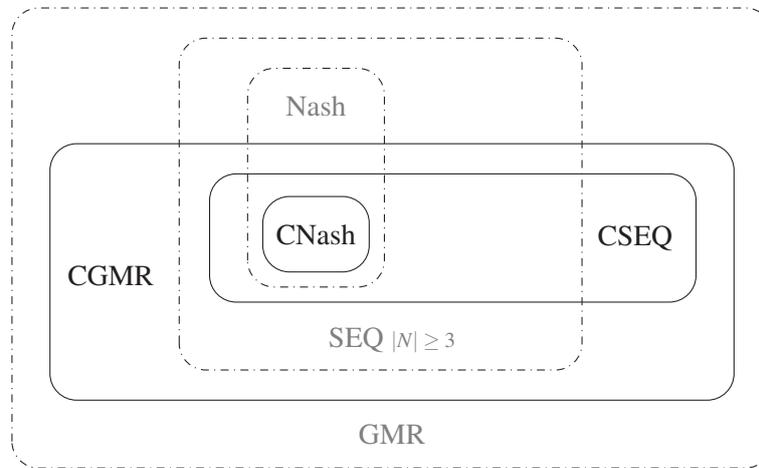
In der Abbildung 2.9 ist die Beziehung zwischen den stabilen Zustandsmengen der individuellen und koalitionären Stabilitätskonzepte dargestellt, wobei die Lösungskonzepte Nash und CNash als Referenzpunkt ergänzt wurden. Auffällig ist insbesondere, dass nach dem koalitionären Stabilitätskonzept CSEQ im Vergleich zur individuellen Variante SEQ auch *zusätzliche* Zustände stabil sein können; die Menge CSEQ-stabiler Zustände folglich nicht zwingend eine

⁸² Die Reaktionsmatrix $M_{\mathcal{P}(N \setminus H)}$ enthält somit auch Anpassungen trivialer Koalitionen analog zur Reaktionsprüfung im Rahmen der individuellen Stabilitätskonzepte.

⁸³ Wobei P_H^- so definiert ist, dass der nach der Reaktion resultierende Zustand q bereits dann als Sanktion für die Koalition H gewertet wird, wenn dieser für mindestens einen Spieler $i \in H$ eine Verschlechterung gegenüber dem Ausgangszustand s darstellen würde, d.h. $P_H^-(s, q) = 1$, wenn $\exists i \in H : s_i > q_i$ für $s \neq q$.

⁸⁴ Dies schließt die trivialen Koalitionen bestehend aus nur einem Spieler mit ein.

Teilmenge der Menge SEQ-stabiler Zustände ist.⁸⁵ Dies ist der Tatsache geschuldet, dass die Berücksichtigung konzertierter Schritte auf der Seite der Reaktionen dazu führen kann, dass bisher risikofrei durchführbare individuelle Abweichungen als risikobehaftet beurteilt und die jeweiligen Ausgangszustände für die Spieler somit stabil werden können.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Inohara und Hipel (2008b).

Abbildung 2.9: Mengenbeziehung der stabilen Zustände koalitionärer Lösungskonzepte

Inohara und Hipel (2008a) haben mit ihrer erweiterten Variante der Coalition Analysis ein vollwertiges und in sich konsistentes Stabilitätskonzept entwickelt. Bereits bei einer Betrachtung der Koalitionsmatrizen – die mögliche Schritte der Spieler und Koalitionen abbilden – wird aber deutlich, dass bei der Analyse teilweise sehr komplexe Handlungsketten berücksichtigt werden: Eine Abweichung oder Reaktion einer Koalition kann aus mehreren Schritten einzelner Spieler bestehen und während die formale Weitsicht der Stabilitätskonzepte CGMR und CSEQ noch immer bei zwei Schritten liegt (Abweichung und Reaktion), müssten die Akteure in einem realen Konflikt teilweise deutlich mehr Handlungen antizipieren. Damit geht zwangsläufig die im Kern dieser Arbeit stehende Frage einher, inwiefern diese koalitionären Varianten der Stabilitätskonzepte auf realistischen Verhaltensannahmen basieren und somit ein geeignetes Analyseinstrument für reale Konfliktsituationen sein können.

2.2.4 Weiterführende Analysen und Variationen der Konzepte

Seit der ursprünglichen Beschreibung der Conflict Analysis von Howard (1971) wurden diverse ergänzende Analysemethoden entwickelt, die entweder zusätzliche Informationen im Rahmen

⁸⁵ Wie in der Abbildung gekennzeichnet, gilt dies erst im Zusammenhang mit mindestens drei Spielern – ansonsten wäre nach einer Abweichung durch einen Spieler keine nicht-triviale Koalition auf der Reaktionsseite mehr möglich.

der Entscheidungsunterstützung bereitstellen oder andere Arten von Konfliktsituationen einer Untersuchung zugänglich machen sollen. Während die Stabilitätsanalyse weiterhin im Zentrum der Conflict Analysis steht und für die Mehrheit dieser Erweiterungen sogar eine Voraussetzung darstellt,⁸⁶ folgt an dieser Stelle ein kurzer Überblick dieser ergänzenden Analysen bzw. der aktuellen Entwicklungen im Bereich der Conflict Analysis.

2.2.4.1 Status-Quo-Analyse

Die im Rahmen der Stabilitätsanalyse identifizierten stabilen Zustände repräsentieren die Menge der Konfliktausgänge, die durch das jeweils zugrunde liegende Stabilitätskonzept erklärt werden können. Keine Rolle spielt dabei die Frage, in *welches* dieser Gleichgewichte sich ein Konflikt entwickeln könnte bzw. wie sich die Akteure dazu ggf. zu verhalten haben. An dieser Stelle setzt die Status-Quo-Analyse an: Reale dynamische Konfliktsituationen haben in aller Regel einen Status Quo (im Sinne eines Zustands innerhalb des Modells), in welchem sich der Konflikt zum Zeitpunkt der Modellierung befindet. Während diese Information bei der Stabilitätsanalyse keine Berücksichtigung findet, verfolgt die Status-Quo-Analyse das Ziel, Aussagen darüber zu treffen, welche der Gleichgewichte aus dem Status Quo durch nachvollziehbare Reaktionsketten erreicht werden können (vgl. Li, Kilgour & Hipel, 2005).

Im Kern basiert die Status-Quo-Analyse auf den Verhaltensannahmen der Stabilitätsanalyse: Ausgehend vom Status Quo wird analysiert, ob dieser Zustand stabil ist bzw. welche Spieler ggf. eine risikofreie Abweichung durchführen könnten. Die Vereinigung der Zielzustände dieser risikofreien Abweichungen stellen wiederum die Ausgangszustände für die nächste Iteration dar – dieser Prozess wird so lange wiederholt, bis alle so aufgespannten Pfade in einem stabilen Zustand enden (vgl. Kilgour & Hipel, 2010, S. 218). Auf Basis dieser Menge der *stabilen und erreichbaren* Zustände können die antizipierten Konfliktausgänge anschließend weiter eingegrenzt werden, wobei bspw. auch die benötigte Anzahl der Schritte berücksichtigt werden kann (vgl. Li, Kilgour & Hipel, 2005).⁸⁷ Während die Status-Quo-Analyse eine potenziell interessante ergänzende Analyse darstellen kann, scheint zunächst eine Untersuchung erforderlich, inwiefern die ihr zugrunde liegenden Stabilitätskonzepte Konfliktausgänge auch hinreichend erklären können.

2.2.4.2 Variationen der Präferenzstruktur

Die bisher vorgestellten Stabilitätskonzepte gehen von einer vollständigen Präferenzordnung aller Spieler aus, d.h. für alle Zustände $s, q \in S$ und jeden Spieler $i \in N$ gilt entweder $s \succ_i q$, $s \sim_i q$ oder $s \prec_i q$. In realen Konfliktsituationen ist die Ableitung einer vollständigen Präfe-

⁸⁶ Vgl. auch den zu Beginn dieses Kapitels in Abbildung 2.4 dargestellten Analyseprozess der Conflict Analysis.

⁸⁷ Für Anwendungsbeispiele der Status-Quo-Analyse vgl. bspw. Li, Hipel, Kilgour und Noakes (2005); Li, Kilgour und Hipel (2003, 2004). Eine algorithmische Beschreibung dieser Analyse in Matrizenform ist in Xu, Li, Hipel und Kilgour (2009) zu finden.

renzordnung jedoch nicht immer möglich und diese Problematik kann sich insbesondere auch im Kontext strategischer Managementfragestellungen verschärfen – bspw. sind die Präferenzen der Wettbewerber nicht immer offensichtlich bzw. bekannt. Li, Hipel, Kilgour und Fang (2004) haben vor diesem Hintergrund die Präferenzordnung um eine Unsicherheitsrelation $s U_i q$ ergänzt und die Stabilitätskonzepte entsprechend erweitert. Allgemein lässt sich festhalten, dass im Umgang mit Unsicherheit der Charaktertyp eines Spielers eine entscheidende Rolle spielt. So könnten konservative Akteure unsichere Zustände tendenziell vermeiden wollen, während risikofreudige Akteure einen Wechsel in einen unsicheren Zustand in Betracht ziehen würden (vgl. Xu et al., 2011, S. 766 ff.). In der Konsequenz führt das dazu, dass die für diese erweiterten Stabilitätskonzepte erforderliche Festlegung des Charaktertyps je Spieler einen signifikanten Einfluss auf die Menge der stabilen Zustände haben kann.

Eine weitere Variation der Präferenzstruktur geht auf Hamouda, Kilgour und Hipel (2004) zurück: In dem Bestreben, zusätzlich vorhandene Informationen in die Präferenzstruktur aufzunehmen, wurde die Präferenzrelation \succ_i in die beiden Subrelationen $\succ\succ_i$ und \succ_i aufgeteilt, wobei $s \succ\succ_i q$ bzw. $s \succ_i q$ bedeutet, dass Spieler i den Zustand s *stark* bzw. *schwach* gegenüber dem Zustand q präferiert. Diese zusätzliche Information nutzen Hamouda et al. (2004) anschließend bei der Stabilitätsanalyse und teilen die Menge der stabilen Zustände analog in *stark* bzw. *schwach* stabile Zustände ein. Dabei ist ein Zustand *stark* stabil, wenn auf eine mögliche Verbesserung mindestens eine mögliche Reaktion in einem stark weniger präferierten Zustand enden könnte und analog ist ein Zustand *schwach* stabil, wenn alle möglichen Reaktionen auf eine Verbesserung im schlechtesten Fall in einem schwach weniger präferierten Zustand enden können. Xu, Li, Kilgour und Hipel (2009) haben dieses Konzept dahingehend erweitert, dass jede endliche Zahl l dieser Präferenzlevel in der Stabilitätsanalyse berücksichtigt und in der Folge auch die Menge der stabilen Zustände in l Kategorien differenziert werden kann.

2.2.4.3 Perceptual Graph Model

Das von Obeidi, Kilgour und Hipel (2009) entwickelte *Perceptual Graph Model* relaxiert eine andere zentrale Annahme des klassischen GMCR und eröffnet die Möglichkeit, dass die Spieler in einem Konflikt nur eine (abweichende) Teilmenge der gesamten Zustandsmenge $S_i \in S$ wahrnehmen. Bspw. könnte ein Spieler bestimmte Aktionen einzelner Spieler a priori ausschließen, während andere Spieler diese Handlung durchaus als möglich bewerten. In realen Konfliktsituationen könnten das sogar regelmäßig eigene Handlungen eines Spielers darstellen, die von den anderen Spielern nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden können. Obeidi et al. (2009) haben zudem Varianten der klassischen metarationalen Stabilitätskonzepte entwickelt, die auf

Basis dieser angepassten Konfliktstruktur eine Analyse ermöglichen und die stabile Zustandsmenge anschließend entlang verschiedener Arten von Gleichgewichten charakterisieren.⁸⁸

Zusammenfassend basieren alle hier beschriebenen ergänzenden Analysen und Erweiterungen im Kern auf metarationalen Stabilitätskonzepten, deren Validität noch besser verstanden werden kann und muss – eine Analyse und Bewertung der ergänzenden Konzepte sollte deshalb nach Auffassung des Autors dieser Arbeit nachgelagert erfolgen.

⁸⁸ Weitere Ausführungen und Definitionen zu möglichen Stabilitätskonzepten innerhalb des Perceptual Graph Models in Obeidi (2012).

2.3 Existierende Untersuchungen metarationaler Stabilitätskonzepte und Forschungsfrage

Mit der Entwicklung der Conflict Analysis im Allgemeinen und der metarationalen Lösungskonzepte im Speziellen wurde von Beginn an das Ziel verfolgt, Entscheidungsträgern in realen Konfliktsituationen ein Instrument an die Hand zu geben, welches ein besseres Verständnis des Konflikts und in der Folge fundiertere Entscheidungen ermöglicht. Tatsächlich war die Weiterentwicklung metarationaler Stabilitätskonzepte regelmäßig durch in der Realität beobachtetes Verhalten motiviert und nach Jahrzehnten der kontinuierlichen Ausdifferenzierung und Ergänzung der Stabilitätskonzepte wäre zu erwarten, dass deren Relevanz gleichermaßen gestiegen ist.⁸⁹ Vor diesem Hintergrund entbehrt es nicht einer gewissen Ironie, dass einerseits kaum empirische Untersuchungen hinsichtlich der Validität der verschiedenen Stabilitätskonzepte existieren und andererseits die Vielfalt der metarationalen Lösungskonzepte eine zusätzliche Entscheidung über das einzusetzende Lösungskonzept erfordert – was zwangsläufig wiederum die Frage nach der Relevanz der verschiedenen Alternativen nach sich zieht. Das folgende Kapitel gibt einen Überblick existierender Untersuchungen sowohl auf Basis historischer Konfliktsituationen als auch mithilfe spezifisch designter Experimente und diskutiert auf dieser Grundlage abschließend Forschungslücken.

2.3.1 Untersuchung historischer Konfliktsituationen

Bereits in seinem ersten Werk zur Theorie der Metaspiele hat Howard (1971) diverse reale Konfliktsituationen – wie bspw. die Kuba-Krise während des Kalten Krieges – modelliert und mithilfe der metarationalen Stabilitätskonzepte untersucht (vgl. auch Kapitel 2.1.3). Auch in der Folge wurden in der Literatur regelmäßig historische und aktuelle reale Konfliktsituationen aufgegriffen und mit den Methoden der Conflict Analysis analysiert: Im Rahmen einer Literaturrecherche wurden 26 Konfliktsituationen ermittelt, welche in der jeweiligen Arbeit entweder bereits vollständig definiert oder für die Ableitung eines GMCR-Modells hinreichend präzise beschrieben sind und der Konfliktausgang (zumindest mittlerweile) zweifelsfrei identifiziert werden kann.⁹⁰ Die Modelle bilden ein breites Spektrum politischer, sozialer und ökologischer Konfliktsituationen ab, wobei die handelnden Akteure überwiegend staatliche Institutionen, Nichtregierungsorganisationen, Unternehmen und diverse Bevölkerungsgruppen umfassen. Da

⁸⁹ Vgl. bspw. die Motivation im Zusammenhang mit der Entwicklung koalitionärer Stabilitätskonzepte in Kapitel 2.2.3 und allgemeine Ausführungen zu Ursprung und Motivation der Conflict Analysis in Kapitel 2.2.

⁹⁰ Die Recherche und Modellierung der realen Konfliktsituationen erfolgte im Rahmen eines Forschungsprojektes am Institut für Unternehmensführung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) mit Unterstützung durch Kaiser unter Einsatz einer vom Autor dieser Arbeit entwickelten Modellierungs- und Analysesoftware. Eine Übersicht der modellierten realen Konfliktsituationen inklusive der Quellenangaben ist im Anhang dieser Arbeit in Tabelle A.1 zu finden; für eine ergänzende Diskussion der Konflikte und Besonderheiten im Rahmen der Modellierung vgl. Kaiser (2016).

der Erkenntnisgewinn im Zusammenhang mit einer Einzelfalldiskussion aller realen Konfliktsituationen überschaubar sein dürfte und zudem weitgehend redundant zu der Diskussion in den jeweiligen Arbeiten wäre, findet im Rahmen dieser Arbeit eine Betrachtung der historischen Konfliktsituationen auf einer aggregierten Ebene statt.

Die 26 realen Konfliktsituationen wurden in den jeweiligen Arbeiten nur in wenigen Fällen auch mithilfe koalitionärer Stabilitätskonzepte untersucht und insbesondere in der frühen Entwicklungsphase der Conflict Analysis wurde teilweise auch auf inkonsistente Varianten der individuellen Stabilitätskonzepte zurückgegriffen. Zugunsten einer besseren Vergleichbarkeit und einer umfangreicheren Datenbasis für die Bewertung koalitionärer Stabilitätskonzepte wurden deshalb *alle* Modelle mithilfe einer vom Autor dieser Arbeit entwickelten Modellierungs- und Analysesoftware auf Basis der bisher vorgestellten Definitionen der Stabilitätskonzepte⁹¹ erneut analysiert. In Tabelle 2.5 ist in aggregierter Form auszugsweise für die Stabilitätskonzepte SEQ, Nash, CSEQ und CNash dargestellt, welche „Zustandsprofile“ in den verschiedenen Konfliktsituationen auftreten: Bspw. existieren in mehr als der Hälfte der Konflikte (14 von 26) ausschließlich die beiden Zustandstypen instabil und CNash-stabil – letzteres impliziert gleichzeitig SEQ, Nash und CSEQ.⁹²

Tabelle 2.5: Aggregierte Darstellung der Zustandsprofile in historischen Konflikten

Anzahl Konflikte	instabil	SEQ	Nash SEQ [†]	SEQ+CSEQ	CNash SEQ+Nash+CSEQ [†]
14	✓				✓
5	✓			✓	✓
2	✓		✓	✓	✓
2	✓		✓	✓	
1	✓		✓		✓
1	✓	✓	✓		✓
1	✓	✓		✓	

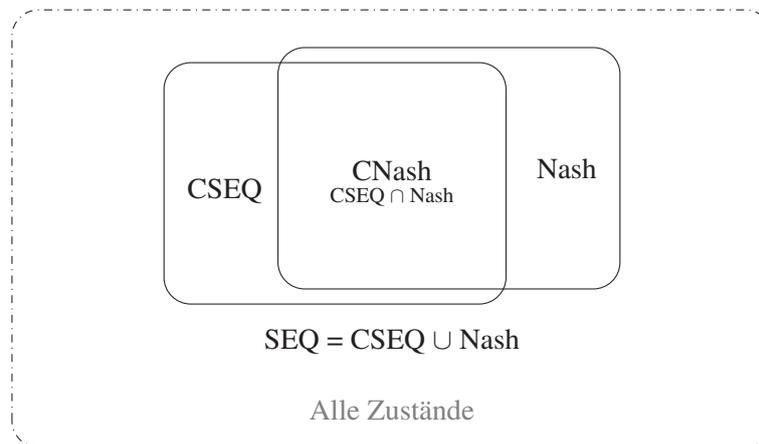
[†] Implizit, siehe Mengenbeziehung in Abbildung 2.9.

Bei einer Interpretation dieser Ergebnisse ist zunächst auffällig, dass CSEQ für alle Konflikte eine Teilmenge von SEQ ist; d.h. in keinem Konflikt ein Zustand existiert, welcher ausschließlich CSEQ-stabil, nicht aber SEQ-stabil ist. Gravierender ist hingegen die geringe Existenz lediglich SEQ-stabiler Zustände: Nur in zwei Konflikten fällt die SEQ-Stabilität der Zustände nicht konsequent mit den Stabilitätseigenschaften Nash oder CSEQ zusammen und nur in einem

⁹¹ Vgl. Kapitel 2.2.2 und 2.2.3 für eine ausführliche Beschreibung der individuellen und koalitionären Stabilitätsdefinitionen.

⁹² Vgl. die Darstellung der allgemeinen Mengenbeziehung metarationaler Stabilitätskonzepte in Abbildung 2.9.

der beiden Konflikte existieren sowohl SEQ- als auch CSEQ-stabile Zustände. Für alle anderen 24 der 26 historischen Konfliktsituationen gilt hingegen $SEQ \equiv CSEQ \cup Nash$, die SEQ-Eigenschaft fällt folglich *immer* mit der Nash- und/oder der CSEQ-Stabilität zusammen (vgl. Abbildung 2.10). Dies ist insofern problematisch, als dass in der Konsequenz Aussagen über die Relevanz des Stabilitätskonzepts SEQ massiv erschwert und Differenzierungen zwischen den beiden Konzepten SEQ und CSEQ aufgrund der Mengenidentität pauschal nicht möglich sind. Darüber hinaus ist die Häufigkeit einer zusätzlichen Nash- bzw. CNash-Stabilitätseigenschaft der SEQ bzw. CSEQ-stabilen Zustände mit weiteren Schwierigkeiten verbunden: Letztlich bedeutet dies nichts anderes, als dass in dem jeweiligen Zustand für keinen Spieler bzw. im Falle koalitionärer Stabilitätskonzepte für keine Koalition weitere Verbesserungsmöglichkeiten existieren und damit die gesamte im Kern metarationaler Stabilitätskonzepte liegende Reaktionsprüfung hinfällig wird. Tatsächlich liegt der reale Konfliktausgang in 17 von 26 Fällen in einem Nash- und/oder CNash-stabilen Zustand und erschwert damit eine Beurteilung der Relevanz metarationaler Stabilitätskonzepte zusätzlich.⁹³



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 2.10: Mengenbeziehung der stabilen Zustände für 24 der 26 historischen Konflikte

Im Rahmen der Analyse der 26 realen Konfliktsituationen wurden weitere Eigenschaften wie bspw. Pareto-Effizienz und GMR-Stabilität berücksichtigt; eine etwas ausführlichere und konfliktspezifische Darstellung der Ergebnisse ist im Anhang in Tabelle A.2 zu finden. Allgemein gilt jedoch, dass die angesprochenen Schwierigkeiten bei der Bewertung der Relevanz der Stabilitätskonzepte SEQ und CSEQ in Folge einer weiteren Differenzierung der Zustände auf Basis zusätzlicher Zustandseigenschaften bestehen bleiben bzw. sogar zunehmen: Da bereits eine

⁹³ Die Häufigkeit eines Nash- und/oder CNash-stabilen Konfliktausgangs erscheint aufgrund der „besonderen“ Stabilität dieser Zustände – Abweichungen wären nur noch über Verschlechterungen einzelner Akteure möglich – nicht überraschend. Die Existenz von Nash-Gleichgewichten ist aber erstens nicht gewährleistet und fällt zweitens auch nicht zwangsläufig mit metarationalen Stabilitätseigenschaften zusammen. Eine Beurteilung der Relevanz metarationaler Stabilitätskonzepte sollte deshalb im Idealfall in Abwesenheit Nash-stabiler Zustände erfolgen.

vereinfachte Betrachtung der Daten nur auf Basis der Stabilitätskonzepte SEQ, Nash, CSEQ und CNash durch Überlagerung der Eigenschaften zu Störeffekten führt, wird die Berücksichtigung zusätzlicher Eigenschaften die isolierte Bewertung einer bestimmten Eigenschaft mit hoher Wahrscheinlichkeit weiter erschweren, keinesfalls aber erleichtern.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die in der Literatur beschriebenen Konfliktsituationen einer empirischen Untersuchung nur schwer zugänglich sind und vor diesem Hintergrund eine nähere Auswertung der tatsächlichen Konfliktausgänge auch unter Berücksichtigung der genannten zusätzlichen Zustandseigenschaften nicht zielführend erscheint. Ebenso scheint eine Modellierung weiterer realer Konfliktsituationen aus mehreren Gründen wenig Erfolg versprechend: Zunächst ist die Modellierung einer Konfliktsituation in Verbindung mit der Ableitung einer vollständigen Präferenzordnung mit einem hohen Aufwand verbunden, wobei a priori ungewiss ist, ob die erst im Rahmen der Analyse ermittelten Zustandsprofile für eine weitere Untersuchung der Stabilitätskonzepte überhaupt geeignet sind bzw. zusätzliche Erkenntnisse ermöglichen. Darüber hinaus ist die Modellierung realer Konfliktsituationen aber auch immer mit dem Risiko verbunden, dass die Präferenzen einzelner Akteure nicht zutreffend abgebildet werden und somit eine weitere Fehlerquelle die Bewertung der Stabilitätskonzepte beeinträchtigt – dies gilt gleichermaßen für die Auswahl der 26 in der Literatur beschriebenen Konfliktsituationen.⁹⁴ Zuletzt besteht bei der Analyse existierender oder bereits beschriebener realer Konfliktsituationen auch immer das Risiko eines Selection Bias, da potenziell solche Konflikte dargestellt werden könnten, deren Konfliktausgänge die jeweils zu validierenden Stabilitätskonzepte „unterstützen“ bzw. die allgemein bestimmte (und möglicherweise unbekannte) Eigenschaften aufweisen. Stattdessen scheint es zielführender, im nächsten Schritt einen Fokus auf experimentelle Untersuchungen in einer kontrollierten Umgebung zu legen.

2.3.2 Experimentelle Untersuchungen

Howard beschreibt die Theorie der Metaspiele als „positiven auf reale Konflikte anwendbaren Ansatz“, dessen „Aussagen über das Verhalten der Spieler in einer kontrollierten Umgebung zu testen sind“ (Howard, 1971, S. xi bzw. xvii). Howard selbst hat in dieser Arbeit bereits diverse Experimentreihen basierend auf einem überschaubaren Sample durchgeführt, wobei im Fokus die Fragestellung stand, inwiefern das tatsächliche Verhalten der Experimentteilnehmer durch das Stabilitätskonzept GMR erklärt werden kann. Eine Berücksichtigung weiterer Stabilitätskonzepte und insbesondere eine Abgrenzung zwischen den verschiedenen Varianten hat

⁹⁴ Insbesondere im Zusammenhang mit der Modellierung größerer Konflikte aus einer übergeordneten Perspektive erscheint es wenig wahrscheinlich, dass einerseits die modellierten Handlungsoptionen und Präferenzen aller Spieler den tatsächlich wahrgenommenen Präferenzen entsprechen und andererseits alle Spieler über ein identisches Verständnis der Konfliktsituation verfügen. Während im Rahmen der Entscheidungsunterstützung eine Analyse auf Basis eines „fehlerbehafteten“ Modells – möglicherweise in Verbindung mit Sensitivitätsanalysen – noch immer zu wertvollen Erkenntnissen führen kann, eignen sich solche Konflikte zur Validierung der Stabilitätskonzepte nur sehr begrenzt.

in diesem Zusammenhang nicht stattgefunden.⁹⁵ Im Anschluss an Howards initiale Experimentreihe hat der Versuch einer Validierung der metarationalen Stabilitätskonzepte lange Zeit nur auf Basis der in Kapitel 2.3.1 vorgestellten historischen Konfliktsituationen stattgefunden, wobei auch in diesem Zusammenhang nur eine sehr begrenzte Anzahl dieser Konflikte diskutiert wurde und die Untersuchung historischer Konfliktsituationen wie thematisiert mit diversen Schwierigkeiten verbunden ist. Mit Ausnahme der im Folgenden beschriebenen experimentellen Untersuchung metarationaler Stabilitätskonzepte sind dem Verfasser dieser Arbeit keine weiteren experimentellen Studien bekannt.

Mann (2018) hat in seiner Arbeit die Forderungen Howards und anderer Autoren⁹⁶ nach weiteren experimentellen Untersuchungen aufgegriffen und erstmals in größerem Umfang den Versuch einer empirischen Überprüfung der grundlegenden Validität der zentralen Stabilitätskonzepte innerhalb der Conflict Analysis unternommen, wobei ausschließlich die individuellen Varianten der Stabilitätsdefinitionen berücksichtigt wurden (vgl. Mann, 2018, S. 81).⁹⁷ Dabei konnte eine „grundsätzliche prädiktive Qualität der verfügbaren Lösungskonzepte“ bestätigt werden: Mit Ausnahme weniger Datenpunkte waren alle Ergebnisse der experimentellen Untersuchung zumindest durch eines der metarationalen Stabilitätskonzepte erklärbar (Mann, 2018, S. 263). Die angenommene signifikant höhere Ergebniswahrscheinlichkeit SEQ-stabiler Zustände insbesondere gegenüber lediglich GMR-stabilen Zuständen – vgl. hierzu auch die Diskussion in Kapitel 2.2.2 – konnte hingegen nicht bestätigt werden. In einer weiterführenden Analyse konnte Mann (2018, S. 255 f.) jedoch zeigen, dass eine erhöhte Ergebniswahrscheinlichkeit GMR-stabiler Zustände in den Experimenten gerade dann vorliegt, wenn die GMR-Stabilität mit weiteren Eigenschaften wie der maximalen Gesamtauszahlung⁹⁸ und der Pareto-Effizienz zusammenfällt *und* die jeweiligen SEQ-stabilen Zustände nicht über diese zusätzlichen Eigenschaften verfügen. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang aber vor allem die Erkenntnis, dass sich „die Ergebnisse diesen Eigenschaften gegenüber nicht zufällig verteilen“ und sich die festgestellten Chancenunterschiede von Zuständen „vollständig den untersuchten Eigenschaften“ – ergänzt um die beim Design der experimentellen Untersuchung noch nicht berücksichtigte Gesamtauszahlung – zuordnen lassen (Mann, 2018, S. 255).

⁹⁵ Ein Großteil der in dieser Arbeit diskutierten Stabilitätskonzepte wurde auch erst im Anschluss an diese experimentelle Untersuchung entwickelt und darüber hinaus verfolgte Howard in erster Linie das Ziel, zu testen, inwiefern die vergleichsweise geringen Anforderungen an das Verhalten der Akteure innerhalb des GMR-Konzepts (*jedes* Verhalten der anderen Spieler ist erklärbar, vgl. Kapitel 2.2.2) möglicherweise noch immer zu restriktiv sein könnten; bspw. da auf Seiten des Abweichenden nur Verbesserungen zulässig sind.

⁹⁶ Vgl. bspw. Fraser und Hipel (1984, S. 237).

⁹⁷ Diese Arbeit ist innerhalb der gleichen Forschungsgruppe am Institut für Unternehmensführung des Karlsruher Instituts für Technologie entstanden.

⁹⁸ Mit Gesamtauszahlung ist die Summe der Auszahlungen über alle Spieler gemeint, wenngleich jeder Spieler ausschließlich seine Auszahlung erhält und „Side-Payments“ nicht gestattet sind bzw. waren.

2.3.3 Forschungslücke und Ziel der Arbeit

Zusammenfassend steht die äußerst begrenzte Verfügbarkeit empirischer Untersuchungen in einem starken Kontrast zu dem Anspruch der Conflict Analysis, empirisch validierte Stabilitätskonzepte zur Analyse realer Konfliktsituationen bereitzustellen. Dies ist insofern zunächst verwunderlich, da von Beginn an herausgestellt wurde, dass die Konzepte ausschließlich auf Basis einer empirischen Überprüfung beurteilt werden sollten.⁹⁹ Stattdessen lag der Fokus in den letzten Jahrzehnten sehr stark auf der Weiterentwicklung der Conflict Analysis, wobei zu keiner Zeit eine fundierte Überprüfung dieser neuen Stabilitätskonzepte stattfand und stattdessen der Mehrwert der jeweiligen Variante regelmäßig anhand lediglich einer hierzu geeigneten Konfliktsituation demonstriert wurde. Einerseits erlauben derart kleine „Stichproben“ keine belastbaren Schlussfolgerungen, andererseits existiert bei einer Beurteilung metarationaler Stabilitätskonzepte anhand realer Konfliktsituationen mit der möglichen Abweichung zwischen wahrgenommenen und modellierten Präferenzen eine weitere Fehlerquelle – experimentelle Untersuchungen in einer kontrollierten Umgebung erscheinen in diesem Kontext zielführender.

Zumindest im Bereich der individuellen Stabilitätskonzepte existiert mit der Arbeit von Mann (2018) erstmals eine breiter angelegte experimentelle Untersuchung der Lösungskonzepte, wobei die Ergebnisse in Anbetracht der Zielsetzung dieser Arbeit, empirisch belastbare Lösungskonzepte als Instrument zur Entscheidungsunterstützung in realen Konfliktsituationen zu identifizieren, durchaus ermutigend sind und einen vielversprechenden Ausgangspunkt für weitere empirische Studien darstellen. Gleichzeitig zeigt sich aber auch in dieser Arbeit, dass das regelmäßige Zusammenfallen verschiedener Zustandseigenschaften ohne ausreichende Varianz die Beurteilung und Abgrenzung der einzelnen metarationalen Stabilitätseigenschaften erschwert und eine *noch* stärkere Kontrolle dieser Parameter im Rahmen weiterer Untersuchungen sinnvoll erscheinen lässt.

Eine weitere mögliche Ursache für die geringe Verfügbarkeit experimenteller Studien könnte auch in der hohen Komplexität im Zusammenhang mit der Identifikation geeigneter Spiele liegen: Das Auffinden von Spielen mit einer zur Untersuchung der jeweiligen Fragestellung geeigneten Verteilung der Eigenschaften über die Zustände der Konfliktsituation ist keineswegs trivial und bereits bei $2 \times 2 \times 2$ -Spiele – dem minimalen Design, welches eine Untersuchung koalitionsärer Stabilitätskonzepte erlaubt – nicht ohne Computerunterstützung und dem Einsatz bisher nicht verfügbarer Algorithmen zu bewerkstelligen: Wie sich zeigen wird, ist innerhalb der mehr als 8 Billionen Varianten aller möglichen $2 \times 2 \times 2$ -Spiele¹⁰⁰ nur eine sehr überschaubare Anzahl an Spielen einer experimentellen Untersuchung in besonderem Maße zugänglich und eine zuverlässige Identifikation dieser Teilmenge erfordert die Analyse aller möglichen Spie-

⁹⁹ Vgl. auch die in Kapitel 2.1.3 beschriebene ursprüngliche Motivation Howards im Zusammenhang mit der Entwicklung der Theorie der Metaspiele.

¹⁰⁰ Bei strikt ordinaler und vollständiger Präferenzstruktur, siehe Kapitel 3.3.

le. Vor diesem Hintergrund kann eine Systematisierung dieser unübersichtlichen Spielmenge auf Basis eines zu erarbeitenden Sets relevanter Kriterien eine wertvolle Vorarbeit für weitere empirische Untersuchungen darstellen und entspricht deshalb dem eingangs beschriebenen Sekundärziel dieser Arbeit. Das Ergebnis dieses ersten Schrittes kann als eine Art „Selektionsschema“ zur Identifikation besonders geeigneter Spiele verstanden werden, welches auch über diese Arbeit hinaus die Beurteilung diverser Fragestellungen im Zusammenhang mit der Validität metarationaler Stabilitätskonzepte deutlich vereinfachen kann.

In einem zweiten Schritt ist das primäre Ziel der Arbeit, auf dieser Grundlage auch einen eigenen Beitrag im Rahmen der experimentellen Validierung metarationaler Stabilitätskonzepte zu leisten. Wie bereits thematisiert, sind in diesem Zusammenhang die in den letzten Jahren verstärkt diskutierten koalitionären Stabilitätskonzepte von besonderem Interesse: Für diese Varianten existieren bisher überhaupt keine empirischen Untersuchungen und damit haben Aussagen hinsichtlich eines möglichen Mehrwerts gegenüber den individuellen Varianten lediglich beispielhaften Charakter. Konkret soll in dieser Arbeit die Frage beantwortet werden, inwiefern koalitionäre Stabilitätskonzepte ein geeignetes Instrument für eine *belastbare Differenzierung* innerhalb der Menge der individuell stabilen Zustände sind und so ggf. eine weitere Eingrenzung der erwarteten Lösungsmenge ermöglichen.¹⁰¹ Im Fokus dieser Untersuchung steht dabei das Stabilitätskonzept CSEQ, welches wie in Kapitel 2.2.3 diskutiert einen logischen Ausgangspunkt für eine Betrachtung koalitionärer Stabilitätskonzepte darstellt: Das Stabilitätskonzept CGMR erklärt auf der Reaktionsseite jedes Verhalten anderer Spieler und die in der Konsequenz sehr umfassende Menge CGMR-stabiler Zustände stellt in der Praxis kaum eine relevante Unterstützung bei der Entscheidungsfindung dar. Varianten mit einer im Vergleich zu CSEQ höheren Weitsicht wie bspw. CSSEQ liegen hingegen vollständig innerhalb der Menge der CSEQ-stabilen Zustände und könnten zwar eine weitere Eingrenzung der Lösungsmenge über CSEQ hinaus ermöglichen – hierzu scheint es aber sinnvoll, zunächst die Validität des übergeordneten Stabilitätskonzepts CSEQ zu beurteilen. Im Rahmen der experimentellen Untersuchung findet aber in jedem Fall eine Kontrolle aller individuellen und koalitionären Stabilitätseigenschaften statt. Darüber hinaus werden die Erfahrungen und Erkenntnisse der Studie von Mann berücksichtigt und insbesondere die Gesamtauszahlung als weitere zu kontrollierende Eigenschaft mit aufgenommen.

¹⁰¹ Wie in Kapitel 2.2.3 erläutert, können Zustände theoretisch auch koalitionär, nicht aber individuell stabil sein. Tatsächlich zeigen diverse Voruntersuchungen, dass dies in der Praxis nur sehr selten der Fall ist, sodass die koalitionären Konzepte auch als Instrument zur Eingrenzung der Lösungsmenge innerhalb der individuell stabilen Zustände interpretiert werden können.

3 Hypothesenherleitung, Spielklassifizierung und -auswahl

In diesem Kapitel werden zunächst – auch unter Berücksichtigung der Erkenntnisse bisheriger empirischer Untersuchungen – weitere Zustandseigenschaften diskutiert, welche potenziell relevant bei der Prognose möglicher Konfliktausgänge sein könnten und entsprechend in der experimentellen Untersuchung zu berücksichtigen sind. Auf dieser Basis werden anschließend Hypothesen entwickelt, die insbesondere auf eine Beurteilung der Validität des koalitionsären metarationalen Stabilitätskonzepts CSEQ abzielen. Im letzten Schritt werden systematisch Spiele identifiziert, die eine Überprüfung dieser Hypothesen bei möglichst geringen „Störeinflüssen“ durch die eingangs beschriebenen und nicht im Fokus dieser Untersuchung stehenden potenziell konkurrierenden Eigenschaften ermöglichen.

3.1 Diskussion potenziell konkurrierender Zustandseigenschaften

Innerhalb der Conflict Analysis herrscht sehr stark die Auffassung vor, dass potenzielle Konfliktausgänge überwiegend auf Basis einer Stabilitätsbetrachtung erklärt werden können und damit im Kern eine Analyse möglicher Abweichungen und Reaktionen ausreichend ist.¹ Weitere spieltheoretische Konzepte und Eigenschaften werden hingegen weitgehend ausgeklammert. Damit wird implizit angenommen, dass deren Einfluss auf die Ergebnishäufigkeit eines Zustands im Vergleich zu den metarationalen Stabilitätskonzepten von nachrangiger Bedeutung ist. Zwar stellen die metarationalen Stabilitätskonzepte ein schlüssiges Konzept für eine Analyse dynamischer Konfliktsituationen dar, eine vollständige Vernachlässigung weiterer Eigenschaften ist jedoch nicht ohne Gefahr. Im Sinne einer konservativen Vorgehensweise werden im Rahmen dieser experimentellen Untersuchung deshalb auch weitere spieltheoretische Eigenschaften berücksichtigt, deren potenzielle Relevanz im Kontext dynamischer Konfliktsituationen empirisch nicht gesichert bzw. fragwürdig ist. In diesem Zusammenhang wird insbesondere sichergestellt, dass in den experimentell untersuchten Spielen keine Effektüberlagerung der verschiedenen Eigenschaften vorliegt; eine erschöpfende Beurteilung der Relevanz der im Folgenden diskutierten zusätzlichen Eigenschaften liegt ausdrücklich nicht im Fokus dieser Arbeit.

¹ Die einzelnen metarationalen Stabilitätskonzepte unterscheiden sich anschließend lediglich in der Art und Menge der berücksichtigten Reaktionen.

3.1.1 Pareto-Effizienz

Das Kriterium der Pareto-Effizienz geht auf die allgemeine Gleichgewichtstheorie zu Beginn des 19. Jahrhunderts zurück und wurde seither im Kontext diverser Theorien und Anwendungen aufgegriffen (vgl. Luc, 2008, S. 481 f.). Auch auf dem Gebiet der Spieltheorie existieren entsprechende Überlegungen und (empirische) Untersuchungen; bspw. wird Pareto-Effizienz regelmäßig innerhalb der Klasse der Koordinationsspiele – d.h. Spielen mit mehreren konkurrierenden Nash-Gleichgewichten in reinen Strategien – als ein mögliches differenzierendes Kriterium angeführt: Während es zunächst naheliegend erscheinen könnte, dass sich die Spieler in einer solchen Situation auf ein Pareto-effizientes Gleichgewicht „einigen“ können und somit alle Spieler besser gestellt werden, zeigen empirische Untersuchungen hingegen, dass auch diese Spiele nicht zuverlässig in Pareto-effiziente Zustände konvergieren (vgl. Camerer, 2011, S. 403). Dieser „Koordinationsfehler“ wird teilweise darauf zurückgeführt, dass die Spieler aufgrund ihrer Risikoaversität statt Pareto-effizienten Gleichgewichten risikodominante Gleichgewichte bevorzugen.² Eine solche Risikoaversität ist allerdings stark von der Konzeption der Koordinationsspiele als One-Shot-Game abhängig und verliert im Kontext dynamischer Konfliktsituationen mit der Möglichkeit weiterer Reaktionen an Bedeutung – womit sich der Fokus wieder in Richtung Pareto-Effizienz der Gleichgewichte verschiebt.

Eine weitere Überlegung in diesem Zusammenhang wäre das Argument „fairer Gleichgewichte“, welche mithilfe einer „gegenseitigen Unterstützung“ der Spieler erreicht werden können. Ein solches Verhalten ist durchaus zu beobachten und geht über die klassische Nutzenmaximierung einzelner Spieler hinaus (vgl. bspw. Rabin, 1993, S. 1281 ff.). Gerade im Umfeld politischer Konflikte scheint das Streben nach einer für alle Parteien besseren Lösung nicht abwegig und die im Rahmen dieser Konflikte in der Regel ausgeprägte Kommunikation könnte einen solchen Prozess begünstigen.³ Auch Blume und Ortmann (2007) kommen in einer Studie zu dem Ergebnis, dass Mitteilungen und Signale einen wichtigen Einfluss im Zusammenhang mit der Koordination auf ein Pareto-effizientes Gleichgewicht einnehmen können und eine Beurteilung der Relevanz dieses Kriteriums deshalb im Idealfall auch die Rolle der Kommunikation aufgreifen sollte.

Letztlich wäre eine erschöpfende Diskussion der möglichen Relevanz des Kriteriums Pareto-Effizienz im Kontext der dynamischen Konfliktsituationen in dieser Arbeit aber nicht zielführend: Auf Basis der bisherigen spieltheoretischen Forschung kann ein Einfluss dieses Kriteriums

² Das Konzept der Risikodominanz geht auf Harsanyi und Selten (1988) zurück und kann als alternatives Konzept zur Pareto-Effizienz im Rahmen der Gleichgewichtsselektion in Koordinationsspielen aufgefasst werden. Für weitere Ausführungen und empirische Untersuchungen vgl. Devetag und Ortmann (2007); Schmidt, Shupp, Walker und Ostrom (2003); Straub (1995).

³ Analog könnte argumentiert werden, dass für die im Fokus dieser Arbeit stehenden dynamischen Konfliktsituationen mit wirtschaftlichem Hintergrund derartige Koordinationsmechanismen deutlich weniger ausgeprägt sind und das zuverlässige Erreichen Pareto-effizienter Zustände in der Folge unwahrscheinlicher erscheint.

auf die Ergebnishäufigkeit eines Zustands nicht ausgeschlossen werden und insofern scheint es angebracht, die Pareto-Effizienz von Zuständen im Rahmen der experimentellen Untersuchung zu berücksichtigen.⁴

3.1.2 Gesamtauszahlung

Während im Bereich der kooperativen Spieltheorie die Frage der Aufteilung einer Auszahlung unter den beteiligten Spielern eine zentrale Rolle einnimmt (vgl. bspw. M. D. Davis & Maschler, 1963, S. 1), sollte die Summe der Auszahlungen über alle Spieler in dynamischen Konfliktsituationen im Sinne der nicht-kooperativen Spieltheorie kein relevantes Kriterium bei der Entscheidung über die eigene Strategiewahl darstellen. Vielmehr ist für nutzenmaximierende Spieler in Abwesenheit der Möglichkeit von Kompensationszahlungen ausschließlich die Höhe der eigenen Auszahlung relevant. Der Versuch einer Maximierung der globalen Auszahlung lässt sich hingegen – zumindest sofern das Spiel nicht mehrfach wiederholt wird⁵ – mit den Annahmen der nicht-kooperativen Spieltheorie nicht rechtfertigen.

Dennoch gelangte Mann (vgl. 2018, S. 176) im Rahmen seiner empirischen Untersuchung metarationaler Stabilitätskonzepte ex post zu der Erkenntnis, dass eine „stark auf Gesamtauszahlung fokussierte Perspektive der Experimentenehmer festgehalten werden“ kann. Diese Fokussierung auf eine maximale Gesamtauszahlung spiegelte sich nicht nur im Verhalten der Experimentenehmer wider, sondern wurde so auch explizit in den nach dem Experiment auszufüllenden Fragebögen genannt. In Verbindung mit einer konsequenten Überlappung bestimmter Stabilitätseigenschaften und der einzigen maximalen Gesamtauszahlung war eine kontrollierte Untersuchung des Einflusses der Stabilitätseigenschaften in der Konsequenz zumindest stellenweise nur noch eingeschränkt möglich. Wenngleich die Motivation für die Präferenz von Konfliktausgängen mit einer maximalen Gesamtauszahlung nicht abschließend beurteilt werden konnte – eine mögliche Erklärung wäre bspw. der Wunsch nach einem sozialen Verhalten gegenüber den anderen Experimentenehmern⁶ – wäre es in Anbetracht dieser Erkenntnisse fahrlässig, die Gesamtauszahlung als potenziell erklärendes Kriterium im weiteren Verlauf dieser Arbeit zu ignorieren. Entsprechend wird angestrebt, dass die erwarteten Konfliktausgänge in den untersuchten Spielen sich hinsichtlich der Summe der Auszahlungen nicht unterscheiden.

⁴ Verschiedene Studien kommen im Gegenteil zu dem Ergebnis, dass Pareto-Effizienz ein relevantes Kriterium bei der Prognose von Konfliktergebnissen sein kann (vgl. bspw. Mann, 2018).

⁵ Bei einer mehrfachen Wiederholung des Spiels könnte evtl. auf Basis einer Art Tit-for-Tat Strategie der Versuch der Maximierung der *eigenen* Auszahlung über mehrere Runden deckungsgleich mit einer Maximierung der Gesamtauszahlung je Runde sein: Die Spieler unterstützen sich jeweils alternierend beim Erreichen der individuell maximalen Auszahlung und sind so in Summe besser gestellt.

⁶ In diesem Fall läge die Vermutung nahe, dass die Akteure im Kontext wirtschaftlicher Konflikte eine deutlich geringere soziale „Verpflichtung“ gegenüber den anderen Akteuren wahrnehmen – der beschriebene Effekt wäre somit deutlich weniger stark ausgeprägt. Vgl. hierzu auch die umfangreiche Literatur zu Altruismus und Reziprozität: Ein Überblick findet sich z.B. in Piliavin und Charng (1990) und Krebs (1970); zu Altruismus im Kontext experimenteller Untersuchungen vgl. bspw. Fehr und Fischbacher (2003).

3.1.3 Induzierbarkeit

In der Literatur wird mit der sogenannten *Induzierbarkeit* von Gleichgewichten vereinzelt eine weitere Eigenschaft diskutiert, welche ebenfalls eine Differenzierung innerhalb der Menge der stabilen Zustände ermöglichen könnte. Fraser und Hipel (1984, S. 246) verzichten auf eine formale Definition dieser Eigenschaft, beschreiben aber die Situation, dass ein Spieler eine bestimmte Strategie wählt, welche ergänzt um die antizipierten rationalen Schritte der anderen Spieler in ein für den ersten Spieler präferiertes Gleichgewicht führen würde. Konkret ist das insbesondere dann der Fall, wenn die Strategien des so induzierten Gleichgewichts für die anderen Spieler jeweils beste Antworten auf die Strategie des ersten Spielers darstellen *und* dieses Gleichgewicht vom ersten Spieler gegenüber anderen Gleichgewichten bevorzugt wird. Gleichgewichte, die auf diese Weise „angesteuert“ werden können, könnten demnach möglicherweise mit einer höheren Häufigkeit das Ergebnis der Konfliktsituation werden.

Wenngleich die Idee induzierbarer Gleichgewichte bisher nach wie vor kaum Beachtung in der Literatur findet, kann ein derartiger sich aus der Spielstruktur ergebender Vorteil für einen Spieler sicherlich einen Einfluss auf den Konfliktverlauf und damit auch auf den Konfliktausgang haben; auch eine erste diesbezügliche Untersuchung von Mann (2018) bekräftigt diese These. Wie sich allerdings im Rahmen der Identifikation für eine experimentelle Untersuchung geeigneter Spiele in Kapitel 3.3 zeigen wird, führt eine Berücksichtigung der bisher diskutierten Kriterien wie Pareto-Effizienz in Kombination mit weiteren strukturellen Eigenschaften dazu, dass sich die Induzierbarkeit der Gleichgewichte in den ausgewählten Spielen nicht unterscheidet und diese Eigenschaft somit auch keine anderen Effekte überlagern kann.

3.2 Hypothesenherleitung

Unter Berücksichtigung der in Kapitel 2.3 identifizierten Forschungslücke zielen die in diesem Kapitel entwickelten Hypothesen in erster Linie auf eine Beurteilung der Relevanz metarationaler Stabilitätskonzepte mit einem Fokus auf deren koalitionäre Varianten ab. Die übergeordnete Frage ist dabei stets, inwiefern metarationale Stabilitätskonzepte die Ergebnisse in dynamischen Konflikten⁷ im Sinne einer positiven Theorie zu erklären vermögen und somit in der Praxis auch als Instrument zur Entscheidungsunterstützung bei der Ex-Ante-Prognose von Konfliktausgängen eingesetzt werden können.

Der originäre Anspruch der Theorie der Metaspiele besteht darin, mithilfe der metarationalen Stabilitätskonzepte *alle* möglichen Konfliktausgänge zu erklären (vgl. Kapitel 2.1.3); dieser Anspruch spiegelt sich auch stark in den dem Stabilitätskonzept GMR zugrunde liegenden Verhaltensannahmen wider. Streng ausgelegt müssten etwaige Hypothesen zur Überprüfung dieser Konzepte entsprechend *deterministisch* formuliert werden (z.B. „*Dynamische Spiele enden in SEQ-stabilen Zuständen*“) Tatsächlich wäre das aus mehreren Gründen wenig zielführend: Zunächst sind ungeachtet der Prognosegüte eines Lösungskonzepts selbst in einer kontrollierten Laborumgebung mit einem ausgeprägten gemeinsamen Verständnis der Spielsituation aller Teilnehmer einzelne Ausreißer zu erwarten, die in der Konsequenz auch isoliert zu einer Falsifizierung der entsprechenden Hypothesen führen würden.⁸ Vor allem wären deterministische Hypothesen aber auch inhaltlich problematisch, da auf diese Art systematisch Stabilitätskonzepte mit einer sehr umfassenden Menge stabiler Zustände „bevorzugt“ werden würden – und damit potenziell genau diejenigen Konzepte gut abschneiden, die in der Praxis mangels ausreichender Eingrenzung des möglichen Lösungsraums kaum eine sinnvolle Unterstützung bei der Entscheidungsfindung leisten können.⁹

Vor dem Hintergrund der Motivation dieser Arbeit, die Akzeptanz spieltheoretischer Modelle als Instrument zur Entscheidungsunterstützung im Rahmen realer Fragestellungen zu erhöhen, bietet sich stattdessen eine alternative Formulierung an: Das Ziel dieser empirischen Untersuchung liegt darin, die Relevanz von Stabilitätskonzepten zu beurteilen, die aufgrund schärferer Restriktionen an das Verhalten der Spieler einzelne Zustände stärker als möglichen Konfliktausgang herausstellen *und* zu belastbaren Ergebnissen führen. Belastbar bedeutet in diesem Sinne, dass die prognostizierten Ergebnisse statistisch signifikant mit den beobachtbaren Ergebnissen übereinstimmen; die im Folgenden entwickelten Hypothesen müssen demzufolge *probabilistischer* Natur sein.

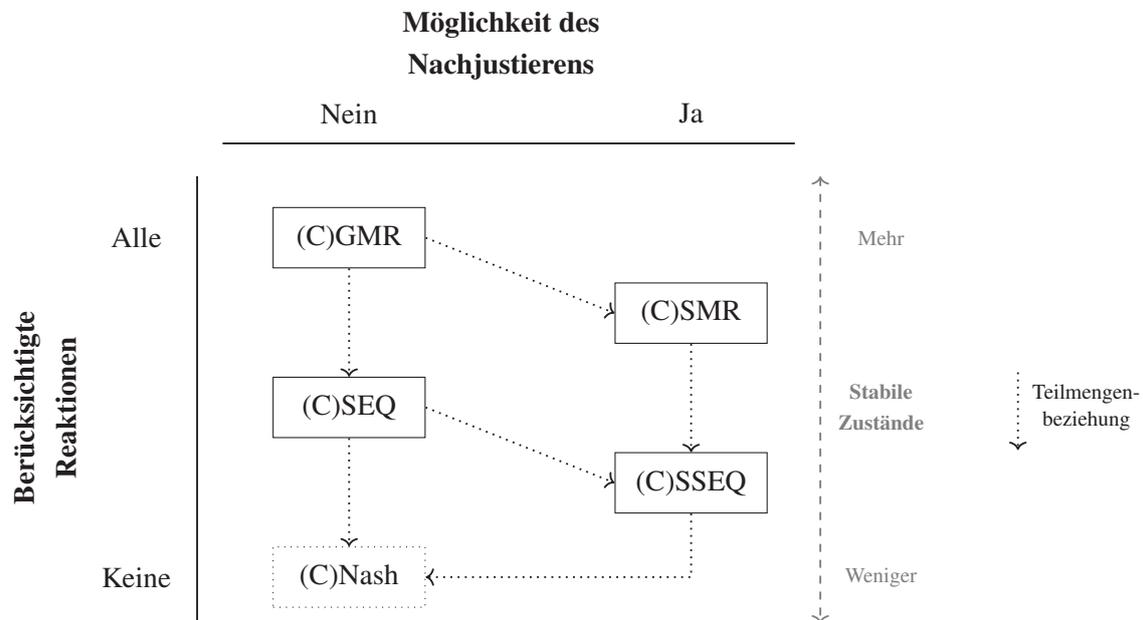
⁷ Gemeint sind hier dynamische Konfliktsituationen im Sinne dieser Arbeit, vgl. Kapitel 2.1.1.

⁸ Ein solcher Ausreißer müsste nicht einmal eine Folge inhaltlich abweichender Überlegungen des Spielers sein, sondern könnte bspw. auch auf eine einzelne für die Beurteilung eines Stabilitätskonzepts irrelevante und durch den Teilnehmer nicht kommunizierte fehlerhafte Bedienung der Experimentplattform zurückzuführen sein.

⁹ Im Extremfall wäre die einzige nicht falsifizierbare Hypothese, dass ein beliebiger Zustand das Ergebnis eines dynamischen Konflikts werden kann. Ein solches Konzept wäre in der Praxis jedoch ohne jeden Wert.

3.2.1 Zentrale Hypothesen

Abbildung 3.1 zeigt einleitend die Unterschiede der Stabilitätskonzepte entlang der Dimensionen *berücksichtigte Reaktionen* bzw. *Möglichkeit des Nachjustierens* auf und verdeutlicht deren Auswirkung auf die Menge der stabilen Zustände und somit auf die Menge der durch das jeweilige Konzept erklärbaren Konfliktausgänge.



Quelle: Eigene Darstellung.¹⁰

Abbildung 3.1: Zusammenfassende Darstellung metarationaler Stabilitätskonzepte

Zwar umfasst diese Darstellung zehn konkurrierende Varianten metarationaler Stabilitätskonzepte, in Anbetracht der Zielsetzung dieser Arbeit reduziert sich die Zahl der für eine experimentelle Untersuchung potenziell interessanten Stabilitätskonzepte bei einer genaueren Betrachtung jedoch deutlich: Zunächst sind die beiden Lösungskonzepte Nash und CNash lediglich als Referenz zu verstehen; das vollständige Ausblenden möglicher Reaktionen charakterisiert das Entscheidungsverhalten der Akteure in dynamischen Konfliktsituationen mit sequenzieller Zugstruktur nur unzureichend.¹¹ Die Stabilitätskonzepte (C)GMR berücksichtigen wie bereits erläutert im Gegensatz dazu jedes mögliche Verhalten der anderen Spieler als potenzielle Sanktion und führen in der Konsequenz zu einer sehr umfassenden Menge prognostizierter

¹⁰ Die Teilmengebeziehungen gelten sowohl innerhalb der individuellen als auch innerhalb der koalitionsvarianten Varianten der Stabilitätskonzepte, nicht jedoch übergreifend – vgl. hierzu auch die Darstellung der Mengenbeziehung in Abbildung 2.9.

¹¹ Offensichtlich wurden die beiden Lösungskonzepte Nash und CNash auch nie für eine Anwendung bei der Analyse dynamischer Konflikte entwickelt. Übertragen auf das Verhalten der Spieler würde das schlicht bedeuten, dass jeder Spieler solange alle Verbesserungen spielt, bis kein Spieler mehr über weitere Verbesserungen verfügt.

Konfliktausgänge. Diese extreme Form der Risikoaversität ist einerseits wohl kaum als realistische Verhaltensannahme zu rechtfertigen und führt andererseits dazu, dass dieses Konzept bei der Analyse realer Konfliktsituationen nur äußerst eingeschränkt zu zusätzlichen Erkenntnissen führen kann. Gleiches gilt entsprechend auch für die Stabilitätskonzepte (C)SMR, welche im Kern auf den identischen Verhaltensannahmen wie (C)GMR beruhen und dies lediglich durch die Möglichkeit eines ergänzenden Schritts des abweichenden Spielers zu kompensieren versuchen.

Das Stabilitätskonzept SEQ beschränkt die Menge der berücksichtigten Reaktionen hingegen auf solche, die für die reagierenden Spieler auch selbst eine Verbesserung darstellen und damit glaubwürdig wären – eine Verhaltensannahme, die im Kontext realer Konfliktsituationen insbesondere mit wirtschaftlichem Hintergrund einerseits plausibel erscheint und die aufgrund der damit einhergehenden Eingrenzung der Lösungsmenge andererseits auch zu einem höheren Erkenntnisgewinn bei der Analyse dieser Konfliktsituationen führen kann. Auch in der Literatur ist zunehmend eine Fokussierung auf diese Stabilitätsdefinition zu erkennen und diverse Arbeiten bekräftigen die Eignung des Stabilitätskonzepts SEQ als Instrument zur Entscheidungsunterstützung in realen Konfliktsituationen (vgl. Diskussion metarationaler Stabilitätskonzepte in Kapitel 2.2.2). Das individuelle Stabilitätskonzept SEQ scheint somit zunächst ein geeigneter Ausgangspunkt für die experimentelle Untersuchung in dieser Arbeit darzustellen und entsprechend kann die erste Hypothese wie folgt formuliert werden:¹²

Hypothese 1 (H1) \Rightarrow SEQ-stabile Zustände werden häufiger das Ergebnis in dynamischen Konflikten als nicht SEQ-stabile Zustände.

Wie in Abbildung 3.1 dargestellt, bildet die Stabilitätsdefinition SEQ die Grundlage für die drei Derivate SSEQ, CSEQ und CSSEQ. Die Konzepte (C)SSEQ basieren wie bereits diskutiert analog zu dem Stabilitätskonzept SMR auf inkonsistenten Verhaltensannahmen; so existiert bisher keine schlüssige Begründung, weshalb der abweichende Spieler auf die erste Abweichung mögliche Reaktionen berücksichtigt, im Rahmen des Nachjustierens im zweiten Schritt hingegen analog zur Stabilitätsdefinition Nash weitere Reaktionsmöglichkeiten der anderen Spieler ausblendet. Darüber hinaus kommt auch Mann (vgl. 2018, S. 257) in einer ersten empirischen Untersuchung zu dem Ergebnis, dass SSEQ-Stabilität in Abgrenzung zu lediglich SEQ-stabilen Zuständen „keinen signifikanten Einfluss auf die relativen Ergebnischancen“ hat. Vor diesem Hintergrund einer in sich widersprüchlichen Stabilitätsdefinition und fehlender Anhaltspunkte für eine Relevanz bei der Prognose von Konfliktausgängen erscheinen weitere experimentelle

¹² Eine erste experimentelle Untersuchung der individuellen Stabilitätsdefinition SEQ wurde bereits von Mann (2018) durchgeführt (vgl. Kapitel 2.3.2), die angesprochene Kongruenz mehrerer Eigenschaften in dieser Untersuchung – insbesondere GMR-Stabilität und maximale Gesamtauszahlung – beeinträchtigte jedoch eine abschließende Interpretation der Ergebnisse. Wenngleich der Fokus in dieser Arbeit auf einer Abgrenzung der individuellen und koalitionalen Stabilitätskonzepte liegt, kann mit dieser ersten Hypothese auch im Rahmen der Beurteilung der individuellen SEQ-Variante ein weiterer Beitrag geleistet werden.

Untersuchungen des Stabilitätskonzepts SSEQ zu diesem Zeitpunkt von nachrangiger Bedeutung.

Interessant erscheint hingegen das koalitionäre Stabilitätskonzept CSEQ, welches sich von der individuellen Variante SEQ ausschließlich durch die Möglichkeit koalitionärer Schritte sowohl auf Seite der abweichenden als auch der reagierenden Spieler unterscheidet: Ein solches Verhalten könnte in diversen Situationen ein adäquates Abbild strategischer Überlegungen der Entscheidungsträger darstellen; auch in der Literatur sind verschiedene überzeugende Beispiele zu finden (vgl. bspw. Inohara & Hipel, 2008a, S. 344). Vor diesem Hintergrund ist nur bedingt nachvollziehbar, dass nach wie vor keine einschlägigen empirischen Untersuchungen dieser in der Literatur zunehmend propagierten Konzepte existieren. Eine erste Beurteilung der Relevanz koalitionärer Stabilitätskonzepte und insbesondere der koalitionären Variante der SEQ-Definition kann demnach ein wertvoller Beitrag im Rahmen der weiteren akademischen Diskussion darstellen. Dabei liegt aufgrund der erweiterten Handlungsmöglichkeiten der Spieler – welche aus diversen Beobachtungen des Entscheidungsverhaltens in realen Konfliktsituationen abgeleitet wurden – die Vermutung nahe, dass die koalitionäre Variante CSEQ im Vergleich zu der individuellen Variante SEQ „besser“ bei der Prognose der Konfliktausgänge abschneidet. Die zentrale Hypothese dieser Arbeit lautet damit:

Hypothese 2 (H2) \Rightarrow CSEQ-stabile Zustände werden häufiger das Ergebnis in dynamischen Konflikten als lediglich SEQ-stabile Zustände.¹³

3.2.2 Begleitende Hypothesen

Wenngleich koalitionäre Stabilitätskonzepte ein vielversprechender Ansatz bei der Analyse realer Konfliktsituationen darstellen können, sind die „kombinierten“ Schritte mehrerer Spieler zweifellos komplexer zu durchblicken als die einseitigen Strategieanpassungen innerhalb der individuellen Stabilitätskonzepte. Zwar basiert auch die koalitionäre SEQ-Variante konzeptionell analog zur individuellen SEQ-Variante auf einer Weitsicht von zwei Schritten (Abweichung und Reaktion), die einzelnen Schritte können aber wiederum aus mehreren Teilschritten bestehen. Da es sich bei diesen Teilschritten nicht um koordinierte im Sinne von abgesprochene Abweichungen handelt, wäre aus der Perspektive des initial abweichenden Spielers bereits der ergänzende Teilschritt eines zweiten Spielers eine Art Reaktion, die antizipiert werden müsste – wobei die eigentliche Prüfung auf mögliche Sanktionen erst in der folgenden „echten“ Reak-

¹³ Aus dieser Formulierung könnte abgeleitet werden, dass CSEQ-stabil eine Art besondere Stabilität darstellt, die über die Stabilität von SEQ hinausgeht. Wie in Kapitel 2.2.3 erläutert, muss CSEQ nicht zwangsläufig eine Teilmenge der SEQ-stabilen Zustände sein – tatsächlich ist das aber regelmäßig der Fall und darüber hinaus ist die Menge der CSEQ-stabilen Zustände fast ausnahmslos (deutlich) kleiner als die Menge der SEQ-stabilen Zustände (basierend auf den Erkenntnissen diverser Voruntersuchungen, auch im Rahmen der Analyse historischer Konfliktsituationen, vgl. Kapitel 2.3.1).

tionsprüfung stattfindet.¹⁴ Konkret müsste bspw. ein Spieler, der nach einer eigenen Preiserhöhung wiederum auf eine Preiserhöhung eines anderen Spielers spekuliert, zusätzlich zu dieser Analysetiefe von zwei Schritten anschließend noch die möglichen Reaktionen der verbleibenden Spieler abschätzen.

Vor dem Hintergrund dieser erforderlichen teilweise komplexeren Überlegungen seitens der Spieler liegt die Vermutung nahe, dass die tatsächlichen Konfliktausgänge mit zunehmendem Verständnis der Spielsituation besser durch das Stabilitätskonzept CSEQ erklärt werden können. Trotz ausführlicher Instruktionen und Einarbeitungszeit im Rahmen einer experimentellen Untersuchung ist dabei zu erwarten, dass sich ein solches besseres Verständnis der Spielsituation erst während des Experiments – d.h. im Verlauf zusätzlicher Wiederholungen desselben Spiels – einstellt. Die mehrfache Wiederholung eines Spiels – welche so in realen Situationen in der Regel nicht erfolgt – ist dabei nicht als Voraussetzung für die Validität der koalitionsstabilen Konzepte zu betrachten. Vielmehr ist davon auszugehen, dass in einer realen Konfliktsituation ein weitaus umfangreicheres Situationsverständnis seitens der beteiligten Akteure vorliegt, da die jeweiligen Entscheidungen teilweise von großer Tragweite sind und der zugrunde liegende Konflikt über einen längeren Zeitraum entstanden bzw. zumindest in den Köpfen der Entscheidungsträger präsent ist. Im Rahmen einer experimentellen Untersuchung mithilfe einer den Spielern bis zum Beginn des Experiments unbekanntes Spielsituation muss sich ein tieferes Verständnis hingegen erst entwickeln.

Entsprechend ist folgende Hypothese aufzustellen, wobei eine Bestätigung dieser Hypothese ggf. auch ein interessanter Anknüpfungspunkt für weitere Untersuchungen zum Situationsverständnis der Akteure in realen Konfliktsituationen darstellen kann:

Hypothese 3.1 (H3.1) \Rightarrow Die Ergebnishäufigkeit CSEQ-stabiler Zustände nimmt bei mehrfacher Wiederholung eines dynamischen Konflikts zu.

Die Hypothese 3.1 beruht auf der Annahme, dass der zugrunde liegende Lernprozess spielerindividuell und damit ohne externe oder spielerübergreifende Einwirkungen verläuft, die über die Beobachtung des Spielverlaufs bzw. des Verhaltens der anderen Spieler hinausgehen. In diesem Zusammenhang ist es naheliegend, dass die Möglichkeit der Kommunikation zwischen den einzelnen Spielern den Lernprozess durch den Austausch individueller Erkenntnisse beschleunigen kann und der in Hypothese 3.1 beschriebene Effekt somit deutlicher erkennbar ist. Darüber hinaus wäre es auch vorstellbar, dass die Möglichkeit der Kommunikation einen Lernprozess überhaupt erst ermöglicht und somit eine Voraussetzung für diesen darstellt. In beiden Fällen kann die entsprechende Hypothese wie folgt formuliert werden, wobei „verstärken“ in diesem Zusammenhang auch bedeuten kann, dass ein ohne Kommunikationsmöglichkeit nicht

¹⁴ Theoretisch würde das Stabilitätskonzept CSEQ auch kombinierte Abweichungen und Reaktionen von mehr als zwei Spielern erlauben, wodurch sich die Zahl der zu antizipierenden Schritte weiter erhöhen würde.

oder nicht nachweisbar vorhandener Lerneffekt durch die Einführung einer Kommunikationsmöglichkeit überhaupt erst entsteht:

Hypothese 3.2 (H3.2) \Rightarrow Die Möglichkeit einer Kommunikation zwischen den Spielern verstärkt den in Hypothese 3.1 beschriebenen Effekt.

Unabhängig von den Voraussetzungen und der Geschwindigkeit eines solchen Lernprozesses wäre aber in jedem Fall zu erwarten, dass die Spieler nach dem erstmaligen Erreichen eines CSEQ-stabilen Zustands in weiteren Wiederholungen desselben Spiels den Konflikt ebenfalls in einem CSEQ-stabilen Zuständen beenden werden. Ein CSEQ-stabiler Zustand ist dabei nicht als „besserer“ Zustand und damit als besonders erstrebenswert zu verstehen, sondern vielmehr durch die Eigenschaft charakterisiert, dass die Spieler alle ihnen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten ausgeschöpft haben – inklusive kombinierter Schritte. Daraus kann folgende weitere begleitende Hypothese abgeleitet werden:

Hypothese 4 (H4) \Rightarrow Nach dem Erreichen eines CSEQ-stabilen Zustands in einer vergangenen Wiederholung eines dynamischen Konflikts werden CSEQ-stabile Zustände häufiger das Ergebnis als in Wiederholungen, in denen die beteiligten Spieler zuvor kein Spiel im CSEQ-stabilen Zustand beendet haben.

Zusammenfassend ist das Stabilitätskonzept CSEQ in den Augen des Verfassers dieser Arbeit ein schlüssiges und inhaltlich interessantes Konzept. Gleichzeitig wird aber deutlich, dass die dem Konzept zugrunde liegende strategische Tiefe des Entscheidungsverhaltens höhere Anforderungen an die Akteure stellt, als dies bspw. bei den nicht-koalitionären Varianten SEQ und GMR der Fall ist. Somit ist initial fraglich, ob und inwiefern die Spieler diesen Anforderungen gerecht werden können. Eine gewisse Skepsis und damit verbunden eine defensive Vorgehensweise bei der Beurteilung der Relevanz dieses Stabilitätskonzepts scheint vor diesem Hintergrund angebracht und entsprechend wurden auch alle Hypothesen so formuliert, dass sie ggf. klar falsifizierbar sind.

3.3 Systematisierung der Menge aller 2x2x2-Spiele und Spielauswahl

Strategisches Verhalten ist gewöhnlich stark von der Struktur der Entscheidungssituation geprägt und während verschiedene Aspekte in der Realität oft schwer zu beobachten bzw. zu kontrollieren sind, bieten experimentelle Untersuchungen in diesem Zusammenhang einen entscheidenden Vorteil (vgl. Crawford, 2002, S. 2). Dieser Vorteil lässt sich jedoch nur dann in einen Erkenntnisgewinn überführen, wenn eine wohlüberlegte Versuchsanordnung eine zielgerichtete Überprüfung der zugrunde liegenden Konzepte respektive der aufgestellten Hypothesen ermöglicht. Ein zentraler Bestandteil der Versuchsanordnung in dieser Arbeit ist die Identifikation geeigneter Spielsituationen, wobei einerseits die Voraussetzungen für belastbare Schlussfolgerungen in der Analysephase geschaffen werden müssen und andererseits die Komplexität der Entscheidungssituation dem begrenzten Zeitrahmen einer experimentellen Laboruntersuchung angemessen sein muss.¹⁵

In diesem Kapitel werden zunächst allgemeine Anforderungen an die Spielsituation beschrieben und im Anschluss systematisch ein Klassifikationsschema erarbeitet, das einerseits die Untersuchung der spezifischen Fragestellung dieser Arbeit ermöglicht und andererseits einfach auf die Identifikation von Spielsituationen für eine Untersuchung abweichend gelagerter Fragestellungen im Kontext metarationaler Stabilitätskonzepte übertragbar ist. Auf Basis dieses Klassifikationsschemas erfolgt anschließend die Analyse aller Spielsituationen und zuletzt die Auswahl geeigneter Spiele für die folgende experimentelle Untersuchung.

3.3.1 Allgemeine Strukturanforderungen

Eine Untersuchung koalitionärer Stabilitätskonzepte setzt offensichtlich eine Spielsituation mit mindestens drei Spielern voraus, ansonsten fallen die koalitionären und individuellen Konzepte entweder zusammen (Abweichung und Reaktion bestehen jeweils aus einem Schritt eines Spielers) oder die Reaktionsprüfung entfällt (nach einem gemeinsamen Schritt der beiden Spieler).¹⁶ Damit entspricht die Struktur der kleinsten geeigneten Spielsituation, in welcher jeder Spieler auch tatsächlich eine Wahl zwischen verschiedenen Strategien hat und damit am Spiel „teilnimmt“, der eines 2x2x2-Spiels. Gleichzeitig erscheint der daraus resultierende Zustandsraum

¹⁵ Die Experimententeilnehmer beschäftigen sich im Gegensatz zu realen Entscheidungsträgern nicht bereits seit längerer Zeit mit der jeweiligen strategischen Fragestellung und müssen die Komplexität der Entscheidungssituation während des Laborexperiments erfassen und entsprechend handeln. Ein fehlendes Verständnis der Spielsituation führt zu möglicherweise unzureichend begründeten Entscheidungen, welche wiederum eine ungeeignete Grundlage für die Bewertung der Stabilitätskonzepte für reale Konfliktsituationen darstellen.

¹⁶ In diesem Zusammenhang ist keine Entscheidung für eine der beiden Varianten erforderlich: Vielmehr fallen die Konzepte bei der Analyse der 1-Spieler-Koalitionen zusammen und bei der Analyse der 2-Spieler-Koalitionen entfällt die innerhalb der metarationalen Stabilitätskonzepte zentrale Reaktionsprüfung mangels weiterer Spieler. In keinem Fall kann jedoch eine gemeinsame Abweichung durch mindestens zwei Spieler existieren, welche wiederum weitere Reaktionen prüfen müssen.

von acht Zuständen einem Laborexperiment insofern zugänglich, als dass die damit verbundene Komplexität der Entscheidungssituation von den Teilnehmern ohne Weiteres zu bewältigen sein sollte.¹⁷ Eine Erweiterung der Spielstruktur wäre ggf. dann in Erwägung zu ziehen, wenn innerhalb der Menge aller 2x2x2-Spiele keine geeigneten Spielsituationen zur Untersuchung der aufgestellten Hypothesen identifiziert werden können; im konkreten Fall war das jedoch nicht erforderlich, sodass im weiteren Verlauf der Fokus auf 2x2x2-Spielen liegt.¹⁸

Grundsätzlich ermöglichen alle metarationalen Stabilitätskonzepte auch eine Analyse von Konfliktsituationen, in denen Spieler indifferent zwischen verschiedenen Zuständen sein können.¹⁹ Darüber hinaus existieren wie in Kapitel 2.2.4 erläutert zusätzlich Varianten, die eine Analyse realer Konfliktsituationen auch mit (teilweise) unsicheren Präferenzrelationen ermöglichen. Fehlende Informationen und eine daraus resultierende Unsicherheit in den Präferenzordnungen der Spieler sind bei der Modellierung realer Konfliktsituationen ohne Zweifel ein relevanter Aspekt und rechtfertigen weitere Untersuchungen der Auswirkungen auf die Prognosequalität der Lösungskonzepte. Die damit einhergehende zusätzliche Komplexität würde eine Bewertung der koalitionsären Stabilitätskonzepte aber weiter erschweren und vor dem Hintergrund nicht existenter bisheriger Untersuchungen scheint es angezeigt, die Validität dieser Konzepte zunächst in einer klar umrissenen Situation mit einer eindeutigen Präferenzordnung zu testen. Entsprechend sind die untersuchten Spiele alle durch eine **strikt ordinale** und **vollständige Präferenzordnung** gekennzeichnet: Für jeden Spieler werden die acht Zustände eines 2x2x2-Spiels mit einer ganzzahligen und eindeutigen Punktzahl zwischen 1 und 8²⁰ versehen, welche im Experiment über einen Wechselkurs direkt mit der Auszahlung korreliert.²¹

Ein weiterer Aspekt bei der Modellierung realer Konfliktsituationen ist die Reversibilität bestimmter Aktionen; bspw. wäre der Verkauf einer Unternehmenssparte eine Strategieanpassung, welche typischerweise – zumindest kurzfristig – nicht mehr rückgängig gemacht werden kann. Während auch diese Struktureigenschaften ohne Weiteres abgebildet werden können, erscheint das in einem Spiel mit nur zwei Strategien je Spieler wenig sinnvoll und könnte dazu führen,

¹⁷ Die Korrektheit dieser Annahme wird im Rahmen der experimentellen Untersuchung selbstverständlich weiter thematisiert bzw. überprüft – bspw. im Rahmen der Initialisierungsphase des Experiments und auf Basis der Angaben in dem von den Teilnehmern nach Abschluss des Experiments auszufüllenden Fragebogen.

¹⁸ Der Prozess zur Identifikation geeigneter Spiele wurde so konzipiert, dass grundsätzlich auch umfangreichere Spielstrukturen analysiert werden können. In diesem Zusammenhang ist aber in jedem Fall die rapide zunehmende Komplexität der Entscheidungssituation zu berücksichtigen (3x2x2 = 12 Zustände, 3x3x2 = 18 Zustände und 3x3x3 = 27 Zustände).

¹⁹ In diesem Zusammenhang ist lediglich zu spezifizieren, ob eine Reaktion in einen für den abweichenden Spieler indifferenten Zustand als Sanktion aufgefasst wird oder nicht (vgl. bspw. Xu et al., 2007, S. 1765).

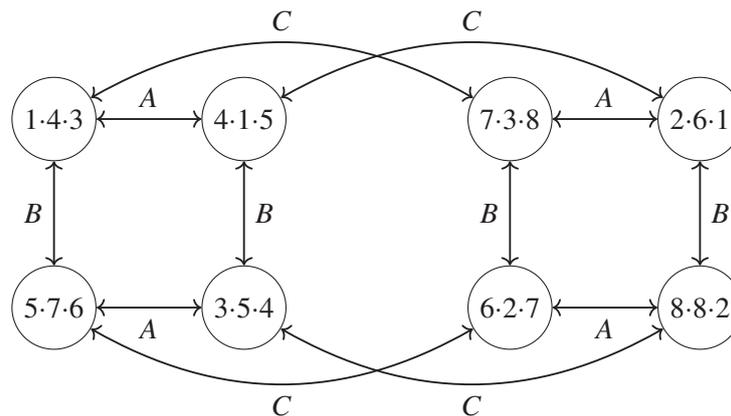
²⁰ Diese Punktzahl könnte auch als kardinale Präferenzordnung interpretiert werden. Zentral ist an dieser Stelle lediglich, dass während des Spiels für die Spieler eine hohe Transparenz hinsichtlich „besseren“ und „schlechteren“ Zuständen im Sinne einer ordinalen Präferenzordnung herrscht – eine Punktzahl ermöglicht in diesem Kontext eine rasche Einschätzung und kann auch als Rangfolge interpretiert werden.

²¹ Somit kann auch eine transitive Präferenzordnung angenommen werden, wenngleich das keine Voraussetzung für die Anwendung metarationaler Stabilitätskonzepte darstellt (vgl. Li, Hipel et al., 2004, S. 507 ff.).

dass ein Spieler vorzeitig nicht mehr am Spiel „teilnehmen“ darf. In der Konsequenz werden alle Spiele mit einer **symmetrischen Transitionsmatrix** modelliert, d.h. Strategieanpassungen haben keinen Einfluss darauf, welche Aktionen im weiteren Verlauf des Spiels gewählt werden können. Letztendlich wäre auch nicht zu erwarten, dass eine auf bisherige Aktionen bedingte Reduktion des Handlungsspielraums für eine Untersuchung der Validität metarationaler Stabilitätskonzepte von besonderer Relevanz sein könnte.²²

Über die formalen Strukturanforderungen hinausgehend kann auch die Wahrnehmung bzw. Interpretation der Konfliktsituation seitens der Spieler ein entscheidender Faktor sein. In diesem Zusammenhang ist wichtig, dass die Spielsituation im Experiment frei von inhaltlichen Attributen ist, sodass keine Überlegungen angestellt werden können, die nicht ausschließlich auf der zu erreichenden Punktzahl basieren. Konkret sind Spielernamen, Strategiebezeichnungen, etc. lediglich alphabetisch aufsteigend zu indexieren und nicht zu benennen.

Die folgende Abbildung 3.2 zeigt exemplarisch ein $2 \times 2 \times 2$ -Spiel in GMCR-Form, das die beschriebenen *allgemeinen* Strukturanforderungen erfüllt. Darauf aufbauend werden im nächsten Schritt *spezifische* Anforderungen definiert, die eine gezielte Untersuchung der koalitionsären Stabilitätskonzepte ermöglichen.



Quelle: Eigene Darstellung – Punktzahl je Spieler innerhalb der Knoten.

Abbildung 3.2: $2 \times 2 \times 2$ -Spiel unter Berücksichtigung der allgemeinen Strukturanforderungen in GMCR-Form

3.3.2 Entwicklung eines Klassifikationsschemas

Aus den in Kapitel 3.3.1 beschriebenen Anforderungen an die Spielstruktur geht gleichzeitig hervor, dass sich die daraus resultierenden Spiele ausschließlich in der Verteilung der ganz-

²² Relevant wäre in diesem Zusammenhang lediglich, inwiefern die Irreversibilität bestimmter Aktionen allgemein bekannt ist bzw. identisch eingeschätzt wird – der grundsätzliche Ablauf der Stabilitätsanalyse und die zugrunde liegenden Verhaltensannahmen sind hingegen unverändert.

zahligen und je Spieler eindeutigen Punktzahlen resp. der Auszahlungen unterscheiden (strikt ordinale Präferenzen). Bei drei Spielern und acht Zuständen entspricht dies kombinatorisch zunächst $8! \times 8! \times 8! \approx 6,55 \cdot 10^{13}$ Möglichkeiten – wobei auf diese Art Duplikate entstehen, die sich lediglich aus einem Tausch der Spieler- bzw. Strategiebezeichnungen eines anderen Spiels ergeben.²³ Die (aufwändige) Analyse dieser inhaltlich identischen Spiele wäre wenig zielführend und kann teilweise vereinfacht werden, indem die Punktzahl „1“ für den ersten Spieler in einem Zustand gesetzt wird – die Anzahl der Möglichkeiten reduziert sich entsprechend um den Faktor 8 auf $7! \times 8! \times 8! \approx 8,19 \cdot 10^{12}$.

Innerhalb dieser noch immer sehr mächtigen Menge gilt es in einem ersten Schritt Spiele zu identifizieren, die einer Untersuchung bestimmter metarationaler Stabilitätseigenschaften in besonderem Maße zugänglich sind. Hierzu werden in diesem Kapitel zunächst *Selektionskriterien* entwickelt, welche grundlegende Anforderungen an diese Spiele beschreiben; die konkrete Fokussierung auf eine Untersuchung bestimmter metarationaler Stabilitätskonzepte bleibt zunächst noch offen. Diese erste Phase des Klassifikationsschemas – welche gleichzeitig einen Anknüpfungspunkt für die Untersuchung alternativer Fragestellungen darstellt – wird in einem zweiten Schritt für eine Untersuchung des koalitionsären Stabilitätskonzepts CSEQ konkretisiert und um weitere Phasen zur Gruppierung bzw. Reduktion der identifizierten Spiele ergänzt.²⁴

Aus den bisherigen Ausführungen in dieser Arbeit und insbesondere aus der Diskussion in Kapitel 3.1 ergibt sich, dass über die Stabilitätseigenschaften hinaus auch weitere Eigenschaften eine wichtige Rolle bei der Prognose von Konfliktausgängen spielen können. Kriterien wie Pareto-Effizienz oder maximale Gesamtauszahlung stehen jedoch ausdrücklich nicht im Fokus dieser Arbeit und können eine Untersuchung metarationaler Stabilitätskonzepte erschweren – gleichzeitig existiert in jedem Spiel sowohl mindestens ein Pareto-effizienter Zustand als auch mindestens ein Zustand mit der maximalen Gesamtauszahlung.²⁵ Vor diesem Hintergrund scheint es zweckdienlich, den Zustandsraum in einem Spiel zunächst in die beiden Teilmengen **FOKUS** und **REST** aufzusplitten: Während FOKUS-Zustände alle über diese *Basiseigenschaften* (Pareto-Effizienz und maximale Gesamtauszahlung) verfügen, trifft auf die REST-Zustände keine dieser Eigenschaften zu. Konkret sind somit FOKUS-Zustände dadurch gekennzeichnet, dass sie sowohl Pareto-effizient sind als auch mit der (identischen) maximalen Gesamtauszahlung zusammenfallen. Analog darf kein REST-Zustand Pareto-effizient sein und die (ansonsten

²³ So würde in dieser vollständigen Menge bspw. ein Spiel existieren, in welchem der erste Spieler mit *Strategie B* die gleichen Auszahlungen realisieren würde, die er in einem anderen Spiel mit *Strategie A* erzielen könnte und vice versa (bei jeweils identischen Auszahlungen der anderen Spieler) – die beiden Spiele sind inhaltlich bzw. strukturell jedoch vollkommen identisch.

²⁴ Auch die Vorgehensweise bei der Gruppierung und Reduktion der Spielmenge eignet sich grundsätzlich für alternative Fragestellungen. Insbesondere die Gruppierung ist aber stark abhängig von dem Ziel einer experimentellen Untersuchung und wäre in allgemeiner Form nur wenig hilfreich.

²⁵ Offensichtlich können in einem Spiel auch mehrere Pareto-effiziente Zustände und mehrere Zustände mit der maximalen Gesamtauszahlung vorkommen; entscheidend ist hier, dass grundsätzlich keine Spiele existieren, in welchen diese Kriterien keinen Einfluss haben.

beliebige) Gesamtauszahlung ist in jedem Fall geringer als die maximale Gesamtauszahlung. Auf diese Weise können bei einer Abgrenzung innerhalb der FOKUS-Zustände unter Berücksichtigung der im nächsten Schritt zu definierenden Stabilitätseigenschaften bereits diese Basiseigenschaften als Störeinfluss ausgeschlossen werden. Wenngleich aufgrund der Zielsetzung zumindest im Kontext dieser Arbeit nicht relevant, ist vor dem Hintergrund möglicher weiterer Untersuchungen dennoch darauf hinzuweisen, dass sich dieses Design nicht für eine Abgrenzung der Basiskriterien und bestimmter Stabilitätseigenschaften eignet. Nicht möglich wäre bspw. die Beantwortung der Frage, ob ein SEQ-stabiler und nicht Pareto-effizienter Zustand häufiger das Ergebnis einer Konfliktsituation als ein nicht SEQ-stabiler und Pareto-effizienter Zustand wird.

Bereits an dieser Stelle wird deutlich, dass die Untersuchung der metarationalen Stabilitätskonzepte innerhalb der FOKUS-Zustände stattfinden muss, welche auch als eine engere Auswahl der erwarteten Konfliktausgänge interpretiert werden können – ansonsten würden die Basiseigenschaften über die zu untersuchenden Zustände ebenfalls variieren. Darüber hinaus ist es in diesem Zusammenhang konsequent, auch Störeinflüsse durch metarationale Stabilitätskonzepte in der Gruppe der REST-Zustände auszuschließen: REST-Zustände sind nach keinem der Stabilitätskonzepte (C)GMR, (C)SMR, (C)SEQ, C(SSEQ) und (C)Nash stabil. Innerhalb der FOKUS-Zustände sind die geforderten Stabilitätseigenschaften hingegen stark abhängig von der tatsächlichen Fragestellung; eine Abgrenzung individueller und koalitionsstabilitätskonzepte wäre bspw. dann möglich, wenn innerhalb der FOKUS-Zustände mindestens ein Zustand nur individuell-stabil und mindestens ein weiterer sowohl individuell- als auch koalitionsstabil ist. In jedem Fall ist darauf zu achten, dass keine konkurrierenden Effekte durch andere Stabilitätskonzepte vorliegen, welche eine eindeutige Zuordnung des Effekts auf die untersuchte Stabilitätseigenschaft im Anschluss verhindern bzw. zumindest massiv erschweren würden.

In der Abbildung 3.3 werden die diskutierten Selektionskriterien zusammenfassend dargestellt, wobei die Stabilitätseigenschaft in den FOKUS-Zuständen auf die jeweilige konkrete Fragestellung anzupassen ist.²⁶

Auf Basis dieses Selektionsschemas können in einem weiteren Schritt spezifische Stabilitätsanforderungen innerhalb der FOKUS-Zustände definiert werden, welche eine Untersuchung der in Kapitel 3.2 entwickelten Hypothesen ermöglichen – wobei eine Abgrenzung der individuellen und koalitionsstabilen Stabilitätskonzepte wie erläutert klar im Vordergrund steht. Voraussetzung für eine Überprüfung der entsprechenden Hypothese H2 ist in jedem Fall, dass in den selektierten Spielen innerhalb der FOKUS-Zustände sowohl SEQ-stabile als auch CSEQ-stabile Zustände existieren und diese beiden Stabilitätseigenschaften nicht in allen Zuständen identisch ausgeprägt sind. Darüber hinaus ist die Untersuchung des Stabilitätskonzepts CSEQ nicht zuletzt

²⁶ Die Eigenschaft $|\text{*}-\text{stabil}| > |\text{C*}-\text{stabil}| > 0$ würde bspw. eine Abgrenzung der individuellen und koalitionsstabilen Variante eines beliebigen Stabilitätskonzepts ermöglichen.

Selektion	FOKUS		REST	
	Basis	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Zustände Pareto-effizient • Gesamtauszahlung maximal und identisch 	Basis	<ul style="list-style-type: none"> • Kein Zustand Pareto-effizient • Gesamtauszahlung geringer als FOKUS-Zustände
	Stabilität	<ul style="list-style-type: none"> • $\ast\text{-stabil} > \mathbf{C}\ast\text{-stabil} > \mathbf{0}$ • Keine Störeffekte durch weitere Stabilitätskonzepte/Induzierbarkeit 	Stabilität	<ul style="list-style-type: none"> • Nach den Stabilitätskonzepten (C)GMR, (C)SMR, (C)SEQ, (C)SSEQ und (C)Nash instabil

Quelle: Eigene Darstellung

* steht für das zu untersuchende Stabilitätskonzept.

Abbildung 3.3: Selektionskriterien zur Identifikation geeigneter Spiele für eine experimentelle Untersuchung

dadurch motiviert, dass CSEQ-stabile Zustände in aller Regel eine weitere Eingrenzung innerhalb der SEQ-stabilen Zustandsmenge ermöglichen. Diese Teilmengenbeziehung²⁷ soll auch im Rahmen der experimentellen Untersuchung abgebildet werden, d.h. jeder CSEQ-stabile Zustand soll auch SEQ-stabil und die Menge der CSEQ-stabilen Zustände eine echte Teilmenge der Menge der SEQ-stabilen Zustände sein (wobei mindestens ein CSEQ-stabiler Zustand existiert). In den selektierten Spielen muss somit folgende Bedingung erfüllt sein:

$$CSEQ\text{-stabil} \Rightarrow SEQ\text{-stabil} \quad \wedge \quad |SEQ\text{-stabil}| > |CSEQ\text{-stabil}| > 0$$

Eine Abgrenzung zwischen SEQ-stabilen und nicht SEQ-stabilen Zuständen (Hypothese H1) im gleichen Spiel würde darüber hinaus erfordern, dass (mindestens) ein weiterer FOKUS-Zustand weder SEQ-stabil noch CSEQ-stabil ist. Ein solches Stabilitätsprofil kann ausschließlich in Spielen mit mindestens drei FOKUS-Zuständen vorkommen und in der Folge konzentrieren sich die weiteren Überlegungen auf diese Teilmenge der 2x2x2-Spiele. Darüber hinaus haben Voruntersuchungen durch eine Vollenumeration aller 2x2x2-Spiele ergeben, dass innerhalb der Menge mit lediglich zwei FOKUS-Zuständen die Stabilitätseigenschaften SEQ und CSEQ in allen Zuständen zusammenfallen und somit auch eine Untersuchung der Hypothese H2 nicht möglich wäre.

Für eine belastbare Überprüfung der Hypothese H2 mit eindeutiger Effektzuordnung ist weiterhin erforderlich, dass sich die mindestens SEQ-stabilen FOKUS-Zustände nicht zusätzlich in den weiteren Stabilitätseigenschaften (C)GMR, (C)SMR, SSEQ und (C)Nash unterscheiden.

²⁷ Wie bereits in Kapitel 2.2.3 thematisiert, muss diese Teilmengenbeziehung nicht in jedem Fall gelten. Diverse Voruntersuchungen und auch die Analyse der historischen Konfliktsituationen in Kapitel 2.3.1 zeigen jedoch, dass die Menge der CSEQ-stabilen Zuständen erstens in aller Regel signifikant kleiner als die Menge der SEQ-stabilen Zustände und zweitens bis auf wenige Ausnahmen auch eine Teilmenge dieser ist. Auch innerhalb der 2x2x2-Spiele konnten in einer entsprechenden Analyse keine Zustände identifiziert werden, die ausschließlich CSEQ-stabil, nicht aber SEQ-stabil sind.

Das Stabilitätskonzept CSSEQ ist in diesem Zusammenhang ein Sonderfall: Aufgrund der Teilmengenbeziehung zwischen CSSEQ und CSEQ können die nicht CSEQ-stabilen Zustände per Definition nicht CSSEQ-stabil sein (vgl. Kapitel 2.2.3). Im einfachsten Fall wären auch die CSEQ-stabilen Zustände nicht gleichzeitig CSSEQ-stabil; das Stabilitätskonzept CSSEQ würde somit überhaupt keine Rolle spielen. Selbst wenn CSEQ- und CSSEQ-Stabilität aber zusammenfallen würden, wäre das insofern unproblematisch, als eine signifikant häufigere „Wahl“ der CSEQ/CSSEQ-stabilen Zustände dennoch die Validität des Stabilitätskonzeptes CSEQ bestätigen würde. In diesem Fall wäre in einer nachgelagerten Untersuchung lediglich zu thematisieren, ob das Stabilitätskonzept CSSEQ gegenüber dem Stabilitätskonzept CSEQ eine *zusätzliche* Eingrenzung der Ergebnismenge ermöglichen könnte.²⁸

Ein weiterer möglicher Störeffekt kann aus der in Kapitel 3.1 beschriebenen Induzierbarkeit von Gleichgewichten resultieren. Zunächst ergibt sich bereits aus der geforderten identischen „Nicht-Nash-Eigenschaft“, dass in jedem FOKUS-Zustand mindestens ein Spieler über eine Verbesserungsmöglichkeit verfügen muss.²⁹ Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass in den mindestens SEQ-stabilen Zuständen³⁰ einerseits die Anzahl der Spieler mit Verbesserungsmöglichkeiten identisch ist und andererseits diese Eigenschaft über die mindestens SEQ-stabilen Zustände relativ zur erzielten Punktzahl nicht variiert.³¹ Ohnehin zeigt sich im Rahmen der Analyse aller 2x2x2-Spiele, dass sich die mindestens SEQ-stabilen Zustände innerhalb eines Spiels hinsichtlich der Induzierbarkeit bereits aufgrund der anderen Selektionskriterien nicht mehr unterscheiden und dieser Aspekt somit eine untergeordnete Rolle spielt.

Die beschriebenen Basis- und Stabilitätsanforderungen erlauben noch immer verschiedene Stabilitätsprofile: Bspw. können nur zwei der drei FOKUS-Zustände SEQ-stabil sein und auch innerhalb der Menge mit drei SEQ-stabilen Zuständen ist wiederum zu unterscheiden, ob die nur SEQ-stabilen oder die zusätzlich auch CSEQ-stabilen Zustände mehrheitlich vertreten sind. Vor diesem Hintergrund ermöglicht eine entsprechende **Gruppierung** die gezielte Auswahl eines geeigneten Spiels für die jeweilige Fragestellung³² – bspw. wäre ein Spiel aus der Menge der Spiele mit nur zwei SEQ-stabilen FOKUS-Zuständen Voraussetzung für eine Untersuchung der Hypothese H1. Innerhalb einer aus dieser Gruppierung entstandenen **Gruppe** eignen sich

²⁸ Umgekehrt wäre im Fall einer ausbleibenden Bestätigung des Stabilitätskonzeptes CSEQ irrelevant, ob in den betreffenden Zuständen gleichzeitig eine CSSEQ-Stabilitätseigenschaft bestanden hat.

²⁹ Ansonsten wäre dieser Zustand ein Nash-Gleichgewicht, was auf Basis der bisherigen Anforderungen wiederum implizieren würde, dass alle FOKUS-Zustände Nash-Gleichgewichte sein müssen (Notwendigkeit identischer Stabilitätseigenschaften). In solchen Spielen wären aufgrund der Teilmengenbeziehung der Stabilitätskonzepte aber gleichzeitig alle Zustände SEQ-stabil und somit würde ein Verstoß gegen die Selektionskriterien vorliegen.

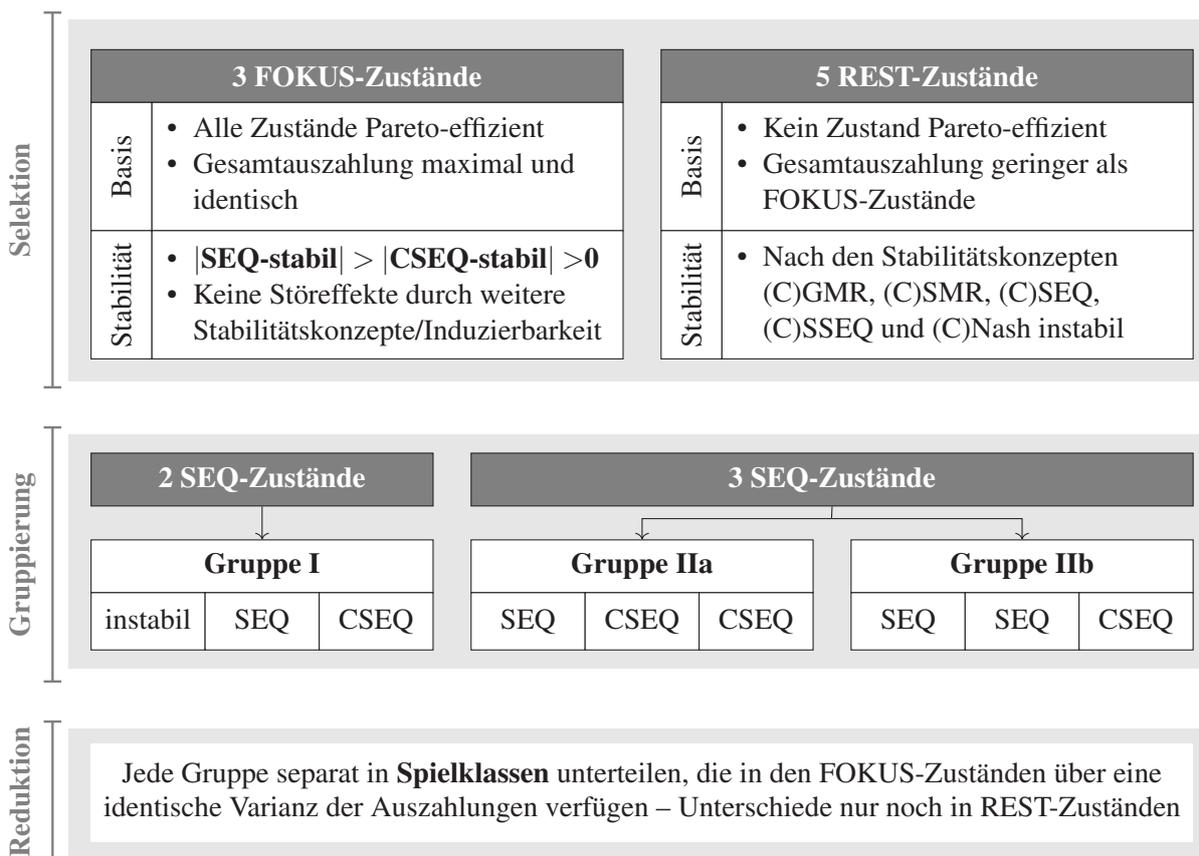
³⁰ Induzierbarkeit bezieht sich grundsätzlich auf Gleichgewichte und damit nicht auf einen FOKUS-Zustand, welcher nicht SEQ-stabil ist.

³¹ Damit ist gemeint, dass bspw. der Spieler mit der jeweils relativ niedrigsten Punktzahl in den FOKUS-Zuständen entweder immer oder nie über eine Verbesserungsmöglichkeit verfügt.

³² Dieser Prozess ist bei alternativ gelagerten Untersuchungen metarationaler Stabilitätskonzepte gleichermaßen hilfreich; die Ausgestaltung bzw. Gruppierung ist jedoch stark geprägt durch die Anzahl der FOKUS-Zustände und die Art der Fragestellung.

grundsätzlich alle Spiele für eine experimentelle Untersuchung der entwickelten Hypothesen. Dennoch sind diese Spiele nicht völlig identisch, sondern unterscheiden sich weiterhin in der Verteilung der Punktzahlen. Im Zusammenhang mit der Auswahl verschiedener Spiele aus einer Gruppe besteht somit die „Gefahr“, dass hinsichtlich der Punktzahlverteilung – die letztendlich kausal für alle und somit auch für bisher „unbekannte“ Zustandseigenschaften ist – (zufällig) ähnliche Spiele selektiert werden. Wünschenswert wäre es hingegen, ein möglichst breites Spektrum abzudecken und insofern erscheint es hilfreich, die Spiele einer Gruppe im Rahmen einer **Reduktionsphase** auf Basis der Punktzahlvarianz innerhalb der FOKUS-Zustände in „Äquivalenzklassen“ – im Folgenden vereinfacht **Spielklassen** genannt – zu unterteilen und anschließend aus den Stellvertretern dieser Spielklassen zu wählen.

Die Abbildung 3.4 zeigt abschließend das vollständige Schema zur Identifikation von 2x2x2-Spielen, die sich in besonderem Maße für eine Untersuchung der aufgestellten Hypothesen eignen. In der ersten Phase werden zunächst alle Spiele selektiert, die eine Untersuchung von SEQ und CSEQ mit eindeutiger Effektzuordnung erlauben. Diese Spiele werden in der folgenden Phase basierend auf den (C)SEQ-Eigenschaften der FOKUS-Zustände gruppiert und zuletzt auf Äquivalenzklassen bzgl. der Auszahlungsvarianz reduziert.



CSEQ-stabile Zustände sind auch SEQ-stabil. Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 3.4: Schema zur Identifikation geeigneter Spiele für eine Untersuchung der CSEQ-Stabilität

3.3.3 Computerunterstützte Analyse aller möglichen 2x2x2-Spiele

Selbst wenn für die vollständige Analyse eines 2x2x2-Spiels hinsichtlich aller Basis- und Stabilitätseigenschaften lediglich eine Millisekunde veranschlagt werden müsste, würde die Analyse aller $8,19 \cdot 10^{12}$ Spiele fast 260 Jahre in Anspruch nehmen.³³ Zwar wurde mit den Stabilitätsdefinitionen in Matrizenform (MRSC) in Kapitel 2.2.2 bereits die Grundlage für eine effiziente Analyse der Stabilitätseigenschaften gelegt, die hierfür erforderlichen Matrizenmultiplikationen sind dennoch rechenintensiv und erste Tests haben ergeben, dass auf diese Art eine Analyse aller Spiele kaum in vertretbarer Zeit zu realisieren wäre. Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen dieser Arbeit einerseits effizientere Algorithmen entwickelt, welche sich bei der Ableitung der Transitionsmatrizen die besonderen Eigenschaften von 2x2x2-Spielen zunutze machen und in der Stabilitätsanalyse ohne Matrizenmultiplikationen auskommen.³⁴ Andererseits wurden notwendige Kriterien erarbeitet, die lediglich einfache Rechenoperationen erfordern und eine effiziente Vorauswahl potenziell geeigneter Spiele ermöglichen.

3.3.3.1 Entwicklung effizienter Analysealgorithmen für 2x2x2-Spiele

Voraussetzung für eine Stabilitätsanalyse ist zunächst, dass im Rahmen der *Modellierungsphase* die in Kapitel 2.2.2 und 2.2.3 beschriebenen Transitions- und Präferenzmatrizen in MRSC-Form aufgestellt werden. Dabei kann in einem 2x2x2-Spiel bei der Berechnung der koalitionsären Transitionsmatrizen die Eigenschaft genutzt werden, dass bspw. eine Koalition aus zwei Spielern in maximal zwei Schritten alle durch diese Koalition theoretisch erreichbaren Zustände auch tatsächlich erreichen kann; der Rechenaufwand kann so gegenüber dem in der Literatur beschriebenen Standard reduziert werden.³⁵ Darüber hinaus sind die individuellen Abweichungs- und Reaktionsmatrizen J_i bzw. $M_{N-\{i\}}$ sowie die jeweiligen koalitionsären Varianten M_H bzw. $M_{\mathcal{P}(N \setminus H)}$ unabhängig von der konkreten Verteilung der Punktzahlen in dem Spiel und können somit zu Beginn einmalig für die Analyse aller 2x2x2-Spiele ermittelt werden.

Wenngleich die in Kapitel 2.2.2 und 2.2.3 vorgestellten Stabilitätsdefinitionen mit der Berechnung einer einzigen Formel eine einfache Stabilitätsanalyse ermöglichen, sind die darin enthaltenen Matrizenmultiplikationen nicht zwingend erforderlich. Im Rahmen dieser Arbeit wurde aus diesem Grund ein Algorithmus entwickelt, welcher eine Analyse aller Stabilitätseigenschaf-

³³ $\frac{8,19 \cdot 10^{12}}{1000 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365} \approx 259,82$ – unter der Voraussetzung, dass die Analyse nicht parallelisiert wird.

³⁴ Der entwickelte Algorithmus zur Stabilitätsanalyse ist aber unabhängig von der Anzahl der Spieler bzw. Strategien und eignet sich somit auch für eine effiziente Untersuchung anderer Spielstrukturen.

³⁵ Die in Xu et al. (2011, S. 773 f.) und Inohara und Hipel (2008a, S. 352 f.) beschriebene Vorgehensweise beruht auf einer induktiven Ableitung der Transitionsmatrizen, wobei nach jedem Schritt überprüft wird, ob durch die erneute Multiplikation der Transitionsmatrix mit den individuellen Matrizen weitere Zustände erreicht werden können. Konkret würde in einem 2x2x2-Spiel somit nach dem zweiten Schritt (welcher bei einer Koalition aus zwei Spielern als letzter Schritt das Erreichen neuer Zustände ermöglicht) ein weiterer Schritt inkl. Matrizenmultiplikationen *und* eine Überprüfung auf eine Abweichung der Ergebnisse aus dem zweiten und dritten Schritt folgen – obwohl unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften von 2x2x2-Spielen bereits klar ist, dass ein dritter Schritt keinen Einfluss auf das Ergebnis mehr haben kann.

ten nur auf Basis einfacher Vergleichsoperationen ermöglicht. Die im ersten Schritt aufgestellten Transitionsmatrizen werden in diesem Zusammenhang lediglich als Informationsquelle eingesetzt und dienen zur Ermittlung der möglichen Schritte der einzelnen Spieler resp. der Koalitionen. Sobald aus einem Zustand heraus eine nicht sanktionierbare Verbesserung eines Spielers bzw. einer Koalition identifiziert wurde, wird die Analyse zudem vorzeitig abgebrochen und der jeweilige Zustand direkt als instabil markiert. Algorithmus 1 zeigt exemplarisch in Pseudocode eine solche vereinfachte Stabilitätsanalyse für das individuelle Stabilitätskonzept GMR. Für alle anderen Stabilitätskonzepte sind lediglich die Matrizen entsprechend der Stabilitätsdefinitionen anzupassen bzw. für (C)SMR und (C)SSEQ ist der Algorithmus um einen weiteren Schritt des Nachjustierens zu ergänzen.

Algorithmus 1 Stabilitätsanalyse eines kompletten $2 \times 2 \times 2$ -Spiels nach GMR (exemplarisch)

```

for alle Zustände  $a \in S$                                      ▷  $a$  entspricht Ausgangszustand
  stable = true                                               ▷ Starte mit Stabilitätsannahme
  for alle Spieler  $i \in N$ 
    for alle Zustände  $b \in S \setminus \{a\}$                    ▷  $b$  entspricht Zustand nach Abweichung
      if  $J_i^+(a, b) = 1$                                        ▷  $b$  durch Spieler  $i$  mit Verbesserung erreichbar?
        for alle Zustände  $c \in S \setminus \{a, b\}$            ▷  $c$  entspricht Zustand nach Reaktion
          if  $c_i \prec a_i$                                        ▷  $c$  wäre für Spieler  $i$  eine Sanktion
            if  $M_{N-\{i\}}(b, c) = 1$                          ▷ Andere Spieler können  $c$  erreichen
              continue b-for                                     ▷ Sanktion vorhanden, prüfe nächste Abweichung
            end if
          end if
        end for
      stable = false                                           ▷ Nicht sanktionierbare Abweichung gefunden, Zustand  $a$  instabil
      continue a-for                                           ▷ Prüfe nächsten Ausgangszustand  $a$ 
    end if
  end for
end for
end for

```

Eine weitere Reduktion der Analysezeit konnte durch eine Parallelisierung der Stabilitätsanalyse und dem Einsatz optimierter Programmbibliotheken für Matrizenoperationen (zur Ableitung der Transitionsmatrizen) erreicht werden.³⁶

3.3.3.2 Analyse auf notwendige Kriterien

Eine Analyse aller $8,19 \cdot 10^{12}$ $2 \times 2 \times 2$ -Spiele auf alle metarationalen Stabilitätseigenschaften wäre auch unter Einsatz dieser effizienteren Algorithmen nicht mit vertretbarem Aufwand zu bewerkstelligen. Aus diesem Grund wurde darüber hinaus ein Set an Kriterien entwickelt, welche einerseits in jedem potenziell geeigneten Spiel erfüllt sein müssen und andererseits einfach zu

³⁶ Hierzu wurde die JAVA-Bibliothek „Matrix Toolkits Java“ (<https://github.com/hwinkler/matrix-toolkits-java>) eingesetzt, welche wiederum prozessoroptimierte Operationen der BLAS-Programmbibliothek (Basic Linear Algebra Subprograms) aus dem Bereich des Supercomputings implementiert.

testen sind. Die folgende Aufzählung dieser *notwendigen* Kriterien ist dabei als Entscheidungsbaum zu verstehen, d.h. sobald ein Kriterium nicht erfüllt ist, wird die Analyse des jeweiligen Spiels abgebrochen:

- (A) In keinem Zustand dürfen alle Spieler die maximale Auszahlung realisieren – ansonsten würde nur ein Pareto-effizienter Zustand und damit nur ein FOKUS-Zustand existieren.
- (B) Alle Zustände, in welchen mindestens ein Spieler die maximale Auszahlung realisiert, müssen über die identische Gesamtauszahlung verfügen – diese Zustände sind grundsätzlich Pareto-effizient und damit FOKUS-Zustände.
- (C) Die Anzahl der Pareto-effizienten Zustände muss der Anzahl der gewünschten FOKUS-Zustände entsprechen – an dieser Stelle sind die FOKUS-Zustände identifiziert.
- (D) Alle FOKUS-Zustände müssen über eine identische Gesamtauszahlung verfügen.
- (E) Alle REST-Zustände dürfen nicht GMR-stabil sein – aufgrund der Teilmengenbeziehung der Stabilitätskonzepte ist dies gleichbedeutend mit Instabilität nach allen Konzepten.
- (F) Das Spiel muss mindestens einen CSEQ-stabilen Zustand und zusätzlich mindestens einen weiteren SEQ-stabilen Zustand enthalten (erforderlich für die Untersuchung).
- (G) Die SMR-Stabilitätseigenschaft darf entweder in keinem Zustand eine Rolle spielen oder muss vollständig kongruent zur SEQ-Stabilitätseigenschaft sein (Störeffekte).

Die Menge der Spiele, die alle notwendigen Kriterien erfüllen, kann anschließend festgehalten werden und ermöglicht so eine deutlich vereinfachte Analyse der weiteren Selektionskriterien: Konkret reduziert sich die Menge der potenziell geeigneten Spiele durch diesen Schritt auf lediglich 23.152.980 und damit auf weniger als 0,0003 % aller $2 \times 2 \times 2$ -Spiele.

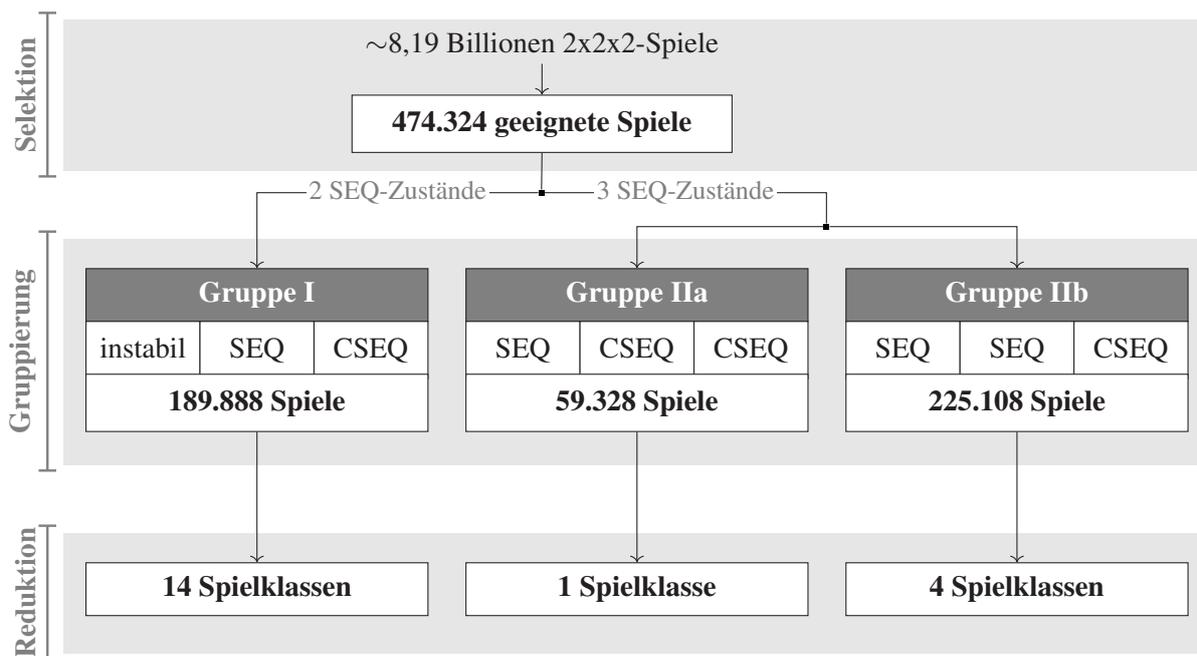
3.3.3.3 Analyse auf hinreichende Kriterien

Die *hinreichenden* Kriterien der zu identifizierenden $2 \times 2 \times 2$ -Spiele entsprechen zunächst den beschriebenen Selektionskriterien (vgl. Abbildung 3.4). Vor dem Hintergrund möglicher weiterer Fragestellungen und diverser Voruntersuchungen wurde im Rahmen dieser Arbeit jedoch ein Tool entwickelt, welches eine interaktive Konfiguration der gewünschten Eigenschaften in einem Spiel ermöglicht (vgl. Abbildung A.1 im Anhang dieser Arbeit). In der graphischen Oberfläche dieses Tools können zunächst Angaben zur Anzahl der gewünschten Zustände je Stabilitätseigenschaft und zu weiteren Anforderungen spezifiziert werden. Darauf aufbauend werden innerhalb einer ausgewählten Menge alle Spiele identifiziert und auf Wunsch visualisiert, die diese Eigenschaften vollständig erfüllen. Auf diese Weise kann die Vorgehensweise bei

der Identifikation geeigneter Spiele auch als iterativer Prozess abgebildet werden; das könnte insbesondere dann relevant sein, wenn kein Spiel alle gewünschten Eigenschaften erfüllt.³⁷

3.3.4 Darstellung der Analyseergebnisse

In Abbildung 3.5 sind die Ergebnisse der Analyse aller $2 \times 2 \times 2$ -Spiele auf Basis der entwickelten Selektionskriterien dargestellt. Bemerkenswert ist, dass lediglich 474.324 Spiele alle geforderten Kriterien erfüllen – das entspricht weniger als 0,000006 % aller theoretisch möglichen $2 \times 2 \times 2$ -Spiele. Innerhalb dieser Menge der geeigneten Spiele finden sich zudem Vertreter aus allen drei möglichen Gruppen und somit auch aus der Gruppe I; eine gemeinsame Untersuchung der Hypothesen H1 und H2 in einem Spiel ist somit möglich.³⁸ Darüber hinaus wird deutlich, dass innerhalb der jeweiligen Gruppen nur sehr wenige verschiedene „Spielklassen“ existieren und sich ein Großteil der geeigneten Spiele somit ausschließlich in der Auszahlungsverteilung der REST-Zustände unterscheidet. Letzteres ist für eine Beurteilung der Validität metarationaler Stabilitätskonzepte von untergeordneter Relevanz und entsprechend kann der Fokus im Rahmen der Spielauswahl im folgenden Kapitel auf diese 19 Spielklassen gelegt werden.



Für eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Stufen vgl. Abbildung 3.4.
Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 3.5: Geeignete Spiele für eine Untersuchung der CSEQ-Stabilität

³⁷ In einem solchen iterativen Prozess kann die Menge der Spiele, die die notwendigen Kriterien erfüllen, schrittweise auf Basis der wichtigsten weiteren Kriterien reduziert werden – eine wiederholte vollständige Analyse aller Spiele wäre somit nicht erforderlich. Dieses Tool kann somit die Identifikation von Spielen für eine Untersuchung alternativer Fragestellungen metarationaler Stabilitätskonzepte deutlich vereinfachen.

³⁸ Wie in Kapitel 3.3 thematisiert, erfordert eine Untersuchung der Hypothese H1 zusätzlich die Existenz eines nicht SEQ-stabilen FOKUS-Zustands.

Der in dieser Arbeit entwickelte Identifikationsprozess ermöglicht eine systematische und effiziente Analyse und Klassifikation aller theoretisch möglichen Spiele aus dieser Oberklasse auf Basis konsistenter Selektionskriterien mit dem Ziel, besonders geeignete Spiele für experimentelle Untersuchungen zu ermitteln. Dabei ist der gesamte Prozess ohne Weiteres auf andere Fragestellungen im Kontext metarationaler Stabilitätskonzepte und mit geringen Anpassungen auch auf andere Spielstrukturen als $2 \times 2 \times 2$ -Spiele³⁹ übertragbar und kann so auch als Beitrag für eine vorteilhaftere Ausgangsposition für weitere empirische Untersuchungen verstanden werden.

3.3.5 Spielauswahl für die experimentelle Untersuchung

14 der 19 Spielklassen entfallen auf die Gruppe I, welche sich gleichzeitig auch am besten für eine Untersuchung der in dieser Arbeit entwickelten Hypothesen eignet. Entsprechend erfolgt zunächst eine Betrachtung dieser 14 Spielklassen, bevor anschließend Vertreter aus den Gruppen IIa und IIb für eine Art Robustheitsprüfung gegenüber einer ungleichen Anzahl von CSEQ-stabilen und nur SEQ-stabilen Zuständen diskutiert werden.

3.3.5.1 Spiele der Gruppe I

In Tabelle 3.1 ist die Auszahlungsvarianz der FOKUS-Zustände aller 14 Spielklassen aus der Gruppe I dargestellt, wobei eine identische Auszahlungsvarianz in jedem Fall mit identischen absoluten Auszahlungen der Zustände einhergeht.⁴⁰ Während grundsätzlich alle diese Spielklassen für eine experimentelle Untersuchung geeignet wären, erscheint es vor dem Hintergrund der angestrebten Eliminierung von Störeffekten konsequent, auch bei der finalen Auswahl Spiele mit einem möglichst geringen Unterschied zwischen insbesondere dem CSEQ-stabilen und dem nur SEQ-stabilen FOKUS-Zustand zu bevorzugen. Tatsächlich existieren mit den Spielklassen 8, 10 und 12 drei Klassen, in welchen die Auszahlungen in den beiden zentralen FOKUS-Zuständen identisch sind.

Innerhalb dieser drei Spielklassen bietet sich wiederum zunächst die **Spielklasse 8** aufgrund der identischen Auszahlungen in allen drei FOKUS-Zuständen an. Gleichzeitig unterliegen die Auszahlungen in dieser Spielklasse aber auch der höchsten Varianz, sodass im Sinne der Abdeckung eines möglichst breiten Spektrums auch die **Spielklasse 10** als Gegenstück mit der minimalen Auszahlungsvarianz innerhalb dieser drei Spielklassen interessant erscheint.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, inwiefern eine abweichende Varianz in den zentralen FOKUS-Zuständen – welche von den Spielern möglicherweise als „unfair“ empfunden wer-

³⁹ Die Analyse abweichender Spielstrukturen erfordert lediglich eine Anpassung der Ableitung der Transitions- und Präferenzmatrizen (vgl. Kapitel 3.3.3).

⁴⁰ Die Auszahlungsvarianz könnte auch bei abweichenden absoluten Auszahlungen identisch sein; tatsächlich ist dies aber in keinem der 474.324 geeigneten Spiele der Fall (Nebeneffekt der Selektionskriterien).

Tabelle 3.1: Auszahlungsvarianz der Spielklassen in Gruppe I

Spiel- klasse	Auszahlungsvarianz						
	instabil	SEQ	CSEQ		instabil	SEQ	CSEQ
1	8,00	0,67	4,67	8	4,67	4,67	4,67
2	5,67	1,00	1,67	9	4,67	4,67	3,33
3	4,67	4,67	2,67	10	4,67	2,67	2,67
4	5,67	1,00	3,00	11	4,67	2,67	4,67
5	8,00	2,00	4,67	12	4,67	3,33	3,33
6	8,00	2,00	2,67	13	5,67	0,33	3,00
7	8,00	0,67	2,67	14	4,67	7,33	3,33

den könnte – einen Einfluss auf die Ergebnisse der Untersuchung haben kann. Wenngleich dieser Aspekt nicht im Vordergrund dieser Arbeit steht und entsprechend auch nicht mit einer separaten Hypothese adressiert werden soll, bietet es sich zumindest im Sinne einer Robustheitsprüfung an, zusätzlich ein entsprechendes Spiel zu untersuchen. Die **Spielklasse 3** ist in diesem Zusammenhang insofern interessant, als der nicht SEQ-stabile und der SEQ-stabile FOKUS-Zustand über eine identische, aber deutlich höhere Varianz als der CSEQ-stabile FOKUS-Zustand verfügen. Darüber hinaus existiert bspw. in der **Spielklasse 6** eine sehr große Abweichung zwischen den beiden SEQ-stabilen Zuständen und dem instabilen Zustand.

Die Vertreter der Spielklassen 3, 6, 8 und 10 sind im Anhang dieser Arbeit in den Abbildungen A.3, A.4, A.5 und A.6 dargestellt.⁴¹

3.3.5.2 Spiele der Gruppe IIa und IIb

Die beiden Gruppen IIa und IIb sind jeweils von einer ungleichen Anzahl der SEQ-stabilen und CSEQ-stabilen Zustände gekennzeichnet. Während der Fokus der experimentellen Untersuchung wie erläutert auf der Gruppe I liegt, ermöglichen die in Tabelle 3.2 dargestellten Spielklassen aus den Gruppen IIa und IIb so eine zusätzliche Perspektive im Sinne einer weiteren Robustheitsprüfung der Ergebnisse.

Als einziger Vertreter der Gruppe IIa konnte die **Spielklasse 15** identifiziert werden. Gleichzeitig ist hier jedoch zu berücksichtigen, dass sich die SEQ-stabilen und CSEQ-stabilen Zustände in der Auszahlungsvarianz unterscheiden und somit der einzige nur SEQ-stabile Zustand wiederum als „unfairer“ empfunden werden könnte. Innerhalb der Gruppe IIb würde sich die **Spielklasse 18** als eine Variante mit identischen Auszahlungen in allen SEQ-stabilen und

⁴¹ Die Abbildungen enthalten zudem Informationen über die konkreten Auszahlungen, die Pareto-Effizienz und die vollständigen individuellen und koalitionsären Stabilitätseigenschaften.

Tabelle 3.2: Auszahlungsvarianz der Spielklassen in Gruppe IIa und IIb

Spiel- klasse	Auszahlungsvarianz			Spiel- klasse	Auszahlungsvarianz		
	SEQ	CSEQ	CSEQ		SEQ	SEQ	CSEQ
15	4,67	2,67	2,67	16	1,67	3,00	1,67
				17	1,67	3,00	3,00
				18	2,67	2,67	2,67
				19	4,67	4,67	2,67

Gruppe IIa *Gruppe IIb*

CSEQ-stabilen Zuständen empfehlen. Die Vertreter der Spielklassen 15 und 18 sind ebenfalls im Anhang dieser Arbeit in den Abbildungen A.7 und A.8 zu finden.

In diesem Kapitel wurde ein auch über diese Arbeit hinaus anwendbares Selektionsschema zur Identifikation von Spielsituationen entwickelt, die eine experimentelle Untersuchung in Verbindung mit einer starken Kontrolle von Störeffekten und einer klaren Effektzuordnung ermöglichen. Konkret wurden die $8,19 \cdot 10^{12}$ $2 \times 2 \times 2$ -Spiele zunächst entlang dieses Selektionsschemas analysiert und geeignete Spiele auf Basis der Stabilitäts- bzw. Zustandsprofile in drei Gruppen eingeteilt. Die Gruppe I mit jeweils einem instabilen, SEQ-stabilen und CSEQ-stabilen Zustand innerhalb der FOKUS-Zustände ermöglicht dabei eine gleichzeitige Untersuchung der beiden zentralen Hypothesen H1 bzw. H2 und steht deshalb im Fokus der folgenden experimentellen Untersuchung. Innerhalb der Gruppen konnten in einem nächsten Schritt 19 Spielklassen identifiziert werden, die sich lediglich hinsichtlich der Auszahlungsvarianz in den FOKUS-Zuständen als Maß für die Ungleichheit unterscheiden (14 in Gruppe I, 1 in Gruppe IIa und 4 in Gruppe IIb). Grundsätzlich eignet sich jede dieser Spielklassen für eine experimentelle Untersuchung. Dennoch bietet es sich an, auch innerhalb dieser Spielklassen einerseits diejenigen auszuwählen, in denen dieses letzte unterscheidbare Kriterium der Auszahlungsvarianz zumindest in den (C)SEQ-stabilen FOKUS-Zuständen identisch ist. Andererseits empfiehlt es sich im Sinne einer Robustheitsprüfung, darüber hinaus auch bewusst einige Spielklassen auszuwählen, in denen die Varianz in den FOKUS-Zuständen abweicht.

4 Design der experimentellen Untersuchung

Spätestens mit der Verleihung des Nobelpreises für Wirtschaftswissenschaften an Kahnemann und Smith im Jahr 2002 kann die experimentelle Wirtschaftsforschung als vollwertige Teildisziplin der Wirtschaftswissenschaften betrachtet werden und die Vielzahl mittlerweile existierender experimenteller Untersuchungen unterstreichen die Bedeutung dieser Methodik auch im Bereich der Spieltheorie.¹ In Anbetracht der den koalitionsstabilen Konzepten zugrunde liegenden strategischen Tiefe des Entscheidungsverhaltens der Akteure² und der fehlenden Existenz vorhergehender Untersuchungen dieser Konzepte wurde im Rahmen dieser Arbeit von Beginn an eine Herangehensweise in Form einer Experimentserie gewählt, sodass ggf. auftretende ergänzende Fragestellungen in weiteren Versuchen adressiert werden können. An diesem Vorgehen orientiert sich auch die weitere Struktur dieser Arbeit: Nach einer übergreifenden Beschreibung des grundsätzlichen Experimentdesigns in diesem Kapitel werden die Fragestellungen in mehreren Experimenten unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften des jeweiligen Experiments sukzessive untersucht und zuletzt in einer integrierten Analyse kritisch diskutiert. Die Konzeption und Durchführung der Experimente wird jeweils ausführlich dokumentiert, sodass die Voraussetzungen für eine Repetition bzw. Replikation dieser experimentellen Untersuchung gegeben sind.

4.1 Experimentdesign

Ein entscheidender Erfolgsfaktor einer experimentellen Untersuchung ist regelmäßig das Experimentdesign, das sowohl die Verwertbarkeit der Ergebnisse als auch die Ergebnisse an sich maßgeblich beeinflussen kann. Übergeordnetes Ziel des Experimentdesigns ist zunächst, eine geeignete Grundlage für die Ableitung valider Schlussfolgerungen zu schaffen und somit eine Beantwortung der der experimentellen Untersuchung zugrunde liegenden Forschungsfragen zu ermöglichen. Dies gelingt bei vielen Fragestellungen dann besonders gut, wenn eine möglichst einfache Laborumgebung mit einem Fokus auf die zentralen Eigenschaften der realen Umgebung geschaffen wird – statt den Versuch zu unternehmen, die Realität in all ihren Facetten ins Labor zu übertragen (vgl. Friedman & Sunder, 1994, S. 11). Im konkreten Fall orientiert sich das Design der experimentellen Untersuchung deshalb stark an der in Kapitel 2.1.1 beschriebenen Charakteristik einer dynamischen Konfliktsituation mit einem Fokus auf die Endogenität

¹ Für einen umfassenden Überblick experimenteller Untersuchungen vgl. Kagel und Roth (2016).

² Vgl. hierzu u.a. die Ausführungen in den Kapiteln 2.2.3 und 3.2.

der Zugstruktur und des Spielendes – die die Anwendung metarationaler Stabilitätskonzepte überhaupt erst erforderlich machen.

Im Gegensatz zu Feldversuchen ist die Möglichkeit der Kontrolle wichtiger Eigenschaften bzw. Rahmenbedingungen ein wesentlicher Vorteil experimenteller Laboruntersuchungen. Im Kern des Experimentdesigns steht daher unter anderem auch die Frage, welche dieser Eigenschaften über das gesamte Experiment hinweg konstant gehalten bzw. randomisiert und welche gezielt variiert werden sollen (vgl. Friedman & Sunder, 1994, S. 22). Letzteres kann die Ableitung zusätzlicher Erkenntnisse ermöglichen, erhöht aber gleichzeitig den Aufwand der experimentellen Untersuchung und entsprechend sollte das Design stark auf die zentrale Fragestellung dieser Arbeit – die Abgrenzung individueller (SEQ) und koalitionärer Stabilitätseigenschaften (CSEQ) – ausgerichtet sein. Variationen werden somit nicht eingesetzt, um weitere metarationale Stabilitätseigenschaften zu untersuchen, sondern unterstützen die Belastbarkeit der Untersuchung der *Fokusvariablen* SEQ- und CSEQ-Stabilität durch zusätzliche Versuche mit modifizierten Spielsituationen insbesondere hinsichtlich Kommunikation und Instruktionen.

Grundsätzlich geht die im vorherigen Kapitel durchgeführte systematische Spielauswahl mit einer deutlichen Reduktion unerwünschter Einflüsse derjenigen *Störvariablen* einher, die sich unmittelbar aus dem modellierten Spiel selbst ergeben (bspw. Stabilität nach alternativen Lösungskonzepten und weitere konkurrierende Zustandseigenschaften). Darüber hinaus stellen aber auch die physische Umgebung und die individuellen Eigenschaften der Experimentteilnehmer Störeinflüsse dar, die es möglichst gut zu kontrollieren gilt (vgl. Cassar & Friedman, 2004, S. 32). Aspekten wie Verständnis des Spielablaufs, Klarheit im Umgang mit der Experimentplattform, Teilnehmersauswahl etc. wird in dieser experimentellen Untersuchung entsprechend ein großer Stellenwert zugeschrieben – bis hin zu einer Neuentwicklung einer innovativen App-basierten Experimentplattform, die einerseits auf die spezifischen Eigenschaften dynamischer Konflikte zugeschnitten ist und andererseits eine einfache Anwendbarkeit bzw. Bedienbarkeit durch die Experimentteilnehmer in den Mittelpunkt rückt.³

Basierend auf der Gestaltung einer einzelnen Spielsituation als initialer und zentraler Baustein des Experimentdesigns werden im Folgenden die Abbildung dieser Spielsituation mithilfe der neuentwickelten Experimentplattform, der Experimentablauf im spieltheoretischen Labor und zuletzt die Auswahl und Eigenschaften der Experimentteilnehmer erläutert.

³ Die Entwicklung dieser Experimentplattform war Teil eines Forschungsprojektes am Institut für Unternehmensführung des Karlsruher Instituts für Technologie. Dieses Projekt wurde vom Autor dieser Arbeit initiiert, als sich abzeichnete, dass existierende Experimentplattformen die spezifischen Eigenschaften dynamischer Konflikte nur unzureichend abbilden konnten. Die softwaretechnische Umsetzung erfolgte durch Kabakcha (2017) – vgl. auch Kapitel 4.1.2.

4.1.1 Gestaltung und Ablauf einer Spielsituation

Ein ökonomisches Experiment findet in einer kontrollierten Umgebung bestehend aus individuellen *Agenten* und einer *Institution* statt: Agenten verfügen über Präferenzen, Technologien, Ausstattungen und Informationen und interagieren innerhalb des Regelwerks der Institution, die einerseits die Handlungsmöglichkeiten der Agenten und andererseits die aus der Kombination der Handlungsmöglichkeiten resultierenden Ergebnisse – und damit auch die Auszahlungen an die Agenten – definiert (vgl. Friedman & Sunder, 1994, S. 12). Im Rahmen der Gestaltung der Spielsituation wird das Ziel verfolgt, eine möglichst umfangreiche Kontrolle über diese beiden Komponenten zu erlangen. Während die Entwicklung des Regelwerks diesbezüglich eher unproblematisch ist und im Folgenden entlang der Aspekte *Initialisierung*, *Aktionsmöglichkeiten und -wahl* sowie *Spielende* erarbeitet wird, sind die individuellen Charaktereigenschaften der Experimentteilnehmer schwieriger zu beobachten bzw. zu kontrollieren. In diesem Zusammenhang wird auf Basis der „Induced-Value Theory“ von Smith (1976) ein *Anreizsystem* entwickelt, das gewährleisten soll, dass die Präferenzen der Teilnehmer den gegebenen Präferenzen der Spielstruktur⁴ entsprechen.

4.1.1.1 Initialisierung

Reale Konflikte sind typischerweise keine in sich geschlossenen Entscheidungssituationen, sondern haben meist eine Entstehungsgeschichte und in vielen Fällen kann auch das Ende des Konflikts nicht eindeutig beschrieben werden. Die Betrachtung bzw. Analyse einer solchen Konfliktsituation bezieht sich deshalb regelmäßig auf einen bestimmten Ausschnitt und beginnt mit der Modellierung zu einem definierten Zeitpunkt. In der Konsequenz bedeutet dies auch, dass reale dynamische Konflikte bereits über einen Status Quo verfügen und insbesondere kann eine valide Strategie eines Akteurs auch darin bestehen, auf weitere Aktionen zu verzichten – wobei explizit auch in diesem Fall ein Nutzen realisiert wird. Während sich ein solcher Status Quo in einer realen Umgebung auf natürliche Art und Weise ergibt, ist in einem Laborexperiment ohne Historie und inhaltlich bedeutungslosen Bezeichnungen der Strategien der Startzustand des Spiels weitaus weniger offensichtlich. Ein Verzicht auf einen exogenen Startzustand innerhalb des Laborexperiments würde jedoch implizieren, dass alle Spieler⁵ zu mindestens einer Aktionswahl gezwungen wären⁶ und würde so den Charakter der realen Entscheidungssituation erheblich verändern: Eine dann notwendige spielendogene Bestimmung des Startzustands könnte bspw.

⁴ Hiermit sind die Auszahlungen der untersuchten Spielsituationen gemeint, vgl. auch Kapitel 3.3.5.

⁵ Der Begriff „Spieler“ wird im weiteren Verlauf synonym zu den Begriffen „Agent“ und „Experimentteilnehmer“ verwendet.

⁶ Ansonsten hätte das Spiel kein gültiges Ergebnis, was wiederum bei der Auszahlung der Experimentteilnehmer problematisch wäre: Aufgrund der Mindestanforderungen an die Bezahlung der Teilnehmer müsste in diesem Fall eine dann realisierte fixe Auszahlung festgelegt werden – die wiederum zu einem Spiel außerhalb des eigentlichen Spiels führt (bspw. könnte ein Spieler diese fixe Auszahlung gegenüber allen von ihm erwarteten Ergebnissen bevorzugen).

in einer vorgelagerten simultanen Aktionswahl aller Spieler abgebildet werden. Damit würden die Experimentteilnehmer jedoch erstens in eine Situation versetzt, die sich fundamental von der eigentlichen endogenen sequenziellen Zugstruktur des folgenden „Hauptspiels“ unterscheidet und zweitens wäre auf diese Art und Weise eine systematische Verzerrung aufgrund bestimmter initial präferierter Aktionen nicht auszuschließen.⁷ Eine sequenzielle spielendogene Bestimmung des Startzustands wäre hingegen noch kritischer zu bewerten: In diesem Fall hätten die zuerst wählenden Spieler signifikant mehr Einfluss auf den Startzustand, als dies in einer realen dynamischen Konfliktsituation der Fall wäre (vgl. bspw. Induzierbarkeit von Zuständen in Kapitel 3.1).

Vor diesem Hintergrund erscheint es in den Augen des Verfassers dieser Arbeit zielführend, den Startzustand der zu untersuchenden Spielsituationen randomisiert zu ermitteln. Einerseits ist dem Startzustand aufgrund der Möglichkeit beliebig vieler Aktionen durch die einzelnen Spieler ohnehin nur eine begrenzte Bedeutung beizumessen.⁸ Andererseits kann auf diese Weise eine systematische Verzerrung ausgeschlossen werden. Ein etwaiger Einfluss des Startzustands auf den Konfliktausgang wird im Rahmen der Auswertung selbstverständlich thematisiert und auf diese Weise kann die indirekte Kontrolle des Startzustands durch eine Randomisierung sogar zusätzliche Erkenntnisse ermöglichen.

4.1.1.2 Aktionsmöglichkeiten und -wahl

Die den drei Spielern zur Verfügung stehenden Aktionsräume im Sinne der Ausstattung der Agenten sind wie in Kapitel 3.3.1 beschrieben denkbar einfach: Jeder Spieler kann im Spielverlauf zwischen zwei Aktionen wählen, wobei eine dieser Aktionen bereits im randomisierten Startzustand bzw. ganz allgemein im aktuellen Zustand⁹ aktiv ist. Daraus ergibt sich für die Spieler zu jeder Zeit lediglich die Frage, ob die aktuelle Aktion beibehalten oder ob ein Wechsel auf die jeweils andere Aktion angestrebt werden soll – wobei das Beibehalten der aktuell gewählten Aktion entsprechend der Situation in einer realen Umgebung keine aktive Handlung der Spieler erfordern sollte.

Der konstitutiven Eigenschaft eines dynamischen Konflikts entsprechend werden diese Aktionswechsel sequenziell durchgeführt, wobei die Spieler jeweils die Aktionswechsel der anderen Spieler beobachten können. Im Hinblick auf die Ausgestaltung dieser sequenziellen Zugstruktur sind unter Berücksichtigung der Situation in einem realen Umfeld jedoch weitere Überlegungen

⁷ Experimentteilnehmer verhalten sich in solchen „One-Shot Games“ typischerweise entlang bestimmter Entscheidungskriterien und somit wäre eine starke Häufung einzelner Startzustände zu erwarten. Ein nahe liegendes Entscheidungskriterium wäre bspw. die Identifikation von Aktionen, die in ein Nash-Gleichgewicht führen können. Zwar existiert in den ausgewählten Spielen dieser experimentellen Untersuchung kein Nash-Gleichgewicht (vgl. Kapitel 3.3.5), es ist aber dennoch zu erwarten, dass die Spieler bei dieser initialen Wahl alternative Entscheidungskriterien heranziehen.

⁸ Darüber hinaus liegen symmetrische Transitionsmatrizen vor, sodass sich der Aktionsraum der Spieler unabhängig vom Startzustand der Spielsituation gestaltet (vgl. Kapitel 3.3.1).

⁹ Mit „aktuellem Zustand“ ist der um Aktionswechsel der Spieler fortgeschriebene Startzustand gemeint.

erforderlich: Akteure in einer realen Konfliktsituation können jederzeit Strategieanpassungen vornehmen und unterliegen hierbei keinerlei externen Restriktionen¹⁰ hinsichtlich Reihenfolge und Häufigkeit der Anpassungen (vgl. Charakterisierung der dynamischen Konfliktsituation in Kapitel 2.1.1). Während eine Approximation an diese Endogenität der Zugstruktur in einem Laborexperiment mithilfe einer strikt alternierenden Zugreihenfolge bei zwei Spielern ggf. noch zu rechtfertigen ist,¹¹ kann ein solches Design bei mehr als zwei Spielern nicht mehr als charaktererhaltendes Abbild der realen Umgebung betrachtet werden und ist darüber hinaus noch nicht einmal eindeutig definiert.¹² Gleichermaßen würde eine Randomisierung der Zugreihenfolge einen erheblichen Eingriff in den Spielverlauf darstellen. Somit verbleibt als aussichtsreichste Variante ein möglichst authentisches Abbild der realen Umgebung ohne Restriktionen hinsichtlich der Reihenfolge der Aktionsanpassungen. Simultane Wechsel mehrerer Spieler sind hingegen auch in dieser Variante zu verhindern, da ansonsten möglicherweise Entscheidungen unter unvollständiger Information getroffen werden könnten.¹³ In der Konsequenz wird somit ein Mechanismus benötigt, der sicherstellt, dass jeder Spieler zu jeder Zeit seine Aktion wechseln und gleichzeitig zu einem bestimmten Zeitpunkt nur ein Aktionswechsel durch einen Spieler erfolgen kann. Folgender einfacher Prozess wird diesen Anforderungen gerecht: Die Spieler können zu jeder Zeit ein *Signal* geben, dass sie eine Aktion ausführen möchten. Eine zentrale Instanz stellt dabei sicher, dass jeweils derjenige Spieler die jeweils nächste Aktion ausführen darf, der zuerst ein solches Signal gesendet hat (vgl. auch Abbildung 4.1). Im Anschluss können die Spieler weitere Signale senden, wobei jeder Spieler maximal zweimal *in Folge* eine Aktionspassung vornehmen darf. Letzteres soll verhindern, dass einzelne Spieler durch permanente Signale den Spielverlauf blockieren können; die Zulässigkeit von zwei Anpassungen in Folge ermöglicht bei nur zwei vorhandenen Aktionen je Spieler aber weiterhin ein „risikofreies“ Testen der jeweils anderen Aktion inkl. einer etwaigen Korrektur.

4.1.1.3 Spielende

Wenngleich das Ende einer realen Konfliktsituation wie bereits angesprochen nicht eindeutig definiert werden kann, ist in der Realität typischerweise gut beobachtbar, wann ein Konflikt in einem stabilen Zustand angekommen ist: Der anhaltende Verzicht auf weitere strategische Anpassungen der Akteure – teilweise über mehrere Jahre hinweg – kann als starkes Signal gewertet werden, dass der aktuelle Konfliktausgang von allen Parteien „akzeptiert“ wurde.

¹⁰ Diese Restriktionen ergeben sich vielmehr aus internen Überlegungen und Gegebenheiten; bspw. können häufige Strategiewechsel auch mit entsprechenden Transaktionskosten verbunden sein.

¹¹ Hier könnte argumentiert werden, dass nach einem Aktionswechsel eines Spielers ohnehin nur der jeweils andere Spieler ein Interesse an einer weiteren Anpassung haben könnte. Auch in diesem Fall ist das Vorgehen jedoch nicht unproblematisch; u.a. werden die Spieler in jedem Fall zu einer aktiven Entscheidung gezwungen.

¹² Nach der Aktionswahl eines Spielers könnten (mindestens) zwei weitere Spieler reagieren, wobei im Falle einer alternierenden Zugreihenfolge der zuerst reagierende Spieler exogen festgelegt werden müsste.

¹³ Bspw. könnten Spieler A und Spieler B ihre Aktion mit einem hinreichend geringen Zeitversatz wechseln, sodass die jeweilige Anpassung des anderen Spielers nicht rechtzeitig beobachtet werden kann.

In einem Laborexperiment mit einem begrenztem Zeitrahmen für die Durchführung eines Versuchs scheint eine solche Endbedingung zunächst nur schwer realisierbar. Tatsächlich ist die untersuchte Konfliktsituation mit lediglich drei Spielern mit je zwei Aktionen aber auch erheblich einfacher zu verstehen als eine typische reale Konfliktsituation und die Präferenzen der anderen Spieler sind ebenso transparent und unmittelbar einsehbar, wie deren Aktionsanpassungen.¹⁴ Vor diesem Hintergrund kann ein Laborexperiment als eine Art Zeitraffer eines Konflikts in einer realen Umgebung aufgefasst werden, wobei mehrere Bedingungen sicherzustellen sind, damit der Charakter einer realen Konfliktsituation im Kern erhalten bleibt: Zunächst darf bei den Spielern nicht der Eindruck entstehen, dass diese unter Zeitdruck handeln müssen und so möglicherweise unüberlegte Aktionen durchgeführt werden. Darüber hinaus muss sich das Ende der Spielsituation aus dem Spiel selbst ergeben und insbesondere sind durch die Gestaltung des Laborexperiments induzierte „Endspieeffekte“ zu vermeiden.¹⁵ Zuletzt ist sicherzustellen, dass das Spiel nicht „versehentlich“ endet, die Spieler sich also jederzeit bewusst sind, welche Konsequenzen ihr (Nicht)-Handeln nach sich ziehen kann.

Ein möglicher Mechanismus, der diese Anforderungen erfüllt, beruht im Kern auf einem rücksetzbaren Timer: Zu Beginn des Spiels startet dieser Timer bei (bspw.) 180 Sekunden¹⁶, wobei der Timer nach jeder Strategieanpassung eines beliebigen Spielers wieder auf den Ausgangswert zurückgesetzt wird. In der Konsequenz endet ein Spiel auf diese Weise erst dann, wenn der Timer nach dem letzten Zurücksetzen (d.h. nach der letzten Aktion eines Spielers) vollständig abgelaufen ist – und somit bei keinem Spieler mehr ein Handlungswunsch erkennbar ist. Auf diese Weise werden auch Endspieeffekte vermieden, die ihrerseits die Qualität der Interaktion grundsätzlich beeinflussen würden. Zwar könnte ein Spieler kurz vor Ablauf des Timers eine weitere Aktion vornehmen, dies würde aber lediglich dazu führen, dass der Timer zurückgesetzt wird und die anderen Spieler somit wieder ausreichend Zeit zum Reagieren haben. Darüber hinaus geht dieser Mechanismus mit zwei weiteren Vorteilen einher: Erstens bedarf es keiner expliziten Bestätigung des finalen Zustands durch alle Spieler, woraus sich ansonsten eine durch reale Umgebungen nicht gerechtfertigte Machtposition einzelner Spieler ergeben könnte¹⁷ – stattdessen endet das Spiel durch konkludentes Handeln. Zweitens ist sichergestellt,

¹⁴ In der Realität wären an dieser Stelle möglicherweise umfangreiche Analysen der Präferenzen anderer Akteure durchzuführen und ggf. Verzögerungen bei der Beobachtung fremder Aktionen hinzunehmen.

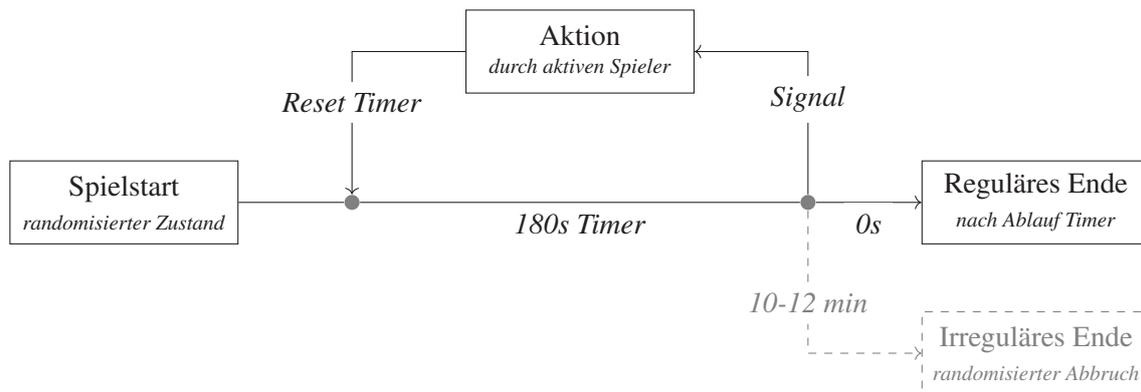
¹⁵ Solche Endspieeffekte könnten bspw. entstehen, wenn das Spiel in jedem Fall nach 15 Minuten oder einer bestimmten Anzahl an Zügen endet. Die Spieler könnten hier versuchen, kurz vor Spielende durch einen Aktionswechsel einen für sie präferierten Zustand herbeizuführen – in dem Wissen, dass normalerweise sehr wahrscheinlich weitere Reaktionen folgen würden, die anderen Spieler diese aber aufgrund des Spielendes nicht mehr umsetzen können (vgl. hierzu auch eine Diskussion solcher Endspieeffekte am Beispiel des iterierten Gefangenendilemmas in Normann und Wallace (2012)).

¹⁶ Die 180 Sekunden sind als Startwert zu verstehen, der im Rahmen verschiedener Testreihen zu validieren ist. In jedem Fall ist sicherzustellen, dass den Spielern ausreichend Zeit für wohlüberlegte Schritte verbleibt und das Spiel nicht versehentlich vorzeitig endet.

¹⁷ Einzelne Spieler könnten die Akzeptanz des Konfliktausgangs verweigern – in der Realität wäre eine solche Möglichkeit aber eher im Kontext von Vertragsverhandlungen vorstellbar.

dass das Spiel nicht gegen den Willen eines Spielers endet – dieser könnte jederzeit vor Ablauf des Timers ein weiteres Signal senden und die jeweils andere Aktion wählen.

Ein Risiko dieser Endbedingung ist lediglich, dass sich die Spieler möglicherweise nicht innerhalb des begrenzten Zeitrahmens eines Laborexperiments mit der aktuellen Situation abfinden möchten und laufend weitere Anpassungen vornehmen.¹⁸ Auch in einem solchen Fall muss aber ein Ende herbeigeführt werden, wobei gleichermaßen wichtig ist, dass wiederum Endspieleeffekte vermieden werden *und* die Spieler in diesem erzwungenen Spielende keine attraktive Alternative zum regulären Spielende sehen können. Konkret wird ein Spiel entsprechend zu einem zufällig bestimmten Zeitpunkt zwischen bspw. 10 und 12 Minuten beendet, wobei im Anschluss kein Spieler eine Auszahlung erhält.¹⁹



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 4.1: Gestaltung des Spielablaufs im Laborexperiment

Dieser in Abbildung 4.1 zusammenfassend dargestellte Spielablauf und insbesondere die Endbedingung ist in den Augen des Verfassers dieser Arbeit eine sehr realitätsnahe Abbildung dynamischer Konflikte mit einer weitreichenden Endogenität der Zugstruktur und des Spielendes. Gleichzeitig erscheint es aber von großer Bedeutung, dass einerseits sichergestellt wird, dass alle Spieler den Ablauf und insbesondere das Spielende vollständig verstanden haben und andererseits mögliches unerwünschtes bzw. unerwartetes Verhalten in Testläufen (bzw. ganz allgemein in allen Sessions) beobachtet und mithilfe von Fragebögen kontrolliert wird.

¹⁸ An dieser Stelle sei auf die Restriktion verwiesen, dass jeder Spieler maximal zwei Anpassungen in Folge vornehmen kann. Ein aktives Verhindern des Spielendes ohne zwischenzeitliche Anpassungen der anderen Spieler ist somit nicht möglich.

¹⁹ Zwar könnten die Spieler im Rahmen ihrer Möglichkeiten versuchen, ein reguläres Spielende zu verhindern und verfügen damit über die weitere Aktion „realisiere keine Auszahlung“ – das Ergebnis dieser Aktion wird jedoch in jedem Fall klar von allen möglichen Konfliktausgängen innerhalb des Spiels dominiert.

4.1.1.4 Anreizsystem

Die für gewöhnlich ergebnisabhängige Kompensation der Experimentteilnehmer unterscheidet die experimentelle Ökonomie von benachbarten Disziplinen wie bspw. der experimentellen Psychologie (Guala, 2005, S. 25). Ein Gros der wirtschaftswissenschaftlichen Theorien und Lösungskonzepte basiert auf dem Konzept der individuellen Nutzenmaximierung und auch der Conflict Analysis liegt die Annahme zugrunde, dass die Akteure ein individuell möglichst gutes Ergebnis gemäß der eigenen (ordinalen) Präferenzstruktur anstreben. In Kapitel 3.3.1 wurde bereits die Präferenzordnung der experimentell zu untersuchenden Spielsituationen mithilfe von Punktzahlen beschrieben, wobei die im Anschluss vorgenommene Analyse aller 2x2x2-Spiele auf Stabilitätseigenschaften ausschließlich auf diesen Punktzahlen basiert. Eine belastbare Untersuchung der Prognosequalität dieser metarationalen Stabilitätskonzepte in einer kontrollierten Laborumgebung ist entsprechend nur dann gewährleistet, wenn diese modellierten Punktzahlen auch ein möglichst präzises Abbild der *tatsächlichen* Präferenzen der Experimentteilnehmer darstellen.²⁰

Die von Smith (1976) entwickelte „Induced-Value Theory“ beschreibt in diesem Zusammenhang den Versuch, die Kontrolle über die Präferenzen der Teilnehmer dadurch zu erlangen, dass die individuellen tatsächlichen Präferenzen der Teilnehmer mithilfe einer Vergütung an die zuvor modellierte Präferenzstruktur angeglichen werden und die vielfach nur schwer zu beobachtenden individuellen Charaktereigenschaften in der Folge eine stark untergeordnete Rolle bei den Entscheidungen der Experimentteilnehmer einnehmen. Ein solches Vergütungssystem kann mithilfe bzw. entlang der drei Bedingungen *Monotonie*, *Salienz* und *Dominanz* identifiziert bzw. erarbeitet werden (vgl. auch Friedman & Sunder, 1994, S. 13): Zunächst ist die **Monotonieeigenschaft** genau dann erfüllt, wenn alle Versuchspersonen eine höhere Vergütung immer gegenüber einer niedrigeren Vergütung bevorzugen – diese Anforderung ist durch die Verwendung der lokalen Währung (EUR) in der Regel vergleichsweise einfach zu erfüllen. Die **Salienz** eines Vergütungssystems erfordert darüber hinaus, dass die realisierte Auszahlung einerseits von den Entscheidungen der Versuchspersonen abhängt *und* diese Kausalität andererseits von den Versuchspersonen auch vollständig verstanden wurde. Im konkreten Fall ist die realisierte Punktzahl zwar ein Produkt der Entscheidungen aller Spieler, wird aber maßgeblich durch die jeweils eigenen Aktionen beeinflusst und entsprechend bietet es sich an, die Auszahlung je Spieler mithilfe eines Wechselkurses an der individuell erreichten Punktzahl im Laborexperiment festzumachen. Dabei wird vollständig auf fixe Anteile verzichtet,²¹ sodass die eigenen Ent-

²⁰ Ansonsten wäre bspw. keine Aussage darüber möglich, ob ein beobachtetes unerwartetes Verhalten im Laborexperiment tatsächlich im Konflikt zu den Annahmen metarationaler Stabilitätskonzepte steht, oder ob dieses Verhalten lediglich eine Folge des Deltas zwischen angenommenen und tatsächlichen Präferenzen ist.

²¹ Alternativ wird in diversen experimentellen Untersuchungen an dieser Stelle auch eine Aufteilung der Gesamtauszahlung in einen fixen („Show-up fee“) und einen variablen Bestandteil diskutiert. Aufgrund der erwarteten Auszahlungen in den ausgewählten Spielen scheint ein Verzicht auf den fixen Anteil jedoch vertretbar (keine negativen Punktzahlen, minimale Punktzahl in den FOKUS-Zuständen bei 3 von 8).

scheidungen einen möglichst großen Einfluss auf die Gesamtauszahlung haben. Zuletzt erfüllt ein Vergütungssystem genau dann die geforderte **Dominanzeigenschaft**, wenn Änderungen in dem erreichten Nutzen der Experimentteilnehmer ganz überwiegend auf eine veränderte eigene Vergütung zurückzuführen sind. Diese Bedingung ist in der Praxis regelmäßig am schwierigsten zu erfüllen, da über die Vergütung hinausgehende Einflüsse auf den von den Teilnehmern erzielten Nutzen in vielen Fällen nicht vollständig bekannt sind bzw. kontrolliert werden können. An dieser Stelle kann jedoch auf eine Reihe bewährter Maßnahmen zurückgegriffen werden (vgl. Friedman & Sunder, 1994, S. 13): Zunächst besteht erkennbar ein Zusammenhang zur Salienz eines Vergütungssystems und das gewählte Design mit ausschließlich variablen Auszahlungen erweist sich auch an dieser Stelle als vorteilhaft; je stärker der Einfluss der eigenen Aktionen auf die Vergütung, desto eher treten alternative Aspekte in den Hintergrund. Darüber hinaus sollte versucht werden, den Einfluss anderer Eigenschaften wo immer möglich zu reduzieren: Bspw. sind Ziele des Experimentators nicht aufzudecken, neutrale Bezeichnungen für Strategien und Ergebnisse zu verwenden und ganz allgemein nur für das Spielverständnis erforderliche Angaben zu machen. Auch die Auszahlungen an andere Spieler können die Entscheidungen der Experimentteilnehmer beeinflussen und während für das Stabilitätskonzept (C)SEQ die Punktzahlen der anderen Spieler zwar bekannt sein müssen,²² kann zumindest auf eine Anzeige der von den anderen Spielern in vorherigen Runden erzielten Punkte verzichtet werden. Zuletzt ist auch zu erwarten, dass die Auszahlung an die anderen Spieler vor dem Hintergrund der identischen Gesamtauszahlung in allen FOKUS-Zuständen (vgl. Kapitel 3.3) kein relevantes Entscheidungskriterium sein wird.²³

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine per Wechselkurs an die im Experiment zu erreichenden Punkte gekoppelte Vergütung der Teilnehmer die Bedingungen der „Induced-Value Theory“ weitgehend erfüllt, wobei sich insbesondere im Zusammenhang mit dem Dominanzkriterium diverse (bewusst herbeigeführte) Eigenschaften der zu untersuchenden Spielsituation als vorteilhaft erweisen. Der Wechselkurs wird unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten der Experimentteilnehmer für alle Experimente dabei jeweils so festgelegt, dass eine erwartete Vergütung in Höhe von ca. 10 EUR je Stunde erreicht wird.²⁴

²² Ansonsten kann im Rahmen der Reaktionsabschätzung nicht beurteilt werden, welche Reaktionen für den reagierenden Spieler eine Verbesserung darstellen und damit glaubwürdig wären. Bei der koalitionsvarianten Variante CSEQ muss zusätzlich bereits bei der Prüfung möglicher Abweichungen bekannt sein, inwiefern ein kombinierter Schritt auch für den bzw. die anderen Spieler vorteilhaft wäre.

²³ Die Spieler könnten innerhalb der FOKUS-Zustände bei gleicher Gesamtauszahlung lediglich eine Erhöhung der Auszahlung der anderen Spieler zulasten ihrer eigenen Auszahlung anstreben; ein solches altruistisches Verhalten ist jedoch kaum abzusehen.

²⁴ Der Teilnehmerpool besteht überwiegend aus Studierenden (vgl. Kapitel 4.1.4); diese Vergütung orientiert sich entsprechend am Stundenlohn für wissenschaftliche Hilfskräfte am Karlsruher Institut für Technologie.

4.1.2 Abbildung der Spielsituation mithilfe einer neuentwickelten Experimentplattform

Eine aus der Perspektive des Experimentators effiziente und für die Versuchspersonen transparente Abbildung der beschriebenen Spielsituation in einer kontrollierten Laborumgebung lässt sich ohne Computerunterstützung kaum realisieren. Die von Fischbacher (2007) entwickelte Experimentplattform z-Tree²⁵ ist im wirtschaftswissenschaftlichen Kontext weit verbreitet und ermöglicht eine weitgehend flexible Gestaltung eines Experiments mit vergleichsweise geringem Aufwand und überschaubaren Vorkenntnissen.²⁶ Während z-Tree aus diesen Gründen bei diversen vergangenen experimentellen Untersuchungen am Institut für Unternehmensführung (KIT) eingesetzt wurde, wäre mithilfe dieser Experimentplattform insbesondere eine Abbildung der endogenen Zugstruktur und des endogenen Spielendes nur mit erheblichen Einschränkungen möglich. In der Folge müssten die in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Designmechanismen teilweise aufgegeben und durch Varianten ersetzt werden, die in diesem Kontext explizit kritisiert wurden.²⁷

Auch alternative Experimentplattformen lassen eine solche Endogenität der Zugstruktur und des Spielendes nicht in gewünschtem Maße zu und in den Augen des Verfassers dieser Arbeit erscheint es nicht unwahrscheinlich, dass der Mangel geeigneter Experimentplattformen eine weitere Ursache für die geringe Verfügbarkeit experimenteller Untersuchungen metarationaler Stabilitätskonzepte ist. Vor diesem Hintergrund und der zentralen Bedeutung der Endogenitätseigenschaften bei der Untersuchung metarationaler Stabilitätskonzepte wurde deshalb die Entscheidung getroffen, im Rahmen eines Forschungsprojektes am Institut für Unternehmensführung (KIT) eine alternative Experimentplattform zu entwickeln. Im Folgenden werden zunächst die zentralen Anforderungen an diese Plattform spezifiziert und im Anschluss die Umsetzung der in Kapitel 4.1.1 definierten Spielsituation mithilfe dieser innovativen App-basierten Experimentplattform beschrieben.

4.1.2.1 Anforderungen an die Experimentplattform

Für eine Vielzahl experimenteller Untersuchungen stellt z-Tree bereits heute eine geeignete Lösung dar. Darunter fallen bspw. Fragestellungen im Zusammenhang mit öffentlichen Gütern, Verhandlungssituationen, Auktionen und allgemein Marktsimulationen. Die Entwicklung einer weitgehend redundanten Experimentplattform wäre vor diesem Hintergrund wenig zielführend, stattdessen liegt der Fokus auf einer präziseren Abbildung interaktiver spieltheoretischer Ent-

²⁵ Zurich Toolbox for Readymade Economic Experiments.

²⁶ Vgl. auch die von den Entwicklern definierten Ziele bei der Konzeption der Experimentplattform in Fischbacher (2007, S. 176).

²⁷ Insbesondere kann die beschriebene Zugstruktur, bei der jeder Spieler zu jeder Zeit (aber nicht simultan) eine Aktion ausführen kann, ebenso wenig abgebildet werden, wie der Mechanismus für das Spielende auf Basis eines rücksetzbaren Timers.

scheidungssituationen, wobei auch – aber nicht ausschließlich – die für diese Arbeit zentralen Varianten mit endogener Zugstruktur und endogenem Spielende gewählt werden können. Darüber hinaus ist eine wesentliche Anforderung, die Konfiguration und Durchführung von Experimenten weiter stark zu vereinfachen und somit auch über diese Arbeit hinaus Experimentatoren eine Plattform zur Verfügung zu stellen, die aufwandsreduzierte *und* gleichzeitig realistischere Untersuchungen interaktiver strategischer Spielsituationen ermöglicht.²⁸ Nicht zuletzt ist auch aus der Perspektive der Experimentteilnehmer ein einfaches Verständnis der Spielsituation und eine intuitive Bedienbarkeit sicherzustellen, sodass durch die Experimentplattform selbst induzierte Störeinflüsse weitgehend ausgeschlossen werden können. Folgende Anforderungen ergeben sich aus der Beschreibung der Spielsituation in Kapitel 4.1.1 und ermöglichen darüber hinaus auch eine experimentelle Untersuchung ähnlicher Fragestellungen.²⁹

- **Spieler und Aktionsraum:** Spiele mit zwei bzw. drei Spielern. Der Aktionsraum ist auf maximal fünf Aktionen (zwei Spieler) bzw. zwei Aktionen (drei Spieler) beschränkt.³⁰
- **Zugfolge:** Simultan oder sequenziell. Im Falle einer sequenziellen Zugfolge: Wahlmöglichkeit zwischen exogener und randomisierter Zugreihenfolge und bei drei Spielern ergänzend endogener Zugstruktur (vgl. Kapitel 4.1.1).
- **Initialisierung:** Wahlmöglichkeit zwischen exogenem oder randomisiertem Startzustand (bei simultaner Zugfolge nicht relevant).
- **Spielende:** Nach definierter Anzahl an Runden, randomisiert innerhalb eines definierten Intervalls oder endogen nach expliziter Zustimmung aller Spieler bzw. nach Ablauf eines rücksetzbaren Timers (vgl. Kapitel 4.1.1).
- **Auszahlungen:** Laufend nach jeder Runde inkl. Möglichkeit zur Addition der bisher realisierten Auszahlungen oder endfällig nach Spielende.
- **Zuteilung der Spieler:** Vollständig randomisiert vor jedem Spielstart oder Aktivieren eines Spielplans im Modus „einmaliges Spielen jeder möglichen Begegnung“.
- **Informationen:** Vollständige Darstellung der Spielstruktur mit Spielern, Aktionen und Auszahlungen sowie aktuellem Zustand im Falle einer sequenziellen Zugfolge. Realisierte Auszahlungen und die aktuelle Rundenzahl können optional angezeigt werden.

Ergänzend zu diesen Eigenschaften erfordert die Möglichkeit einer endogenen Zugstruktur wie bereits in Kapitel 4.1.1 thematisiert einen Mechanismus, der gleichzeitige Aktionsanpassungen durch mehrere Spieler verhindert. Als intuitives, einfach zu verstehendes Konzept wurde in

²⁸ Dies könnte insbesondere auch weitere Untersuchungen im Bereich der Conflict Analysis befördern.

²⁹ Für eine ausführliche Spezifikation der Anforderungen sei auf Kabakcha (2017, S. 14 ff.) verwiesen.

³⁰ D.h. maximal 5x5 bzw. 2x2x2-Spiele. Eine Erweiterung des Aktionsraums ist vorgesehen, wurde aufgrund der damit verbundenen Komplexität der Spielsituation aber zunächst nicht umgesetzt.

diesem Zusammenhang ein „Buzzer-System“ identifiziert: Vor jeder Aktionsanpassung muss dieser „Buzzer“ aktiviert werden. Im Anschluss hat der betreffende Spieler zehn Sekunden Zeit zum Handeln, während die anderen Spieler eine entsprechende Mitteilung sehen.³¹

4.1.2.2 Entwicklung der Experimentplattform

Auf Basis dieser Anforderungen wurde von Kabakcha (2017) ein innovatives verteiltes Softwaresystem bestehend aus einer Server- und einer App-basierten Clientkomponente implementiert. Nach einmaliger Einrichtung des Servers ist die Modellierung einer neuen Spielsituation per Weboberfläche ohne jegliche Programmierkenntnisse und in wenigen Minuten möglich und erfordert ausschließlich die Angabe von einigen wenigen Parametern hinsichtlich der beschriebenen modellspezifischen Eigenschaften. Für die Durchführung eines Experiments wird im Anschluss lediglich ein beliebiges WLAN-fähiges Android-basiertes Gerät³² für jeden Teilnehmer benötigt (bspw. ein Tablet), wobei die Teilnehmer eindeutig den Spielern im Experiment zugeordnet werden können und die im Experiment erzeugten Daten anschließend in strukturierter Form in einer modernen objektorientierten Datenbank (PostgreSQL) abgelegt werden und die anschließende Auswertung somit erheblich erleichtert wird.³³

4.1.2.3 Abbildung des konkreten Experiments

Unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Eigenschaften der Spielsituation ergibt sich entlang der definierten Anforderungen an die Experimentplattform folgende Konfiguration für die experimentelle Untersuchung:

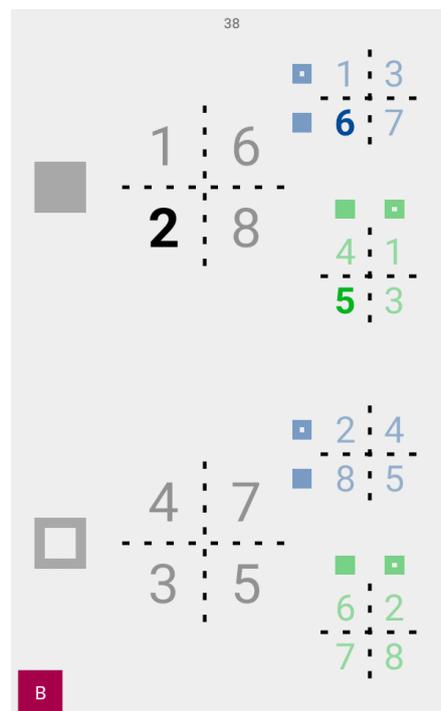
- **Spieler und Aktionsraum:** Drei Spieler mit je zwei Aktionen (2x2x2-Spiel).
- **Zugfolge:** Sequenzielle Zugfolge mit endogener Zugstruktur.
- **Initialisierung:** Randomisierter Startzustand.
- **Spielende:** Endogen nach Ablauf eines rücksetzbaren Timers (initial 180 Sekunden).
- **Auszahlungen:** Endfällig nach Spielende.
- **Zuteilung der Spieler:** Vollständig randomisiert vor jedem Spielstart.
- **Informationen:** Vollständige Darstellung der Spielstruktur mit Spielern, Aktionen und Auszahlungen sowie aktuellem Zustand. Bisher realisierte Auszahlungen und die aktuelle Rundenzahl werden nicht angezeigt, wohl aber der Timer für das Spielende.

³¹ Sollte innerhalb dieser Zeitspanne keine Anpassung erfolgen, wird die bisherige Aktion beibehalten.

³² Die Implementierung weiterer Clients (iOS, Webbrowser,...) wurde bei der Entwicklung bereits vorbereitet.

³³ Somit stehen unter anderem mächtige Abfragesprachen zur Aufbereitung der Daten zur Verfügung.

Die Darstellung der Spielsituation aus der Perspektive der Experimentteilnehmer ist in Abbildung 4.2 visualisiert: Während die jeweils eigenen Punktzahlen in den schwarzen Matrizen dargestellt werden, sind die Punktzahlen der anderen Spieler in den blauen bzw. grünen Matrizen abgebildet. An den ausgefüllten Quadraten ist jeweils analog zu dieser Farbkodierung die aktuell gewählte Aktion eines Spielers zu erkennen, wobei der aus der Kombination aller Aktionen resultierende aktuelle Zustand farblich hervorgehoben wird.³⁴ Auf diese Weise ist aus der eigenen Perspektive (die großen Matrizen in schwarz/grau) jederzeit ersichtlich, welche Konsequenzen eigene und fremde Anpassungen haben können. So könnte der in der Abbildung 4.2 dargestellte Spieler bspw. durch eine Aktionsanpassung „positionsgetreu“ in die untere Matrix „wechseln“, woraufhin der grüne Spieler mit einer weiteren Anpassung „die Spalte wechseln“ könnte und sich damit von 7 auf 8 Punkte verbessern würde. Die verbleibende Zeit bis zum Spielende bei einem Ausbleiben weiterer Aktionen ist oben in der Mitte dargestellt; unten links ist der beschriebene „Buzzer“ für das Signalisieren einer Handlungsabsicht zu sehen. Zusammenfassend wurden die dargestellten Informationen für alle Spieler auf das erforderliche Minimum reduziert und die gewünschten Aktionen können intuitiv per Touchscreen gewählt werden – dennoch ist im Rahmen des Laborexperiments sicherzustellen, dass alle Spieler die Darstellung und den Spielablauf vor Beginn des Experiments vollständig verstanden haben.³⁵



Quelle: Screenshot aus Android-App.

Abbildung 4.2: Darstellung der Spielsituation aus der Perspektive der Experimentteilnehmer

³⁴ In der Abbildung 4.2 würde der Spieler im Falle eines Spielendes im aktuellen Zustand somit eine Punktzahl von 2 realisieren, während die beiden anderen Spieler 6 (blau) bzw. 5 (grün) Punkte erhalten würden.

³⁵ Eine ausführliche Beschreibung aus Sicht der Spieler ist auch den Experimentinstruktionen zu entnehmen.

4.1.3 Experimentablauf im spieltheoretischen Labor

Eine Untersuchung der auf Lerneffekte abzielenden Hypothesen H3.1, H3.2 und H4 (vgl. Kapitel 3.2) erfordert die Durchführung mehrerer Wiederholungen des gleichen Spiels je Teilnehmergruppe.³⁶ Eine solche Kombination mehrerer Wiederholungen wird im Folgenden als *Session* bezeichnet, wobei jede dieser Wiederholungen explizit als eigenständige Spielsituation mit separat gewertetem Ergebnis zu verstehen ist. Zur Vermeidung möglicher Ermüdungs- oder Langeweileerscheinungen auf Seiten der Experimentteilnehmer sollte die Experimentdauer nach Möglichkeit im Bereich von ein bis maximal zwei Stunden liegen (vgl. Friedman & Sunder, 1994, S. 30); unter Berücksichtigung erster Vorversuche können somit in jedem Fall vier Wiederholungen je Session gespielt werden.³⁷ Im Folgenden wird die Laborumgebung, der Ablauf einer solchen aus vier Wiederholungen bestehenden Session in dieser Laborumgebung sowie eine Übersicht der geplanten Sessions beschrieben.

4.1.3.1 Laborumgebung

Der Aufbau der Laborumgebung soll einerseits einen technisch reibungslosen Ablauf der experimentellen Untersuchung sicherstellen und andererseits die Entstehung von Störeinflüssen weitgehend ausräumen. Neben der Berücksichtigung einer Reihe von *best practices* (vgl. Friedman & Sunder, 1994, S. 65) standen bei der Planung der Laborumgebung insbesondere folgende Ziele im Vordergrund:

- **Keine Interaktionen:** Während des Experiments dürfen keinerlei Interaktionen möglich sein, die über die Verwendung der Experimentplattform hinausgehen. Das Aufstellen von Trennwänden erweist sich hier als effektives Mittel und unterbindet auch nonverbale Kommunikationsformen wie Blickkontakt und Einsicht in andere Bildschirme.
- **Unbekannte Gegenspieler:** Die Teilnehmer dürfen keine Kenntnis darüber haben, gegen wen sie spielen.³⁸ Hierzu wurde einerseits mit 15 bzw. 18 Teilnehmern (= 5 bzw. 6 parallele Spiele) eine ausreichend große Teilnehmerzahl je Session festgelegt und andererseits verhindert eine vollständige Randomisierung der Zuweisung zu den Spielen unabhängig vom Laborplatz Situationen, in denen der bzw. die Gegenspieler bekannt sind.
- **Identische Informationsausstattung:** Alle Teilnehmer müssen über identische öffentliche Informationen verfügen. Die Durchführung des Experiments in nur einem Raum un-

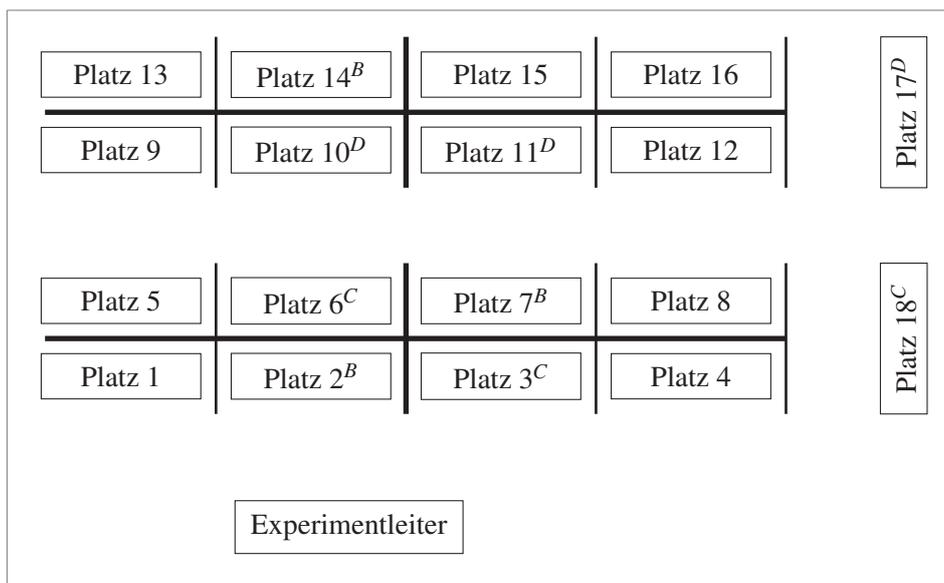
³⁶ Vor dem Hintergrund der nur einmalig benötigten Zeit für die Einführung und Auszahlung erscheint die Durchführung mehrerer Wiederholungen ohnehin sinnvoll.

³⁷ In diesen Vorversuchen endete ein Spiel auf Basis des spezifizierten endogenen Spielendes nach spätestens zehn Minuten – in keinem Durchlauf musste das Spiel exogen abgebrochen werden (vgl. Kapitel 4.1.1).

³⁸ Dieser Aspekt ist insbesondere mit einem überwiegend studentischen Teilnehmerkreis äußerst relevant: Erfahrungsgemäß kennen sich einige der Teilnehmer und könnten sonst bspw. versuchen, sich durch kooperatives Verhalten gegenseitig zu unterstützen.

terstützt diesen Gedanken, da auch im Rahmen der Einführung die exakt gleichen Worte an die Teilnehmer gerichtet werden und während der anschließenden Fragerunde zum Verständnis der Spielsituation alle Teilnehmer alle Antworten hören können.

In Abbildung 4.3 ist das unter Berücksichtigung dieser Aspekte erarbeitete Layout für die Laborumgebung dargestellt; als Labor wurde ein Raum des Instituts für Unternehmensführung (KIT) verwendet. Alle Laborplätze waren durch Trennwände separiert und jedem Teilnehmer wurden an seinem Platz ausschließlich die Instruktionen und ein Android-basiertes Tablet zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus hat die Verwendung von Tablets den Vorteil, dass die Bedienung der Experimentplattform mithilfe des berührungsempfindlichen Bildschirms für andere Teilnehmer nicht hörbar ist.³⁹ Die Trennwände waren jeweils so hoch, dass die Teilnehmer in ihrer sitzenden Position keine anderen Teilnehmer sehen konnten; aus der Perspektive des stehenden Experimentleiters aber alle Laborplätze einsehbar waren und so jegliche Kommunikationsversuche hätten unterbunden werden können – ohnehin wäre eine Identifikation der aktuellen Gegenspieler bei 15 bzw. 18 Teilnehmern aber kaum möglich gewesen. Der Experimentleiter konnte von seinem Platz zudem die Experimentplattform bedienen und den Spielverlauf in Echtzeit verfolgen und musste somit zu keiner Zeit den Raum verlassen.



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 4.3: Aufbau des spieltheoretischen Labors

Die Untersuchung der begleitenden Hypothese H3.2 erfordert zusätzlich die Möglichkeit der **Kommunikation** zwischen den Spielern eines Spiels. Aufgrund der nachrangigen Bedeutung

³⁹ Auch dieser Aspekt wurde im Rahmen der Vorversuche getestet, da ansonsten möglicherweise eine Zuordnung zumindest eines aktuellen Gegenspielers möglich gewesen wäre.

dieser Hypothese erschien eine durchgehende Kommunikationsmöglichkeit über alle vier Wiederholungen aber nicht zielführend und die Sessions wurden so geplant, dass nur im Rahmen der letzten Wiederholung entsprechende Datenpunkte gesammelt wurden. Konkret war es der Hälfte der Spieler während der vierten und somit letzten Wiederholung gestattet, sich schriftlich mit ihren jeweiligen Gegenspielern in einem Chat auszutauschen. Dieses Design mit einer Kommunikations- und einer Kontrollgruppe hat den Vorteil, dass im Rahmen der Datenauswertung eine isolierte Betrachtung der Lern- und Kommunikationseffekte besser möglich ist.⁴⁰

Die Chat-Möglichkeit wurde im Labor über separate tragbare Computer realisiert, die bis vor Beginn der letzten Wiederholung verdeckt auf den Laborplätzen der betreffenden Teilnehmer standen. Durch diesen Aufbau konnte gewährleistet werden, dass die Teilnehmer in den ersten drei Wiederholungen keinen weiteren Störeinflüssen ausgesetzt waren und entsprechend erst vor Beginn der vierten Wiederholung über die Funktion des zusätzlichen Gerätes aufgeklärt werden konnten. Dabei folgte in der vierten Wiederholung die Zuweisung der Laborplätze zu den drei betroffenen Spielgruppen aus operativen Gründen einem im Voraus festgelegten Schema – in der Abbildung 4.3 sind die jeweiligen Spielgruppen an den hochgestellten Buchstaben zu erkennen (bspw. wurde die Spielgruppe C den Laborplätzen 3, 6 und 18 zugewiesen). Auf diese Art konnte sichergestellt werden, dass die durch die Kommunikation entstehenden Tastaturgeräusche aufgrund der größeren und geräuschreduzierend wirkenden Trennwände zwischen den jeweiligen Laborplätzen nicht eindeutig einzelnen Personen zugeordnet werden konnten und darüber hinaus musste nur die Hälfte der Laborplätze mit einem zusätzlichen Eingabegerät ausgestattet werden. Auch diese Zuteilung der Teilnehmer auf die Spiele war aber insofern randomisiert, als dass die Teilnehmer zu Experimentbeginn randomisiert auf die Laborplätze verteilt wurden. Die Kommunikationsprotokolle wurden jeweils für weitere Auswertungen gesichert und waren darüber hinaus auch während des Experiments für den Experimentleiter einsehbar.

4.1.3.2 Ablauf einer Session

Innerhalb einer Session wurde in allen vier Wiederholungen die gleiche Spielsituation gespielt, da ansonsten eine Untersuchung des Lerneffektes gemäß der Hypothesen H3.1, H3.2 und H4 nur eingeschränkt möglich gewesen wäre – eine jeweils veränderte Spielsituation in jeder Wiederholung würde eine zusätzliche Verständnisbarriere und damit eine Störgröße darstellen. Im Folgenden wird der Ablauf einer solchen aus vier Wiederholungen bestehenden Session inklusive der erforderlichen Vorarbeiten durch den Experimentleiter beschrieben.

Vor Beginn jeder Session wurden auf Basis der Teilnehmerliste die Laborplätze randomisiert zugeteilt und gemeinsam mit allen weiteren Informationen zu dieser Session in einer zentralen

⁴⁰ Würde hingegen allen Spielern während der letzten Wiederholung die Möglichkeit der Kommunikation offen stehen, wäre im Anschluss nicht vollständig nachvollziehbar, ob etwaige Veränderungen in der Ergebnishäufigkeit einzelner Zustände auf den Lerneffekt zwischen der dritten und vierten Wiederholung oder auf die Möglichkeit der Kommunikation zurückzuführen sind.

Datei erfasst – die Teilnehmer hatten im Vorfeld des Experiments keinen Zugang zu dieser Information und kannten den für sie vorgesehenen Arbeitsplatz somit nicht. Zusätzlich wurde für jede der vier Wiederholungen ebenfalls randomisiert eine Zeit zwischen zehn und zwölf Minuten ermittelt, nach der etwaige zu diesem Zeitpunkt noch nicht beendete Spiele exogen durch den Experimentleiter abubrechen waren⁴¹. Diese Zeitpunkte wurden den Teilnehmern weder vor noch während des Experiments bekannt gemacht.

Innerhalb einer Session wurden folgende acht Phasen durchlaufen, wobei die Inhalte und Hintergründe jeweils kurz erläutert werden. Die Zeitangaben sind basierend auf ersten Vorversuchen als Obergrenze zu verstehen, eine Session dauert entsprechend maximal 75 Minuten.

1. **Platzzuweisung** – Ab zehn Minuten vor Beginn des Experiments wurden die Teilnehmer eingelassen und – nachdem sie sich ausgewiesen haben – auf die zuvor ermittelten Laborplätze verteilt. Bereits zu diesem Zeitpunkt und in regelmäßigen Abständen bis zum Beginn des Experiments wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Kommunikation untersagt ist. Ab dem – nach dem Zeitpunkt des Eintreffens – 15. Teilnehmer wurden neue Teilnehmer gebeten, bis zum Eintreffen des 18. Teilnehmers beim Experimentleiter zu warten. Falls trotz des eingeladenen Ersatzteilnehmers bis zum Zeitpunkt des Experimentbeginns keine 18 Teilnehmer erschienen sind, wurden die überzähligen Teilnehmer mit einer fixen Auszahlung in Höhe von 5 EUR für ihr Erscheinen vergütet⁴² – ansonsten wurden auch diese Teilnehmer ihren Laborplätzen zugewiesen.⁴³
2. **Instruktionen** (10 min) – Nach Beginn des Experiments hatten die Teilnehmer zunächst fünf Minuten Zeit zum Lesen der Instruktionen; im Anschluss wurden alle Hinweise zusätzlich vom Experimentleiter vorgetragen. Grundsätzlich müssen Instruktionen klar, präzise und von „richtiger“ Länge sein (Guala, 2005, S. 26) und in Anbetracht der enormen Bedeutung der Instruktionen für das Verständnis der Spielsituation und damit für den Erfolg des Experiments wurden noch vor dem Probelauf mehreren Studierenden zwei inhaltlich identische Varianten vorgelegt, die sich lediglich in der Länge der Formulierungen unterschieden. Aus eingehenden Befragungen ging hervor, dass die Variante mit den verkürzten Formulierungen besser verständlich war; darüber hinaus wurden einige wenige Unklarheiten beseitigt.⁴⁴ Die Instruktionen sind im Anhang A.4 zu finden und enthalten allgemeine Verhaltensregeln während des Experiments, Informationen zur Ver-

⁴¹ Vgl. die Beschreibung des exogenen Abbruchmechanismus in Kapitel 4.1.1.

⁴² Nach Beginn des Experiments erschienene Teilnehmer haben keine fixe Auszahlung erhalten, um keinen Anreiz für zukünftige „vergütete aufwandsarme Verspätungen“ zu schaffen.

⁴³ Die Teilnehmerzahl muss offensichtlich ein Vielfaches der drei benötigten Spieler je Spiel sein und auf diese Weise konnte verhindert werden, dass bereits ihren Plätzen zugewiesene Teilnehmer wieder aus dem Raum gebeten werden mussten.

⁴⁴ Selbstverständlich wurden diese Studierenden von der Teilnahme an dem Experiment ausgeschlossen und darüber hinaus gebeten, die erhaltenen Informationen nicht weiterzugeben.

gütung der Teilnehmer sowie eine ausführliche Beschreibung des Experimentablaufs auch auf Basis einer schematischen Darstellung in Anlehnung an Abbildung 4.1. Darüber hinaus ist auf einer weiteren Seite die Darstellung der Spielsituation auf dem Tablet inklusive aller Handlungsmöglichkeiten abgebildet und ausführlich erläutert.⁴⁵

3. **Offene Fragerunde (5 min)** – Unmittelbar nach dem Verlesen der Instruktionen eröffnete der Experimentleiter eine Fragerunde, in welcher auftretende Fragen so lange adressiert wurden, bis alle Teilnehmer bestätigt haben, die Instruktionen und insbesondere den Spielablauf bzw. die Bedienung der Experimentplattform vollständig verstanden zu haben. Fragen, die inhaltlich über die in den Instruktionen verfügbaren Informationen hinausgingen, wurden ausdrücklich nicht beantwortet und insbesondere wurden weder Informationen über den Hintergrund und das Ziel der experimentellen Untersuchung bekannt gemacht, noch wurden Empfehlungen zum Verhalten während des Experiments ausgesprochen.⁴⁶ Gleichzeitig wurde sichergestellt, dass die Teilnehmer verstanden hatten, dass sich ihre Vergütung aus der mit dem kommunizierten Wechselkurs multiplizierten Summe der in den vier Wiederholungen erreichten Punktzahl zusammensetzt.
4. **Wiederholung 1-3 (35 min)** – Nach der Einführungsphase wurde die erste Wiederholung der Spielsituation gestartet, wobei für jede weitere Wiederholung die folgenden Schritte analog gelten: Zunächst mussten die Teilnehmer auf Anweisung des Experimentleiters hin den Spielstart auf dem Tablet bestätigen; im Anschluss erfolgte durch die Experimentplattform eine vollständig randomisierte Zuordnung der Teilnehmer auf die einzelnen Spiele *und* die einzelnen Rollen (Spieler A, B oder C). Im Rahmen dieser Initialisierung wurde je Spiel zudem randomisiert ein Startzustand bestimmt und der rücksetzbare Spielende-Timer auf 180 Sekunden gesetzt resp. gestartet. Zur Vermeidung von unüberlegten Handlungen wurden die Teilnehmer gebeten, sich in den ersten 90 Sekunden ausschließlich mit der Spielstruktur vertraut zu machen und noch keine Aktionen vorzunehmen. Im Anschluss konnten die Teilnehmer jederzeit durch Betätigen des „Buzzers“ Aktionsanpassungen vornehmen bzw. im Falle eines Irrtums die aktuelle Aktion bestätigen. Nach 3 Minuten wurde der Timer durch den Experimentleiter manuell von 180 Sekunden auf 30 Sekunden reduziert und die Teilnehmer entsprechend über diese Anpassung informiert. Zu diesem Zeitpunkt war allen Teilnehmern die Bedeutung des Timers klar, sodass die Wartezeit auf das Spielende reduziert werden konnte.⁴⁷ Während des Ex-

⁴⁵ Die in den Instruktionen dargestellte Spielsituation entspricht keinem der für die experimentelle Untersuchung ausgewählten Spiele; diese Information wurde auch ausdrücklich an die Teilnehmer weitergegeben.

⁴⁶ In diesem Zusammenhang sei erneut auf die Bedeutung einer neutralen Darstellung der Spielernamen und Aktionsbezeichnungen verwiesen, vgl. Kapitel 3.3.1 und 4.1.1.

⁴⁷ Diese Anpassung war auch eine Folge des Probelaufs, nach dessen Durchführung mehrere Teilnehmer die lange Wartezeit kritisierten. Eine generelle Reduzierung auf 30 Sekunden wurde jedoch bewusst nicht vorgenommen, sodass zu Beginn des Spiels ausreichend Zeit bleibt, den Spielablauf und die Spielstruktur zu verstehen.

periments wurden bis zum Ablauf der achten Minute keine weiteren Angaben gemacht. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte dann der Hinweis, dass noch nicht regulär beendete Spiele in zwei Minuten zu jedem Zeitpunkt innerhalb der dann folgenden zwei Minuten enden könnten (also zwischen Minute zehn und zwölf) und in diesem Fall kein Spieler eine Auszahlung erhalten würde. Nach dem regulären Spielende (vgl. Abbildung 4.1) wurde den Teilnehmern der finale Zustand nochmals angezeigt – falls das Spiel irregulär beendet werden musste, wurde auf die Anzeige verzichtet.⁴⁸

5. **Instruktionen zur Kommunikation** (5 min) – Nach dem Ende der dritten Wiederholung wurde darauf hingewiesen, dass die Hälfte der Teilnehmer in der vierten Wiederholung die Möglichkeit zur schriftlichen Kommunikation mit den jeweiligen Gegenspielern hat. Hierzu mussten diese Teilnehmer das weitere Eingabegerät an ihrem Laborplatz aufdecken und konnten im Anschluss auf eine Chat-Funktion zugreifen – Angaben zu möglichen Inhalten der Kommunikation wurden zu keiner Zeit gemacht.
6. **Wiederholung 4** (10 min) – Zur Vermeidung potenzieller Effektüberlagerungen wurde die vierte Wiederholung mit Ausnahme der zusätzlichen Kommunikationsmöglichkeit analog zum beschriebenen Ablauf der ersten drei Wiederholungen durchgeführt.
7. **Beantwortung der Fragebögen** (5 min) – Nach dem Ende der vierten Runde wurden die Teilnehmer gebeten, einen standardisierten Fragebogen auszufüllen, wobei jeweils mitgeteilt wurde, dass das Ausfüllen keinen Einfluss auf die Vergütung der Teilnehmer hat.⁴⁹ „Experimente sind grundsätzlich Spiele mit teils unkontrollierter unvollständiger Information“ – bspw. sind die Beweggründe für das Handeln der Teilnehmer und deren Erfassung der Spielsituation für den Experimentleiter nicht vollständig nachvollziehbar (Berninghaus et al., 2010, S. 420 f.). Dennoch ist das erklärte Ziel einer sorgfältigen Experimentdurchführung, die Entscheidungen der Teilnehmer im Experimentverlauf möglichst gut zu verstehen. Ein solcher standardisierter Fragebogen bietet in diesem Zusammenhang die Möglichkeit einer systematischen Abfrage dieser Informationen auch über das Verhalten der Teilnehmer während des Versuchs hinaus. Neben demographischen Angaben und Informationen zu bisherigen Erfahrungen mit experimentellen Untersuchungen wurden sowohl Entscheidungskriterien als auch das allgemeine Verständnis der Spielsituation bzw. der Experimentplattform abgefragt (vgl. Anhang A.6).⁵⁰

⁴⁸ Tatsächlich mussten in der gesamten experimentellen Untersuchung nur zwei Spiele irregulär durch den Experimentleiter beendet werden.

⁴⁹ Aufgrund der fehlenden Incentivierung sind diese Daten entsprechend kritisch auszuwerten (vgl. Croson, 2005, S. 293). Eine fixe Vergütung wäre aber ebenso wenig eine Garantie für wahrheitsgemäße Angaben (vgl. bspw. Dingelstedt, 2015) und vor dem Hintergrund der weitaus größeren Bedeutung des tatsächlichen Verhaltens wurde das Budget vollständig für die Incentivierung der Teilnehmer während des Experiments eingesetzt (vgl. auch die Anforderungen an die Salienz und die Dominanz eines Vergütungssystems in Kapitel 4.1.1).

⁵⁰ Auf diese Weise konnte zudem bereits nach der ersten Session und auch im weiteren Verlauf der experimentellen Untersuchung überprüft werden, ob die Teilnehmer die Spielsituation vollständig verstanden hatten.

8. **Auszahlung** (5 min) – Zuletzt wurden die Teilnehmer einzeln zum Experimentleiter gebeten und konnten dort nach Abgabe ihres ausgefüllten Fragebogens nicht-öffentlich ihre zwischenzeitlich vom Experimentleiter errechnete Vergütung in Empfang nehmen. Aufgrund der zufälligen Zuordnung zu den einzelnen Rollen innerhalb eines Spiels (Spieler A, B und C) in allen vier Wiederholungen konnten systematische Nachteile, die möglicherweise mit einer bestimmten Rolle einhergegangen sein könnten, weitgehend ausgeglichen werden – die Experimentteilnehmer hatten somit zumindest ansatzweise vergleichbare Verdienstchancen.⁵¹

4.1.3.3 Sessionübersicht

Die experimentelle Untersuchung setzt sich aus den vier Bausteinen *Probelauf*, zentrales *Experiment 1* und den beiden ergänzenden *Experimenten 2* und *3* zusammen. Dieses Design als Experimentserie mit einem zeitlichen Abstand von mehr als sechs Monaten zwischen dem Probelauf und dem letzten Experiment ermöglichte auch eine gezielte Untersuchung weiterführender Fragestellungen, die sich aus einer eingehenden Analyse und Diskussion der jeweils vorausgegangenen Untersuchung ergeben haben.

Während des zu Beginn durchgeführten Probelaufs wurde die neu entwickelte Experimentplattform ausführlich unter Laborbedingungen getestet und darüber hinaus das Spielverständnis der Experimentteilnehmer beobachtet.⁵² Besonderes Interesse galt in diesem Zusammenhang der Fragestellung, ob die entwickelten Mechanismen zur Abbildung der endogenen Zugfolge und des endogenen Spielendes auch in der Praxis einen aus der Perspektive der Teilnehmer nachvollziehbaren Spielverlauf unterstützten oder ob bspw. Versuche erkennbar waren, die Mechanismen auf eine Art zu „missbrauchen“, die in einer realen Konfliktsituation so nicht möglich wäre.⁵³

Die Fokusvariablen SEQ- und CSEQ-Stabilität unterscheiden sich über die Spielklassen hinweg ausschließlich in der Anzahl der jeweiligen Zustände. Darüber hinaus wurden jedoch im Rahmen der Spielidentifikation Spielklassen mit abweichenden Auszahlungsvarianzen identifiziert. Im zentralen Experiment wurden im Sinne einer robusten Vorgehensweise verschiedene dieser Spielklassen in sechs Sessions systematisch untersucht; die besonders geeignete Spielklasse 10 (vgl. Kapitel 3.3.5) wurde zur Erweiterung der Datenbasis in zwei Sessions getestet. In Summe ergeben sich somit fünf verschiedene Spielklassen, wobei für die Teilnehmer bei der Anmel-

⁵¹ Selbstverständlich hatte jedoch das Verhalten der Teilnehmer während des Experiments weiterhin einen starken Einfluss darauf, wie diese Chancen genutzt und so in eine tatsächliche Vergütung überführt werden konnten.

⁵² Bereits vor diesem Probelauf wurden diverse Vorversuche zum Testen der neuen Experimentplattform durchgeführt. Keiner dieser Vorversuche fand jedoch unter vollständigen Laborbedingungen statt.

⁵³ Bei der Gestaltung des Spielablaufs wurde zwar stets darauf geachtet, dass diese Mechanismen zu keinen unerwünschten Effekten führen können (vgl. Kapitel 4.1.1). Aufgrund der Neuartigkeit des Spieldesigns war eine solche Validierung aus Sicht des Verfassers dieser Arbeit aber zwingend erforderlich.

dung zu den Sessions keine Unterschiede zwischen den einzelnen Sessions sichtbar waren – die Zuteilung der Teilnehmer zu den verschiedenen Spielklassen hat somit ebenfalls einen zufälligen Charakter und ist zumindest nicht systematisch verzerrt. In allen Sessions des Experiment 1 war darüber hinaus wie bereits thematisiert in der vierten Wiederholung jeweils der Hälfte der Teilnehmer die Kommunikation mit den jeweiligen Gegenspielern gestattet.

Basierend auf einer Analyse des zentralen Experiment 1 wurden im Anschluss die ergänzenden Experimente 2 und 3 durchgeführt: Während die Teilnehmer im Experiment 2 einen zusätzlichen Hinweis zu einer möglichen Koordination erhalten haben, wurde im Experiment 3 darüber hinaus ein definierter Spieler durch einen regelbasierten Agenten ersetzt. In beiden Fällen lag der Fokus auf einer Analyse dieser Anpassungen entlang der Spielklasse 10 und die Auswirkungen der Kommunikationsmöglichkeit wurden in den betreffenden Sessions 7 und 8 entsprechend nicht mehr untersucht.⁵⁴

In der Tabelle 4.1 sind die vier eingangs beschriebenen Bausteine der experimentellen Untersuchung in Verbindung mit den einzelnen Sessions zusammenfassend dargestellt. An dieser Struktur orientiert sich auch der weitere Verlauf dieser Arbeit beginnend mit der Beschreibung des Probelaufs im Abschnitt 4.2. Eine ausführliche Herleitung der vorgenommenen Anpassungen in den Experimenten 2 und 3 erfolgt jeweils zu Beginn der entsprechenden Kapitel 5.2 bzw. 5.3 auf Basis der bisherigen Analysen.

Tabelle 4.1: Sessionübersicht der experimentellen Untersuchung

29.03.2017			Plattformtest & Spielverständnis	} Probelauf	
29.05.2017	Session 1	Spielklasse 10	Kommunikation Wiederholung 4	} Experiment 1	
	Session 2	Spielklasse 3	Kommunikation Wiederholung 4		
	Session 3	Spielklasse 10	Kommunikation Wiederholung 4		
	30.05.2017	Session 4	Spielklasse 8		Kommunikation Wiederholung 4
		Session 5	Spielklasse 6		Kommunikation Wiederholung 4
		Session 6	Spielklasse 15		Kommunikation Wiederholung 4
25.07.2017	Session 7	Spielklasse 10	Koordinationshinweis	} Experiment 2	
11.10.2017	Session 8	Spielklasse 10	Koordinationshinweis & Agent	} Experiment 3	

⁵⁴ Die vier Wiederholungen innerhalb der Sessions 7 und 8 wurden somit auf Basis identischer Regeln bzw. Ausstattungen durchgeführt.

4.1.4 Auswahl und Eigenschaften der Experimentteilnehmer

Die sorgfältige Auswahl der Experimentteilnehmer ist eine wichtige Voraussetzung für eine valide Datenbasis, belastbare Schlussfolgerungen und die externe Validität einer experimentellen Untersuchung (vgl. u.a. Greiner, 2015, S. 114 f.). Ein Großteil aller experimentellen Studien rekrutiert sich aus einem überwiegend studentischen Teilnehmerpool, das gilt gleichermaßen auch für den Bereich der experimentellen Wirtschaftsforschung. Neben einem meist einfacheren Zugang zu studentischen Teilnehmern stellen auch die vergleichsweise geringen Opportunitätskosten⁵⁵ und die in der Regel steile Lernkurve dieser Zielgruppe erhebliche Vorteile dar bzw. ermöglichen eine experimentelle Untersuchung in größerem Umfang überhaupt erst (vgl. Friedman & Sunder, 1994, S. 39 f.). Zwar wird die Durchführung von Experimenten mit ausschließlich Studierenden immer wieder kritisiert – vor allem im Zusammenhang mit hochspezifischen Fragestellungen wie bspw. der Funktionsweise von Future-Märkten – zahlreiche Studien zeigen aber, dass das Verhalten der Studierenden typischerweise nicht stark und insbesondere nicht systematisch von dem Verhalten der „Professionals“ abweicht und entsprechend ist die Verwendung eines studentischen Teilnehmerpools gängige Praxis (vgl. D. D. Davis & Holt, 1993; Holt, 1995, S. 6).⁵⁶ Auch diese experimentelle Untersuchung rekrutierte sich aus einem zwar nicht ausschließlich, aber doch überwiegend aus Studierenden bestehenden Teilnehmerpool. Im Folgenden wird zunächst der Auswahl- und Einladungsprozess beschrieben und im Anschluss die Teilnehmergruppe selbst charakterisiert.

4.1.4.1 Auswahl- und Einladungsprozess

Die Rekrutierung des Experiments erfolgte über das Rekrutierungssystem des KD²Lab am Karlsruher Institut für Technologie, über das auf einen grundsätzlich offenen, aber überwiegend aus Studierenden bestehenden Teilnehmerpool zugegriffen werden kann.⁵⁷ Zum Zeitpunkt des Experiments waren in diesem System rund 2.800 Personen für die Teilnahme an wissenschaftlichen Experimenten registriert. Allgemein wurde auf Aspekte geachtet, die die Verfügbarkeit einzelner Gruppen begünstigen oder verhindern könnten; so wurden bspw. keine Sessions während den vorlesungsfreien Zeiten oder an Freitagen geplant. Darüber hinaus wurden für die Auswahl der Teilnehmer die Kriterien „Deutschkenntnisse vorhanden“ und maximal einmaliges unentschuldigtes Fehlen („No show“) festgelegt, sodass einerseits das Verstehen

⁵⁵ Entsprechend ist bei gegebenem Budget und gleicher Teilnehmerzahl die Dominanz der Vergütung bei studentischen Teilnehmern in der Regel ausgeprägter (vgl. Kapitel 4.1.1).

⁵⁶ Für weitere Arbeiten, die das Verhalten von Studierenden in experimentellen Untersuchungen mit anderen Teilnehmergruppen vergleichen bzw. diskutieren, vgl. bspw. Belot, Duch und Miller (2015); Chan, Landry und Troy (2011); Frechette (2015).

⁵⁷ Das KD²Lab ist ein DFG-gefördertes Experimentallabor und wird gemeinschaftlich von mehreren Instituten am KIT betrieben (weitere Informationen unter <http://www.kd2lab.kit.edu>). Das Rekrutierungssystem des KD²Lab basiert auf der Software „HROOT“ von Bock, Baetge und Nicklisch (2014); die Organisation des Experiments und die Teilnehmerauswahl wurden entsprechend mit dieser Software durchgeführt.

der Spielsituation- und des Spielablaufs nicht unnötig erschwert und andererseits die operative Durchführbarkeit des Experiments unterstützt wurde.⁵⁸ Darüber hinaus wurden basierend auf Erfahrungswerten des Instituts jeweils vier Teilnehmer mehr als benötigt eingeladen. Die Ersatzteilnehmer standen jedoch nicht a priori fest, sondern ergaben sich aus der Reihenfolge des Eintreffens (vgl. auch Kapitel 4.1.3).⁵⁹ In Summe wurden vom Rekrutierungssystem automatisch und in randomisierter Reihenfolge Einladungen an 1.577 Teilnehmer versendet, diese hatten daraufhin die Möglichkeit, sich zu einer Session ihrer Wahl anzumelden – wie bereits erläutert war die Beschreibung aller Sessions jedoch neutral und identisch und ließ somit keine Rückschlüsse auf die Art des Experiments oder gar die konkrete Spielklasse zu.

Insgesamt haben sich 145 Teilnehmer für eine der Sessions angemeldet, davon sind 20 nicht erschienen oder haben sich kurzfristig abgemeldet und 4 wurden mangels verfügbarer Gegenspieler mit einer fixen Auszahlung für ihr Erscheinen vergütet. Somit nahmen 121 Teilnehmer an der experimentellen Untersuchung teil, die sich wie folgt den einzelnen Bausteinen zuordnen lassen (vgl. Tabelle 4.1): 93 Teilnehmer auf die sechs Sessions des Experiment 1, 18 auf das Experiment 2 und 10 auf das Experiment 3.⁶⁰ Darüber hinaus wurden zwölf weitere Studierende für den durchgeführten Probelauf unter Laborbedingungen eingeladen. Aufgrund der großen Bedeutung einer ausführlichen und ehrlichen Feedbackrunde und einer offenen Diskussion im Anschluss an den Testlauf wurden diese zwölf Studierenden aus einem am Institut bekannten Personenkreis und damit unabhängig vom Rekrutierungssystem des KD²Lab ausgewählt.⁶¹ Auch hier wurde jedoch sichergestellt, dass keiner der Teilnehmer mit den Inhalten der experimentellen Untersuchung vertraut war.

4.1.4.2 Charakterisierung der Teilnehmer

Die in Tabelle 4.2 entlang verschiedener demographischer Größen dargestellte Struktur der 121 Teilnehmer für die Experimente 1, 2 und 3 ergibt sich weitgehend aus der Verteilung des KD²Lab-Pools. Auffällig – aber keinesfalls überraschend – ist insbesondere der mit 71% hohe Anteil an männlichen Teilnehmern und der mit 41% hohe Anteil an Wirtschaftswissenschaftlern.⁶² 92% der Experimentteilnehmer waren zwischen 20 und 30 Jahren alt, auch das ist aber letztlich eine Konsequenz des hohen Studierendenanteils. Insgesamt ist diese Teilnehmerstruk-

⁵⁸ Ein unzureichendes Verständnis der Spielsituation bzw. der Instruktionen würde einen kaum zu kontrollierenden Störfaktor darstellen und das Nichterscheinen von Teilnehmern hat bei dem Spieldesign mit drei Spielern im ungünstigsten Fall zur Folge, dass zwei Teilnehmer abgewiesen werden müssen.

⁵⁹ Diese hohe Zahl an Ersatzpersonen wurde bewusst gewählt, sodass in jeder Session mindestens fünf parallele Spiele je Wiederholung durchgeführt werden konnten – falls 3 der 4 Ersatzteilnehmer erschienen sind, wurde entsprechend ein weiteres paralleles Spiel je Wiederholung durchgeführt.

⁶⁰ Im Experiment 3 wurde ein Spieler durch einen regelbasierten Agenten ersetzt, insofern war die benötigte Teilnehmerzahl hier geringer (vgl. Kapitel 5.3).

⁶¹ Darunter waren bspw. Abschlussarbeitenschreiber, wissenschaftliche Hilfskräfte und Seminarteilnehmer.

⁶² In diesem Zusammenhang sei auf den allgemein hohen Anteil männlicher Studierender am KIT verwiesen. Darüber hinaus ist das Interesse an ökonomischen (experimentellen) Fragestellungen unter Wirtschaftswissenschaftlern erfahrungsgemäß stärker ausgeprägt.

tur offensichtlich kein repräsentatives Abbild der Gesamtbevölkerung, für eine erste Untersuchung der koalitionsären Stabilitätskonzepte aber sicherlich geeignet. Sollten die Hypothesen nicht abgelehnt werden können, wäre die Übertragbarkeit der Ergebnisse ggf. in weiteren Untersuchungen mit einer repräsentativeren Teilnehmerstruktur zu überprüfen.

Über die einzelnen Experimente hinweg sind keine entscheidenden Abweichungen zu erkennen, mit Ausnahme einer etwas ausgeprägteren Erfahrung der Teilnehmer mit spieltheoretischen Laborexperimenten im Experiment 2. Die in dieser Arbeit untersuchten metarationalen Stabilitätskonzepte sind aber kein Bestandteil der Vorlesungen am KIT und allgemein wenig verbreitet; entsprechend sind Vorkenntnisse und bisherige Laborerfahrung zumindest in aller Regel nicht einschlägig.

Tabelle 4.2: Teilnehmerstruktur auf Basis abgefragter demographischer Größen

Größe	Wert	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Gesamt
Geschlecht	männlich	72%	71%	70%	72%
	weiblich	28%	29%	30%	28%
Bildungsgrad	Abitur	55%	65%	40%	55%
	Bachelor	36%	24%	50%	35%
	Master	8%	12%	10%	9%
	Promotion	0%	0%	0%	0%
	keine Angabe	1%	0%	0%	1%
Fachrichtung	Wirtschaftswissenschaften ⁶³	37%	53%	40%	40%
	Ingenieurwissenschaften	41%	18%	20%	35%
	Naturwissenschaften	11%	12%	30%	13%
	Geisteswissenschaften	4%	12%	10%	6%
	Andere	7%	6%	0%	6%
Spieltheoretische Vorkenntnisse (Selbsteinschätzung)	Keine	9%	0%	10%	8%
	Gering	25%	18%	10%	23%
	Grundlegend	47%	41%	50%	46%
	Erweitert	16%	35%	20%	20%
Erfahrung mit spieltheoretischen Laborexperimenten	Sehr gut	3%	6%	10%	4%
	Keine	21%	6%	0%	17%
	1	17%	0%	20%	15%
	2	5%	6%	10%	6%
	3	17%	18%	30%	19%
	4-9	28%	41%	30%	30%
>10	9%	29%	10%	13%	

⁶³ Die Fachrichtung Wirtschaftswissenschaften umfasst am KIT in erster Linie die Studiengänge Wirtschaftsingenieurwesen, Informationswirtschaft und Technische Volkswirtschaftslehre.

4.2 Probelauf: Validierung des Experimentdesigns unter Laborbedingungen

Die Durchführung von Testläufen ist typischerweise alternativlos bei der Entwicklung des Experimentdesigns und -ablaufs (Friedman & Sunder, 1994, S. 74). Vor dem Hintergrund der Neuartigkeit einiger Designkomponenten – vor allem der endogenen Zugstruktur und des endogenen Spielendes – sowie der neuentwickelten Experimentplattform nimmt die Bedeutung solcher Testläufe im Rahmen dieser experimentellen Untersuchung weiter zu. Bereits während der Entwicklung der Experimentplattform wurden deshalb regelmäßig Versuche mit einem Fokus auf das Verständnis der Spielsituation und die Funktionsweise der Spielmechanismen organisiert und die jeweiligen Erkenntnisse sind unmittelbar in den Entwicklungsprozess eingeflossen. Vor dem Start des zentralen Experiment 1 erschien es jedoch zwingend erforderlich, einen finalen Test des Experimentdesigns und der Experimentplattform unter Bedingungen durchzuführen, die denen im Labor sehr nahe kommen. Für diesen Probelauf wurden zwölf Teilnehmer eingeladen; der Ablauf orientierte sich sehr stark an dem beschriebenen Ablauf einer Session, lediglich der Fragebogen wurde durch eine ausführliche Diskussion mit den Teilnehmern ersetzt.⁶⁴ Im Folgenden werden sowohl die Erkenntnisse aus der Durchführung des Probelaufs als auch die Experimentdaten an sich kurz beschrieben.

4.2.1 Validierung des Experimentdesigns

Die bereits im Vorfeld mit weiteren Studierenden diskutierten **Instruktionen** wurden während der Einlesephase vollständig verstanden und sowohl der Spielverlauf als auch die anschließende Diskussion mit den Teilnehmern bestätigten diese Einschätzung. Die mithilfe eines Buzzers abgebildete **endogene Zugfolge** hat ebenfalls die gewünschte Wirkung erzielt und insbesondere wurde der Buzzer nicht als ein Instrument verstanden, das möglichst schnell oder oft zu betätigen ist – stattdessen wurden die Aktionsanpassungen überwiegend nach einer angemessenen Bedenkzeit durchgeführt. Auch das über einen rücksetzbaren Timer abgebildete **endogene Spielende** hat inhaltlich zu dem angedachten Verhalten geführt – kein Spiel wurde versehentlich beendet und gleichzeitig musste kein Spiel exogen abgebrochen werden. In allen 16 Spielsituationen haben die beiden Mechanismen in Kombination somit dazu geführt, dass die Spieler ab einem bestimmten Zeitpunkt keine Aktionsanpassungen mehr durchführen wollten und das Spiel infolgedessen endete. Lediglich hinsichtlich des Startwerts des Timers wurde kritisiert, dass 180 Sekunden zu lange wären – und ggf. auch einzelne Spieler versuchen könnten, immer kurz vor Ablauf dieser 180 Sekunden den Buzzer zu drücken, um somit die anderen Spieler zu „provokieren“. In der Konsequenz wurden die Instruktionen derart angepasst, dass der Timer zu

⁶⁴ Auf diese Weise sollte sichergestellt werden, dass mögliche Informationen nicht bereits aufgrund nicht vorhandener entsprechender Fragen verloren gingen.

Beginn bei 180 Sekunden startet und nach drei Minuten auf 30 Sekunden reduziert wird (vgl. Anhang A.4).

Die **Experimentplattform** hat während des Probelaufs reibungslos bzw. stabil funktioniert und auch aus der anschließenden Diskussion mit den Teilnehmern wurde deutlich, dass diese zu jeder Zeit verstanden haben, wie sie auf welche Art handeln konnten und welche Konsequenzen sich daraus ergeben würden – der Fokus auf ein intuitives Bedienkonzept und eine transparente Darstellung der relevanten Informationen hat sich insofern bezahlt gemacht. In der Diskussion wurde zudem die explizite Rückmeldung der Teilnehmer vernommen, dass der Spielverlauf mit den entwickelten Mechanismen aus ihrer Sicht einem „natürlichen“ Konflikt sehr nahe kommt und keine „künstlichen“ Effekte befördert.

4.2.2 Beschreibung der Experimentdaten

In vier Wiederholungen mit jeweils vier parallelen Spielen der Spielklasse 10 wurden während des Probelaufs 16 Datenpunkte erzeugt.⁶⁵ In Anlehnung an die Klassifikation der Zustände in drei FOKUS-Zustände und fünf REST-Zustände⁶⁶ ist in Tabelle 4.3 die relative Ergebnisverteilung in diesen 16 Spielen dargestellt. Auffällig ist zunächst, dass – wie erwartet – keines der Spiele in einem der REST-Zustände endete und die Auswahl der Spielklassen basierend auf einer klaren Einteilung in erwartete Ergebniszustände (FOKUS) und nicht erwartete Ergebniszustände (REST) somit belastbar zu sein scheint. Innerhalb der FOKUS-Zustände wird deutlich, dass alle Spiele in einem der beiden SEQ-stabilen Zustände enden – die Ergebnisse sich aber fast gleichmäßig auf diese beiden Zustände verteilen. Entsprechend wäre die Relevanz der CSEQ-Eigenschaft zumindest in diesem Probelauf eher fraglich, auf eine eingehende Analyse dieser Daten wird aufgrund der geringen Stichprobengröße an dieser Stelle aber verzichtet. Wenngleich sich aus einem solchen Probelauf natürlich keine Garantie für ein erfolgreiches Experiment ableiten lässt, scheint das entwickelte Experimentdesign, inklusive der Unterscheidung in FOKUS- und REST-Zustände, und der entwickelte Experimentablauf grundsätzlich für eine Untersuchung in größerem Umfang auch mit alternativen Spielklassen geeignet.

Tabelle 4.3: Relative Ergebnisverteilung im Probelauf

CSEQ	FOKUS		REST		n
	SEQ	instabil			
44%	56%	0%	0%		16

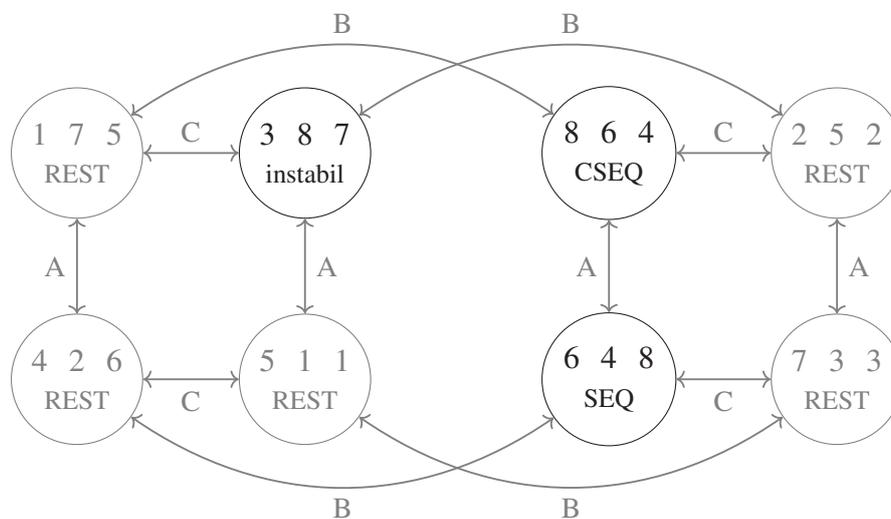
⁶⁵ Die Spielklasse 10 ist in Kapitel 3.3.5 näher beschrieben und im Anhang A.6 dargestellt.

⁶⁶ Vgl. die Einteilung der Zustandsgruppen in Kapitel 3.3.

5 Auswertung der experimentellen Untersuchung

In diesem Kapitel werden die in der experimentellen Untersuchung generierten Daten ausgewertet. Im zentralen Experiment 1 haben sich zudem ergänzende Fragestellungen ergeben, die anschließend in zwei kleineren Folgeexperimenten adressiert wurden. Auch die Struktur dieses Kapitels orientiert sich an den Komponenten dieser Experimentserie: Nach einer deskriptiven und induktiven Auswertung des zentralen Experiment 1 folgt eine vergleichbare Auswertung der Daten für die Folgeexperimente 2 und 3 – jeweils ergänzt um eine einleitende Beschreibung der Anpassungen am Experimentdesign auf Basis der vorausgegangenen Erkenntnisse. Zuletzt werden die Ergebnisse dieser drei Experimente in einer integrierten Analyse zusammengeführt.

Für ein besseres Verständnis der folgenden Auswertungen und Überlegungen wird einleitend am Beispiel der Spielklasse 10 ein im Labor untersuchtes Spiel vorgestellt und auf wesentliche Strukturmerkmale kurz eingegangen (vgl. Abbildung 5.1).



Quelle: Eigene Darstellung.
In den Knoten sind die Auszahlungen der Spieler in der Reihenfolge A B C dargestellt.¹

Abbildung 5.1: Darstellung eines experimentell untersuchten Spiels am Beispiel der Spielklasse 10

Die in Kapitel 3.3 entwickelten Anforderungen an die Struktur der zu untersuchenden 2x2x2-Spiele finden sich auch in dieser Spielklasse wieder: Zunächst ist eine Unterteilung in drei

¹ Im Vergleich zur Abbildung A.6 der Spielklasse 10 im Anhang dieser Arbeit wurden für eine verständlichere Beschreibung im weiteren Verlauf dieses Kapitels die Spielerbezeichnungen B und C vertauscht.

FOKUS-Zustände (schwarz) und fünf REST-Zustände (grau) erkennbar, wobei die FOKUS-Zustände jeweils Pareto-effizient sind und über die identische maximale Gesamtauszahlung (= 18) verfügen. Als Vertreter der Gruppe I existieren in dieser Spielklasse innerhalb der FOKUS-Zustände jeweils ein instabiler, ein SEQ-stabiler und ein sowohl SEQ- als auch CSEQ-stabiler Zustand (im weiteren Verlauf vereinfacht mit CSEQ bezeichnet).² Darüber hinaus ist diese Spielklasse durch eine identische Auszahlungsvarianz der beiden SEQ-stabilen Zustände gekennzeichnet; konkret spiegelt sich das in symmetrischen Auszahlungen im CSEQ- und SEQ-stabilen Zustand wider (8-6-4 vs. 6-4-8). Eine nähere Betrachtung dieser beiden Zustände ist besonders spannend: Auf den ersten Blick scheinen diese beiden Zustände eine große Ähnlichkeit aufzuweisen. Der jeweils schlechteste Spieler mit der Auszahlung 4 hat keine Verbesserungsmöglichkeit, der Spieler mit der Auszahlung 6 könnte sich jeweils verbessern und der Spieler mit der Auszahlung 8 würde in diesem Zustand ohnehin bereits die maximale Auszahlung realisieren. Dennoch unterscheiden sich die Stabilitätseigenschaften dieser Zustände aufgrund der strukturellen Eigenschaften des Spiels und der zu antizipierenden Reaktionen der anderen Spieler. Insbesondere wären die Spieler A und B im CSEQ-stabilen Zustand besser gestellt als im lediglich SEQ-stabilen Zustand *und* Spieler A könnte einen Wechsel zwischen diesen beiden Zuständen auch herbeiführen – ein Aspekt, der im weiteren Verlauf dieses Kapitels im Kontext einer temporären Koalition noch ausführlich thematisiert wird.³ Die zentrale Hypothese zur CSEQ-Stabilität H2 setzt genau an dieser Stelle an und im Kern des Experiments liegt entsprechend auch die Frage, ob die Experimententeilnehmer hier einen strukturellen Unterschied erkennen bzw. von diesem zu profitieren versuchen. Hierzu können sie sich unter Berücksichtigung der im Rahmen des Experimentdesigns aufgestellten Regeln (vgl. Kapitel 4) frei entlang der Pfade der dargestellten Spielklasse bewegen.

5.1 Experiment 1: Zentrale Untersuchung koalitionärer Stabilitätskonzepte

Die Auswertung des zentralen Experiment 1 ist in drei Abschnitte unterteilt: Eine beschreibende Analyse der Experimentdaten, eine Überprüfung der in dieser Arbeit entwickelten Hypothesen (vgl. Kapitel 3.2) mithilfe statistischer Verfahren und eine abschließende Diskussion der Ergebnisse mit einem Fokus auf ergänzende Fragestellungen, die anschließend in den Experimenten 2 und 3 adressiert werden.

5.1.1 Deskriptive Datenauswertung

Nach einer einleitenden Beschreibung der Datengrundlage werden in diesem Kapitel verschiedene Auswertungen zur Ergebnisverteilung durchgeführt. Diese Auswertungen umfassen auch

² Vgl. Kapitel 3.3 in Verbindung mit Abbildung 3.4 für weitere Ausführungen zur Gruppierung der Spiele.

³ Die dann mögliche weitere Verbesserung durch Spieler B führt hingegen in einen instabilen REST-Zustand.

eine tiefergehende Analyse des Spielverlaufs auf Basis der Aktionsanpassungen, Kommunikationsverläufe und Teilnehmerangaben in den Fragebögen und ermöglichen so erste Erkenntnisse hinsichtlich einer Beurteilung der metarationalen Stabilitätskonzepte SEQ und CSEQ.

5.1.1.1 Beschreibung der Daten auf Metaebene

Im Rahmen der sechs Sessions des Experiment 1 (vgl. Tabelle 4.1) wurden insgesamt 124 Spiele durchgeführt. In lediglich einem dieser 124 Spiele wurde kein endogenes Spielende erreicht, sodass dieses Spiel durch den Experimentleiter abgebrochen und mangels Ergebnis von der weiteren Analyse ausgeschlossen werden musste.⁴ In zwei weiteren Spielen hat jeweils ein Tablet nicht mehr auf Eingaben reagiert, sodass der betroffene Teilnehmer in der entsprechenden Wiederholung keine weiteren Aktionen mehr ausführen konnte. Zuletzt wurde in vier Spielen aufgrund einer Fehlbedienung der Experimentplattform das jeweils am wenigsten präferierte Ergebnis aus der Perspektive eines Spielers erreicht – diese vier Spiele spiegeln nicht das von den Teilnehmern beabsichtigte Verhalten wider und sind deshalb ebenfalls von einer weiteren Analyse auszuschließen.⁵ In Summe verbleiben somit als Grundlage für die weiteren Auswertungen in diesem Abschnitt **117 Spiele bzw. Datenpunkte**, deren Verteilung auf die einzelnen Spielklassen und Wiederholungen in Tabelle 5.1 dargestellt ist.

Tabelle 5.1: Datengrundlage im Experiment 1: Anzahl Spiele je Spielklasse und Wiederholung

		Wiederholung					Σ	
		1	2	3	4	4 [†]		
Gruppe I	Spielklasse 3	5	5	4	2	3	19	} 95
	Spielklasse 6	5	5	5	1	3	19	
	Spielklasse 8	5	4	5	1	3	18	
	Spielklasse 10	9	10	10	4	6	39	
Gruppe IIa	Spielklasse 15	5	6	6	2	3	22	
Σ		29	30	30	10	18	117	

[†] Wiederholung mit Möglichkeit zur Kommunikation per Chat.

Die Spielklassen 3, 6, 8 und 10 sind Teil der Gruppe I, d.h diese Spielklassen verfügen alle über identische Stabilitätsprofile der drei FOKUS-Zustände (CSEQ-stabil, SEQ-stabil und in-

⁴ Vgl. Erläuterungen zum Spielendemechanismus in Kapitel 4.1.1 bzw. Abbildung 4.1.

⁵ Aufgrund der im Rahmen des Experimentdesigns entwickelten Restriktion, dass ein Spieler zur Verhinderung einer möglichen Beeinträchtigung des Spielablaufs maximal zwei Aktionsanpassungen in Folge vornehmen darf (vgl. Kapitel 4.1.1.2), konnten diese Spieler nach einem versehentlichen Doppelzug mangels weiterer Aktionsanpassungen der anderen Spieler im jeweiligen Spiel keinen besseren Zustand mehr erreichen. Die betroffenen Teilnehmer haben sich nach der jeweiligen Session auch dahingehend geäußert, dass sie bei ihrer Aktion die Restriktion auf maximal zwei Schritte in Folge nicht berücksichtigt hatten. Das so herbeigeführte Spielende wurde somit von den Spielern nicht antizipiert und ist als unerwünschter Nebeneffekt dieser Restriktion zu betrachten.

stabil) und unterscheiden sich lediglich in der Auszahlungsvarianz (vgl. Kapitel 3.3.5). Diese in Summe 95 Datenpunkte eignen sich somit grundsätzlich und strukturell für eine gemeinsame Untersuchung, wobei eine mögliche Abhängigkeit der Ergebnisse von der jeweiligen Spielklasse noch zu beurteilen ist.⁶ Die Spielklasse 15 als Vertreter der Gruppe IIa ist hingegen durch einen instabilen und zwei CSEQ-stabile FOKUS-Zustände gekennzeichnet und wird im Sinne einer Robustheitsprüfung hinsichtlich der Anzahl der CSEQ-stabilen Zustände jeweils separat betrachtet und ausgewertet.

5.1.1.2 Ergebnisverteilung je Spielklasse

In der Tabelle 5.2 ist die relative Ergebnisverteilung der 95 Datenpunkte aus der Gruppe I insgesamt und je Spielklasse dargestellt. Auffällig ist zunächst, dass das Spieldesign mit drei FOKUS-Zuständen und fünf REST-Zuständen belastbar zu sein scheint: Wie beabsichtigt und somit erwartet endete kein Spiel in einem Zustand, der in die Kategorie der durch keine besonderen Eigenschaften gekennzeichneten REST-Zustände fällt.⁷ Die Ergebnisverteilung *innerhalb* der FOKUS-Zustände deckt sich in einer ersten Betrachtung mit der Hypothese zur SEQ-Stabilität (H1), ist in ihrer Deutlichkeit aber dennoch unerwartet: Keines der Spiele endete in dem instabilen FOKUS-Zustand, der abgesehen von den metarationalen Stabilitätseigenschaften über ansonsten identische Eigenschaften wie die beiden anderen FOKUS-Zustände verfügt; d.h. insbesondere ebenfalls Pareto-effizient ist und ebenfalls die im jeweiligen Spiel maximal mögliche Gesamtauszahlung nach sich zieht (vgl. Kapitel 3.3.1). Dies gilt gleichermaßen auch innerhalb der Spielklasse 8, die durch vollständig identische Auszahlungen in den drei FOKUS-Zuständen gekennzeichnet ist.

Tabelle 5.2: Relative Ergebnisverteilung je Spielklasse aus Gruppe I

	FOKUS			REST ^{††}	n
	CSEQ [†]	SEQ	instabil		
	31%	69%	0%	0%	95
Spielklasse 3	21%	79%	0%	0%	19
Spielklasse 6	37%	63%	0%	0%	19
Spielklasse 8	33%	67%	0%	0%	18
Spielklasse 10	31%	69%	0%	0%	39

[†] Der einzige CSEQ-stabile FOKUS-Zustand ist auch SEQ-stabil.

^{††} REST umfasst die fünf REST-Zustände innerhalb der Spiele.

⁶ Darüber hinaus erheben metarationale Stabilitätskonzepte den Anspruch, unabhängig von Aspekten wie Auszahlungsvarianz o.Ä. zu belastbaren Ergebnissen zu führen und basieren lediglich auf den Stabilitätseigenschaften der einzelnen Zustände – diese sind in den Spielklassen 3, 6, 8 und 10 vollständig identisch.

⁷ Die REST-Zustände zeichnen sich durch eine deutlich geringere Gesamtauszahlung und die Nicht-Existenz von Stabilitätseigenschaften sowie weiteren Eigenschaften wie Pareto-Effizienz aus (vgl. Kapitel 3.3.1).

Die in der zentralen Hypothese H2 formulierte Erwartung, dass innerhalb der SEQ-stabilen Zustände der CSEQ-stabile Zustand eine höhere Ergebnishäufigkeit aufweisen würden, zeigt sich in der Tabelle 5.2 hingegen nicht. Im Gegenteil ist in allen Spielklassen eher eine Tendenz in Richtung des nur SEQ-stabilen Zustands zu erkennen. Vor dem Hintergrund, dass die beiden SEQ-Zustände über völlig identische Eigenschaften bis hin zu identischen und zwischen den Spielern lediglich vertauschten Auszahlungen in den Spielklassen 8 und 10 verfügen, ist dies zunächst kontraintuitiv. Auch innerhalb der Spielklassen 3 und 6, in denen der CSEQ-stabile Zustand relativ zum SEQ-stabilen Zustand sogar eine „fairere“ Auszahlungsverteilung im Sinne einer geringeren Varianz innerhalb der FOKUS-Zustände hat, sind diesbezüglich keine deutlichen Unterschiede erkennbar.⁸

Grundsätzlich geht die fehlende CSEQ-Stabilitätseigenschaft des lediglich SEQ-stabilen Zustands für zwei Spieler mit dem strukturellen Vorteil einher, mithilfe einer konzertierten Anpassung eine für beide Spieler höhere Auszahlung im CSEQ-stabilen Zustand erreichen zu können; bei gleicher Gesamtauszahlung würde dies entsprechend zulasten des dritten Spielers gehen. Das in der Tabelle 5.2 erkennbare weitgehende Unterlassen dieser möglichen Verbesserung ist zunächst nicht nachvollziehbar und insofern scheint es angezeigt, auf Basis einer eingehenden Analyse des Spielverlaufs Hypothesen zu möglichen Ursachen für dieses Verhalten aufzustellen und diese gemeinsam mit den bisher beschriebenen Ergebnissen im weiteren Verlauf zu überprüfen.

Die in der Tabelle 5.3 dargestellte relative Ergebnisverteilung für die Spielklasse 15 und damit für den Vertreter der Gruppe IIa mit zwei CSEQ-stabilen und einem lediglich SEQ-stabilen Zustand bekräftigt zunächst das Konzept einer Unterscheidung von FOKUS- und REST-Zuständen, zeigt hinsichtlich der vor dem Experiment formulierten Erwartung einer höheren Ergebnishäufigkeit CSEQ-stabiler Zustände aber ein anderes Bild: In dieser Spielklasse endeten *alle* Spiele in einem CSEQ-stabilen Zustand. Auch in diesem Fall kann eine tiefergehende Analyse des Spielverlaufs dabei helfen, potenzielle Ursachen für das Erreichen des CSEQ-stabilen Zustands zu identifizieren.

Tabelle 5.3: Relative Ergebnisverteilung der Spielklasse aus Gruppe IIa

	FOKUS		SEQ	REST	n
	CSEQ [†]	CSEQ [†]			
Spielklasse 15	68%	32%	0%	0%	22

[†] Die CSEQ-stabilen FOKUS-Zustände sind auch SEQ-stabil.

⁸ Im Gegenteil ist im Fall der Spielklasse 3 die relative Ergebnishäufigkeit des CSEQ-stabilen Zustands sogar noch geringer als in den anderen Spielklassen.

5.1.1.3 Analyse des Spielverlaufs auf Basis der Aktionsanpassungen, Kommunikationsprotokolle und Teilnehmerangaben

Wenngleich für eine abschließende Beurteilung der Validität metarationaler Stabilitätskonzepte ausschließlich das Spielende heranzuziehen ist, kann eine Analyse des Spielverlaufs zusätzliche Erkenntnisse darüber liefern, welche Umstände das Erreichen bestimmter stabiler Zustände tendenziell begünstigen. In Bezug auf diese experimentelle Untersuchung besteht der Spielverlauf im Wesentlichen aus den Aktionsanpassungen der einzelnen Spieler, die entlang einer Auswahl deskriptiver Statistiken in Tabelle 5.4 beschrieben sind: Im Durchschnitt wurden je Spiel etwa zehn Schritte durchgeführt, bis kein Spieler mehr den Wunsch nach einer weiteren Anpassung signalisierte und das Spiel in der Folge endete. Eine Ausnahme stellt in diesem Zusammenhang die Spielklasse 15 dar, in der durchschnittlich nahezu doppelt so viele Schritte erfolgten. Dieser Unterschied könnte möglicherweise durch die höhere Anzahl SEQ-stabiler Zustände in der Spielklasse 15 (3) im Vergleich zu den Vertretern der Gruppe I (2) erklärt werden: Eine naheliegende Vermutung wäre demnach, dass die Existenz zusätzlicher stabiler Zustände die Koordination auf einen dieser stabilen Zustände erschweren kann.

Vor dem Hintergrund, dass in dem untersuchten 2x2x2-Spiel nur zwei Aktionen je Spieler bzw. acht mögliche Zustände existieren, kann die vergleichsweise hohe Anzahl durchgeführter Schritte darüber hinaus auch als Indiz dafür aufgefasst werden, dass der Startzustand selbst eine eher untergeordnete Rolle spielt und die Spieler im Rahmen des Koordinationsprozesses ohnehin den Zustandsraum „erkunden“.⁹

Tabelle 5.4: Deskriptive Statistiken zur Anzahl der Aktionsanpassungen je Spielklasse

		Perzentil			Mittelwert	Std. Abw. ¹⁰	n
		25%	50%	75%			
Gruppe I	Spielklasse 3	3	7	16	12,526	15,696	19
	Spielklasse 6	1	5	10	6,316	6,524	19
	Spielklasse 8	2	7	10	9,222	9,465	18
	Spielklasse 10	4	7	14	10,974	12,824	39
Gruppe IIa	Spielklasse 15	3	7	16	19,818	29,020	22

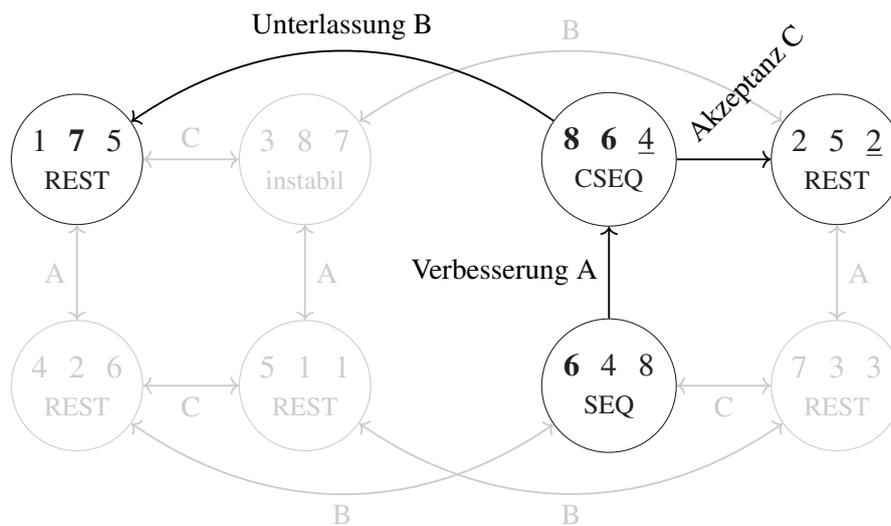
Eine Betrachtung der Aktionsanpassungen auf aggregierter Ebene beantwortet jedoch nur sehr eingeschränkt die Frage, weshalb einzelne Spieler bestimmte Schritte wie bspw. konzertierte Anpassungen in CSEQ-stabile Zustände nicht in der erwarteten Häufigkeit durchgeführt haben. Stattdessen drängt sich an dieser Stelle eine Analyse des vollständigen Spielverlaufs auf Basis

⁹ Diese Unabhängigkeitsvermutung zwischen Startzustand und Spielende wird noch näher untersucht.

¹⁰ Die vergleichsweise hohe Standardabweichung ist auf wenige Ausreißer zurückzuführen: Die hier zu beobachtenden Zyklen werden im weiteren Verlauf noch diskutiert.

einzelner Schritte auf: Aus diesem Grund wurden alle 95 Spiele manuell¹¹ zugweise analysiert und auf Verhaltensmuster untersucht.

Auf Basis dieser Analyse ergeben sich zunächst qualitativ zwei zentrale Erkenntnisse für die **Spielklassen der Gruppe I**: Erstens verläuft der tatsächlich gespielte Pfad in die CSEQ-stabilen Zustände regelmäßig über den SEQ-stabilen Zustand.¹² Zweitens enthalten die Anpassungspfade teilweise Zyklen zwischen dem SEQ- und dem CSEQ-stabilen Zustand. Konkret erfordert das erfolgreiche Erreichen des CSEQ-stabilen Zustands aus dem SEQ-stabilen Zustand heraus eine *Verbesserung* eines Spielers (im Folgenden Spieler A genannt), die *Unterlassung* einer weiteren Verbesserung eines zweiten Spielers (Spieler B) und die implizite „*Akzeptanz*“ des resultierenden Zustands durch den verbleibenden Spieler (Spieler C).¹³ Dabei führt die Verbesserung von Spieler A auch für Spieler B in einen präferierten Zustand und Spieler C hat aus diesem Zustand heraus keine Verbesserungsmöglichkeit – und damit keine glaubwürdige Reaktion bzw. Sanktion. Dieses in Abbildung 5.2 am Beispiel der Spielklasse 10 visualisierte Muster ist gleichzeitig auch die Ursache, weshalb der lediglich SEQ-stabile Zustand nicht auch CSEQ-stabil ist.



In den Knoten sind die Auszahlungen der Spieler in der Reihenfolge A B C dargestellt.
Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 5.2: Darstellung des Pfades vom SEQ- in den CSEQ-stabilen Zustand am Beispiel der Spielklasse 10

¹¹ Reihenfolge und Ausprägungen der einzelnen Schritte wurden von der Experimentplattform ebenfalls aufgezeichnet und konnten mithilfe eines vom Autor dieser Arbeit entwickelten Tools visualisiert und interaktiv analysiert werden (vgl. Abbildung A.2 im Anhang).

¹² Von jedem beliebigen Zustand existieren auch andere Pfade in den CSEQ-stabilen Zustand – diese wurden im Experimentverlauf aber weit weniger häufig durchlaufen.

¹³ Die beschriebene Anpassungskette ist keine generelle Eigenschaft des CSEQ-stabilen Zustands, sondern gilt lediglich für diesen sehr häufig gespielten Pfad ausgehend vom SEQ-stabilen Zustand.

Während das Akzeptieren des CSEQ-stabilen Zustands seitens des Spieler C (*sic*) keine besondere kognitive Leistung erfordert (Spieler C könnte sich lediglich verschlechtern), ergeben sich zwei zentrale Anforderungen an das Zustandekommen des CSEQ-stabilen Zustands aus dem SEQ-stabilen Zustand heraus: Spieler A muss erkennen, dass seine Verbesserung in einen ebenfalls stabilen Zustand führt, d.h. die drohende Reaktion durch Spieler B nicht glaubwürdig ist *und* Spieler B muss genau diese Unglaubwürdigkeit seiner Reaktion erfassen und auf die nur temporäre Verbesserung verzichten – diese würde unmittelbar in einen instabilen REST-Zustand führen und damit regelmäßig einen neuen Zyklus in den aus seiner Perspektive weniger präferierten lediglich SEQ-stabilen Zustand einleiten. Spieler A und B haben bei der „Wahl“ zwischen diesen beiden Zuständen somit einen sich aus der Spielstruktur ergebenden Vorteil und können durch die beschriebene konzertierte Aktion aus Verbesserung und Unterlassung den präferierten CSEQ-stabilen Zustand herbeiführen.

Eine weiterführende Analyse derjenigen Spiele, die *nicht* in einem CSEQ-stabilen Zustand endeten, zeigt allerdings, dass Spieler A in 61% dieser Fälle erst gar nicht versuchte, den CSEQ-stabilen Zustand zu erreichen und in weiteren 20% nur *einen* solchen Versuch unternommen hat. Spieler B hat hingegen in 56% der Situationen, in denen Spieler A eine Verbesserung in den CSEQ-stabilen Zustand durchgeführt hat, auf seine Verbesserung verzichtet und nur in weniger als 10% dieser Situationen mehrfach versucht, aus dem CSEQ-stabilen Zustand auszubrechen. Eine Ursache für die vergleichsweise geringe relative Ergebnishäufigkeit des CSEQ-stabilen Zustands könnte somit darin liegen, dass Spieler A die beiden stabilen Zustände als „gleichwertig“ betrachtet und entsprechend nicht oder nicht mehrmals versucht, diesen Zustand überhaupt zu erreichen (in Summe 81% der Fälle). Spieler C als „Geschädigter“ der konzertierten Anpassung der anderen Spieler versucht zwar in 72% der Situationen zunächst, das Ergebnis durch eine einseitige Verschlechterung zu destabilisieren; akzeptiert in der Regel aber den strukturellen Vorteil der anderen Spieler spätestens nach einigen Zyklen.¹⁴

Zusammenfassend liegt die größte kognitive Herausforderung auf Seiten des Spieler A: Dieser muss nicht nur erkennen, dass seine Verbesserung gleichzeitig eine Verbesserung für Spieler B wäre, sondern zusätzlich auch, dass die drohende Reaktion des Spieler B aufgrund weiterer möglicher Reaktionen nicht glaubwürdig ist – das Stabilitätskonzept CSEQ beinhaltet genau diese tiefere Antizipation möglicher Reaktionen im Sinne einer erhöhten Weitsicht als ergänzende kognitive Anforderung.¹⁵ Tatsächlich unternimmt Spieler A vielfach aber erst gar keinen Versuch, seine vergleichsweise bessere Position in eine höhere Auszahlung zu überführen. Dies

¹⁴ Aufgrund der Unglaubwürdigkeit der Verschlechterung des Spieler C könnten die Spieler A und B auch einfach nicht auf diese Verschlechterung reagieren. In diesem Fall wäre zu erwarten, dass Spieler C vor dem Spielende seine Verschlechterung rückgängig macht und das Spiel somit wieder in den CSEQ-stabilen Zustand verschiebt – tatsächlich war dieses Verhalten auch im Experiment zu beobachten.

¹⁵ Die mit dem Stabilitätskonzept CSEQ verbundene Komplexität hinsichtlich der erhöhten Weitsicht wurde bereits in Kapitel 2.2.3.2 kritisch diskutiert.

könnte als Indiz interpretiert werden, dass die mit dem koalitionären Stabilitätskonzept CSEQ verbundene Komplexität die Antizipationstiefe der Spieler im Laborexperiment übersteigt.

Diese Vermutung wird auch durch eine Analyse der **Kommunikationsverläufe** und Fragebögen gestützt. Entsprechend der in Tabelle 5.5 klassifizierten Kommunikationsinhalte wurde nur in vier Fällen die Möglichkeit einer konzertierten Verbesserung durch einen der beiden beteiligten Spieler zumindest ansatzweise angesprochen. Stattdessen finden sich hier starke Anhaltspunkte für die Vermutung, dass zwischen den beiden FOKUS-Zuständen keine Unterschiede erkannt wurden.¹⁶

Tabelle 5.5: Inhalte der Chatprotokolle in der Wiederholung mit Kommunikation

Inhalt der Kommunikation	Anzahl Antworten [†]
Keine Kommunikation oder kein spielbezogener Inhalt	4
Höchste Gesamtauszahlung thematisiert	7
Stabile FOKUS-Zustände als gleichwertig betrachtet	8
Koalitionsschritt von abweichendem Spieler thematisiert	2
Koalitionsschritt von reagierendem Spieler thematisiert	2

[†] Insgesamt wurden 18 Kommunikationsverläufe analysiert, davon 2 ohne Inhalt.

Auch eine Auswertung der **Fragebögen** liefert ein ähnliches Bild (vgl. Tabelle 5.6): Während die Angaben zum wesentlichen Ziel der Teilnehmer vor dem Hintergrund bisheriger Erfahrungen in experimentellen Untersuchungen weitgehend den Erwartungen entsprechen¹⁷ und die am häufigsten gewählte ergänzende Aussage „*Reaktionen der Gegenspieler berücksichtigt*“ die grundsätzliche Idee metarationaler Stabilitätskonzepte bestätigt, sind insbesondere die im Hinblick auf koalitionäre Stabilitätskonzepte relevanten Aussagen „*Für zwei Spieler vorteilhafte Koalition angestrebt*“ und „*Mitspieler brachten mich bewusst in ungünstige Situation*“ nur von einer Minderheit als zutreffend markiert worden. In den Aussagen „*Aufgrund fehlender Akzeptanz auf Punkte verzichtet*“ (54 Nennungen) zeigt sich zudem, dass die Teilnehmer mehrere mögliche Ergebniszustände identifiziert haben und ein Spielende voraussetzt, dass entsprechend der strukturellen Eigenschaften des Spiels nicht alle Spieler das erhoffte Ergebnis durchsetzen können. Darüber hinaus lässt sich in der Aussage „*Mitspieler durch häufige Strategiewechsel zermürbt*“ unter anderem auch die Verweigerung der Akzeptanz durch Spieler C wiederfinden; offensichtlich versuchte knapp ein Viertel aller Spieler (25 Nennungen) durch dieses Verhalten

¹⁶ Darüber hinaus ist eine starke Fokussierung auf die Suche nach Zuständen mit der höchsten Gesamtauszahlung zu erkennen; das Spieldesign mit identischen Gesamtauszahlungen in den FOKUS-Zuständen erweist sich in diesem Zusammenhang als sehr vorteilhaft.

¹⁷ Vgl. bspw. Kapitel 3.1 für weitere Ausführungen zu der mit 32 Nennungen vergleichsweise häufigen Angabe, dass die Maximierung der Gesamtpunktzahl die zentrale Motivation der Teilnehmer darstellt.

einen präferierten Zustand herbeizuführen – ein Aspekt, der im weiteren Verlauf der Auswertung detaillierter betrachtet wird.

Tabelle 5.6: Auswertung der Fragebögen auf wesentliche Ziele und Erkenntnisse

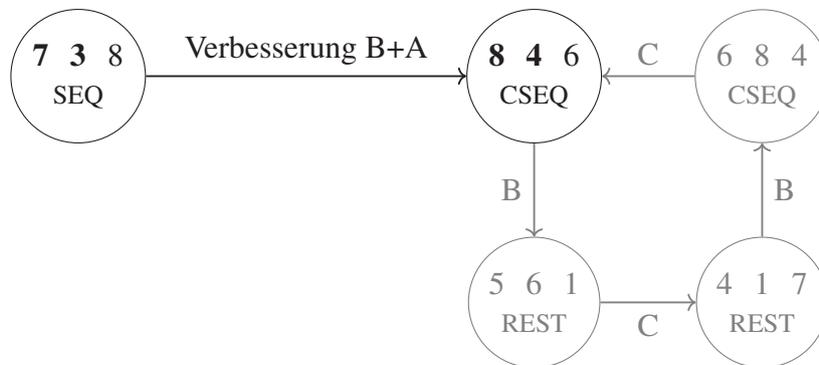
Kategorie	Ziel/Aussage	Anz. Antworten
Wesentliches Ziel	Eigene Punktzahl maximieren	55
	Gesamtpunktzahl maximieren	32
	Punktzahl der Mitspieler minimieren	0
	Anderes Ziel (<i>jeweils eine Nennung</i>)	5
	Keine Angabe	1
Weitere Aussagen [†] Mehrfachnennung möglich	Reaktionen der Gegenspieler berücksichtigt	67
	Aufgrund fehlender Akzeptanz auf Punkte verzichtet	54
	Für zwei Spieler vorteilhafte Koalition angestrebt	37
	Für schnelleres Spielende auf Punkte verzichtet	25
	Mitspieler durch häufige Strategiewechsel zermüht	25
Mitspieler brachten mich bewusst in ungünstige Situation	20	

[†] Antworten mit mehr als 10 Nennungen innerhalb der Fragebögen der 93 Teilnehmer am Experiment 1.

Neben einer Betrachtung des Spielverlaufs innerhalb der Gruppe I wurde eine solche interaktive Analyse auch für die Spiele der **Spielklasse 15 als Vertreter der Gruppe IIa** durchgeführt. Im Ergebnis konnten zwei zentrale Muster identifiziert werden: Startet das Spiel im SEQ-stabilen Zustand oder wird dieser im Spielverlauf erreicht, ergibt sich zunächst eine naheliegende konzentrierte Verbesserungsmöglichkeit für die Spieler B und A in den ersten CSEQ-stabilen Zustand (68% Ergebnishäufigkeit, vgl. Tabelle 5.3). Ausgehend von diesem Zustand ist in einigen Fällen anschließend zu beobachten, dass Spieler B – teilweise auch mehrfach – versucht, über den in Abbildung 5.3 dargestellten Pfad einseitiger Verbesserungen den zweiten CSEQ-stabilen Zustand zu erreichen (32% Ergebnishäufigkeit).

Die CSEQ-Instabilität des nur SEQ-stabilen Zustand (0% Ergebnishäufigkeit) wird in dieser Spielklasse durch mehrere Besonderheiten der Spielstruktur verstärkt: Erstens wird bei einer Betrachtung der drei FOKUS-Zustände deutlich, dass Spieler B in zwei dieser Zustände die relativ gesehen geringste Auszahlung der drei Spieler erzielt – in dem lediglich SEQ-stabilen Zustand aber zusätzlich auch die absolut geringste Auszahlung. Aus seiner Perspektive sollte zumindest das Erreichen des für ihn schlechteren CSEQ-stabilen Zustands realisierbar bzw. wünschenswert erscheinen und somit die initiale Abweichung aus dem SEQ-stabilen Zustand begünstigen. Zweitens hat der mit der konzentrierten Verbesserung der Spieler A und B erreichte erste CSEQ-stabile Zustand für den Spieler C innerhalb der CSEQ-stabilen Zustände die höhere Auszahlung und darüber hinaus ist Spieler C relativ gesehen weiterhin nicht am schlechtesten

gestellt. Entsprechend wäre anzunehmen, dass die Motivation für eine Verweigerung der Akzeptanz im Vergleich zu den Spielklassen der Gruppe I deutlich geringer ausgeprägt ist. Drittens könnte argumentiert werden, dass die Auszahlungsvarianz der CSEQ-stabilen Zustände im Vergleich zu dem lediglich SEQ-stabilen Zustand „fairer“ ist und die Koordination auf ein Ergebnis somit tendenziell eher innerhalb dieser Menge stattfindet.¹⁸



Quelle: Eigene Darstellung.¹⁹

Abbildung 5.3: Darstellung des Pfads vom SEQ- in die CSEQ-stabilen Zustände in der Spielklasse 15

An diesem Beispiel zeigt sich, dass die *Erreichbarkeit* bestimmter Zustände im Sinne von Pfadabhängigkeiten ein weiteres Kriterium im Rahmen einer Differenzierung zwischen verschiedenen stabilen Zustände darstellen könnte und eine ausschließliche Betrachtung der zustandsbezogenen Eigenschaften möglicherweise zu kurz greift. Die originäre Motivation für eine Untersuchung der Gruppe IIa – eine Art Robustheitsprüfung auf die Anzahl CSEQ-stabiler Zustände – wird somit möglicherweise durch diese pfadabhängigen Eigenschaften überlagert. Wenngleich die Spielklasse 15 auch weiterhin diskutiert wird, scheint eine Fokussierung auf die Gruppe I in Verbindung mit der Komplexität koalitionärer Verbesserungen im Hinblick auf den Erkenntnisgewinn im Rahmen dieser experimentellen Untersuchung vielversprechender: Die Fragestellung, ob das koalitionäre Stabilitätskonzept CSEQ mit zu hohen Anforderungen an das Verhalten der Spieler einhergeht, liegt im Kern dieses Stabilitätskonzepts und auch dieser Arbeit. Eine Diskussion, inwiefern bestimmte Pfadabhängigkeiten das Erreichen CSEQ-stabiler Zustände dennoch begünstigen können (wie bspw. innerhalb der Spielklasse 15 zu beobachten ist), würde hingegen weit über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen und insbesondere auch keine grundsätzliche Beurteilung des Stabilitätskonzepts an sich erlauben. Darüber hinaus empfiehlt sich im Sinne eines konservativen Vorgehens auch die Fokussierung auf die Ergebnisse, die nicht konform zur CSEQ-Hypothese H2 sind.

¹⁸ Andererseits konnte innerhalb der Spielklassen der Gruppe I eine solche Bevorzugung geringerer Auszahlungsvarianzen in einer ersten Analyse nicht beobachtet werden (vgl. bspw. die Ergebnisse für Spielklasse 3 mit einer geringeren Auszahlungsvarianz im CSEQ-stabilen Zustand).

¹⁹ Eine vollständige Darstellung der Spielklasse 15 ist in der Abbildung A.7 im Anhang dieser Arbeit zu finden.

5.1.1.4 Bedingte Ergebnisverteilungen unter Berücksichtigung des Spielverlaufs

Ergänzend zur vorausgegangenen Analyse des Spielverlaufs werden in einem nächsten Schritt weitere mögliche Ursachen und Abhängigkeiten thematisiert, die im Zusammenhang mit den beobachteten Ergebnissen der experimentellen Untersuchung eine Rolle spielen könnten. In Tabelle 5.7 ist hierzu zunächst die relative Ergebnisverteilung der Spiele in Gruppe I bedingt auf zentrale Ereignisse dargestellt. Eine kurze Diskussion etwaiger Besonderheiten (in der Tabelle grau hinterlegt) bildet die Grundlage für die folgende statistische Beurteilung möglicher Abhängigkeiten, wobei abschließend insbesondere aus der Analyse des Spielverlaufs resultierende Aspekte thematisiert werden.

Tabelle 5.7: Bedingte relative Ergebnisverteilung der Gruppe I für zentrale Ereignisse

Ergebnisverteilung bedingt auf		FOKUS			REST	
Kategorie	Ereignis	CSEQ	SEQ	inst.		n
	Keine Bedingung	31%	69%	0%	0%	95
Startzustand	REST	34%	66%	0%	0%	58
	FOKUS	24%	76%	0%	0%	37
	- CSEQ	25%	75%	0%	0%	12
	- SEQ	11%	89%	0%	0%	9
	- instabil	31%	69%	0%	0%	16
Wiederholung	WH 1	25%	75%	0%	0%	24
	WH 2	25%	75%	0%	0%	24
	WH 3	42%	58%	0%	0%	24
	WH 4	30%	70%	0%	0%	23
	WH 4 ohne Kommunikation	13%	88%	0%	0%	8
	WH 4 mit Kommunikation	40%	60%	0%	0%	15
Anzahl Schritte[†]	Schritte ≤ 3	30%	70%	0%	0%	27
	$3 < \text{Schritte} \leq 6$	33%	67%	0%	0%	21
	$6 < \text{Schritte} \leq 13$	29%	71%	0%	0%	24
	$13 < \text{Schritte}$	30%	70%	0%	0%	23
Historie Spieler A	CSEQ in früherer WH erreicht ^{††}	62%	38%	0%	0%	13
	CSEQ nicht in früherer WH erreicht	26%	74%	0%	0%	82

[†] Die Intervallgrenzen wurden so gewählt, dass vier möglichst gleich große Klassen entstehen.

^{††} D.h. der Experimenteilnehmer war im gleichen Experiment in einer vorherigen Wiederholung bereits in der Rolle des Spieler A und das vorherige Spiel endete in einem CSEQ-stabilen Zustand.

Eine ausgeprägte systematische Ergebnisabhängigkeit vom **Startzustand** fällt zunächst nicht ins Auge. Die Vermutung, dass der Startzustand vor dem Hintergrund der in vielen Spielen hohen Anzahl durchgeführter Anpassungen eine eher untergeordnete Rolle spielt, wird somit auch aus dieser Perspektive gestützt. Die vergleichsweise geringe Ergebnishäufigkeit CSEQ-stabiler

Zustände unter der Bedingung eines SEQ-stabilen Startzustands ist vor dem Hintergrund der geringen Anzahl der Spiele zu bewerten, die im lediglich SEQ-stabilen Zustand gestartet sind.²⁰

Auch eine für die Bewertung der Hypothese bzgl. erwarteter Lerneffekte (H3.1) relevante Betrachtung der Ergebnisverteilung über die vier **Wiederholungen** hinweg zeigt nur eine sehr schwach ausgeprägte Tendenz zu einer höheren Ergebnishäufigkeit CSEQ-stabiler Zustände in späteren Wiederholungen. Die in Hypothese H3.2 formulierte Erwartung, dass eine Kommunikationsmöglichkeit diese Lerneffekte befördert, sollte vor dem Hintergrund der geringen relevanten Stichprobengröße in jedem Fall gemeinsam mit der bereits erfolgten Auswertung der Chatprotokolle (vgl. Tabelle 5.5) diskutiert werden: Einschlägige Inhalte waren in diesem Zusammenhang jedoch lediglich in 4 der 18 Kommunikationsverläufe erkennbar. Auch die Ergebnisverteilung in Abhängigkeit von der Anzahl der in einem Spiel durchgeführten **Schritte** ist grundsätzlich unauffällig.

Dagegen kann die auf die **Historie des Spieler A** bedingte Ergebnisverteilung als weiteres Indiz dafür gewertet werden, dass die *Art* der durchgeführten Schritte einen potenziell starken Einfluss auf das Spielende haben kann und in diesem Zusammenhang insbesondere der Spieler A eine Schlüsselrolle einnimmt: In Spielen, in welchen dieser Spieler bereits in einer vorherigen Wiederholung als Spieler A ein CSEQ-stabiles Spielende herbeiführen konnte und seinen strukturellen Vorteil entsprechend bereits erkannt hat, ist ihm das in 62% dieser Situationen auch erneut gelungen (vgl. auch Hypothese H4). Die auf den „Erstversuch“ des Spieler A bedingte relative Ergebnishäufigkeit eines CSEQ-stabilen Spielendes liegt im Gegensatz dazu bei lediglich 26%.

Auch innerhalb der Gesamtmenge aller Spiele, in denen der SEQ-stabile Zustand mindestens einmal erreicht wurde und bei denen Spieler A somit die Möglichkeit einer Verbesserung in den CSEQ-stabilen Zustand hatte, zeigt sich in einer weiteren Analyse, dass das Verhalten dieses Spielers einen starken Einfluss auf das Ergebnis zu haben scheint. In Tabelle 5.8 ist dargestellt, wie sich die Ergebnisverteilung mit einer zunehmenden Anzahl an Versuchen, den CSEQ-stabilen Zustand zu erreichen, auch in Richtung des CSEQ-stabilen Zustands verschiebt. Während in der linken Hälfte die relative Häufigkeit angegeben ist, mit der *in einem bestimmten* Versuch ein erfolgreicher – d.h. dauerhafter – Wechsel in den CSEQ-stabilen Zustand herbeigeführt werden konnte, ist die rechte Hälfte am Beispiel der Zeile für zwei Versuche ($x = 2$) wie folgt zu lesen: Bezogen auf alle Spiele, in denen Spieler A bei Nichterfolg eines Versuchs in Summe mindestens zwei Versuche unternommen hat, endete das Spiel in 65% aller Fälle im CSEQ-stabilen Zustand.²¹ Konkret umfasst diese Zeile also alle Spiele, die entweder bereits

²⁰ Allgemein wird bei einer Auswertung der Spielergebnisse in Abhängigkeit vom Startzustand bei acht möglichen Zuständen die relevante Stichprobe verhältnismäßig klein.

²¹ Auf diese Art werden mit zunehmendem x alle Spiele aus der relevanten Grundgesamtheit entfernt, in denen Spieler A im Falle eines „Misserfolgs“ nicht mindestens x Versuche unternommen hat – die 100% Ergebnishäufigkeit ab $x \geq 10$ sind entsprechend einzuordnen.

nach dem ersten Versuch im CSEQ-stabilen Zustand endeten oder im Falle eines „Misserfolgs“ mindestens ein weiterer Versuch unternommen wurde.

Bereits bei einem Versuch des Spieler A ($x = 1$) sind die Ergebnishäufigkeiten nahezu identisch; auch darüber hinaus zählt sich eine gewisse Hartnäckigkeit für Spieler A aber aus. Dies könnte bspw. so interpretiert werden, dass Spieler B und C ihre Position ebenfalls erst verstehen bzw. akzeptieren müssen: Spieler B, dass seine Verbesserung aus dem CSEQ-stabilen Zustand heraus nicht nachhaltig ist und Spieler C, dass er in diesem Spiel einen strukturellen Nachteil hat und den CSEQ-stabilen Zustand bei einer entsprechenden Kooperation der anderen Spieler nicht dauerhaft verhindern kann.

Tabelle 5.8: Relative Ergebnisverteilung in Abhängigkeit der Anzahl der Versuche durch Spieler A

Versuch [†]	Rel. Verteilung im x. Versuch ^{††}					Rel. Verteilung bei $\geq x$ Versuchen ^{†††}				
	FOKUS					FOKUS				
x	CSEQ	SEQ	inst.	REST	n	CSEQ	SEQ	inst.	REST	n
0	0%	100%	0%	0%	40	27%	73%	0%	0%	90
1	46%	54%	0%	0%	24	48%	52%	0%	0%	50
2	42%	58%	0%	0%	12	65%	35%	0%	0%	37
3	40%	60%	0%	0%	5	80%	20%	0%	0%	30
4	50%	50%	0%	0%	4	89%	11%	0%	0%	27
5	100%	0%	0%	0%	1	96%	4%	0%	0%	25
6	-	-	-	-	0	96%	4%	0%	0%	25
7	-	-	-	-	0	96%	4%	0%	0%	25
8	100%	0%	0%	0%	1	96%	4%	0%	0%	25
9	50%	50%	0%	0%	2	96%	4%	0%	0%	25
10	-	-	-	-	0	100%	0%	0%	0%	24

[†] Versuch: Verbesserung von Spieler A vom SEQ-stabilen in den CSEQ-stabilen Zustand. Alle Werte bezogen auf Spiele, in denen Spieler A die Möglichkeit für einen solchen Versuch hatte (90 der 95 Spiele).

^{††} Spalte CSEQ beinhaltet die rel. Häufigkeit, im x. Versuch ein Spielende im CSEQ-stabilen Zustand zu erreichen – bedingt auf das Ereignis, dass ein x. Versuch durchgeführt wurde.

^{†††} Spalte CSEQ beinhaltet die rel. Häufigkeit, ein Spielende im CSEQ-stabilen Zustand erreicht zu haben, wenn bei Erfolglosigkeit mindestens x Versuche durchgeführt wurden – sollte das Spiel bereits in einem früheren Versuch im CSEQ-stabilen Zustand enden, sind natürlich keine weiteren Versuche erforderlich.

Insgesamt scheint die Belastbarkeit des koalitionsären Stabilitätskonzepts CSEQ **innerhalb dieser experimentellen Untersuchung** eher schwach ausgeprägt zu sein. Insbesondere liegt auf Basis der bisherigen Analysen die Vermutung nahe, dass die beiden stabilen Zustände in vielen Fällen als gleichwertig betrachtet werden und ein erfolgreiches Erreichen des CSEQ-stabilen Zustands eine gewisse Leistung des Spieler A voraussetzt. Bereits an dieser Stelle ergibt sich eine mögliche anknüpfende Fragestellung für eine ergänzende Untersuchung im Rahmen eines zweiten Experiments, in dem geklärt werden soll, ob das Stabilitätskonzept CSEQ möglicherweise mit zu hohen Anforderungen an das Verhalten der Spieler einhergeht: *Erhöht sich die*

relative Ergebnishäufigkeit des CSEQ-stabilen Zustands, wenn Spieler A in geeigneter Form auf die Möglichkeit temporärer Koalitionen aufmerksam gemacht wird?

5.1.2 Statistische Testverfahren und Hypothesenvalidierung

Im Rahmen der deskriptiven Auswertung des Experiment 1 haben sich verschiedene Ansatzpunkte für mögliche (Un)-Abhängigkeiten und Vermutungen hinsichtlich der in dieser Arbeit aufgestellten Hypothesen ergeben. In diesem Kapitel werden diese Aspekte mit geeigneten statistischen Methoden adressiert, wobei einleitend zunächst die vermutete Unabhängigkeit der Ergebnisverteilung von der Spielklasse untersucht wird. Allgemein gelten alle in diesem Kapitel getätigten Aussagen soweit nicht explizit abweichend formuliert nur im Kontext dieser experimentellen Untersuchung und sind insbesondere nicht ohne Weiteres generalisierbar.²²

In Bezug auf die Bewertung der CSEQ-Stabilität ist bereits an dieser Stelle erkennbar, dass eine Gültigkeit der entsprechenden Hypothese H2 aufgrund der geringeren relativen Ergebnishäufigkeit eines CSEQ-stabilen Spielendes statistisch nicht belegt werden kann. Bemerkenswerterweise legt die Ergebnisverteilung im Experiment 1 sogar nahe, dass in den untersuchten Spielen genau das Gegenteil der Fall sein könnte und die Spiele signifikant häufiger im lediglich SEQ-stabilen Zustand enden. Auch dieser Aspekt wird in der folgenden Auswertung näher untersucht und ist bereits für sich genommen interessant. Darüber hinaus erleichtert eine umfassende Bewertung der Hypothese H2 im Zusammenhang mit dem Experiment 1 aber auch die Deltabetrachtung in Bezug auf die Ergebnisse der Folgeexperimente 2 und 3.

5.1.2.1 Tests auf Unabhängigkeit

Alle Spielklassen der Gruppe I verfügen über vollständig identische strukturelle Eigenschaften und eignen sich somit grundsätzlich für eine gemeinsame Untersuchung (vgl. Kapitel 3.3.5). Die Untersuchung verschiedener, sich lediglich in der Auszahlungsvarianz unterscheidender Spielklassen, soll in erster Linie die Qualität der empirischen Studie unterstützen: Auf diese Art kann ausgeschlossen werden, dass die Ergebnisse auf möglicherweise nicht erkannte spezifische Eigenschaften eines einzelnen Spiels zurückzuführen sind. Die sich bereits auf Basis der deskriptiven Auswertung aufdrängende Vermutung, dass keine Abhängigkeit der Ergebnisverteilung von der Spielklasse vorliegt, wird im Folgenden statistisch untersucht.

Die Nullhypothese ist bei dieser und weiteren Untersuchungen auf Unabhängigkeit jeweils, dass keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Ergebnisverteilung in Abhängigkeit von dem jeweils zu betrachtenden Kriterium vorliegen. Aufgrund der Stichprobengröße und insbesondere der sehr ungleichen Ergebnisverteilung auf lediglich CSEQ- und SEQ-stabile FOKUS-

²² Dieser Aspekt gewinnt zusätzlich an Relevanz, da im Rahmen der Spielauswahl konkurrierende Eigenschaften sehr stark kontrolliert und deren Einflüsse entsprechend bewusst ausgeschlossen wurden (vgl. Kapitel 3.1).

Zustände und daraus resultierender 0-Werte in den entsprechenden Kontingenztafeln sind χ^2 -Tests als problematisch zu beurteilen, stattdessen wird in diesen Fällen regelmäßig die Verwendung exakter Fisher-Tests²³ empfohlen (vgl. bspw. Everitt, 1992, S. 14 ff.). Gleichzeitig wird dieses Testverfahren aber auch als sehr konservativ bzgl. der Wahrscheinlichkeit eines Typ-I Fehlers kritisiert, bspw. schließen Lydersen, Fagerland und Laake (vgl. 2009, S. 1165 ff.) in einer Gegenüberstellung verschiedener Testverfahren ihren Vergleich mit den Worten, dass der „traditionelle exakte Fisher-Test praktisch nie eingesetzt werden sollte“. Als überlegene Alternativen werden in diesem Zusammenhang unbedingte Testverfahren oder eine mid- p Adjustierung eines exakten bedingten Testverfahrens wie dem exakten Fisher-Test vorgeschlagen.²⁴ Aufgrund anhaltender Diskussionen über die „geeigneteren“ Vorgehensweise folgt diese Arbeit dem Vorschlag von Barnard (1989), sowohl den p -Wert als auch den mid- p -Wert anzugeben und die Ergebnisse entsprechend einzuordnen.²⁵

In Tabelle 5.9 sind innerhalb der Gruppe I die Ergebnisse der exakten Fisher-Tests auf Unabhängigkeit der Ergebnisverteilung und der Spielklassen dargestellt; die Tests wurden jeweils paarweise zwischen allen Spielklassen durchgeführt und um eine übergreifende Betrachtung ergänzt. Analog zur deskriptiven Auswertung sind hier keine signifikanten Werte erkennbar, die ein Verwerfen der Nullhypothese und damit der Unabhängigkeitsvermutung zwischen Ergebnisverteilung und Spielklasse rechtfertigen würden. Wie beabsichtigt werden die strukturell identischen Spielklassen aus Gruppe I für weitere Untersuchungen entsprechend „gepoolt“. Unmittelbar aus dieser Untersuchung folgt auch die Erkenntnis, dass innerhalb der untersuchten Spielklassen keine Hinweise auf eine Abhängigkeit der Ergebnisverteilung von der Auszahlungsvarianz bei ansonsten identischen Eigenschaften vorliegen.²⁶

Tabelle 5.9: Exakte Fisher-Tests auf Unabhängigkeit der Ergebnisverteilung und Spielklasse in Gruppe I

	Spielklassen						Übergreifend
	3 vs. 6	3 vs. 8	3 vs. 10	6 vs. 8	6 vs. 10	8 vs. 10	
p-Wert [†]	0,476	0,476	0,541	1,000	0,767	1,000	0,754
mid-p-Wert	0,313	0,372	0,446	0,869	0,663	0,883	0,747

[†] Die p -Werte basieren jeweils auf einem zweiseitigen Test.

²³ Vgl. Fisher (1935) und Irwin (1935).

²⁴ Die mid- p Adjustierung wird von Hirji, Tan und Elashoff (1991) auch als quasi-exakt bezeichnet. Weitere einschlägige Ausführungen sind bspw. in Biddle und Morris (2011) bzw. Berry und Armitage (1995) zu finden.

²⁵ Auf diese Weise wird ein signifikanter mid- p -Wert bei gleichzeitig nicht signifikantem p -Wert zumindest erkannt und ermöglicht ggf. weitere Untersuchungen.

²⁶ Diese Aussage gilt ausschließlich vor dem Hintergrund, dass sich durch eine veränderte Auszahlungsvarianz keine weiteren Eigenschaften verändern. Die Auszahlungen sind letztlich kausal für nahezu alle zustands-spezifischen Eigenschaften und entsprechend sind die Ergebnisse ganz allgemein betrachtet mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit *nicht* unabhängig von der Auszahlungsvarianz.

Ebenfalls mithilfe eines exakten Fisher-Tests auf Unabhängigkeit können die beiden begleitenden Hypothesen zu **Lerneffekten und Kommunikation** (H3.1 und H3.2, vgl. Kapitel 3.2) adressiert werden, wobei auch in diesen Fällen jeweils die Nullhypothesen eine solche Abhängigkeit verneinen: „Die Ergebnishäufigkeit (CSEQ-stabiler Zustände) ist unabhängig von der Wiederholung eines Spiels“ (H3.1₀) bzw. „Die Möglichkeit einer Kommunikation hat keine Auswirkungen auf die Ergebnishäufigkeit“ (H3.2₀). Auf Basis der (mid)- p -Werte für die entsprechenden Tests in der Kategorie „Lerneffekt“ in Tabelle 5.10 kann die Nullhypothese H3.1₀ für beide Gruppen I und IIa nicht verworfen werden und im Gegenteil ist angesichts der durchgängig hohen p -Werte davon auszugehen, dass Lerneffekte in dieser experimentellen Untersuchung keine (ausgeprägte) Rolle spielen. Dies steht explizit nicht im Widerspruch zu der Aussage im Zusammenhang mit der Historie des Spieler A, dass eine höhere Ergebnishäufigkeit des CSEQ-stabilen Zustands unter anderem dann beobachtet werden kann, wenn Spieler A bereits einmal ein Spielende im CSEQ-stabilen Zustand herbeiführen konnte (vgl. Kapitel 5.1.1 bzw. Tabelle 5.7). Stattdessen ergibt sich in diesem Zusammenhang die noch zu testende Hypothese, dass das Erreichen des CSEQ-stabilen Zustands nicht durch Lerneffekte, sondern vielmehr durch grundsätzliche Eigenschaften eines Experimentteilnehmers im Sinne einer „Anfangsausstattung“ begünstigt wird.²⁷

Auch die zentralen Tests der Nullhypothese zur Kommunikation H3.2₀ auf Basis eines Vergleichs innerhalb der Wiederholung 4 ergeben für beide Gruppen keine signifikanten p -Werte. Dieses Ergebnis hat selbst dann Bestand, wenn die Kommunikations- um die aggregierten Lerneffekte ergänzt werden und somit die Spiele mit „unerfahrenen“ Teilnehmern in der Wiederholung 1 mit den Spielen mit „erfahrenen“ Teilnehmern in der Wiederholung 4 verglichen werden, die zusätzlich noch über die Möglichkeit der Kommunikation verfügen.

Eine Untersuchung der Unabhängigkeit der Ergebnisverteilung und der ebenfalls in Tabelle 5.10 betrachteten Kriterien **Startzustand** und **Anzahl Schritte** bestätigt die Beobachtungen im Rahmen der deskriptiven Auswertung: Auch hier kann jeweils die Nullhypothese bei durchgängig hohen p -Werten nicht verworfen werden. Lediglich die vergleichsweise niedrigeren p -Werte für die exakten Fisher-Tests auf Unabhängigkeit zwischen der Ergebnisverteilung und der Anzahl der Schritte in den Spielen der Gruppe IIa sind auffallend, wenngleich selbst der mid- p -Wert weit vom Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ entfernt ist. Darüber hinaus verteilen sich die Ergebnisse in der Gruppe IIa aber ohnehin vollständig auf die beiden CSEQ-stabilen Zustände und entsprechend ist die Frage, in welchem dieser Zustände das Spiel endet, für diese Arbeit auch von stark nachrangiger Bedeutung.²⁸

²⁷ Diese Hypothese wird auch dadurch bekräftigt, dass der jeweilige Spieler A auch bereits beim ersten Mal und somit ohne vorherige Erfahrungen den CSEQ-stabilen Zustand herbeiführen konnte.

²⁸ Eine mögliche Vermutung wäre bspw., dass sich Hartnäckigkeit im Sinne vieler Aktionsanpassungen für die Spieler bei der „Wahl“ zwischen diesen beiden Zuständen auszahlen kann.

Tabelle 5.10: Exakte Fisher-Tests auf Unabhängigkeit der Ergebnisverteilung und wichtiger Eigenschaften

	Kontingenztafel	Gruppe I		Gruppe IIa	
		p	mid- p	p	mid- p
Lerneffekt	Wiederholung 1 vs. 2	1,000	0,870	1,000	0,773
	Wiederholung 1 vs. 3	0,359	0,242	1,000	0,773
	Wiederholung 1 vs. 4 [†]	0,646	0,487	1,000	0,714
	Übergreifend	0,554	0,548	1,000	0,955
Kommunikation	Nur Wiederholung 4	0,345	0,263	0,400	0,200
	Wiederholung 1 vs. 4 ^{††}	0,478	0,391	1,000	0,820
Startzustand	Übergreifend	0,592	0,589	0,718	0,577
Anz. Schritte	Übergreifend	0,979	0,970	0,150	0,135

[†] Wiederholung 4 ohne Kommunikation. Dieser Test bezieht sich auf den aggregierten (und damit maximalen) Lerneffekt zwischen der ersten und der letzten Runde.

^{††} In diesem Test addieren sich Lern- und Kommunikationseffekt.

Insgesamt kann auf Basis dieser Ergebnisse eine Untersuchung der zentralen Hypothesen H1 und H2 ohne weitere Differenzierung von Kriterien wie Spielklasse, Wiederholung, Kommunikation, Startzustand und Anzahl der Schritte rechtfertigt werden – damit einher geht auch der Vorteil einer deutlich größeren Stichprobe innerhalb der Gruppe I.

5.1.2.2 Simultane Konfidenzintervalle für Ergebniswahrscheinlichkeiten

Als Grundlage für die Beurteilung der zentralen Hypothesen H1 und H2 werden im Folgenden auf Basis der Experimentdaten jeweils Konfidenzintervalle für die Wahrscheinlichkeitsparameter π der einzelnen Zustände ermittelt. Auf diese Weise sind im Rahmen der Interpretation der Parameter neben einer Beurteilung der Überdeckungsfreiheit einzelner Konfidenzintervalle auch unmittelbar Aussagen zu der jeweiligen Größenordnung möglich.²⁹

Die Durchführung eines Spiels kann zunächst als diskretes Zufallsexperiment mit genau acht unterscheidbaren Ergebnissen aufgefasst und durch folgende Elemente beschrieben werden:

(i) Ergebnismenge Ω bestehend aus drei FOKUS- und fünf REST-Zuständen – im weiteren Verlauf bezeichnet als $\{F_{CSEQ}, F_{SEQ}, F_{instabil}, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8\}$

(ii) Wahrscheinlichkeitsmaße π_ω für alle $\omega \in \Omega$: $\{\pi_{CSEQ}, \pi_{SEQ}, \pi_{instabil}, \pi_4, \pi_5, \pi_6, \pi_7, \pi_8\}$ ³⁰

Dabei gilt $\sum_{\omega \in \Omega} \pi_\omega = 1$

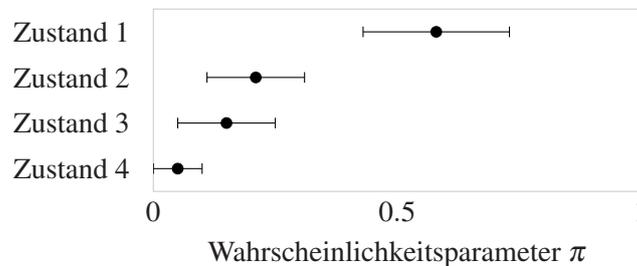
²⁹ Die FOKUS-Zustände unterscheiden sich jeweils lediglich in der (C)SEQ-Eigenschaft (vgl. Kapitel 3.3.5) und ermöglichen somit eine eindeutige Effektzuordnung.

³⁰ Die Indizes der Wahrscheinlichkeitsmaße π werden aus Gründen der Übersichtlichkeit und ohne Verlust der Eindeutigkeit ohne Angabe der Zustandsgruppe F bzw. R notiert (d.h. bspw. π_{CSEQ} statt π_{FCSEQ}).

Entsprechend ergibt sich über alle Spieldurchführungen hinweg ein mit den Parametern n und π multinomialverteilter Zufallsvektor X bestehend aus den u.i.v.³¹ Zufallsvariablen X_1, X_2, \dots, X_n :

$$X \sim M(n, (\pi_{CSEQ}, \pi_{SEQ}, \pi_{instabil}, \pi_4, \pi_5, \pi_6, \pi_7, \pi_8)) \quad (5.1)$$

Im Zusammenhang mit multinomialen Verteilungen ist jedoch selbst die Ableitung von Konfidenzintervallen „alles andere als trivial“ (Heike, Târcolea, Demetrescu & Tarcolea, 2005, S.177). Diese Komplexität resultiert aus der Notwendigkeit, dass für belastbare Analysen die Konfidenzintervalle für die Wahrscheinlichkeitsparameter simultan ermittelt werden müssen. In Abbildung 5.4 sind exemplarisch Konfidenzintervalle für die Wahrscheinlichkeitsparameter einer Multinomialverteilung mit vier Ergebnissen (= Zuständen) dargestellt: In diesem Beispiel könnte unter anderem gezeigt werden, dass zum gewählten Konfidenzniveau die Wahrscheinlichkeit für ein Ergebnis im Zustand 1 in jedem Fall größer ist, als die Wahrscheinlichkeit für ein Ergebnis im Zustand 2 (die entsprechenden Konfidenzintervalle sind überdeckungsfrei).



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 5.4: Exemplarische Darstellung simultaner Konfidenzintervalle

In der Literatur existieren für eine simultane Ermittlung der Konfidenzintervalle für die Wahrscheinlichkeitsparameter diverse approximative Verfahren;³² pionierhaften Charakter haben die Methoden nach Quesenberry und Hurst (1964) und darauf aufbauend nach Goodman (1965) bzw. Fitzpatrick und Scott (1987). Diese Methoden wurden jedoch vielfach als äußerst konservativ in dem Sinne kritisiert, dass die ermittelten Intervalle eine deutlich größere Region³³ als erforderlich abdecken und in der Folge das geforderte Konfidenzniveau teilweise erheblich überschritten wird – die Praxistauglichkeit dieser Methoden ist entsprechend in Frage zu stellen. Darüber hinaus wurden vereinzelt auch inkonsistente Ergebnissen bemängelt: Sison und Glaz (1995) schließen sich dieser Kritik an und haben einerseits ein weiteres Verfahren entwickelt und andererseits einen umfangreichen Vergleich dieser Methoden mithilfe von Monte-Carlo-Simulationen durchgeführt. Auf Basis der beiden zentralen Werte *Volumen* der Intervallregion

³¹ Siehe abschließende Ausführungen im vorherigen Abschnitt 5.1.2.1 zur Rechtfertigung der u.i.v. Annahme.

³² Neben den approximativen Verfahren hat H. Wang (2008) einen ersten Beitrag zur *exakten* Berechnung der Konfidenzintervalle für Wahrscheinlichkeitsmaße in Multinomialverteilungen veröffentlicht. Bisher existieren jedoch keine Standardprozeduren bzw. Algorithmen für die hierfür erforderlichen komplexen Berechnungsschritte und darüber hinaus sind dem Verfasser dieser Arbeit keine Arbeiten bekannt, die diese neue Methodik anwenden.

³³ Aus der Kombination der einzelnen simultan ermittelten Intervallgrenzen ergibt sich eine Intervallregion.

und *Coverage* der echten Wahrscheinlichkeitsparameter³⁴ wurde die Performance aller bisher genannten Methoden entlang verschiedener Datensätze beurteilt – darunter auch Datensätze mit einer hohen Dominanz einzelner Werte und/oder Werten < 5 . Ganz allgemein sollten überlegene Methoden das geforderte α -Konfidenzniveau bei vergleichsweise geringem Volumen halten können – d.h. $Coverage \geq (1 - \alpha)$. Während die Performance der Methoden nach Quesenberry und Hurst (1964) und Goodman (1965) über die verschiedenen Datensätze hinweg stark variiert und das geforderte Konfidenzniveau teilweise deutlich unterschritten wird, ist die Methode nach Fitzpatrick und Scott (1987) als extrem konservativ mit entsprechend hohem Volumen zu beurteilen (vgl. Sison & Glaz, 1995, S. 369). Die von Sison und Glaz (1995) selbst entwickelte Methode führt hingegen überwiegend zu guten Ergebnissen in unmittelbarer Nähe des geforderten Konfidenzniveaus – Schwächen zeigen sich hingegen insbesondere im Zusammenhang mit Datensätzen, die von einer hohen Dominanz einzelner Werte geprägt sind.

Eine weitere Methode zur simultanen Bestimmung von Konfidenzintervallen für die Wahrscheinlichkeitsmaße in Multinomialverteilungen wurde in Hou, Chiang und Tai (2003) beschrieben: Basierend auf den *power divergence statistics* von Cressie und Read (1984) wird in Abhängigkeit eines Parameters λ mithilfe von Monte-Carlo-Simulationen aus einer Familie von Konfidenzintervallen genau diejenige ausgewählt, die für einen *spezifischen Datensatz* zu dem kleinsten Volumen der Konfidenzregion führt und dennoch das geforderte Konfidenzniveau einhält. In einem Vergleich der verschiedenen Methoden bestätigen Hou et al. (2003) zunächst ebenfalls mithilfe von Monte-Carlo-Simulationen die starke Abhängigkeit der Performance der bisher vorgestellten Methoden vom jeweiligen Datensatz. Die von Hou et al. (2003) entwickelte Methode profitiert hingegen stark von der Wahl des Parameters λ in Abhängigkeit des jeweiligen Datensatzes und führt durchgehend zu sehr belastbaren Ergebnissen. Ein Nachteil dieser Methode ist jedoch, dass die erforderliche datensatzspezifische Ermittlung des Parameters λ in jedem Fall den Einsatz von Monte-Carlo-Simulationen erfordert.³⁵

In einem Zwischenfazit lässt sich festhalten, dass die Performance aller approximativen Methoden mit Ausnahme der Methode nach Hou et al. (2003) teilweise stark abhängig vom Datensatz sein kann und insbesondere einzelne Werte < 5 bzw. eine starke Dominanz einzelner Ergebnisse die Qualität der Konfidenzintervalle negativ beeinflussen können. Vor dem Hintergrund des stark von einzelnen Ergebnissen dominierten Datensatzes in dieser Arbeit und der Bedeutung einer zuverlässigen Grundlage für die Beurteilung der zentralen Hypothesen gestaltet sich die weitere Vorgehensweise deshalb wie folgt: Zunächst werden für die beiden Methoden nach Goodman und Sison & Glaz Konfidenzintervalle zu den Niveaus $\alpha = \{0,05; 0,01; 0,001\}$ be-

³⁴ Mit *Coverage* ist der Anteil der Stichproben gemeint, deren Konfidenzintervalle die tatsächlichen Wahrscheinlichkeitsparameter überdecken – nähere Ausführungen hierzu im weiteren Verlauf dieses Kapitels.

³⁵ Die volumenminimierende Wahl des Parameters λ darf nur innerhalb der Menge Λ erfolgen, deren Elemente $\lambda \in \Lambda$ zuvor mithilfe einer Monte-Carlo-Simulation als für diesen Datensatz geeignet beurteilt wurde – d.h. die Hypothese „ $H_0: Coverage \geq (1 - \alpha)$ “ für ein bestimmtes λ hält.

rechnet. Im Anschluss wird mithilfe von Monte-Carlo-Simulationen ein geeignetes λ und damit einhergehende Konfidenzintervalle nach der Methode von Hou ermittelt und zusätzlich wird ebenfalls mithilfe von Monte-Carlo-Simulationen auch die Performance der beiden erstgenannten Methoden für den spezifischen Datensatz in dieser Arbeit beurteilt.³⁶

Während für die Methoden nach Goodman und Sison & Glaz auf existierende Implementierungen in R zurückgegriffen werden kann,³⁷ wurde für die Berechnung der Konfidenzintervalle nach Hou ein eigenes Programm in R geschrieben, das im Wesentlichen auf der Lösung folgender Gleichungen für ein gegebenes λ beruht (vgl. Hou et al., 2003, S. 33).³⁸

$$f(\pi_i, \hat{\pi}_i, \lambda) = (1 - \hat{\pi}_i)^{\lambda+1} \pi_i^\lambda + \hat{\pi}_i^{\lambda+1} (1 - \pi_i)^\lambda - B_\lambda \pi_i^\lambda (1 - \pi_i)^\lambda \stackrel{!}{=} 0 \quad (5.2)$$

$$\text{wobei } B_\lambda = \frac{\lambda(\lambda+1)}{2n} \chi_{\alpha/k}^2(1) + 1 \quad \text{und} \quad \hat{\pi}_i = \frac{N_i}{n}$$

Cressie und Read (vgl. 1984, S. 63) zufolge liegen nahezu alle geeigneten λ im Bereich $(-1, 2]$, wobei grundsätzlich jedes λ zulässig ist, dessen Konfidenzintervalle das geforderte Konfidenzniveau α einhalten – d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass die Konfidenzintervalle $CI(\lambda)$ die echten Wahrscheinlichkeiten Π enthalten größer als $(1 - \alpha)$ ist. Die Menge Λ aller λ ist somit wie folgt definiert:

$$\Lambda = \{\lambda | P[\Pi \in CI(\lambda)] \geq 1 - \alpha, \quad \lambda \in (-1, 2]\} \quad (5.3)$$

Innerhalb dieser Menge Λ wäre grundsätzlich jedes λ geeignet. Im Sinne einer hohen Aussagekraft der Konfidenzintervalle ist jedoch möglichst ein λ^* zu identifizieren, das das Volumen $V(\lambda)$ der Konfidenzregion minimiert (vgl. Hou et al., 2003, S. 34):

$$\min_{\lambda \in \Lambda} V(\lambda) = V(\lambda^*) \quad (5.4)$$

Für die Ermittlung der Menge Λ wurden analog zu Hou et al. (2003) Monte-Carlo-Simulationen durchgeführt. Hierzu wurde wiederum ein R-Programm geschrieben, das innerhalb des Intervalls $(-1, 2]$ in 0,01-Schritten für jedes λ die Coverage auf Basis von jeweils 100.000 Monte-

³⁶ Alternativ wäre auch ein Einsatz von Bootstrapping-Verfahren vorstellbar. Einerseits sind diese Verfahren im Zusammenhang mit der Ermittlung von Konfidenzintervallen für Wahrscheinlichkeitsmaße aber auch nicht unproblematisch (vgl. W. Wang, 2013; Xiong & Li, 2009). Vor allem aber ist die Performance der Methode nach Hou et al. (2003) über alle Datensätze in der Literatur hinweg ein starkes Argument für diese Variante.

³⁷ Implementierung der Methode nach Goodman und Sison & Glaz im Paket „DescTools“ von Signorell (2016). Die Implementierung wurde anhand der Daten in Villacorta (2012) und der ursprünglichen Implementierung von May und Johnson (2000) in SAS verifiziert.

³⁸ Die selbst geschriebene Methode in R wurde auf Basis der Daten in den Tabellen 1-4 in Hou et al. (2003, S. 35 ff.) verifiziert. Darüber hinaus ist für den Spezialfall $\lambda = 1$ die Methode auch identisch zur Methode nach Goodman – hier wurden die Ergebnisse zusätzlich mit den bereits genannten Implementierungen in R validiert.

Carlo-simulierten Stichproben ermittelt.³⁹ Grundsätzlich kann die Idee hinter dieser Coverage-Berechnung wie folgt skizziert werden: Die im Experiment beobachteten relativen Ergebnishäufigkeiten $\hat{\Pi}$ werden per Annahme mit den echten Wahrscheinlichkeiten Π gleichgesetzt. Anschließend werden für ein gegebenes λ für jede der $M(n, \Pi)$ -verteilten 100.000 Monte-Carlo-simulierten Stichproben die entsprechenden Konfidenzintervalle $CI(\lambda)$ ermittelt und überprüft, ob alle $\pi_i \in \Pi$ innerhalb der jeweiligen Konfidenzintervalle dieser Stichprobe liegen. Die Coverage ergibt sich im Anschluss als Anteil aller Stichproben, deren Konfidenzintervalle die angenommenen echten Wahrscheinlichkeiten Π enthalten. Konzeptionell entsprechen die im Experiment beobachteten relativen Ergebnishäufigkeiten einer dieser 100.000 Stichproben und die Wahrscheinlichkeit, dass die zugehörigen Konfidenzintervalle die nicht beobachtbaren echten Wahrscheinlichkeiten abdecken, wird durch die Coverage approximiert. Approximiert aus dem Grund, da sich die Coverage und damit die Performance der Methode bzw. eines bestimmten λ somit nicht auf die echten Wahrscheinlichkeiten dieser experimentellen Untersuchung beziehen (diese sind nicht beobachtbar),⁴⁰ sondern auf eine Verteilung „in unmittelbarer Nähe“.⁴¹ Grundsätzlich kann auf diese Weise aber zuverlässig überprüft werden, ob ein bestimmtes λ für einen gegebenen Datensatz zu belastbaren Konfidenzintervallen führt.

Aus allen auf diese Weise ermittelten $\lambda \in \Lambda$, wurde anschließend $\lambda = 0,01$ als geeigneter Parameter mit entsprechend vorteilhaftem Volumen der Konfidenzregion identifiziert. Darüber hinaus wurde wie beschrieben in analoger Vorgehensweise auch die Coverage der Methoden nach Goodman und Sison & Glaz ermittelt, die Konfidenzintervalle und MC-Coverage-Werte sind für die Konfidenzniveaus $\alpha = \{0,05; 0,01; 0,001\}$ in Tabelle 5.11 dargestellt.

Auffällig ist zunächst, dass die Methode nach Sison & Glaz in allen Fällen das geforderte Konfidenzniveau nicht einhalten kann, die entsprechenden Hypothesen „ $H_0: Coverage \geq (1 - \alpha)$ “ mussten jeweils zum Signifikanzniveau 0,001 verworfen werden und die dazugehörigen Intervallgrenzen werden aus diesem Grund nicht weiter berücksichtigt. Die verbleibenden beiden Methoden zeigen für den in der experimentellen Untersuchung gewonnenen Datensatz jedoch durchgehend hohe Coverage-Werte⁴² und entsprechend kann zuversichtlich davon ausgegangen werden, dass die ermittelten simultanen Intervallgrenzen für die Ergebniswahrscheinlichkeiten eine valide Basis für eine Beurteilung der Hypothesen H1 und H2 darstellen. Die Methode nach

³⁹ Vgl. den Quelltext des R-Programms im Anhang A.7 dieser Arbeit. Die korrekte Funktionsweise des Programms wurde zunächst auf Basis der Daten in Hou et al. (2003) validiert.

⁴⁰ Zumindest ist die Wahrscheinlichkeit, dass die im Experiment beobachteten relativen Ergebnishäufigkeiten den echten Wahrscheinlichkeiten entsprechen, verschwindend gering.

⁴¹ Die Coverage bezieht sich letztlich auf eine Verteilung, die vergleichsweise sehr nahe an der echten dem Experiment zugrunde liegenden Verteilung liegt – inkl. starker Dominanz einzelner Werte in Verbindung mit Null-Werten anderer Ereignisse und identischem n . Eine Coverage über dem geforderten Konfidenzniveau ist somit ein starker Hinweis, dass die ermittelten Konfidenzintervalle für eine bestimmte Datenstruktur geeignet sind. Ergänzend wurde die Coverage auch für leicht abweichende Verteilungen auf Robustheit überprüft.

⁴² Die p -Werte für die entsprechenden Binomialtests der Hypothese „ $H_0: Coverage \geq (1 - \alpha)$ “ bewegen sich durchgehend in der Nähe von $p = 1,000$.

Tabelle 5.11: Simultane Konfidenzintervalle für die Ergebniswahrscheinlichkeiten der Spiele in Gruppe I

		Methode nach					
		Hou ($\lambda = 0,01$)		Goodman		Sison & Glaz	
		inf _{CI}	sup _{CI}	inf _{CI}	sup _{CI}	inf _{CI}	sup _{CI}
$\alpha = 0,05$	π_{4-8}^\dagger	0,000	0,039	0,000	0,073	0,000	0,098
	$\pi_{instabil}$	0,000	0,039	0,000	0,073	0,000	0,098
	π_{CSEQ}	0,188	0,442	0,194	0,445	0,221	0,403
	π_{SEQ}	0,558	0,812	0,555	0,806	0,611	0,792
	MC-Coverage ^{††}	0,99305		0,99531		0,93814***	
$\alpha = 0,01$	π_{4-8}^\dagger	0,000	0,054	0,000	0,099	0,000	0,115
	$\pi_{instabil}$	0,000	0,054	0,000	0,099	0,000	0,115
	π_{CSEQ}	0,170	0,468	0,179	0,471	0,200	0,421
	π_{SEQ}	0,532	0,830	0,530	0,822	0,589	0,810
	MC-Coverage ^{††}	0,99877		0,99892		0,93611***	
$\alpha = 0,001$	π_{4-8}^\dagger	0,000	0,075	0,000	0,134	0,000	0,121
	$\pi_{instabil}$	0,000	0,075	0,000	0,134	0,000	0,121
	π_{CSEQ}	0,150	0,499	0,161	0,502	0,189	0,427
	π_{SEQ}	0,501	0,850	0,498	0,839	0,579	0,816
	MC-Coverage ^{††}	0,99985		0,99994		0,93653***	

*, **, *** p -Wert des Binomialtests der Hypothese „ $H_0: Coverage \geq (1 - \alpha)$ “ signifikant zum Niveau 0,05, 0,01 bzw. 0,001.

† Konfidenzintervalle gelten für jeden der fünf REST-Zustände R_4, \dots, R_8 einzeln, nicht aggregiert.

†† Anteil der 100.000 Monte-Carlo-simulierten multinomialverteilten Stichproben, deren Konfidenzintervalle die angenommenen „echten“ Wahrscheinlichkeiten überlagern.

Hou mit $\lambda = 0,01$ kann das geforderte α -Konfidenzniveau im Vergleich zu der Methode nach Goodman zudem für alle betrachteten α bei einem geringeren Volumen der Konfidenzregion halten⁴³ und entsprechend basieren die weiteren Analysen auf diesen Intervallgrenzen.

Die sehr gute Performance der Methode nach Hou für diesen Datensatz mit vielen Nullwerten (vgl. Tabelle 5.2) zeigt sich auch bei einem Vergleich der oberen Intervallgrenzen für die Wahrscheinlichkeit des instabilen FOKUS-Zustands $\pi_{instabil}$ mit der unabhängig von anderen Wahrscheinlichkeitsmaßen ermittelten oberen Schranke für $\pi_{instabil}$: Beschreibt Y die Häufigkeit des Ereignisses $F_{instabil}$ in einer Stichprobe, so ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, in einem Experiment mit $n = 95$ in keinem Fall das Ereignis $F_{instabil}$ zu beobachten zu $P(Y = 0) = (1 - \pi_{instabil})^{95}$. Auf dieser Basis kann für jedes Konfidenzniveau α die obe-

⁴³ Insbesondere zeigen sich deutlich geringere obere Intervallgrenzen für die „kleinen“ Wahrscheinlichkeitswerte $\pi_{instabil}, \pi_4, \dots, \pi_8$; ein Hinweis, dass die datensatzspezifische Wahl des Parameter λ bei diesem speziellen Datensatz mit einem erheblichen Vorteil verbunden ist.

re Schranke ε mit $\pi_{instabil} \leq \varepsilon$ abgeleitet werden; diese ist in Tabelle 5.12 ebenfalls für $\alpha = \{0,05; 0,01; 0,001\}$ aufgeführt. Dabei wird deutlich, dass das simultan bestimmte Konfidenzintervall für $\pi_{instabil}$ mit der Methode nach Hou sehr nahe und insbesondere deutlich näher als die Intervallgrenzen der anderen beiden simultanen Methoden an der unabhängig (d.h. nicht simultan) errechneten oberen Schranke für $\pi_{instabil}$ liegt (vgl. auch Tabelle 5.11).

Tabelle 5.12: Vergleich einer unabhängig und simultan bestimmten Konfidenzintervallgrenze

	Konfidenzniveau α		
	0,05	0,01	0,001
Unabhängig bestimmte obere Schranke ε mit $\pi_{instabil} \leq \varepsilon$	0,031	0,047	0,070
Simultan bestimmte Intervallgrenze \sup_{CI} für $\pi_{instabil}^\dagger$	0,039	0,053	0,075

\dagger Nach Hou et al. (2003) mit $\lambda = 0,01$.

5.1.2.3 Beurteilung der zentralen Hypothesen H1 und H2

Die simultanen Konfidenzintervalle für die Wahrscheinlichkeitsmaße ermöglichen unmittelbar eine Beurteilung der zentralen Hypothesen H1 und H2. Allgemein kann die **Hypothese H1** („*SEQ-stabile Zustände werden häufiger das Ergebnis in dynamischen Konflikten als nicht SEQ-stabile Zustände*“) in jedem Fall bestätigt werden, wenn jeder SEQ-stabile Zustand ein höheres Wahrscheinlichkeitsmaß hat, als ein beliebiger nicht SEQ-stabiler Zustand. Im Rahmen dieser experimentellen Untersuchung beziehen sich die relevanten Vergleiche dabei insbesondere auf die Menge der FOKUS-Zustände, da sich diese lediglich hinsichtlich der SEQ-Stabilität unterscheiden – die geringen Wahrscheinlichkeitsmaße für REST-Zustände könnten hingegen auch auf konkurrierende Eigenschaften zurückzuführen sein.⁴⁴ Ein paarweiser Vergleich innerhalb der FOKUS-Zustände zeigt, dass die Konfidenzintervalle für den instabilen Zustand $\{F_{instabil}\}$ und die beiden SEQ-stabilen Zustände $\{F_{CSEQ}, F_{SEQ}\}$ jeweils bis hin zum Konfidenzniveau $\alpha = 0,001$ sehr deutlich überdeckungsfrei sind und die Hypothese H1 auf dieser Grundlage *innerhalb dieser experimentellen Untersuchung* bestätigt werden kann (vgl. Tabelle 5.13).

Tatsächlich ist die Anforderung, dass selbst ein solcher paarweiser Vergleich hält, eine sehr konservative: Da in jedem Spiel lediglich ein Zustand das Ergebnis werden kann, impliziert dies bei mehreren SEQ-stabilen Zuständen zusätzlich eine ausreichende Verteilung der Ergebnisse über die SEQ-stabilen Zustände hinweg. Alternativ könnte deshalb auch argumentiert werden, dass lediglich die Addition der Wahrscheinlichkeitsmaße der Gruppe nicht SEQ-stabiler

⁴⁴ Unabhängig davon hält der paarweise Vergleich der beiden SEQ-stabilen Zustände aufgrund identischer Konfidenzintervalle wie das des instabilen FOKUS-Zustands aber auch einzeln gegenüber allen REST-Zuständen.

Tabelle 5.13: Beurteilung der Hypothesen H1 und H2 auf Basis der simultanen Konfidenzintervalle

			Konfidenzniveau α		
			0,05	0,01	0,001
H1	$F_{instabil}$ vs. F_{CSEQ}	$\sup_{CI} \pi_{instabil}$	0,039	0,054	0,075
		$\inf_{CI} \pi_{CSEQ}$	0,188	0,17	0,150
			✓	✓	✓
	$F_{instabil}$ vs. F_{SEQ}	$\sup_{CI} \pi_{instabil}$	0,039	0,054	0,075
		$\inf_{CI} \pi_{SEQ}$	0,558	0,532	0,501
			✓	✓	✓
H2	F_{CSEQ} vs. F_{SEQ}	$\sup_{CI} \pi_{CSEQ}$	0,442	0,468	0,499
		$\inf_{CI} \pi_{SEQ}$	0,558	0,532	0,501
			✗	✗	✗

Werte basieren auf simultanen Konfidenzintervallen nach Hou mit $\lambda = 0,01$ (vgl. Tabelle 5.11).

Zustände ($\neg SEQ$) geringer sein muss, als die addierten Wahrscheinlichkeitsmaße der Gruppe SEQ-stabiler Zustände (SEQ). Offensichtlich muss im Rahmen dieser Variante jedoch die jeweilige Gruppengröße berücksichtigt werden: Bspw. würden in einem fiktiven Spiel mit acht Zuständen – davon sieben SEQ-stabil – die addierten Wahrscheinlichkeitsmaße selbst bei einer Gleichverteilung der Ergebnisse über alle acht Zustände (d.h. $\pi_{SEQ} = \frac{7}{8}$) bereits aufgrund der Anzahl SEQ-stabiler Zustände stark zugunsten der SEQ-Eigenschaft sprechen.⁴⁵

Die **Hypothese H2** („CSEQ-stabile Zustände werden häufiger das Ergebnis in dynamischen Konflikten als lediglich SEQ-stabile Zustände“) kann innerhalb dieser experimentellen Untersuchung hingegen eindeutig nicht aufrecht erhalten werden. Ein Vergleich der Konfidenzintervalle der beiden FOKUS-Zustände $\{F_{CSEQ}, F_{SEQ}\}$ zeigt, dass bis hin zum Konfidenzniveau $\alpha = 0,001$ der Wahrscheinlichkeitsparameter für den lediglich SEQ-stabilen Zustand in jedem Fall größer ist, als der Wahrscheinlichkeitsparameter für den zusätzlich auch CSEQ-stabilen Zustand (vgl. Tabelle 5.13). Damit gilt für die untersuchten Spiele entsprechend sogar die konträre Hypothese, dass SEQ-stabile Zustände häufiger das Ergebnis eines Spiels werden als CSEQ-stabile Zustände.

⁴⁵ Diese Variante wurde in einer konservativen Form ebenfalls ausgewertet: Unter der Annahme, dass grundsätzlich nur Zustände innerhalb der FOKUS-Zustände das Spielende werden können (entspricht einer Multinomialverteilung mit $k = 3$), würde die Gruppe der SEQ-stabilen Zustände bereits zwei der drei möglichen Ereignisse umfassen und entsprechend würde selbst bei einer Gleichverteilung die Ergebniswahrscheinlichkeit eines SEQ-stabilen Zustands bei $2/3$ liegen. Eine Berechnung der simultanen Konfidenzintervalle für $k = 3$ analog zur beschriebenen Vorgehensweise zeigt jedoch, dass sich als untere Schranke für die addierten Wahrscheinlichkeitsmaße der beiden SEQ-stabilen Zustände ebenfalls zum Konfidenzniveau $\alpha = 0,001$ der Wert $0,934 > 2/3$ ergibt. Auch auf dieser Basis könnte die Hypothese H1 somit bestätigt werden.

5.1.3 Abschließende Überlegungen & ergänzende Fragestellung

Neben einer klaren Bestätigung der Hypothese H1 ergibt sich auch auf Basis der simultanen Konfidenzintervalle ein ähnliches Bild wie im Rahmen der deskriptiven Auswertungen: Eine Belastbarkeit des Stabilitätskonzepts CSEQ ist innerhalb dieser experimentellen Untersuchung trotz der klaren konzeptionellen Begründung nicht zu beobachten. Während die sogar höhere Häufigkeit eines Spielendes im lediglich SEQ-stabilen Zustand möglicherweise auf eine gewisse Pfadabhängigkeit innerhalb der Spiele zurückzuführen ist (vgl. Kapitel 5.1.1.3), stellt sich an dieser Stelle dennoch die Frage, weshalb sich das Verhalten der Experimentteilnehmer nicht in dem konzeptionell schlüssigen Stabilitätskonzept CSEQ wiederfindet. Bereits im Rahmen der deskriptiven Auswertung war teilweise zu beobachten, dass insbesondere das Verhalten des Experimentteilnehmers, der die Rolle des Spieler A einnimmt, einen entscheidenden Aspekt im Zusammenhang mit dem Erreichen eines CSEQ-stabilen Spielendes darstellt. Ein exakter Fisher-Test auf Unabhängigkeit der in Tabelle 5.7 dargestellten Ergebnishäufigkeit und der Historie des Spieler A ($p = 0,019$ bzw. $\text{mid-}p = 0,014$) zeigt, dass zumindest zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ die Nullhypothese einer Unabhängigkeit verworfen werden muss. Stattdessen wird auf Basis des einseitigen exakten Fisher-Tests ($p = 0,013$ bzw. $\text{mid-}p = 0,008$) deutlich, dass ein Spiel eher im CSEQ-stabilen Zustand endet, wenn Spieler A bereits in einer früheren Wiederholung den CSEQ-stabilen Zustand erreicht hat – und damit die begleitende Hypothese H4 gilt. Dabei ist zu vermuten, dass dieser Zusammenhang weniger in einer Art Lerneffekt begründet ist,⁴⁶ sondern das bisherige Verhalten in der Rolle des Spieler A als ein Kriterium zur Eingrenzung der Teilnehmermenge auf die Gruppe verstanden werden kann, die den eigenen strukturellen Vorteil erkannt hat und entsprechend überhaupt erst versucht, den CSEQ-stabilen Zustand zu erreichen.

Aus der Perspektive des Autors lohnt es sich aus mehreren Gründen, diesen Gedankengang weiterzuverfolgen: Zunächst kann hier im Rahmen einer Ursachenforschung ein Beitrag dazu geleistet werden, welche Eigenschaften des Stabilitätskonzepts CSEQ in der Praxis als kritisch zu beurteilen sind; eine Verneinung der Validität des Stabilitätskonzepts CSEQ ohne schlüssige und näher untersuchte Begründungen wäre ein unbefriedigendes Ergebnis. Zudem ist die Frage, warum ein konzeptionell so klar zu begründendes Konzept wie koalitionäre Stabilität nicht empirisch nachweisbar sein sollte, bereits für sich genommen interessant. Sollte sich in einer weiteren Betrachtung herausstellen, dass insbesondere die kognitive Leistung der Spieler im Sinne eines Nichterkennens bestehender Möglichkeiten kausal für die geringe Ergebnishäufigkeit der CSEQ-stabilen Zustände ist, könnte im Anschluss darüber hinaus diskutiert und auch untersucht werden, inwiefern bspw. Unternehmen bei wichtigen strategischen Fragestellungen

⁴⁶ Wie erläutert, haben diese Spieler bereits in der ersten Wiederholung den CSEQ-stabilen Zustand erreicht und darüber hinaus waren im Experiment auch keine Lerneffekte zu beobachten (vgl. Tabelle 5.10).

die zugrunde liegende Konfliktsituation mit einer höheren Weitsicht analysieren, als dies möglicherweise in einem Experiment mit begrenztem Zeitumfang und Ressourcen der Fall ist.

Anknüpfend an die bereits im Kapitel 5.1.1 aufgeworfene Fragestellung *“Erhöht sich die relative Ergebnishäufigkeit des CSEQ-stabilen Zustands, wenn Spieler A in geeigneter Form auf die Möglichkeit temporärer Koalitionen aufmerksam gemacht wird?”* wurden deshalb im Anschluss an das Experiment 1 mehrere kleine Testexperimente mit entsprechenden Hinweisen durchgeführt. Erste Ergebnisse waren aufschlussreich und bilden die Grundlage für das im nächsten Kapitel beschriebene Experiment 2.

5.2 Experiment 2: Sensibilisierung der Experimentteilnehmer hinsichtlich kombinierter Strategieranpassungen

Der Fokus von Experiment 2 liegt klar auf einer weiterführenden Untersuchung der Hypothese H2 zur CSEQ-Stabilität unter veränderten Rahmenbedingungen; alle weiteren Hypothesen konnten im Rahmen des Experiment 1 bereits hinreichend beantwortet werden. Diese zielgerichtete Folgeuntersuchung hat deshalb insbesondere nicht das Ziel, den Datensatz aus dem Experiment 1 mit einem modifizierten Experimentdesign vollständig neu zu erzeugen, sondern soll primär als Indikator dienen, ob die ergänzende Fragestellung an der richtigen Stelle ansetzt. In diesem Kapitel werden zunächst die Anpassungen am Experimentdesign skizziert und anschließend die Ergebnisse beschrieben und statistisch ausgewertet.

5.2.1 Anpassungen am Experimentdesign

Die Fragestellung, *ob* eine Unterstützung des Spieler A zu einer höheren Ergebnishäufigkeit CSEQ-stabiler Zustände führt, geht unmittelbar mit der Frage einher, *wie* diese Unterstützung erfolgen sollte. Im Rahmen der Konzeption dieser Unterstützung stehen dabei zwei Aspekte im Vordergrund: Erstens soll die Unterstützung so schwach wie möglich ausfallen, insbesondere sind den Spielern keine konkreten Aktionen o.Ä. vorzuschlagen. Zweitens ist jeder Bezug zum konkreten Spiel oder zu Spezifika des Experiments zu vermeiden, da die Ergebnisse ansonsten kaum sinnvoll interpretierbar wären. Stattdessen sind bspw. Hinweise in allgemeiner Form zweckmäßig, die in realen Situationen bei strategischen Fragestellungen von den beteiligten Akteuren üblicherweise auch bedacht werden bzw. dies zumindest zu erwarten wäre.⁴⁷

Im Rahmen einer kleinen Testreihe wurde jeweils im Fall eines Spielendes im lediglich SEQ-stabilen Zustand der Spieler A offen befragt, weshalb er in dieser Situation keinen weiteren Schritt mehr ausführen möchte. Die Antworten ließen sich dabei in der Regel zwei Kategorien zuordnen: Entweder war Spieler A der Meinung, dass „einer der beiden besten Zustände bereits erreicht sei“ – oder, dass auf eine mögliche Verbesserung „sich wiederum Spieler B verbessern könnte und der dann resultierende Zustand schlechter wäre“. Diese Begründung ist weitgehend konsistent zu den bisherigen Erwartungen einer zu geringen Weitsicht und in einer adaptiven Vorgehensweise wurden in der Folge schrittweise Hinweise an alle Spieler gegeben, zu prüfen, ob mit einem anderen Spieler gemeinsam ein besseres Ergebnis erreicht werden könnte. Eine Wiederholung des Spiels mit einer anderen Spielklasse und somit mit abweichenden Auszahlungen zeigte anschließend, dass der CSEQ-stabile Zustand fast ausnahmslos erreicht wurde. Auf dieser Basis wurden folgende Hinweise formuliert und deutlich in den Experimentinstruk-

⁴⁷ Eine Überprüfung der Validität möglicher „Richtlinien“ wäre in dieser Arbeit kaum zu leisten. Zumindest sollten die Hinweise aber kein Verhalten befördern, das in der Realität so offensichtlich nicht zu erwarten wäre.

tionen *aller* Teilnehmer ergänzt (vgl. auch die Instruktionen für das Experiment 2 im Anhang A.5 dieser Arbeit):

Während des Spiels...

- ...kann es sinnvoll sein, mit einem der beiden anderen Spieler zu kooperieren.
- ...sollten Sie darauf achten, welche Reaktionen der anderen Spieler Sie für realistisch halten.

Diese Hinweise erfüllen die einleitend genannten Anforderungen insofern, dass sie keine konkreten Handlungen benennen und zudem auch keine spielspezifischen Eigenschaften aufgreifen. Stattdessen beschreibt die Prüfung möglicher (temporärer) Koalitionen oder die Beurteilung der Glaubwürdigkeit existierender Reaktionen ein naheliegendes Verhalten in strategischen Konfliktsituationen. Mit Ausnahme dieser Modifikation der Instruktionen wurde das Experimentdesign des Experiment 1 unverändert übernommen.

5.2.2 Deskriptive Datenauswertung

Während der einzigen Session 7 wurden mit 18 Teilnehmern 24 Datenpunkte erzeugt; ein Spiel der Wiederholung 3 musste nach Ablauf der randomisierten Maximaldauer vom Experimentleiter abgebrochen werden. Die in Tabelle 5.14 dargestellte relative Ergebnisverteilung zeigt hinsichtlich der Ergebnishäufigkeiten der REST-Zustände und des instabilen FOKUS-Zustands identische 0%-Werte wie im Experiment 1.

Tabelle 5.14: Vergleich der relativen Ergebnisverteilung in den Experimenten 1 und 2

	FOKUS			REST	n
	CSEQ [†]	SEQ	instabil		
Experiment 1^{††}	31%	69%	0%	0%	95
Experiment 2	52%	48%	0%	0%	23

[†] Der CSEQ-stabile FOKUS-Zustand ist auch SEQ-stabil.

^{††} Daten beziehen sich auf Datenpunkte der Gruppe I.

Darüber hinaus ist mit einer Steigerung der relativen Ergebnishäufigkeit von 31% auf 52% eine erste Tendenz in Richtung des CSEQ-stabilen Zustands erkennbar. Auch unter Berücksichtigung der überschaubaren Stichprobengröße ist zu vermuten, dass die Hinweise grundsätzlich nicht ohne Wirkung bleiben. Dennoch ist festzuhalten, dass die Ergebnishäufigkeit der beiden mindestens SEQ-stabilen Zustände nahezu identisch ist und die „Verbesserung“ im Vergleich zum Experiment 1 nicht gleichbedeutend mit einer H2-hypothesenkonformen Datenlage ist.

Eine Analyse des **Spielverlaufs** analog zu Experiment 1 (vgl. Kapitel 5.1.1.3) zeigt darüber hinaus, dass Spieler A nur noch in 27% aller Spiele, die nicht im CSEQ-stabilen Zustand en-

deten, erst gar keinen Versuch unternommen hat, diesen zu erreichen – gegenüber der Situation im Experiment 1 (61%) stellt dies eine deutliche Reduktion dar (vgl. Tabelle 5.15).

Tabelle 5.15: Analyse des Spielerverhaltens für Spiele, die nicht im CSEQ-stabilen Zustand endeten

Anz. Abw. [†]	Spieler A ^{††}		Spieler B ^{†††}		Spieler C ^{†††}	
	E2	E1	E2	E1	E2	E1
0	27%	61%	44%	56%	22%	28%
1	36%	20%	56%	34%	33%	38%
2	18%	11%	0%	6%	11%	19%
3	0%	5%	0%	3%	33%	9%
4	18%	3%	0%	0%	0%	3%
>4	0%	2%	0%	0%	0%	3%

[†] F_{CSEQ} wird begünstigt durch mehr Abweichungen durch Spieler A (= Verbesserung) und weniger Abweichungen durch Spieler B bzw. C (= Unterlassung bzw. Akzeptanz).

^{††} Rel. Anteil bezogen auf die Spiele, die nicht im CSEQ-stabilen Zustand endeten.

^{†††} Rel. Anteil bezogen auf die Spiele, die nicht im CSEQ-stabilen Zustand endeten, in denen Spieler A aber mindestens einen Versuch unternommen hat.

Während sich die Werte des Spieler B nicht wesentlich verändert haben, ist im Experiment 2 eine deutlich geringere Bereitschaft zur „Akzeptanz“ des CSEQ-stabilen Zustands seitens des Spieler C zu beobachten. Dieses häufige Durchführen einer Verschlechterung ist zunächst unerwartet, eine nähere Analyse ergibt jedoch zwei mögliche Ansatzpunkte: Erstens könnte die stark zurückgegangene Akzeptanz des Spieler C im Vergleich zum Experiment 1 auf die Kooperationshinweise zurückzuführen sein. Aus dem CSEQ-stabilen Zustand heraus existiert gemeinsam mit Spieler B eine Verbesserungsmöglichkeit – allerdings wäre der resultierende Zustand instabil und entsprechend endet kein Spiel in diesem Zustand. Zweitens könnte Spieler C bewusst versuchen, durch eine Verschlechterung einen Zyklus zu initiieren, der dann wiederum in den für ihn besseren SEQ-stabilen Zustand führt. Diese Strategie kann aber grundsätzlich nur dann erfolgreich sein, wenn die Spieler A und B überhaupt erst an diesem Zyklus mitwirken und nach Erreichen des SEQ-stabilen Zustands „aufgeben“.⁴⁸

5.2.3 Statistische Tests

Im Rahmen der statistischen Untersuchung gilt das Interesse ausschließlich der Frage, ob die Hinweise im Experiment 2 im Vergleich zum Experiment 1 zu einer *höheren* Häufigkeit CSEQ-stabiler Spielergebnisse führen und der eingeschlagene Pfad somit grundsätzlich in die richtige

⁴⁸ Eine geeignete Reaktion der Spieler A und B auf die Verschlechterung des Spieler C wäre schlicht, zunächst nichts zu unternehmen. In allen Spielen, in denen dieses Verhalten zu beobachten war, ist Spieler C dann vor dem Spielende zurück in den für ihn besseren CSEQ-stabilen Zustand gewechselt.

Richtung führt. Sollten die Hinweise das Erreichen eines CSEQ-stabilen Zustands dagegen sogar negativ beeinflussen, wäre die Konsequenz identisch zu einem ausbleibenden Nachweis eines Einflusses: Die Idee, dass um Hinweise erweiterte Instruktionen den Analyseprozess des Spieler A unterstützen können, wäre in diesem Fall nicht tragfähig und damit nicht weiter zu verfolgen. In der Konsequenz können die folgenden Tests als einseitige Tests durchgeführt werden – das geht gleichzeitig mit dem Vorteil einer höheren *Power*⁴⁹ einher; ist vor allem aber inhaltlich begründet und somit auch angezeigt.⁵⁰

Die Fokussierung auf die CSEQ-Eigenschaft ermöglicht gleichzeitig, die in Kapitel 5.1.2 beschriebene Modellierung als Multinomialverteilung auf eine Binomialverteilung zu reduzieren. Dabei wird Erfolg mit der experimentspezifischen Erfolgswahrscheinlichkeit π_{E1} bzw. π_{E2} definiert als: *Erfolg* $\hat{=}$ *Ergebnis ist F_{CSEQ}* .⁵¹ Die Stichproben in den beiden Experimenten 1 und 2 sind darüber hinaus als unabhängig aufzufassen, da keine Teilnehmer in beiden Experimenten teilnehmen konnten und auch sonst die Ergebnisse des ersten Experiments in keiner Form für die Teilnehmer des zweiten Experiments zugänglich waren. Die Frage, ob die zusätzlichen Hinweise im Experiment 2 zu einer höheren Erfolgswahrscheinlichkeit führen, erfordert entsprechend eine Überprüfung der folgenden Hypothese:

$$H_0 : \pi_{E2} \leq \pi_{E1} \quad \text{mit der Alternativhypothese} \quad H_a : \pi_{E2} > \pi_{E1} \quad (5.5)$$

Eine solche Hypothese kann mithilfe eines Tests auf die Differenz der Erfolgswahrscheinlichkeit zwischen zwei unabhängigen Stichproben getestet werden. Da keine erwarteten Zellwerte kleiner als 5 sind⁵² und beide Stichproben mehr als 20 Spiele umfassen, kommt grundsätzlich auch ein Z-Test in Frage (vgl. VanVoorhis & Morgan, 2007, S. 48). Trotz allem soll nicht vernachlässigt werden, dass die Stichprobe im Experiment 2 aus beschriebenen Gründen verhältnismäßig klein dimensioniert wurde und entsprechend werden im Sinne einer Robustheitsprüfung zusätzlich auch analog zur bisherigen Vorgehensweise exakte Fisher-Tests mit und ohne mid-*p* Adjustierung durchgeführt. Die jeweiligen Ergebnisse sind inkl. der Konfidenzintervalle der Differenz CI_{Diff}^α mit $Diff = \pi_{E2} - \pi_{E1}$ in Tabelle 5.16 dargestellt.

Die Testergebnisse sind nach allen gewählten Testverfahren signifikant zum Niveau $\alpha = 0,05$ und entsprechend ist zu diesem Niveau die Nullhypothese zu verwerfen, dass die Wahrscheinlichkeit eines Spielendes im CSEQ-stabilen Zustand im Experiment 2 kleiner oder gleich der Erfolgswahrscheinlichkeit im Experiment 1 ist. Die Konfidenzintervalle enthalten zwar zu den

⁴⁹ Power ist die bedingte Wahrscheinlichkeit, im Falle einer korrekten Alternativhypothese die Nullhypothese auch zu verwerfen und entspricht damit $1 - \beta$ (d.h. 1 – Fehler 2. Art).

⁵⁰ Vgl. auch bspw. Kimmel (1957); Ruxton und Neuhäuser (2010) für weitere Ausführungen, in welchen Situationen einseitige Tests ein adäquates Mittel sind.

⁵¹ Entsprechend ist Nicht-Erfolg definiert als ein Ergebnis in einem der verbleibenden sieben Zustände des Spiels: $\Omega \setminus \{F_{CSEQ}\} = \{F_{SEQ}, F_{instabil}, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8\}$ – vgl. auch Modellierung in Kapitel 5.1.2.

⁵² Der kleinste erwartete Zellwert auf Basis der beobachteten Daten ergibt sich zu $(1 - \hat{\pi}_{E2}) * n = 0,48 * 23 = 11$.

Tabelle 5.16: Test auf Differenz der Erfolgswahrscheinlichkeit in Experiment 1 und 2

Testverfahren	p	$CI_{Diff}^{\alpha=0,05}$	$CI_{Diff}^{\alpha=0,01}$	$CI_{Diff}^{\alpha=0,001}$
Fisher	0,045*	-	-	-
Fisher mid-p	0,030*	-	-	-
Z-Test	0,025*	(< 0,000 [†] ; 0,441)	(< 0,000 [†] ; 0,511)	(< 0,000 [†] ; 0,593)

*,**,*** p -Wert des Tests $H_0: \pi_{E2} \leq \pi_{E1}$ signifikant zum Niveau $\alpha = 0,05; 0,01; 0,001$.

[†] Die berechnete untere Intervallgrenze liegt außerhalb des zulässigen Intervalls $[0; 1]$ und wurde analog zu bspw. Newcombe (1998, S. 861) angepasst.

üblichen Konfidenzniveaus auch die Differenz 0, gleichzeitig ist aber aufgrund der geringen Stichprobengröße allgemein das Intervall verhältnismäßig groß. Während auf dieser Basis nur eingeschränkt Schlussfolgerungen angestellt werden sollen, ist zumindest belegt, dass die Hinweise in den Instruktionen eine Wirkung zeigen: Das Nichterkennen der Verbesserungsmöglichkeit aus der Perspektive des Spieler A scheint somit tatsächlich *eine* Ursache für die geringe Häufigkeit CSEQ-stabiler Spielergebnisse zu sein, die durch eine entsprechende Unterstützung teilweise ausgeräumt werden kann. Gleichzeitig scheinen die Hinweise aber wie beschrieben auch einen gegensätzlichen Effekt auf Seiten des Spieler C zu haben. In einem letzten Experiment soll deshalb in einer Art Qualitätssicherung die Frage geklärt werden, ob sich die Ergebnisverteilung weiter zugunsten des CSEQ-stabilen Zustands verschieben würde, wenn der durch die Hinweise herbeigeführte Störeffekt beseitigt wird. Diese Frage ist neben der Beurteilung dieses Störeffekts aber auch vor dem Hintergrund motiviert, dass ein permanenter Wechsel zwischen zwei Strategien bis zur Aufgabe der anderen Akteure in realen Situationen nur in seltenen Fällen zu erwarten und darüber hinaus in der Regel auch mit entsprechenden Kosten verbunden wäre.⁵³

⁵³ Diese Problematik der Transaktionskosten wird in der integrierten Diskussion in Kapitel 5.4 weiter vertieft.

5.3 Experiment 3: Simulation des an der Koalition unbeteiligten Spielers durch einen Agenten

Analog zur Vorgehensweise im Experiment 2 liegt auch im Experiment 3 der Fokus auf einer Untersuchung der CSEQ-Eigenschaft. Neben den bereits im Experiment 2 untersuchten kognitiven Anforderungen an den Spieler A im Sinne einer erhöhten Weitsicht wird in diesem Experiment insbesondere der Einfluss einer ausbleibenden Akzeptanz des CSEQ-stabilen Spielergebnisses durch den Spieler C adressiert. Entsprechende Analysen und statistische Auswertungen folgen wiederum nach einer kurzen Beschreibung der Anpassungen am Experimentdesign.

5.3.1 Anpassungen am Experimentdesign

Eine Neutralisierung der im Experiment 2 beobachteten Störeffekte hinsichtlich des Verhaltens des Spieler C kann grundsätzlich auf verschiedenen Wegen erfolgen. Eine naheliegende Variante wäre bspw., die erweiterten Instruktionen nur gezielt an den Spieler A (bzw. an die Spieler A und B) zu richten. Damit einhergehend müsste allerdings die Randomisierung der Rollen über die Wiederholungen hinweg aufgegeben werden und die relevante Teilnehmeranzahl für eine Beurteilung des Spieler A würde sich in der Konsequenz reduzieren.⁵⁴ Die Folgeexperimente 2 und 3 sind insbesondere durch die Fragestellung motiviert, ob die Spieler A und B mit entsprechender Unterstützung eine mögliche Kooperation im Sinne des Stabilitätskonzepts CSEQ erkennen und auch umsetzen – die Frage, ob Spieler C das Zustandekommen des CSEQ-stabilen Ergebnisses durch zumindest diskussionswürdiges Verhalten⁵⁵ erschweren kann, ist hingegen von nachrangiger Bedeutung und wird im weiteren Verlauf separat adressiert. Im Experiment 3 wird Spieler C deshalb durch einen regelbasierten Agenten ersetzt, der sich streng nach (C)SEQ-Logik verhält. Grundlage hierfür ist eine Analyse der zustandsspezifischen Möglichkeiten des Spieler C (vgl. Tabelle 5.17).

In sieben der acht Zustände hat Spieler C entweder nach den beiden Konzepten (C)SEQ risikofreie oder überhaupt keine Verbesserung. Lediglich aus dem Zustand 1 heraus wäre eine Verbesserung möglich, die allerdings weder nach CSEQ- noch nach SEQ-impliziten Annahmen risikofrei ist. Entsprechend verzichtet Spieler C auf die Verbesserung nach beiden Konzepten. Das Verhalten des Spieler C in diesem Zustand 1 ist aber ohnehin wenig entscheidend, da Spieler A dort seine minimale Auszahlung realisiert und ein Spielende in diesem Zustand entsprechend nicht zu erwarten ist – und auch in den beiden bisherigen Experimenten nicht zu beobachten war. Die Entscheidungsregel des Agenten ergibt sich somit aus der letzten Spalte der Tabelle 5.17: Sobald ein neuer Zustand erreicht wird, prüft der Agent auf Basis des Eintrags

⁵⁴ Sobald ein Teilnehmer einmal die Rolle des Spieler A übernommen und deshalb Hinweise erhalten hat, könnte dieser in weiteren Wiederholungen nicht mehr die Rolle des Spieler C einnehmen.

⁵⁵ Vgl. die Ausführungen im vorherigen Kapitel zur „hartnäckigen“ Verweigerung eines Spielendes im CSEQ-stabilen Zustand durch den Spieler C.

Tabelle 5.17: Verhaltensregeln für Spieler C – Agent im Experiment 3

Zustand		Verfügt Spieler C über eine...		Regel
Index	Stabilität	...Verbesserung?	...risikofreie Verbesserung? [†]	
1	-	ja	nein	-
2	-	nein	-	-
3	-	nein	-	-
4	-	ja	ja	Aktionswechsel
5	SEQ	nein	-	-
6	-	ja	ja	Aktionswechsel
7	CSEQ	nein	-	-
8	-	ja	ja	Aktionswechsel

Vgl. Darstellung der Spielklasse 10 in Abbildung A.6 im Anhang (mittlerer Spieler).

[†] Die Risikofreiheit wurde jeweils für SEQ- und CSEQ-Stabilität überprüft und stimmt für Spieler C in allen Zuständen überein.

in der letzten Spalte, ob eine Aktionsanpassung auf die jeweils andere Aktion erfolgen soll oder nicht.

Der Agent wurde im Experimentverlauf von einem entsprechend instruierten Mitarbeiter abgebildet. Die Teilnehmer wussten weder von dessen Existenz noch dass die Rolle jeweils eines Gegenspielers nicht von einem „echten“ Teilnehmer übernommen wurde.⁵⁶ Aufgrund der zu erwartenden Beschleunigung des Spielablaufs wurde das Experiment mit fünf Wiederholungen angesetzt. Weitere Anpassungen wurden im Vergleich zum Experiment 2 nicht vorgenommen.

5.3.2 Deskriptive Datenauswertung

In der Session 8 wurden mit 10 Teilnehmern 25 Datenpunkte erzeugt, wobei ein Spiel aufgrund von Problemen mit einem Eingabegerät aus dem Datensatz entfernt werden musste. In allen Spielen wurde ein reguläres – d.h. endogenes – Spielende erreicht. Ein Spielende in einem der REST-Zustände oder im instabilen FOKUS-Zustand war auch in diesem Experiment nicht zu beobachten.

Ein Vergleich der relativen Ergebnishäufigkeiten innerhalb der mindestens SEQ-stabilen FOKUS-Zustände über die drei Experimente hinweg zeigt eine deutliche Tendenz in Richtung des CSEQ-stabilen Zustands: Gegenüber dem Experiment 1 liegt die beobachtete relative Ergebnishäufigkeit um 44 Prozentpunkte höher (vgl. Tabelle 5.18). Eine weitere Analyse zeigt zudem, dass Spieler A in 75% aller Spiele – und damit ähnlich häufig wie im Experiment 2 – mindestens einen Versuch unternimmt, den CSEQ-stabilen Zustand zu erreichen und dabei jetzt

⁵⁶ Dies stellt explizit keinen Verstoß gegen die ethischen Standards zur Durchführung von Experimenten dar: Die Teilnehmer wurden weder getäuscht, noch entsteht ihnen aus der Existenz eines Agenten ein Nachteil.

immer erfolgreich ist; Abweichungen des Spieler B sind hingegen nicht zu beobachten.⁵⁷ Entsprechend liegt die Vermutung nahe, dass die Hinweise ohne „störendes“ Verhalten des Spieler C erhebliche Wirkung zeigen.

Tabelle 5.18: Vergleich der relativen Ergebnisverteilung in den Experimenten 1, 2 und 3

	FOKUS			REST	n
	CSEQ [†]	SEQ	instabil		
Experiment 1^{††}	31%	69%	0%	0%	95
Experiment 2	52%	48%	0%	0%	23
Experiment 3	75%	25%	0%	0%	24

[†] Der CSEQ-stabile FOKUS-Zustand ist auch SEQ-stabil.

^{††} Daten beziehen sich auf Datenpunkte der Gruppe I.

5.3.3 Statistische Tests

Die Hypothesentests der Differenz der Erfolgswahrscheinlichkeit in den Experimenten 1 und 3 wurden analog zu der im Rahmen der Auswertungen des Experiment 2 beschriebenen Vorgehensweise gestaltet (vgl. Kapitel 5.2.3). Die relevante Hypothese ergibt sich somit zu:

$$H_0 : \pi_{E3} \leq \pi_{E1} \quad \text{mit der Alternativhypothese} \quad H_a : \pi_{E3} > \pi_{E1} \quad (5.6)$$

Auch an dieser Stelle wurden im Sinne einer Robustheitsprüfung wiederum sowohl exakte Fisher-Tests als auch Z-Tests durchgeführt. In allen Varianten muss die Nullhypothese einer geringeren oder identischen Erfolgswahrscheinlichkeit eines CSEQ-stabilen Spielergebnisses im Experiment 3 im Vergleich zum Experiment 1 zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,001$ verworfen werden. Die Konfidenzintervalle für die Differenz der Erfolgswahrscheinlichkeit zwischen den beiden Stichproben umfassen selbst zum Niveau $\alpha = 0,001$ nicht den Wert 0. Insgesamt ist somit trotz verhältnismäßig kleiner Stichprobe davon auszugehen, dass die Alternativhypothese „ $H_a: \pi_{E3} > \pi_{E1}$ “ gilt und die Erfolgswahrscheinlichkeit für ein CSEQ-stabiles Spielende im Experiment 3 damit *größer* als im Experiment 1 ist (vgl. Tabelle 5.19). Ein Spielende im CSEQ-stabilen Zustand wird somit innerhalb dieser experimentellen Untersuchung dann wahrscheinlicher, wenn folgende zwei Bedingungen erfüllt sind: Erstens muss Spieler A in Form geeigneter Hinweise für die Themen Kooperation und Glaubwürdigkeit möglicher Schritte der Kooperationspartner sensibilisiert werden. Zweitens muss sichergestellt werden, dass durch diese Hinweise keine unbeabsichtigten Nebeneffekte für Spieler C herbeigeführt werden, bzw. ganz allgemein, dass Spieler C sich streng nach CSEQ-Logik verhält. Diese Ergebnisse werden

⁵⁷ Eine Überprüfung der Schritte des Spieler C zeigt zudem, dass der Mitarbeiter keine Fehler bei der Umsetzung der beschriebenen Anpassungsregeln gemacht und Spieler C entsprechend streng nach (C)SEQ-Logik agiert hat.

in der folgenden integrierten Diskussion gemeinsam mit den Ergebnissen der anderen Experimente weiter interpretiert.

Tabelle 5.19: Test auf Differenz der Erfolgswahrscheinlichkeit in Experiment 1 und 3

Testverfahren	p	$CI_{Diff}^{\alpha=0,05}$	$CI_{Diff}^{\alpha=0,01}$	$CI_{Diff}^{\alpha=0,001}$
Fisher	<0,001***	-	-	-
Fisher mid-p	<0,001***	-	-	-
Z-Test	<0,001***	(0,248; 0,641)	(0,187; 0,703)	(0,115; 0,775)

*,**,*** p -Wert des Tests $H_0: \pi_{E3} \leq \pi_{E1}$ signifikant zum Niveau $\alpha = 0,05; 0,01; 0,001$.

Eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit im Vergleich zum Experiment 1 ist nicht gleichbedeutend mit einer hypothesenkonformen Datenbasis im Hinblick auf die Hypothese H2 („CSEQ-stabile Zustände werden häufiger das Ergebnis in dynamischen Konflikten als lediglich SEQ-stabile Zustände“). In einem abschließenden Test und vor der integrierten Diskussion wird deshalb noch überprüft, ob *innerhalb* des Experiment 3 eine höhere Ergebniswahrscheinlichkeit des CSEQ-stabilen Zustands im Vergleich zum lediglich SEQ-stabilen Zustand anzunehmen ist. Dabei kann die Hypothese H2 in jedem Fall dann gestützt werden, wenn gilt, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit – d.h. die Wahrscheinlichkeit eines Spielendes im CSEQ-stabilen Zustand – größer als 0,5 ist.⁵⁸ Auch in diesem Zusammenhang wäre ein Ergebnis $\pi_{E3} < 0,5$ nicht weiter von Interesse und entsprechend kann wiederum ein einseitiger Test der folgenden Hypothese durchgeführt werden:⁵⁹

$$H_0 : \pi_{E3} \leq 0,5 \quad \text{mit der Alternativhypothese} \quad H_a : \pi_{E3} > 0,5 \quad (5.7)$$

Ein einseitiger Binomialtest dieser Hypothese ergibt $p = 0,011$ und damit ist H_0 zumindest zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ zu verwerfen.⁶⁰ Vor diesem Hintergrund könnte die Hypothese H2 dieser Arbeit bestätigt werden – die zugrunde liegenden Ergebnisse beruhen allerdings auf Modifikationen am Experimentdesign, die das Erreichen eines CSEQ-stabilen Spielergebnisses stark begünstigen. Das Experiment 3 hat entsprechend nicht die Funktion einer nachträglichen Validierung der Hypothese H2, sondern soll lediglich die folgende Diskussion und Interpretation der Ergebnisse dieser experimentellen Untersuchung unterstützen.

⁵⁸ In diesem Fall wäre die Wahrscheinlichkeit eines Nichterfolgs und damit auch implizit die Wahrscheinlichkeit des Ergebnisses F_{SEQ} mit $(1 - \pi_{E3}) < 0,5$ geringer als die Erfolgswahrscheinlichkeit π_{E3} . Darüber hinaus existiert lediglich ein stabiler CSEQ-Zustand bei sieben Zuständen innerhalb der Nicht-Erfolg-Gruppe, sodass diese Vorgehensweise als konservativ zu bewerten ist.

⁵⁹ Auf Basis der bisherigen Daten ist ohnehin davon auszugehen, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit ganz allgemein und ohne ergänzende Hinweise kleiner als 0,5 ist – entsprechend stellt sich lediglich die Frage, ob die veränderten Rahmenbedingungen im Experiment 3 zu einer *höheren* Erfolgswahrscheinlichkeit $\pi_{E3} > 0,5$ führen.

⁶⁰ Auch ein zweiseitiger Test ergibt $p = 0,023$ und wäre ebenfalls signifikant zum gleichen Niveau $\alpha = 0,05$.

5.4 Integrierte Diskussion der Experimentergebnisse

Die Auswertung der im Experiment 1 erzeugten Datenbasis ermöglicht klare Aussagen zu den beiden zentralen Hypothesen dieser Arbeit: Während eine grundsätzliche Validität des Stabilitätskonzepts SEQ innerhalb des stark kontrollierten Rahmens⁶¹ dieser Untersuchung bestätigt werden konnte, eignet sich das koalitionäre Stabilitätskonzept CSEQ zunächst nicht als Instrument für eine weitere Eingrenzung der möglichen Ergebnismenge. Mithilfe einer eingehenden Analyse der Experimentdaten in Verbindung mit den beiden ergänzenden Experimenten 2 und 3 konnte jedoch gezeigt werden, welche impliziten Annahmen dieses Stabilitätskonzepts problematisch sein könnten und in der Folge auch, unter welchen Umständen die Belastbarkeit des CSEQ-Konzepts zunimmt. Im Folgenden werden ausgewählte Erkenntnisse aus diesem Kapitel kurz aufgegriffen und auch vor dem Hintergrund der Bedeutung über den Rahmen dieser experimentellen Untersuchung hinaus diskutiert.

Die bisherige Diskussion der Ergebnisse und auch die ergänzenden Fragestellungen für die Experimente 2 und 3 waren stark von der identifizierten Anpassungskette vom SEQ- in den CSEQ-stabilen Zustand geprägt. In der beschriebenen Schrittfolge für ein erfolgreiches Erreichen des CSEQ-stabilen Zustands aus dem SEQ-stabilen Zustand heraus (Verbesserung durch Spieler A, Unterlassung bzw. Akzeptanz der Spieler B und C) wurde in diesem Zusammenhang vor allem die im Experiment 1 häufig ausbleibende Verbesserung durch Spieler A als eine Ursache für die geringe Häufigkeit CSEQ-stabiler Spielergebnisse ausgemacht. An dieser Stelle ist zunächst hervorzuheben, dass dieser Pfad keine Besonderheit der untersuchten Spielsituation darstellt, sondern sich zumindest in ähnlicher Form in *allen* Spielen mit mindestens einem lediglich SEQ-stabilen Zustand und mindestens einem zusätzlich auch CSEQ-stabilen Zustand wiederfindet: In einem ausschließlich SEQ-stabilen Zustand existiert per Definition eine Verbesserungsmöglichkeit für (mindestens) eine Koalition, die zwangsläufig von einem Spieler initiiert werden muss. Da eine solche Koalition nicht trivial sein kann,⁶² d.h. mindestens zwei Spieler erforderlich sind, muss die Entscheidung des ersten Spielers für ein Abweichen *in jedem Fall* auf einer im Vergleich zum Stabilitätskonzept SEQ erhöhten Weitsicht beruhen.

Darüber hinaus ist die untersuchte Spielsituation in diesem Kontext noch vergleichsweise einfach zu verstehen, da a) die Spielsituation nur acht Zustände umfasst, b) die Handlung des zweiten Spielers aus einer Unterlassung weiterer Anpassungen besteht und somit keine weiteren Zustandswechsel antizipiert werden müssen und c) der resultierende Zustand direkt CSEQ-stabil ist und ein Verbleiben in diesem Zustand somit erwartet werden könnte. Zwar haben im Experiment 1 einzelne Spieler eine Verbesserung in den CSEQ-stabilen Zustand angestoßen,

⁶¹ Vgl. die in Kapitel 3.3 thematisierte Kontrolle potenziell konkurrierender Eigenschaften zugunsten einer eindeutigen Effektzurordnung innerhalb der untersuchten Spielklassen.

⁶² Der diskutierte Ausgangszustand ist SEQ-stabil und damit wäre eine einseitige Abweichung per Definition nicht risikofrei durchführbar (vgl. Kapitel 2.2.2).

die fehlende „Hartnäckigkeit“ und die Auswertung der Kommunikationsverläufe bzw. Fragebögen lassen jedoch Zweifel aufkommen, ob diesem Versuch tatsächlich immer die Identifikation einer konzertierten Verbesserungsmöglichkeit vorausgegangen ist. Bereits im Rahmen der Abgrenzung der metarationalen Stabilitätskonzepte in Kapitel 2.2.3 wurden die inhaltlich nachvollziehbaren und konsequenten, aber vergleichsweise hohen Anforderungen an das Entscheidungsverhalten der Spieler in Verbindung mit den koalitionären Varianten thematisiert, die geringe Häufigkeit CSEQ-stabiler Ergebnisse war vor diesem Hintergrund in der Deutlichkeit zwar nicht zu erwarten, ist aber zumindest nicht vollständig überraschend.

Die Experimente 2 und 3 haben zwei wesentliche Funktionen: Erstens konnte zumindest in Ansätzen die Hypothese untermauert werden, dass in dem Nichterkennen der koalitionären Verbesserungsmöglichkeit tatsächlich eine zentrale Ursache für die SEQ-lastige Ergebnisverteilung im Experiment 1 begründet ist und eine Sensibilisierung auf dieses Thema eine entsprechende Wirkung zeigt: Sobald die Spieler die Spielsituation bewusst auf mögliche Kooperationen untersuchen, wird der strukturelle Vorteil durch den Spieler A regelmäßig auch erkannt und in der Folge ist zumindest in einem Großteil der Spiele auch der Versuch zu erkennen, mithilfe der koalitionären Verbesserung den von den Koalitionspartnern präferierten Zustand zu erreichen.⁶³ Zweitens konnte gezeigt werden, dass keine spielspezifischen Hinweise oder konkrete Handlungsempfehlungen erforderlich sein müssen, um ein CSEQ-konformes Verhalten der Experimentteilnehmer zu befördern. Stattdessen wäre aufgrund der allgemeinen Form der Hinweise durchaus zu erwarten, dass diese auch in realen Konfliktsituation einer entsprechenden Tragweite berücksichtigt werden: Bspw. wäre anzunehmen, dass innerhalb eines Unternehmens bei bedeutenden Fragestellungen wie der Entscheidung über einen Markteintritt zuvor zumindest über mögliche Kooperationen und die Glaubwürdigkeit potenzieller Reaktionen nachgedacht wird.⁶⁴ Vor diesem Hintergrund kann die Hypothese aufgestellt werden, dass das koalitionäre Stabilitätskonzept CSEQ mit einer zunehmenden Bedeutung der Konfliktsituation für die handelnden Akteure und entsprechendem Ressourceneinsatz zur Unterstützung des Entscheidungsprozesses an Relevanz gewinnt – an dieser Stelle ergibt sich möglicherweise auch ein interessanter Anknüpfungspunkt für weitere Untersuchungen.

Neben dem Verhalten der Koalitionsspieler A und B ist auch das CSEQ-konforme Verhalten des nicht an der Koalition beteiligten Spieler C Voraussetzung für ein Spielende im CSEQ-stabilen Zustand. Insbesondere im Experiment 2 wurde nach der Erweiterung der Instruktionen um die Koalitionshinweise beobachtet, dass Spieler C mit Nachdruck den aus seiner Perspektive weniger präferierten CSEQ-stabilen Zustand zu verhindern versucht und hierzu sogar eine Verschlechterung ausführt. Die Häufung dieses Verhaltens nach der Einführung der erweiter-

⁶³ Diese Erkenntnis resultiert unmittelbar aus den Ergebnissen in den Experimenten 2 und 3, wird darüber hinaus aber auch durch die Inhalte der betreffenden Fragebögen und persönliche Gespräche mit einzelnen Experimentteilnehmern im Nachgang gestützt.

⁶⁴ Vgl. den konkreten Inhalt der Hinweise in Kapitel 5.2 bzw. im Anhang A.5.

ten Hinweise deutet darauf hin, dass die Ursache zumindest teilweise in den Hinweisen selbst zu suchen sein könnte und bei einer näheren Betrachtung des Spiels konnte auch ein entsprechender koalitionärer Schritt identifiziert werden – aufgrund einer möglichen nicht vorteilhaften Reaktion des dritten Spielers aus dem Zielzustand heraus ist diese Anpassung jedoch nicht CSEQ-konform. Ohnehin sind durch Hinweise zum Verhalten verursachte Störeffekte im Rahmen einer allgemeinen Diskussion des Stabilitätskonzepts von nachrangiger Bedeutung. Dahingegen ist dem auch bereits im Experiment 1 erkennbaren Versuch, den CSEQ-stabilen Zustand durch permanentes Anstoßen von Anpassungszyklen nachhaltig als Spielende zu verhindern, mehr Beachtung zu schenken. Einerseits ist durchaus vorstellbar, dass einzelne Akteure einen bestimmten Konfliktausgang nicht akzeptieren und in der Folge sogar Verschlechterungen in Betracht ziehen, andererseits scheint vor dem Hintergrund entsprechender Transaktionskosten aber wenig realistisch zu sein, dass diese Abweichungen beharrlich wiederholt werden.

In Bezug auf diese Zyklen ergeben sich verschiedene Ansätze für weitere Untersuchungen: Erstens könnte eine Modifikation des Experimentdesigns hinsichtlich der Einführung von Transaktionskosten diskutiert werden, wobei auch die daraus resultierenden Nachteile berücksichtigt werden sollten. Bspw. wäre ein stärkerer Einfluss des Startzustands auf das Spielergebnis zu erwarten und zudem müsste sichergestellt werden, dass etwaige Verbesserungen (durch koalitionäre Schritte) nicht durch Transaktionskosten neutralisiert werden (fehlende Anreize). Zweitens könnte eine alternative Endbedingung metarationaler Stabilitätskonzepte in Betracht gezogen werden. So wäre es durchaus vorstellbar, das Spielende nicht an einem bestimmten Zustand festzumachen, sondern auch sich anhaltend wiederholende Zyklen als Spielende zu erlauben. Entsprechend wären dann auch ergänzende Definitionen zur Auszahlungsstruktur erforderlich (stark vereinfacht könnte dies bspw. der Mittelwert der im betreffenden Zyklus durchlaufenen Zustände sein). Drittens wäre grundsätzlich eine Antwort auf die Frage interessant, in *welchen* Situationen Spieler ein bestimmtes Spielende konsequent zu verhindern versuchen. Möglicherweise spielt in diesem Zusammenhang unter anderem die Ausgangsposition eine entscheidende Rolle. Auch in dieser experimentellen Untersuchung könnte Spieler C nach Erreichen des SEQ-stabilen Zustands – und damit eines augenscheinlich akzeptablen Ergebnisses – diesen Zustand gedanklich als Referenzpunkt betrachtet haben. Ausgehend von diesem Referenzpunkt wäre die dann folgende koalitionäre Verbesserung der Spieler A und B in den CSEQ-stabilen Zustand für ihn eine erhebliche Verschlechterung, die das Gefühl einer ungerechten Behandlung hervorrufen könnte. Entsprechend drängt sich an dieser Stelle die Frage auf, ob Spieler bestimmte Zustände eher akzeptieren, wenn sie das Ergebnis mit einer schlechteren eigenen Ausgangsposition attribuieren. Das Erzwingen eines Spielendes in Abhängigkeit einer maximalen Periodenzahl oder ähnlichen Mechanismen erscheint hingegen aufgrund der dann induzierten Endspieeffekte nicht praktikabel.⁶⁵

⁶⁵ Vgl. hierzu die Diskussion zu Endspieeffekten und deren Auswirkungen auf den Spielablauf in Kapitel 4.1.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass auch auf Basis der Ergebnisse dieser experimentellen Untersuchung Howards Kritik an Fraser & Hipels Conflict Analysis nicht unberechtigt erscheint (vgl. Kapitel 2.1.3): Zunehmend restriktivere Verhaltensannahmen im Kern der metarationalen Stabilitätskonzepte führen dazu, dass tatsächliches Verhalten bisweilen nicht mehr adäquat abgebildet wird und damit der tatsächliche Konfliktausgang nicht mehr notwendigerweise in der prognostizierten Ergebnismenge liegt: Das Stabilitätskonzept CSEQ hat sich im Experiment 1 nicht als geeignetes Instrument zur Eingrenzung der Ergebnismenge behaupten können. Wie diskutiert, könnte mit wachsender Bedeutung der Konfliktsituation und einem damit einhergehenden höheren Analyseaufwand der Akteure möglicherweise die Relevanz des Stabilitätskonzepts CSEQ zunehmen; ergänzende Untersuchungen wären jedenfalls aus Sicht des Autors dieser Arbeit spannend. Darüber hinaus könnte ein Einsatz koalitionärer Stabilitätskonzepte in einem etwas anderen Zusammenhang aufschlussreich sein: Gerade weil die Ergebnisse zeigen, dass das Erkennen offensichtlich *existierender* koalitionärer Verbesserungsmöglichkeiten schwierig ist, könnte eine entsprechende Analyse zumindest der analysierenden Partei wertvolle Erkenntnisse liefern, in welchen Situationen koalitionäre Schritte mit eigener Beteiligung möglicherweise eine nachhaltige Verbesserung herbeiführen könnten.⁶⁶ Dabei sollte jedoch nicht zwangsläufig angenommen werden, dass die anderen Akteure sich ebenfalls entsprechend der impliziten Annahmen dieses Konzepts verhalten.

⁶⁶ In diesem Kontext würde das Stabilitätskonzept CSEQ nicht primär zur Eingrenzung der Ergebnismenge dienen, sondern aufzeigen, welche SEQ-stabilen Zustände für die analysierende Partei CSEQ-instabil sind und damit Verbesserungspotential besteht.

6 Zusammenfassung & Ausblick

6.1 Zusammenfassung

Das primäre Ziel dieser Arbeit bestand in einer Untersuchung, inwiefern metarationale Stabilitätskonzepte der Conflict Analysis und insbesondere deren koalitionäre Varianten als ein geeignetes Instrument zur Entscheidungsunterstützung im Rahmen der Analyse realer Konfliktsituationen betrachtet werden können. Damit einher geht die Frage einer grundsätzlichen Validität dieser Konzepte hinsichtlich einer Prognose bzw. Eingrenzung möglicher Konfliktausgänge. Belastbare Ergebnisse wären nicht zuletzt auch für Unternehmen ein positives Signal in dem Sinne, dass mithilfe der Conflict Analysis dann vergleichsweise einfach anzuwendende Modellierungs- und Analysemethoden zur Verfügung stünden, die im Rahmen komplexer strategischer Fragestellungen zu zuverlässigen Prognosen führen und den Entscheidungsprozess so unterstützen können. Mit Ausnahme einer ersten Untersuchung von Mann (2018) sind dem Autor dieser Arbeit in der Literatur lediglich vereinzelte Diskussionen historischer Konfliktsituationen mit eher anekdotischem Charakter bekannt und insbesondere existieren keine Untersuchungen zu den *koalitionären* Stabilitätskonzepten. Dieser Mangel an empirischen Untersuchungen steht zudem eklatant im Widerspruch zur Forderung, dass die Qualität der metarationalen Stabilitätskonzepte verstärkt auf Basis empirischer Untersuchungen beurteilt werden sollte (Howard, 1966, 1971; Thrall, 1974).

Im Rahmen der Diskussion spieltheoretischer Lösungskonzepte konnte herausgearbeitet werden, dass die Theorie der Metaspiele bzw. die darauf aufbauende Conflict Analysis als einziges Lösungskonzept die zentralen strukturellen Eigenschaften eines dynamischen Konflikts im Sinne dieser Arbeit ausreichend berücksichtigt: In erster Linie sei hier die sequenzielle spielendogene Zugstruktur und die ebenfalls spielendogene Endebedingung genannt, die im Zusammenhang mit anderen spieltheoretischen Konzepten in dieser Form nicht abgebildet werden können und stattdessen einen exogenen Eingriff in die Spielstruktur während der Modellierungsphase erfordern würden.¹ Im Rahmen einer Diskussion der metarationalen Stabilitätskonzepte konnten darüber hinaus die Stabilitätskonzepte SEQ in Verbindung mit der koalitionären Variante CSEQ als geeignetes „Konzeptpaar“ für eine erste empirische Untersuchung bzw. Abgrenzung der individuellen und koalitionären Varianten identifiziert werden.

¹ Zwar könnte bspw. die endogene Zugreihenfolge innerhalb eines Extensivformspiels mithilfe eines Zufallsmechanismus approximiert werden, der Charakter der Spielstruktur würde sich auf diese Weise aber erheblich verändern (vgl. Kapitel 2.1.2).

Eine solche empirische Untersuchung wäre grundsätzlich sowohl mit Felddaten als auch mithilfe eines Laborexperiments möglich gewesen. In einer ersten Betrachtung 26 historischer und in der Literatur beschriebener realer Konfliktsituationen wurde jedoch deutlich, dass eine Untersuchung auf der Grundlage von Felddaten im Wesentlichen aus zwei Gründen nicht aussichtsreich gewesen wäre: Erstens ist kaum zu gewährleisten, dass das aufgestellte Modell die tatsächlichen Präferenzen aller Akteure zum Zeitpunkt der Handlungen abbildet und zudem ein identisches, gemeinschaftliches Verständnis über die Präferenzstruktur vorlag. Ergebnisse zur Validität der Stabilitätskonzepte müssten vor diesem Hintergrund stark relativiert werden.² Zweitens zeigt die Analyse dieser 26 historischen Konfliktsituationen, dass verschiedene Eigenschaften in einzelnen Zuständen häufig zusammenfallen und eine eindeutige Effektzuordnung somit vielfach nicht möglich wäre. Eine Untersuchung der in dieser Arbeit entwickelten Hypothesen zur Überprüfung der Validität der Stabilitätskonzepte (C)SEQ (H1, H2) und ergänzend der Hypothesen zu möglichen Lerneffekten (H3.1, H3.2) bzw. wiederholten Erfolgen (H4) mithilfe eines Laborexperiments zeichnete sich vor dem Hintergrund der damit einhergehenden weitreichenden Kontrolle potenzieller Störfaktoren als überlegene Methodik ab.

Im Gegensatz zu auf Felddaten basierenden Untersuchungen müssen für eine experimentelle Untersuchung geeignete Spiele modelliert werden. Hierzu wurde zunächst ein auch über diese Arbeit hinaus anwendbares Selektionsschema erarbeitet, das die Identifikation von Spielsituationen ermöglicht, die aufgrund ihrer strukturellen Eigenschaften einer experimentellen Untersuchung in besonderem Maße zugänglich sind.³ Auf dieser Grundlage wurden anschließend 8,19 Billionen 2x2x2-Spiele mithilfe eines hierzu entwickelten und ebenfalls auch über diese Arbeit hinaus anwendbaren effizienten Algorithmus analysiert und entlang des Selektionsschemas in Gruppen bzw. Spielklassen eingeteilt. Neben der Möglichkeit einer einfachen Auswahl geeigneter Spiele für die eigene experimentelle Untersuchung konnte auf diese Weise auch das Sekundärziel dieser Arbeit – eine Systematisierung der unübersichtlichen Menge aller 2x2x2-Spiele auf Basis klar definierter und in Bezug auf die zu untersuchende Fragestellung variabler Kriterien – erreicht werden.

Eine konsequente Untersuchung metarationaler Stabilitätskonzepte ist nur dann gewährleistet, wenn die beiden zentralen strukturellen Merkmale eines dynamischen Konflikts „endogene Zugstruktur“ und „endogenes Spielende“ auch adäquat in der Laborumgebung abgebildet werden. Hierzu wurden im Rahmen des Experimentdesigns entsprechende neuartige Mechanismen entwickelt und getestet, die in dieser Hinsicht einen möglichst realitätsnahen Spielablauf ermöglichen. Da ein Einsatz weit verbreiteter Experimentplattformen in diesem Zusammenhang mit erheblichen Kompromissen bei der Umsetzung dieser Mechanismen verbunden gewesen

² Bereits geringe Abweichungen in der Präferenzstruktur können zu einer deutlichen Verschiebung der stabilen Zustandsmenge führen. Der Konfliktausgang in einem bestimmten Zustand könnte somit neben bspw. Stabilitätseigenschaften auch immer auf eine abweichende Präferenzstruktur einzelner Akteure zurückzuführen sein.

³ D.h. insbesondere ist innerhalb dieser Spiele eine eindeutige Effektzuordnung möglich.

wäre, wurde im Kontext dieser Arbeit eine App-basierte Experimentplattform entwickelt, die auch über dieses Experiment hinaus eine einfache Modellierung und Untersuchung spieltheoretischer Fragestellungen ermöglicht.

Eine Auswertung der Experimentdaten des zentralen Experiment 1 zeigte klare Tendenzen in Richtung SEQ-stabiler Konfliktausgänge, eine nicht zu beobachtende Belastbarkeit der CSEQ-Stabilität und gleichzeitig eine weitgehende Bestätigung der Unabhängigkeitsvermutung von wichtigen Eigenschaften wie Spielklasse, Startzustand und Anzahl der Anpassungen innerhalb eines Spiels. Auf Basis statistischer Testverfahren und mithilfe von Monte-Carlo-Simulationen ermittelten simultanen Konfidenzintervallen für die Wahrscheinlichkeitsparameter der zugrunde liegenden Multinomialverteilung⁴ konnte die Hypothese H1 zur SEQ-Stabilität bestätigt werden, während die Hypothese H2 zur CSEQ-Stabilität ebenso wie die Hypothesen zu Lerneffekten (H3.1 und H3.2) verworfen werden mussten. In einer detaillierten Analyse des Spielverlaufs konnte jedoch herausgearbeitet werden, dass im CSEQ-instabilen – d.h. lediglich SEQ-stabilen – Zustand der Spieler, der die koalitionäre Verbesserung initiieren konnte bzw. musste, regelmäßig diesen strukturellen Vorteil nicht erkannt hat und die grundsätzlichen Bedenken im Hinblick auf die hohe Komplexität der dem Stabilitätskonzept CSEQ zugrunde liegenden erhöhten Weitsicht der Akteure somit zumindest teilweise gerechtfertigt erscheinen. Umgekehrt konnte in Spielen, in denen dieser initiierende Spieler bereits in einer früheren Wiederholung den CSEQ-stabilen Zustand erreicht hat, auch in folgenden Wiederholungen verstärkt ein CSEQ-stabiles Spielende beobachtet und die Hypothese H4 entsprechend bestätigt werden. In diesem Zusammenhang ist herauszustellen, dass die in den untersuchten Spielsituationen identifizierte koalitionäre Anpassung keine Besonderheit dieser Spiele ist, sondern zumindest in der Form so in allen Spielen auftreten muss, in denen ein lediglich SEQ-stabiler, nicht aber CSEQ-stabiler Zustand existiert. Dies ermöglicht grundsätzlich auch eine Interpretation der Ergebnisse über diese Spielsituation hinaus.

In zwei ergänzenden Experimenten wurde die Hypothese der zu hohen Komplexitätsanforderungen an das Entscheidungsverhalten der Spieler weiter verfolgt und es konnte gezeigt werden, dass im Falle einer Unterstützung der an der temporären Koalition beteiligten Spieler in Form von allgemeinen Hinweisen zu möglichen Kooperationen tatsächlich eine statistisch signifikante Verschiebung der Ergebnisverteilung in Richtung des CSEQ-stabilen Zustands zu beobachten ist. Innerhalb des letzten Experiment 3, in dem der nicht an der temporären Koalition beteiligte Spieler aufgrund von Seiteneffekten der Hinweise durch einen regelbasierten Agenten ersetzt wurde, konnte darüber hinaus sogar die Hypothese H2 bestätigt werden. Aus dieser Analyse kann selbstverständlich nicht nachträglich eine grundsätzliche Validität des Stabilitätskonzepts

⁴ Die in diesem Zusammenhang beschriebenen statistischen Verfahren führen auch bei einer im Kontext spieltheoretischer Untersuchungen häufig zu beobachtenden starken Dominanz einzelner Ergebnisse zu belastbaren Konfidenzintervallen für die Wahrscheinlichkeitsparameter. Auch für zukünftige experimentelle Untersuchungen in diesem Bereich könnte sich die in Kapitel 5.1.2 beschriebene Vorgehensweise somit als hilfreich erweisen.

CSEQ abgeleitet werden, stattdessen ist in diesem Ergebnis lediglich ein weiterer Nachweis für die Wirkung der Hinweise zu möglichen Kooperationen zu sehen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass erstens auch in dieser experimentellen Untersuchung eine grundsätzliche Validität des individuellen Stabilitätskonzepts SEQ bestätigt werden konnte. Zweitens stellt das koalitionäre Stabilitätskonzept CSEQ sehr hohe kognitive Anforderungen an die Entscheidungsträger und ist vor diesem Hintergrund als deskriptiv problematisch zu bewerten. Drittens scheint die Akzeptanz eines Spielergebnisses bis zu einem gewissen Grad und in bestimmten Situationen im Konflikt mit der Eigenschaft eines endogenen Spielendes zu stehen – die dann entstehenden Zyklen werden von metarationalen Stabilitätskonzepten bisher nur unzureichend adressiert. Die Bedeutung der Ergebnisse dieser Arbeit für die weitere Forschung an metarationalen Stabilitätskonzepten und daraus resultierenden ergänzenden Fragestellungen werden im folgenden Kapitel gemeinsam mit Limitierungen dieser experimentellen Untersuchung diskutiert.

6.2 Kritische Diskussion und Ausblick

Die Erweiterung metarationaler Stabilitätskonzepte um die Möglichkeit konzertierter Handlungen mehrerer Akteure ist ein nachvollziehbarer und konsequenter Schritt, der nicht zuletzt auch durch beobachtetes Verhalten in realen Konfliktsituationen motiviert war. Insbesondere das in sich schlüssige und auf – nach der Auffassung des Autors dieser Arbeit – plausiblen Annahmen beruhende koalitionäre Stabilitätskonzept CSEQ⁵ schien vor dieser experimentellen Untersuchung neben der individuellen Variante SEQ ein vielversprechendes Instrument im Rahmen einer Analyse strategischer Konfliktsituationen darzustellen. Vor diesem Hintergrund ist die Ablehnung der zentralen Hypothese H2 zumindest auf Basis der Datenlage im Experiment 1 in dieser Deutlichkeit zunächst unerwartet.

Der aus diesem Ergebnis resultierende Beitrag zur weiteren Forschung im Bereich der Conflict Analysis ist aber möglicherweise umso wertvoller: Wie bereits in Kapitel 2.2 thematisiert, entstehen im Bereich der Conflict Analysis regelmäßig erweiterte und neue Konzepte, die entlang einzelner historischer Beispiele gerechtfertigt werden. In der Summe führt dies zu einer wachsenden Zahl auch konkurrierender Stabilitätskonzepte, die auf zunehmend arbiträr wirkenden Annahmen basieren. Während mithilfe dieser Varianten zwar vielfach Konfliktausgänge in einzelnen historischen Konfliktsituationen ex post erklärt werden können, wäre aus einer übergeordneten Perspektive ein Prozess mit kleineren Iterationsschritten in Verbindung mit umfangreichen empirischen Überprüfungen der jeweiligen Modifikationen in den Augen des Verfassers dieser Arbeit zielführender. Nur so könnte in der Konsequenz ein „Werkzeugkasten“ empirisch

⁵ Vgl. die Ausführungen zu den Annahmen des koalitionären Stabilitätskonzepts CSEQ und der Abgrenzung gegenüber anderen Varianten in Kapitel 2.2.3.2.

validierter Konzepte entstehen, die Entscheidungsträger im Rahmen der Analyse strategischer Konfliktsituationen ohne grundsätzliche Vorbehalte einsetzen können. Stattdessen wird am Beispiel des in dieser Arbeit untersuchten Stabilitätskonzepts CSEQ deutlich, dass aktuell in diesem „Werkzeugkasten“ auch Instrumente liegen, deren Prognosen zwar auf nachvollziehbaren, aber offensichtlich nur sehr eingeschränkt validen Annahmen beruhen.⁶ Nicht zuletzt ist zu vermuten, dass die geringe Verbreitung spieltheoretischer Methoden bei der Analyse strategischer Fragestellungen in der Praxis unter anderem auch auf die Unsicherheit zurückzuführen ist, welche Konzepte überhaupt im Rahmen der Entscheidungsfindung aufgegriffen werden sollten.

Neben dieser grundsätzlichen Diskussion ergeben sich aus dieser Arbeit weitere Anknüpfungspunkte, die im Folgenden auch in Verbindung mit den Limitierungen dieser Arbeit entlang übergeordneter Themenfelder diskutiert werden.

Relevanz des Stabilitätskonzepts CSEQ – Mithilfe der Folgeexperimente 2 und 3 konnte gezeigt werden, dass das Stabilitätskonzept CSEQ zumindest nicht auf grundsätzlich verfehlten Annahmen beruht. Problematisch sind in erster Linie die im Vergleich zur individuellen Variante SEQ höheren Komplexitätsanforderungen, die an das Entscheidungsverhalten der Akteure gestellt werden. Im Experiment wurden entsprechend mögliche konzertierte Verbesserungen von den Teilnehmern zunächst regelmäßig nicht erkannt. Bereits vergleichsweise zurückhaltend und allgemein formulierte Hinweise hatten jedoch einen erheblichen Effekt auf das Verhalten der Experimentteilnehmer und führten zu einer Ergebnisverschiebung in Richtung des CSEQ-stabilen Zustands. An dieser Stelle ergeben sich zwei Anknüpfungspunkte: Erstens wäre interessant, inwiefern das Verhalten von bspw. Unternehmen oder politischen Institutionen im Kontext bedeutender strategischer Fragestellungen auf einer im Vergleich zu den Experimentteilnehmern erhöhten Weitsicht beruht und koalitionsfähige Stabilitätskonzepte in der Folge möglicherweise an Relevanz gewinnen. Wenngleich sich das Verhalten von Studierenden und Professionals in Experimenten der in der Literatur vorherrschenden Meinung zufolge nur unerheblich unterscheidet (vgl. Kapitel 4.1.4), wird durchaus auch die Auffassung vertreten, dass bei bestimmten Fragestellungen Studierende keine ausreichend repräsentative Teilnehmergruppe darstellen (vgl. bspw. Potters & Van Winden, 2000). Zweitens eignet sich das Stabilitätskonzept CSEQ auf Basis der bisherigen Ergebnisse zwar grundsätzlich nicht für eine weitere Eingrenzung innerhalb der SEQ-stabilen Zustandsmenge – allerdings könnte das Kriterium der CSEQ-Stabilität dennoch zu wertvollen Informationen bei der Analyse einer Konfliktsituation führen: Die analysierende Partei könnte auf diese Weise einerseits konzertierte Verbesserungsmöglichkeiten mit eigener Beteiligung identifizieren und andererseits besser auf mögliche konzertierte Schritte anderer Akteure vorbereitet sein. Dabei sollte aber grundsätzlich nicht davon ausgegangen werden, dass sich die anderen Spieler in jedem Fall auch entsprechend verhalten.

⁶ Darüber hinaus liegen in diesem „Werkzeugkasten“ ganz offensichtlich auch Instrumente, die grundsätzlich auf fragwürdigen oder inkonsistenten Annahmen beruhen (vgl. Kapitel 2.2).

Auf diese Weise würde die Anwendung des Stabilitätskonzepts CSEQ zu zusätzlichen Informationen und Erkenntnissen führen, die ansonsten möglicherweise im Verborgenen geblieben wären.

Pro und Contra einer fokussierten Untersuchung – Diese experimentelle Untersuchung wurde stark in dem Bestreben vorangetrieben, mithilfe einer systematischen Spielauswahl eine fokussierte Untersuchung der Stabilitätskonzepte (C)SEQ in Verbindung mit einer möglichst weitreichenden Kontrolle potenziell konkurrierender Eigenschaften zu ermöglichen. Einerseits ist dies mit dem Vorteil verbunden, dass *unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen* klare Aussagen zu den untersuchten Stabilitätskonzepten gemacht werden konnten. Konkret konnte eine Belastbarkeit des Stabilitätskonzepts CSEQ selbst in diesem kontrollierten Rahmen nicht ohne ergänzende Unterstützung nachgewiesen werden und entsprechend ist nicht zu erwarten, dass sich im Zusammenspiel mit konkurrierenden Konzepten und Eigenschaften (bspw. abweichende Stabilitätseigenschaften, Pareto-Effizienz und Gesamtauszahlung) oder in Verbindung mit noch komplexeren größeren Konfliktsituationen ein anderes Bild ergeben würde – stattdessen ist wohl davon auszugehen, dass ein möglicher Effekt der CSEQ-Stabilität dann noch geringer ausfallen würde.⁷ Dieses Vorgehen kann sich somit insbesondere im Zusammenhang mit Untersuchungen potenziell unsicherer Effekte empfehlen. Andererseits sollte aber auch die Kehrseite der Medaille bedacht werden: Im Falle einer Bestätigung der CSEQ-Hypothese wären Aussagen über diese experimentelle Untersuchung hinaus sehr schwierig gewesen. Stattdessen hätte in weiteren Untersuchungen geklärt werden müssen, inwiefern sich in einer kontrollierten Umgebung belastbare Ergebnisse auch im Wechselspiel mit konkurrierenden Eigenschaften behaupten können.

Laborumgebung vs. Realität – Die vollständige Abbildung realer Situationen in einer Laborumgebung ist nur in sehr seltenen Fällen ohne Abstriche möglich – vielfach aber auch weder erforderlich noch konstruktiv. Stattdessen wird regelmäßig eine Fokussierung auf die charakteristischen Eigenschaften einer Entscheidungssituation empfohlen (vgl. Kapitel 4.1). Während die zentralen Merkmale dynamischer Konflikte umfassend im Experimentdesign berücksichtigt wurden, ergeben sich an anderer Stelle Ansatzpunkte für weitere Untersuchungen: Zunächst ist die untersuchte Spielgröße minimal und im Vergleich zu vielen realen Konfliktsituationen geradezu trivial. Verschiedene Beobachtungen im Rahmen dieser Untersuchung legen zwar nahe, dass das Entscheidungsverhalten der Spieler tendenziell stark auf dem jeweils aktuellen Zustand und weniger auf den möglichen Zustandsraum bezogen ist. Auch in diesem Fall würden zusätzliche Aktionsmöglichkeiten der Spieler oder überhaupt zusätzliche Spieler aber dazu führen, dass ausgehend von einem bestimmten Zustand erheblich mehr Anpassungen möglich wären. Eine Untersuchung dieser zusätzlichen Komplexität ist in dieser Arbeit nicht erfolgt, noch wäre

⁷ Theoretisch wäre auch das Gegenteil vorstellbar, d.h. dass ein Effekt der CSEQ-Stabilität nur in Verbindung mit einem weiteren Kriterium zu beobachten ist. Die metarationalen Stabilitätskonzepte erheben allerdings den Anspruch, dass unabhängig von anderen Konzepten belastbare Ergebnisse abgeleitet werden können.

dies in Verbindung mit der gewählten Versuchsanordnung möglich gewesen. Weiterhin wurde sichergestellt, dass alle Spieler jeweils das gleiche Spiel spielten – d.h. die Handlungsmöglichkeiten und Präferenzen der anderen Spieler waren unmittelbar und jederzeit einsehbar. In vielen realen Konfliktsituationen muss jedoch davon ausgegangen werden, dass die Akteure unterschiedliche Auffassungen über die jeweiligen Handlungsmöglichkeiten und Präferenzen haben können. In diesem Kontext empfehlen sich die in Kapitel 2.1.4 vorgestellten Hyperspiele, deren Analyse ebenfalls mithilfe der metarationalen Stabilitätskonzepte erfolgt – allerdings auf spieterspezifischer Ebene.

A Anhang

A.1 Historische Konfliktsituationen

Tabelle A.1: Übersicht ausgewählter historischer Konfliktsituationen

ID	Konflikt	Quelle
1	The Cuban Missile Crisis	Fraser und Hipel (1984)
2	The Garrison Diversion Unit Conflict	Kilgour et al. (1987)
3	The Elmira Conflict	Kilgour und Hipel (2005)
4	The Zimbabwe Conflict	Fraser und Hipel (1984); Fraser et al. (1983)
5	The Watergate Conflict	Fraser und Hipel (1984)
6	The Keystone Pipeline Dispute	Payganeh, Obeidi und Hipel (2015)
7	An Export Credit Trade Dispute	Stokes und Hipel (1983)
8	Salmon Farming Conflict	Noakes et al. (2003)
9	The Flathead River Dispute	Hipel et al. (1997)
10	Brownfield Redevelopment: Erase Program	Q. Wang, Hipel und Kilgour (2008)
11a	The Ontario Nuclear Power Dispute 2008	Armin, Hipel und De (2012)
11b	The Ontario Nuclear Power Dispute 2012	Armin et al. (2012)
12	The Burnt Church Conflict	Obeidi, Hipel und Kilgour (2006)
13	The Lima Campos Conflict	Malta, Damázio und de Magalhães (2005)
14	Natural Resource Exploitation: Phase 1	Sensarma und Okada (2005)
15	Conflict of Values	Hipel und Obeidi (2005)
16	Brownfield Redevelopment Study	Walker, Hipel und Inohara (2009)
17a	Water Pollution Conflict in China: Basic	Yu, Geng, Heck und Xue (2015)
17b	Water Pollution Conflict in China: Asymmetric	Yu et al. (2015)
18a	Softwood Lumber Conflict: Phase 1	Fang et al. (1993)
18b	Softwood Lumber Conflict: Phase 2	Fang et al. (1993)
19	The Triple Islands Conflict	Sheikhmohammady, Madani, Bahrini, Tahmasebi und Behmanesh (2011)
20a	Jackpine Mine Expansion: Phase 1	Xiao, Hipel und Fang (2015)
20b	Jackpine Mine Expansion: Phase 2	Xiao et al. (2015)
20c	Jackpine Mine Expansion: Phase 3	Xiao et al. (2015)
21	Diversion Conflict in China	He et al. (2015)

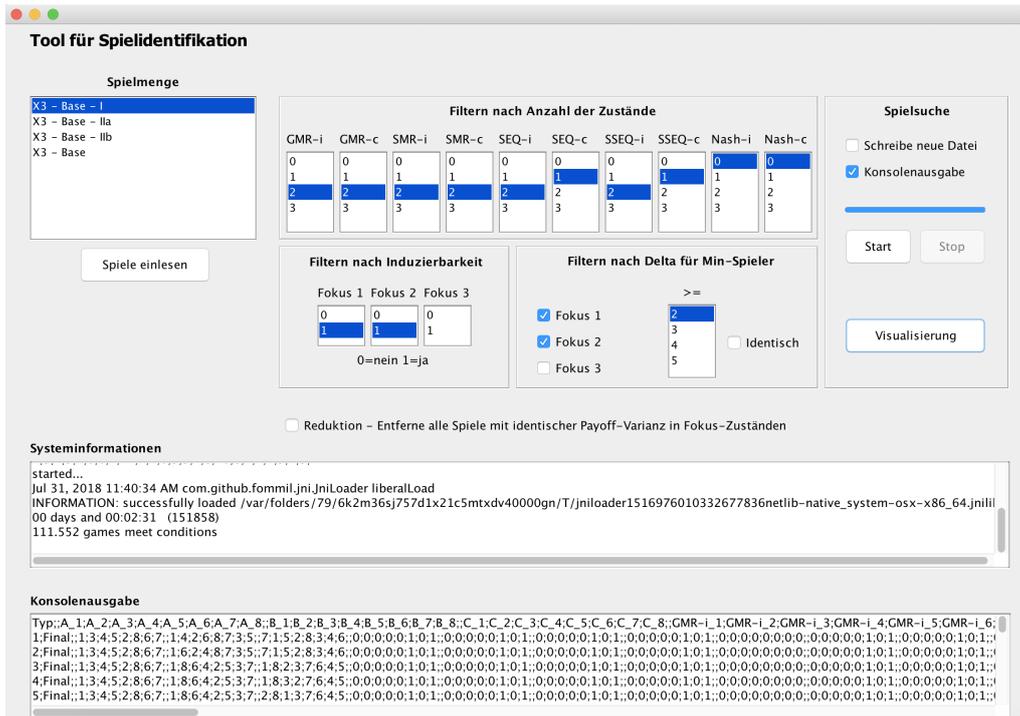
Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle A.2: Zustandsprofile in ausgewählten historischen Konfliktsituationen

ID	Nicht-Pareto					Pareto				
	-	SEQ	Nash	SEQ CSEQ	CNash	-	SEQ	Nash	SEQ CSEQ	CNash
1	✓			✓	✓	✓			✓	
2	✓		✓			✓				✓
3	✓				✓	✓		✓	✓	✓
4	✓									✓
5	✓					✓				✓
6	✓					✓	✓	✓		✓
7	✓					✓				✓
8	✓				✓					✓
9	✓					✓				✓
10	✓		✓		✓	✓			✓	✓
11a	✓					✓				✓
11b	✓					✓			✓	✓
12	✓			✓		✓				✓
13	✓	✓				✓	✓		✓	
14	✓					✓				✓
15	✓			✓		✓				✓
16	✓				✓	✓				✓
17a	✓					✓				✓
17b	✓					✓				✓
18a	✓					✓				✓
18b	✓			✓		✓			✓	✓
19	✓				✓	✓				✓
20a						✓		✓	✓	
20b	✓					✓				✓
20c	✓					✓		✓	✓	
21	✓					✓				✓

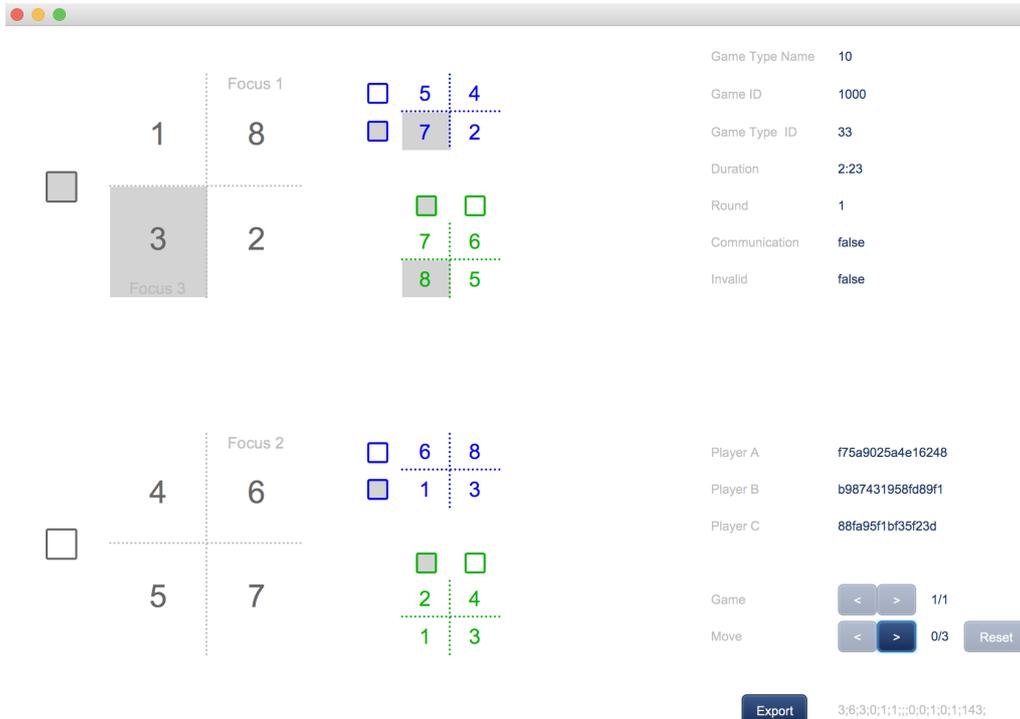
Quelle: Eigene Darstellung.

A.2 Tools zur Spielidentifikation und -analyse



Quelle: Screenshot aus im Rahmen dieser Arbeit entwickeltem Tool.

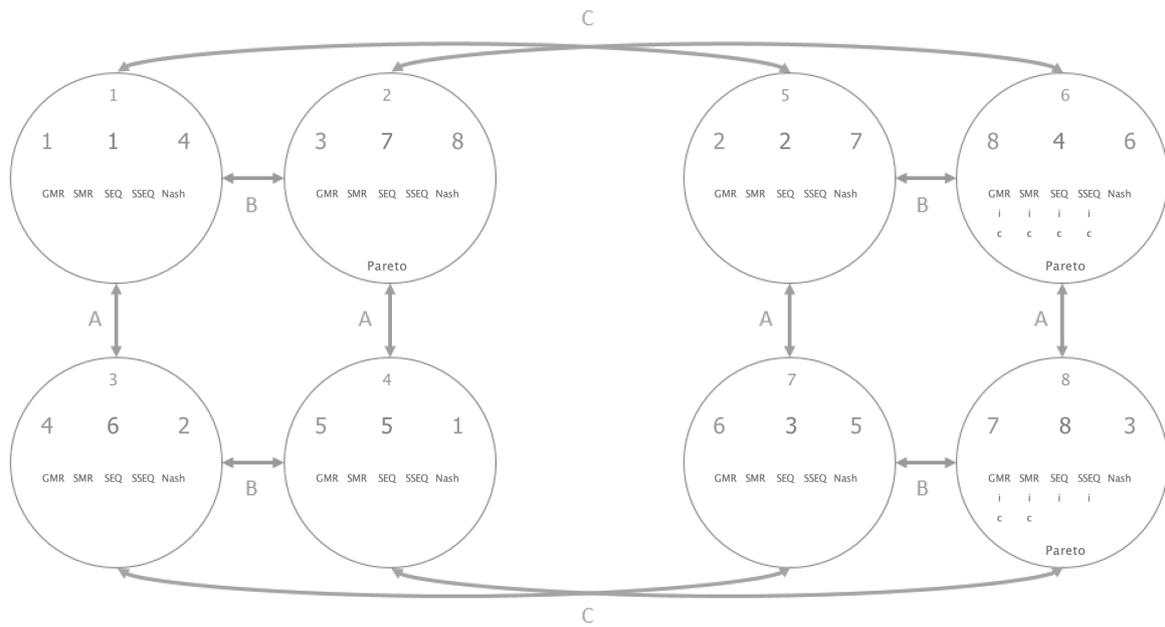
Abbildung A.1: Tool zur Identifikation geeigneter Spiele für eine experimentelle Untersuchung



Quelle: Screenshot aus im Rahmen dieser Arbeit entwickeltem Tool.

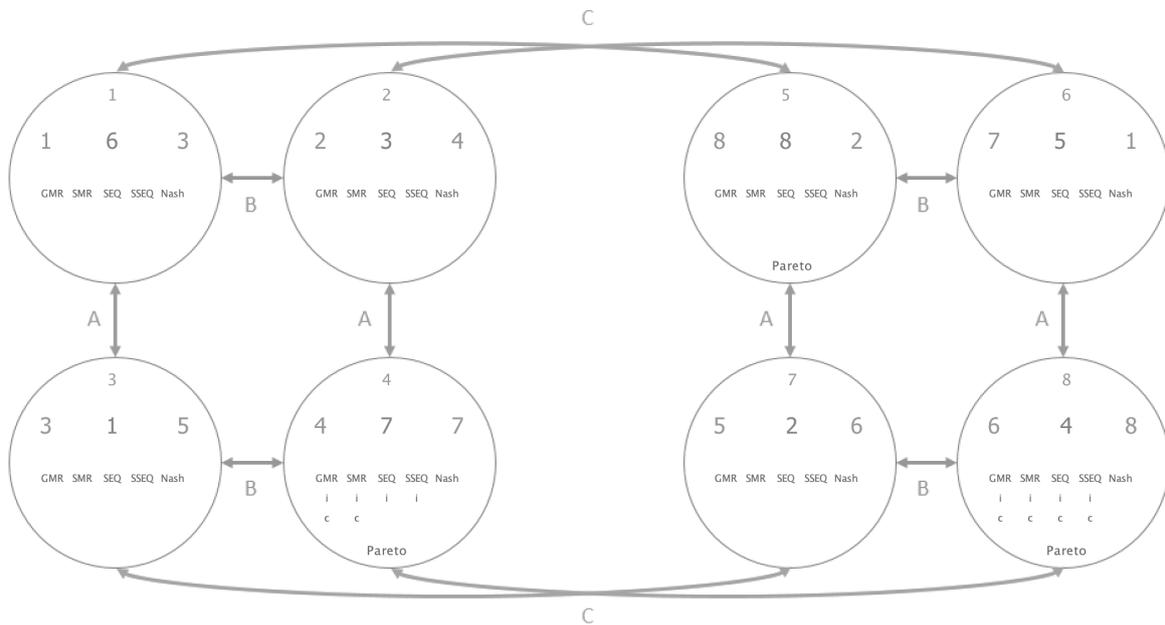
Abbildung A.2: Tool zur Analyse des Verlaufs einzelner Spiele

A.3 Spielklassen für die experimentelle Untersuchung



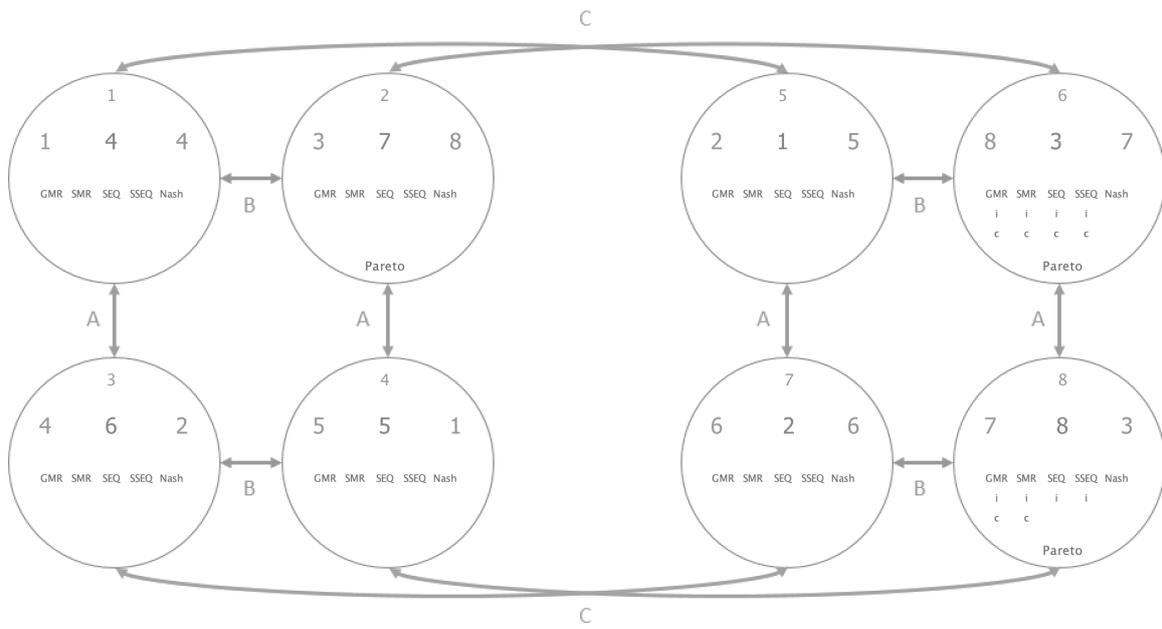
Quelle: Screenshot aus im Rahmen dieser Arbeit entwickeltem Tool.

Abbildung A.3: Spielklasse 3 in GMCR-Form



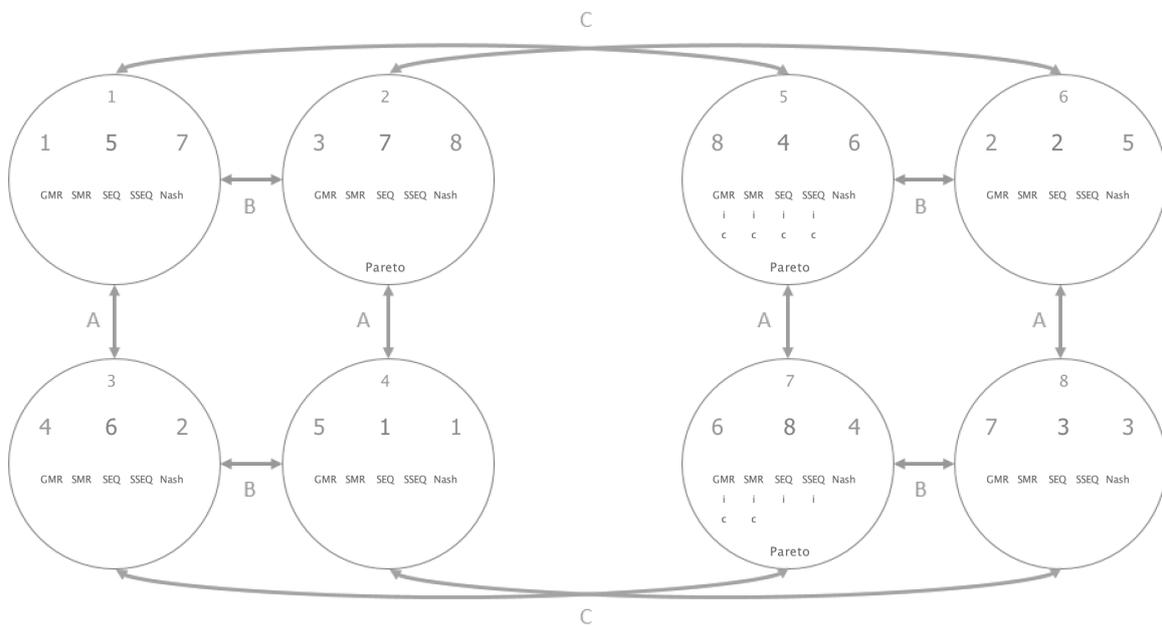
Quelle: Screenshot aus im Rahmen dieser Arbeit entwickeltem Tool.

Abbildung A.4: Spielklasse 6 in GMCR-Form



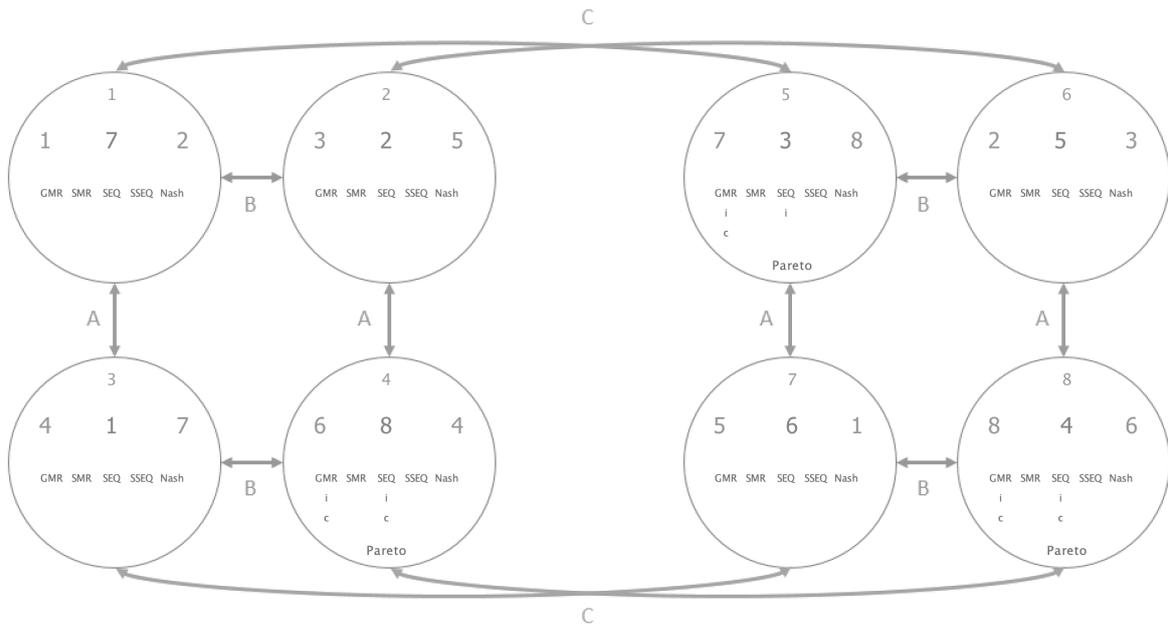
Quelle: Screenshot aus im Rahmen dieser Arbeit entwickeltem Tool.

Abbildung A.5: Spielklasse 8 in GMCR-Form



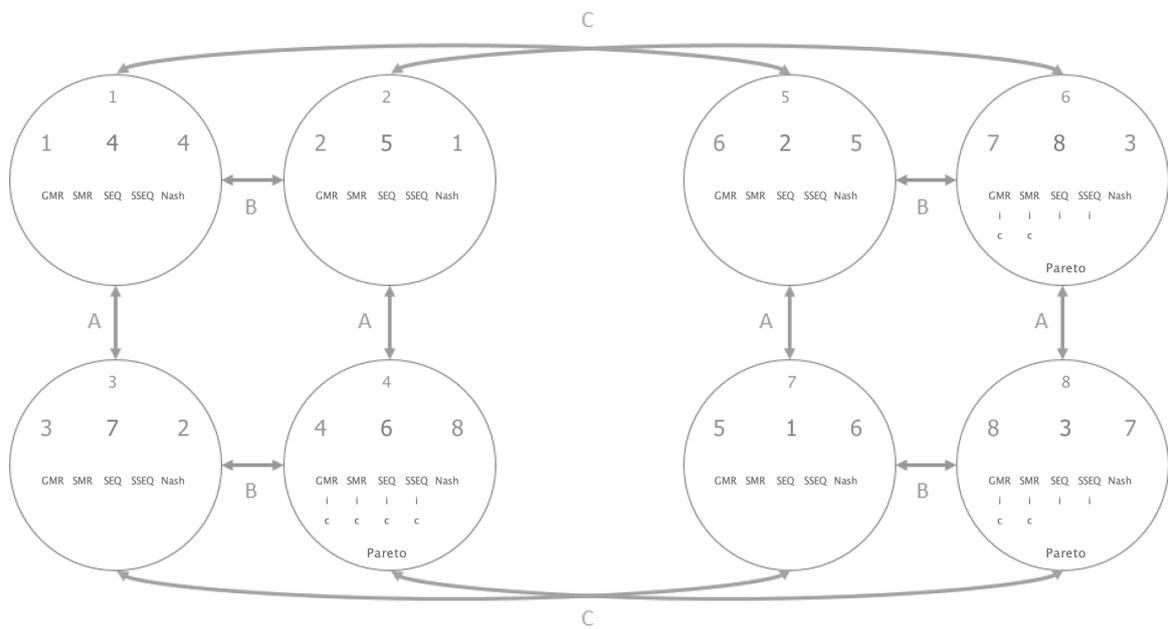
Quelle: Screenshot aus im Rahmen dieser Arbeit entwickeltem Tool.

Abbildung A.6: Spielklasse 10 in GMCR-Form



Quelle: Screenshot aus im Rahmen dieser Arbeit entwickeltem Tool.

Abbildung A.7: Spielklasse 15 in GMCR-Form



Quelle: Screenshot aus im Rahmen dieser Arbeit entwickeltem Tool.

Abbildung A.8: Spielklasse 18 in GMCR-Form

A.4 Instruktionen für die Experimentteilnehmer

Vielen Dank für Ihre Teilnahme! Bitte lesen Sie die nachfolgenden Instruktionen aufmerksam durch (1/2)



Regeln:

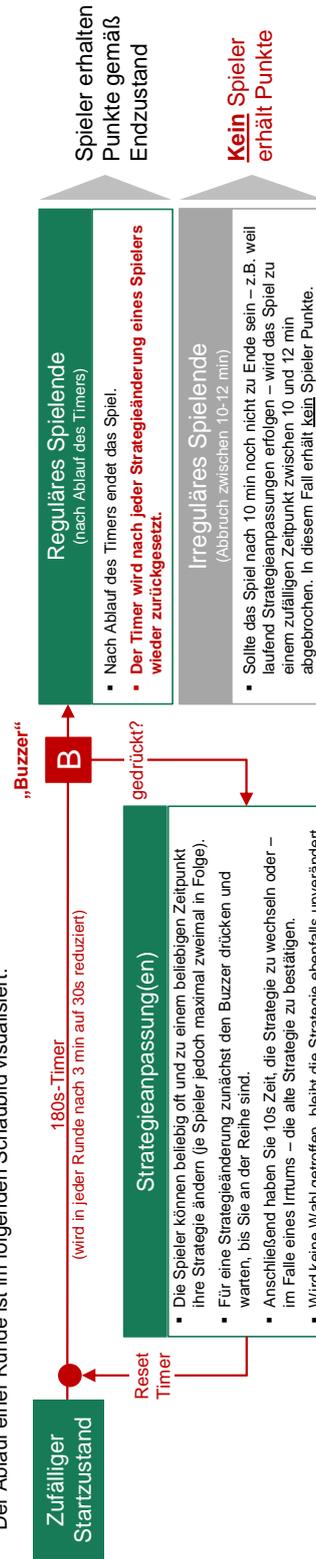
- **WLAN-Funktion ausschalten**, um Beeinträchtigungen der Experimentinfrastruktur zu vermeiden.
- **Eingaben auf dem Tablet nur auf Anweisung des Experimentleiters vornehmen.**
- **Keine Kommunikation** mit anderen Teilnehmern, verdecken Sie während der Spiele den Bildschirm Ihres Tablets.
- Nach Experimentende werden die Teilnehmer einzeln zur Auszahlung gebeten. Bitte bleiben Sie solange an Ihrem Platz sitzen und füllen den Fragebogen aus.

Bezahlung:

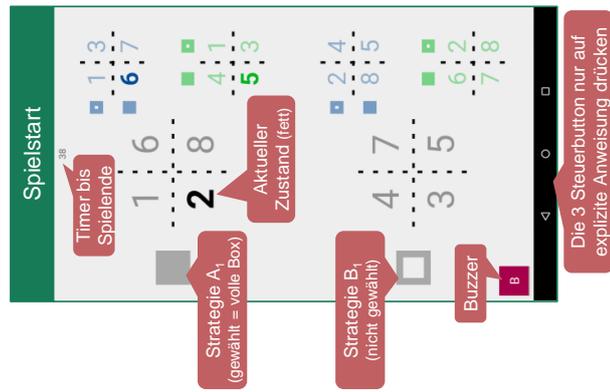
- Während des Experiments können Sie Punkte verdienen. Die Anzahl hängt sowohl von Ihren Entscheidungen, als auch den Entscheidungen Ihrer Gegner ab.
- Ihre Auszahlung am Ende des Experiments ergibt sich aus **der Summe der von Ihnen verdienten Punkte** (Wechselskurs: 1 Punkt = 0,50 €).

Experimentablauf:

- Das Experiment besteht aus 4 Runden, in denen jeweils das gleiche Spiel gespielt wird.
- In jeder Runde werden Ihnen zufällig zwei Gegner zugeteilt, wobei sich auch Ihre Rolle ändern kann.
- Während eines Spiels kann jeder Spieler beliebig oft zwischen 2 Aktionen („Strategien“) wählen. **Für die Auszahlung ist nur der Endzustand relevant.**
- Der Ablauf einer Runde ist im folgenden Schaubild visualisiert:

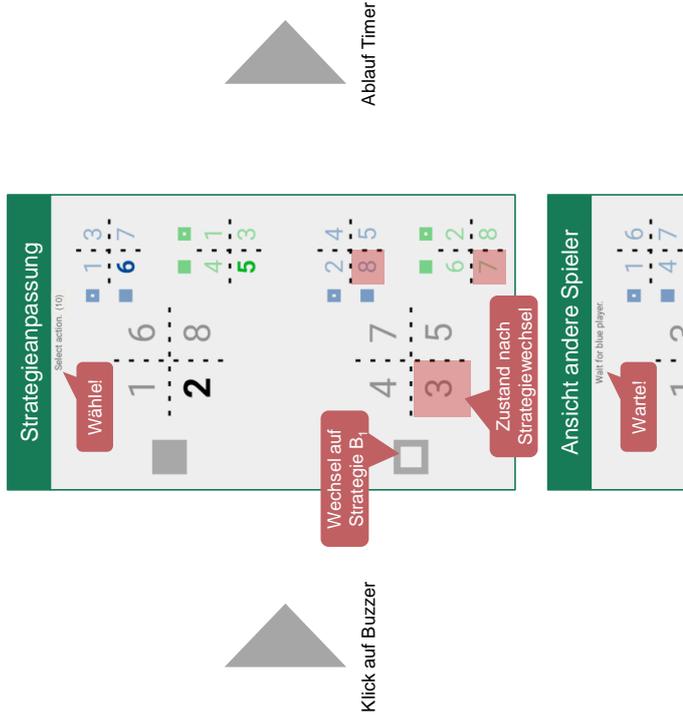


Bitte machen Sie sich intensiv mit der Darstellung und der Funktionalität innerhalb der App vertraut (2/2)



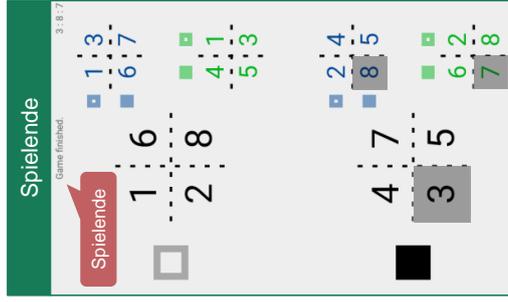
Darstellung der Payoffs

- Ihre Payoffs werden immer in grau dargestellt. Sie können die obere oder untere Matrix wählen (Strategie A₁ oder B₁)
- Die Payoffs des ersten Gegners werden in blau dargestellt, dieser kann die Zeile innerhalb der Matrix wählen (Strategie A₂ oder B₂)
- Die Payoffs des zweiten Gegners werden in grün dargestellt, dieser kann die Spalte innerhalb der Matrix wählen (Strategie A₃ oder B₃)



Beispiel: Sie möchten auf Strategie B₁ wechseln

- Buzzer drücken und auf „Select Action“ warten
- Auswahlbox für Strategie B₁ anklicken
- Nach Wechsel auf Strategie B₁ würde sich der aktuelle Zustand auf den rot hinterlegten ändern



Spiele und Auszahlung

- Nach regulärem Spielende – d.h. wenn im aktuellen Zustand kein Spieler mehr seine Strategie verändern möchte und der Timer abgelaufen ist – erhält jeder Spieler seine Punktzahl in diesem Endzustand
- In diesem Beispiel...
 - ...erhält der graue Spieler 3 Punkte (Sie)
 - ...erhält der blaue Spieler 8 Punkte
 - ...erhält der grüne Spieler 7 Punkte

Bitte nehmen Sie nach Spielende keine Eingaben am Tablet mehr vor und warten Sie auf weitere Anweisungen!

A.5 Instruktionen für die Experimentteilnehmer mit ergänzendem Hinweis

Vielen Dank für Ihre Teilnahme! Bitte lesen Sie die nachfolgenden Instruktionen aufmerksam durch (1/2)



Regeln:

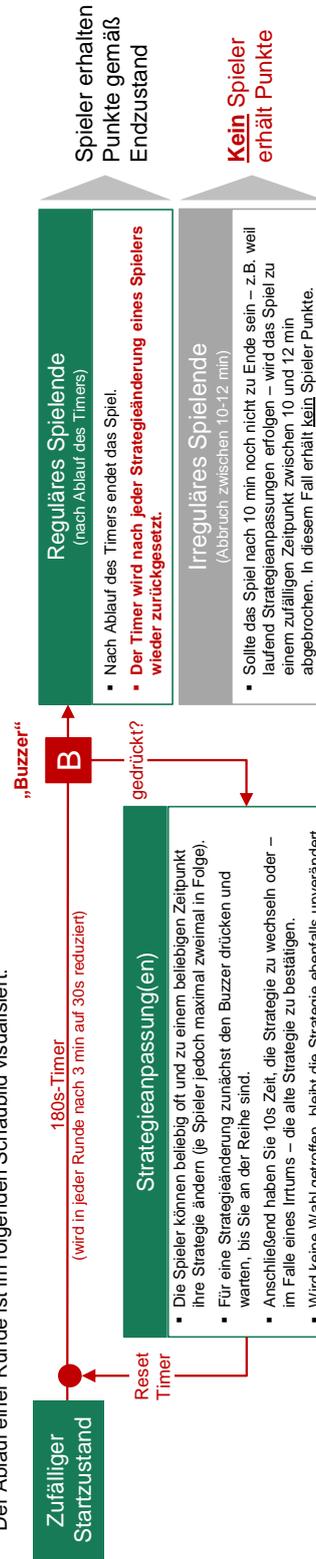
- **WLAN-Funktion am Smartphone ausschalten**, um Beeinträchtigungen der Experimentinfrastruktur zu vermeiden.
- **Eingaben auf dem Tablet nur auf Anweisung des Experimentleiters vornehmen.**
- **Keine Kommunikation** mit anderen Teilnehmern, verdecken Sie während der Spiele den Bildschirm Ihres Tablets.
- Nach Experimentende werden die Teilnehmer einzeln zur Auszahlung gebeten. Bitte bleiben Sie solange an Ihrem Platz sitzen und füllen den Fragebogen aus.

Bezahlung:

- Während des Experiments können Sie Punkte verdienen. Die Anzahl hängt sowohl von Ihren Entscheidungen, als auch den Entscheidungen Ihrer Gegner ab.
- Ihre Auszahlung am Ende des Experiments ergibt sich aus **der Summe der von Ihnen verdienten Punkte** (Wechselskurs: 1 Punkt = 0,50 €).

Experimentablauf:

- Das Experiment besteht aus 4 Runden, in denen jeweils das gleiche Spiel gespielt wird.
- In jeder Runde werden Ihnen zufällig zwei Gegner zugeteilt, wobei sich auch Ihre Rolle ändern kann.
- Während eines Spiels kann jeder Spieler beliebig oft zwischen 2 Aktionen („Strategien“) wählen. **Für die Auszahlung ist nur der Endzustand relevant.**
- Der Ablauf einer Runde ist im folgenden Schaubild visualisiert:



Während des Spiels...

- ... kann es sinnvoll sein, mit einem der beiden anderen Spieler zu kooperieren.
- ... sollten Sie auch darauf achten, welche Reaktionen der anderen Spieler Sie für realistisch halten.

A.6 Fragebogen nach Durchführung des Experiments

Session: 6

Platz:

Bitte beantworten Sie noch folgende Fragen. Dies hat keine Auswirkungen auf Ihre Bezahlung.

A Demographische Fragen

Wie alt sind Sie?

___ Jahre

Welches Geschlecht haben Sie?

männlich weiblich

Bitte machen Sie Angaben zu Ihrem derzeitigen Bildungsstand

(höchste abgeschlossene Ausbildung)

Promotion Master/Diplom Bachelor
 Kaufmännische Ausbildung Abitur Keine Antwort zutreffend

In welcher Fachrichtung liegt/lag Ihr Studienschwerpunkt?

Wirtschaftswissenschaften Ingenieurwissenschaften Naturwissenschaften
 Geisteswissenschaften Andere: _____

B Fragen zu Ihren Erfahrungen mit ökonomischen Entscheidungsproblemen

Bitte beschreiben Sie, ob und auf welche Art und Weise Sie sich Kenntnisse in den Bereichen Spieltheorie und Verhandlungstheorie angeeignet haben

(Mehrfachauswahl möglich)

Keine Vorkenntnisse Im Rahmen einer Ausbildung angeeignete Kenntnisse
 Privat angeeignete Kenntnisse Kenntnisse aus beruflichen Tätigkeiten

Wie gut schätzen Sie Ihre Kenntnisse in den Bereichen Spieltheorie und Verhandlungstheorie ein?

Kreuzen Sie die am ehesten zutreffende Aussage an

Keine Gering Grundlegend Erweitert Sehr gut

C Fragen zu Ihren Erfahrungen mit Laborexperimenten

An wie vielen ökonomischen/soziologischen/psychologischen Laborexperimenten haben Sie vor diesem Experiment teilgenommen?

Keine 1 2 3 3–9 > 10

Bitte Fragen auf Vorder- und Rückseite beantworten!

Session: 6

Platz:

Wie viele dieser Laborexperimente bestanden aus spieltheoretischen Entscheidungsproblemen, Verhandlungen, Auktionen oder Marktsimulationen?

- Keine 1 2 3 3–9 > 10

D Fragen zum Experimentablauf

Bitte antworten Sie ehrlich, die Antworten werden nur anonymisiert ausgewertet

Was war Ihr wesentliches Ziel während des Experiments?

- Ich habe versucht, meine eigene Punktzahl zu maximieren
 Ich habe versucht, die Gesamtpunktzahl aller Spieler zu maximieren
 Ich habe versucht, die Punktzahl meiner Mitspieler zu minimieren
 Ich habe ein anderes Ziel verfolgt: _____

Haben Sie teilweise abweichend von Ihrer wesentlichen Zielsetzung agiert?

(Mehrfachauswahl möglich)

- Ich habe einmal oder öfter auf Punkte verzichtet, um eine Spielrunde schneller beenden zu können
 Ich habe einmal oder öfter auf Punkte verzichtet, um die Punkte der anderen zu minimieren
 Ich habe einmal oder öfter auf Punkte verzichtet, um einen Spielabbruch nach möglicher Zeitüberschreitung zu vermeiden
 Ich habe einmal oder öfter auf Punkte verzichtet, weil ich der Meinung war, dass meine Gegner das für mich bessere Ergebnis nicht akzeptieren werden
 Ich habe einmal oder öfter auf Punkte verzichtet, um _____

Bitte markieren Sie alle zutreffenden Aussagen

- Ich habe versucht, bei meiner Strategiewahl mögliche Reaktionen der Gegner zu berücksichtigen
 Ich hatte in mindestens einer Runde den Eindruck, dass meine Gegner mich bewusst gemeinsam in eine ungünstige Situation gebracht haben
 Ich habe in mindestens einer Runde darauf spekuliert, dass ich gemeinsam mit einem der beiden Gegner ein besseres Ergebnis erreichen kann. Dieser Versuch war...
 ... immer erfolgreich ... teilweise erfolgreich ... nie erfolgreich
 Ich habe in mindestens einer Runde versucht, durch häufige Strategiewechsel den Spielverlauf zu behindern bzw. meine Gegner zu zermürben

Bitte schildern Sie Ihre Erfahrung mit diesem Experiment

(Mehrfachauswahl möglich)

- Ich habe den Ablauf des Experiments auch nach der Erklärung nicht verstanden
 Ich habe den Ablauf des Experiments über die gesamte Dauer nicht verstanden
 Ich hatte Schwierigkeiten mit der Bedienung der Experimentplattform
 Ich stand während des gesamten Experiments unter großem Zeitdruck
 Ich hatte Spaß an diesem Experiment

Bitte Fragen auf Vorder- und Rückseite beantworten!

A.7 Monte-Carlo-Simulation zur Beurteilung der Coverage

```

require(rootSolve)
require(SALTSampler)

# DATEN & CONFIG
n <- 95
obsValuesAbs <- c(29, 66, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
nrSamples <- 100000
alpha <- 0.001
lambda <- 0.01
lambdaSteps <- 200
lambdaStepWidth <- 0.01

# ALGORITHMUS
f <- function(x,p,la) return((1-p)^(1+la)*x^la+p^(1+la)*(1-x)^la-(la
  *(la+1)/(2*n)*qchisq(1-alpha/k, df=1)+1)*x^la*(1-x)^la)
k <- length(obsValuesAbs)
obsValues <- rep(0, times=k)
for(ki in 1:k) obsValues[ki] <- obsValuesAbs[ki]/n
mcSamples <- GenData(center = obsValues, n = nrSamples, size = n)

for(lambdaStep in 1:lambdaSteps){
  if(lambdaStep > 1) lambda <- lambda + lambdaStepWidth
  # SCI ermitteln & testen, ob 'echte' W'keit im SCI
  countTotal <- 0
  for(s in 1:nrSamples){
    for(ki in 1:k){
      sci <- uniroot.all(function(x) return(f(x, mcSamples[s, ki]/n,
        lambda)), c(0,1), tol = 0.000000000001, n=150)
      if(!length(sci) || is.na(sci[2])) stop("Fehler_SCI")
      if(obsValues[ki] < sci[1] || obsValues[ki] > sci[2]) break
      if(ki == k) countTotal <- countTotal + 1
    }
  }

  # AUSGABE
  coverage <- countTotal / nrSamples
  print(sprintf("Lambda_%f_coverage_%f", lambda, coverage))
}

```

Literaturverzeichnis

- Armin, M., Hipel, K. W. & De, M. (2012). The Ontario nuclear power dispute: A strategic analysis. *Environmental Systems Research*, 1 (1), 11.
- Aumann, R. J. (1959). Acceptable Points in General Cooperative n-Person Games. In A. Tucker & R. Luce (Hrsg.), *Contributions to the Theory of Games IV, Annals of Mathematics Studies 40* (S. 287-324). Princeton: Princeton University Press.
- Aumann, R. J. (1976). Agreeing to disagree. *The Annals of Statistics*, 4 (6), 1236-1239.
- Aumann, R. J. (1985). Repeated games. In G. Feiwel (Hrsg.), *Issues in contemporary micro-economics and welfare* (S. 209-242). London: Palgrave Macmillan.
- Aumann, R. J., Maschler, M. B. & Stearns, R. E. (1995). *Repeated games with incomplete information*. Cambridge: MIT Press.
- Azar, A., Khosravani, F. & Jalali, R. (2014). Drama theory: A problem structuring method in soft OR (A practical application: Nuclear negotiations analysis between Islamic Republic of Iran and the 5+1 group). *The International Journal of Humanities*, 19 (4), 1-14.
- Barnard, G. A. (1989). On alleged gains in power from lower p-values. *Statistics in Medicine*, 8 (12), 1469-1477.
- Basar, T. & Olsder, G. J. (1999). *Dynamic noncooperative game theory* (2. Aufl.). Philadelphia: SIAM.
- Belot, M., Duch, R. & Miller, L. (2015). A comprehensive comparison of students and non-students in classic experimental games. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 113, 26-33.
- Bennett, P. G. (1977). Toward a theory of hypergames. *Omega*, 5 (6), 749-751.
- Bennett, P. G. (1980). Hypergames: Developing a model of conflict. *Futures*, 12 (6), 489-507.
- Bennett, P. G. & Huxham, C. S. (1982). Hypergames and what they do: A 'soft OR' approach. *The Journal of the Operational Research Society*, 33 (1), 41-50.

- Bernheim, B. D., Peleg, B. & Whinston, M. D. (1987). Coalition-proof nash equilibria I. concepts. *Journal of Economic Theory*, 42 (1), 1-12.
- Berninghaus, S. K., Ehrhart, K.-M. & Güth, W. (2010). *Strategische Spiele*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Berry, G. & Armitage, P. (1995). Mid-P confidence intervals: A brief review. *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, 44 (4), 417-423.
- Biddle, D. A. & Morris, S. B. (2011). Using Lancaster's mid-P correction to the Fisher's exact test for adverse impact analyses. *Journal of Applied Psychology*, 96 (5), 956-965.
- Binmore, K. G. (1998). *Game Theory and the Social Contract - Vol. 2: Just Playing*. Cambridge: MIT Press.
- Bloch, F. (1997). Non-cooperative models of coalition formation in games with spillovers. In C. Carraro & D. Siniscalco (Hrsg.), *New Directions in the Economic Theory of the Environment* (S. 311-352). Cambridge: Cambridge University Press.
- Blume, A. & Ortmann, A. (2007). The effects of costless pre-play communication: Experimental evidence from games with Pareto-ranked equilibria. *Journal of Economic theory*, 132 (1), 274-290.
- Bock, O., Baetge, I. & Nicklisch, A. (2014). Hroot: Hamburg registration and organization online tool. *European Economic Review*, 71, 117-120.
- Brams, S. J. & Wittman, D. (1981). Nonmyopic Equilibria in 2x2 Games. *Conflict Management and Peace Science*, 6 (1), 39-62.
- Brandenburger, A. (1992). Knowledge and Equilibrium in Games. *Journal of Economic Perspectives*, 6 (4), 83-101.
- Brandenburger, A. & Nalebuff, B. J. (1995). The right game: Use game theory to shape strategy. *Harvard Business Review*, 73 (4), 57-71.
- Bryant, J. (2007). Drama theory: Dispelling the myths. *The Journal of the Operational Research Society*, 58 (5), 602-613.
- Bryant, J. (2010). The role of drama theory in negotiation. In D. M. Kilgour & C. Eden (Hrsg.), *Handbook of Group Decision and Negotiation. Advances in Group Decision and Negotiation* (Bd. 4, S. 223-245). Springer.

- Byde, A. (2003). Applying Evolutionary Game Theory to Auction Mechanism Design. In *Proceedings IEEE International Conference on E-Commerce. CEC 2003* (S. 347-354). Newport Beach, CA, USA: IEEE.
- Camerer, C. F. (1991). Does strategy research need game theory? *Strategic Management Journal*, 12, 137-152.
- Camerer, C. F. (2011). *Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction*. Princeton: Princeton University Press.
- Cassar, A. & Friedman, D. (2004). *Economics lab: An intensive course in experimental economics*. London und New York: Routledge.
- Chan, C., Landry, S. P. & Troy, C. (2011). Examining external validity criticisms in the choice of students as subjects in accounting experiment studies. *Journal of Theoretical Accounting Research*, 7 (11), 53-78.
- Crawford, V. P. (2002). Introduction to Experimental Game Theory. *Journal of Economic Theory*, 104 (1), 1-15.
- Cressie, N. & Read, T. R. (1984). Multinomial goodness-of-fit tests. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 46 (3), 440-464.
- Croson, R. (2005). The method of experimental economics. *International Negotiation*, 10 (1), 131-148.
- Davis, D. D. & Holt, C. A. (1993). *Experimental economics*. Princeton: Princeton University Press.
- Davis, M. D. & Maschler, M. (1963). Existence of stable payoff configurations for cooperative games. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 69 (1), 106-108.
- Devetag, G. & Ortmann, A. (2007). When and why? A critical survey on coordination failure in the laboratory. *Experimental economics*, 10 (3), 331-344.
- Dingelstedt, A. (2015). *Die Wirkung von Incentives auf die Antwortqualität in Umfragen*. Göttingen: ePublikation Staats-und Universitätsbibliothek.
- Dutta, B. K. & King, W. R. (1980). Metagame Analysis of Competitive Strategy. *Strategic Management Journal*, 1 (4), 357-370.

- Engle-Warnick, J. & Slonim, R. L. (2006). Inferring repeated-game strategies from actions: Evidence from trust game experiments. *Economic Theory*, 28 (3), 603-632.
- Everitt, B. S. (1992). *The analysis of contingency tables* (2. Aufl.). Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.
- Fang, L., Hipel, K. W. & Kilgour, D. M. (1993). *Interactive decision making: The graph model for conflict resolution*. Toronto: John Wiley & Sons.
- Fang, L., Hipel, K. W., Kilgour, D. M. & Peng, X. (2003a). A decision support system for interactive decision making-part II: Analysis and output interpretation. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 33 (1), 56-66.
- Fang, L., Hipel, K. W., Kilgour, D. M. & Peng, X. (2003b). A decision support system for interactive decision making-part I: Model formulation. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 33 (1), 42-55.
- Fehr, E. & Fischbacher, U. (2003). The nature of human altruism. *Nature*, 425, 785-791.
- Finus, M. (2002). Game theory and international environmental cooperation: Any practical application? In C. Böhringer, M. Finus & C. Vogt (Hrsg.), *Controlling global warming: Perspectives from economics, game theory and public choice* (S. 9-104). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Fischbacher, U. (2007). Z-Tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments. *Experimental economics*, 10 (2), 171-178.
- Fisher, R. A. (1935). *The design of experiments*. Oxford: Oliver & Boyd.
- Fitzpatrick, S. & Scott, A. (1987). Quick simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Journal of the American Statistical Association*, 82 (399), 875-878.
- Fraser, N. M. & Hipel, K. W. (1979). Solving Complex Conflicts. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 9 (12), 805-816.
- Fraser, N. M. & Hipel, K. W. (1982). Dynamic modelling of the Cuban missile crisis. *Conflict Management and Peace Science*, 6 (2), 1-18.
- Fraser, N. M. & Hipel, K. W. (1984). *Conflict analysis: Models and resolutions* (Nr. 11). Elsevier Science.

- Fraser, N. M., Hipel, K. W. & del Monte, J. R. (1983). Approaches to conflict modeling: A study of a possible USA-USSR nuclear confrontation. *Journal of Policy Modeling*, 5 (3), 397-417.
- Frechette, G. R. (2015). Laboratory Experiments: Professionals Versus Students. In G. R. Frechette & A. Schotter (Hrsg.), *Handbook of Experimental Economic Methodology* (S. 360-390). Oxford: Oxford University Press.
- Friedman, D. & Sunder, S. (1994). *Experimental methods: A primer for economists*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fudenberg, D. & Levine, D. (1983). Subgame-perfect equilibria of finite-and infinite-horizon games. *Journal of Economic Theory*, 31 (2), 251-268.
- Fudenberg, D. & Tirole, J. (1987). Understanding rent dissipation: On the use of game theory in industrial organization. *The American Economic Review*, 77 (2), 176-183.
- Gibbons, R. (1992). *Game theory for applied economists*. Princeton: Princeton University Press.
- Gintis, H. (2014). *The bounds of reason: Game theory and the unification of the behavioral sciences*. Princeton: Princeton University Press.
- Goodman, L. A. (1965). On simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Technometrics*, 7 (2), 247-254.
- Greiner, B. (2015). Subject pool recruitment procedures: Organizing experiments with ORSEE. *Journal of the Economic Science Association*, 1 (1), 114-125.
- Guala, F. (2005). *The methodology of experimental economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hamilton, J. H. & Slutsky, S. M. (1993). Endogenizing the order of moves in matrix games. *Theory and Decision*, 34 (1), 47-62.
- Hamouda, L., Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2004). Strength of Preference in the Graph Model for Conflict Resolution. *Group Decision and Negotiation*, 13 (5), 449-462.
- Hargreaves Heap, S. & Varoufakis, Y. (2004). *Game Theory: A Critical Introduction*. Florence: Routledge.

- Harris, R. J. (1969). Note on Howard's theory of meta-games. *Psychological Reports*, 24 (3), 849-850.
- Harrison, E. F. (1996). A process perspective on strategic decision making. *Management Decision*, 34 (1), 46-53.
- Harsanyi, J. C. (1973). Book Review: Paradoxes of Rationality: Theory of Metagames and Political Behavior. By Howard Nigel. *American Political Science Review*, 67 (2), 599-600.
- Harsanyi, J. C. & Selten, R. (1988). *A general theory of equilibrium selection in games*. Cambridge: MIT Press.
- He, S., Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2015). Matrix Representation of a Basic Hierarchical Graph Model for Conflict Resolution. In I. Linden, S. Liu, F. Dargram & J. E. Hernandez (Hrsg.), *Decision Support Systems IV - Information and Knowledge Management in Decision Processes. EWG-DSS 2014* (S. 76-88). Cham: Springer.
- Heike, H.-D., Târcolea, C., Demetrescu, M. & Tarcolea, A.-I. (2005). Determining the parameters of a multinomial distribution: The fiducial approach. *Economic Quality Control*, 20 (2), 177-189.
- Hipel, K. W., Fang, L. & Kilgour, D. M. (2008). Decision Support Systems in Water Resources and Environmental Management. *Journal of Hydrologic Engineering*, 13 (9), 761-770.
- Hipel, K. W., Fang, L., Kilgour, D. M. & Haight, M. (1993). Environmental conflict resolution using the graph model. In *Proceedings of IEEE Systems Man and Cybernetics Conference - SMC, Oct. 1993* (S. 153-158). Le Touquet: IEEE.
- Hipel, K. W. & Fraser, N. M. (1980). Metagame analysis of the Garrison Conflict. *Water Resources Research*, 16 (4), 629-637.
- Hipel, K. W., Kilgour, D. M., Fang, L. & Peng, X. (1997). The decision support system GMCR in environmental conflict management. *Applied Mathematics and Computation*, 83 (2), 117-152.
- Hipel, K. W. & Obeidi, A. (2005). Trade versus the environment: Strategic settlement from a systems engineering perspective. *Systems Engineering*, 8 (3), 211-233.
- Hipel, K. W., Ragade, R. K. & Unny, T. E. (1974). Metagame Analysis of Water Resources Conflicts. *Journal of the Hydraulics Division*, 100 (10), 1437-1455.

- Hipel, K. W., Ragade, R. K. & Unny, T. E. (1976). Political Resolution of Environmental Conflicts. *Journal of the American Water Resources Association*, 12 (4), 813-827.
- Hirji, K. F., Tan, S.-J. & Elashoff, R. M. (1991). A quasi-exact test for comparing two binomial proportions. *Statistics in Medicine*, 10 (7), 1137-1153.
- Hoel, M. (1987). Bargaining games with a random sequence of who makes the offers. *Economics Letters*, 24 (1), 5-9.
- Holt, C. A. (1995). Industrial organization: A survey of laboratory research. In J. Kagel & A. Roth (Hrsg.), *The handbook of experimental economics* (S. 402-403). Princeton: Princeton University Press.
- Horn, R. A. & Johnson, C. R. (1990). *Matrix analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hou, C.-D., Chiang, J. & Tai, J. J. (2003). A family of simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Computational Statistics & Data Analysis*, 43 (1), 29-45.
- Howard, N. (1966). The Theory of Meta-Games. *General Systems*, 11 (5), 167-186.
- Howard, N. (1971). *Paradoxes of rationality: Theory of metagames and political behavior*. Cambridge: MIT Press.
- Howard, N. (1974). 'General' Metagames: An Extension of the Metagame Concept. In A. Rapoport (Hrsg.), *Game Theory as a Theory of a Conflict Resolution* (S. 261-283). Dordrecht: Springer.
- Howard, N. (1986). Usefulness of Metagame Analysis. *The Journal of the Operational Research Society*, 37 (4), 430-432.
- Howard, N. (1990). Soft'game theory. *Information and Decision Technologies*, 16 (3), 215-227.
- Howard, N. (1994a). Drama Theory and its Relation to Game Theory. Part 1: Dramatic Resolution vs. Rational Solution. *Group Decision and Negotiation*, 3 (2), 187-206.
- Howard, N. (1994b). Drama Theory and its Relation to Game Theory. Part 2: Formal Model of the Resolution Process. *Group Decision and Negotiation*, 3 (2), 207-235.
- Howard, N., Bennett, P., Bryant, J. & Bradley, M. (1993). Manifesto for a theory of drama and irrational choice. *The Journal of the Operational Research Society*, 44 (1), 99-103.

- Hungenberg, H. (2014). *Strategisches Management in Unternehmen: Ziele - Prozesse - Verfahren* (8. Aufl.). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Inohara, T. & Hipel, K. W. (2008a). Coalition analysis in the graph model for conflict resolution. *Systems Engineering, 11* (4), 343-359.
- Inohara, T. & Hipel, K. W. (2008b). Interrelationships among noncooperative and coalition stability concepts. *Journal of Systems Science and Systems Engineering, 17* (1), 1-29.
- Irwin, J. (1935). Tests of significance for differences between percentages based on small numbers. *Metron, 12* (2), 84-94.
- Kabakcha, F. (2017). *Konzeption und Entwicklung eines innovativen Softwaresystems zur experimentellen Untersuchung spieltheoretischer Fragestellungen*. Masterarbeit am Institut für Unternehmensführung am Karlsruher Institut für Technologie.
- Kagel, J. H. & Roth, A. E. (2016). *The Handbook of Experimental Economics, Volume 2*. Princeton: Princeton University Press.
- Kahneman, D., Slovic, P. & Tversky, A. (Hrsg.). (1982). *Judgments under uncertainty. Heuristics and Biases*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kaiser, T. C. (2016). *Metarationale Stabilität als Konzept zur Entscheidungsunterstützung bei strategischen Managementfragestellungen – eine empirische Analyse*. Bachelorarbeit am Institut für Unternehmensführung am Karlsruher Institut für Technologie.
- Kelly, A. (2003). *Decision making using game theory: An introduction for managers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kilgour, D. M. & Eden, C. (Hrsg.). (2010). *Handbook of Group Decision and Negotiation*. Dordrecht: Springer.
- Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2005). The Graph Model for Conflict Resolution: Past, Present, and Future. *Group Decision and Negotiation, 14* (6), 441-460.
- Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2010). Conflict Analysis Methods: The Graph Model for Conflict Resolution. In D. M. Kilgour & C. Eden (Hrsg.), *Handbook of Group Decision and Negotiation* (S. 203-222). Dordrecht: Springer.
- Kilgour, D. M., Hipel, K. W. & Fang, L. (1987). The Graph Model for Conflicts. *Automatica, 23* (1), 41-55.

- Kilgour, D. M., Hipel, K. W., Fang, L. & Peng, X. (1996). A new perspective on coalition analysis. In *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 1996* (S. 2017-2022). Beijing: IEEE.
- Kilgour, D. M., Hipel, K. W., Fang, L. & Peng, X. (2001). Coalition analysis in group decision support. *Group Decision and Negotiation*, 10 (2), 159-175.
- Kimmel, H. D. (1957). Three criteria for the use of one-tailed tests. *Psychological Bulletin*, 54 (4), 351-353.
- Krebs, D. L. (1970). Altruism: An examination of the concept and a review of the literature. *Psychological bulletin*, 73 (4), 258-302.
- Kretschmer, M. (1998). Game Theory: The Developer's Dilemma, Boeing vs. Airbus. *Strategy and Business* (11), 4-6.
- Krishna, V. (2009). *Auction theory*. Burlington: Academic Press.
- Kuhn, H. W. (1953). Extensive Games and the Problem of Information. In H. W. Kuhn & A. W. Tucker (Hrsg.), *Contributions to the Theory of Games II* (S. 193-216). Princeton: Princeton University Press.
- Levy, J. K., Hipel, K. W. & Howard, N. (2009). Advances in drama theory for managing global hazards and disasters. Part I: Theoretical foundation. *Group decision and negotiation*, 18 (4), 303-316.
- Li, K. W., Hipel, K. W., Kilgour, D. M. & Fang, L. (2004). Preference uncertainty in the graph model for conflict resolution. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 34 (4), 507-520.
- Li, K. W., Hipel, K. W., Kilgour, D. M. & Noakes, D. (2005). Integrating Uncertain Preferences into Status Quo Analysis with Applications to an Environmental Conflict. *Group Decision and Negotiation*, 14 (6), 461-479.
- Li, K. W., Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2003). Status quo analysis of an environmental conflict. In *SMC'03 Conference Proceedings. 2003 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. Conference Theme - System Security and Assurance* (S. 3700-3705). Washington: IEEE.
- Li, K. W., Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2004). Status quo analysis of the Flathead River conflict. *Water Resources Research*, 40 (5), 1-9.

- Li, K. W., Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2005). Status quo analysis in the graph model for conflict resolution. *The Journal of the Operational Research Society*, 56 (6), 699-707.
- Luc, D. T. (2008). Pareto optimality. In A. Chinchuluun, P. Pardalos, A. Migdalas & L. Pitsoulis (Hrsg.), *Pareto optimality, game theory and equilibria* (S. 481-515). New York: Springer.
- Lydersen, S., Fagerland, M. W. & Laake, P. (2009). Recommended tests for association in 2x2 tables. *Statistics in medicine*, 28 (7), 1159-1175.
- Madani, K. & Hipel, K. W. (2011). Non-Cooperative Stability Definitions for Strategic Analysis of Generic Water Resources Conflicts. *Water Resources Management*, 25 (8), 1949-1977.
- Mailath, G. J. (1998). Do people play Nash equilibrium? Lessons from evolutionary game theory. *Journal of Economic Literature*, 36 (3), 1347-1374.
- Malta, V., Damázio, J. & de Magalhães, P. (2005). Use of the graph model for conflict resolution in water resources problems in Brazil. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 80, 335-364.
- Mann, F. (2018). *Gleichgewichtswahl in dynamischen Konflikten - Eine empirische Untersuchung konfliktanalytischer Lösungskonzepte aus spieltheoretischer Perspektive*. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
- May, W. L. & Johnson, W. D. (2000). Constructing Two-Sided Simultaneous Confidence Intervals for Multinomial Proportions for Small Counts in a Large Number of Cells. *Journal of Statistical Software*, 5 (6), 1-24.
- Montgomery, D. B., Moore, M. C. & Urbany, J. E. (2005). Reasoning about competitive reactions: Evidence from executives. *Marketing Science*, 24 (1), 138-149.
- Myerson, R. B. (2013). *Game Theory Analysis of Conflict*. Cumberland: Harvard University Press.
- Nandalal, K. & Hipel, K. (2007). Strategic decision support for resolving conflict over water sharing among countries along the Syr Darya River in the Aral Sea Basin. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 133 (4), 289-299.
- Nash, J. (1951). Non-Cooperative Games. *The Annals of Mathematics*, 54 (2), 286-295.
- Nash, J. (1953). Two-Person Cooperative Games. *Econometrica*, 21 (1), 128-140.

- Newcombe, R. G. (1998). Two-sided confidence intervals for the single proportion: Comparison of seven methods. *Statistics in Medicine*, 17 (8), 857-872.
- Noakes, D., Fang, L., Hipel, K. & Kilgour, D. M. (2003). An examination of the salmon aquaculture conflict in British Columbia using the graph model for conflict resolution. *Fisheries Management and Ecology*, 10 (3), 123-137.
- Normann, H.-T. & Wallace, B. (2012). The impact of the termination rule on cooperation in a prisoner's dilemma experiment. *International Journal of Game Theory*, 41 (3), 707-718.
- Obeidi, A. (2012). Inherited Stability Properties in Perceptual Graph Models. In A. T. de Almeida, D. C. Morais & S. Daher (Hrsg.), *Proceedings Volume 2: Group Decision and Negotiation, 2012* (S. 207-216). Recife: Editora Universitaria UFPE.
- Obeidi, A., Hipel, K. W. & Kilgour, D. M. (2006). Turbulence in Miramichi Bay: The Burnt Church Conflict Over Native Fishing Rights. *Journal of the American Water Resources Association*, 42 (6), 1629-1645.
- Obeidi, A., Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2009). Perceptual graph model systems. *Group Decision and Negotiation Volume II*, 18 (3), 261-277.
- Osborne, M. J. (2004). *An introduction to game theory* (3. Aufl.). New York: Oxford University Press.
- Osborne, M. J. & Rubinstein, A. (1994). *A course in game theory*. Cambridge: MIT Press.
- Ostrom, E. (1998). A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential Address, American Political Science Association, 1997. *The American Political Science Review*, 92 (1), 1-22.
- Ostrom, E. (2015). *Governing the commons - The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ostrom, E., Gardner, R., Walker, J. & Walker, J. (1994). *Rules, games, and common-pool resources*. University of Michigan Press.
- Payganeh, S., Obeidi, A. & Hipel, K. W. (2015). The Keystone XL pipeline dispute over transferring bitumen from the Alberta oil sands to US refineries. In *Conflict Resolution in Water Resources and Environmental Management* (S. 159-178). Springer.

- Piliavin, J. A. & Charng, H.-W. (1990). Altruism: A review of recent theory and research. *Annual review of sociology*, 16 (1), 27-65.
- Potters, J. & Van Winden, F. (2000). Professionals and students in a lobbying experiment: Professional rules of conduct and subject surrogacy. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 43 (4), 499-522.
- Poundstone, W. (1992). *Prisoner's dilemma: John von Neuman, game theory, and the puzzle of the bomb*. Doubleday, New York.
- Putnam, L. L. (2006). Definitions and approaches to conflict and communication. In J. G. Oetzel & S. Ting-Toomey (Hrsg.), *The Sage handbook of conflict communication: Integrating theory, research, and practice* (S. 1-32). Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Putro, U. S. (2007). Agent Based Simulation of Negotiation Process Using Drama Theory. In *Proceedings of the 51st Annual Meeting of the ISSS-2007*. Tokyo: ISSS.
- Quesenberry, C. P. & Hurst, D. (1964). Large sample simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Technometrics*, 6 (2), 191-195.
- Rabin, M. (1993). Incorporating fairness into game theory and economics. *The American Economic Review*, 83 (5), 1281-1302.
- Rapoport, A. & Chammah, A. M. (1966). The Game of Chicken. *American Behavioral Scientist*, 10 (3), 10-28.
- Rapoport, A., Tuckman, H. P., Ferejohn, J. A., Buchanan, B. & Butterworth, R. L. (1974). Reviews. *Public Choice*, 19 (1), 139-150.
- Rappaport, A. (1986). *Creating shareholder value: The new standard for business performance*. New York: Free Press.
- Rêgo, L. C. & Vieira, G. I. A. (2017). Symmetric Sequential Stability in the Graph Model for Conflict Resolution with Multiple Decision Makers. *Group Decision and Negotiation*, 26 (4), 775-792.
- Richelson, J. T. (1979). Soviet Strategic Doctrine and Limited Nuclear Operations: A Metagame Analysis. *Journal of Conflict Resolution*, 23 (2), 326-336.
- Robbins, L. (1932). *Essay on the Nature and Significance of Economic Science*. London: MacMillan Company.

- Rubinstein, A. (1982). Perfect equilibrium in a bargaining model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 50 (1), 97-109.
- Rubinstein, A. (1991). Comments on the interpretation of game theory. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 59 (4), 909-924.
- Ruxton, G. D. & Neuhäuser, M. (2010). When should we use one-tailed hypothesis testing? *Methods in Ecology and Evolution*, 1 (2), 114-117.
- Schmidt, D., Shupp, R., Walker, J. M. & Ostrom, E. (2003). Playing safe in coordination games: The roles of risk dominance, payoff dominance, and history of play. *Games and Economic Behavior*, 42 (2), 281-299.
- Schuessler, R. (1989). The gradual decline of cooperation: Endgame effects in evolutionary game theory. *Theory and Decision*, 26 (2), 133-155.
- Seidenfeld, T. (1995). When normal and extensive form decisions differ. *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics*, 134, 451-463.
- Selbirak, T. (1994). Some concepts of non-myopic equilibria in games with finite strategy sets and their properties. *Annals of Operations Research*, 51 (2), 73-82.
- Selten, R. (1961). *Bewertung von n-Personenspielen*. Frankfurt am Main: Johann Wolfgang Goethe-Universität.
- Selten, R. (1965). Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachfragetraegheit. Teil II: Eigenschaften des dynamischen Preisgleichgewichts. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, 121, 667-689.
- Sensarma, S. R. & Okada, N. (2005). Conflict over Natural Resource Exploitation in a Mountainous Community: The Trade Off Between Economic Development and Disaster Risk Mitigation—A Case Study. *Journal of Natural Disaster Science*, 27 (2), 95-100.
- Sheikhmohammady, M., Madani, K., Bahrini, A., Tahmasebi, A. & Behmanesh, I. (2011). Modeling and analysis of the conflict over the Triple Islands in the Persian Gulf. In *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2011* (S. 3046-3050). Anchorage: IEEE.
- Signorell, A. (2016). DescTools: Tools for descriptive statistics. *R package version 0.99.18*.

- Sison, C. P. & Glaz, J. (1995). Simultaneous confidence intervals and sample size determination for multinomial proportions. *Journal of the American Statistical Association*, 90 (429), 366-369.
- Smith, V. L. (1976). Experimental economics: Induced value theory. *The American Economic Review*, 66 (2), 274-279.
- Stokes, N. W. & Hipel, K. W. (1983). Conflict analysis of an export credit trade dispute. *Omega*, 11 (4), 365-376.
- Stone, R. W. (2001). The use and abuse of game theory in international relations: The theory of moves. *Journal of Conflict Resolution*, 45 (2), 216-244.
- Straub, P. G. (1995). Risk dominance and coordination failures in static games. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 35 (4), 339-363.
- Thomas, L. (1985). Conflict Analysis: Models and Resolutions. *The Journal of the Operational Research Society*, 36 (10), 972-973.
- Thrall, R. M. (1974). Paradoxes of Rationality-Theory of Metagames and Political Behavior. *Operations Research*, 22 (3), 669-671.
- VanVoorhis, C. W. & Morgan, B. L. (2007). Understanding power and rules of thumb for determining sample sizes. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 3 (2), 43-50.
- Villacorta, P. J. (2012). MultinomialCI: Simultaneous confidence intervals for multinomial proportions according to the method by Sison and Glaz. *R package version 1.0*.
- von Neumann, J. & Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton: Princeton University Press.
- von Stackelberg, H. (1934). *Marktform und Gleichgewicht*. Wien & Berlin: Springer.
- Walker, S. B., Hipel, K. W. & Inohara, T. (2009). Strategic decision making for improved environmental security: Coalitions and attitudes. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 18 (4), 461-476.
- Walker, S. B., Hipel, K. W. & Xu, H. (2013). A matrix representation of attitudes in conflicts. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 43 (6), 1328-1342.

- Wang, H. (2008). Exact confidence coefficients of simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Journal of Multivariate Analysis*, 99 (5), 896-911.
- Wang, J. & Xu, H. (2015). Third Party Intervention based on Matrix Representation for Conflict Resolution. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 2 (10), 210-223.
- Wang, M., Hipel, K. W. & Fraser, N. M. (1989). Solution concepts in hypergames. *Applied Mathematics and Computation*, 34 (3), 147-171.
- Wang, Q., Hipel, K. W. & Kilgour, D. M. (2008). Conflict analysis in brownfield redevelopment: The erase program in Hamilton, Ontario. In *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2008* (S. 2913-2918). Singapore: IEEE.
- Wang, W. (2013). A note on bootstrap confidence intervals for proportions. *Statistics & Probability Letters*, 83 (12), 2699-2702.
- Xiao, Y., Hipel, K. W. & Fang, L. (2015). Strategic Investigation of the Jackpine Mine Expansion Dispute in the Alberta Oil Sands. *International Journal of Decision Support System Technology*, 7 (1), 50-62.
- Xiong, S. & Li, G. (2009). Inference for ordered parameters in multinomial distributions. *Science in China Series A: Mathematics*, 52 (3), 526-538.
- Xu, H., Hipel, K. W. & Kilgour, D. M. (2007). Matrix representation of conflicts with two decision-makers. In *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2007*. Montreal: IEEE.
- Xu, H., Hipel, K. W. & Kilgour, D. M. (2009). Matrix Representation of Solution Concepts in Multiple-Decision-Maker Graph Models. *IEEE Transactions on Systems, Man & Cybernetics: Part A*, 39 (1), 96-108.
- Xu, H., Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2010). Matrix representation and extension of coalition analysis in group decision support. *Computers & Mathematics with Applications*, 60 (5), 1164-1176.
- Xu, H., Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2011). Matrix representation of conflict resolution in multiple-decision-maker graph models with preference uncertainty. *Group Decision and Negotiation*, 20 (6), 755-779.

- Xu, H., Li, K. W., Hipel, K. W. & Kilgour, D. M. (2009). A matrix approach to status quo analysis in the graph model for conflict resolution. *Applied Mathematics and Computation*, 212 (2), 470-480.
- Xu, H., Li, K. W., Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2009). A matrix-based approach to searching colored paths in a weighted colored multidigraph. *Applied Mathematics and Computation*, 215 (1), 353-366.
- Young, H. (1994). Cost allocation. In R. J. Aumann & S. Hart (Hrsg.), *Handbook of game theory with economic applications* (Bd. 2, S. 1193-1235). Elsevier Science.
- Yu, X., Geng, Y., Heck, P. & Xue, B. (2015). A review of China's rural water management. *Sustainability*, 7 (5), 5773-5792.
- Zagare, F. C. (1984). Limited-Move Equilibria in 2x2 Games. *Theory and Decision*, 16 (1), 1-19.
- Zajac, E. J. & Bazerman, M. H. (1991). Blind spots in industry and competitor analysis: Implications of interfirm (mis) perceptions for strategic decisions. *The Academy of Management Review*, 16 (1), 37-56.