

**Kollusion in Konflikten:
Der Einfluss von Real-Dynamik und Kommunikation
im Drei-Personen-Gefangenendilemma**

Zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Wirtschaftswissenschaften
(Dr. rer. pol.)

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

genehmigte

DISSERTATION

von

M.Sc. Wi.-Ing. Dennis Klein

Tag der mündlichen Prüfung: 05. Mai 2023

Referent: Prof. Dr. Hagen Lindstädt

Korreferent: Prof. Dr. Michael Wolff

Karlsruhe, Mai 2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Detailliertes Inhaltsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	XII
Tabellenverzeichnis	XIV
Abkürzungsverzeichnis.....	XVII
Vorbemerkung geschlechtergerechte Sprache.....	XVIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Hintergrund und Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Methodik.....	3
1.3 Aufbau der Arbeit.....	5
2 Aktueller Forschungsstand und theoretische Grundlagen	7
2.1 Grundbegriffe und ihre Rolle im Sinne dieser Arbeit.....	7
2.1.1 Spielmechanismus.....	8
2.1.2 Kommunikation.....	15
2.1.3 Kollusion.....	20
2.2 Einführung und empirische Untersuchungen zum Drei-Spieler- Gefangenendilemma.....	29
2.3 Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Spielmechanismus auf Kollusion	35
2.4 Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Kommunikation auf Kollusion	41
2.5 Empirische Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Spielmechanismus und Kommunikation.....	44
2.6 Identifikation der Forschungslücke.....	46
3 Konfliktbeschreibung und Hypothesenherleitung	49
3.1 Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas	49

3.2	Theoretische Vorüberlegungen – Wirkung von Real-Dynamik und Kommunikation auf Kollusion: Verstärkend oder substituierend?	54
3.3	Ableitung der Forschungshypothesen	57
3.3.1	Struktur der Hypothesen	57
3.3.2	Hypothesen zur mittleren Auszahlung	59
3.3.3	Hypothesen zu realisierten Zuständen	61
3.3.4	Hypothesen zu Zug-Veränderungen	63
3.3.5	Hypothesen zur Auszahlungsabweichung	65
3.3.6	Dynamische Betrachtung: Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Hälfte des Konflikts	66
3.3.7	Zusammenfassung der Forschungshypothesen	70
4	Konzeption, Operationalisierung und Durchführung des Experiments	73
4.1	Experimentdesign - Gestaltung der experimentellen Plattform	75
4.1.1	Experimentelle Plattform: Anforderungen und Eigenschaften	75
4.1.2	Design und Bedienung der Spieloberfläche	78
4.1.3	Datenerfassung	85
4.2	Experimentdesign – Untersuchungsgruppen und Regelwerk	86
4.2.1	Querschnittsdesign	86
4.2.2	Anfangszustand	87
4.2.3	Entscheidungszeitpunkte für Zug-Möglichkeiten	87
4.2.4	Kommunikation	89
4.2.5	Spieldauer und Spielende	90
4.2.6	Auszahlungsstruktur und Anreizsystem	90
4.3	Operative Durchführung des Experiments	93
4.3.1	Auswahl der Experimentteilnehmenden	93
4.3.2	Experimentablauf	97
5	Auswertung des Experiments und Diskussion der Ergebnisse	106

5.1	Einführung der Variablen und deskriptive Analyse der Experimentaldaten	106
5.1.1	Überblick Datenstruktur und Charakteristik der zu untersuchenden Variablen	107
5.1.2	Deskriptive Auswertung der mittleren Auszahlung	113
5.1.3	Deskriptive Auswertung der realisierten Zustände	115
5.1.4	Deskriptive Auswertung der Zug-Veränderungen	118
5.1.5	Deskriptive Auswertung der Auszahlungsabweichung	120
5.1.6	Deskriptive Auswertung dynamische Betrachtung: Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Hälfte des Konflikts	122
5.2	Methodik der Datenanalyse und Einführung in die verwendeten statistischen Testverfahren	129
5.2.1	Mann-Whitney-U- und Wilcoxon-Vorzeichen-Test	129
5.2.2	OLS-Regression	131
5.2.3	Tobit-Regression	135
5.3	Bi- und multivariate Analyse zur Überprüfung der Hypothesen	136
5.3.1	Statistische Hypothesenüberprüfung der mittleren Auszahlung	136
5.3.2	Statistische Hypothesenüberprüfung der realisierten Zustände	138
5.3.3	Statistische Hypothesenüberprüfung der Zug-Veränderungen	142
5.3.4	Statistische Hypothesenüberprüfung der Auszahlungsabweichung	143
5.3.5	Statistische Hypothesenüberprüfung dynamische Betrachtung: Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Hälfte des Konflikts	145
5.3.6	Zusammenfassung der Überprüfung der Hypothesen	156
5.4	Interpretation, Diskussion und Einordnung der Ergebnisse	159
6	Abschließende Überlegungen	166
6.1	Zusammenfassung und Abgleich mit den Forschungszielen	166
6.2	Kritische Würdigung und Ausblick	170
Appendix		174

A.1	Steuerungseinheit bzw. Control-Center der Experimentplattform.....	174
A.2	Korrespondenz zwischen Experimentleiter und Teilnehmenden im Einladungsprozess.....	175
A.3	Fragebogen an die Teilnehmenden der experimentellen Untersuchung.....	178
A.4	Experimenteinführung – Folien	185
A.5	Experimenteinführung – Transkription.....	211
A.6	Verteilte Experimentunterlagen an Teilnehmende	224
A.7	Weiterführende statistische Parameter der paarweisen Vergleiche zwischen den Treatments im Rahmen der Experimentauswertung	232
	Literaturverzeichnis	237

Detalliertes Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Detalliertes Inhaltsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	XII
Tabellenverzeichnis	XIV
Abkürzungsverzeichnis.....	XVII
Vorbemerkung geschlechtergerechte Sprache.....	XVIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Hintergrund und Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Methodik.....	3
1.3 Aufbau der Arbeit.....	5
2 Aktueller Forschungsstand und theoretische Grundlagen	7
2.1 Grundbegriffe und ihre Rolle im Sinne dieser Arbeit.....	7
2.1.1 Spielmechanismus.....	8
2.1.2 Kommunikation.....	15
2.1.3 Kollusion.....	20
2.2 Einführung und empirische Untersuchungen zum Drei-Spieler- Gefangenendilemma.....	29
2.3 Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Spielmechanismus auf Kollusion	35
2.4 Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Kommunikation auf Kollusion	41
2.5 Empirische Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Spielmechanismus und Kommunikation.....	44
2.6 Identifikation der Forschungslücke.....	46
3 Konfliktbeschreibung und Hypothesenherleitung	49
3.1 Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas	49

3.2	Theoretische Vorüberlegungen – Wirkung von Real-Dynamik und Kommunikation auf Kollusion: Verstärkend oder substituierend?	54
3.3	Ableitung der Forschungshypothesen	57
3.3.1	Struktur der Hypothesen	57
3.3.2	Hypothesen zur mittleren Auszahlung	59
3.3.3	Hypothesen zu realisierten Zuständen	61
3.3.3.1	Anteil des Zustands HHX	62
3.3.3.2	Anteil des Zustands HHH.....	62
3.3.4	Hypothesen zu Zug-Veränderungen	63
3.3.5	Hypothesen zur Auszahlungsabweichung	65
3.3.6	Dynamische Betrachtung: Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Hälfte des Konflikts	66
3.3.6.1	Dynamische Betrachtung: Hypothesen zur mittleren Auszahlung.....	67
3.3.6.2	Dynamische Betrachtung: Hypothesen zu realisierten Zuständen	67
3.3.6.3	Dynamische Betrachtung: Hypothesen zu Zug-Veränderungen	69
3.3.7	Zusammenfassung der Forschungshypothesen	70
4	Konzeption, Operationalisierung und Durchführung des Experiments	73
4.1	Experimentdesign - Gestaltung der experimentellen Plattform	75
4.1.1	Experimentelle Plattform: Anforderungen und Eigenschaften	75
4.1.1.1	Spielumgebung	75
4.1.1.2	Kommunikationsmittel	77
4.1.2	Design und Bedienung der Spielfläche.....	78
4.1.2.1	Simultan-wiederholter Spielmechanismus.....	80
4.1.2.2	Real-dynamischer Spielmechanismus.....	82
4.1.2.3	Kommunikation.....	83
4.1.3	Datenerfassung	85
4.1.3.1	Simultan-wiederholter Spielmechanismus.....	85

4.1.3.2	Real-dynamischer Spielmechanismus.....	85
4.1.3.3	Kommunikation.....	86
4.2	Experimentdesign – Untersuchungsgruppen und Regelwerk	86
4.2.1	Querschnittsdesign	86
4.2.2	Anfangszustand.....	87
4.2.3	Entscheidungszeitpunkte für Zug-Möglichkeiten	87
4.2.3.1	Spiel-Modi mit simultan-wiederholtem Spielmechanismus.....	88
4.2.3.2	Spiel-Modi mit real-dynamischem Spielmechanismus.....	88
4.2.4	Kommunikation.....	89
4.2.4.1	Spiel-Modi ohne Kommunikation	89
4.2.4.2	Spiel-Modi mit Kommunikation	89
4.2.5	Spieldauer und Spielende	90
4.2.6	Auszahlungsstruktur und Anreizsystem.....	90
4.3	Operative Durchführung des Experiments	93
4.3.1	Auswahl der Experimentteilnehmenden	93
4.3.1.1	Einladungsprozess und Teilnehmerfundus.....	94
4.3.1.2	Demografische Merkmale Teilnehmende	95
4.3.2	Experimentablauf.....	97
4.3.2.1	Herausforderungen durch die Corona-Pandemie	97
4.3.2.2	Laborumgebung	98
4.3.2.3	Ablauf der Experimentsitzungen	100
4.3.2.4	Übersicht der durchgeführten Experimentsitzungen	104
5	Auswertung des Experiments und Diskussion der Ergebnisse	106
5.1	Einführung der Variablen und deskriptive Analyse der Experimentaldaten	106
5.1.1	Überblick Datenstruktur und Charakteristik der zu untersuchenden Variablen	107

5.1.2	Deskriptive Auswertung der mittleren Auszahlung	113
5.1.3	Deskriptive Auswertung der realisierten Zustände	115
5.1.3.1	Anteil des Zustands HHX	115
5.1.3.2	Anteil des Zustands HHH.....	117
5.1.4	Deskriptive Auswertung der Zug-Veränderungen	118
5.1.5	Deskriptive Auswertung der Auszahlungsabweichung.....	120
5.1.6	Deskriptive Auswertung dynamische Betrachtung: Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Hälfte des Konflikts.....	122
5.1.6.1	Dynamische Betrachtung: Deskriptive Auswertung der mittleren Auszahlung.....	122
5.1.6.2	Dynamische Betrachtung: Deskriptive Auswertung der realisierten Zustände.....	124
5.1.6.3	Dynamische Betrachtung: Deskriptive Auswertung der Zug- Veränderungen	127
5.2	Methodik der Datenanalyse und Einführung in die verwendeten statistischen Testverfahren	129
5.2.1	Mann-Whitney-U- und Wilcoxon-Vorzeichen-Test	129
5.2.2	OLS-Regression.....	131
5.2.3	Tobit-Regression	135
5.3	Bi- und multivariate Analyse zur Überprüfung der Hypothesen	136
5.3.1	Statistische Hypothesenüberprüfung der mittleren Auszahlung	136
5.3.2	Statistische Hypothesenüberprüfung der realisierten Zustände	138
5.3.2.1	Anteil des Zustands HHX	139
5.3.2.2	Anteil des Zustands HHH.....	140
5.3.3	Statistische Hypothesenüberprüfung der Zug-Veränderungen	142
5.3.4	Statistische Hypothesenüberprüfung der Auszahlungsabweichung	143

5.3.5	Statistische Hypothesenüberprüfung dynamische Betrachtung: Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Hälfte des Konflikts	145
5.3.5.1	Dynamische Betrachtung: Statistische Hypothesenüberprüfung der mittleren Auszahlung	146
5.3.5.2	Dynamische Betrachtung: Statistische Hypothesenüberprüfung der realisierten Zustände	149
5.3.5.3	Dynamische Betrachtung: Statistische Hypothesenüberprüfung der Zug-Veränderungen	153
5.3.6	Zusammenfassung der Überprüfung der Hypothesen	156
5.4	Interpretation, Diskussion und Einordnung der Ergebnisse	159
6	Abschließende Überlegungen	166
6.1	Zusammenfassung und Abgleich mit den Forschungszielen	166
6.2	Kritische Würdigung und Ausblick	170
Appendix		174
A.1	Steuerungseinheit bzw. Control-Center der Experimentplattform	174
A.2	Korrespondenz zwischen Experimentleiter und Teilnehmenden im Einladungsprozess	175
A.3	Fragebogen an die Teilnehmenden der experimentellen Untersuchung	178
A.4	Experimenteinführung – Folien	185
A.5	Experimenteinführung – Transkription	211
A.6	Verteilte Experimentunterlagen an Teilnehmende	224
A.7	Weiterführende statistische Parameter der paarweisen Vergleiche zwischen den Treatments im Rahmen der Experimentauswertung	232
Literaturverzeichnis		237

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Konzeptionell - verstärkender und substituierender Effekt zwischen Real-Dynamik und Kommunikation auf Kollusion	55
Abbildung 4.1: Spieloberfläche simultan-wiederholter Spielmechanismus	80
Abbildung 4.2: Spieloberfläche real-dynamischer Spielmechanismus	83
Abbildung 4.3: Kommunikationsmittel BeeBEEP	84
Abbildung 5.1: Statische Betrachtung - mittlere Auszahlung	114
Abbildung 5.2: Statische Betrachtung – Anteil Zustand HHX.....	116
Abbildung 5.3: Statische Betrachtung – Anteil Zustand HHH	117
Abbildung 5.4: Statische Betrachtung – Zug-Veränderungen.....	119
Abbildung 5.5: Statische Betrachtung – Auszahlungsabweichung	121
Abbildung 5.6: Dynamische Betrachtung: Mittlere Auszahlung der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie korrespondierende Differenzen zwischen zweiter und erster Hälfte	123
Abbildung 5.7: Dynamische Betrachtung: Anteil Zustand HHX der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie korrespondierende Differenzen zwischen zweiter und erster Hälfte	124
Abbildung 5.8: Dynamische Betrachtung: Anteil Zustand HHH der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie korrespondierende Differenzen zwischen zweiter und erster Hälfte	126
Abbildung 5.9: Dynamische Betrachtung: Zug-Veränderungen der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie korrespondierende Differenzen zwischen zweiter und erster Hälfte	127
Abbildung A.1: Control-Center der Experimentplattform	174
Abbildung A.2: Einladungsmail an potenzielle Experimentteilnehmende via "HROOT"	175
Abbildung A.3: Bestätigungsmail an Experimentteilnehmende via "HROOT"	176
Abbildung A.4: Erinnerungsmail an Experimentteilnehmende via "HROOT"	177
Abbildung A.5: Fragebogen an die Teilnehmenden der experimentellen Untersuchung	184
Abbildung A.6: Folien der Experimenteinführung Treatment simultan-wiederholt ohne Kommunikation	190

Abbildung A.7: Folien der Experimenteinführung Treatment simultan-wiederholt mit Kommunikation 197

Abbildung A.8: Folien der Experimenteinführung Treatment real-dynamisch ohne Kommunikation 203

Abbildung A.9: Folien der Experimenteinführung Treatment real-dynamisch mit Kommunikation 210

Abbildung A.10: Verteilte Experimentunterlage simultan-wiederholt ohne Kommunikation 225

Abbildung A.11: Verteilte Experimentunterlage simultan-wiederholt mit Kommunikation 227

Abbildung A.12: Verteilte Experimentunterlage real-dynamisch ohne Kommunikation 229

Abbildung A.13: Verteilte Experimentunterlage real-dynamisch mit Kommunikation 231

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Verallgemeinerte Auszahlungsmatrix Zwei-Spieler-Gefangenendilemma	31
Tabelle 2.2: Verallgemeinerte Auszahlungsmatrix N-Spieler-Gefangenendilemma	33
Tabelle 2.3: Verallgemeinerte Auszahlungsmatrix Drei-Spieler-Gefangenendilemma - Perspektive Spieler A.....	34
Tabelle 3.1: Auszahlungsmatrix Drei-Spieler-Gefangenendilemma im Rahmen eines Preiskampfs - Perspektive Spieler A.....	51
Tabelle 3.2: Auszahlungsmatrix Drei-Spieler-Gefangenendilemma im Rahmen eines Preiskampfs - gesamtheitliche Betrachtung	52
Tabelle 3.3: Hypothesengruppierung und korrespondierende Metriken	57
Tabelle 3.4: Zusammenfassung Hypothesen statische Betrachtung	71
Tabelle 3.5: Zusammenfassung Hypothesen dynamische Betrachtung	72
Tabelle 4.1: Überblick demografische und erfahrungsbasierte Merkmale der Teilnehmenden der experimentellen Untersuchung	96
Tabelle 4.2: Ablauf der Experimentsitzungen	101
Tabelle 4.3: Übersicht durchgeführter Experimentsitzungen.....	105
Tabelle 5.1: Metriken- und Kapitelstruktur der Experimentauswertung	106
Tabelle 5.2: Definition abhängige und unabhängige Variablen.....	112
Tabelle 5.3: Statische Betrachtung - Deskriptive Statistik mittlere Auszahlung.....	113
Tabelle 5.4: Statische Betrachtung - Deskriptive Statistik Anteil Zustand HHX.....	115
Tabelle 5.5: Statische Betrachtung - Deskriptive Statistik Anteil Zustand HHH.....	117
Tabelle 5.6: Statische Betrachtung - Deskriptive Statistik Zug-Veränderungen	119
Tabelle 5.7: Statische Betrachtung - Deskriptive Statistik Auszahlungsabweichung.....	121
Tabelle 5.8: Statische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression mittlere Auszahlung	137
Tabelle 5.9: Statische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Anteil Zustand HHX.....	139
Tabelle 5.10: Statische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Anteil Zustand HHH.....	141
Tabelle 5.11: Statische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Zug- Veränderungen.....	142

Tabelle 5.12: Statische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Auszahlungsabweichung	144
Tabelle 5.13: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression mittlere Auszahlung	147
Tabelle 5.14: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche Differenzen mittlere Auszahlung zwischen zweiter und erster Hälfte	148
Tabelle 5.15: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Anteil Zustand HHX	149
Tabelle 5.16: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche Differenzen Anteil Zustand HHX zwischen zweiter und erster Hälfte	150
Tabelle 5.17: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Anteil Zustand HHH	151
Tabelle 5.18: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche Differenzen Anteil Zustand HHH zwischen zweiter und erster Hälfte	152
Tabelle 5.19: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Zug- Veränderungen	154
Tabelle 5.20: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche Differenzen Zug- Veränderungen zwischen zweiter und erster Hälfte	155
Tabelle 5.21: Zusammenfassung Hypothesenüberprüfung statische Betrachtung	157
Tabelle 5.22: Zusammenfassung Hypothesenüberprüfung dynamische Betrachtung	158
Tabelle A.1: Paarweise Vergleiche mittlere Auszahlung - statische Betrachtung	232
Tabelle A.2: Paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHX - statische Betrachtung	232
Tabelle A.3: Paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHH - statische Betrachtung	232
Tabelle A.4: Paarweise Vergleiche Zug-Veränderungen - statische Betrachtung	233
Tabelle A.5: Paarweise Vergleiche Auszahlungsabweichung - statische Betrachtung	233
Tabelle A.6: Paarweise Vergleiche mittlere Auszahlung - dynamische Betrachtung	233
Tabelle A.7: Paarweise Vergleiche Differenz mittlere Auszahlung zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels - dynamische Betrachtung	234
Tabelle A.8: Paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHX - dynamische Betrachtung	234
Tabelle A.9: Paarweise Vergleiche Differenz Anteil Zustand HHX zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels - dynamische Betrachtung	234

Tabelle A.10: Paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHH - dynamische Betrachtung 235

Tabelle A.11: Paarweise Vergleiche Differenz Anteil Zustand HHH zwischen zweiter und
erster Hälfte des Spiels - dynamische Betrachtung 235

Tabelle A.12: Paarweise Vergleiche Zug-Veränderungen - dynamische Betrachtung..... 236

Tabelle A.13: Paarweise Vergleiche Differenz Zug-Veränderungen zwischen zweiter und
erster Hälfte des Spiels - dynamische Betrachtung 236

Abkürzungsverzeichnis

<i>HHH</i>	<i>Hoher Preis, hoher Preis, hoher Preis</i>
<i>HHN</i>	<i>Hoher Preis, hoher Preis, niedriger Preis</i>
<i>HNN</i>	<i>Hoher Preis, niedriger Preis, niedriger Preis</i>
<i>IBU</i>	<i>Institut für Unternehmensführung</i>
<i>KD²Lab</i>	<i>Karlsruhe Decision & Design Lab</i>
<i>KIT</i>	<i>Karlsruher Institut für Technologie</i>
<i>NNN</i>	<i>Niedriger Preis, niedriger Preis, niedriger Preis</i>
<i>OLS</i>	<i>Ordinary Least Squares</i>
<i>RmK</i>	<i>Real-dynamisch mit Kommunikation</i>
<i>RoK</i>	<i>Real-dynamisch ohne Kommunikation</i>
<i>SmK</i>	<i>Simultan-wiederholt mit Kommunikation</i>
<i>SoK</i>	<i>Simultan-wiederholt ohne Kommunikation</i>

Vorbemerkung geschlechtergerechte Sprache

In Ermangelung praktikabler und gleichzeitig lesbarer Alternativen wird in dieser Arbeit aus Gründen der besseren Lesbarkeit in Teilen das generische Maskulinum verwendet. Weibliche sowie anderweitige Geschlechteridentitäten sind dabei explizit eingeschlossen bzw. angesprochen, soweit dies für die jeweilige Aussage erforderlich ist.

1 Einleitung

„The observation of communication is neither necessary nor sufficient for existence of collusion.“

– Ray Rees (1993)

1.1 Hintergrund und Motivation

Wie in dem oben abgetragenen Zitat adressiert, folgt aus der Kommunikation zwischen in Korrespondenz stehender Parteien nicht zwingend Kollusion. Gleichmaßen folgt aus der Abwesenheit von Kommunikation nicht zwingend die Abwesenheit von Kollusion, da über die Kommunikation zwischen Akteuren bzw. die daraus resultierende (Preis-)Absprache hinaus weitere Möglichkeiten zur Etablierung von Kollusion existieren. Rees (1993) thematisiert damit die implizite Kollusion, welche im Unterschied zur expliziten Kollusion ohne verbale oder schriftliche Kommunikation zwischen den beteiligten Parteien entsteht. Ein bekanntes Beispiel ist in diesem Kontext die Preisgestaltung an Tankstellen. Hierbei erscheint es unwahrscheinlich, dass eine permanente Preisabsprache im Rhythmus der hohen Frequenz der Preisänderungen zwischen den Anbietern stattfindet. Die vorliegende Informationsstruktur bzw. Preistransparenz zwischen den Anbietern sowie die schnellen Reaktionsmöglichkeiten aller Parteien könnten in diesem Zusammenhang kollusive Verhaltensweisen fördern.

Ein häufig genutztes Mittel zur Untersuchung von Kollusion sind spieltheoretische Analysen. Allerdings kann der in der Literatur etablierte diskrete bzw. simultan-wiederholte Spielmechanismus, der mit einer entsprechenden Periodenlänge und simultanen Zugentscheidungen der Spieler verbunden ist, die soeben beschriebene Situation der Preisgestaltung an Tankstellen nicht realitätsgetreu abbilden. Vielmehr scheint der kontinuierliche bzw. real-dynamische Spielmechanismus, den Simon und Stinchcombe (1989) durch eine Approximation als diskreten Spielmechanismus mit infinitesimaler Periodenlänge beschreiben, besser geeignet. Dieser ermöglicht den Spielern nämlich jederzeit unmittelbare Aktions- sowie Reaktionsmöglichkeiten bei gleichzeitiger vollkommener Transparenz zwischen den Akteuren. Diese endogenen Entscheidungszeitpunkte sowie Zugreihenfolgen ermöglichen mithilfe der Transparenz zwischen den Spielern die zuvor thematisierte Informationsstruktur, in welcher Handlungen als Signale genutzt werden können.

Vor diesem Hintergrund sollen innerhalb der vorliegenden Arbeit die Einflüsse von Real-Dynamik und Kommunikation sowie deren Wechselwirkung auf Kollusion untersucht werden.¹ Dabei bieten sich verschiedene Vehikel, wie bspw. Auktionen, an, um Kollusion, insbesondere innerhalb von Oligopolen, zu analysieren. In dieser spieltheoretischen Untersuchung wird hingegen das Gefangenendilemma aufgrund der breiten Literaturgrundlage sowie der Möglichkeit zur Übersetzung in einen Preiskampf zwischen Anbietern genutzt.

Der Effekt der Kommunikation ist in der Spieltheorie bereits breit untersucht. Dies zeigen (Meta-)Analysen von bspw. Sally (1995), Balliet (2010) oder Fonseca und Normann (2012). Der Einfluss der Kommunikation auf Koordination, Kooperation und Kollusion wird hierbei überprüft. Es wird eine koordinations- bzw. kooperations- und somit indirekt ebenfalls kollusionsfördernde Wirkung der Kommunikation attestiert. Des Weiteren benötigt die Kollusionsbildung bzw. das Treffen von (Preis-)Absprachen nach Kopf (2017) Zeit, da zunächst ein (Informations-)Austausch zwischen den Spielern stattfinden muss.

Der kontinuierliche bzw. real-dynamische Spielmechanismus und insbesondere dessen Einfluss auf Koordination oder Kooperation wird innerhalb der Literatur deutlich seltener beleuchtet. Einzelne Untersuchungen von Friedman und Oprea (2012) oder Graf (2021) attribuieren dem kontinuierlichen bzw. real-dynamischen Spielmechanismus eine kooperations- bzw. koordinationsfördernde Wirkung. Dies sei auf die reichhaltige Informationsstruktur und die schnellen Reaktionsmöglichkeiten zurückzuführen.

Untersuchungen, die den Einfluss des Spielmechanismus und der Kommunikation auf Kollusion bzw. das Gefangenendilemma und insbesondere deren Wechselwirkungen betrachten, sind dem Autor nicht bekannt. Es existieren lediglich einzelne verwandte Analysen, bspw. von Oprea *et al.* (2014) oder Bigoni *et al.* (2019). Diese beinhalten die Komponenten Spielmechanismus sowie Kommunikation, adressieren allerdings im Falle von Oprea *et al.* (2014) ein Öffentliche-Güter-Spiel oder legen im Falle von Bigoni *et al.* (2019) den Fokus der Analyse auf andere Aspekte wie das Monitoring innerhalb des Spiels.

¹ Im Rahmen dieser Arbeit sollen juristische Aspekte, wie das Verbot von Preisabsprachen, ausdrücklich nicht berücksichtigt werden, da explizite Kollusion ebenso untersucht werden soll. Eine „erfolgreiche“ Kollusion ist in diesem Zusammenhang innerhalb der vorliegenden Arbeit stets zwischen den Anbietern zu sehen. Eine gesamtgesellschaftliche Perspektive soll hierbei nicht eingenommen werden.

In diesem Bereich besteht eine Forschungslücke, der sich die vorliegende Arbeit widmen soll. Der Einfluss des real-dynamischen Spielmechanismus mit endogenen Entscheidungszeitpunkten sowie Zugreihenfolgen und der daraus resultierenden hohen Reichhaltigkeit der Informationsstruktur wird in Kombination mit Kommunikation untersucht werden. Hierbei soll das Gefangenendilemma mit drei Spielern als Repräsentation eines potenziell kollusiven Konflikts genutzt werden und damit einen Komplexitätsgrad zwischen klassischen Zwei-Personen-Spielen und komplexeren Umgebungen, wie dem Öffentliche-Güter-Spiel, adressieren. Explizit soll ein besseres Verständnis bezüglich der Wechselwirkung von Real-Dynamik und Kommunikation, welche sich bspw. durch eine Überlagerung der Effekte zeigen könnte, geschaffen werden. Darüber hinaus wird aufgrund des Zeitbedarfes zur Kollusionsbildung die Wirkung der Zeit ebenfalls thematisiert werden.

1.2 Zielsetzung und Methodik

Innerhalb dieses Abschnittes sollen die Ziele der Arbeit konkretisiert und die dafür notwendige Methodik kurz beleuchtet werden. Aus der soeben geleisteten inhaltlichen Einführung können folgende zentrale Forschungsfragen abgeleitet werden:

- Welchen Einfluss hat die Kommunikation auf Kollusion?
- Welchen Einfluss hat der Spielmechanismus auf Kollusion?
- Besteht eine Wechselwirkung zwischen den Einflüssen der Kommunikation und des Spielmechanismus auf die Kollusion und wie äußert sich diese?
- Welchen Einfluss hat die Zeit, u. a. in Abhängigkeit der vorgenannten Einflussfaktoren, auf die Kollusion?

Zur Beantwortung dieser Fragen und für den hypothesenbasierten-deduktiven Ansatz der Arbeit sind eine Reihe methodischer Schritte nötig. Die vorliegende Untersuchung verfolgt dabei einen empirischen Forschungsansatz. Nach Fonseca und Normann (2012) treten diverse Probleme im Rahmen der Untersuchung von Felddaten im Kontext der Kollusion auf. Dies wird mit dem Verbot von kollusiven Handlungen bzw. Preisabsprachen in einem Großteil der realen Konflikte und dem korrespondierenden Datenmangel sowie der damit einhergehenden potenziell fehlerhaften Selektion von Beobachtungspunkten begründet. Infolgedessen soll innerhalb dieser Arbeit eine experimentelle Analyse, welche die systematische Untersuchung von impliziter und expliziter Kollusion erlaubt, durchgeführt werden.

Für das thematisierte Experiment ist zunächst ein entsprechendes Konfliktszenario zu wählen bzw. zu entwickeln. Da keine einheitliche Definition des Konfliktbegriffs in der einschlägigen Literatur besteht, wird für die vorliegende Arbeit eine eigene Abgrenzung getroffen, welche in Anlehnung an Mortensen (1974), Wilmot und Hocker (2017) sowie Folger *et al.* (2021) formuliert wird. Der Terminus Konflikt beschreibt ein Spannungsverhältnis von mindestens zwei interdependenten Parteien, die (in Teilen) gegenläufige bzw. inkompatible Interessen verfolgen. Hierbei konkurrieren die Parteien um eine knappe Ressource, wodurch etwaige Handlungen einer Partei interferierend gegenüber den Zielen anderer Parteien wirken können. Nach Ableitung und Überprüfung einer Reihe von Entscheidungskriterien erwies sich das Gefangenendilemma mit drei Spielern als passender Konflikt. Dieses kann in einen Preiskampf und somit in die wünschenswerte, potenziell kollusive Umgebung übersetzt werden. Darüber hinaus ermöglicht der korrespondierende höhere Komplexitätsgrad gegenüber klassischen Zwei-Personen-Spielen eine bessere Untersuchung der koordinativen bzw. kollusionsfördernden Wirkung der zu untersuchenden Vehikel Kommunikation, Spielmechanismus und Zeit.

Des Weiteren können die Treatments aus der inhaltlichen Einführung abgeleitet werden. Insbesondere soll implizite und explizite Kollusion, d. h. Spielumgebungen ohne und mit Kommunikation, unter Verwendung des simultan-wiederholten sowie des real-dynamischen Spielmechanismus analysiert werden. Durch die entsprechende Kombinatorik folgen daraus die Treatments *simultan-wiederholt ohne Kommunikation*, *simultan-wiederholt mit Kommunikation*, *real-dynamisch ohne Kommunikation* und *real-dynamisch mit Kommunikation*.

Zur Untersuchung dieser Treatments ist eine geeignete computergestützte Experimentplattform notwendig. Vornehmlich der real-dynamische Spielmechanismus erfordert schnelle Reaktionsmöglichkeiten und vollkommene Transparenz zwischen den Spielern. Nach dem Aufstellen und Überprüfen der entsprechenden Anforderungen an die Experimentplattform wird auf eine Version einer am Institut für Unternehmensführung (IBU) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) iterativ entwickelten Experimentumgebung aufgesetzt, welche die zuvor thematisierte Umgebung ermöglicht.

Angesichts der Charakteristik der Untersuchung wird ein Querschnittsdesign gewählt, in welchem ein Teilnehmer jeweils lediglich eines der bereits eingeführten Treatments spielt. Grund dafür sind potenzielle Überlagerungs- und Lerneffekte aus vorherigen Spielen bei einem Absolvieren mehrerer Treatments durch einen Probanden. Bei einer Randomisierung der

Treatmentreihenfolge für die Teilnehmenden ist mit Überlagerungseffekten von Spielen mit Kommunikation auf Spiele ohne Kommunikation zu rechnen. Bei einem Auslassen der Randomisierung können Lerneffekte nicht kontrolliert werden. Aus diesen Gründen durchläuft jeder Teilnehmende lediglich ein Treatment. Dabei besteht ein Nachteil in der fehlenden Möglichkeit der Kontrolle von individuellen Charakteristiken, wie bspw. Persönlichkeitseigenschaften, der Probanden. Dieser Aspekt wird durch die randomisierte Zuteilung der Teilnehmenden auf die Treatments sowie durch die hohe Anzahl an Beobachtungspunkten adressiert, um eine systematische Verzerrung zu vermeiden.

Für die Beantwortung der anfänglichen Forschungsfragen wird eine statistische Überprüfung durchgeführt. Hierbei werden mittels paarweiser Vergleiche zwischen den einzelnen Treatments und Regressionen verschiedene (das abstrakte Konstrukt Kollusion messende) Metriken untersucht. Die Metriken umfassen die mittlere Auszahlung, den Anteil kollusiver Zustände, den Anteil des vollkommen kollusiven Zustands, Zug-Veränderungen und die Auszahlungsabweichung. Durch diese Metriken soll eine holistische Beleuchtung kollusiver Aspekte gewährleistet werden. Darüber hinaus werden die Metriken sowohl in der statischen (Gesamtspiel) als auch in der dynamischen Betrachtung (erste vs. zweite Spielhälfte) analysiert, um den Einfluss der Zeit evaluieren zu können.²

1.3 Aufbau der Arbeit

Nach der in diesem Kapitel vorgenommenen Einführung von Hintergrund, Motivation, Zielsetzung und Methodik der Arbeit widmet sich **Kapitel 2** dem aktuellen Forschungsstand sowie den für diese Untersuchung notwendigen theoretischen Grundlagen. Dabei werden aus Verständnisgründen für den Leser die Grundbegriffe Spielmechanismus, Kommunikation und Kollusion im Sinne dieser Arbeit charakterisiert (Kapitel 2.1), um anschließend das Drei-Spieler-Gefangenendilemma sowie korrespondierende empirische Untersuchungen zu beleuchten (Kapitel 2.2). Daraufhin folgt eine Einordnung empirischer Untersuchungen zum Einfluss des Spielmechanismus auf Kollusion (Kapitel 2.3) sowie zum Einfluss der Kommunikation auf Kollusion (Kapitel 2.4) und zur resultierenden Wechselwirkung zwischen den Vehikeln

² Eine Ausnahme bildet die Auszahlungsabweichung. Diese Metrik ist lediglich in der statischen Betrachtung sinnvoll und anwendbar.

Spielmechanismus und Kommunikation (Kapitel 2.5). Dieser Abschnitt wird durch die Identifikation der Forschungslücke geschlossen (Kapitel 2.6).

Im Rahmen von **Kapitel 3** werden die Konfliktbeschreibung und die Hypothesenherleitung vorgenommen. Dafür wird zunächst die Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas verdeutlicht (Kapitel 3.1) und theoretische Vorüberlegungen getätigt (Kapitel 3.2), um nachfolgend auf deren Basis die Forschungshypothesen abzuleiten (Kapitel 3.3).

Kapitel 4 ist der Konzeption, Operationalisierung und Durchführung des Experiments dediziert. Hierfür wird die Auswahl und Gestaltung der experimentellen Plattform inklusive der notwendigen Datenerfassung beschrieben (Kapitel 4.1). Anschließend folgt die Beleuchtung des Experimentdesigns im Sinne der Untersuchungsgruppen und des Regelwerks, wodurch die Umsetzung des Spiels detailliert skizziert wird (Kapitel 4.2). Schließlich wird für eine potenzielle Replikation die operative Durchführung des Experiments eingehend betrachtet (Kapitel 4.3).

Die Beantwortung der Forschungsfragen durch die Auswertung des Experiments und die Diskussion der Ergebnisse folgen in **Kapitel 5**. Aus Gründen der Verständlichkeit werden hierfür zunächst die Variablen definiert und eine deskriptive Analyse der Experimentaldaten für eine erste Einordnung der Ergebnisse vorgenommen (Kapitel 5.1). Die deskriptive Analyse umfasst alle bereits thematisierten Metriken sowie die statische und dynamische Betrachtung der Ergebnisse. Anschließend werden die Methodik der Datenanalyse und die statistischen Testverfahren, welche paarweise Vergleiche und Regressionen umfassen, dargelegt (Kapitel 5.2). Daraufhin schließt die zentrale Ergebnisbetrachtung zur Überprüfung der Hypothesen durch eine bi- und multivariate Analyse der Experimentaldaten im Hinblick auf die bereits beschriebenen Metriken in der statischen und dynamischen Betrachtung an (Kapitel 5.3). Durch eine Interpretation, Diskussion und Einordnung der Ergebnisse werden die gesamten Erkenntnisse integriert betrachtet und mit der bestehenden Literatur in Beziehung gesetzt (Kapitel 5.4).

In **Kapitel 6** wird die Arbeit bzw. die korrespondierenden Ergebnisse zusammengefasst und ein Abgleich mit den Forschungszielen durchgeführt (Kapitel 6.1). Abschließend wird die gesamte Untersuchung kritisch gewürdigt sowie ein Ausblick mit möglichen Implikationen und darüber hinausgehenden wünschenswerten Forschungsansätzen gewährt (Kapitel 6.2).

2 Aktueller Forschungsstand und theoretische Grundlagen

Das folgende Kapitel soll einen Überblick bezüglich des aktuellen Forschungsstandes geben sowie in die theoretischen Grundlagen einführen. Dies führt zu einem besseren Verständnis der Forschungsfragen bzw. der damit einhergehenden Untersuchungen für den Leser und bietet die Möglichkeit zur Identifikation der Forschungslücke. Um den aktuellen Forschungsstand wiederzugeben wurde eine Literaturrecherche, deren Fokus zum Großteil auf den üblichen Plattformen, wie bspw. Scopus, EBSCOhost oder Google Scholar lag, durchgeführt.

Strukturell werden zunächst zum allgemeinen Verständnis die Grundbegriffe im Sinne dieser Arbeit sowie deren relevante Eigenschaften vorgestellt. Im Anschluss konzentriert sich die Ausarbeitung auf empirische Analysen der für das Thema relevanten Forschungskomponenten. Namentlich folgen die Einführung und empirische Untersuchungen zum Drei-Spieler-Gefangenendilemma als potenzielles Vehikel zur Analyse im Rahmen eines Experiments. Im Kapitel zu empirischen Untersuchungen des Einflusses von Spielmechanismus auf Kollusion werden in erster Linie verschiedene Spielmodi und deren Effekte betrachtet, um anschließend empirische Untersuchungen zum Einfluss von Kommunikation auf Kollusion näher zu beleuchten. Die Synthese dieser beiden Instrumente wird im darauffolgenden Abschnitt anhand der empirischen Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Spielmechanismus und Kommunikation behandelt. Abschließend kann auf Basis der gesichteten sowie beschriebenen Literatur die vorliegende Arbeit abgegrenzt sowie die zuvor bereits thematisierte Identifikation der Forschungslücke vorgenommen werden.

2.1 Grundbegriffe und ihre Rolle im Sinne dieser Arbeit

Das vorliegende Unterkapitel führt die Grundbegriffe im Sinne dieser Arbeit ein. Anfänglich wird der Begriff Spielmechanismus definiert und die für diese Arbeit relevanten Ausprägungen anhand verschiedener Attribute, insbesondere der Entscheidungszeitpunkte, der Zugreihenfolge sowie der Informationsstruktur, charakterisiert. Anschließend wird ein Überblick über die Kommunikation gegeben, bspw. im Rahmen der Unterscheidung zwischen bindender und nicht-bindender Kommunikation, wobei der Fokus auf dem spieltheoretischen Kontext liegt. Eine Skizzierung der Kollusion mit Bezug auf diese Arbeit, die sich u. A. mit der Klassifikation von Kollusion, der Stabilität von Kollusion sowie der die Kollusion beeinflussenden Faktoren befasst, beschließt das Unterkapitel. Aufgrund der Vielzahl an bereits vorhandener Literatur konzentriert sich die Ausführung innerhalb dieses Abschnittes explizit auf die für die folgende

Arbeit relevanten Aspekte. Daher wird in diesem Kontext ausdrücklich kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

2.1.1 Spielmechanismus

Zunächst soll die Bedeutung des Terminus Spielmechanismus näher erläutert werden, um anschließend den simultan-wiederholten sowie den real-dynamischen Spielmechanismus einzuführen. Diese werden anhand ihrer Eigenschaften skizziert und die Implikationen deren Verwendung beschrieben.

Definition Spielmechanismus

Die Grundlage des Begriffs *Spielmechanismus* legten wissenschaftliche Größen wie Hurwicz (1960) und Vickrey (1961) in ihren Arbeiten im Bereich der Mechanismus-Design-Theorie. Dabei kann der Spielmechanismus als die Ausgestaltung bzw. das Regelsystem des betrachteten spieltheoretischen Konflikts oder der Möglichkeit der Interaktion zwischen den beteiligten Akteuren angesehen werden. Während in der Mechanismus-Design-Theorie der Fokus auf der Konzeption von Anreizen durch den Spielmechanismus und somit der Herbeiführung eines gewünschten Ausgangs des Spiels liegt, sollen in der vorliegenden Arbeit zwei bereits bestehende Spielmechanismen hinsichtlich ihrer Effekte untersucht werden (vgl. Narahari, 2014, S. 205ff; Rubinstein, 1991, S. 910). In Anlehnung an Graf (2021) sind dies namentlich der *simultan-wiederholte* und der *real-dynamische* Spielmechanismus. Im Folgenden sollen beide Spielmechanismen kurz eingeführt werden und im Anschluss anhand der Attribute Entscheidungszeitpunkte, Zugreihenfolge und Informationsstruktur charakterisiert sowie differenziert werden. Im Rahmen dieses Abschnitts sollen die Spielmechanismen bzw. insbesondere deren unterschiedliche Merkmale allerdings nur allgemein beschrieben werden, zur konkreten Umsetzung innerhalb dieser Arbeit inklusive Spieleranzahl, Handlungsoptionen, Spieldauer, Spielende u.Ä. wird auf das Kapitel 4 *Konzeption, Operationalisierung und Durchführung des Experiments* verwiesen.

Grundlagen simultan-wiederholter und real-dynamischer Spielmechanismus

Der simultan-wiederholte Spielmechanismus dominiert die Literatur und ist damit breit untersucht, wie Arbeiten von Roth und Murnighan (1978), Axelrod (1980a) oder Bereby-Meyer und Roth (2006) zeigen. Bei Anwendung dieses Spielmechanismus wird ein Basisspiel mit einer

bestimmten Periodendauer in diskreter Zeit³ (un-)endlich oft wiederholt, wobei die Akteure⁴ erst am Ende der Periode erfahren, welche Handlungsoptionen die Opponenten⁵ gewählt haben und welche Auszahlung dadurch mit der eigenen Wahl erzielt wurde. Dies bildet eine Realität, in der Interaktionen zwischen zwei Akteuren über einen längeren Zeitraum oder mehrmals bestehen, im Vergleich zu einem One-Shot-Spiel⁶ meist besser ab (vgl. Bó, 2005, S. 1592). Daraus können andere Gleichgewichte und somit andere Verhaltensweisen der Akteure resultieren (vgl. Fudenberg und Maskin, 1986, S. 1). Dies betrifft insbesondere opportunistisches Verhalten, auf das durch mögliche Reaktionen der Opponenten in der Zukunft reagiert werden kann (vgl. Bó, 2005, S. 1592). Äquivalent zu Graf (2021) orientiert sich das Design des simultan-wiederholten Spielmechanismus innerhalb der vorliegenden Ausarbeitung an Friedman und Oprea (2012).

Wie bereits erwähnt, wurden die Bezeichnungen der Spielmechanismen in Anlehnung an Graf (2021) gewählt. Er leitet den Term real-dynamisch vor dem Hintergrund der Beschreibung eines Konflikts der „real-world“ (vgl. Fang *et al.*, 1989, S. 86) in Kombination mit dem Ziel zur Entwicklung eines „dynamischen“ Modells ab (vgl. Jing *et al.*, 2020, S. 2). Die Synthese der zwei Begrifflichkeiten resultiert in dem Terminus real-dynamisch, der jederzeit mögliche, gegenseitige Reaktionen der Spieler, bspw. aufgrund der Abwesenheit eines Regelwerks in der zu modellierenden Realität, repräsentieren soll. In der etablierten Literatur wird jedoch häufig von zeitkontinuierlicher Modellierung oder kontinuierlichen Spielen gesprochen. Diese Begriffe werden häufig als synonym verwendet, da der entsprechende Spielmechanismus durch seine zeitkontinuierliche Modellierung am stärksten geprägt ist. Wie die folgenden Abschnitte zeigen werden, induziert die zeitkontinuierliche Modellierung allerdings eine Reihe anderer Attribute, weshalb sich der Autor dazu entschieden hat diesen Spielmechanismus real-dynamisch zu nennen.⁷ Eine (experimentelle) Approximation zeitkontinuierlicher Modellierung liegt in dem Ansatz, dass diese mithilfe von diskreten Zeitschritten infinitesimaler Länge

³ Aufgrund der dadurch abgebildeten Charakteristik wird in der Literatur der Begriff „diskreter Spielmechanismus“ häufig als Synonym zu dem simultan-wiederholten Spielmechanismus verwendet, weshalb der Autor dies in vorliegendem Literaturkapitel entsprechend wiedergibt.

⁴ Der Terminus „Akteur“ wird in dieser Arbeit im Kontext mit Spielen als Synonym zu „Spieler“ verwendet.

⁵ Der Terminus „Opponent“ wird in dieser Arbeit im Kontext mit Spielen als Synonym zu „Spieler“ verwendet.

⁶ Definitionen zu Spielarten und anderen elementaren Grundlagen im Bereich Spieltheorie sind nicht Teil dieser Arbeit. Es wird auf die einschlägige Literatur wie Osborne (2004) oder Berninghaus *et al.* (2010) verwiesen.

⁷ Aufgrund der häufigen Verwendung des Begriffs „kontinuierlicher Spielmechanismus“ in der Literatur gibt der Autor dies in vorliegendem Literaturkapitel entsprechend wieder.

beschrieben werden kann. Dieser Ausgangspunkt verbessert zusätzlich die Vergleichbarkeit der bereits betrachteten simultan-wiederholten mit der real-dynamischen Spielform und bedeutet zugleich, dass alle Spieler zu (nahezu) jeder Zeit Handlungsoptionen ausführen können, ohne dass eine vorher definierte Reihenfolge der Aktionen definiert ist (vgl. Simon und Stinchcombe, 1989, S. 1171ff.). Laut Friedman und Oprea (2012) nähern sich die Verhaltensweisen im simultan-wiederholten Spielmechanismus aufgrund der menschlichen Beschränkungen, wie bspw. der Reaktionsgeschwindigkeit, bei diskreten Zeiteinheiten von kleiner einer Sekunde den Verhaltensweisen im zeitkontinuierlichen bzw. real-dynamischen Spielmechanismus an. Aus technischen Gründen kann lediglich eine quasi-kontinuierliche Modellumgebung umgesetzt werden. Aus soeben genannten Gründen reicht diese jedoch aus, um den real-dynamischen Spielmechanismus hinreichend abzubilden. Der interessierte Leser sei an dieser Stelle für eine mathematisch, formale Definition der zeitkontinuierlichen Spielform auf Bergin und MacLeod (1993) verwiesen. Der Autor beschränkt sich in diesem Abschnitt auf die für die folgenden Untersuchungen relevanten Eigenschaften der unterschiedlichen Spielmechanismen⁸.

Determinanten und Charakteristiken der Spielmechanismen

Die ersten beiden Charakteristika Entscheidungszeitpunkte und Zugreihenfolge sind verwandt, wobei im Folgenden jedoch versucht wird die beiden Begriffe getrennt zu adressieren. In klassischen Untersuchungen von bspw. Rubinstein (1986) sind die *Entscheidungszeitpunkte* durch den simultan-wiederholten Spielmechanismus strikt exogen vorgegeben. Je nach Interpretation ist der Entscheidungszeitpunkt während der laufenden Periode oder am Ende der Periode. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf das Ergebnis, da die Auszahlung erst am Ende bzw. nach der Periode realisiert wird. Ebenso wird die Entscheidung jedes Spielers erst am Ende bzw. nach der Periode den anderen Spielparteien⁹ offengelegt. Wie bereits der Name des simultan-wiederholten Spielmechanismus impliziert, erfolgt eine Wiederholung dieses Vorgangs in jeder Periode. Im Gegensatz dazu versucht der real-dynamische Spielmechanismus die Entscheidungszeitpunkte zu endogenisieren. Eine Annäherung schufen Maynard Smith (1974), Mailath (1993) bzw. Anderson *et al.* (2010) durch sogenannte „War-of-Attrition-“ bzw.

⁸ Für eine ausführliche qualitative Einführung (inklusive Strategieprofilen, etc.) wird auf Simon und Stinchcombe (1989) verwiesen.

⁹ Der Terminus „Partei“ wird in dieser Arbeit im Kontext mit Spielen als Synonym zu „Spieler“ verwendet.

„Preemption-Games“, in denen die Spieler einen Handlungszeitpunkt definieren konnten. Der in dieser Arbeit verwendete real-dynamische Spielmechanismus geht jedoch einen Schritt weiter und ermöglicht den Spielern zu jeder Zeit Handlungsoptionen auszuführen. Die zeitkontinuierliche Spielstruktur wird durch das Eliminieren etwaiger Perioden und dem Einsatz einer bestimmten Spieldauer realisiert. Demnach kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Entscheidungszeitpunkte im simultan-wiederholten Spielmechanismus auf Basis des diskreten Charakters exogen vorgegeben und im real-dynamischen Spielmechanismus auf Basis des zeitkontinuierlichen Charakters endogen sind.

Wie bereits im vorangegangenen Absatz am Beispiel Rubinstein (1986) verdeutlicht, hat jeder Akteur im Falle des simultan-wiederholten Spielmechanismus die Möglichkeit einmal pro Periode eine entsprechende Handlungsmöglichkeit bzw. einen Zug zu wählen. Damit und durch die Auszahlung sowie Offenlegung des gewählten Zuges gegenüber den Opponenten am Ende bzw. nach der Periode, ist die *Zugreihenfolge* indirekt exogen fixiert. Erneut impliziert der simultan-wiederholte Spielmechanismus seine Eigenschaft, indem die Züge der Spieler als simultan angesehen werden können, da das Resultat des Zugs für jeden Spieler simultan am Ende jeder Periode in Kraft tritt. Wiederum versucht der real-dynamische Spielmechanismus eine Endogenisierung der Zugreihenfolge zu ermöglichen. Grundlagen sowie eine Approximation legten Hamilton und Slutsky (1993) bzw. Fang *et al.* (1989) damit, dass sie den Spielern eine Möglichkeit boten selbst zu entscheiden, zu welchem Zeitpunkt ihr Zug ausgeführt werden sollte bzw. einen Ansatz zur Modellierung eines realitätsnahen Konflikts erarbeiteten. Durch die zeitkontinuierliche Natur sowie die Möglichkeit der Spieler zu jeder Zeit zu handeln, existiert keine Beschränkung der Zugreihenfolge im Falle des real-dynamischen Spielmechanismus, wodurch die Zugreihenfolge als endogen angesehen werden kann.

Die Kombination aus den Charakteristiken des real-dynamischen Spielmechanismus in Bezug auf die Entscheidungszeitpunkte und die Zugreihenfolge impliziert endogene Entscheidungen durch die Spieler. Diese Attribute bedingen bessere Signal- sowie Reaktionsmöglichkeiten bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber des simultan-wiederholten Spielmechanismus (vgl. Friedman und Oprea, 2012, S. 350).

Das dritte Unterscheidungsmerkmal ist die *Informationsstruktur*. Arbeiten von Dolman (2012) und Kline (2015) legen nahe, dass Information in der momentanen Zeit eine enorme Wichtigkeit in der Entscheidungs- sowie Strategiefindung eingenommen hat und dieser Einfluss in den

kommenden Jahren weiter zunehmen wird. In der Literatur wird zwischen *vollständiger* und *perfekter bzw. vollkommener Information* unterschieden. Die beiden Termini sollen im Folgenden in Anlehnung an Berninghaus *et al.* (2010), Gibbons (1992) und Narahari (2014) im Sinne dieser Arbeit definiert werden:

- **Vollständige Information:** Allen Spielern sind die beteiligten Akteure, deren Handlungsmöglichkeiten sowie deren Auszahlungsfunktion, die definiert, welche Auszahlung jeder Spieler in Abhängigkeit der gewählten Handlungsoptionen der anderen Spieler erhält, bekannt. Darüber hinaus sind die Regeln des Spiels inklusive des verwendeten Spielmechanismus allen Spielern gegenüber transparent. All diese Informationen sind „Common Knowledge“, d. h. jeder Spieler weiß, dass jedem anderen Spieler diese Informationen vorliegen, während diese dies ebenfalls wissen, etc. pp.¹⁰
- **Perfekte bzw. vollkommene Information:** Alle Kriterien, die für eine vollständige Information benötigt werden, werden erfüllt. Des Weiteren ist jedem Spieler die gesamte Spielhistorie, d. h. das gesamte eigene Verhalten bzw. alle eigenen Züge sowie das gesamte Verhalten bzw. die gesamten Züge der anderen Spielparteien, zu jedem Zeitpunkt des Spiels, bekannt. Auch diese Information ist „Common Knowledge“ und damit symmetrisch unter den Spielern verteilt.

Die vorliegende Informationsstruktur ist von großer Bedeutung für die Analyse eines Spiels, da bei Veränderung der Informationsstruktur andere Gleichgewichte und somit andere Verhaltensweisen der beteiligten Parteien entstehen können (vgl. Fudenberg und Tirole, 1991, S. 541f.). Dabei ist die Kritik von Radner und Rosenthal (1982), dass in der Realität nicht immer vollständige oder gar perfekte Information vorausgesetzt werden kann, dem Autor bekannt. Er erkennt jedoch auch den Trend durch die Digitalisierung zu einer höheren Transparenz (vgl. Seele und Lock, 2017, S. 183) und hält daher, sowie aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit, eine Spielumgebung mit mindestens vollständiger Information für erstrebenswert.

Im nun folgenden Abschnitt soll die Informationsstruktur von Spielen unter Verwendung des simultan-wiederholten sowie des real-dynamischen Spielmechanismus abgeleitet werden. Anhand der zuvor definierten Kriterien kann innerhalb dieser Arbeit festgestellt werden, dass

¹⁰ Für eine detaillierte Definition des Terms „Common Knowledge“ wird auf Narahari (2014, S. 25) verwiesen.

bei beiden Spielmechanismen unter vollständiger Information gespielt wird, da alle beteiligten Akteure, deren Handlungsmöglichkeiten sowie die damit korrespondierende Auszahlungsfunktion ebenso wie alle Spielregeln jedem Spieler bekannt sind bzw. offengelegt werden. Da diese Informationen symmetrisch über alle Spieler verteilt sind, kann von „Common Knowledge“ gesprochen werden. Die Bedingung, dass die Spielhistorie zu jedem Zeitpunkt jedem Spieler vollumfänglich bekannt sein muss, kann jedoch im simultan-wiederholten Spielmechanismus nicht gehalten werden, da den Spielern erst nach Ablauf einer Periode die Wahl der anderen Akteure mitgeteilt wird. Im Gegensatz dazu werden Handlungen von Spielparteien im real-dynamischen Spielmechanismus ihren Mitspielern unmittelbar transparent gemacht. Folglich kann festgestellt werden, dass perfekte bzw. vollkommene Information lediglich bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus vorliegt. Aufgrund dieses Umstandes, in Kombination mit den thematisierten besseren Reaktions- und Signalisierungsmöglichkeiten, ist laut Graf (2021) eine höhere Reichhaltigkeit der Informationsstruktur mit dem real-dynamischen im Vergleich zu dem simultan-wiederholten Spielmechanismus verbunden.

Implikationen durch die Spielmechanismen

Bereits Axelrod und Hamilton (1981) sowie Selten und Stoecker (1986) zeigen, dass sich das Verhalten der Spieler, insbesondere bei der Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus aufgrund der potenziellen Anwendung von Rückwärtsinduktion, am Ende des Spiels ändert, da häufiger myopisch bzw. opportunistisch gehandelt wird. Diesen *Endspiel-Effekten* kann entgegengewirkt werden, indem eine variable Spieldauer und somit ein randomisiertes Ende des Spiels eingeführt wird (vgl. Murnighan und Roth, 1983, S. 284; Holt, 1985, S. 320). Das Spielende soll jedoch kein Unterscheidungskriterium zwischen den Spielmechanismen werden. Folglich wird dieser Umstand bei beiden Spielmechanismen adressiert, für die konkrete Umsetzung wird auf das Kapitel 4.2.5 *Spieldauer und Spielende* verwiesen.

Ferner muss aufgrund der diskreten bzw. zeitkontinuierlichen Form der verschiedenen Spielmechanismen die Auszahlung und deren Berechnung entsprechend angepasst werden sowie generell den Charakteristiken der Spielmechanismen gerecht werden. Für eine detaillierte Beschreibung der Umsetzung im Rahmen des Experiments wird auf Kapitel 4.2.6 *Auszahlungsstruktur und Anreizsystem* verwiesen, zum Umgang im Sinne der statistischen Auswertung auf Kapitel 5.1.1 *Überblick Datenstruktur und Charakteristik der zu untersuchenden Variablen*.

Aufgrund der beschriebenen Eigenschaften wird angenommen, dass der real-dynamische bzw. zeitkontinuierliche Spielmechanismus eine Realität, in der keine explizite Strukturvorgabe oder Regelmäßigkeit existiert, sondern Spieler zu einem von ihnen gewählten Zeitpunkt agieren können, besser abbildet als der simultan-wiederholte bzw. zeit-diskrete Spielmechanismus. In der überwiegenden Mehrheit der realen ökonomischen Situationen können Akteure zu jedem Zeitpunkt handeln und Veränderungen an der Gesamtsituation vornehmen (vgl. Bigoni *et al.*, 2015, S. 588). Auch wenn in einer realen ökonomischen Interaktion zwischen zwei Akteuren keine aufeinander perfekt kontinuierlichen Entscheidungen aufgrund von menschlichen oder maschinellen Reaktionszeiten getroffen werden können, besteht eine Entwicklung in jene Richtung, insbesondere durch technologische Möglichkeiten wie das 5G-Netz (vgl. Calford und Oprea, 2017, S. 918; Zhao, 2020a, S. 1). Deswegen erscheinen lange Reaktionszeiten oder vordefinierte Handlungszeitpunkte für beteiligte Parteien unglaublich (vgl. Simon und Stinchcombe, 1989, S. 1172f.). Beispiele für annähernd kontinuierliche Umgebungen liegen insbesondere auf elektronischen Marktplätzen im Internet vor. Zu nennen sind Echtzeit-Preissetzungen in Zeiten des E-Commerce (vgl. Friedman und Oprea, 2012, S. 337), wie bspw. das Airline Yield Management oder hoch-frequentierte Finanzmärkte (vgl. Bigoni *et al.*, 2015, S. 588). Folglich sei laut Bigoni *et al.* (2015) im Umkehrschluss zweifelhaft, ob der simultan-wiederholte bzw. diskrete Spielmechanismus potenzielle Ergebnisse in der Realität oder der Praxis noch treffend modellieren kann.

Generell liegt eine andere Ausgangslage bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus vor. Aufgrund seiner zeitkontinuierlichen Charakteristik und somit dem Fehlen einer „letzten Periode“ ist die Rückwärtsinduktion im Gegensatz zu dem simultan-wiederholten Spielmechanismus nicht mehr anwendbar (vgl. Bigoni *et al.*, 2015, S. 588). Dies zieht andere potenzielle Gleichgewichte innerhalb der Spiele nach sich, weshalb sich Verhaltensweisen von Spielern ändern können (vgl. Bergin und MacLeod, 1993, S. 29; Calford und Oprea, 2017, S. 915).

Die angesprochenen diversen möglichen Verhaltensweisen äußern sich unterschiedlich über verschiedene Spiele hinweg. Im Falle von „Preemption Games“, bspw. der Entscheidung des

Zeitpunkts eines Markteintritts¹¹, begünstigt eine zeitkontinuierliche Spielform den für die Spieler vorteilhaften Zugzeitpunkt, da das Risiko zu spät in den Markt einzutreten aufgrund der unmittelbaren Reaktionsmöglichkeit minimiert wird. Dieser Effekt wird durch die natürliche Trägheit der Interaktion bzw. der Probanden abgeschwächt, da demzufolge keine unmittelbare Reaktion realisiert wird, sondern ein gewisser Verlust des reaktiven Spielers einhergeht (vgl. Calford und Oprea, 2017, S. 917). In anderen Spielumgebungen dagegen, bspw. dem Koordinationsspiel „Kampf der Geschlechter“, in denen zur fairen bzw. beide Spieler begünstigenden Aufteilung der Auszahlungen eine Koordination im Sinne regelmäßigen Alternierens notwendig wird, ist die diskrete Charakteristik des simultan-wiederholten Spielmechanismus von Vorteil (vgl. Zhao, 2020b, S. 16). Für eine ausführliche Diskussion dieser Mechanismen und den Einfluss auf Kollusion wird auf Kapitel 2.3 *Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Spielmechanismus auf Kollusion* verwiesen.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass der real-dynamische gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus mit weniger Restriktionen verbunden ist und so einen höheren Freiheitsgrad des Verhaltens der Spieler innerhalb entsprechender Konflikte ermöglicht. Dies äußert sich insbesondere in der Endogenisierung von Entscheidungspunkten und der Zugreihenfolge der Spieler. Der real-dynamische Spielmechanismus wurde als Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ausgewählt, da er versucht Konflikte nahe an der Realität zu modellieren. Der simultan-wiederholte Spielmechanismus dient aufgrund der bereits etablierten breiten Forschungsgrundlage innerhalb dieser Untersuchung als Referenzkategorie.

2.1.2 Kommunikation

Innerhalb dieses Abschnitts wird anfänglich der Einfluss des Kommunikationszeitpunkts beleuchtet, um im Anschluss eine Einführung des Cheap-Talks vorzunehmen. Abschließend wird auf Kommunikationsformen und -arten kurz eingegangen.

Kommunikationszeitpunkt

Kommunikation gilt in der Spieltheorie generell als *Koordinationsvehikel*. Die Forschungsgrundlage ist breit und die Thematik ausführlich untersucht. Dies zeigen Arbeiten von Farrell

¹¹ Calford und Oprea (2017) wählen folgenden Experimentrahmen: Zwei Probanden entscheiden unabhängig voneinander, wann sie in den Markt eintreten. Beidseitiges Verzögern des Markteintritts erhöht bis zu einem gewissen Zeitpunkt die Auszahlung beider Spieler, jedoch wird früheres Eintreten gegenüber dem anderen Spieler belohnt.

(1988), Betz (1991), Charness (2000) oder Tingley und Walter (2011), die sowohl Kommunikation lediglich vor dem Spiel als auch während des gesamten Spiels untersuchen.¹² In einer Meta-Analyse konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Kommunikation ausschließlich vor dem Spiel im Vergleich zur zugelassenen Kommunikation über das gesamte Spiel hinweg festgestellt werden (vgl. Balliet, 2010, S. 46). Die angesprochene Unterscheidung zwischen dem Zeitpunkt der Kommunikation soll jedoch kein Teil dieser Ausarbeitung sein. Aufgrund des zu untersuchenden real-dynamischen Spielmechanismus und seiner zeitkontinuierlichen Charakteristik soll das Augenmerk der vorliegenden Untersuchung primär auf einer zugelassenen Kommunikation während des gesamten Spiels liegen. Deswegen soll jedoch die theoretische Fundierung und deren Implikationen durch bereits etablierte Forschungsarbeiten, in denen lediglich die Kommunikation vor Spielbeginn gestattet war, ausdrücklich nicht ignoriert werden, sondern Teil des vorliegenden Kapitels sein. Somit werden im Folgenden Arbeiten unabhängig von ihren Kommunikationszeitpunkten betrachtet und relevante Schlussfolgerungen dargelegt.

Cheap-Talk

Ein Unterscheidungskriterium zwischen *kooperativer* und *nicht-kooperativer Spieltheorie* ist die Möglichkeit, bindende Verträge innerhalb der kooperativen Spieltheorie zu formulieren, die Koalitionen formen können und durch eine dritte Partei oder Institution durchgesetzt werden (vgl. Osborne und Rubinstein, 1994, S. 155f; Berninghaus *et al.*, 2010, S. 157f; Brickley *et al.*, 2000, S. 85). Die vorliegende Arbeit ist (formal) dem Bereich der nicht-kooperativen Spieltheorie zuzuordnen. Deswegen soll äquivalent mit der Kommunikation verfahren werden, d. h. die Kommunikation ist nicht bindend bzw. aus ihr entstehen keine bindenden Verträge. In diesem Zusammenhang wird häufig von Cheap-Talk gesprochen.

Cheap Talk ist Kommunikation, die nicht bindet, allerdings entwickelt sie im Rahmen empirischer Untersuchungen trotzdem einen Einfluss auf die Handlungen von Akteuren, wie in diesem Unterkapitel adressiert werden soll. Der Terminus soll in den folgenden Abschnitten charakterisiert werden. Farrell (1987) definiert Cheap-Talk anhand von drei Kriterien. Die Kommunikation müsse kostenlos, nicht-bindend bzw. unverbindlich und nicht überprüfbar sein, um als Cheap-Talk zu gelten (vgl. Farrell, 1987, S. 34; Farrell und Gibbons, 1989, S. 1214). Bei

¹² Für weitere ausführliche Literatur wird auf Balliet (2010, S. 47) verwiesen.

Erfüllung dieser drei Kriterien kann theoretisch darauf geschlossen werden, dass es für die beteiligten Akteure innerhalb eines Spiels keinen Anreiz gibt die Wahrheit zu sagen. Demnach würde diese Art der Kommunikation keine Veränderung der spieltheoretischen Voraussetzungen bzw. der Auszahlungen zur Folge haben und somit keine Verhaltensänderung der Akteure nach sich ziehen (vgl. Farrell und Rabin, 1996, S. 104; Sally, 1995, S. 58ff.). Daher ist die theoretische Wirkung von Cheap-Talk nur sehr begrenzt modellierbar. Des Weiteren sind Felddaten aus realen Konflikten, insbesondere im ökonomischen Kontext aufgrund des Verbots von Preisabsprachen bzw. dem damit einhergehenden Anreiz der Akteure etwaige Kommunikation geheim zu halten, rar (vgl. Johnson, 1993, S. 81; Fonseca und Normann, 2012, S. 1760). Aus diesen Gründen erfolgt eine Annäherung anhand anderer theoretischer Überlegungen.

Aufgrund der soeben beschriebenen Anreize für jeden Akteur spielt die Glaubwürdigkeit der Spieler bzw. deren Aussagen oder Nachrichten im Rahmen des Cheap-Talks eine große Rolle. Die Glaubwürdigkeit der Nachricht ist davon abhängig, ob die Nachricht selbstsignalisierend¹³ und selbstverpflichtend¹⁴ ist (vgl. Farrell und Rabin, 1996, S. 111f.). Eine Nachricht ist selbstsignalisierend, sofern es ausschließlich dann den Zielen des Emittenten entspricht, dass die Nachricht geglaubt wird, wenn sie wahr ist. Eine Nachricht ist selbstverpflichtend, sofern ein Anreiz beim Emittenten entsteht dem Inhalt der Nachricht Folge zu leisten, sobald die Nachricht geglaubt wird. Nach diesen strengen Kriterien lässt sich ableiten, dass im Falle aller Dilemmata, in denen ein spieltheoretisch- bzw. auszahlungsbasiertes Interesse zur Lüge bzw. einem gegenteiligen oder abweichenden Verhalten des Emittenten der Nachricht besteht, Cheap-Talk keinen Einfluss auf das Verhalten der Akteure haben sollte (vgl. Baliga und Morris, 2002, S. 450f; Kopf, 2017, S. 56f.). Kritik bzw. gegenteilige Überlegungen vertreten Charness und Dufwenberg (2006), die einen Effekt der Schuldaversion im Handeln von Akteuren bei zugelassener Kommunikation erkennen. Dies sei auf eine Selbstbindung durch das Geben eines Versprechens im Kontext sozialen Verhaltens zurückzuführen. Darüber hinaus überschätzen Spieler die Wahrscheinlichkeit, dass eine etwaige Lüge ihrerseits entdeckt wird (vgl. Gilovich *et al.*, 1998, S. 334f.). Des Weiteren attestieren Dawes *et al.* (1988) der Kommunikation

¹³ Englisch: Self-signaling.

¹⁴ Englisch: Self-committing.

einen positiven Effekt auf die Gruppenidentität, weshalb die Kombination der genannten Faktoren zu einem verlässlicheren Verhalten der Akteure führen kann.

Obwohl Cheap-Talk keine Bindungswirkung entfaltet, wird durch experimentelle Untersuchungen ein Einfluss auf Konfliktverläufe sichtbar. Hierbei wird deutlich, dass Cheap-Talk in verschiedenen Situationen einen positiven Effekt auf die Koordination unter den Spielern hat. Dies gilt insbesondere für klassische Koordinationsspiele wie „Kampf der Geschlechter“ oder „Hirschjagd“ (vgl. Crawford, 1998, S. 294ff.). Des Weiteren konnte über Meta-Analysen von Sally (1995) und Balliet (2010) festgestellt werden, dass Kommunikation auch im Falle sozialer Dilemmata einen Beitrag zur Koordination leistet. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt eine Studie zur Auflösung des Koordinationsproblems im Cournot-Wettbewerb und dem daraus folgenden Stackelberg-Gleichgewicht, das durch Kommunikation gefördert wird (vgl. Daughety und Forsythe, 1987, S. 428). Insgesamt kann somit, entgegen der ursprünglichen Theorie, konstatiert werden, dass Kommunikation bzw. Cheap-Talk eine Wirkung auf das Verhalten der Spieler ausübt und somit den Ausgang des Spiels beeinflussen kann. Für eine ausführliche Behandlung sowie Diskussion des Koordinationseffekts von Kommunikation und darüber hinausgehender Implikationen wird auf Kapitel 2.4 *Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Kommunikation auf Kollusion* verwiesen.

Kommunikationsformen und -arten

Die operative Umsetzung der Kommunikation unterscheidet sich in vielen experimentellen Untersuchungen. Eine Entscheidungskomponente ist die Form der Kommunikation im Sinne einer strukturierten oder einer offenen bzw. freien Kommunikation. Im Falle der strukturierten Kommunikation werden den Teilnehmenden festgelegte Kommunikationsoptionen in Form von Sätzen zur Verfügung gestellt, mithilfe derer sie mit den Mitspielenden interagieren können, wohingegen offene bzw. freie Kommunikation ohne Vorgaben auskommt. Die Probanden können somit eigenständig und ungehindert kommunizieren (vgl. Waichman *et al.*, 2014, S.3). Der Vorteil der strukturierten Kommunikation liegt in der Einfachheit ihrer Analyse (vgl. Kopf, 2017, S. 63). Demgegenüber steht die begrenzte Möglichkeit der Abbildung der Intentionen der Teilnehmenden. Es können lediglich die Aussagen getroffen werden, die im Vorhinein bereits definiert und den Teilnehmenden zur Verfügung gestellt worden sind. Somit beeinflusst die Vorauswahl die Kommunikation zwischen den Probanden und kann folglich zu einem induzierten Verhalten führen, das bei einem neutralen Experiment unerwünscht ist

(vgl. Fonseca und Normann, 2012, S. 1761; Cooper und Kühn, 2014, S. 250). Innerhalb einer Vielzahl an Veröffentlichungen wird deswegen eine offene bzw. freie Kommunikation ermöglicht, wie Arbeiten von Holcomb und Nelson (1997) oder Davis und Wilson (2002) zeigen. Ein zentraler Nachteil der offenen bzw. freien Kommunikation besteht in der äußerst aufwendigen Inhaltsanalyse, um die Kommunikation im Anschluss an das Experiment zu untersuchen (vgl. Cooper und Kühn, 2014, S. 261ff.). Der Autor entscheidet sich innerhalb der vorliegenden Arbeit für eine offene bzw. freie Kommunikation, da die Realität bestmöglich modelliert werden soll und den Teilnehmenden alle Möglichkeiten der Kommunikation sowie Handlung ermöglicht werden sollen. Ferner liegt der Fokus dieser Arbeit nicht auf dem Inhalt der Kommunikation, sondern auf deren Auswirkung, demnach wiegt der hohe Aufwand einer potenziellen Inhaltsanalyse weniger schwer.

Ein weiteres Differenzierungsmerkmal im Rahmen von Untersuchungen ist die Kommunikationsart im Sinne einer persönlichen Kommunikation, d. h. von Angesicht zu Angesicht, oder der schriftlichen Kommunikation über zumeist elektronische Kanäle. Welche dieser Kommunikationsarten effektiver in Bezug auf eine etwaige Koordination wirkt, ist in der Literatur umstritten.¹⁵ Das genaue Experiment-Design sowie der Zeitpunkt der zugelassenen Kommunikation spielen hierbei eine Rolle. Unumstritten ist jedoch, dass beide Kommunikationsarten eine koordinative Wirkung entfalten (vgl. Frohlich und Oppenheimer, 1998, S. 393ff.). Eine Meta-Analyse von Balliet (2010) bescheinigt der persönlichen Kommunikation eine stärkere Wirkung als der schriftlichen Kommunikation. Aufgrund der besseren Kontroll- sowie Analysemöglichkeiten der schriftlichen, insbesondere der elektronischen, Kommunikation und dem gegenwärtigen Trend der Digitalisierung entscheidet sich der Autor allerdings für eine schriftliche, elektronische Kommunikation im Rahmen dieser Untersuchung.

Im Falle von zugelassener Kommunikation innerhalb dieser Arbeit ist diese demnach während des gesamten Spiels in schriftlicher, elektronischer Form möglich ist, wobei die Probanden offen in ihrer Formulierung sind und somit ihre Intentionen frei zum Ausdruck bringen können. Diese Form der Kommunikation wird einer Referenzkategorie, die keine Kommunikation zulässt, gegenübergestellt.

¹⁵ Für weiterführende Literatur wird auf Balliet (2010) verwiesen.

Abschließend soll angemerkt werden, dass Cheap-Talk, wie bereits häufig empirisch attestiert, relevant ist und insbesondere die Kombination mit dem real-dynamischen Spielmechanismus aufgrund dessen Charakteristiken interessant erscheint.

2.1.3 Kollusion

Zunächst kann festgestellt werden, dass Kollusion im Rahmen dieser Arbeit als ein Vehikel zur Untersuchung der Einzel- sowie Wechselwirkungen des Spielmechanismus und der Kommunikation gesehen werden kann. Deswegen fokussiert sich dieser Abschnitt ausschließlich auf die relevanten Teile der bereits bestehenden Literatur, die zum Verständnis der Untersuchung notwendig sind. Hierfür wird Kollusion zunächst definiert und die Messung dieser näher betrachtet. Anschließend wird Kollusion im Oligopol, insbesondere der Bertrand-Wettbewerb, beleuchtet, um daraufhin unterschiedliche Klassifikationen bzw. Formen von Kollusion einzuführen. Für das Verständnis und die Konzipierung eines potenziell kollusiven Konflikts werden abschließend die Entwicklung von Kollusion sowie relevante Einflussfaktoren erläutert.

Definition und Messung von Kollusion

Die Definition von Kollusion und die Art der Messung von Kollusion sind unmittelbar miteinander verbunden, weshalb diese zwei Aspekte im Folgenden gemeinsam eingeführt werden sollen. Kollusion kann allgemein durch die Koordination von Handlungen mindestens zweier Akteure beschrieben werden (vgl. Rees, 1993, S. 27). Im ökonomischen Kontext kann sich dies in vielerlei Konstellationen, wie einer Preis- sowie Mengenfestlegung, einer Marktaufteilung oder anhand von Einigungen auf Basis anderer Dimensionen, äußern (vgl. Lande und Marvel, 2000, S. 941; Lambertini und Schultz, 2003, S. 131; Marshall und Marx, 2008, S. 1). In diesem Kontext ist allerdings das Ergebnis entscheidend und nicht der Weg oder die Abfolge von Ereignissen, die zu diesem Ergebnis geführt hat. Hierbei hat sich der Preis als Indikator für kollusives Verhalten etabliert. Kollusives Verhalten ist demnach vorhanden, sofern der Preis über einem kompetitiven Vergleichsmaßstab liegt (vgl. Motta, 2004, S: 137f.). Dieser Vergleichsmaßstab wird häufig durch ein Gleichgewicht, bspw. das Walras- oder das Nash-Gleichgewicht, repräsentiert (vgl. Engel, 2007, S. 493f; Feuerstein, 2005, S. 164). Darüber hinaus kann vollkommene Kollusion, in der die gemeinsame Gewinnmaximierung aller beteiligten Spieler bzw. Anbieter vorliegt, als Kennzahl zur Messung von Kollusion herangezogen werden (vgl. Feuerstein, 2005, S. 166f.). Der Nachteil dieser Messmethodik liegt darin begründet, dass ein Markt lediglich als kollusiv erkannt wird, sofern vollkommene Kollusion, d. h. eine

Übereinkunft unter sämtlichen beteiligten Akteuren, vorliegt. Allerdings kann argumentiert werden, dass, sobald bspw. der Preis über dem zuvor genannten Vergleichsmaßstab liegt, ein gewisser Grad an Kollusion vorhanden ist. Um diesen Umstand zu adressieren, kann in Anlehnung an Dijkstra *et al.* (2017) ein Kollusionsindex definiert werden, der die Differenz aus den Preisen des erzielten Falls und dem Vergleichsmaßstab ins Verhältnis zu der Differenz der Preise bei vollkommener Kollusion und dem Vergleichsmaßstab setzt.

$$Kollusionsindex = \frac{Preis_{erzielt} - Preis_{Vergleichsmaßstab}}{Preis_{vollkommene\ Kollusion} - Preis_{Vergleichsmaßstab}} \quad (2.1)$$

Somit wird jedes kollusives Verhalten erkannt und entsprechend seiner Ausprägung gewichtet (vgl. Dijkstra *et al.*, 2017, S. 18ff; Engel, 2007, S. 493f.). Für die konkrete Umsetzung der Messung von Kollusion sowie dem Zusammenhang zwischen Spielzuständen und Kollusionsumfang wird auf Kapitel 3.1 *Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas* und 3.3 *Ableitung der Forschungshypothesen* verwiesen.

Im Kontext dieses Abschnitts muss darauf hingewiesen werden, dass empirische Analysen anhand von Felddaten im Bereich Kollusion schwerlich belastbar sind. Dies ist zum einen durch die verschiedenen, teils asymmetrischen, Faktoren bzw. Charakteristiken der betrachteten Unternehmen, die sich im Laufe der Zeit ändern und somit die Vergleichbarkeit erschweren, bedingt (vgl. Davis und Holt, 1994, S. 467). Zum anderen ist die Datenlage aufgrund des in weiten Teilen rechtlichen Verbots von Kollusion dünn, da die beteiligten Akteure den Anreiz haben die Daten geheim zu halten. Selbst im Falle einer entdeckten Kollusion kann nicht festgestellt werden, wie bspw. die Preissetzung erfolgt wäre, hätte es dieses kollusive Verständnis nicht gegeben (vgl. Davis und Holt, 2013, S. 170; Potters und Suetens, 2013, S. 448). Ferner erfolgt, insbesondere bei konkreter verbotener Absprache, eine Vorselektion, da lediglich kollusive Vereinbarungen untersucht werden können, die im Nachhinein aufgedeckt wurden (vgl. Fonseca und Normann, 2012, S. 1760). Aus diesen Gründen werden in vorliegendem Abschnitt theoretische Überlegungen sowie experimentelle Ergebnisse betrachtet, während empirische Felddaten nicht beleuchtet werden sollen.

Kollusion im Oligopol

Ein Großteil der Analysen zu Kollusion beziehen sich auf die Marktform des Oligopols, bei der nur einige wenige Anbieter den Markt bedienen (vgl. Hirschey, 2009, S. 502). Die vorliegende Arbeit soll sich ebenfalls mit dieser Marktform beschäftigen. Populäre Formen des

Wettbewerbs im Rahmen eines Oligopols etablierten Cournot (1838), wobei die Menge die festzulegende strategische Variable darstellt, und Bertrand (1883), wobei der Preis die festzulegende strategische Variable darstellt. Aufgrund der zuvor thematisierten Eigenschaft des Preises als Kollusionsindikator orientiert sich diese Arbeit am *Bertrand-Wettbewerb*, der zugleich als kompetitiver als der *Cournot-Wettbewerb* gilt (vgl. Potters und Suetens, 2013, S. 439f.). Im Rahmen des statischen, einmaligen Bertrand-Wettbewerbs mit homogenen Produkten und identischen Grenzkosten der Anbieter ist der Preis, aufgrund der Basisannahme, dass sich die gesamte Nachfrage auf den Anbieter mit dem niedrigsten Preis vereinigt, die entscheidende Variable. Dadurch hat bei simultaner Ausführung jeder Anbieter, sofern er dies vermag, den Anreiz alle anderen Anbieter preislich zu unterbieten (vgl. Tirole, 1988, S. 209f; Haan *et al.*, 2009, S. 17; Feuerstein, 2005, S. 163). Dies ist bis zum Erreichen der Grenzkosten der einzelnen Anbieter möglich und stellt als Besonderheit zugleich das Walras- sowie das Nash-Gleichgewicht dar (vgl. Engel, 2007, S. 493). Im Falle von wiederholten Spielen hält dieses Bertrand-Paradoxon nicht zwingend stand, da die Zukunft für die Anbieter relevant wird und sie demnach die Folgen ihrer Entscheidungen in der gegenwärtigen Periode berücksichtigen müssen, weshalb es zu anderen Ausgängen kommen kann (vgl. Chamberlin, 1929, S. 85; Tirole, 1988, S. 239f.). Ein genereller Kritikpunkt am Bertrand-Wettbewerb stellen die massiven Mengenschwankungen und damit einhergehenden Gewinnveränderungen basierend auf einer infinitesimalen Preisänderung, welche in der Realität nicht in diesem Ausmaß zu beobachten sind, dar (vgl. Dolbear *et al.*, 1968, S. 241). Wie bereits erwähnt, orientiert sich die vorliegende Arbeit am Bertrand-Wettbewerb. Für die genaue Ausgestaltung der Marktumgebung bzw. der entsprechenden Mechanismen wird auf die Kapitel 3.1 *Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas* sowie Kapitel 4 *Konzeption, Operationalisierung und Durchführung des Experiments* verwiesen. Ferner wird im Rahmen dieser Untersuchung lediglich ein einzelner Markt betrachtet. Demnach ist das Konzept des Multimarktkontakts bzw. „Mutual Forbearance“ nicht relevant und soll im Folgenden nicht betrachtet werden (vgl. Strickland, 1985, S. 153ff.).

Klassifikationsformen von Kollusion

Es existiert eine Reihe von möglichen Klassifikationsmöglichkeiten der Form von Kollusion. Der Inhalt des folgenden Abschnitts ist dabei auf die für diese Arbeit relevanten bzw. genutzten Formen beschränkt. Zunächst kann zwischen vertikaler und horizontaler Kollusion unterschieden werden, wobei sich die vorliegende Untersuchung auf das Preisverhalten der Anbieter

innerhalb eines Oligopols konzentriert und demnach lediglich horizontale Kollusion von Interesse ist (vgl. Barbot, 2009, S. 952ff; Baumol, 1992, S. 129ff.). Des Weiteren kann zwischen impliziter bzw. stillschweigender und expliziter Kollusion unterschieden werden (vgl. Lipczynski *et al.*, 2006, S. 163ff.). *Implizite* bzw. *stillschweigende Kollusion* charakterisiert sich durch die Koordination von Handlungen der beteiligten Akteure, bspw. um Preise und somit Gewinne zu erhöhen, ohne dass eine explizite Vereinbarung oder Kommunikation vorliegt (vgl. Potters und Suetens, 2013, S. 448). Dieser Umstand kann in hochkonzentrierten Marktumgebungen wie Oligopolen bereits durch das Verständnis der gegenseitigen Abhängigkeiten in Kombination mit geschickten Aktionen und Reaktionen durch die Akteure erzielt werden (vgl. Green *et al.*, 2015, S. 465ff.). Die *explizite Kollusion* ist mit einer verbalen oder schriftlichen Absprache, bspw. über Preise, zwischen den Akteuren verbunden. Hierbei werden die Begriffe Kartell und explizite Kollusion in der Literatur häufig als Synonym verwendet (vgl. Bruneckienė *et al.*, 2015, S. 2f.). Da explizite Kollusion in der Regel als illegal gilt, wird innerhalb dieser Arbeit im Falle von expliziter Kollusion von nicht-bindender Kommunikation ausgegangen, da somit keine Möglichkeit zur Vertragsbindung o.Ä. existiert (vgl. Frass und Greer, 1977, S. 21). In diesem Kontext soll darauf hingewiesen werden, dass juristische Implikationen der expliziten Kollusion ausdrücklich kein Teil dieser Arbeit sein sollen. Für nähere Ausführungen zur Unterscheidung von bindender und nicht-bindender Kommunikation bzw. Cheap Talk sei auf Kapitel 2.1.2 *Kommunikation* verwiesen.

Entwicklung von Kollusion

Das Entstehen und die darauffolgende Stabilität von Kollusion sind von mehreren Aspekten abhängig. Eine Voraussetzung für Kollusion stellt das Erreichen einer expliziten oder impliziten Einigung über sowohl die Dimension der Kollusion, d. h. den Preis, die Menge o.Ä., als auch über das Ergebnis der Kollusion, d. h. die Höhe der entsprechenden Einheit, dar. Dieser Schritt ist häufig mit einer Art der Signalgebung unter den Parteien verbunden und erfordert einen gewissen Grad des gemeinsamen Anreizes, der das Zustandekommen der Kollusion attraktiv gestaltet. Darüber hinaus müssen die beteiligten Akteure dazu in der Lage sein, etwaiges abweichendes Verhalten von der zuvor erzielten Einigung durch einzelne Akteure zu erkennen bzw. aufzudecken. Darauf aufbauend wird eine Möglichkeit zur Bestrafung der abweichenden Parteien benötigt, um diesem Verhalten die Attraktivität zu nehmen. Ultimatim liegt diesem Umstand die theoretische Überlegung zugrunde, dass die vorherrschende Kollusion stabil ist, sofern der einmalige Gewinn durch das Abweichen kleiner ist als die darauffolgenden

diskontierten Verluste während der Bestrafungsphase (vgl. Scheffman und Coleman, 2003, S. 327f; Feuerstein, 2005, S. 163). Dieser Logik folgend haben härtere Strafen, bzw. bereits die Androhung solcher, einen kollusionsstabilisierenden bzw. -fördernden Effekt (vgl. Shapiro, 1989, S. 365). In der Spieltheorie sind verschiedene Strafen bereits untersucht. Bekannte Beispiele sind das Forcieren des (unvorteilhaften) Nash-Gleichgewichts des entsprechenden One-Shot-Spiels oder die Minimax-Strafe, in welcher der abweichende Akteur auf die niedrigste Auszahlung unter Berücksichtigung seiner besten Antwortmöglichkeiten gezwungen werden soll. Die Strafen können entsprechend in der Länge der Durchführung variiert und somit in der Härte zusätzlich gesteuert werden (vgl. Rees, 1993, S. 32). Damit eine etwaige Drohung einen tatsächlichen Einfluss entwickelt, muss die Strafe glaubwürdig, d. h. im Interesse des potenziell bestrafenden Akteurs sein. Dieser Umstand geht im spieltheoretischen Sinne zum einen mit der Teilspielperfektheit einher (vgl. Gibbons, 1997, S. 134ff.). Zum anderen argumentieren Farrell und Maskin (1989), dass Neuverhandlungsstabilität vorhanden sein muss, da, sofern die Akteure nicht von einer Strafe, sondern von einer erneuten Verhandlung über eine etwaige Kollusion im Anschluss an eine Abweichung ausgehen, kein Anreiz besteht der ursprünglichen Vereinbarung zu folgen. Im Rahmen dieser Ausführungen muss berücksichtigt werden, dass dies rein theoretische Überlegungen sind, die sich in der Realität nicht zwingend in gleicher Form darstellen müssen. In der Realität können Bestrafungen in sehr diversen Ausprägungen durchgeführt werden. Dies umfasst unter anderem das gezielte Abwerben von Kunden, rechtliche Klagen, soziale Sanktion einzelner Mitglieder der zu bestrafenden Partei, Exklusivverträge mit industrierelevanten Lieferanten oder Preisreduktionen (vgl. Roux und Thöni, 2015, S. 84). Der soeben beschriebene Prozess unter Verwendung einzelner oder mehrerer beleuchteter Optionen durch die Akteure und die damit potenziell einhergehenden Verhandlungen zur Etablierung von Kollusion benötigen demnach Zeit (vgl. Kopf, 2017, S. 97).

Einflussfaktoren auf Kollusion

Kollusion kann in einer Vielzahl von Industrien mit diversen Attributen vorkommen (vgl. Levenstein und Suslow, 2006b, S. 55ff; Levenstein und Suslow, 2015, S. 444ff.). Im Folgenden sollen die für diese Arbeit relevanten kollusionsbeeinflussenden Faktoren und empirischen Befunde eingeführt werden. Hierbei werden allgemeine Implikationen der einzelnen Faktoren in Bezug auf das im Verlauf dieser Ausarbeitung zu untersuchende Spiel sowie der korrespondierenden Spielumgebung beleuchtet. Für die konkrete Umsetzung wird allerdings auf Kapitel 3.1 *Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas* und Kapitel 4.1.1.1

Spielumgebung verwiesen. Ferner soll darauf aufmerksam gemacht werden, dass den Faktoren Spielmechanismus und Kommunikation mit den Kapiteln 2.3 *Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Spielmechanismus auf Kollusion* und 2.4 *Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Kommunikation auf Kollusion* eigenständige Abschnitte gewidmet sind und diese folglich in der folgenden Ausführung nicht berücksichtigt werden.

Analysen von Brandts und Guillén Pablo (2007), Engel (2007) oder Potters und Suetens (2013) zeigen, dass Kollusion von der *Anzahl an Wettbewerbern* abhängig ist, wobei Kollusion mit einer Erhöhung der Anbieterzahl seltener wird. Ein Grund dafür ist die koordinative Aufgabe zur Erzielung einer Einigung unter den Anbietern, welche bei Zunahme der Anzahl an beteiligten Akteuren schwieriger wird (vgl. Feuerstein, 2005, S. 168). Zusätzlich steigen die Betrugsanreize bei einer erhöhten Wettbewerberzahl an. Dies wird insbesondere in der Bertrand-Umgebung intuitiv sichtbar. Im Falle der gleichmäßigen Teilung des Marktes unter den Anbietern sinkt der Marktanteil bei steigender Wettbewerberzahl. Durch das Abweichen bzw. das Unterbieten des Kollusionspreises kann jedoch jeder Anbieter die gesamte Nachfrage auf sich vereinen. Dadurch ist der Anreiz zum Abweichen und der damit verbundene Gewinn bei einer höheren Anbieteranzahl größer als bei einer niedrigen Anbieteranzahl (vgl. Stigler, 1964, S. 51; Shapiro, 1989, S. 370f.). Darüber hinaus kann bei einer hohen Anbieteranzahl Betrug durch die höhere Komplexität schwieriger festgestellt und zugleich bestraft werden, wodurch in einem Großteil realer Situationen der Anreiz für ein Trittbrettfahrerverhalten, im Sinne einer Abweichung, für einzelne Akteure entsteht, indem die kollusive Absprache der Mehrheit der Akteure ausgenutzt wird (vgl. Feuerstein, 2005, S. 169). Angelehnt an Selten (1973)¹⁶ stellen Huck *et al.* (2004) fest, dass in Bezug auf Kollusion innerhalb eines Oligopols zwei Akteure wenig und vier Akteure bereits viel¹⁷ sind. Darauf basierend soll innerhalb dieser Arbeit ein Triopol, d. h. ein Oligopol mit drei Wettbewerbern, beleuchtet werden. Aufgrund der daraus resultierenden breiten Ausgangsmöglichkeiten der Untersuchung bietet dies die Möglichkeit die Einflüsse von Effekten, wie bspw. dem Spielmechanismus oder der Kommunikation, bestmöglich zu analysieren.

¹⁶ Selten (1973) etablierte innerhalb seiner Ausarbeitung die Maxime „vier sind wenige, sechs sind viele“ – „four are few, six are many“ in Bezug auf Kooperation in einem Oligopol.

¹⁷ Huck *et al.* (2004): „Two are few and four are many“.

Ein weiterer kollusionsbeeinflussender Faktor ist das *Monitoring*, d. h. die Möglichkeit der Akteure zur Beobachtung von Aktionen, die andere Parteien innerhalb eines Konflikts ausführen (vgl. Holcomb und Nelson, 1997, S. 79f.). Monitoring ist mit dem Konzept der Informationsstruktur verwandt, welches bereits ausführlich im Abschnitt 2.1.1 *Spielmechanismus* beleuchtet wurde, und unterliegt damit indirekt den Auswirkungen des Spielmechanismus. Inwieweit Monitoring Kollusion fördert oder hindert, ist in der Literatur durch gegenläufige Aussagen geprägt. Stigler (1964) verweist darauf, dass stärkere Transparenz durch Monitoring zu einer höheren Stabilität der Kollusion führt, da das Aufdecken des Betrugs mit einer höheren Wahrscheinlichkeit verbunden ist und somit geheime Abweichungen aufgrund der potenziellen Reaktionen der Wettbewerber verhindert werden können (vgl. Feuerstein, 2005, S. 179). Dagegen argumentiert Vega-Redondo (1997), dass Monitoring aufgrund der Beobachtbarkeit des am besten abschneidenden Wettbewerbers zu einem Imitationsverhalten führt und demnach den Konflikt an einen perfekten Wettbewerb annähert bzw. Kollusion verringert. Aufgrund der in diesem Kontext wiederholt angesprochenen beschränkten Belastbarkeit von empirischen Felduntersuchungen, bieten sich experimentelle Analysen an (vgl. Davis und Holt, 2013, S. 170). Allerdings bilden auch diese experimentellen Untersuchungen kein eindeutiges Ergebnis ab. So stehen Arbeiten von Holcomb und Nelson (1997), Davis und Holt (1998), Feinberg und Snyder (2002) sowie Aoyagi und Fréchette (2009), die von einer höheren Kollusion bei einem höheren Grad an Monitoring ausgehen, Arbeiten von Huck *et al.* (1999), Huck *et al.* (2000) sowie Altavilla *et al.* (2003) gegenüber, die das Gegenteil berichten. Darüber hinaus argumentieren Friedman *et al.* (2015), dass die betrachtete Periodenanzahl eines Großteils der Experimente zu gering sei und sich langfristig kollusives Verhalten bei gegebenem Monitoring einstellt. Insgesamt kann von einem leichten Übergewicht der Veröffentlichungen, die Monitoring einen kollusionsfördernden Effekt zusprechen, berichtet werden. Der Autor sieht sich dabei jedoch nicht in der Position ein abschließendes Urteil zu fällen. Für die vorliegende Untersuchung wird u. a. aufgrund der Vergleichbarkeit festgelegt, dass in Abhängigkeit des jeweiligen Spielmechanismus ein möglichst hoher Grad an Monitoring gewählt wird. Dies beschreibt eine Beobachtbarkeit jeder gewählten Aktion der Wettbewerber, die im Falle des simultan-wiederholten Spielmechanismus im Anschluss an jede Periode und im Falle des realdynamischen Spielmechanismus unmittelbar veröffentlicht wird.

Eine potenzielle *Produktthomogenität* fördert bzw. vereinfacht die Umsetzung von Kollusion. Der Effekt einer Differenzierung von Produkten in Bezug auf potenzielles Abweichen von

einem kollusiven Abkommen ist hierbei umstritten. Das Verringern des Preises bzw. die damit verbundene Erhöhung des Marktanteils ist bei heterogenen Produkten weniger effektiv als bei homogenen Produkten oder mit einer höheren Preisanpassung verbunden. Eine äquivalente Logik kann jedoch auch auf das potenzielle Bestrafen einer Abweichung angewendet werden, wodurch diese gegenläufigen Effekte nivellierend wirken. Bei heterogenen Produkten wirken jedoch mehrere Faktoren auf die Kaufentscheidung des Kunden ein, wodurch diese zusätzlich zum Preis zwischen den Anbietern koordiniert werden müssen und damit eine potenzielle kollusive Übereinkunft erschweren (vgl. Motta, 2004, S. 197). Aus Gründen der Komplexität für potenzielle Probanden und der Messbarkeit sollen in dieser Arbeit lediglich homogene Produkte betrachtet werden.

Die Ausprägung von Kollusion ist des Weiteren von der *Symmetrie* der Attribute der Anbieter abhängig. Dabei verringert eine potenzielle Asymmetrie kollusives Verhalten. Ein intuitives Beispiel sind unterschiedliche Kostenstrukturen unter den Wettbewerbern. Hieraus können sich Situationen ergeben, in denen unterschiedliche Preise oder Mengen zu einem optimalen Ausgang für die verschiedenen Parteien führen, wodurch sowohl das Erzielen einer Vereinbarung erschwert als auch der Anreiz für ein Abweichen von diesem erhöht wird (vgl. Schmalensee, 1987, S. 366; Mason *et al.*, 1992, S. 662ff.). In der vorliegenden Abhandlung wird deswegen auf eine vollständige Symmetrie unter den Voraussetzungen aller Wettbewerber geachtet.

Ein verwandter Faktor sind *Kapazitätsbeschränkungen* der einzelnen Akteure. Wiederum entstehen hierdurch zwei gegenläufige Effekte. Brock und Scheinkman (1985) argumentieren, dass höhere Kapazitäten einerseits den Anreiz zum Abweichen von einer kollusiven Vereinbarung erhöhen, da der potenzielle Gewinnzuwachs höher ausfällt. Andererseits wird aufgrund der möglichen härteren Bestrafung durch die anderen Wettbewerber ein Abweichen mit höheren Folgekosten verbunden. Welcher der beiden Effekte dominiert, ist hierbei von der konkreten Ausgestaltung der Kapazitäten abhängig (vgl. Feuerstein, 2005, S. 169f.). Kapazitätsbeschränkungen spielen in der vorliegenden Arbeit keine direkte Rolle in Bezug auf die

Durchführung des Experiments, können jedoch zur Erklärung der Marktbedingungen und damit der resultierenden Auszahlungsstruktur genutzt werden.¹⁸

Ein zusätzlicher Aspekt, der Kollusion hindert, ist die *Diskontierung* von zukünftigen Zahlungsströmen. Je höher die Diskontierung ausfällt, d. h. je wichtiger gegenwärtige Zahlungen relativ zu zukünftigen Zahlungen für einen Akteur sind, desto schwieriger ist eine Etablierung von Kollusion. Dies liegt in dem höheren myopischen Gewinn durch das Abweichen von einer kollusiven Vereinbarung im Verhältnis zu den zu erwartenden Strafmaßnahmen der Wettbewerber in der Zukunft (vgl. Rees, 1993, S. 31). Die Diskontierung soll innerhalb dieser Untersuchung nicht vorgegeben, d. h. in einem Experiment bspw. über Auszahlungsstrukturen definiert werden, sondern soll im Ermessen der jeweiligen Probanden bzw. Akteure belassen werden.

Die *Preiselastizität der Nachfrage* nimmt ebenfalls Einfluss auf Kollusion. Es wird argumentiert, dass eine höhere Preiselastizität der Nachfrage mit einem geringeren Einfluss der Ausübung von Marktmacht einhergeht und es bei einer niedrigen Preiselastizität der Nachfrage einfacher sei die Preise anzuheben, ohne substanziell Nachfrage zu verlieren. Demnach entfaltet eine hohe Preiselastizität der Nachfrage einen negativen Effekt auf potenzielle kollusive Übereinkünfte (vgl. Anderson und Cau, 2011, S. 408f.). Im Rahmen dieser Ausarbeitung sind keine Veränderungen der Nachfrage bzw. der Mengen innerhalb eines Experiments vorgesehen. Somit ist von einer vollkommen unelastischen Preiselastizität der Nachfrage auszugehen.

Für die Umverteilung von Marktanteilen und damit indirekt für den Erfolg von Kollusion spielen *Wechselkosten* eine Rolle. Wechselkosten verteuern kurzfristige Gewinne, da bspw. der Preis stärker verändert werden muss, um den Wechsel für Kunden attraktiv zu gestalten. Dieser Umstand spricht für eine Stabilisierung von Kollusion. Wiederum kann diesem Argument jedoch die äquivalente Implikation der höheren Kosten einer potenziellen Bestrafung durch die Wettbewerber entgegengestellt werden (vgl. Farrell und Klemperer, 2007, S. 1990). Erneut sieht sich der Autor nicht in der Position ein finales Urteil zum Effekt von Wechselkosten auf potenzielle Kollusion zu fällen. Wechselkosten sollen jedoch innerhalb dieser Untersuchung und korrespondierender Experimente nicht berücksichtigt bzw. implementiert werden.

¹⁸ Für die konkrete Umsetzung wird auf Kapitel 3.1 *Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas* verwiesen.

Darüber hinaus existieren eine Reihe weiterer kollusionsbeeinflussender Faktoren, wie bspw. die Irreversibilität von Investitionen (vgl. Kopf, 2017, S. 42), Markteintrittsbarrieren (vgl. Poters und Suetens, 2013, S. 451f.) oder gemeinsame Organisationsstrukturen der beteiligten Parteien (vgl. Rees, 1993, S. 35f.). Diese sind jedoch irrelevant für diese Ausarbeitung, da sie nicht berücksichtigt werden sollen oder teilweise nicht anwendbar sind. So werden innerhalb des Experiments dieser Arbeit keine Investitionen getätigt, die Wettbewerberanzahl wird konstant gehalten und es bestehen keine gemeinsamen Organisationsstrukturen unter den Akteuren.

Insgesamt erscheint die Untersuchung von Kollusion in dieser Arbeit als wertstiftend, da ihre Entstehung im Sinne einer expliziten und impliziten Kollusion sowohl mit als auch ohne Kommunikation realisiert werden kann. Dies spiegelt das Ziel der Untersuchung des Einflusses von Spielmechanismus und Kommunikation in Konflikten wider.

Die Einführung in die Kollusion bereitet die Basis für die noch zu definierende Konfliktumgebung im Rahmen dieser Ausarbeitung. Dabei sind insbesondere die vorgestellten Einflussfaktoren zur Konzipierung der einzelnen Aspekte dieses Konfliktszenarios von großer Bedeutung. Darüber hinaus ermöglichen die beleuchteten Zusammenhänge zur Entwicklung von Kollusion ein besseres Verständnis des zu analysierenden Konfliktverlaufs zu einem späteren Zeitpunkt in dieser Arbeit.

2.2 Einführung und empirische Untersuchungen zum Drei-Spieler-Gefangenendilemma

Im Folgenden soll das Drei-Spieler-Gefangenendilemma eingeführt und näher beleuchtet werden. Das Zwei-Spieler-Gefangenendilemma soll, als eines der am intensivsten untersuchten spieltheoretischen Konzepte, innerhalb dieses Abschnitts nicht das Zentrum darstellen (vgl. Fader und Hauser, 1988, S. 554f.). Trotzdem ist für das weiterführende Verständnis die Einführung der elementaren Charakteristiken des Zwei-Spieler-Gefangenendilemma unerlässlich. Auf deren Basis wird der Zwei-Spieler-Fall auf N-Spieler erweitert, um anschließend das Drei-Spieler-Gefangenendilemma daraus abzuleiten und kurz auf empirische Untersuchungen einzugehen. Die gesamte Untersuchung orientiert sich an der Realität und versucht menschliches Verhalten in Bezug auf Kollusion abzubilden, weshalb in dieser Arbeit lediglich reine Strategien berücksichtigt werden. Deswegen wird Literatur von bspw. Iqbal *et al.* (2008) im

Bereich der stochastischen und Quanten-Spieltheorie nicht näher beleuchtet. Ferner soll im empirischen Teil der Literatur dieses Unterkapitels insbesondere auf dynamische Gefangenendilemmata im Rahmen einer experimentellen Betrachtung mit Menschen eingegangen werden und computerbasierte Simulationen wie von Axelrod (1980b) nicht in den Fokus gerückt werden. Ebenso sollen Arbeiten explizit zu Koalitionen, z.B. von Fader und Hauser (1988) oder El-Seidy *et al.* (2016) im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht näher betrachtet werden.

Zwei-Spieler-Gefangenendilemma

Die Anfänge des Spiels sind bereits 1950 durch Merrill Flood und Melvin Dresher gelegt worden, indem sie ein Spiel mit zwei Spielern und jeweils zwei Entscheidungsmöglichkeiten, namentlich „Kooperation“ und „Defektion“, durchführten (vgl. Kollock, 1998, S. 185). Im Rahmen der Ausarbeitung von Tucker (1983) wird das Spiel mit der Metapher eines Gefangenendilemmas verbunden. Im Zentrum dieses Spiels steht der Konflikt zwischen kollektiver bzw. gegenseitiger Unterstützung und individuell egoistischem Handeln (vgl. Brembs, 1996, S. 14). In den kommenden Abschnitten wird sowohl die ursprünglich angedachte Konfliktsituation als auch das Spiel¹⁹ eingeführt.

Im Rahmen des Gefangenendilemmas nach Tucker (1983) sind zwei gemeinsam straffällig gewordene Täter gefasst worden, wobei die Beweislage nicht für eine direkte Verurteilung ausreicht. Deswegen werden beide Täter in getrennten Räumen befragt und ihnen wird beiden eine Art der Kronzeugenregelung angeboten:

- Sollte einer der Gefangenen gestehen, während der andere schweigt, erhält der Geständige einen Gewinn, während sein Mittäter mit aller Konsequenz bestraft wird.
- Sollten beide Gefangenen gestehen, werden beide mit einer milderen Strafe belegt.
- Sollte keiner der Gefangenen gestehen, kann aufgrund der fehlenden Beweislage keine Strafe ausgesprochen werden.

Dieses Konzept soll die potenzielle Kooperation zwischen den zwei Gefangenen abbilden, weshalb die Entscheidung zu schweigen auch als „Kooperation“ und die Entscheidung zu gestehen als „Defektion“ bezeichnet wird (vgl. Diekman und Manhart, 1989, S. 134).

¹⁹ Für die formale Definition eines Spiels wird auf Bartholomae und Wiens (2016, S. 35ff.) oder Narahari (2014, S. 19f.) verwiesen.

Aus dieser Situation lässt sich die in *Tabelle 2.1* dargestellte Auszahlungsmatrix in Normalform ableiten.

Tabelle 2.1: Verallgemeinerte Auszahlungsmatrix Zwei-Spieler-Gefangenendilemma (in Anlehnung an Scodel et al., 1959, S. 114; Yao und Darwen, 1993, S. 91)

		Spieler B	
		Kooperieren	Defektieren
Spieler A	Kooperieren	R,R	S,T
	Defektieren	T,S	P,P

Hierbei bezeichnet R^{20} die Belohnung für beidseitiges Schweigen, S^{21} die hohe Strafe für den schweigenden Gefangenen bei gleichzeitigem Geständnis seines Gegenübers, T^{22} den Gewinn des geständigen Gefangenen bei gleichzeitigem Schweigen seines Gegenübers und P^{23} die mildere Bestrafung bei beidseitigem Geständnis (vgl. Brems, 1996, S. 15). Nach Diekman und Manhart (1989) ergibt sich daraus die folgende Bedingung in Bezug auf die Auszahlungsparameter:

$$T > R > P > S \tag{2.2}$$

Anhand dieser Bedingung lässt sich des Weiteren konstatieren, dass das Gefangendilemma ein Nicht-Nullsummenspiel ist, da bspw. die Auszahlung beider Spieler im Falle von beidseitiger Kooperation höher ist als im Falle von beidseitiger Defektion (vgl. Schelling, 1958, S. 215; Minas *et al.*, 1960, S. 193). Trotzdem liegt stets ein individueller Anreiz zur Defektion vor. Im Falle eines Geständnisses des Gegenübers hat der betrachtete Spieler einen Anreiz ebenfalls zu gestehen, um die potenzielle Strafe zu verringern. Im Falle des Schweigens des Gegenübers hat der betrachtete Spieler einen Anreiz zu gestehen und damit den Gewinn zu realisieren. Somit ist zu erkennen, dass die Wahl der Defektion bei einem One-Shot-Spiel eine dominante Strategie für beide Spieler darstellt (vgl. Nash, 1951, S. 292; Bartholomae und Wiens, 2016, S. 68). Aufgrund des Umstandes, dass keiner der Spieler im Rahmen eines One-Shot-Spiels bei Wahl der Defektion einen Anreiz hat von dieser Wahl einseitig abzuweichen, beschreibt der Zustand der beidseitigen Defektion ein *Nash-Gleichgewicht*²⁴ (vgl. Nash, 1951, S. 288; Holt und

²⁰ Englisch: Reward.

²¹ Englisch: Sucker.

²² Englisch: Temptation.

²³ Englisch: Punishment.

²⁴ Für eine detaillierte Beschreibung und Definition des Nash-Gleichgewichts sei auf Nash (1951) und Bartholomae und Wiens (2016, S. 54ff.) verwiesen.

Roth, 2004, S. 4000). Diese Begebenheit in Kombination mit dem Faktor, dass der Zustand der beidseitigen Defektion von dem Zustand beidseitiger Kooperation *pareto-dominiert* wird, führt zu dem charakteristischen Dilemma des Gegenüberstehens individuell auszahlungsmaximierenden Verhaltens und dem kollektiv wünschenswerten Ausgang (vgl. Bartholomae und Wiens, 2016, S. 94; Diekman und Manhart, 1989, S. 134; Rapoport, 1988, S. 457f.).

Im Kontext des iterativen Gefangenendilemmas wird eine weitere Bedingung notwendig:

$$2R > S + T \quad (2.3)$$

Diese Bedingung gewährleistet, dass eine durchgehende und beidseitige Kooperation auch im wiederholten Spiel mit der höchsten kollektiven Auszahlung innerhalb des Spiels verbunden ist. Sollte diese Bedingung nicht erfüllt sein, wäre der Zustand, in dem ein Spieler kooperiert und der andere Spieler defektiert mit einer höheren kollektiven Auszahlung verbunden. Somit ergäbe sich die Möglichkeit für die Spieler innerhalb eines wiederholten Spiels durch ein Alternieren ihrer Entscheidungen für beide Spieler eine höhere Auszahlung zu erzielen als bei durchgehender Kooperation. Dies soll vermieden werden (vgl. Rapoport und Chammah, 1970, S. 34f; Frohlich und Oppenheimer, 1996, S. 504). Eine elementare Veränderung im Vergleich zu One-Shot-Spielen besteht darin, dass in unendlich oft wiederholten Spielen bzw. Spielen mit unbekannter Rundenanzahl bedingt kooperative Gleichgewichtsstrategien, insbesondere aufgrund der Relevanz der Zukunft bzw. möglicher weiterer Interaktionen zwischen den Spielern, im Rahmen des Gefangenendilemmas vorliegen (vgl. Friedman, 1971, S. 4ff; Diekman und Manhart, 1989, S. 136; Axelrod und Dion, 1988, S. 1386ff.).

N-Spieler-Gefangenendilemma

In vielen Situationen reicht die Modellierungsmöglichkeit von lediglich zwei Spielern allerdings nicht aus. Dies wird im Kontext des Umweltschutzes, der Überpopulation, der Erzeugung eines Kollektivguts, der militärischen Aufrüstung oder im ökonomischen Rahmen eines Kartells deutlich (vgl. Hardin, 1968, S. 1243ff; Diekman und Manhart, 1989, S. 140; Davis *et al.*, 1976, S. 520; Fader und Hauser, 1988, S. 553f.). Aus diesem Grund folgte die Modellierung des N-Personen-Gefangendilemmas, wobei Weil (1966) die erste formale Beschreibung vorgenommen haben soll (vgl. Goehring und Kahan, 1976, S. 112). Nach Colman (2003) werden dem N-Spieler-Gefangendilemma im One-Shot-Spiel folgende drei Eigenschaften zugesprochen:

- Jeder Spieler steht vor der Wahl aus zwei Handlungsoptionen, namentlich Kooperation („cooperate“ – C) und Defektion („defect“ – D).

- Die Handlungsoption Defektion dominiert die Handlungsoption Kooperation strikt, d. h. jeder Spieler erhält bei Wahl der Defektion eine höhere Auszahlung als bei Wahl der Kooperation, unabhängig davon wie viele andere Spieler kooperieren.
- Die dominanten Strategien der Defektion stellen zwar die besten Antworten auf die Wahl der Opponenten dar, führen jedoch zu einem pareto-ineffizienten Nash-Gleichgewicht. Eine kollektive Wahl der Kooperation stellt alle Spieler im Vergleich zum Nash-Gleichgewicht besser.

Diese Eigenschaften können mithilfe der folgend dargestellten Auszahlungsmatrix nach Yao und Darwen (1993) verdeutlicht bzw. umgesetzt werden:

Tabelle 2.2: Verallgemeinerte Auszahlungsmatrix N-Spieler-Gefangenendilemma (in Anlehnung an Yao und Darwen, 1993, S. 92)

		Anzahl der kooperierenden Spieler unter den übrigen n - 1 Spielern				
		0	1	2	...	n - 1
Spieler A	Kooperieren	C_0	C_1	C_2	...	C_{n-1}
	Defektieren	D_0	D_1	D_2	...	D_{n-1}

Die Parameter stehen mit folgenden Bedingungen nach Yao und Darwen (1993) in Relation, wobei i die Anzahl der Spieler beschreibt, welche die Kooperation gewählt haben:

$$D_i > C_i \quad \text{für } 0 \leq i \leq n-1 \tag{2.4}$$

$$D_{i+1} > D_i \text{ und } C_{i+1} > C_i \quad \text{für } 0 \leq i < n - 1 \tag{2.5}$$

$$C_i > (D_i + C_{i-1})/2 \quad \text{für } 0 < i \leq n - 1 \tag{2.6}$$

Während Bedingung 2.4 gewährleistet, dass unabhängig von den Entscheidungen anderer Spieler die eigene Defektion mit einer höheren Auszahlung für den betrachteten Spieler verbunden ist als die eigene Kooperation, stellt Bedingung 2.5 sicher, dass unabhängig von der Entscheidung des betrachteten Spielers ein höherer Anteil der Kooperation unter den Opponenten zu einer höheren Auszahlung für den betrachteten Spieler führt. Darüber hinaus dient Bedingung 2.6 äquivalent zu dem Zwei-Spieler-Gefangenendilemma im Falle einer iterativen Ausführung des Spiels dazu, ein lukratives Alternieren von Defektion und Kooperation etwaiger Spieler zu verhindern.

Drei-Spieler-Gefangenendilemma

Aus dem N-Spieler-Gefangenendilemma bzw. dessen Bedingungen lässt sich die Auszahlungsmatrix für ein Drei-Spieler-Gefangenendilemma, wie in *Tabelle 2.3* ersichtlich, ableiten.

Tabelle 2.3: Verallgemeinerte Auszahlungsmatrix Drei-Spieler-Gefangenendilemma - Perspektive Spieler A (in Anlehnung an El-Seidy und Soliman, 2016, S. 119)

Spieler B >>		<i>Kooperieren</i>		<i>Defektieren</i>
Spieler C >>		<i>Kooperieren</i>	<i>Defektieren</i>	
Spieler A >>	<i>Kooperieren</i>	R	K	K
	<i>Defektieren</i>	T	L	L
				P

Sofern die einzelnen Parameter nach El-Seidy und Soliman (2016) Bedingung 2.7 erfüllen, folgen sie ebenso den allgemeinen Bedingungen 2.4 – 2.6 des N-Spieler-Gefangenendilemmas.

$$T > R > L > K > P > S \tag{2.7}$$

Auf Basis dieser Form soll in Kapitel 3.1 *Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas* das in dieser Arbeit verwendete Spiel exakt eingeführt werden.

Empirische Untersuchungen des Gefangenendilemmas

Eine Vielzahl an Literatur von bspw. Marwell und Schmitt (1972), Boyd und Richerson (1988) oder Yao und Darwen (1993) untersucht den Einfluss der Spieleranzahl auf die Kooperation im Rahmen des Gefangenendilemmas und kommt zu dem Schluss, dass die Spieleranzahl in inversem Zusammenhang zu einer entsprechenden Kooperationsrate steht. Als Gründe können die höhere Wahrscheinlichkeit einem defektierenden Spieler innerhalb des Konflikts zu begegnen sowie die mit der höheren Spieleranzahl einhergehende Deindividualisierung genannt werden (vgl. Diekman und Manhart, 1989, S. 140; Hamburger *et al.*, 1975, S. 519f.). Diese Effekte verstärken sich wechselseitig, da auch potenziell kooperative Spieler bei Defektion eines Opponenten als Reaktion defektieren, um diesen Opponenten zu bestrafen. Diese Bestrafung trifft im N-Spieler-Fall jedoch alle Akteure und nicht nur gezielt den zuvor defektierenden Spieler. Dieser Umstand kann zu einer Spirale der Defektion führen und erschwert die Kooperation (vgl. Marwell und Schmitt, 1972, S. 381f; Grujić *et al.*, 2012, S. 5). In der Folge führt die Variation der Spieleranzahl laut Matsushima und Ikegami (1998) zu einer Veränderung der robusten Strategien im Gefangenendilemma.

Kritik an diesen Untersuchungen üben Bonacich *et al.* (1976), welche argumentierten, dass nicht die Spieleranzahl, sondern die zugrundeliegende Auszahlungsstruktur, die bei einer entsprechend höheren Spieleranzahl angelegt wird, den entscheidenden Faktor zur Beeinflussung der Kooperation darstellt. Sie definieren die entscheidenden Komponenten der

Auszahlungsstruktur als Gewinn²⁵ und Versuchung²⁶, die innerhalb des Experiments entsprechend verändert werden sollen, um ihren Effekt zu bestimmen. Während der *Gewinn* die Differenz zwischen vollkommener Kooperation und vollkommener Defektion zwischen den Spielern beschreibt, wird die *Versuchung* durch die ceteris paribus Differenz zwischen Defektion und Kooperation, jeweils für den betrachteten Spieler, definiert (vgl. Bonacich *et al.*, 1976, S. 689). Dieser Kritik liegt eine sehr strenge Annahme zugrunde, welche angreifbar ist. Damit der Gewinn den Anreiz zur Kooperation darstellt, ist nach der genannten Argumentation eine perfekte Korrelation zwischen dem Verhalten aller Spieler notwendig. Dies kann als unwahrscheinlich angesehen werden. Darüber hinaus zeigt sich lediglich in einem der drei untersuchten Treatments ein unterstützendes Ergebnis für diese These (vgl. Bonacich *et al.*, 1976, S. 690ff.). Bonacich *et al.* (1976) liefern selbst eine mit der zuvor erwähnten Problematik der Bestrafung verwandte Erklärung, die in einer schwierigeren impliziten, d. h. in diesem Kontext weder schriftlichen noch mündlichen, Kommunikation liegt. Dies wird durch die schlechtere Signalisierungswirkung aufgrund der schwierigen Isolation einzelner Signale in einer größeren Gruppe bedingt (vgl. Bonacich *et al.*, 1976, S. 702).

Darüber hinaus verdeutlichen Grujić *et al.* (2012), dass im Kontext der Kooperation im Gefangenendilemma der Unterschied im Verhalten zwischen zwei und drei Spielern signifikant ist, während sich die Ergebnisse zwischen drei, vier und fünf Spielern ähneln.²⁷ Unter anderem aus diesem Grund und der annehmbaren Komplexität für die Experimentteilnehmenden soll innerhalb dieser Untersuchung das Drei-Spieler-Gefangenendilemma implementiert werden.

2.3 Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Spielmechanismus auf Kollusion

Für das nun folgende Unterkapitel soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass diese Arbeit den Fokus auf den real-dynamischen Spielmechanismus mit kontinuierlichem Zeitcharakter und den simultan-wiederholten Spielmechanismus mit diskretem Zeitcharakter legt. Demnach sollen insbesondere Studien, die den Unterschied zwischen diesen beiden

²⁵ Englisch: Gain.

²⁶ Englisch: Temptation.

²⁷ Exakte englische Formulierung: „Three is a crowd“ (vgl. Grujić *et al.*, 2012, S. 3).

Spielmechanismen untersuchen, beleuchtet werden.²⁸ Darüber hinaus werden Experimente mit menschlicher Interaktion in das Zentrum dieses Unterkapitels gestellt, da in diesem Zusammenhang die Ergebnisse von Computer-Simulationen häufig von den Ergebnissen realer Experimente abweichen (vgl. Huberman und Glance, 1993, S. 7716). Zunächst soll die tiefergehende Betrachtung durch ein Beispiel aus der Praxis motiviert werden, um anschließend kurz auf theoretische Vorüberlegungen zum Einfluss des Spielmechanismus auf Kollusion bzw. Kooperation, bspw. im Gefangenendilemma, einzugehen. Letztlich sollen empirische Untersuchungen des Einflusses des Spielmechanismus sowohl auf Koordination als auch auf Kooperation beleuchtet werden.

Auswirkungen rapid möglicher Interaktion in der Praxis

Im Rahmen eines zurückliegenden Disputs zwischen den Kartellbehörden bzw. dem Justizministerium der Vereinigten Staaten von Amerika und einigen Airlines in den 1990er Jahren, können potenzielle Parallelen zu einem real-dynamischen Spielmechanismus gezogen werden. Ähnlich dem real-dynamischen Spielmechanismus entfaltete das ATPCO-System, ein System zur Veröffentlichung von u. a. Flugverbindungen und Preisen in Abhängigkeit des Buchungsdatums, hoch-frequente Aktions- und Reaktionsmöglichkeiten für die Airlines.²⁹ Neben dem Vorwurf, sowie der daraus folgenden Anklage, der expliziten Kollusion durch versteckte Codes innerhalb der Veröffentlichungen, wurde den Airlines durch die damit generierten zusätzlichen Informationen und Signalmöglichkeiten ebenfalls implizite Kollusion vorgeworfen (vgl. Borenstein, 2003, S. 3ff; Klein, 1998, S. 2ff.).

Theoretische Überlegungen zum Einfluss des Spielmechanismus

Der soeben beschriebene Vorgang kann als erstes Indiz für einen Einfluss des real-dynamischen Spielmechanismus bzw. der korrespondierenden Möglichkeiten gesehen werden, allerdings ist in dieser Ausarbeitung in erster Linie eine spieltheoretische Betrachtung der Kollusion, bspw. im Rahmen des Gefangenendilemmas, von Interesse. Aufgrund der bereits beschriebenen Charakteristiken kann die Kooperation im Rahmen des Gefangenendilemmas im

²⁸ Für eine umfassende Literatursammlung zu kontinuierlichen sowie quasi-kontinuierlichen Untersuchungen soll in diesem Kontext auf Horstmann *et al.* (2016, S. 8) verwiesen werden.

²⁹ Die Airlines konnten über das Veröffentlichungssystem digital jederzeit und unmittelbar Preisänderungen, größtenteils deutlich in der Zukunft liegend, und Sitzkapazitäten ankündigen. Diese Informationen konnten von anderen Spielern, insbesondere den anderen Airlines, verarbeitet werden. Daraus entstand der Vorwurf von Preisabsprachen durch die rapide Interaktion über das ATPCO-System (vgl. Borenstein, 2003, S. 1ff.).

entsprechenden Wettbewerbsrahmen als Kollusion angesehen werden (vgl. Bigoni *et al.*, 2019, S. 833; Brown und Stephenson, 2020, S. 21). Eine detaillierte Beschreibung dieses Wettbewerbsrahmens folgt in Kapitel 3.1 *Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas*. Ferner argumentiert Feuerstein (2005), dass Kollusion bei Verkürzung der Periodenlänge vereinfacht wird. Die Verkürzung der Periodenlänge kann als Annäherung an einen real-dynamischen bzw. kontinuierlichen Spielmechanismus gesehen werden und liefert somit weitere Indizien für einen Einfluss des Spielmechanismus.

Durch die Verwendung eines real-dynamischen bzw. kontinuierlichen Spielmechanismus verändern sich theoretische Überlegungen. Dies soll im Folgenden aufgrund der in dieser Arbeit angedachten Anwendung anhand des Gefangenendilemmas verdeutlicht werden. Laut Friedman und Oprea (2012) sind verschiedene Gleichgewichte und somit potenzielle Verhaltensweisen, gesammelt aus der bereits bestehenden Literatur, möglich:

- Bei Annahme einer bestehenden Reaktionszeit der Spieler im Rahmen des kontinuierlichen Spielmechanismus kann das Spiel als endlich oft wiederholtes Gefangenendilemma modelliert werden, woraus das ursprüngliche Nash-Gleichgewicht der vollkommenen Defektion abgeleitet werden kann.
- Nach dem von Bergin und MacLeod (1993) entwickelten Folk-Theorem stellt jede Entscheidungssequenz eines Spielers, die mit einer höheren mittleren Auszahlung als die Auszahlung bei vollkommener Defektion verbunden ist, ein Nash-Gleichgewicht und damit einen potenziellen Ausgang dar.
- Simon und Stinchcombe (1989) etablierten ein Modell für Spiele in kontinuierlicher Zeit ähnlich dem Gefangenendilemma, welches lediglich vollkommene Kooperation als Gleichgewichtsausgang identifiziert.

Aufgrund dieser sehr unterschiedlichen Erwägungen ist eine Überprüfung durch experimentelle Untersuchungen angebracht. Kollusion erfordert u. a. eine Koordination auf ein kollusives Ergebnis, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass eine verbesserte Koordination Kollusion erleichtert (vgl. Harrington und Ye, 2019, S. 209). Deswegen werden in den folgenden Abschnitten Untersuchungen bezüglich des Einflusses des Spielmechanismus auf die Koordination innerhalb entsprechender Spiele ebenfalls berücksichtigt, um sich so der letztendlichen Kollusion bzw. Kooperation zu nähern. Koordination kann in diesem Zusammenhang als Vorgang zur potenziellen Einigung verschiedener Parteien auf einen Ausgang oder Zustand, der

die gesamte Gruppe besser stellt, beschrieben werden, wobei jedoch die individuelle Entscheidung jedes Spielers für selbigen nicht zwingend optimal sein muss (vgl. Camerer und Knez, 2010, S. 158ff; Graf, 2021, S. 43). Wie bereits in Kapitel 2.1.1 *Spielmechanismus* beschrieben, wirkt der Spielmechanismus in Abhängigkeit der konkreten Koordinationsherausforderung bzw. des konkreten Spiels unterschiedlich. Aufgrund der Charakteristik des (iterativen) Gefangenendilemmas soll sich innerhalb dieses Unterkapitels allerdings auf vergleichbare bzw. verwandte koordinative Situationen und ausdrücklich nicht auf Spielumgebungen, die ein Alternieren, wie bspw. in Zhao (2020b), erfordern, konzentriert werden.

Spielmechanismus und Koordination

In der Literatur existieren verschiedene Arbeiten zum Vergleich zwischen Spielmechanismen in diskreter und kontinuierlicher Zeit. Berninghaus *et al.* (2007) untersuchen ein Netzwerkspiel und kommen zu dem Schluss, dass diese Art komplexer Koordinationsprobleme im real-dynamischen bzw. kontinuierlichem Spielmechanismus besser zu lösen sind als in einem simultan-wiederholten bzw. diskreten Spielmechanismus. Die einfachere Übertragung strategischer Informationen durch entsprechende strategische Reaktionen der Spieler wird als ein möglicher Grund angeführt (vgl. Berninghaus *et al.*, 2007, S. 341). Ähnliche Ergebnisse liefern Kephart und Friedman (2015), die eine höhere Konvergenz zum Nash-Gleichgewicht im Rahmen eines Hotelling-Spiels und damit eine bessere sowie einfachere Koordination im real-dynamischen bzw. kontinuierlichen gegenüber dem simultan-wiederholten bzw. diskreten Spielmechanismus feststellen.

Der soeben beschriebene Informationsaustausch kann als Signalmöglichkeit innerhalb des Spiels angesehen werden. Signalmöglichkeiten können als ein koordinatives Instrument bezeichnet werden, die bspw. im Rahmen von wiederholten Spielen durch Akteure genutzt werden können, um ihre zukünftigen Intentionen zu verdeutlichen (vgl. Clark und Sefton, 2001, S. 361). Im Rahmen spieltheoretischer Konflikte sind insbesondere Mechanismen der Bestrafung und der Entschuldigungen zur Signalisierung durch die beteiligten Parteien von Nutzen (vgl. Okamoto und Matsumura, 2000, S. 713). Neben einem reinen Informationsaustausch kann das Ausführen von Handlungsoptionen, bspw. bewusste temporäre Verschlechterungszüge durch einzelne Spieler, eine weitere Signalmöglichkeit darstellen (vgl. Chinczewski, 2019, S. 189). Diese Faktoren lassen den Schluss zu, dass Signale die verbale Kommunikation als koordinatives Element bis zu einem gewissen Grad substituieren können (vgl. Hoggatt *et al.*, 1976,

S. 262; Feuerstein, 2005, S. 168; Graf, 2021, S. 46). Aufgrund der schnelleren sowie häufigeren Zug- bzw. Aktions- und Reaktionsmöglichkeiten der Spieler ist der real-dynamische bzw. kontinuierliche Spielmechanismus gegenüber dem simultan-wiederholten bzw. diskreten Spielmechanismus mit besseren Signalisierungsmöglichkeiten verbunden (vgl. Bigoni *et al.*, 2015, S. 588). Trotz dieses Umstandes muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass Arbeiten, bspw. von Leng *et al.* (2018), existieren, in welchen kein positiver Effekt des kontinuierlichen gegenüber dem diskreten Spielmechanismus in Bezug auf die Koordination festgestellt wurde.

Spielmechanismus und Kooperation

Bei einer holistischen Betrachtung der Literatur lässt sich jedoch die Vermutung äußern, dass der real-dynamische bzw. kontinuierliche Spielmechanismus in Relation zu dem simultan-wiederholten bzw. diskreten Spielmechanismus die Möglichkeit bietet kooperative Strategien im Rahmen des Gefangenendilemmas besser zu nutzen sowie auf diese zu reagieren (vgl. Brown und Stephenson, 2020, S. 15). Die zentrale sowie laut Bigoni *et al.* (2015) erste experimentelle Untersuchung eines Gefangenendilemmas in kontinuierlicher Zeit und dem damit einhergehenden Vergleich zwischen real-dynamischen und simultan-wiederholten Spielmechanismus wurde von Friedman und Oprea (2012) durchgeführt. Innerhalb dieses Experiments werden zum einen die Kooperationsraten dreier Treatments gegenübergestellt. Die jeweiligen Treatment-Gruppen spielen das Gefangenendilemma mit dem real-dynamischen bzw. kontinuierlichen Spielmechanismus, dem simultan-wiederholten bzw. diskreten Spielmechanismus sowie als One-Shot-Spiel. Die Kooperationsraten bei Verwendung des kontinuierlichen Spielmechanismus sind hierbei deutlich höher als bei Verwendung des diskreten Spielmechanismus, wohingegen im Rahmen des One-Shot-Spiels nahezu keine Kooperation vorliegt. Als mögliche Erklärung wird die Eliminierung der Versuchung zur Defektion angegeben, sobald der Opponent jederzeit und kurzfristig im Rahmen des kontinuierlichen Spielmechanismus darauf reagieren kann. Zum anderen wird untersucht, wie sich die Kooperationsraten bei variierten Periodenlängen im diskreten Spielmechanismus ändern. Dabei kann konstatiert werden, dass die Kooperationsraten mit kürzerer Periodendauer steigen und sich bei einer Periodenlänge von einer Sekunde den Kooperationsraten bei Verwendung des kontinuierlichen Spielmechanismus annähern. Darüber hinaus ist auffällig, dass die Etablierung von Kooperation, insbesondere im Falle des kontinuierlichen Spielmechanismus eine gewisse Anzahl an Perioden bzw. Zeit benötigt, um zu einer vollen Entfaltung zu gelangen (vgl. Friedman und Oprea, 2012, S. 337ff.).

Aufbauend auf dieser Arbeit konstatiert Graf (2021) im Rahmen seiner experimentellen Untersuchung, dass die reichhaltigere Informationsstruktur des real-dynamischen Spielmechanismus Koordination und Kooperation fördert. Dies äußert sich insbesondere im Rahmen des durchgeführten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas, innerhalb welchem die durchschnittliche Auszahlung pro Spiel bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus höher ausfällt als bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus. Darüber hinaus wird bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus ein höherer Anteil an Zuständen vollkommener Kooperation festgestellt als bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus (vgl. Graf, 2021, S. 156ff.).

Abseits des Gefangenendilemmas untersuchen Kephart und Rose (2015) eine Variante des Hotelling-Spiels, dessen Ergebnisse die These einer höheren Kooperation bei schnelleren Reaktionsmöglichkeiten bestätigen. Insbesondere wird bei Verwendung des kontinuierlichen Spielmechanismus weniger kompetitives Verhalten festgestellt als bei Verwendung eines diskreten Spielmechanismus (vgl. Kephart und Rose, 2015, S. 17ff.).

Zusätzlich existieren einige Besonderheiten im Rahmen des kontinuierlichen Spielmechanismus, die den Spielverlauf beeinflussen. Bigoni *et al.* (2015) untersuchen ein Gefangenendilemma, in welchem eine deterministische Spieldauer mit einer stochastischen Spieldauer verglichen wird. Bei einer Spieldauer von 60 Sekunden sind die Kooperationsraten zwischen deterministischer und stochastischer Spieldauer auf einem ähnlichen Niveau, wohingegen bei einer Spieldauer von 20 Sekunden die Kooperationsraten bei Verwendung einer deterministischen Spieldauer signifikant höher ausfallen als bei Verwendung einer stochastischen Spieldauer. Darüber hinaus existieren bei Anwendung einer deterministischen Spieldauer Endspieeffekte, welche jedoch mit zunehmender Erfahrung der Spieler zu einem späteren Zeitpunkt innerhalb des Spiels auftreten (vgl. Bigoni *et al.*, 2015, S. 595ff.).

Einen weiteren beeinflussenden Aspekt stellen die Trägheit bzw. Verzögerung und deren Auswirkungen auf entsprechende Reaktionen beteiligter Akteure dar. Calford und Oprea (2017) konstatieren einen negativen Einfluss der Trägheit bzw. Verzögerung auf die Kooperation und damit eine Annäherung des kontinuierlichen an den diskreten Spielmechanismus. Streng genommen kann somit das Konzept einer vollkommen kontinuierlichen Interaktion aufgrund menschlich und technisch bedingter Reaktionszeiten nicht realisiert, sondern sich diesem nur angenähert werden (vgl. Brown und Stephenson, 2020, S. 2).

Trotz eines überwiegenden Teils der Literatur, welcher dem real-dynamischen bzw. kontinuierlichen Spielmechanismus einen kooperations- bzw. kollusionsfördernden Effekt attestiert, stellen, neben der bereits thematisierten Ausarbeitung von Leng *et al.* (2018) im Bereich Koordination, Horstmann *et al.* (2016) eine höhere Kollusion im Cournot- und Bertrandwettbewerb bei Anwendung des diskreten Spielmechanismus, unabhängig von einer Ausführung mit zwei oder drei Akteuren, fest.

Der real-dynamische bzw. kontinuierliche Spielmechanismus kann somit, teilweise in Abhängigkeit von der konkreten Spielgestaltung und -umgebung, in verschiedenen Fällen die Kollusion fördern oder hindern (vgl. Brown und Stephenson, 2020, S. 3). Dieser Umstand lässt weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet sinnvoll erscheinen.

2.4 Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Kommunikation auf Kollusion

An dieser Stelle soll nochmals daran erinnert werden, dass innerhalb dieser Arbeit ausschließlich nicht-bindende Kommunikation, sogenannter Cheap-Talk, beleuchtet wird. In Kapitel 2.1.2 *Kommunikation* wurde anhand experimenteller Untersuchungen dargelegt, dass, entgegen rein theoretischer Überlegungen, Cheap-Talk tatsächlich einen Einfluss auf das Spielerverhalten im Zeitverlauf hat und insgesamt tendenziell koordinationsfördernd, insbesondere bei beidseitiger Kommunikation, wirkt (vgl. Cooper *et al.*, 1992, S. 750f.). In Kapitel 2.3 *Empirische Untersuchungen zum Einfluss von Spielmechanismus auf Kollusion* wurde darüber hinaus eine Notwendigkeit der Koordination zur Ermöglichung einer potenziellen Kollusion festgestellt (vgl. Harrington und Ye, 2019, S. 209). Allerdings variiert dieser Effekt in Experimenten von Charness (2000), in denen eine Signalgebung bzw. Kommunikation im Gefangenendilemma eine deutlich geringere Auswirkung entwickelt als in Koordinationsspielen, in Abhängigkeit der Spielausgestaltung, stark. Ferner argumentiert Rees (1993), dass ein Vorliegen von Kommunikation weder notwendig, noch ausreichend für Kollusion sei. Deswegen soll im Folgenden der Einfluss von Kommunikation auf Kooperation bzw. Kollusion näher betrachtet werden. Hierbei werden, aufgrund der bereits thematisierten kaum möglichen Felddatenanalyse, experimentelle Untersuchungen in den Fokus gerückt (vgl. Fonseca und Normann, 2012, S. 1760).

Neben frühen Einzeluntersuchungen von bspw. Dawes *et al.* (1977) im Rahmen des Gefangenendilemmas, etablierten spätere Metanalysen von Sally (1995), Engel (2007) oder Balliet

(2010) die kooperations- bzw. kollusionsfördernde Wirkung der Kommunikation sowohl im Bereich spieltheoretischer sozialer Dilemmata als auch in anderen ökonomischen Umgebungen. Kagel (2018) attestiert diesen kooperations- bzw. kollusionsfördernden Effekt im Gefangenendilemma unabhängig davon, ob die spielenden Parteien durch lediglich ein Individuum oder durch eine Gruppe repräsentiert werden. Aufgrund der Vielzahl an Literatur, die diesen Effekt in verschiedenen ökonomischen Kontexten belegt, soll sich im Folgenden primär auf bedeutende und verwandte Untersuchungen der vorliegenden Arbeit bezogen werden sowie auf die Gründe für eine potenziell höhere Kollusion bzw. deren Besonderheiten eingegangen werden.³⁰

Eine der in diesem Bezug bedeutendsten Arbeiten veröffentlichten Fonseca und Normann (2012). Sie untersuchen einen Bertrand-Wettbewerb mit variierenden Spieleranzahlen bzw. Marktteilnehmern sowie jeweilige Treatments mit und ohne Kommunikation. Die Marktgröße variiert hierbei zwischen zwei, vier, sechs und acht Teilnehmern pro Treatment. Im Falle erlaubter Kommunikation können die Teilnehmenden freie schriftliche Nachrichten über ein elektronisches Textnachrichtenprogramm versenden. Die Experimente bestätigen höhere Preise und somit Kollusion bei zugelassener Kommunikation. Darüber hinaus wird ebenso ein negativer Effekt der Marktteilnehmeranzahl auf die Höhe der Preise bzw. die Kollusion festgestellt. Kollusion ist dementsprechend einfacher, je geringer die Spieleranzahl ist, unabhängig von einer erlaubten oder verbotenen Kommunikation. Anhand der, in diesem Fall niedrigen, Preise werden die hohe Schwierigkeit bzw. die geringe Wahrscheinlichkeit einer impliziten Kollusion bei Märkten mit mehr als drei Akteuren konstatiert. Daraus ergibt sich zugleich der höchste additive kollusive Effekt der Kommunikation bei einer mittleren Spieleranzahl, explizit im Rahmen der Treatments mit vier Marktteilnehmer. Eine mögliche Erklärung besteht in der bereits recht hohen impliziten Kollusion im Duopol, d. h. der Effekt der Kommunikation ist zu einem gewissen Grad beschränkt, in Kombination mit der hohen Schwierigkeit einer Etablierung von Kollusion im Sechs- und Acht-Spieler-Fall, die sogar mit Kommunikation relativ gering ausfällt. Ferner bleibt der kollusionsfördernde Einfluss der Kommunikation bei zunächst erlaubter und anschließend verbotener Kommunikation bestehen.³¹ Die Autoren

³⁰ Für weiterführende Literatur wird auf die zuvor genannten Meta-Analysen oder auf Holt (2020) verwiesen.

³¹ Dieser Umstand hat Implikationen auf das Experiment-Design der vorliegenden Arbeit, Näheres dazu folgt in Kapitel 4.2.1 *Querschnittsdesign*.

argumentieren des Weiteren qualitativ, dass die Kommunikation Unsicherheiten reduziert und in der Folge die Koordinationsmöglichkeit auf einen kollusiven Punkt erhöht. Zusätzlich wird die Kommunikation als Mittel der Konfliktmediation genutzt und dadurch die Entwicklung eines Preiskrieges verhindert (vgl. Fonseca und Normann, 2012, S. 1760ff.). Weitere qualitative Erklärungen zur kollusionsfördernden Wirkung der Kommunikation sollen in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

Ein Komplex von Erklärungen zu einer kollusionsfördernden Wirkung sind soziale Aspekte der Kommunikation. Diese fördert die Vertrauensbildung unter den Akteuren und explizite Kollusion bzw. die Etablierung von Kartellen ist auf jenes Vertrauen angewiesen (vgl. Leslie, 2003, S. 580f.). Darüber hinausgehende kooperationsfördernde Gründe der Kommunikation sind nach Dawes *et al.* (1988) der Einfluss der Gruppenidentität sowie nach Kerr *et al.* (1997) die Konstitution innerer und sozialer Normen durch die Akteure.

Überdies muss bei gegebener Kommunikationsmöglichkeit lediglich ein Spieler eine für alle Beteiligten optimale oder annehmbare Lösung finden und kann im Anschluss versuchen die restlichen Akteure von dieser Lösung zu überzeugen (vgl. Kruse und Schenk, 2000, S. 76). Daneben ermöglicht Kommunikation die Anwendung und Vermittlung komplexerer Drohstrategien, welche zu einer stabileren Kollusion führen können (vgl. Cooper und Kühn, 2014, S. 262ff; Kopf, 2017, S. 58). Parallel dazu kann Kommunikation als verbale Bestrafung genutzt werden, um Kollusion zu unterstützen bzw. wieder herzustellen (vgl. Cooper und Kühn, 2014, S. 273). Daran anschließend konkretisiert Kopf (2017), dass Kommunikation erfolgreicher ist, je mehr Anbieter bzw. Akteure miteinander kommunizieren und sofern die Absprachen konkret sowie mit Drohungen verbunden sind.

Abseits der bisher vorgestellten Thematiken untersuchten Andersson und Wengström (2007) den Einfluss von mit der Kommunikation verbundenen Kosten. Innerhalb ihres Experiments wirkt sich kostenpflichtige Kommunikation im Vergleich zu kostenloser Kommunikation positiv auf die Kollusion aus und resultiert damit in höheren Preisen bzw. Geboten (vgl. Andersson und Wengström, 2007, S. 332). Diesem Ergebnis liegt die Überlegung zugrunde, dass die Kosten für die Kommunikation die in der Realität zu erwartende Gefahr der Entdeckung und die damit verbundenen Strafen repräsentieren (vgl. McCutcheon, 1997, S. 332f.). Innerhalb dieser Arbeit soll allerdings klassischer Cheap-Talk Anwendung finden, weshalb kostenpflichtige Kommunikation keine Rolle spielen soll.

Bezugnehmend auf Rees (1993), stellen Levenstein und Suslow (2006a) fest, dass Kommunikation zwar weder notwendig noch ausreichend zur Etablierung von Kollusion ist, das Fehlen dieser Kommunikation allerdings ein großes Hindernis zur Erzielung entsprechender Kooperation bzw. Kollusion darstellen kann. Aufgrund dieser offenen Konstellation erscheinen weitere Untersuchungen in diesem Bereich, insbesondere in Kombination mit dem real-dynamischen Spielmechanismus, der eine ähnliche Wirkung entfalten könnte, lohnenswert.

2.5 Empirische Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Spielmechanismus und Kommunikation

In diesem Unterkapitel soll ausschließlich die Schnittmenge der Literatur aus Untersuchungen bezüglich unterschiedlicher Spielmechanismen in Kombination mit ermöglichter und verbotener Kommunikation betrachtet werden. Diese Kriterien schränken die Anzahl der relevanten Veröffentlichungen stark ein, weshalb im Folgenden lediglich zwei Publikationen näher beleuchtet werden sollen.

Der für die vorliegende Arbeit zentrale Beitrag stammt in diesem Kontext von Oprea *et al.* (2014). Sie analysieren ebenfalls ein soziales Dilemma im Rahmen eines Öffentlichen-Güter-Spiels mit vier Spielern. Da aufgrund der Eigenschaften bzw. Definition eines öffentlichen Gutes jeder von diesem profitieren kann, sobald es bereitgestellt wird, existiert innerhalb eines entsprechenden Spiels für jeden Spieler der Anreiz sich auf die Beitragsleistung seiner Mitspieler zu verlassen, während der betrachtete Spieler selbst keinen Beitrag leistet. Dies wird als „Trittbrettfahrerproblem“ bezeichnet. Nach den Autoren haben ein Großteil öffentlicher Güter bzw. die damit in Verbindung stehenden Entscheidungen, wie der Beitrag zu Nachbarschaftshilfen, gemeinnützigen Organisationen oder dem Umweltschutz, einen Echtzeit- bzw. kontinuierlichen Charakter. Die damit einhergehenden Entscheidungen seien asynchron und damit nicht simultan, weshalb sich eine entsprechende Untersuchung zu den Spielmechanismen anbietet (vgl. Oprea *et al.*, 2014, S. 212ff.).

Im Rahmen des Experiments von Oprea *et al.* (2014) können die Spieler bei Anwendung des kontinuierlichen Spielmechanismus über zehn Minuten jederzeit und beliebig oft Veränderungen in ihrem Verhalten vornehmen, während sie bei Anwendung des diskreten Spielmechanismus lediglich in Abständen von 60 Sekunden ihre Entscheidungen treffen bzw. verändern können. Die Autoren wählen die Parameter der Auszahlung dergestalt, dass eine Kooperation

schwierig zu erreichen ist. Dies äußert sich in einer relativ geringen Gruppenbelohnung für einen individuellen Beitrag zu dem öffentlichen Gut (vgl. Oprea *et al.*, 2014, S. 215).

Der kooperationsfördernde Effekt des kontinuierlichen gegenüber dem diskreten Spielmechanismus fällt im Gegensatz zu simpleren sozialen Dilemmata innerhalb dieses Vergleichs laut Oprea *et al.* (2014) sehr gering bzw. nicht signifikant aus. Der Grund hierfür liege in einem Koordinationsproblem, welches insbesondere durch die Beitragsmöglichkeit auf einem Intervall anstatt auf exakt definierten Punkten schwieriger als bei anderen sozialen Dilemmata, wie bspw. dem Gefangenendilemma, erschiene. Zur Aufhebung dieses Koordinationsproblems wird innerhalb des Experiments die Möglichkeit der freien Kommunikation gegeben und die verschiedenen Spielmechanismen erneut verglichen. Zunächst kann festgestellt werden, dass nach den Autoren Kommunikation unter Verwendung beider Spielmechanismen einen starken Effekt auf die Kooperation hat. Allerdings führe Kommunikation bei Verwendung des kontinuierlichen Spielmechanismus im Vergleich zur Verwendung des diskreten Spielmechanismus zu einem signifikant höheren Grad der Kooperation. Neben den bereits in vorherigen Unterkapiteln thematisierten Einflüssen des Spielmechanismus und der Kommunikation wird von den Autoren die Möglichkeit der Koordination der im Kontext des kontinuierlichen Spielmechanismus möglichen unmittelbaren Antworten durch die Kommunikation unter den Spielern als ein zentraler Grund für die kooperationsfördernde Wirkung angeführt. Dadurch sei die Durchsetzung eines Gruppenzwangs bei Verwendung des kontinuierlichen Spielmechanismus besser möglich als bei Verwendung des diskreten Spielmechanismus. Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass laut den Autoren die Kommunikation den koordinativen Effekt des kontinuierlichen Spielmechanismus ermöglicht und somit eine Art Wegbereiter³² oder Voraussetzung darstellt (vgl. Oprea *et al.*, 2014, S. 216ff.).

Eine weitere Veröffentlichung, die ein verwandtes Konzept untersucht, erfolgte durch Bigoni *et al.* (2019). Hierbei ist allerdings große Vorsicht im Rahmen der Interpretation der Ergebnisse geboten, da der Fokus der Untersuchung auf imperfekter bzw. privater Information oder Monitoring liegt und die für die vorliegende Arbeit relevanten Aspekte ein Nebenprodukt des Experiments darstellen. Aufgrund des sonstigen Mangels an relevanten Publikationen, entschied sich der Autor der vorliegenden Arbeit trotzdem dafür diese Aspekte zu adressieren.

³² Der englische Begriff „Enabler“ ist in diesem Kontext vorteilhaft.

Im Rahmen der Untersuchung spielt der Term Flexibilität eine große Rolle, den die Autoren Bigoni *et al.* (2019) im Sinne einer möglichst schnellen Reaktionsmöglichkeit verstehen. Beleuchtet wird dabei ein Cournot-Wettbewerb, dessen Auszahlungsmatrix einem Gefangenendilemma entspricht. Bezugnehmend auf den Flexibilitätsbegriff erfolgt das Experiment in diskreter Zeit, wobei eine Variabilisierung der Anzahl an Perioden zwischen derer keine Entscheidungsveränderung durch die Spieler möglich ist, vorgenommen wird. Bei allen Treatments wird somit die gleiche Periodenanzahl angesetzt, allerdings können die Spieler verschieden oft während des gesamten Experiments auf Aktionen ihrer Opponenten reagieren, wodurch sich die Reaktionszeit und damit die Flexibilität verändert (vgl. Bigoni *et al.*, 2019, S. 828ff.). Dies entspricht der Idee einer Veränderung der Periodenlänge, unterscheidet sich allerdings in der konkreten Umsetzung. Sofern, wie in Kapitel 2.1.1 *Spielmechanismus* beschrieben, die theoretische Idee verfolgt wird, dass der kontinuierliche Spielmechanismus durch den diskreten Spielmechanismus mit infinitesimaler Periodenlänge approximiert wird, kann eine Verwandtschaft dieses Experiments mit der vorliegenden Arbeit festgestellt werden. Gleichwohl differieren die Experimente stark, weshalb die Ergebnisse der Untersuchung von Bigoni *et al.* (2019) nur als Indizien für die vorliegende Arbeit gesehen werden können.

Bigoni *et al.* (2019) erkennen zunächst keine signifikanten Unterschiede zwischen den Flexibilisierungsstufen, weshalb sie zur Lösung eines vermuteten Koordinationsproblems Kommunikation vor jedem Spiel zulassen. Sie stellen einen stark positiven Einfluss der Kommunikation auf Kollusion fest. Hierbei sei die Kollusion bei einer mittleren Flexibilität, d. h. Reaktionszeit, am höchsten. Abschließend konstatieren die Autoren, dass Flexibilität einen Effekt auf Kollusion habe, dieser allerdings dem Effekt der Kommunikation untergeordnet sei (vgl. Bigoni *et al.*, 2019, S. 833ff.). Somit kann analog zu Oprea *et al.* (2014) der Schluss gezogen werden, dass auch in diesem Umfeld die Kommunikation als eine Art Wegbereiter oder Voraussetzung fungiert. Eine potenzielle Kollusion im Drei-Spieler-Gefangenendilemma und die korrespondierenden Einflüsse von Spielmechanismus sowie Kommunikation wurden allerdings in beiden Veröffentlichungen nicht explizit untersucht.

2.6 Identifikation der Forschungslücke

Im Folgenden wird eine kurze Übersicht der innerhalb dieses Kapitels geleisteten Literaturrecherche gegeben, um anhand eines holistischen Blicks die Forschungslücke zu identifizieren, in die sich die vorliegende Arbeit einordnen soll.

Der Einfluss des Spielmechanismus auf verschiedene Metriken, wie der Kooperation oder Kollusion innerhalb der Spieltheorie ist ein relativ junger Forschungszweig und deswegen noch nicht ausführlich untersucht, allerdings existieren bereits einige Arbeiten, die Indizien liefern können. Hier seien insbesondere die Untersuchungen im Rahmen des Gefangenendilemmas von Friedman und Oprea (2012) oder Graf (2021) genannt, die einen kooperations- bzw. koordinationsfördernden Effekt des real-dynamischen bzw. kontinuierlichen Spielmechanismus feststellen, woraus ebenso ein kollusionsfördernder Effekt geschlossen werden könnte. Obwohl eine Tendenz zu einem kooperationsfördernden Effekt des real-dynamischen bzw. kontinuierlichen Spielmechanismus besteht, existieren einzelne Veröffentlichungen, wie von Horstmann *et al.* (2016) oder Leng *et al.* (2018), die dieser Tendenz widersprechen. Folglich besteht an dieser Stelle weiterer Forschungsbedarf.

Der Einfluss von Kommunikation auf Koordination sowie Kooperation bzw. Kollusion ist bereits ausführlich und breit untersucht. Dies zeigen Meta-Analysen von Sally (1995) und Balliet (2010) oder bedeutende Einzeluntersuchungen durch Fonseca und Normann (2012). Die überwiegende Mehrheit dieser Analysen attestieren der Kommunikation einen koordinations- und dadurch einen kooperations- bzw. kollusionsfördernden Einfluss. Vereinzelt Lücken in der Literatur bestehen in der Frage nach der Entstehung impliziter und expliziter Kollusion sowie der etwaigen Notwendigkeit der Kommunikation für die Etablierung von Kollusion.

Die Kombination der beiden Einflüsse des Spielmechanismus und der Kommunikation ist äußerst selten untersucht worden. In diesem Kontext ist insbesondere die Publikation von Oprea *et al.* (2014) zu nennen, welche die Kommunikation als Voraussetzung für den kooperationsfördernden Effekt des kontinuierlichen Spielmechanismus innerhalb eines Öffentliche-Güter-Spiels sieht. Neben jener sowie der Arbeit von Bigoni *et al.* (2019), welche diese Effekte allerdings lediglich als Nebenprodukt untersucht, sind dem Autor keine weiteren Veröffentlichungen bekannt, die sich dieser Thematik annehmen. Dementsprechend wird in diesem Bereich eine Forschungslücke identifiziert, welche insbesondere zwischen sozialen Dilemmata mit zwei Spielern und komplexeren Umgebungen, wie dem Öffentliche-Güter-Spiel liegt. Ferner ist dem Autor keine Arbeit bekannt, welche die Kombination der Untersuchung des Einflusses von real-dynamischen Spielmechanismus und Kommunikation mit Kollusion in Verbindung bringt.

Auf Basis der beschriebenen, identifizierten Forschungslücke soll die Wechselwirkung zwischen Kommunikation und Real-Dynamik sowie die Rolle der Zeit im Kontext der vorgenannten Einflussfaktoren untersucht werden. Darüber hinaus sollen ebenfalls der (originäre) Einfluss von Kommunikation und Real-Dynamik auf Kollusion nochmals tiefergehend beleuchtet werden. Dies soll anhand eines Drei-Spieler-Gefangendilemma analysiert werden. Hiermit soll eine höhere Komplexität im Vergleich zum klassischen Gefangenendilemma geschaffen werden, um den Effekt der Endogenisierung bzw. der Real-Dynamik zu verdeutlichen und Kollusion zu erschweren. Ferner ähnelt das kooperative Verhalten im Rahmen eines Gefangenendilemmas nach Grujić *et al.* (2012) im Falle von drei Spielern einer höheren Spieleranzahl, wodurch weitere Schlüsse ermöglicht werden sollen. Des Weiteren wird die Komplexität des von Oprea *et al.* (2014) untersuchten Öffentliche-Güter-Spiels ausdrücklich nicht erreicht, um eine Separation zu gewährleisten und neue Erkenntnisse zu ermöglichen.

In diesem Rahmen soll ein besseres Verständnis bezüglich der Wechselwirkung von Spielmechanismus und Kommunikation auf Kollusion geschaffen werden. Explizit soll analysiert werden, inwieweit Effekte des Spielmechanismus, insbesondere des real-dynamischen, durch Effekte der Kommunikation überlagert werden können und, ob eine Veränderung mit der Zeit einhergeht. Daraus ergeben sich vier Treatments, die im Zuge der Ausarbeitung betrachtet werden sollen. Diese variieren im Spielmechanismus zwischen simultan-wiederholt und real-dynamisch, während zusätzlich zwischen unterbundener und ermöglichter Kommunikation unterschieden wird. Demnach werden die zu untersuchenden Treatments durch *simultan-wiederholt ohne Kommunikation (SoK)*, *simultan-wiederholt mit Kommunikation (SmK)*, *real-dynamisch ohne Kommunikation (RoK)* und *real-dynamisch mit Kommunikation (RmK)* beschrieben.

3 Konfliktbeschreibung und Hypothesenherleitung

Im ersten Teil dieses Kapitels soll die Auswahl des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas begründet sowie dieses eingeführt werden, um daraufhin kurz theoretische Vorüberlegungen zu erläutern, die einen entscheidenden Einfluss auf das Entstehen sowie die Struktur der vorliegenden Arbeit und der Hypothesen hatten. Im Anschluss werden die Hypothesen anhand einer Struktur mehrerer Metriken erarbeitet.

3.1 Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas

Zunächst sollen innerhalb dieses Unterkapitels die Anforderungen an den zu untersuchenden spieltheoretischen Konflikt definiert werden. Auf deren Basis werden die konkrete Ausgestaltung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas näher beleuchtet und Verbindungen zu den angesprochenen Anforderungen sowie zu bereits thematisierten Eigenschaften der Kollusion gezogen.

- (I) **Möglichst geringe Komplexität:** Nach Friedman und Cassar (2004) sollte die simpelste ökonomische Umgebung für ein Experiment gewählt werden, welche alle im Rahmen der Untersuchung zu adressierenden Problemstellungen abbildet. Dies reduziere Ambiguität und Ausreißer. Gleichmaßen liegt ein weiterer Vorteil in einer einfacheren Verständlichkeit für die Probanden, wodurch aussagekräftigere bzw. validere Ergebnisse zu erwarten sind. Die geringe Komplexität bezieht sich im Kontext der vorliegenden Arbeit zum einen auf die inhaltlichen Gegebenheiten des betrachteten Spiels bzw. Konflikts. Zum anderen ist eine Darstellung in Normalform wünschenswert, um ein gutes bzw. einfaches Verständnis der Probanden zu ermöglichen.
- (II) **Repräsentation eines Konflikts, der Kollusion ermöglicht:** Um Rückschlüsse aus dem Experiment auf Kollusion schließen zu können, muss das zugrunde liegende Spiel als ersten Schritt Kollusion zulassen. Hierfür ist ein konfliktärer Charakter des Spiels notwendig, in welchem langfristige Kooperation bzw. Kollusion für die einzelnen Spieler lohnenswert ist und somit in einer höheren kollektiven Auszahlung mündet. Demnach kann Kollusion lediglich im Rahmen eines Nicht-Nullsummenspiels abgebildet werden. Darüber hinaus ist eine simple Analogie bzw. Übersetzung in die Praxis von Vorteil, da somit eine ökonomische Umgebung geschaffen werden kann, welche den Probanden keinen direkten Rückschluss auf das zugrundeliegende Spiel, dessen Eigenschaften sie bereits kennen könnten, zulässt.

- (III) Kompatibilität mit Treatments:** Der zu untersuchende Konflikt muss alle bereits eingeführten Treatments abbilden bzw. unter Verwendung dieser gespielt werden können. Dies bezieht sich insbesondere auf die Spielmechanismen. Das Spiel muss damit sowohl bei Verwendung des simultan-wiederholten als auch des real-dynamischen Spielmechanismus durchführbar sein. Demnach ist eine diskrete bzw. periodenweise sowie kontinuierliche Umsetzung erforderlich. Einher geht diese Anforderung mit einer potenziell unendlichen inhaltlichen Länge des Konfliktes. Der Konflikt muss somit stets fortführbar sein und darf kein natürliches Ende bzw. keinen begrenzten Zeithorizont aufweisen. Aufgrund der bereits geforderten Minimal-Komplexität zur Ermöglichung eines Effekts der reichhaltigen Informationsstruktur im Rahmen des real-dynamischen Spielmechanismus muss das gewählte Spiel darüber hinaus mit mindestens drei Spielern umsetzbar sein.
- (IV) Symmetrie:** Aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit und Interpretation der resultierenden Ergebnisse ist ein symmetrischer Konflikt von Vorteil. Dies bezieht sich insbesondere auf die identischen Voraussetzungen aller Spieler. Alle Akteure müssen folglich die gleichen Handlungsoptionen aufweisen sowie die gleichen Auszahlungen bei entsprechendem Ausgang des Spiels erwarten. In diesem Kontext ist ebenfalls ein Teil der in Kapitel 2.1.3 *Kollusion* genannten Einflussfaktoren auf Kollusion inkludiert. Dazu gehören in erster Linie die durch alle Spieler angebotenen homogenen Produkte, wodurch keine Produktdifferenzierung innerhalb des Spiels möglich ist. Des Weiteren sollten identische Kostenstrukturen sowie Kapazitäten vorliegen. Ferner sind durchgehend reversible Entscheidungen ohne versunkene Kosten, d. h. eine maximale Handlungsfreiheit der Spieler, wünschenswert.
- (V) Bestehende Literatur:** Zur Ableitung potenzieller Hypothesen und dem Einordnen der Ergebnisse im Anschluss an das Experiment bietet sich ein spieltheoretisches Konzept an, das bereits ausführlich in der Literatur untersucht ist. Bestenfalls ist das Spiel bereits anhand verschiedener Spielmechanismen sowie im Kontext erlaubter bzw. verbotener Kommunikation analysiert worden, um bereits existierende Kenntnisse nutzen und einen Beitrag zur Schließung bestehender Wissenslücken leisten zu können.

Auf Basis dieser Anforderungen wurde das Drei-Spieler-Gefangenendilemma gewählt. Im Rahmen der Ausarbeitung sowie des korrespondierenden Experiments soll hierbei eine

Verbindung zur Kollusion hergestellt werden. In Anlehnung an den Bertrand-Wettbewerb wurde dabei ein Preiskampf als ökonomische Umgebung zur Darstellung des Drei-Spieler-Gefangenendilemmas gewählt.³³ Dabei hat jeder Spieler die Möglichkeit einen hohen oder einen niedrigen Preis zu setzen. Es besteht für jeden Akteur stets der Anreiz, unabhängig von den Entscheidungen der Opponenten, einen niedrigen Preis zu setzen. Diese Strategie ist somit dominant. Verfolgen allerdings alle Spieler eine Niedrigpreisstrategie resultiert dies in der kollektiv geringsten Auszahlung für die Anbieter. Demgegenüber steht die kollusive Lösung durch Setzen eines hohen Preises von allen Akteuren, die zu der kollektiv höchsten Auszahlung für die Anbieter führt. In Abhängigkeit davon, ob Kommunikation zwischen den Spielern stattfindet, besteht hierbei implizite oder explizite Kollusion und somit eine Kartellbildung (vgl. Bartholomae und Wiens, 2016, S. 101). Diese Begebenheiten führen unter Berücksichtigung der in Kapitel 2.2 *Einführung und empirische Untersuchungen zum Drei-Spieler-Gefangenendilemma* etablierten Bedingungen zu der in *Tabelle 3.1* dargestellten Auszahlungsmatrix.

Tabelle 3.1: Auszahlungsmatrix Drei-Spieler-Gefangenendilemma im Rahmen eines Preiskampfs - Perspektive Spieler A (eigene Darstellung)

Spieler B >>		<i>Hoher Preis</i>		<i>Niedriger Preis</i>	
Spieler C >>		<i>Hoher Preis</i>	<i>Niedriger Preis</i>	<i>Hoher Preis</i>	<i>Niedriger Preis</i>
Spieler A >>	<i>Hoher Preis</i>	80	40	40	0
	<i>Niedriger Preis</i>	100	60	60	20

Aufgrund der Symmetrie des Spiels für alle beteiligten Spieler können die einzelnen Auszahlungen anhand lediglich eines Spielers erklärt werden. In der vorliegenden Matrix sind die Auszahlungen des Zeilenspielers, d. h. Spieler A, abgetragen. In Abhängigkeit seiner eigenen Entscheidung, die in den Zeilen verzeichnet ist, sowie der Kombination aus den Entscheidungen der Opponenten, die in den Spalten beschrieben sind, ist die Auszahlung für den Zeilenspieler für jeden möglichen Spielzustand der jeweiligen Zelle zu entnehmen. Äquivalent zu Graf (2021) wurde eine Auszahlungs-Skala von null bis 100 gewählt. Hierbei erhält ein Spieler eine Auszahlung von null, sofern er einen hohen Preis und beide anderen Spieler einen niedrigen Preis gewählt haben. Der betrachtete Spieler erhält eine Auszahlung von 100, sofern er einen niedrigen Preis und die anderen Spieler jeweils einen hohen Preis gewählt haben. Alle

³³ Während der gesamten Experimentdurchführung wurde auf eine Betonung des Spiels als Preiskampf geachtet und explizit keine Verbindung zum Gefangenendilemma gezogen.

Zustände, die sich in der Auszahlungshöhe zwischen den genannten Extremwerten befinden, wurden in Bezug auf die Auszahlungshöhe linear verteilt. Sofern alle Spieler einen niedrigen Preis gewählt haben, erhält jeder Spieler eine Auszahlung von 20. Besteht eine Kooperation zwischen dem betrachteten und einem weiteren Spieler durch die Wahl eines hohen Preises, während der dritte Spieler jedoch einen niedrigen Preis wählt, wird dem betrachteten Spieler eine Auszahlung von 40 zuteil. Durch das Setzen eines niedrigen Preises, sofern jeweils einer der beiden Opponenten einen niedrigen und einer einen hohen Preis wählt, erzielt der betrachtete Spieler eine Auszahlung von 60. Bei einer vollkommenen Kooperation im Sinne durchgehend hoher Preise erhält jeder Spieler eine Auszahlung von 80. Aufgrund der bereits angesprochenen Symmetrie lässt sich hieraus die folgende Auszahlungsmatrix für alle Spieler ableiten.

Tabelle 3.2: Auszahlungsmatrix Drei-Spieler-Gefangenendilemma im Rahmen eines Preiskampfs - gesamtheitliche Betrachtung (eigene Darstellung)

		<i>Hoher Preis</i>		<i>Niedriger Preis</i>	
		<i>Hoher Preis</i>	<i>Niedriger Preis</i>	<i>Hoher Preis</i>	<i>Niedriger Preis</i>
Spieler A >>	<i>Hoher Preis</i>	80, 80, 80	40, 40, 100	40, 100, 40	0, 60, 60
	<i>Niedriger Preis</i>	100, 40, 40	60, 0, 60	60, 60, 0	20, 20, 20

Die Matrix der gesamtheitlichen Betrachtung ist dergestalt zu lesen, dass innerhalb einer Zelle der erste Eintrag der Auszahlung des Spielers A, der zweite Eintrag der Auszahlung des Spielers B und der dritte Eintrag der Auszahlung des Spielers C entspricht. Es wurden explizit keine negativen Auszahlungen aufgrund der nach McDaniel und Sistrunk (1991) unterschiedlichen Bewertung bzw. des unterschiedlichen Verhaltens von Probanden in Bezug auf Gewinne und Verluste, gewählt. Darüber hinaus ist die neutrale Bezeichnung der Handlungsoptionen im Rahmen eines Preiskampfs mit einem hohen bzw. niedrigen Preis von Vorteil, da vorbelastete oder implizierende Wörter, wie „Kooperation“, „Defektion“, „Ehrlichkeit“ oder „Betrug“ im Kontext des Gefangenendilemmas, vermieden werden (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 30).

In diesem Abschnitt sollen die, unter Berücksichtigung der Symmetrie, vier möglichen Zustände aus Perspektive des Gesamtspiels beleuchtet sowie die korrespondierenden Auszahlungen qualitativ erklärt werden. Die vier Zustände werden anhand der Wahl des Preises durch die Spieler wie folgt charakterisiert:

- *Hoher Preis, hoher Preis, hoher Preis (HHH) – Gesamtauszahlung von 240*
- *Hoher Preis, hoher Preis, niedriger Preis (HHN) – Gesamtauszahlung von 180*

- *Hoher Preis, niedriger Preis, niedriger Preis (HNN) – Gesamtauszahlung von 120*
- *Niedriger Preis, niedriger Preis, niedriger Preis (NNN) – Gesamtauszahlung von 60*

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass es aus Sicht des Gesamtspiels irrelevant ist, welcher Spieler innerhalb dieser Zustände einen hohen bzw. niedrigen Preis wählt, sofern der jeweilige Zustand erreicht wird. Bspw. spielt es demnach keine Rolle, ob Spieler A einen niedrigen Preis wählt, während Spieler B und C einen hohen Preis wählen oder, ob Spieler B einen niedrigen Preis wählt, während Spieler A und C einen hohen Preis wählen. Das Resultat ist in der oben beschriebenen Darstellung in beiden Fällen der Zustand HNN. Der Zustand mit der kollektiv höchsten Auszahlung über alle Spieler hinweg ist HHH. Bei Wahl eines durchgehend hohen Preises teilt sich die Nachfrage gleichmäßig über die Anbieter auf und ist mit einer hohen Marge verbunden. Durch die Auszahlung in Höhe von 80 an jeden Spieler ist eine Gesamtauszahlung von 240 gegeben. Sofern ein Spieler von diesem Zustand abweicht und einen niedrigen Preis wählt, wird dieser mit einer Auszahlung von 100 und die verbleibenden Spieler mit einer Auszahlung von jeweils 40 entlohnt. Dies resultiert in einer Gesamtauszahlung des Zustands HNN von 180. Hierbei wird angenommen, dass ein Großteil der Nachfrage auf den Spieler mit dem niedrigen Preis entfällt, wodurch dieser die Margenverluste überkompensieren kann und so zu dem höchsten Gewinn gelangt. Die verbleibende Nachfrage teilt sich zu gleichen Teilen auf die restlichen Spieler auf, die trotz einer guten Marge aufgrund der geringen Nachfragemenge keinen hohen Gewinn erzielen können. Eine nicht vollständige Vereinigung der Nachfrage auf den Anbieter mit dem niedrigsten Preis im Sinne des klassischen Bertrand-Modells kann inhaltlich durch die Anforderungen einer Mehrquellenbeschaffung oder durch Kapazitätsbeschränkungen der einzelnen Anbieter begründet werden (vgl. Pfähler und Wiese, 2008, S. 80). Darüber hinaus wird eine vollkommen unelastische Preiselastizität der Nachfrage angenommen, weshalb mit keinen Mengenänderungen infolge von Preisänderungen gerechnet wird. Im Falle einer weiteren Verstärkung des Wettbewerbs durch das Setzen eines niedrigen Preises von zwei Spielern, während nur noch ein Spieler einen hohen Preis wählt, sinkt die kollektive Auszahlung über alle Spieler hinweg im Zustand HNN auf 120. Hierbei erhalten die Akteure, die einen niedrigen Preis gewählt haben, jeweils eine Auszahlung von 60, während das Setzen des hohen Preises durch den verbleibenden Spieler in einer Auszahlung von null resultiert. In diesem Kontext teilt sich die Nachfrage gleichmäßig zwischen den Anbietern mit einem niedrigen Preis auf, allerdings fallen die Gewinne der Spieler entsprechend geringer aus, da die Mengengewinne die Margenverluste im Vergleich

zu einem durchgehenden hohen Preis nicht kompensieren können. Der Spieler mit dem hohen Preis kann in diesem Umfeld keinen Absatz verzeichnen. Im Rahmen eines starken Wettbewerbs, in dem durchgehend alle Akteure niedrige Preise setzen, ist die kollektive Auszahlung der Anbieter im Zustand NNN mit 60 am geringsten. Dabei verteilt sich die Nachfrage gleichmäßig auf die Anbieter, allerdings resultiert die mit den niedrigen Preisen korrespondierende sehr geringe Marge in einer Auszahlung von lediglich 20 pro Spieler.

Die in Kapitel 2.1.3 *Kollusion* angesprochenen Markteintrittsbarrieren sowie Wechselkosten spielen in diesem Kontext ausdrücklich keine Rolle, da keine zusätzlichen Spieler bzw. Anbieter innerhalb des Spiels vorgesehen sind und davon ausgegangen wird, dass ein Wechsel des Anbieters kundenseitig in vorliegendem ökonomischen Rahmen keine Kosten verursacht. Es besteht dabei eine Abhängigkeit zwischen dem gewählten Spielmechanismus und dem Auszahlungszeitpunkt. Bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus erfolgt die Auszahlung im Anschluss an jede Periode, während der real-dynamische Spielmechanismus mit einer laufenden bzw. quasi-kontinuierlichen Auszahlung in Verbindung steht. An dieser Stelle wird bewusst auf eine Diskontierung zukünftiger Auszahlungen bzw. Gewinne verzichtet, um die Entscheidung über die Abwägung zwischen zukünftigen und gegenwärtigen Gewinnen den Spielern zu überlassen.³⁴ Wie bereits erwähnt, ist der Preis ein bewährter Indikator für Kollusion. Durch die Wahl des Preises als Entscheidungsvariable innerhalb des Spiels wird die Verbindung zur Messung der potenziell vorhandenen Kollusion geschlossen, um das Ziel der Arbeit entsprechend adressieren zu können.

3.2 Theoretische Vorüberlegungen – Wirkung von Real-Dynamik und Kommunikation auf Kollusion: Verstärkend oder substituierend?

In folgendem Abschnitt soll kurz auf die theoretischen Vorüberlegungen, die zur Entwicklung dieser Untersuchung geführt haben, eingegangen werden. Wie bereits attestiert, wirkt der Spielmechanismus in Form der Real-Dynamik als Koordinationsmechanismus, der Kooperation und dadurch ebenfalls Kollusion fördert. Dies liegt in den schnelleren Interaktionsmöglichkeiten und der reichhaltigeren Informationsstruktur begründet (vgl. Graf, 2021, S. 33). Die

³⁴ Die restlichen kollusionsbeeinflussenden Faktoren bzw. deren Adressierung und Umsetzung im Rahmen dieser Untersuchung werden in Kapitel 4.1.1.1 *Spielumgebung* thematisiert.

Kommunikation stellt in diesem Kontext einen weiteren Koordinationsmechanismus dar, der Kooperation und Kollusion begünstigt (vgl. Cooper *et al.*, 1992, S. 750f; Engel, 2007, S. 31ff.).

Bei Kombination der koordinativen Vehikel Real-Dynamik und Kommunikation sind neben der exakt additiven Wirkung der Einzeleffekte prinzipiell zwei Fälle möglich:

- **Verstärkender Effekt** zwischen Real-Dynamik und Kommunikation auf Kollusion - Hierbei ist die kombinierte Wirkung von Real-Dynamik und Kommunikation größer als die Summe der Einzeleffekte.
- **Substituierender Effekt** zwischen Real-Dynamik und Kommunikation auf Kollusion - Hierbei ist die kombinierte Wirkung von Real-Dynamik und Kommunikation geringer als die Summe der Einzeleffekte.

Beide Fälle sind in *Abbildung 3.1* konzeptionell dargestellt.

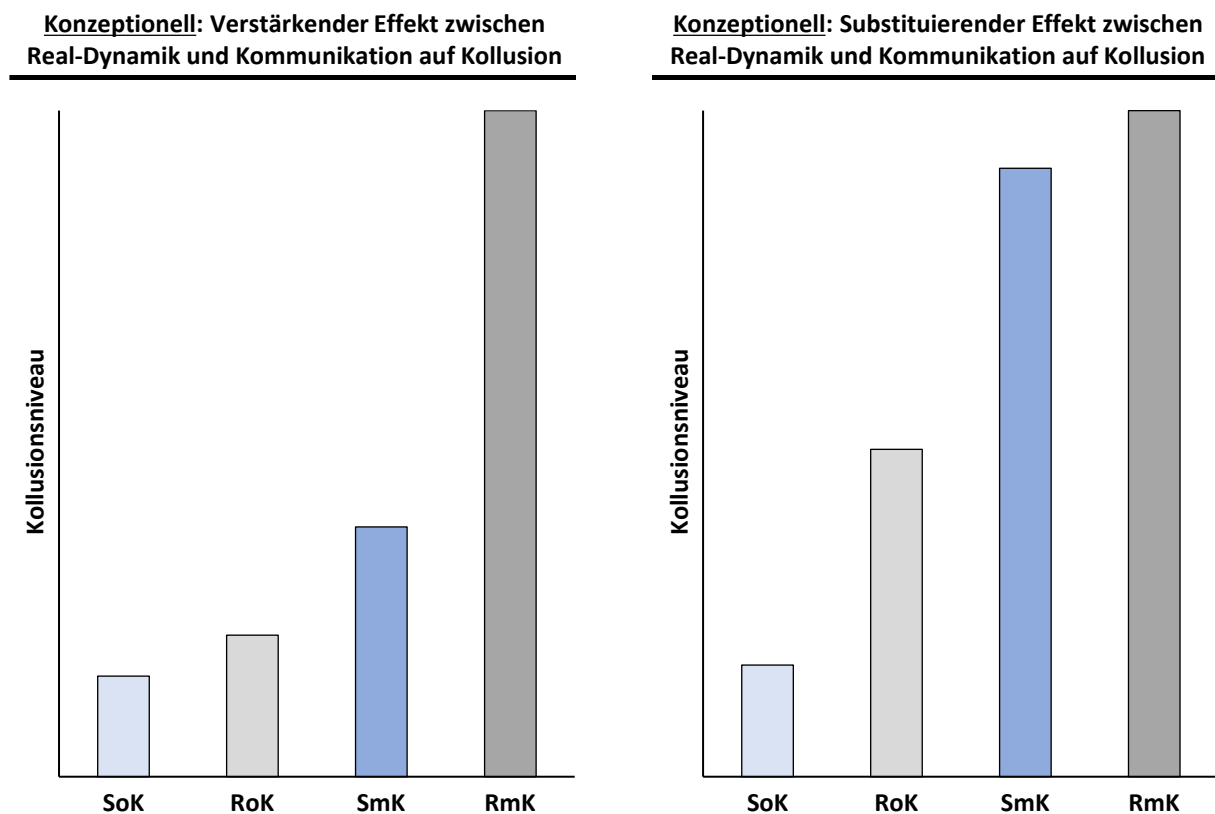


Abbildung 3.1: Konzeptionell - verstärkender und substituierender Effekt zwischen Real-Dynamik und Kommunikation auf Kollusion (eigene Darstellung)

Wie bereits beschrieben, ist die Wechselwirkung zwischen real-dynamischen bzw. zeitkontinuierlichem Spielmechanismus und Kommunikation äußerst selten untersucht worden. Im Rahmen des Experiments von Oprea *et al.* (2014), welches die Einflussfaktoren

zeitkontinuierlicher Spielmechanismus und Kommunikation in einem Öffentliche-Güter-Spiel kombiniert, ermöglicht die Kommunikation die kooperationsfördernde Wirkung des real-dynamischen bzw. zeitkontinuierlichen Spielmechanismus. Dies spricht für einen verstärkenden Effekt zwischen Real-Dynamik und Kommunikation. Grund dafür ist laut Oprea *et al.* (2014) die hohe Schwierigkeit der Koordinationsaufgabe und damit die Notwendigkeit für beide koordinativen Vehikel. Entgegen diesen Ergebnissen erscheint es möglich, dass in simpleren sozialen Dilemmata wie dem Drei-Spieler-Gefangenendilemma nicht beide Koordinationsmechanismen zur Förderung von Kooperation bzw. Kollusion zwingend notwendig sind und deswegen in Kombination einen kleineren Einfluss entfalten als die Höhe der getrennten Einzeleffekte vermuten lassen würde. Aus diesem Grund liegt der Schluss nahe, dass der real-dynamische Spielmechanismus die Kollusion bei nicht vorhandener Kommunikation im Vergleich zu dem simultan-wiederholten Spielmechanismus fördert, dieser Effekt jedoch bei erlaubter Kommunikation vermindert wird oder sogar verschwindet. Basierend auf der kleineren Koordinationsaufgabe im Rahmen des Drei-Spieler-Gefangenendilemmas im Vergleich zu einem Öffentliche-Güter-Spiel erwartet der Autor deswegen einen substituierenden Effekt zwischen den kollusionsfördernden Vehikeln Real-Dynamik und Kommunikation auf Kollusion.

Darüber hinaus benötigt, wie bereits thematisiert, die Etablierung von Kollusion Zeit (vgl. Kopf, 2017, S. 97). Ein ähnlicher zeitlicher Bedarf zeigt sich bei der Entstehung von Kooperation im Gefangenendilemma, insbesondere bei Verwendung des zeitkontinuierlichen Spielmechanismus (vgl. Friedman und Oprea, 2012, S. 344). Zusätzlich kann argumentiert werden, dass Kommunikation, insbesondere Cheap-Talk, ebenfalls Zeit zur Entfaltung ihrer Wirkung benötigt, da die Glaubwürdigkeit der Nachrichten erst durch die anschließenden Handlungen der Akteure validiert wird (vgl. Cooper und Kühn, 2014, S. 256). Aus diesen Gründen erscheint es sinnvoll den Einfluss des Spielmechanismus und der Kollusion zusätzlich unter Berücksichtigung einer zeitlichen Komponente zu betrachten.

Die soeben konkretisierten theoretischen Vorüberlegungen münden in folgender übergeordneter These dieser Untersuchung:

These: *Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit fördern die Kollusion zwischen den Spielern. Die Kommunikation und die Real-Dynamik substituieren sich dabei häufig.*

3.3 Ableitung der Forschungshypothesen

Geleitet durch die soeben etablierte übergeordnete These der Arbeit sollen in diesem Kapitel die Forschungshypothesen entwickelt werden. Hierfür wird zunächst die Struktur der Hypothesen vorgestellt. Diese beinhaltet Metriken, die für die Analyse genutzt und im Folgenden ebenfalls eingeführt werden. Im Anschluss erfolgt die Kaskadierung der einzelnen Hypothesen und deren zugrundeliegende Ansätze bzw. Überlegungen.

3.3.1 Struktur der Hypothesen

Die Struktur der Hypothesen und die damit korrespondierenden Metriken sollen in *Tabelle 3.3* dargestellt und anhand dieser erklärt werden.

Tabelle 3.3: Hypothesengruppierung und korrespondierende Metriken (eigene Darstellung)

	Auszahlung		Zustände		Zug-Veränderungen
	Mittlere Auszahlung	Abweichung Auszahlung	HHX	HHH	
Statische Betrachtung	Hypothesen I-1.1.X	Hypothesen I-3.X	Hypothesen I-1.2.X	Hypothesen I-1.3.X	Hypothesen I-2.X
Dynamische Betrachtung	Hypothesen II-1.1.X	N/A	Hypothesen II-1.2.X	Hypothesen II-1.3.X	Hypothesen II-2.X

Aufgrund der besseren Übersichtlichkeit folgt diese Darstellung der Struktur der Metriken. Hierbei existieren die Kategorien Auszahlung³⁵ und Zustände, die jeweils Subkategorien aufweisen, sowie Zug-Veränderungen. Des Weiteren wird zwischen einer statischen bzw. gesamtgesellschaftlichen Betrachtung der durchgeführten Spiele und einer dynamischen Betrachtung, in der zwischen erster bzw. zweiter Hälfte des Spiels differenziert wird, unterschieden. Wie ersichtlich, sind die Hypothesen geringfügig abweichend von dieser Struktur gelistet. Dies soll, neben der Erläuterung zur Eignung der gewählten Metriken, im kommenden Abschnitt begründet

³⁵ Der Begriff Auszahlung wird in vielen Veröffentlichungen, in Anlehnung an den englischen Begriff, als Payoff bezeichnet.

werden. Eine abschließende Übersicht findet sich in Kapitel 3.3.7 *Zusammenfassung der Forschungshypothesen*.

Die primär zu adressierende inhaltliche Thematik dieser Untersuchung ist die Kollusion. Bei genauer Betrachtung des gewählten Spiels und der entsprechenden Auszahlungen lässt sich erkennen, dass die mittlere aggregierte Auszahlung über alle Spieler innerhalb eines Spiels eine passende Metrik zur Untersuchung des Kollusionsniveaus darstellt. Wie bereits begründet, stellt die Höhe des Preises ein treffendes Kollusionsmaß dar. Von Zustand NNN über die Zustände HNN und HHN bis zum Zustand HHH steigt die aggregierte Auszahlung innerhalb des Spiels linear an. Äquivalent dazu steigt der durchschnittlich angebotene Preis an, weshalb die aggregierte Auszahlung als Maß für Kollusion innerhalb des gewählten Spiels angesehen werden kann. Dies wird zusätzlich verdeutlicht, sobald jeder einzelne Zustand beleuchtet wird. Im Falle des Zustands NNN hat kein Spieler einen hohen Preis gewählt und somit ist kein kollusives Verhalten zu erkennen. Der Zustand HNN ist geprägt von einem Spieler, der einen hohen Preis gewählt hat, während zwei andere Spieler einen niedrigen Preis gewählt haben. Die Wahl des hohen Preises kann als ein Versuch zur Kollusionsbildung angesehen werden, allerdings ist diese nicht erfolgreich, da kein anderer Spieler entsprechend darauf eingeht. Dies ändert sich in Zustand HHN, in welchem zwei Spieler einen hohen Preis wählen und somit ein kollusives Verhalten praktizieren. Getrübt wird diese Entscheidung aus Sicht der Spieler, die einen hohen Preis gewählt haben, jedoch durch die Wahl eines niedrigen Preises des verbliebenen Spielers. Diese Disbalance wird im Zustand HHH aufgelöst, in welchem alle Spieler einen hohen Preis wählen und entsprechend vollkommene Kollusion erreicht wird. An dieser Entwicklung ist ersichtlich, dass mit steigender Auszahlung ebenso kollusive Intentionen bzw. der Erfolg kollusiven Verhaltens zunimmt. Neben der Verbindung zwischen Auszahlung und Kollusion können anhand der beschriebenen Zustände weitere Metriken zur Messung von Kollusion abgeleitet werden. Wie beschrieben, besteht eine erfolgreiche Kollusion zwischen zwei Spielern im Falle des Zustands HHN und eine vollkommene Kollusion zwischen allen Spielern im Falle des Zustands HHH. Daraus resultieren zwei zusätzliche Metriken. Zum einen wird der Anteil der Zustände HHX, d. h. aller Zustände, in welchen entweder zwei oder drei Spieler einen hohen Preis wählen, betrachtet. Zum anderen wird der Anteil des Zustands vollkommener Kollusion HHH isoliert zur Messung von Kollusion genutzt. Aufgrund der inhaltlichen Verwandtschaft und der Adressierung ähnlicher Fragestellungen werden die mittlere Auszahlung sowie die Anteile der Zustände HHX und HHH den Hypothesenkomplexen I-1.1.X im Falle der

statischen und II-1.1.X im Falle der dynamischen Betrachtung zugeordnet. Die entsprechenden Abstufungen innerhalb der Hypothesenkomplexe sind *Tabelle 3.3* zu entnehmen.

Zusätzlich werden darüber hinausgehende interessante Metriken im Rahmen der Untersuchung betrachtet. Hierzu gehören die Zug-Veränderungen sowie die Abweichung der mittleren Auszahlung. Die Anzahl an Zug-Veränderungen, d. h. die Änderungen des Preises durch die entsprechenden Spieler, sollen als Indiz dafür betrachtet werden, wie hoch der Aufwand der Akteure zur Erbringung einer bestimmten Koordinationsleistung, bspw. der Koordination auf einen u.U. kollusiven Zustand, ist und inwieweit dieser Zustand als stabil betrachtet werden kann. Im Kontext der statischen Betrachtung sind die entsprechenden Hypothesen dem Komplex I-2.X zugeordnet, während die dynamische Betrachtung diesbezüglich durch den Hypothesenkomplex II-2.X adressiert wird. Die Abweichung der Auszahlung soll zusätzlich als ein Streuungsmaß beleuchtet werden. Hierfür wird die Streuung der mittleren Auszahlung des individuellen Spielers um das jeweilige Treatment-Mittel herangezogen und somit ein Indiz geliefert, wie stark der Spielausgang³⁶ auf Spielerebene differiert. Da diese Metrik nicht auf eine dynamische Betrachtung anwendbar ist, wird sie lediglich im Rahmen einer statischen Betrachtung im Hypothesenkomplex I-3.X dargestellt.

Anhand dieser vorgestellten Struktur sollen in den folgenden Abschnitten des Kapitels sämtliche Hypothesen eingeführt werden. Dabei wird an manchen Stellen auf die bereits eingeführte Literatur Bezug genommen. In diesen Fällen werden lediglich die an dieser Stelle relevanten Punkte genannt. Für eine ausführlichere Betrachtung sei generell auf die entsprechenden Grundlagen in den vorherigen Kapiteln verwiesen.

3.3.2 Hypothesen zur mittleren Auszahlung

Die in vorliegendem Kapitel sowie in Kapitel 3.3.3 *Hypothesen zu realisierten Zuständen* aufgestellten Hypothesen folgen dem in These I-1 formulierten übergeordneten Gedanken.

These I-1: *Die Real-Dynamik sowie die Kommunikation haben einen positiven Einfluss auf den Grad der Kollusion, wobei sich beide Einflüsse teilweise substituieren.*

³⁶ Der Begriff Spielausgang referenziert in diesem Kontext ausdrücklich nicht auf den letzten Zustand des Spiels bzw. die damit verbundene Auszahlung, sondern auf die Gesamtmenge bzw. den Durchschnitt an Auszahlungen, die von einem Spieler über die volle Länge des Spiels gesammelt wurden.

Die soeben beschriebene These lässt keine eindeutige Überprüfung zu, weshalb in den folgenden Abschnitten Hypothesen formuliert werden, die jene These präzisieren und auf ihr basieren. Dies soll eine statistische Überprüfung und damit eine Beweisführung zu einem späteren Punkt innerhalb dieser Arbeit ermöglichen. An dieser Stelle sei nochmals auf die kollusionsinduzierende Charakteristik der mittleren Auszahlung innerhalb des zu untersuchenden Spiels hingewiesen. Auf Grundlage des in mehreren (Meta-)Analysen von bspw. Sally (1995), Engel (2007) oder Balliet (2010) bescheinigten koordinations- bzw. kollusionsfördernden Effekts der Kommunikation in unterschiedlichen ökonomischen Situationen, wird dieser Einfluss im Rahmen der vorliegenden Untersuchung, unabhängig des verwendeten Spielmechanismus, ebenfalls erwartet.

Hypothese I-1.1.1: *Die Kommunikation hat einen positiven Einfluss³⁷ auf die mittlere Auszahlung...*

I-1.1.1a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

I-1.1.1b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Darüber hinaus attestieren Friedman und Oprea (2012) sowie Graf (2021) dem real-dynamischen Spielmechanismus im Gefangenendilemma eine koordinations- bzw. kooperationsfördernde und damit indirekt eine kollusionsfördernde Wirkung. Gründe hierfür seien die schnellen Reaktionsmöglichkeiten und eine reichhaltigere Informationsstruktur des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus. Auf dieser Basis wird im Kontext des durchzuführenden Experiments mit einem kollusionsfördernden Einfluss des real-dynamischen Spielmechanismus bei unterbundener Kommunikation gerechnet.

Hypothese I-1.1.2: *Die Real-Dynamik hat einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung bei unterbundener Kommunikation.*

Bei einer Weiterführung der bisherigen Ansätze aus einer kollusionsfördernden Wirkung der Kommunikation und einer kollusionsfördernden Wirkung der Real-Dynamik könnte der Schluss entstehen, dass bei einer Kombination der Einflüsse im Rahmen einer zugelassenen

³⁷ Genau genommen kann keine Kausalität, sondern lediglich ein positiver Zusammenhang nachgewiesen werden, bspw. dass die mittlere Auszahlung unter Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus bei zugelassener Kommunikation höher ausfällt als bei unterbundener Kommunikation. Trotzdem wird in diesem Kontext das Wort Einfluss verwendet. Dieser Hinweis soll bei den folgenden Hypothesen nicht wiederholt werden.

Kommunikation die Real-Dynamik weiterhin den identischen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung entwickeln sollte wie bei unterbundener Kommunikation. Dieser Überlegung wird explizit nicht gefolgt. Es wird hingegen angenommen, dass die Einzeleffekte der Kommunikation bzw. der Real-Dynamik bereits in einem großen Maße kollusiv wirken, sodass eine vollkommen additive Charakteristik der Effekte bei Kombination der Vehikel nicht realistisch erscheint. Demnach wird eine (partielle) Substitution der beiden Einflüsse erwartet.

Hypothese I-1.1.3: *Es existiert ein negativer Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf die mittlere Auszahlung.*

Als zusätzliche Erläuterung soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass eine Abnahme des Unterschieds der mittleren Auszahlung zwischen real-dynamischem und simultan-wiederholtem Spielmechanismus bei zugelassener im Vergleich zu unterbundener Kommunikation erwartet wird. Dies ist bis zu einer Nivellierung denkbar. Da ein nicht vorhandener Unterschied allerdings nicht statistisch signifikant überprüfbar ist, wird hierbei die Hypothese auf den beschriebenen Interaktionseffekt gestützt.

3.3.3 Hypothesen zu realisierten Zuständen

Die zuvor thematisierte mittlere Auszahlung innerhalb eines Spiels ist ein erstes Maß für die etwaigen Effekte auf Kollusion. Die Untersuchung dieser Einflüsse soll anhand zwei bereits eingeführten weiteren Metriken, den mittleren Anteilen der kollusiven Zustände HHX und des vollkommen kollusiven Zustands HHH, untermauert werden. Dadurch kann eine breite Messung von Kollusion bzw. ihren Strukturen gewährleistet werden, um die Aussagekraft der in folgenden Kapiteln getätigten Analysen zu erhöhen. Die innerhalb dieses Abschnitts gestellten Hypothesen werden somit, wie bereits erwähnt, weiterhin durch *These I-1* geleitet. Hierbei wird inhaltlich auf die Überlegungen, die bereits zur Ableitung der Hypothesen in Kapitel 3.3.2 *Hypothesen zur mittleren Auszahlung* gedient haben, zurückgegriffen. Zu einer Vermeidung von Doppelungen werden aus diesem Grund in vorliegendem Unterkapitel lediglich die korrespondierenden Hypothesen eingeführt, während für die ausführlichen theoretischen Überlegungen und die in Verbindung stehende Literatur auf das vorherige Unterkapitel verwiesen werden soll.

3.3.3.1 Anteil des Zustands HHX

Äquivalent zur mittleren Auszahlung wird im Rahmen der kollusiven Zustände HHX eine kollusionsfördernde Wirkung der Kommunikation, unabhängig des verwendeten Spielmechanismus, unterstellt.

Hypothese I-1.2.1: *Die Kommunikation hat einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände...*

I-1.2.1a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

I-1.2.1b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Weiterhin ist zu erwarten, dass die schnellen Reaktionsmöglichkeiten und die reichhaltige Informationsstruktur des real-dynamischen Spielmechanismus bei unterbundener Kommunikation eine kollusionsfördernde Wirkung entfalten und diese sich im Rahmen der kollusiven Zustände HHX zeigt.

Hypothese I-1.2.2: *Die Real-Dynamik hat einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände bei unterbundener Kommunikation.*

Ebenfalls wird angenommen, dass aufgrund der starken Einzeleffekte die kollusive Wirkung der Real-Dynamik und die kollusive Wirkung der Kommunikation bei simultaner Anwendung einer Substitution unterliegen.

Hypothese I-1.2.3: *Es existiert ein negativer Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände.³⁸*

3.3.3.2 Anteil des Zustands HHH

Der Anteil des Zustands HHH ist von besonderer Bedeutung innerhalb dieser Untersuchung, da dieser der ursprünglichsten Form der Kollusion entspricht. Hierbei wählen sämtliche Spieler einen hohen Preis, wodurch vollkommene Kollusion entsteht. Daraus lässt sich folgern, dass für diesen Zustand ebenso der höchste Grad an Koordination bzw. Kooperation notwendig ist.

³⁸ Erläuterung: Wiederum wird erwartet, dass eine Abnahme des Unterschieds des mittleren Anteils kollusiver Zustände HHX zwischen real-dynamischem und simultan-wiederholtem Spielmechanismus bei zugelassener im Vergleich zu unterbundener Kommunikation vorliegen wird, welche bis zu einer Nivellierung reichen kann. Aufgrund der fehlenden Überprüfbarkeit einer solchen Nivellierung liegt der Hypothese der beschriebene Interaktionseffekt zugrunde.

In Bezug auf den Einfluss der Kommunikation wird hierbei weiterhin eine kollusionsfördernde Wirkung im Kontext des Zustands vollkommener Kollusion HHH erwartet.

Hypothese I-1.3.1: *Die Kommunikation hat einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands...*

I-1.3.1a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

I-1.3.1b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Gleichermaßen wird davon ausgegangen, dass der real-dynamische Spielmechanismus bei unterbundener Kommunikation aufgrund der unmittelbaren Reaktionsmöglichkeiten sowie der reichhaltigen Informationsstruktur eine kollusionsfördernde Wirkung entwickelt und sich diese im Anteil des vollkommen kollusiven Zustands manifestiert.

Hypothese I-1.3.2: *Die Real-Dynamik hat einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands bei unterbundener Kommunikation.*

Ein substituierender Effekt zwischen den kollusionsfördernden Einzeleffekten der Kommunikation und der Real-Dynamik, im Falle einer Nutzung beider Vehikel im Umfeld des vollkommen kollusiven Zustands HHH, wird zudem angenommen.

Hypothese I-1.3.3: *Es existiert ein negativer Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands.³⁹*

Die Kombination aus mittlerer Auszahlung sowie den mittleren Anteilen der Zustände HHX und des Zustands HHH unterstützen eine möglichst ganzheitliche Betrachtung der Kollusion innerhalb des gewählten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas.

3.3.4 Hypothesen zu Zug-Veränderungen

Die Hypothesen in Bezug auf die Anzahl der Zug-Veränderungen der Spieler orientieren sich an der folgenden These.

³⁹ Erläuterung: Wiederum wird erwartet, dass eine Abnahme des Unterschieds des mittleren Anteils des vollkommen kollusiven Zustands HHH zwischen real-dynamischem und simultan-wiederholtem Spielmechanismus bei zugelassener im Vergleich zu unterbundener Kommunikation vorliegen wird, welche bis zu einer Nivellierung reichen kann. Aufgrund der fehlenden Überprüfbarkeit einer solchen Nivellierung liegt der Hypothese der beschriebene Interaktionseffekt zugrunde.

These I-2: *Die Real-Dynamik sowie die Kommunikation haben einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler, wobei sich beide Einflüsse teilweise substituieren.*

In den kommenden Abschnitten sollen erneut verwandte Hypothesen abgeleitet werden, die im Gegensatz zu soeben genannter These statistisch überprüft werden können. Die Zug-Veränderungen sollen in diesem Kontext ein Maß für die getätigten Aktivitäten der Spieler darstellen. Ein hoher Grad der Aktivität der Spieler kann hierbei zweierlei Indizien liefern. Zum einen kann eine hohe Anzahl an Zügen notwendig sein bis ein bestimmter durch die Spieler gewünschter, bspw. kollusiver, Zustand erreicht ist. Analog zu Oprea *et al.* (2014) stellt dieser Vorgang somit eine Koordinationsleistung dar. Zum anderen kann eine hohe Anzahl an Zügen für eine mangelnde Stabilität von erreichten (kollusiven) Zuständen innerhalb des Spiels stehen. Wie bereits beschrieben, attestieren sowohl Meta-Analysen, bspw. von Sally (1995) oder Balliet (2010) als auch bedeutende Einzelwerke, bspw. von Cooper *et al.* (1992) oder Fonseca und Normann (2012), der Kommunikation eine koordinationsfördernde Wirkung. Demnach ist eine geringere Anzahl an Zug-Veränderungen, unabhängig des gewählten Spielmechanismus, bei ermöglichter Kommunikation zu erwarten.

Hypothese I-2.1: *Die Kommunikation hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler...*

I-2.1a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

I-2.1b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Wird von einem koordinationsfördernden Effekt des real-dynamischen Spielmechanismus, wie ihn Kephart und Friedman (2015) sowie Graf (2021) beschreiben, ausgegangen, kann eine ähnliche Wirkung bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus vermutet werden. Demnach wird angenommen, dass eine geringere Anzahl an Zug-Veränderungen im Rahmen des real-dynamischen, aufgrund dessen schnellen Reaktionsmöglichkeiten und der reichhaltigen Informationsstruktur, gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus bei unterbundener Kommunikation vorliegt.

Hypothese I.2.2: *Die Real-Dynamik hat einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler bei unterbundener Kommunikation.*

Eine in der Höhe der Einzeleffekte additive Auswirkung der koordinationsfördernden Vehikel Kommunikation und Real-Dynamik wird wiederum aufgrund der Annahme starker

Einzeleffekte als nicht realistisch eingeschätzt. Somit wird mit einer (partiellen) Substitution der Koordinationseffekte von Kommunikation und Real-Dynamik in Bezug auf die Anzahl der Zug-Veränderungen der Spieler gerechnet.

Hypothese I.2.3: *Es existiert ein positiver Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler.*⁴⁰

3.3.5 Hypothesen zur Auszahlungsabweichung

Neben der mittleren Auszahlung in den unterschiedlichen Treatments sind die Abweichungen für den individuellen Spieler von Interesse, die je Treatment von dem jeweiligen Mittel auftreten. So ist damit zu rechnen, dass bei einem hohen, stabilen Kollusionsgrad die Auszahlungsabweichung für den individuellen Spieler geringer ausfällt als bei einem niedrigen Kollusionsgrad, da sich hier lediglich manche Spieler auf einen kollusiven Zustand koordinieren können und so die Schwankungen zwischen den Spielen höher ausfallen sollten. These I-3 liefert den Rahmen für die im Anschluss zu formulierenden statistisch überprüfbaren Hypothesen mit Bezug auf die Abweichung der Auszahlungen der individuellen Spieler.

These I-3: *Die Real-Dynamik sowie die Kommunikation haben einen mindernden Einfluss auf die Abweichung der mittleren Gesamtauszahlung für den individuellen Spieler.*

Umgesetzt wird die Formulierung der Hypothesen, indem die Abweichung der gesammelten mittleren Auszahlung eines individuellen Spielers über dessen gesamtes Spiel im Vergleich zu dem korrespondierenden Treatment-Mittel gemessen wird. Dieses Maß signalisiert damit die Höhe von Schwankungen der Gesamtauszahlung bzw. des Spielausgangs⁴¹ und kann deswegen im übertragenen Sinne als eine Art Risikomaß für die Spieler innerhalb der jeweiligen Treatments angesehen werden. Eine geringe Höhe dieses Maßes spricht demnach für stabile Gesamtauszahlungen bzw. Spielausgänge innerhalb eines Treatments. Aufgrund des bereits

⁴⁰ Erläuterung: Wiederum wird erwartet, dass eine Abnahme des Unterschieds der mittleren Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler zwischen real-dynamischem und simultan-wiederholtem Spielmechanismus bei zugelasener im Vergleich zu unterbundener Kommunikation vorliegen wird, welche bis zu einer Nivellierung reichen kann. Aufgrund der fehlenden Überprüfbarkeit einer solchen Nivellierung liegt der Hypothese der beschriebene Interaktionseffekt zugrunde. Der Interaktionseffekt sollte in diesem Kontext positiv ausfallen, da eine koordinationsfördernde Wirkung eine Verringerung der zugrundeliegenden Metrik zur Folge hat.

⁴¹ Der Begriff Spielausgang referenziert in diesem Kontext ausdrücklich nicht auf den letzten Zustand des Spiels bzw. die damit verbundene Auszahlung, sondern auf die Gesamtmenge bzw. den Durchschnitt an Auszahlungen, die von einem Spieler über die volle Länge des Spiels gesammelt wurden.

thematisierten koordinationsfördernden Effekts der Kommunikation und dem damit angenommenen höheren Grad der Kollusion liegt der Schluss nahe, dass dadurch ebenso die Abweichungen der Gesamtauszahlungen für jeden Spieler geringer ausfallen.

Hypothese I-3.1: *Die Kommunikation hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Abweichung der Auszahlung für den individuellen Spieler gegenüber dem jeweiligen Treatment-Mittel...*

I-3.1a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

I-3.1b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Äquivalent dazu sollte der koordinations- und kollusionsfördernde Effekt des real-dynamischen Spielmechanismus wirken. Im Gegensatz zu den bisherigen Hypothesenkomplexen sind hierbei die Höhe der Einzeleffekte der Kommunikation sowie der Real-Dynamik und die Koordinationsherausforderung zur Reduzierung der Auszahlungsabweichung des individuellen Spielers schwer einzuschätzen. Dementsprechend wird davon ausgegangen, dass die Real-Dynamik sowohl bei unterbundener als auch zugelassener Kommunikation einen Effekt auf die Auszahlungsabweichung der individuellen Spieler entwickeln kann.

Hypothese I-3.2: *Die Real-Dynamik hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Abweichung der Auszahlung für den individuellen Spieler gegenüber dem jeweiligen Treatment-Mittel...*

I-3.2a: *... bei unterbundener Kommunikation.*

I-3.2b: *... bei zugelassener Kommunikation.*

3.3.6 Dynamische Betrachtung: Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Hälfte des Konflikts

Der Effekt der Zeit innerhalb dieser Untersuchung soll über eine dynamische Betrachtung adressiert werden. Hierfür wird zwischen der ersten und zweiten Hälfte des Konflikts differenziert. Die korrespondierenden Hypothesen folgen der Struktur analog zur bisherigen statischen Betrachtung. Somit ergeben sich wiederum die Hypothesenkomplexe der mittleren Auszahlung, den Zuständen HHX und HHH sowie den Zug-Veränderungen. Der Hypothesenkomplex zur Abweichung der Auszahlung ist in diesem Kontext nicht existent, da die Metrik innerhalb der dynamischen Betrachtung nicht anwendbar ist.

3.3.6.1 Dynamische Betrachtung: Hypothesen zur mittleren Auszahlung

These II-1 bildet den Rahmen für die in vorliegendem Kapitel sowie in Kapitel 3.3.6.2 *Dynamische Betrachtung: Hypothesen zu realisierten Zuständen* zu formulierenden statistisch überprüfbaren Hypothesen.

These II-1: *Die Zeit hat einen positiven Einfluss auf den Grad der Kollusion.*

Wie in der Untersuchung von Friedman und Oprea (2012) ersichtlich, bedarf der Aufbau von Kooperation im Rahmen eines Gefangenendilemmas Zeit. Äquivalent dazu wird nach Kopf (2017) für die Etablierung von Kollusion ebenfalls Zeit benötigt. Diesen Gedanken folgend, wird der Zeit innerhalb dieser Arbeit ebenfalls eine kollusionsfördernde Wirkung zugesprochen. Demnach sollte sich dieser Aspekt durch eine höhere mittlere Auszahlung in der zweiten im Vergleich zur ersten Hälfte des Konflikts äußern. Es wird dabei angenommen, dass sich der Effekt bei unterbundener Kommunikation unabhängig des verwendeten Spielmechanismus zeigt.

Hypothese II-1.1.1: *Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung...*

II-1.1.1a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

II-1.1.1b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Der kollusionsfördernde Effekt der Zeit wird insbesondere bei zugelassener Kommunikation im Kontext der mittleren Auszahlung erwartet, da für eine kollusive Absprache zunächst Nachrichten ausgetauscht und bestätigt werden müssen.

Hypothese II-1.1.2: *Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung...*

II-1.1.2a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

II-1.1.2b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

3.3.6.2 Dynamische Betrachtung: Hypothesen zu realisierten Zuständen

Um die etwaigen Erkenntnisse auf eine breite Basis zu stellen, soll an dieser Stelle ebenfalls der Effekt der Zeit auf den Anteil kollusiver Zustände sowie des vollkommen kollusiven Zustands adressiert werden. Geleitet werden die Hypothesen von *These II-1*. Äquivalent zu der

statischen Betrachtung wird hierfür auf die theoretischen Überlegungen und die Literatur aus Kapitel 3.3.6.1 *Dynamische Betrachtung: Hypothesen zur mittleren Auszahlung* zurückgegriffen. Dadurch sollen Doppelungen vermieden werden.

Aufgrund der beschriebenen kollusionsfördernden Wirkung der Zeit wird von einem höheren Anteil der kollusiven Zustände HHX in der zweiten im Vergleich zur ersten Hälfte des Konflikts ausgegangen. Dieser Effekt wird bei unterbundener Kommunikation unabhängig des verwendeten Spielmechanismus erwartet.

Hypothese II-1.2.1: *Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände...*

II-1.2.1a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

II-1.2.1b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Insbesondere aufgrund des Zeitaufwandes einer kollusiven Absprache wird ein ähnlicher Effekt auf den Anteil der kollusiven Zustände HHX bei zugelassener Kommunikation erwartet.

Hypothese II-1.2.2: *Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände...*

II-1.2.2a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

II-1.2.2b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Weiterhin wird der Zeit eine kollusionsfördernde Wirkung im Rahmen des vollkommen kollusiven Zustandes HHH, welcher die Kollusion in reiner Form repräsentiert, unterstellt. Mit diesem Effekt wird bei unterbundener Kommunikation unabhängig des verwendeten Spielmechanismus gerechnet.

Hypothese II-1.3.1: *Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands...*

II-1.3.1a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

II-1.3.1b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Angesichts der zunächst zu tätigenden kollusiven Absprachen wird der Zeit bei zugelassener Kommunikation im Kontext des vollkommen kollusiven Zustands HHH ebenfalls eine kollusionsfördernde Wirkung zugesprochen.

Hypothese II-1.3.2: *Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands...*

II-1.3.2a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

II-1.3.2b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

3.3.6.3 Dynamische Betrachtung: Hypothesen zu Zug-Veränderungen

Die abschließenden statistisch überprüfbaren Hypothesen zu Zug-Veränderungen in der dynamischen Betrachtung werden durch die folgende These geleitet.

These II-2: *Die Zeit hat einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler.*

Der den Arbeiten von Friedman und Oprea (2012) sowie Kopf (2017) zu entnehmende Zeitbedarf für die Bildung von Kooperation und Kollusion lässt indirekt Schlüsse auf die Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler zu. In der Phase vor der Etablierung von Kollusion können mithilfe von Zug-Veränderungen Signale gesendet werden, um eine Koordination auf einen bestimmten (kollusiven) Zustand zu ermöglichen. Nach der erfolgreichen Koordination bzw. Einigung auf einen (kollusiven) Zustand, sollten diese Zug-Veränderungen abnehmen. Demnach wird mit einer geringeren Anzahl an Zug-Veränderungen in der zweiten im Vergleich zur ersten Hälfte des Konflikts gerechnet. Dieser Effekt der Zeit wird bei unterbundener Kommunikation unabhängig des gewählten Spielmechanismus erwartet.

Hypothese II-2.1: *Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler...*

II-2.1a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

II-2.1b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Wie bereits thematisiert, benötigt das Treffen einer kollusiven Absprache Zeit. Aufgrund der erwarteten geringeren Anzahl von Zug-Veränderungen im Anschluss an eine Einigung auf einen (kollusiven) Zustand, wird von einer geringeren Anzahl an Zug-Veränderungen in der

zweiten Hälfte im Vergleich zur ersten Hälfte des Konflikts bei zugelassener Kommunikation ausgegangen.

Hypothese II-2.2: *Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler...*

II-2.2a: *... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.*

II-2.2b: *... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.*

Die Beleuchtung der mittleren Auszahlung, der kollusiven Zustände HHX und dem vollkommen kollusiven Zustand HHH sowie der Anzahl an Zug-Veränderungen, gewährleistet eine breite Basis zur Untersuchung des Einflusses der Zeit.

3.3.7 Zusammenfassung der Forschungshypothesen

Für eine Übersicht werden die fünf Thesen sowie die entsprechend abgeleiteten Hypothesen im Folgenden zusammengefasst. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden dabei statische und dynamische Betrachtung separiert. Die Hypothesen der statischen Betrachtung können *Tabelle 3.4* entnommen werden.

Tabelle 3.4: Zusammenfassung Hypothesen statische Betrachtung (eigene Darstellung)

Statische Betrachtung		
These	Fokus	Hypothese
These I-1: Die Real-Dynamik sowie die Kommunikation haben einen positiven Einfluss auf den Grad der Kollusion, wobei sich beide Einflüsse teilweise substituieren.		
Mittlere Auszahlung	Hypothese I-1.1.1:	Die Kommunikation hat einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung...
		I-1.1.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.
		I-1.1.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.
	Hypothese I-1.1.2:	Die Real-Dynamik hat einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung bei unterbundener Kommunikation.
	Hypothese I-1.1.3:	Es existiert ein negativer Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf die mittlere Auszahlung.
	Zustand HHX	Hypothese I-1.2.1:
I-1.2.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.		
I-1.2.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.		
Hypothese I-1.2.2:		Die Real-Dynamik hat einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände bei unterbundener Kommunikation.
Hypothese I-1.2.3:		Es existiert ein negativer Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände.
Zustand HHH		Hypothese I-1.3.1:
	I-1.3.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	
	I-1.3.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	
	Hypothese I-1.3.2:	Die Real-Dynamik hat einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands bei unterbundener Kommunikation.
	Hypothese I-1.3.3:	Es existiert ein negativer Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands.
	These I-2: Die Real-Dynamik sowie die Kommunikation haben einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler, wobei sich beide Einflüsse teilweise substituieren.	
Zug-Veränderungen	Hypothese I-2.1:	Die Kommunikation hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler...
		I-2.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.
		I-2.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.
	Hypothese I-2.2:	Die Real-Dynamik hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler bei unterbundener Kommunikation.
	Hypothese I-2.3:	Es existiert ein positiver Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler.
	These I-3: Die Real-Dynamik sowie die Kommunikation haben einen mindernden Einfluss auf die Abweichung der mittleren Gesamtauszahlung für den individuellen Spieler.	
Abweichung Auszahlung	Hypothese I-3.1:	Die Kommunikation hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Abweichung der Auszahlung für den individuellen Spieler gegenüber dem jeweiligen Treatment-Mittel...
		I-3.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.
		I-3.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.
	Hypothese I-3.2:	Die Real-Dynamik hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Abweichung der Auszahlung für den individuellen Spieler gegenüber dem jeweiligen Treatment-Mittel...
	I-3.2a ... bei unterbundener Kommunikation.	
	I-3.2b ... bei zugelassener Kommunikation.	

Die Hypothesen der dynamischen Betrachtung sind in *Tabelle 3.5* abgetragen.

Tabelle 3.5: Zusammenfassung Hypothesen dynamische Betrachtung (eigene Darstellung)

Dynamische Betrachtung		
These	Fokus	Hypothese
These II-1: Die Zeit hat einen positiven Einfluss auf den Grad der Kollusion.		
Mittlere Auszahlung	Hypothese II-1.1.1: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung...	II-1.1.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.
		II-1.1.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.
		Hypothese II-1.1.2: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung...
	Hypothese II-1.2.1: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände...	II-1.1.2a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.
		II-1.1.2b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.
		Hypothese II-1.2.2: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände...
II-1.2.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.		
II-1.2.2a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.		
II-1.2.2b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	Hypothese II-1.3.1: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands...	II-1.3.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.
		II-1.3.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.
		Hypothese II-1.3.2: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands...
II-1.3.2b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.		
Zug-Veränderungen	Hypothese II-2.1: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler...	
		II-2.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.
		Hypothese II-2.2: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler...
	II-2.2b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	

4 Konzeption, Operationalisierung und Durchführung des Experiments

Prinzipielle Untersuchungsmöglichkeiten einer Theorie oder eines theoretischen Modells⁴² im Kontext ökonomischer Fragestellungen liegen u. a. in empirischen Analysen anhand von Felddaten und in experimentellen Untersuchungen. Als ein zentrales Entscheidungskriterium dieser Ansätze kann angeführt werden, dass Analysen anhand von Felddaten mithilfe unkontrollierter Prozesse arbeiten, während Experimente von kontrollierten Prozessen geprägt sind (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 18ff.). Im Forschungsbereich Kollusion stellt die bereits von Fonseca und Normann (2012) angesprochene Problematik der schwierigen bzw. schlechten Datenlage, aufgrund des Anreizes der Verheimlichung kollusiver Aktivitäten durch die Unternehmen, ein Hindernis für die empirische Analyse von Felddaten dar, weshalb vorliegende Arbeit eine experimentelle Untersuchung beinhaltet.⁴³

Im Rahmen hypothesenbasierter Forschungsfragen bzw. deren Beantwortung mithilfe einer empirischen Analyse sind insbesondere die Gütekriterien der internen und externen Validität von Bedeutung.⁴⁴ Die *interne Validität* beschreibt hierbei die Fähigkeit kausale Schlüsse aus der Untersuchung zu ziehen und führt somit bei Erfüllung zu robusten sowie replizierbaren Ergebnissen, während die *externe Validität* auf die Fähigkeit der Generalisierbarkeit oder Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem Untersuchungskontext auf die Realität bzw. andere Umgebungen referenziert (vgl. Loewenstein, 1999, S. 26; Schram, 2005, S. 225f.).

⁴² Simulationen werden hierbei nach Friedman und Cassar (2004) als ein Teil der Theorie und nicht der Empirie angesehen.

⁴³ Um verschiedene Thematiken, bspw. in Bezug auf interne und externe Validität des durchzuführenden Experiments, besser verdeutlichen zu können, wird zu Erklärungszwecken im Folgenden trotzdem in manchen Fällen auf eine empirische Analyse anhand von Felddaten referenziert.

⁴⁴ Die Definitionen interner und externer Validität differieren über verschiedene Veröffentlichungen hinweg. So definieren Campbell und Stanley (1963) die interne Validität als „*the basic minimum without which any experiment is uninterpretable: Did in fact the experimental treatments make a difference in this specific experimental instance?*“ Weiterhin definieren Campbell und Stanley (1963) die externe Validität wie folgt: „*External validity asks the question of generalizability: To what populations, settings, treatment variables, and measurement variables can this effect be generalized?*“ Daran anschließend sehen Huber et al. (2014) „*interne Validität dann als gesichert an, wenn die Variation der abhängigen Variablen einzig und allein auf die Manipulation der unabhängigen Variable zurückgeführt werden kann*“, während „*die externe Validität einer Untersuchung [...] als gesichert anzusehen [ist], wenn ihre Ergebnisse über die besonderen Bedingungen der Untersuchungssituation und über die untersuchten Personen hinausgehend verallgemeinerbar sind.*“

Dabei ist ein Dilemma zwischen der Erfüllung interner und externe Validität erkennbar. Je besser das Kriterium der internen Validität, d. h. die Möglichkeit der Rückführung des Effekts auf die unabhängige Variable, erfüllt ist, desto stärker muss eine Abstraktion und Simplifizierung der Realität innerhalb eines Experiments erfolgen, wodurch wiederum die externe Validität geschmälert wird (vgl. Schram, 2005, S. 226; Kühl, 2009, S. 552; Huber *et al.*, 2014, S. 40). Die interne Validität stellt darüber hinaus eine notwendige Bedingung für die externe Validität dar, allerdings muss aufgrund des soeben beschriebenen Spannungsverhältnisses eine Harmonisierung bzw. ein Mittelweg zwischen der Erfüllung interner und externer Validität gefunden werden (vgl. Huber *et al.*, 2014, S. 40). In diesem Kontext zeigt sich der Vorteil einer experimentellen Untersuchung in der hohen Kontrolle von Randbedingungen und einer dadurch gesicherten internen Validität im Vergleich zu Felduntersuchungen (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 19; Kühl, 2009, S. 552). Im Gegensatz dazu weisen Felduntersuchungen automatisch externe Validität in ihrem entsprechenden realen Umfeld auf, wohingegen experimentelle Untersuchungen durch die bereits thematisierten nötigen Simplifizierungen Nachteile im Bereich der externen Validität beinhalten (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 19). Nach Holt (2020) betrifft dies nicht ausschließlich die Experimentgestaltung im Sinne des durchgeführten Spiels, sondern ebenfalls die Teilnehmer, die in der Regel keine langjährige Berufserfahrung besitzen und nicht um eine große Summe Geld spielen.

Eine Experimentumgebung ist nahezu immer simpler als die reale Welt. Dieser Umstand muss jedoch kein Nach-, sondern kann ein Vorteil in Bezug auf die zu erzielenden Ergebnisse sein. Demnach sollte die Experimentumgebung entsprechend der Forschungsfrage gestaltet werden und kann durch eine passende Konzeptionierung, neben einer sehr guten internen Validität, eine solide sowie ausreichende externe Validität ermöglichen (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 29). Dies beschreibt einen Grund, weshalb innerhalb dieser Untersuchung das Drei-Spieler-Gefangenendilemma gewählt wurde, welches bereits häufig für die Untersuchung von Kollusion im Rahmen eines Preiskampfes genutzt wurde und eine gute externe Validität verspricht. Darüber hinaus soll die folgende Experimentumgebung gezielt den Einfluss von Störfaktoren verhindern und somit insbesondere die Möglichkeit von etwaigen Alternativerklärungen, die durch das Experiment nicht adressiert werden, minimieren (vgl. Krebs und Menold, 2014, S. 436). Über Kontrollmechanismen wie die Eliminierung, die Konstanthaltung oder die Randomisierung können Störfaktoren verringert werden (vgl. Huber *et al.*, 2014, S.

38).⁴⁵ Experimentelle und statistische Kontrolle potenzieller Störfaktoren oder Fehlerquellen sind dabei nicht strikt voneinander zu trennen, sondern sollten komplementär eingesetzt werden (vgl. Kirk, 2003, S. 31). Analog wird in der vorliegenden Ausarbeitung bzw. in den damit korrespondierenden Abschnitten vorgegangen.

Für eine mögliche Replizierbarkeit wird in den folgenden Unterkapiteln der exakte Experimentaufbau und -ablauf beschrieben. Für eine einfachere Verständlichkeit seitens des Lesers wird hierfür zunächst auf die genutzte Experimentplattform eingegangen, um anschließend, bei bereits bekannter grafischer Oberfläche, die Untersuchungsgruppen sowie das Regelwerk der einzelnen Treatments zu beleuchten. Abschließend soll zur Steigerung der Transparenz der operative Ablauf des Experiments detailliert beschrieben werden.

4.1 Experimentdesign - Gestaltung der experimentellen Plattform

In vorliegendem Unterkapitel sollen zunächst die Anforderungen und benötigten Eigenschaften für die experimentelle Plattform beleuchtet werden. Auf dieser Basis soll anschließend die Spieloberfläche der genutzten Plattform bzw. deren Bedienung für die einzelnen Treatments vorgestellt und die korrespondierende Datenerfassung beschrieben werden.

4.1.1 Experimentelle Plattform: Anforderungen und Eigenschaften

Die Anforderungen und Eigenschaften an die experimentelle Plattform werden im Folgenden in die Kategorien der Spielumgebung und der Kommunikationsmittel gegliedert.

4.1.1.1 Spielumgebung

Die Anforderungen bzw. benötigten Eigenschaften der Experimentplattform im Bereich des Spiels, der Experimentdurchführung, hierbei insbesondere im Hinblick auf die Spielmechanismen, sowie der Datenerfassung und der anschließenden Datenaufbereitung bzw. -analyse können lediglich durch eine computergestützte Modellierung erfüllt werden. Dies wird anhand der in den folgenden Abschnitten dargelegten Anforderungen an die Spielumgebung deutlich. Generell sollte dabei auf eine möglichst simple und einfach verständliche Ausgestaltung geachtet werden, um den Teilnehmenden zu ermöglichen sämtliche zur Verfügung stehende Informationen zu verarbeiten sowie einen schnellen Überblick über das gegenwärtige

⁴⁵ Für eine genaue Definition sowie weiterführende Erklärungen zu den Kontrollmechanismen wird auf Huber *et al.* (2014) oder Krebs und Menold (2014) verwiesen.

Spielgeschehen und die eigene Situation erlangen zu können (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 30). Auf die im Folgenden in sechs Kategorien dargestellten generellen Anforderungen an die Spielumgebung wird lediglich kurz eingegangen, um die konkrete Umsetzung in den anschließenden Kapiteln zu thematisieren.

- (I) Spielstruktur des Drei-Spieler-Gefangenendilemmas:** Das genutzte Spiel impliziert, dass die Spieloberfläche ein Format mit drei Spielern mit je zwei Handlungsoptionen unterstützen muss. Dabei schließen sich beide Handlungsoptionen aus, es kann demnach entweder ein hoher oder ein niedriger Preis gewählt werden. Diese Charakteristik sollte entsprechend implementiert werden.
- (II) Spielstart:** Das Spiel sollte extern durch den Experimentleiter gestartet werden können. Insbesondere ist dies für alle Spieler simultan bzw. zum identischen Zeitpunkt notwendig und erfordert eine entsprechende (technische) Kommunikation zwischen Server und Clients. Darüber hinaus sollte der Anfangszustand ebenfalls extern durch den Experimentleiter festgelegt werden, um eine einheitliche Ausgangslage für alle Spieler sicherstellen zu können.
- (III) Spielmechanismus:** Die Experimentplattform muss sowohl den simultan-wiederholten als auch den real-dynamischen Spielmechanismus abbilden können. Dieser Umstand erfordert die Möglichkeiten in diskreter Zeit, d. h. rundenbasiert, allerdings ebenfalls in stetiger Zeit spielen zu können. Insbesondere im Falle des real-dynamischen Spielmechanismus soll das Spielen in stetiger Zeit von den Experimentteilnehmenden entsprechend wahrgenommen werden können und muss demzufolge durch eine zügige Kommunikation zwischen Server und Clients ermöglicht werden. Hierzu muss jeder Spieler den Zeitpunkt einer Zugänderung sowie deren Häufigkeit selbst bestimmen können. Ein diese Spielmechanismen abbildendes Monitoring und die damit korrespondierende Informationsstruktur müssen ebenfalls sichergestellt werden. Die visuelle Darstellung der Experimentplattform sollte alle notwendigen Informationen, bspw. die Auszahlungen, in Abhängigkeit der jeweiligen Spielmechanismen beinhalten, allerdings optisch möglichst geringfügig zwischen den Spielmechanismen differieren, um induzierende Effekte auf das Verhalten der Spieler zu vermeiden.
- (IV) Spielende:** Das Spielende bzw. die Spieldauer sollte extern durch den Experimentleiter vor jedem Spiel festgelegt werden können. Zur Vermeidung etwaiger

Endspieeffekte sollte eine Randomisierung der Zeit und damit ein für die Probanden ungewisses Spielende ermöglicht werden.

(V) Datenerfassung: Zur Vorbereitung der anschließenden Aufbereitung und Analyse der Daten ist deren strukturierte Erfassung sinnvoll. Diese sollte entsprechend der verschiedenen Spielmechanismen angepasst werden.

(VI) Robustheit der Applikation: Generell ist eine Anwendung wünschenswert, die hohe Stabilität und einen reibungslosen Ablauf der Experimente gewährleistet. Eine bereits ausgiebig getestete oder bestenfalls bereits verwendete Applikation ist in diesem Kontext vorteilhaft.

Die Anforderungen an die Spielumgebung sind in Kombination mit den im folgenden Kapitel beschriebenen Anforderungen an das Kommunikationsmittel zu betrachten.

4.1.1.2 Kommunikationsmittel

Im Rahmen der Kommunikation ist eine computergestützte Ausführung des Experiments ebenfalls von Vorteil, da die Kommunikation zwischen den Teilnehmenden dadurch besser kontrolliert werden kann und im Anschluss an das Experiment aufgrund der Verschriftlichung im Vergleich zu verbaler Kommunikation von Angesicht zu Angesicht besser dokumentier- sowie vergleichbar ist.

Ferner bestehen einige Anforderungen an das Kommunikationsmittel. In Anbetracht des zum Teil verwendeten real-dynamischen Spielmechanismus muss die Kommunikation in stetiger Zeit möglich sein. Des Weiteren ist es obligatorisch, dass die Kommunikation im Nachgang des Spiels dem entsprechenden Spieler zugeordnet werden kann und die zeitliche Abfolge der Kommunikation in Verbindung mit den getätigten Zügen der Spieler ersichtlich sein muss. Wie bereits in Kapitel 2.1.2 *Kommunikation* erörtert, soll eine offene bzw. freie Kommunikation gewährleistet werden, um die Teilnehmenden eigenständig interagieren zu lassen sowie einen natürlichen Verlauf einer potenziellen Absprache zu ermöglichen und keine induzierende Wirkung vordefinierter Kommunikation zu etablieren. Zusätzlich soll aufgrund des Anspruches einer möglichst hohen Transparenz unter den Spielern ausschließlich innerhalb der gesamten Gruppe kommuniziert werden können. Somit werden bilaterale Nachrichten unterbunden. Des Weiteren besteht im Kontext des Kommunikationsmittels ebenfalls der Anspruch eine möglichst einheitliche Darstellung der gesamten Experiment- und Spielumgebung zu implementieren, um induzierende Effekte zu minimieren.

4.1.2 Design und Bedienung der Spieloberfläche

Die innerhalb der vorliegenden Untersuchung ausgewählte bzw. genutzte Spielumgebung wurde am Institut für Unternehmensführung (IBU) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) iterativ entwickelt und für das durchzuführenden Experiments angepasst.⁴⁶ Wie in den kommenden Abschnitten deutlich wird, erfüllt die Plattform sämtliche zuvor definierten Anforderungen an die Spielumgebung. Darüber hinaus wurde sie schon mehrfach im Rahmen von Forschungsvorhaben mit Experimenten genutzt und dadurch validiert. Insbesondere ermöglicht die Experimentplattform die Umsetzung verschiedener Spielmechanismen bei lediglich kleinen optischen Änderungen auf Detailebene, wodurch sie für das vorliegende Experiment geeignet ist.⁴⁷ Im Rahmen der folgenden Absätze soll lediglich ein Überblick bezüglich der wichtigsten Attribute der Applikation gegeben werden. Für weiterführende und tiefergehende Erklärungen der technischen Umsetzung wird auf das vierte Kapitel von Graf (2021) verwiesen.

Zur Erfüllung der bereits beschriebenen Anforderungen verfügt die Experimentplattform bzw. Spielumgebung über Latenzzeiten von maximal 50ms zwischen Client und Server. Dies kann in Ausnahmefällen aufgrund interner Berechnungen zu einer maximalen Verzögerung von zwei Sekunden führen, bis eine veränderte Handlungsoption eines Akteurs an dessen Opponenten übertragen wird. Die Konfiguration wurde ausgiebig mit Probanden getestet und wurde von den Teilnehmenden als hinreichende Annäherung an stetige Zeit bzw. eine (quasi-)kontinuierliche Modellierung wahrgenommen, wobei etwaige Verzögerungen für die Akteure nicht auffällig waren. Zusätzlich sichert die gewählte technische Konfiguration eine stabile Laufzeitumgebung (vgl. Graf, 2021, S. 88ff.).

Zur Steuerung und Verfolgung der jeweiligen Experimentsitzungen durch den Experimentleiter wurde ein *Control-Center* (siehe Appendix A.1 *Steuerungseinheit bzw. Control-Center der*

⁴⁶ Einzelne Darstellungskomponenten, wie irreversible Hebel oder ein Perspektivwechsel der Spieler, die für die vorliegende Arbeit irrelevant sind, wurden entfernt, um den Fokus der Teilnehmenden auf das Spiel und dessen Verständnis zu legen. Aufgrund der ausführlichen Beschreibung der Oberfläche in den folgenden Unterkapitel soll darauf an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

⁴⁷ Es existieren verschiedene Alternativen zur Modellierung spieltheoretischer bzw. dynamischer Konflikte wie *o-Tree* (vgl. Chen *et al.*, 2016, S. 88ff.), *z-Tree* (vgl. Fischbacher, 2007, S. 171ff.), *nodeGame* (vgl. Ballelli, 2017, S. 1696ff.) oder *FormR* (vgl. Arslan *et al.*, 2020, S. 376ff.). Diese Möglichkeiten wurden evaluiert, jedoch wies jede der Alternativen eine Schwäche technischer Natur oder in der Art der grafischen Darstellung in Bezug auf dieses Forschungsvorhabens auf, weshalb die Wahl auf die Spielumgebung des IBUs gefallen ist.

Experimentplattform) entwickelt. Es erlaubt dem Experimentleiter die Auswahl zwischen verschiedenen Spielmechanismen. In vorliegendem Fall sind der simultan-wiederholte („Simultaneous action choice“) und der real-dynamische („Continuous action choice“) Spielmechanismus relevant. Innerhalb des jeweiligen Spielmechanismus kann das Spiel initialisiert und entsprechende Parameter festgelegt werden. Im Falle des simultan-wiederholten Spielmechanismus wird unter „Set Number of Rounds [#]:“ die Anzahl an Spielrunden festgelegt, während unter „Set Additional Random Rounds [%]:“ eine prozentuale Angabe der Spielrunden als zusätzliche randomisierte Runden und somit ein stochastisches Spielende ermöglicht wird. Zusätzlich wird die Rundendauer durch den Eintrag in „Time per Round [sec]:“ in Sekunden festgelegt. Im Falle des real-dynamischen Spielmechanismus wird die Dauer des Spiels im Feld „Set Game Duration [sec]:“ in Sekunden festgelegt, während unter „Set Additional Random Duration [%]:“ wiederum ein randomisiertes Spielende ermöglicht wird, dessen prozentuale Angabe mit der ursprünglich festgelegten Spieldauer in Verbindung steht. Im Feld der „Payoff Pulse Time [sec]:“ wird der zeitliche Rhythmus definiert, in welchem der aktuelle Spielzustand vom Server abgefragt und in einer Datenbank gespeichert wird. Sobald die soeben beschriebenen Parameter eingegeben sind, kann das Spiel über „Start Game“ zentral gestartet werden. Während des Spiels kann der zeitliche Verlauf des Spiels im Feld „Game Progress“ durch den Experimentleiter nachvollzogen werden. Ebenso kann die Rundenzeit unter „Round Time:“ bzw. die Intervalldauer bis zur nächsten Zustandsabfrage unter „Payoff-Pulse:“ durch den Experimentleiter beobachtet werden. Im Anschluss an das Experiment kann das Spiel zentral über „Reset Game“ zurückgesetzt werden.⁴⁸

In den folgenden beiden Unterkapiteln wird die Perspektive der Spieler eingenommen bzw. die Bedienung der Spielapplikation unter Differenzierung des Spielmechanismus beleuchtet. In beiden Fällen finden die Spieler eine dem Spiel zeitlich vorgeschaltete Wartemaske vor. Sobald die Vorbereitung aller Spieler abgeschlossen und deren Aufmerksamkeit sichergestellt ist, wird das Spiel zentral und zeitgleich durch den Experimentleiter gestartet. Daraufhin öffnet sich die Spielfläche. Sobald die Spielzeit verstrichen ist, wird das Spiel zeitgleich für alle Akteure beendet. Die Spieler erhalten dazu eine Benachrichtigung.

⁴⁸ Das Control-Center der Experimentplattform ermöglicht diverse weitere Möglichkeiten, die allerdings in der in dieser Arbeit vorgenommenen Experimentdurchführung nicht von Bedeutung sind, weshalb auf diese nicht näher eingegangen werden soll.

Im Anschluss an die Betrachtung der Spielumgebung bzw. der Umsetzung der verschiedenen Spielmechanismen, wird die Umsetzung der Kommunikationsmöglichkeit für die Spieler eingeführt.

4.1.2.1 Simultan-wiederholter Spielmechanismus

Einen ersten optischen Eindruck der Spielumgebung, in diesem Falle bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus, vermittelt *Abbildung 4.1*.



Abbildung 4.1: Spielfläche simultan-wiederholter Spielmechanismus (Darstellung nach Graf (2021))

Die Spielfläche kann in drei Bereiche gegliedert werden, die im Folgenden eingeführt werden sollen. Die „Game Section“ stellt hierbei die zentrale Einheit zur Steuerung der Handlungsoptionen für die einzelnen Spieler dar. Über die Auswahl der Zeile kann der betrachtete Akteur, in diesem Fall Spieler B, zwischen einem hohen und einem niedrigen Preis wählen.⁴⁹ Der dunkle, ausgefüllte Punkt stellt dabei die aktuell ausgewählte Handlungsoption dar. Die Auswahl wird über das Feld „Move“ an den Server übermittelt und am Ende der laufenden Runde den restlichen Teilnehmenden offengelegt. Aufgrund der Charakteristik des simultan-

⁴⁹ Teilnehmende werden stets durch die Bezeichnungen Spieler A, B oder C anonymisiert und im Rahmen der Spielumgebung bzw. -oberfläche nie unter ihren Klarnamen dargestellt.

wiederholten Spielmechanismus wird diese Zugmöglichkeit nach Wahl und Bestätigung der Handlungsoption für den Rest der laufenden Runde gesperrt. In den Spalten sind die gewählten Handlungsoptionen der Opponenten des betrachteten Spielers der vergangenen Runde, die am Ende jeder Runde automatisch aktualisiert und durch eine Pop-up-Nachricht an jeden Spieler übermittelt werden, dargestellt. Darüber hinaus besteht eine Simulationsmöglichkeit für jeden Spieler. Über die entsprechenden Knöpfe kann der Spieler sowohl seine eigenen Handlungsoptionen in den Zeilen als auch die Handlungsoptionen seiner Opponenten in den Spalten virtuell verändern. Dies hat direkte Auswirkungen auf die Darstellung der aktuellen Situation der Spieler im linken, oberen Bereich der „Game Section“. Unter „No Changes“ wird auf Basis einer Farbskala, die im unteren Bereich der Spieloberfläche abgetragen ist und von violett, einem sehr schlechten Zustand, bis zu blau, einem sehr guten Zustand, reicht, der aktuelle Zustand ohne etwaige Änderungen dargestellt. Hierbei repräsentiert das Rechteck den Zustand des betrachteten Spielers, während die Kreise die Zustände der jeweiligen Opponenten abbilden. Unter „Own Changes“ werden die Auswirkungen der gewählten eigenen Handlungsoption des betrachteten Spielers für diesen selbst sowie für die restlichen Spieler dargestellt. Im Bereich „All Changes“ werden dagegen auch simulierte Änderungen der Handlungsoptionen der Opponenten einbezogen, wodurch jeder Spieler ein tiefergehendes Verständnis für den Konflikt aufbauen kann.⁵⁰ Über die Farbgebung hinausgehend, wird unter „Own Changes“ sowie „All Changes“ anhand eines Plus- oder Minuszeichens die Auszahlungstendenz im Rechteck für den betrachteten Spieler unter Berücksichtigungen der jeweiligen simulierten Änderungen abgebildet. Bei Betätigung des Knopfes „Undo Changes“ werden alle simulierten Änderungen entfernt und der aktuelle Zustand wieder eingeblendet.

Im Bereich der „Payoff Section“ werden den Teilnehmenden weitere Informationen zur Verfügung gestellt. Dies umfasst insbesondere die in der vergangenen Runde gewählten Handlungsoptionen in Form eines hohen oder niedrigen Preises der Opponenten sowie die damit einhergehende Auszahlung für jeden Spieler in Prozent. Die Farbgebung ist äquivalent zur „Game Section“ gestaltet.

⁵⁰ Zur Vollständigkeit soll hier angemerkt werden, dass lediglich die Änderungen eigener Handlungsoptionen durch das Feld „Move“ von den jeweiligen Spielern an den Server weitergegeben werden können.

Die „Info Section“ dient der Einordnung der eigenen aktuellen Situation des betrachteten Spielers und dem zeitlichen Überblick bezüglich der aktuellen Runde. Aus diesem Grund ist die bisherige durchschnittliche Auszahlung des betrachteten Spielers abgetragen, die mit der aktuellen Situation im Sinne der Auszahlung der letzten Runde über eine Trenddarstellung in Verbindung gesetzt wird. Liegt die Auszahlung der letzten Runde über der bisherigen durchschnittlichen Auszahlung wird ein positiver Trend durch einen grünen Aufwärtspfeil symbolisiert. Sofern die Auszahlung der letzten Runde unter der bisherigen durchschnittlichen Auszahlung liegt, wird ein roter Abwärtspfeil abgebildet. Eine Übereinstimmung dieser beiden Metriken wird durch ein blaues Gleichheitszeichen repräsentiert. Zusätzlich wird der zeitliche Fortschritt der aktuellen Runde anhand eines durchlaufenden Balkens dargestellt, um den Spielern eine Orientierung zu geben bis zu welchem Zeitpunkt sie ihre Entscheidung über die Handlungsoptionen für die aktuelle Periode treffen müssen.

4.1.2.2 Real-dynamischer Spielmechanismus

Wie in *Abbildung 4.2* ersichtlich, ist es gelungen die Spieloberfläche im Rahmen des real-dynamischen Spielmechanismus sehr nahe an der bereits vorgestellten Spieloberfläche bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus zu halten. Aufgrund der bereits ausführlich beschriebenen Spieloberfläche bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus soll innerhalb dieses Unterkapitels lediglich auf die Unterschiede im Falle der Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus eingegangen werden.

Die Spieloberfläche kann weiterhin in drei Bereiche unterteilt werden. Optisch und im Sinne der Steuerung der Handlungsoptionen bleibt die „Game Section“ im Kontext des real-dynamischen Spielmechanismus im Vergleich zu der Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus vollkommen unberührt. Allerdings wird aufgrund der Charakteristik des real-dynamischen Spielmechanismus die Sperrung der Zugmöglichkeit nach Auswahl bzw. Änderung einer Handlungsoption aufgehoben, da jeder Spieler zu jedem Zeitpunkt agieren kann. Zusätzlich sind in den Spalten die aktuell gewählten Handlungsoptionen der Opponenten abgetragen, da aufgrund der stetigen Charakteristik vollkommene Transparenz herrscht. Die Farbgebung sowie die Simulationsmöglichkeiten innerhalb der „Game Section“ bleiben bestehen.



Abbildung 4.2: Spieloberfläche real-dynamischer Spielmechanismus (Darstellung nach Graf (2021))

Aufgrund der geringeren Regulatorik bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus sinkt die Komplexität der benötigten zusätzlichen Informationen. In der „Payoff Section“ werden lediglich die aktuellen Auszahlungen der Spieler in Prozent angegeben, wobei die Farbgebung weiterhin äquivalent zur „Game Section“ gestaltet ist. In der „Info Section“ wird die bisherige durchschnittliche Auszahlung und die Trendbetrachtung dargestellt. Die Trendbetrachtung bezieht sich hierbei auf den Vergleich zwischen aktueller bzw. momentaner und durchschnittlicher Auszahlung, wobei die Signallogik durch Pfeile und Gleichheitszeichen unberührt bleibt. Auf eine Abbildung des zeitlichen Fortschritts jeglicher Art wird bewusst verzichtet, da dies dem zeitkontinuierlichen Charakter des real-dynamischen Spielmechanismus abträglich sein könnte.

4.1.2.3 Kommunikation

Diese Arbeit folgt den Hinweisen von Crawford (1998) und ermöglicht, wie bereits begründet, eine freie bzw. offene Kommunikation über eine computergestützte, schriftliche Kommunikation via Chat-Nachrichten. Es wurden verschiedene Lösungsmöglichkeiten, wie die Kommunikation über einschlägig bekannte Online-Lösungen oder durch eine Erweiterung der Spieloberfläche des IBUs, evaluiert, bis die Wahl auf das von Marco Mastroddi zur Verfügung

gestellte Programm „BeeBEEP“ fiel. Die Applikation bietet sichere, lokale und einfache Kommunikation innerhalb eines Netzwerks (vgl. Mastroddi, 2022). Dies unterscheidet sie von den zuvor erwähnten, bekannten Online-Lösungen. Darüber hinaus ermöglicht die Kommunikation in einer getrennten Applikation die Spielumgebung bzw. -oberfläche zwischen den Treatments mit bzw. ohne Kommunikation identisch halten zu können und lediglich die Kommunikationsmöglichkeit zuzuschalten. Deswegen wurde das Programm „BeeBEEP“ der eigenständigen Programmierung einer direkten Kommunikationsmöglichkeit auf der entwickelten Spieloberfläche des IBUs vorgezogen. Die grafische Oberfläche der Kommunikationsapplikation ist in *Abbildung 4.3* ersichtlich.

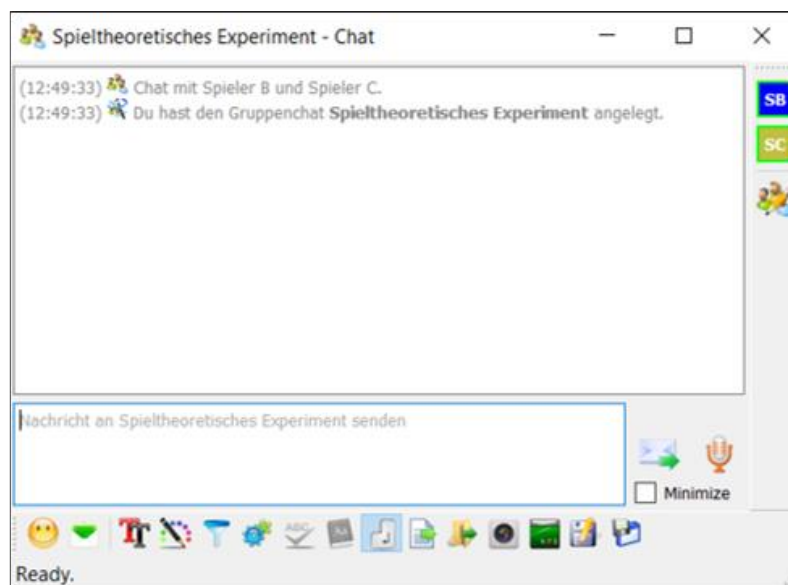


Abbildung 4.3: Kommunikationsmittel BeeBEEP (Mastroddi, 2022)

Es wurde bewusst eine Kommunikationsmöglichkeit, die schlicht und simpel gehalten ist, gewählt, um die Aufmerksamkeit der Teilnehmenden auf die Spieldynamik zu fokussieren. Durch die Erstellung eines Gruppenchats als einzige Kommunikationsmöglichkeit, äquivalent zu *Abbildung 4.3*, kann eine ausschließlich multilaterale Verständigung sowie vollkommene Transparenz unter den Probanden sichergestellt werden. Hierbei werden die Namen der Spieler anonymisiert durch Spieler A, B und C analog der Spieloberfläche dargestellt. Das intuitive, jederzeit mögliche Schreiben von Nachrichten, die durch eine genaue Zeitangabe sowie den Autor gekennzeichnet sind, ist ein weiterer Vorteil der Applikation. Durch die Kombination mit der entsprechenden Spieloberfläche können somit der simultan-wiederholte und real-dynamische Spielmechanismus mit Kommunikation abgebildet werden.

4.1.3 Datenerfassung

Um eine umfassende Analyse im Anschluss an das Experiment gewährleisten zu können, muss eine strukturierte Datenerfassung während der Experimentdurchführung ermöglicht werden. Die in den kommenden Unterkapiteln beschriebenen Parameter werden aus diesem Grund am Ende jedes Spiels durch eine generierte Log-Datei ausgegeben. Diese wird auf jedem Experimentalrechner sowie zusätzlich auf dem Rechner des Experimentleiters erzeugt. Die Daten sind innerhalb der Log-Datei derart strukturiert, dass eine Weiterverarbeitung in Tabellenkalkulationsprogrammen oder Statistik-Software vereinfacht wird.

4.1.3.1 Simultan-wiederholter Spielmechanismus

Im Rahmen des simultan-wiederholten Spielmechanismus werden alle Parameter am Ende jeder Periode bzw. Runde aufgezeichnet.⁵¹ Jede Wahl einer Handlungsoption wird durch eine Binärcodierung an den Server weitergegeben. Damit werden jeder Zustand sowie das exakte Zugverhalten der einzelnen Spieler erhoben und protokolliert. Jeder dieser Züge bzw. Zustände ist mit einem Zeitstempel verbunden, um eine zeitliche Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Obwohl durch diese Daten bereits eine vollkommene Rekonstruktion des Spielverlaufs möglich ist, wird aus Gründen der einfacheren Weiterverarbeitung ebenso die aktuelle sowie durchschnittliche Auszahlung jedes Spielers am Ende einer Periode erfasst.

4.1.3.2 Real-dynamischer Spielmechanismus

Analog zu dem simultan-wiederholten Spielmechanismus werden im Rahmen des real-dynamischen Spielmechanismus weiterhin Zustände, Zugverhalten, aktuelle Auszahlung und durchschnittliche Auszahlung für jeden Spieler aufgezeichnet und mit einem Zeitstempel versehen. Allerdings geschieht dies auf Basis eines anderen Zeitintervalls. Bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus werden diese Parameter in einem Intervall von zehn Sekunden erhoben, um den Ansprüchen der späteren Auswertung zu genügen und eine stabile Laufzeitumgebung gewährleisten zu können (vgl. Graf, 2021, S. 89).⁵²

⁵¹ Innerhalb dieses Experiments beträgt die Rundenauer 60 Sekunden. Für nähere Ausführungen wird auf das Kapitel 4.2.3.1 *Spiel-Modi mit simultan-wiederholtem Spielmechanismus* verwiesen.

⁵² Erläuterung: Dieses Zeitintervall darf nicht mit einem rundenbasierten oder simultan-wiederholten Spielmechanismus verwechselt werden. Das Zeitintervall dient ausschließlich der Dokumentation. Die Akteure können bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus während des Spiels jederzeit, unabhängig von diesem Intervall, agieren.

4.1.3.3 Kommunikation

Alle Nachrichtenverläufe können durch eine Exportfunktion der Applikation „BeeBEEP“ erhoben und gesichert werden. Jede Nachricht ist dem entsprechenden Spieler zugeordnet und mit einem Zeitstempel versehen. Dadurch können die Nachrichten während der Experimentauswertung mit den Zügen der jeweiligen Spieler in Verbindung gebracht und der zeitliche Ablauf rekonstruiert werden. Trotz des Umstandes, dass die Inhaltsanalyse der Nachrichten keinen Fokus dieser Arbeit darstellen soll, ist diese Möglichkeit ausdrücklich erwünscht gewesen, um etwaige Untersuchungen im Nachgang vornehmen zu können.

4.2 Experimentdesign – Untersuchungsgruppen und Regelwerk

Im folgenden Unterkapitel soll das Experimentdesign, insbesondere im Sinne der Untersuchungsgruppen und des Regelwerks näher beleuchtet werden. Hierfür wird zunächst der Aufbau des Experiments im Rahmen eines Querschnittsdesigns skizziert und die Entscheidung für diese Struktur begründet. Im Anschluss wird das Regelwerk des Experiments durch die Beschreibung des Anfangszustands, der Entscheidungszeitpunkte für Zug-Möglichkeiten, der Kommunikation, des Spielendes sowie der Auszahlungsstruktur und des Anreizsystems eingeführt.

4.2.1 Querschnittsdesign

Das Experimentdesign sowie die Untersuchungsgruppenstruktur folgen der inhaltlichen Charakteristik der zu analysierenden Forschungsfrage und dadurch dem durchzuführenden Spiel. Es muss konstatiert werden, dass beim Spielen mehrerer Treatments durch einen Teilnehmer multiple Probleme im Kontext dieses Experiments auftreten können. Bei freier Randomisierung der Reihenfolge der Treatments wäre mit Überlagerungs- und Lerneffekten aus vorherigen Spielen zu rechnen. Dies betrifft insbesondere Kombinationen, in denen Spieler in vorherigen Spielen mit Kommunikation eine Absprache treffen konnten und anschließend ein Treatment ohne Kommunikation spielen. Im Rahmen der Meta-Analyse von Balliet (2010) wurde, wie bereits thematisiert, ein signifikant positiver kooperativer Einfluss der Kommunikation vor einem Spiel ermittelt. Mit einem ähnlichen Effekt wäre hierbei in Bezug auf dieses Experiment zu rechnen. Eine Alternative liegt darin, die Probanden im ersten Schritt ausschließlich Treatments ohne Kommunikation spielen zu lassen und erst im Anschluss Treatments mit Kommunikation. Diese Struktur führt ebenfalls zu diversen Problemen, insbesondere zu einer fehlenden Randomisierung der Treatment-Reihenfolge, wodurch die valide Kontrolle von

Lerneffekten unmöglich wird. Aus diesen Gründen wird ein Querschnittsdesign, auch Independent Groups Design⁵³ genannt, gewählt, worin jeder Proband lediglich ein Treatment spielt (vgl. Fahrmeir *et al.*, 2007, S. 28; Miller, 2005, S. 10). Ein Nachteil dieser Umsetzung ist die fehlende Möglichkeit der Kontrolle von individuellen Charakteristiken, bspw. Persönlichkeitseigenschaften, der Probanden. Dieser Problematik soll durch die randomisierte Zuteilung der Teilnehmenden auf die einzelnen Treatments entgegengewirkt werden.⁵⁴ Durch eine hohe Anzahl an Beobachtungen sollen Persönlichkeitseigenschaften annähernd gleich über die Treatments verteilt und die daraus resultierenden Störterme im Rahmen der Stichprobe minimiert werden. Hierbei muss festgehalten werden, dass eine exakt gleichmäßige Verteilung niemals garantiert werden kann. Durch diese Maßnahmen wird allerdings eine systematische Verzerrung vermieden (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 34; Miller, 2005, S. 11).

4.2.2 Anfangszustand

Im Sinne einer besseren Vergleichbarkeit und einem wahrgenommenen Gerechtigkeitsgedanken unter den Spielern sollten alle Akteure in einer identischen Ausgangslage starten. Die Symmetrie des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas erleichtert hierbei die Umsetzung. Darüber hinaus muss, ebenfalls aufgrund der Vergleichbarkeit, jedes Spiel im gleichen Zustand starten. Als einheitlicher Anfangszustand wurde hierbei der Zustand HHH und somit die vollkommene Kollusion gewählt. Dieser Zustand ist mit einer Auszahlung von 80 für jeden Akteur verbunden und maximiert somit die Gesamtauszahlung über alle Spieler hinweg. Dieser Ausgangszustand impliziert, dass ein Abweichen aus diesem Zustand eine aktive Handlung entgegen eines Kollusions- bzw. Kooperationsgedankens unter den Spielern darstellt, wobei dies, sofern lediglich ein Spieler diesen Zug wählt, mit einer kurzfristigen Verbesserung in den Zustand mit der individuell höchsten Auszahlung innerhalb des Spiels für diesen handelnden Akteur einhergeht.

4.2.3 Entscheidungszeitpunkte für Zug-Möglichkeiten

Die Entscheidungszeitpunkte für Zug-Möglichkeiten und die korrespondierende Veröffentlichung gegenüber den anderen Spielern stehen in direktem Zusammenhang zur vorliegenden

⁵³ Synonyme: Independent Measures Design oder Between-Subject Design.

⁵⁴ Für die konkrete Implementierung im Kontext des durchzuführenden Experiments wird auf Kapitel 4.3 *Operative Durchführung des Experiments* verwiesen.

Informationsstruktur. Das mit diesen Charakteristika in Verbindung stehende Regelwerk soll im Folgenden für den simultan-wiederholten und den real-dynamischen Spielmechanismus erläutert werden.

4.2.3.1 Spiel-Modi mit simultan-wiederholtem Spielmechanismus

In Anlehnung an Untersuchungen von Friedman und Oprea (2012), Oprea *et al.* (2014) oder Graf (2021) wird eine Periodenlänge von 60 Sekunden bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus im Rahmen des vorliegenden Experiments gewählt. Diese Runden-dauer erlaubt den Teilnehmenden eine Analyse der vorangegangenen Züge und eine erneute Entscheidungsfindung. Innerhalb einer Periode kann die Zugentscheidung jederzeit durch die Spieler getroffen werden, allerdings wird sie am Ende der Periode für die gesamte Runde angewendet. Somit kann von exogenen Entscheidungspunkten im zeitlichen Rhythmus von 60 Sekunden und einer dadurch induzierten exogenen, simultanen Zugreihenfolge gesprochen werden. Im Anschluss an die Periode wird die Entscheidung jedes Spielers allen anderen Akteuren offengelegt. Dieser Umstand bedingt die gewünschten symmetrischen Informationen für alle Akteure während des gesamten Spielverlaufs. Durch diese Implementierung sind den Spielern jederzeit sämtliche Regeln des Spiels, die Auszahlungsstruktur bzw. die Präferenzen der Mitspieler sowie der bisherige Spielverlauf⁵⁵ bekannt. Dies impliziert eine vollständige Informationsstruktur während des gesamten Spiels. Lediglich im Moment der Veröffentlichung der Entscheidungen der Spieler am Ende jeder Periode herrscht für einen infinitesimalen Zeitraum eine vollkommene bzw. perfekte Informationsstruktur.

4.2.3.2 Spiel-Modi mit real-dynamischem Spielmechanismus

Die Modellierung im Rahmen des real-dynamischen Spielmechanismus erfolgt in stetiger Zeit. Somit ist explizit keine Diskretisierung in Perioden vorgesehen. Dadurch ist eine Entscheidungs- bzw. Zug-Veränderung für alle Akteure jederzeit möglich. Dies entspricht einer möglichst realitätsnahen Modellierung durch den Versuch der Vermeidung jeglicher nicht absolut notwendiger Restriktionen. Der real-dynamische Spielmechanismus bedingt damit endogene Entscheidungszeitpunkte sowie eine endogene Zugreihenfolge, die durch die Spieler selbst bestimmt werden. Die etwaige Zug-Veränderung eines Spielers wird den Opponenten, unter

⁵⁵ Der Spielverlauf kann durch den Probanden selbstständig nachvollzogen werden. Lediglich die Entscheidungen der letzten Runde sind für alle Spieler sichtbar.

Beachtung der bereits thematisierten technischen Limitationen im Bereich der Server-Client-Kommunikation, umgehend offengelegt, wodurch wiederum eine symmetrische Information unter den Spielern sichergestellt wird. Somit sind den Spielern jederzeit sämtliche Regeln des Spiels, die Auszahlungsstruktur bzw. die Präferenzen der Mitspieler, der bisherige Spielverlauf⁵⁶ sowie die aktuell gewählten Handlungsoptionen der Opponenten bekannt. Aus diesem Grund kann von einer vollkommenen bzw. perfekten Informationsstruktur während des gesamten Spiels gesprochen werden.⁵⁷

4.2.4 Kommunikation

Zur Komplettierung der Treatments durch die Kombinatorik von Spielmechanismus und Kommunikation ist die Einführung des Regelwerks im Falle unterbundener sowie zugelassener Kommunikation notwendig, welche im Folgenden beschrieben wird.

4.2.4.1 Spiel-Modi ohne Kommunikation

Im Rahmen der Treatments ohne Kommunikation ist keine Kommunikation vor und während des Spiels zwischen den Teilnehmenden erlaubt. Dies umfasst Kommunikation in Bezug auf eine potenzielle Kollusion und allgemeine Kommunikation, wodurch versteckte Absprachen verhindert werden sollen. Die in Kapitel 4.3 *Operative Durchführung des Experiments* beschriebene Laborumgebung sowie der Ablauf des Experiments gewährleisten diese unterbundene Kommunikation.

4.2.4.2 Spiel-Modi mit Kommunikation

Im Kontext der Treatments mit Kommunikation ist keine Kommunikation vor dem Spiel unter den Teilnehmenden gestattet. Dies wird wiederum über die in Kapitel 4.3 *Operative Durchführung des Experiments* beschriebene Laborumgebung und den Ablauf des Experiments sichergestellt. Ab Beginn des Spiels ist freie Kommunikation zwischen den Teilnehmenden über das Programm „BeeBEEP“ erlaubt. Die Kommunikation ist hierbei vollkommen transparent

⁵⁶ Der Spielverlauf kann durch den Probanden selbstständig nachvollzogen werden. Lediglich die aktuell gewählten Handlungsoptionen sind für alle Spieler sichtbar.

⁵⁷ Wiederum ist dies unter der Annahme unmittelbarer Veröffentlichung von Zug-Veränderungen der Fall. Aufgrund der angesprochenen technischen Limitationen im Bereich der Server-Client-Kommunikation kann niemals eine im theoretischen Sinne unmittelbare Übertragung mit infinitesimal kleiner bzw. nichtexistierender Verzögerung erreicht werden. Demnach kann diese Umsetzung als eine Approximation vollkommener bzw. perfekter Informationsstruktur angesehen werden.

unter den Spielern, da lediglich ein Gruppenchat mit allen drei Akteuren zur Kommunikation zur Verfügung steht. Somit werden bilaterale Nachrichten verhindert.

4.2.5 Spieldauer und Spielende

Wie bereits thematisiert wird das Spielende exogen bestimmt. Hierzu ist relevant, dass, laut einer theoretischen Überlegung, Kollusion aufgrund der Implikationen aus einer durchgeführten Rückwärtsinduktion bei einem fixierten Spielende, d. h. einem endlichen Spiel, nicht aufrechterhalten werden kann, sondern dies lediglich bei einem unendlichen Spiel möglich sei (vgl. Feuerstein, 2005, S. 167). Diese und weitere Endspieleffekte können durch ein stochastisches bzw. unbekanntes Spielende verhindert werden (vgl. Tirole, 1988, S. 253). Aus diesem Grund wird die Spieldauer gegenüber den Teilnehmenden nicht kommuniziert und zusätzlich randomisiert. Die Mindestspieldauer beträgt hierbei zwölf Runden mit einer Dauer von je 60 Sekunden bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus und zwölf Minuten bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus. Darüber hinaus erfolgt eine Randomisierung der Zusatzdauer zwischen null und 25 Prozent der Mindestspieldauer. Dies entspricht im Falle des simultan-wiederholten Spielmechanismus zwischen null und drei Perioden unter Berücksichtigung der notwendigen Diskretisierung und analog im Fall des real-dynamischen Spielmechanismus null bis drei Minuten (vgl. Holt, 1985, S. 320). Somit variiert die Gesamtspieldauer zwischen zwölf und 15 Perioden mit einer Dauer von je 60 Sekunden bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus bzw. zwischen zwölf und 15 Minuten bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.

4.2.6 Auszahlungsstruktur und Anreizsystem

Die Spieler generieren in Abhängigkeit des erreichten Zustands und somit der Entscheidungen ihrer Opponenten die in Kapitel 3.1 *Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas* eingeführten Auszahlungen. Wie bereits in Kapitel 4.1.3 *Datenerfassung* angeschnitten, differieren die Auszahlungsaktualisierungen zwischen den verwendeten Spielmechanismen. Im Rahmen des simultan-wiederholten Spielmechanismus wird eine Auszahlung im Anschluss an jede Runde für jeden Spieler festgehalten und über das gesamte Spiel ein Durchschnitt gebildet, der die Gesamtauszahlung über das Spiel repräsentiert. Aus Gründen der Stabilität der Laufzeitumgebung wird die Auszahlung für jeden Spieler im Rhythmus von zehn Sekunden bei

Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus aufgezeichnet.⁵⁸ Für die Generierung der Gesamtauszahlung über das Spiel hinweg wird wiederum der Durchschnitt aller aufgezeichneten Auszahlungen für jeden Spieler gebildet. In beiden Fällen wird ausdrücklich nicht der Endzustand, sondern der gebildete Durchschnitt zur weiteren Verwendung herangezogen, da dies einer besseren Approximation der Realität, bspw. der Gewinnbildung eines Unternehmens über Zeit, entspricht.

Der soeben thematisierte Durchschnitt dient als Variable in dem nun zu definierenden Anreizsystem. Die durch Smith (1976) etablierte „*Induced Value Theory*“ dient u. a. dazu die individuellen Präferenzen der Probanden durch ein geeignetes Anreizsystem in den Hintergrund zu rücken und somit eine aussagekräftigere Untersuchung zu ermöglichen, wodurch eine höhere externe Validität impliziert wird (vgl. Kopf, 2017, S. 104f.). Hierzu nennen Friedman und Cassar (2004) die folgenden drei Kriterien:

- **Monotonie:** Das Anreizsystem muss derart gestaltet sein, dass die Spieler eine höhere Menge der potenziell zu erhaltenden Entlohnung stets gegenüber einer niedrigeren Menge präferieren und somit kein Sättigungspunkt auftritt. Dies trifft bspw. auf Geld zu.
- **Salienz:** Die reale Entlohnung der Teilnehmenden ist direkt mit der Auszahlung im Rahmen des Spiels und dadurch mit den Handlungen der Spieler verbunden. Dieser Umstand ist den Teilnehmenden verständlich und klar.
- **Dominanz:** Die Belohnung muss für die Probanden mit einer höheren Wichtigkeit verbunden sein als andere die Teilnehmenden beeinflussende, teilweise individuelle, Faktoren.

Ein Entscheidungspunkt in diesem Kontext stellt die Art der Belohnung dar. Hierbei wird ein finanzieller Anreiz gewählt. Finanzielle Anreize stellen in den Wirtschaftswissenschaften den

⁵⁸ Erläuterung: Dieses Zeitintervall darf nicht mit einem rundenbasierten oder simultan-wiederholten Spielmechanismus verwechselt werden. Das Zeitintervall dient ausschließlich der Dokumentation. Die Akteure können bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus während des Spiels jederzeit, unabhängig von diesem Intervall, agieren.

Standard dar.⁵⁹ Dies zeigt sich in einem Großteil der bedeutenden und relevanten Veröffentlichungen (vgl. Hertwig und Ortmann, 2001, S. 390; Camerer und Hogarth, 1999, S. 31). Zur Erfüllung des Monotonie-Kriteriums besteht innerhalb des in dieser Untersuchung genutzten Anreizsystems eine direkte, monoton steigende Verbindung aus erreichter Auszahlung innerhalb des Spiels und der realen, monetären Entlohnung (vgl. Smith, 1976, S. 275). Hierfür wird die Auszahlungsstruktur und die direkte Verbindung aus dem Abschneiden innerhalb des Experiments mit der anschließenden monetären Vergütung im Rahmen der Experimenteinführung ausführlich betrachtet, um der geforderten Salienz im Kontext des Anreizsystems gerecht zu werden.⁶⁰ Für die Erfüllung des Dominanz-Kriteriums liegt die erwartete durchschnittliche monetäre Vergütung über dem durchschnittlichen Stundenlohn einer wissenschaftlichen Hilfskraft (vgl. Croson, 2005, S. 134).⁶¹ Um eine mögliche Demotivation der Teilnehmenden für zukünftige Experimente zu vermeiden sowie eine Aufwandsentschädigung für die Probanden zu gewährleisten, wird ein Mindest- bzw. Sockelbetrag im Rahmen der monetären Entlohnung für die Probanden eingeführt (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 72). Die zuvor beschriebenen Durchschnittswerte der im Spiel generierten Auszahlungen der einzelnen Spieler dienen als Grundlage zur Berechnung der realen, monetären Auszahlung anhand der folgenden Formel:

$$\text{Monetäre Entlohnung}^{62} = 5\text{€} + 0,04 * \text{Durchschnittsauszahlung im Spiel} \quad (4.1)$$

Diese Umsetzung erfüllt die zuvor beschriebenen Anforderungen und unterstützt dadurch eine aussagekräftige Untersuchung mit einer gesteigerten externen Validität.

⁵⁹ Im Rahmen dieser Arbeit soll lediglich auf die wichtigsten Eigenschaften eines Anreizsystems eingegangen. Für weiterführende, teilweise gegensätzliche, Argumentationen in Bezug auf die Sinnhaftigkeit des Einsatzes finanzieller Anreize wird auf die einschlägige Literatur, bspw. Smith (1976) sowie Camerer und Hogarth (1999), verwiesen.

⁶⁰ Für die detaillierte Einführung gegenüber den Probanden wird auf Kapitel 4.3.2.3 *Ablauf der Experimentsitzungen* verwiesen.

⁶¹ Dies erfüllt gleichzeitig die Anforderungen des Karlsruhe Decision & Design Labs (*KD²Lab*), da ein Großteil des Teilnehmerfundus Studierende sind. Eine nähere Einführung zu dieser Institution sowie den Experimententeilnehmenden folgt in Kapitel 4.3.1 *Auswahl der Experimententeilnehmenden*.

⁶² Der erwartete Zeitaufwand für die Teilnehmenden im Rahmen dieses Experiments liegt bei ca. 30 Minuten. Die Durchschnittsauszahlung im Spiel kann theoretisch zwischen null und 100 liegen. Dies ergibt eine minimale Auszahlung von fünf Euro und eine maximale Auszahlung von neun Euro.

4.3 Operative Durchführung des Experiments

Im Vorfeld des Hauptexperiments wurde eine kleine Vorstudie bzw. mehrere Testläufe des Experiments durchgeführt. Hierbei wurde die inhaltliche sowie technische Einführung, die Durchführung des Experiments, das Ausfüllen des Fragebogens und die Datenerhebung getestet. Dieser Test wurde für alle vier Treatments angelegt, um bestmöglich auf das Hauptexperiment vorbereitet zu sein und sowohl inhaltliche als auch technische Komplikationen zu vermeiden. Im Kontext der inhaltlichen Einführung wurden einzelne Verständnisfragen aufgeworfen, deren Inhalt im Nachgang entsprechend angepasst und somit im Hauptexperiment adressiert wurde. Aufgrund der bereits ausführlichen Validierung der technischen Umgebung der Experimentplattform im Rahmen anderer Untersuchungen wurden, wie erwartet, diesbezüglich keine Beanstandungen seitens der Testprobanden geäußert. Ebenso traten keine Problematiken in den Bereichen der Durchführung des Experiments, des Ausfüllens des Fragebogens sowie der Datenerhebung auf. Auf Basis dieser Erkenntnisse und der damit verbundenen Anpassungen wurde das Hauptexperiment mit insgesamt 240 Teilnehmenden zwischen dem 30.03.2021 und dem 22.04.2021 durchgeführt.

Die physische Umgebung, die Interaktion von Probanden mit anderen beteiligten Parteien oder dem Experimentleiter sowie die individuellen Eigenschaften der Experimentteilnehmenden stellen Störeinflüsse dar, die im Rahmen einer Untersuchung kontrolliert und nach Möglichkeit minimiert werden sollten (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S: 32). Aus diesen Gründen sowie für die Replizierbarkeit der Untersuchung wird in diesem Unterkapitel der Prozess der Durchführung des Experiments detailliert beleuchtet. Hierfür wird zunächst auf die Auswahl der Experimentteilnehmenden eingegangen, um anschließend den exakten Experimentablauf und die damit verbundenen Komponenten zu beschreiben.

4.3.1 Auswahl der Experimentteilnehmenden

Die Auswahl der Experimentteilnehmenden sollte im Rahmen einer Untersuchung wohlüberlegt geschehen, um potenzielle, ungewollte Selektionseffekte und Mehrfachteilnahmen zu vermeiden sowie Kosten zu minimieren (vgl. Greiner, 2015, S. 114f.). Studierende eignen sich dabei hervorragend aufgrund ihrer geringen Opportunitätskosten und einer steilen Lernkurve (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 30). In diesem Kontext ist zu beachten, dass eine hohe externe Validität durch eine Stichprobe, welche die zu untersuchende Grundgesamtheit möglichst gut repräsentiert, gefördert wird (vgl. Graf, 2021, S. 101). Deswegen werden im

Folgenden der Teilnehmerfundus und die demografischen Merkmale der Teilnehmenden thematisiert.

4.3.1.1 Einladungsprozess und Teilnehmerfundus

Für das vorliegende Experiment wurde auf die Plattform „HROOT“ des KD²Labs am Karlsruher Institut für Technologie zurückgegriffen.⁶³ Dies erlaubt den Zugriff auf die registrierten Nutzer sowie eine reibungslose und effiziente Koordination bzw. Kommunikation zwischen dem Experimentleiter und den potenziellen Teilnehmenden. Seitens des KD²Labs bestehen keine Voraussetzungen an die Teilnehmenden, die einer Registrierung auf der Plattform entgegenstehen.⁶⁴ Dies ermöglicht eine Heterogenität der Teilnehmer, allerdings muss hierbei einschränkend attestiert werden, dass naturgemäß ein großer Anteil von Studenten vorherrscht.⁶⁵ Zum Zeitpunkt der Einladung der Experimentteilnehmenden waren auf „HROOT“ 3838 Nutzer registriert, wovon 319 aufgrund eines Filters ausgeschlossen wurden.⁶⁶ Somit verblieben 3519 potenzielle Probanden. Um ein Ausfallen einzelner Experimentsitzungen zu verhindern, wurden Überbuchungen vorgenommen. Während Friedman und Cassar (2004) von einer Quote des nicht entschuldigtes Fehlens von ca. 30 % der angemeldeten Teilnehmenden ausgehen, liegen die Erfahrungswerte des KD²Labs bei ca. 20 %. Aufgrund der in Kapitel 4.3.2.1 *Herausforderungen durch die Corona-Pandemie* näher erläuterten technischen und physischen Restriktionen durch die Corona-Pandemie, konnte lediglich eine Experimentsitzung simultan abgehalten werden. Folglich wurde die Überbuchung auf einen Teilnehmer pro Experimentsitzung festgelegt. Durch den Bedarf von drei aktiven Spielern ergibt sich somit eine Einladung von vier Teilnehmenden je Experimentsitzung. Bei Erscheinen aller Teilnehmenden wurde eine Person, zur Vermeidung möglicher Selektionseffekte, randomisiert ausgewählt und durfte das Experiment vorzeitig verlassen (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 34). Als

⁶³ Es wurde lediglich die Software zur Einladung und der dadurch ermöglichte Zugriff auf die registrierten Nutzer im Rahmen dieses Experimentes verwendet. Weitere Möglichkeiten des KD²Labs, wie bspw. die Nutzung der Laborumgebung bzw. der Räumlichkeiten, wurden nicht in Anspruch genommen.

⁶⁴ Lediglich Mitarbeiter der KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften sind von der Teilnahme ausgeschlossen (vgl. KD²Lab, 2022).

⁶⁵ Für detailliertere Informationen über die tatsächlichen Teilnehmenden wird auf Kapitel 4.3.1.2 *Demografische Merkmale Teilnehmende* verwiesen.

⁶⁶ Alle Nutzer, die bereits häufiger als zwei Mal unentschuldig bei einem Experiment gefehlt haben, wurden ausgeschlossen.

Entschädigung wurde diesem Teilnehmenden der Sockelbetrag im Rahmen des Anreizsystems des Experiments in Höhe von fünf Euro als Kompensation für das Erscheinen ausgezahlt.

Im Folgenden soll der Einladungsprozess detailliert beschrieben werden. Entsprechend der Erfahrungswerte des KD²Labs wurden die Experimenttermine gestaffelt freigeschaltet, sodass die Probanden sich ca. eine Woche vor dem tatsächlichen Termin eintragen konnten, um Koordinationsprobleme und Absagen zu minimieren. Um etwaige Selektionseffekte zu verhindern, beinhaltete die standardisierte Einladungsmail (siehe Appendix A.2 *Korrespondenz zwischen Experimentleiter und Teilnehmenden im Einladungsprozess*) keine Hinweise auf den Forschungshintergrund oder die Forschungsfrage (vgl. Slonim *et al.*, 2013, S. 66). Sie enthielt lediglich notwendige organisatorische Informationen sowie den Hinweis, dass verhandlungssichere Deutsch-Kenntnisse erforderlich sind. Dies ist sowohl für das Verständnis der Einführung als auch für die etwaige Kommunikation während des Experiments mit den anderen Akteuren essenziell. Die Anmeldung erfolgte nach dem „*First-Come-First-Serve-Prinzip*“, wodurch automatisch eine randomisierte Zuteilung auf die Treatments gewährleistet wurde, da diese bereits im Vorhinein festgelegt, allerdings für die Probanden nicht sichtbar waren. Mehrfache Anmeldungen eines Experimentteilnehmenden wurden systemseitig durch „*HROOT*“ verhindert. Während des gesamten Einladungsprozesses waren den Teilnehmenden keine Klarnamen anderer Probanden zugänglich. Im Rahmen der Auflistung der Experimentsitzungen war lediglich vermerkt, ob eine Anmeldung zu dem etwaigen Termin für den Nutzer möglich ist. Dies gewährleistete die notwendige Anonymität für die potenziellen Teilnehmenden. Im Anschluss an die erfolgreiche Anmeldung erhielten die Teilnehmenden eine Bestätigungsmail (siehe Appendix A.2 *Korrespondenz zwischen Experimentleiter und Teilnehmenden im Einladungsprozess*) sowie 24 Stunden vor Beginn der Experimentsitzung eine Erinnerungsmail (siehe Appendix A.2 *Korrespondenz zwischen Experimentleiter und Teilnehmenden im Einladungsprozess*) mit den für sie relevanten Hinweisen.

4.3.1.2 Demografische Merkmale Teilnehmende

Auf den demografischen und individuellen Eigenschaften der Teilnehmenden liegt innerhalb dieser Arbeit kein Fokus und diese sind nicht Teil der Forschungsfrage. Trotzdem soll in *Tabelle 4.1* ein kurzer Überblick über die demografischen Merkmale der 240 Teilnehmenden sowie deren Erfahrung in dem im Rahmen dieser Untersuchung relevanten Forschungsfeld gegeben

werden.⁶⁷ Der gesamte Fragebogen ist für den interessierten Leser in Appendix A.3 *Fragebogen an die Teilnehmenden der experimentellen Untersuchung* einsehbar.⁶⁸

Tabelle 4.1: Überblick demografische und erfahrungsbasierte Merkmale der Teilnehmenden der experimentellen Untersuchung (eigene Darstellung)

Merkmal	Wert	Treatment				Gesamt
		SoK	SmK	RoK	RmK	
Alter (in Jahren)	Mittelwert	23,7	23,8	25,1	23,2	24,0
	Minimum	18	19	19	18	18
	Maximum	59	36	39	42	59
Geschlecht	Männlich	66,7%	55,0%	68,3%	48,3%	59,6%
	Weiblich	33,3%	45,0%	31,7%	51,7%	40,4%
	Divers	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Bildungsgrad (höchster Abschluss)	Promotion	1,7%	0,0%	0,0%	1,7%	0,8%
	Master/Diplom	15,0%	11,7%	10,0%	11,7%	12,1%
	Bachelor	21,7%	46,7%	55,0%	40,0%	40,8%
	Kaufmännische Ausbildung	1,7%	0,0%	1,7%	0,0%	0,8%
	Abitur	58,3%	41,7%	31,7%	43,3%	43,8%
	Keine Antwort zutreffend	1,7%	0,0%	1,7%	3,3%	1,7%
Fachrichtung	Wirtschaftswissenschaften	48,3%	40,0%	58,3%	56,7%	50,8%
	Ingenieurwissenschaften	26,7%	31,7%	23,3%	26,7%	27,1%
	Naturwissenschaften	8,3%	16,7%	8,3%	3,3%	9,2%
	Geisteswissenschaften	8,3%	6,7%	5,0%	11,7%	7,9%
	Rechtswissenschaften	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%
	Andere	6,7%	5,0%	5,0%	1,7%	4,6%
Kenntnisse in den Bereichen Spieltheorie und strategische Konfliktanalyse	Keine	3,3%	13,3%	3,3%	5,0%	6,3%
	Gering	38,3%	25,0%	35,0%	26,7%	31,3%
	Grundlegend	43,3%	33,3%	40,0%	43,3%	40,0%
	Erweitert	15,0%	26,7%	20,0%	21,7%	20,8%
	Sehr gut	0,0%	1,7%	1,7%	3,3%	1,7%
Anzahl Teilnahmen an ökonomischen, soziologischen oder psychologischen Laborexperimenten	Keine	13,3%	10,0%	15,0%	18,3%	14,2%
	1	20,0%	15,0%	6,7%	15,0%	14,2%
	2	8,3%	8,3%	8,3%	15,0%	10,0%
	3	8,3%	6,7%	11,7%	11,7%	9,6%
	4-10	40,0%	43,3%	38,3%	28,3%	37,5%
	>10	10,0%	16,7%	20,0%	11,7%	14,6%

⁶⁷ Zur Einordnung der in *Tabelle 4.1* dargestellten Fachrichtungen soll erwähnt werden, dass der Fachbereich Wirtschaftswissenschaften des KITs u. a. die Studiengänge Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftsinformatik sowie technische Volkswirtschaftslehre umfasst.

⁶⁸ Hierbei soll darauf hingewiesen werden, dass alle Angaben auf freiwilliger Basis von den Probanden zur Verfügung gestellt wurden. Folglich sind die Antworten Selbsteinschätzungen der Teilnehmenden.

Generell gesprochen, ist eine möglichst homogene Verteilung bzw. ähnliche Struktur der Teilnehmenden in Bezug auf deren individuelle Merkmale zwischen den Treatments von Vorteil, um dadurch bedingte Störfaktoren im Rahmen der Experimentanalyse zu vermeiden (vgl. Stuart, 2010, S. 1f.). Gleichwohl wird dargelegt, dass bspw. das Geschlecht keine entscheidende Rolle spielt, sofern Verhandlungen Angesicht zu Angesicht vermieden werden, und das Alter nicht relevant ist, sofern die Probanden die Instruktionen kognitiv verarbeiten können (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 67). Des Weiteren ist der hohe Anteil an Studenten in einem Großteil der Untersuchungen, zu welchem auch vorliegende Analyse gezählt werden darf, unkritisch (vgl. Croson, 2005, S. 138). Holt (2020) argumentiert hierzu, dass eine Reihe von Studien keine signifikanten Unterschiede im Entscheidungsverhalten zwischen langjährig berufserfahrenen Personen und Studenten berichten. Insgesamt kann die Verteilung der demografischen sowie erfahrungsbasierten Merkmale der Teilnehmenden innerhalb der vorliegenden Untersuchung als ausgeglichen und ähnlich zwischen den Treatments beschrieben werden.

4.3.2 Experimentablauf

Um die interne Validität zu steigern und Störfaktoren, wie die implizite Kommunikation durch Sichtkontakt unter den Experimentteilnehmenden oder eine asymmetrische Informationslage der Probanden, innerhalb sowie zwischen Experimentsitzungen zu vermeiden, werden in diesem Unterkapitel u. a. die in dem vorliegenden Experiment eingesetzten Kontrolltechniken der Eliminierung und Konstanthaltung bzw. deren entsprechende Maßnahmen beschrieben (vgl. Huber *et al.*, 2014, S. 38). Die Umsetzung und der Ablauf der Experimentsitzungen wurden hierbei durch die Herausforderungen der Corona-Pandemie, die im Zeitraum der Durchführung auftraten, beeinflusst. Diese Herausforderungen und die korrespondierenden Anpassungen bzw. Lösungen sowie deren Auswirkungen auf die Laborumgebung werden im ersten Teil des Unterkapitels beschrieben. Anschließend folgen der exakte Ablauf sowie eine Übersicht der durchgeführten Experimentsitzungen.

4.3.2.1 Herausforderungen durch die Corona-Pandemie

Im Zeitraum der Planung der Durchführung des Experiments im Sommer 2020 waren die Fallzahlen bzw. Inzidenzen der Corona-Pandemie niedrig und es wäre vertretbar gewesen ein Experiment vor Ort in den Räumlichkeiten des IBUs durchzuführen. Hierfür wurde ein strenges Hygienekonzept ausgearbeitet und es wurde davon ausgegangen, dass mindestens zwei Experimentsitzungen parallel abgehalten werden können. Zu dem Zeitpunkt, im Herbst bzw.

Winter 2020, an dem alle Vorbereitungen und die Ausarbeitung des Experimentumfelds abgeschlossen waren, häuften sich die Corona-Fälle erneut. In Absprache mit dem Karlsruher Institut für Technologie und den Verantwortlichen des KD²Labs, die den Zugang zu den Nutzern der Plattform „HROOT“ zur Verfügung stellen, wurde beschlossen, dass zum Schutz der Experimentteilnehmenden vor Corona in diesem Format keine Experimente durchgeführt werden sollten. Deswegen war das Ziel des Autors eine Online-Lösung für das Experiment zu entwickeln, die ihm in gleichem Maße erlaubt valide Daten zu erheben und somit unabhängig von der Corona-Pandemie zu agieren. Die Auswirkungen, die Umsetzung sowie die Vor- und Nachteile eines Online-Experiments sollen in den folgenden Abschnitten beschrieben bzw. diskutiert werden.

4.3.2.2 Laborumgebung

Zum Zwecke der Konstanzhaltung und der damit einhergehenden erhöhten internen Validität wurde bei der Durchführung jeder Experimentsitzung explizit darauf geachtet, dass die gleichen Rahmenbedingungen für die Probanden vorliegen. Hierauf lag ebenso im gewählten Online-Format des Experiments der Fokus. Die Anzahl der Online-Experimente hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen (vgl. Palan und Schitter, 2018, S. 22). Insbesondere durch die Corona-Pandemie wurden viele Wissenschaftler, wie in vorliegender Untersuchung, dazu gedrängt die Ausgestaltung ihrer Laborstudie neu zu denken und Online-Experimente durchzuführen (vgl. Sauter *et al.*, 2020, S. 1). Im Falle des innerhalb dieser Arbeit durchzuführenden Experiments sollte allerdings keine neue Web-Oberfläche geschaffen werden, sondern auf die bereits ausgewählte und am IBU entwickelte Experimentplattform zurückgegriffen werden, da sich diese bei ähnlichen Experimenten bereits bewährt hat. Zusätzlich erforderte das Experiment trotz des Online-Charakters simultan drei Spieler, weshalb die Nutzer sowie die Einladungs- und Terminplanungsmöglichkeiten der Plattform „HROOT“ eingesetzt wurden. Die Umsetzung während des Experiments erfolgte über eine Steuerungsübernahme der Experimentalrechner über das Programm „Zoom“ durch die Teilnehmenden.⁶⁹ Dies ermöglichte eine Art des hybriden Systems, das einen hohen Anteil der Vorteile einer Online-Umsetzung mit einer stabilen Umgebung der Experimentalsoftware und einer sicheren Datenerfassung durch

⁶⁹ Für eine detaillierte Beschreibung des konkreten Prozesses innerhalb des Online-Experiments wird auf *Kapitel 4.3.2.3 Ablauf der Experimentsitzungen* verwiesen.

die Anwendung einer bekannten Experimentplattform verband. Während des gesamten Experiments mussten die Teilnehmenden zu keiner Zeit ihre Klarnamen gegenüber den anderen Probanden offenlegen, wodurch Anonymität unter den Akteuren möglich wurde.⁷⁰

Im Folgenden sollen Vor- und Nachteile dieser spezifischen Online-Umsetzung des Experiments kritisch betrachtet werden. Der offensichtliche und größte Vorteil eines Online-Experiments ist der Schutz der Probanden sowie des Experimentleiters vor Corona und der damit einhergehenden Abkehr von einer potenziellen Abhängigkeit in Bezug auf das Pandemiegeschehen. Diese Unabhängigkeit erlaubt die zeitliche Flexibilisierung der Durchführung des Experiments. Darüber hinaus bedarf es keiner Anfahrt der Experimentteilnehmenden. Dieser zeit- sowie aufwandsparende Aspekt reduziert die Teilnahmebarriere für die Probanden und die relativ kurze Experimentdauer bzw. die damit korrespondierende, absolut gesehen, geringere Entlohnung fallen weniger ins Gewicht.⁷¹ Zusätzlich verhindert der Online-Modus des Experiments jeglichen Sichtkontakt und die damit einhergehende nonverbale Kommunikation, die im Rahmen eines physischen Experiments nur schwer vollkommen auszuschließen ist.⁷² Abschließend kann die Kommunikation unter den Teilnehmenden innerhalb der Experimentsoftware hervorragend kontrolliert werden. Dies umfasst sowohl die Kommunikation während der Experimenteinführung als auch während des tatsächlichen Spiels. Hierbei kann eine Kommunikation ohne das Wissen des Experimentleiters während der Experimenteinführung aufgrund der entsprechenden Funktionalitäten von „Zoom“ ausgeschlossen werden. Durch das Verteilen der Probanden in „Breakout-Rooms“ während des Spiels kann im Falle der Treatments ohne Kommunikation ein Austausch unterbunden und im Falle der Treatments mit Kommunikation ein Austausch ausschließlich über das Programm „BeeBEEP“ sichergestellt werden. Generell werden durch das Online-Format Anwenderfehler reduziert, da der

⁷⁰ Zur Identifikation der Teilnehmenden erfolgte eine Offenlegung der Klarnamen gegenüber dem Experimentleiter über einen privaten Chat.

⁷¹ Die Experimentdauer beläuft sich auf ca. 30 Minuten, während ein Großteil der durchgeführten Experimente vor Ort eine längere Dauer und dadurch eine höhere Entlohnung aufweisen. Relativ bzw. auf die Stunde gerechnet lag die Entlohnung über dem vom KD²Lab geforderten Betrag.

⁷² Die Videofunktion wird während des Online-Experiments nicht genutzt, wodurch ein Blickkontakt ausgeschlossen werden kann.

Experimentleiter die gesamte Experimentvorbereitung übernehmen kann und in dieser geübter ist als die Teilnehmenden.⁷³

Ein potenzieller Nachteil stellt die schwerere Kontrolle der Umgebung der Probanden dar. Durch das Online-Format können die Teilnehmenden theoretisch von jedem Ort aus agieren und somit bspw. Lärm oder anderen Einflüssen ausgesetzt sein. Zusätzlich kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich Probanden persönlich kennen und trotz der entgegenstehenden Maßnahmen, wie der Anonymität während des Anmelde- bzw. Rekrutierungsprozesses, außerhalb der Experimentumgebung über andere Kanäle kommunizieren. Des Weiteren kann die Aufmerksamkeit der Teilnehmenden schwieriger überprüft werden, da diese abgelenkt werden können bzw. der Experimentleiter sie nicht sieht. Zusätzlich kann aufgrund technischer und physischer Restriktionen lediglich eine Experimentsitzung parallel durchgeführt werden.⁷⁴ Dadurch wissen die Teilnehmenden während des Experiments mit welchen anderen Probanden sie spielen. Dies ist jedoch von geringerer Bedeutung, da, aufgrund der Online-Charakteristik, kein Sichtkontakt und keine Art der Kommunikation, sofern diese im Kontext des Treatments nicht gewollt ist, möglich wird.

Unter Abwägung der Vor- und Nachteile entschloss sich der Autor dazu, ein Online-Experiment, insbesondere aufgrund der Unabsehbarkeit des Pandemiegeschehen zu diesem Zeitpunkt, durchzuführen. Zusätzlich existiert bei keinem der Nachteile ein Anhaltspunkt dafür, dass dieser nur bei einem Teil der Treatments auftreten könnte. Dies spricht, unter Berücksichtigung der hohen Anzahl an Datenpunkten für die statistische Auswertung, für eine Nivellierung der Effekte der Nachteile über die Stichprobe hinweg.

4.3.2.3 Ablauf der Experimentsitzungen

Die kurze Dauer des Experiments von lediglich ca. 30 Minuten ist vorteilhaft für die Aufmerksamkeit der Teilnehmenden und wirkt Langeweile sowie Ermüdung⁷⁵ entgegen (vgl. Friedman

⁷³ Für eine genaue Beschreibung der Experimentvorbereitung wird auf Kapitel 4.3.2.3 *Ablauf der Experimentsitzungen* verwiesen.

⁷⁴ Der Experimentleiter muss in manchen Phasen der Experimentdurchführung, wie bspw. dem Applikationsstart der Experimentplattform oder der Steuerungsübergabe an die Teilnehmenden, vier Laptops bedienen. Um zwei Experimentsitzungen parallel durchführen zu können, würde diese Zahl auf sieben steigen. Davon wurde aufgrund der dadurch potenziell entstehenden Fehlerquote im Rahmen der operativen Durchführung abgesehen.

⁷⁵ Englisch: Fatigue effect.

und Cassar, 2004, S. 37). Diese Zeitspanne lässt sich in die in *Tabelle 4.2* dargestellten Schritte einteilen.

Tabelle 4.2: Ablauf der Experimentsitzungen (eigene Darstellung)

(I) Vorbereitung	(II) Begrüßung	(III) Einführung
Experimentplattform	Teilnehmerbeitritt	Inhaltliche Einführung
Zoom	Überbuchung	Technische Einführung
		Fragen
(IV) Experiment	(V) Fragebogen	(VI) Nachbereitung
Breakout-Rooms	Link Fragebogen	Datenerfassung
Start Experiment	Zahlungsdaten	Auszahlungserfassung
Randomisiertes Spielende	Verabschiedung	Zurücksetzen Spiel

Diese Schritte sollen im Folgenden näher beleuchtet werden:

- (I) Vorbereitung:** Zunächst werden die zur Experimentplattform gehörenden Applikationen gestartet. Hierzu zählen das Control-Center für den Experimentleiter sowie die der Spieloberfläche vorgeschaltete Wartemaske für die Nutzer. In diese Wartemaske werden bereits die entsprechenden Zugangscodes eingegeben, um ein späteres schnelles Starten des Spiels zu gewährleisten. Anschließend erfolgt der Beitritt aller Experimentrechner in das bereits zuvor aufgesetzte Zoom-Meeting. Daraufhin bereitet der Experimentleiter die Breakout-Rooms vor. Es erfolgt eine randomisierte Zuteilung der Probanden auf Spieler A, B und C, womit implizit auch zufällig die überbuchte Person ausgewählt wird, falls alle potenziellen Probanden erscheinen. Diese zufällige Auswahl verhindert eine systematische Verzerrung, die bspw. entstehen könnte, wenn immer der Proband, der zeitlich als letztes erscheint, ausgewählt werden würde.
- (II) Begrüßung (wenige Minuten):** Den Teilnehmenden wurde kommuniziert, dass sie bereits fünf Minuten vor Experimentbeginn dem Zoom-Meeting beitreten sollen. Es folgt unmittelbar nach Beitritt der Hinweis, dass Kommunikation zwischen den Teilnehmenden vor dem Experiment verboten ist. Sofern alle Probanden beitreten, wird die zuvor zufällig bestimmte überbuchte Person in einem getrennten Breakout-Room darüber informiert, dass sie das Meeting wieder verlassen kann. Zusätzlich werden ihr die Zahlungsmodalitäten erklärt und offengelegt, dass sie eine Entlohnung von

fünf Euro für ihr Erscheinen erhält.⁷⁶ Aus Effizienzgründen erfolgt dieses Gespräch während die restlichen Probanden bereits die Einführung erhalten.

(III) Einführung (fünf bis zehn Minuten): Die Vermittlung der Instruktionen ist im Rahmen von Experimenten von großer Bedeutung, da diese das Verhalten der Probanden und damit die Experimentergebnisse beeinflussen können (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 32). Folglich wird großer Wert auf den Kontrollmechanismus der Konstanthaltung im Rahmen der Instruktionen gelegt. Aus diesem Grund sind die Einführungen für jedes Treatment mithilfe einer aufgezeichneten PowerPoint-Präsentation inklusive Tonspur realisiert. Hierbei werden lediglich die Teile der Einführung, die zwischen den Treatments differieren, variiert, wobei stets die Aufmachung bzw. Darstellung ähnlich gehalten wird. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Einführung lediglich an den absolut notwendigen Stellen, zum Verständnis der Treatments, differiert und dadurch keine systematische Verzerrung entsteht. Die inhaltliche Einführung startet im Rahmen jedes Treatments mit der Beschreibung der Spielcharakteristik und dem Marktumfeld. Anschließend wird ein expliziter Fokus auf das Verständnis der Auszahlungsmatrix und deren symmetrischen Struktur gelegt. Hierbei wird ebenso die Verbindung zwischen der realisierten Auszahlung im Spiel und der realen Entlohnung der Teilnehmenden herausgestellt. Anschließend erfolgt die Einführung in das Experimentumfeld, worin der Spielmechanismus eingeführt wird und eine Klarstellung erfolgt, ob Kommunikation erlaubt oder verboten ist. Diese Einführung betrifft lediglich das zu spielende Treatment. Den Probanden wird kein Indiz geliefert, dass diese Mechanismen in anderen Experimentsitzungen differieren. Innerhalb der gesamten Einführung besteht kein Hinweis auf die Forschungsfrage oder den Forschungshintergrund, um induzierende Effekte zu verhindern. Im Anschluss folgt die technische Einführung, in der die etwaig vorhandene Kommunikationsmöglichkeit über das Programm „BeeBEEP“ sowie die Spieloberfläche und deren Bedienung detailliert und auf das jeweilige Treatment angepasst, erläutert wird. Daraufhin wird ein Hinweis auf den weiteren operativen Verlauf des Experiments sowie den im Anschluss an das Experiment auszufüllenden Fragebogen gegeben. Der

⁷⁶ Die entsprechende Person erhält einen Direktlink zu einer Plattform des KD²Labs, auf der sie ihre Zahlungsinformationen hinterlegen kann. Das KD²Lab garantiert die datenschutzkonforme Abwicklung.

interessierte Leser findet die Einführungsunterlagen in Appendix A.4 *Experimenteinführung – Folien* und die korrespondierende Transkription der Tonspur in Appendix A.5 *Experimenteinführung – Transkription*. Nachfolgend wird den Teilnehmenden die Möglichkeit gegeben aufgekommene Fragen zu stellen. Es werden lediglich Fragen zu technischen oder inhaltlichen Unklarheiten zugelassen. Jegliche Fragen oder Äußerungen zu Strategien oder Verhaltensweisen während des Spiels werden unterbunden bzw. sind nicht erlaubt, um indirekte Hinweise auf Handlungen und somit eine Beeinflussung der Probanden zu vermeiden. Abschließend wird eine Kurzzusammenfassung mit den wichtigsten Informationen bezüglich der Spielcharakteristik, der Auszahlungsmatrix und Spielumgebung sowie der etwaigen Kommunikationsmöglichkeit an die Teilnehmenden übermittelt. Diese ist Appendix A.6 *Verteilte Experimentunterlagen an Teilnehmende* zu entnehmen.

(IV) Experiment (ca. 15 Minuten): Im ersten Schritt werden die Teilnehmenden sowie jeweils ein Experimentlaptop in die Breakout-Rooms des Programms Zoom aufgeteilt. Anschließend wird jeder Teilnehmende individuell angesprochen und die Fernbedienung an ihn übergeben. Es wird jeweils durch Rückfragen versichert, dass die Steuerungsübernahme der Experimentrechner von den Probanden erfolgreich war. Sobald dieser Übergabeprozess abgeschlossen ist, startet der Experimentleiter das Spiel zentral simultan für alle Spieler. Nach dem automatischen Öffnen der Spieloberfläche haben die Experimentteilnehmenden unmittelbar die Möglichkeit zu agieren. Während des gesamten Experiments bzw. Spiels kann der Experimentleiter bei Problemen assistieren und mit den Probanden, falls dies als notwendig erachtet wird, individuell oder kollektiv sprechen. Dies bezieht sich wiederum ausschließlich auf technische Unklarheiten oder Probleme, während keinerlei inhaltliche Komponenten des Experiments durch den Experimentleiter adressiert werden. Das Spiel endet, wie bereits thematisiert, randomisiert nach zwölf bis 15 Runden bzw. zwölf bis 15 Minuten. Das randomisierte Ende wurde den Teilnehmenden entsprechend kommuniziert, allerdings ohne die Angabe der konkreten Zeitspanne, wodurch keine Anhaltspunkte für die Teilnehmenden in Bezug auf die Spieldauer geschaffen wurden.

(V) Fragebogen (ca. fünf Minuten): Sobald das Spiel beendet ist, werden die Breakout-Rooms ebenfalls geschlossen und die Teilnehmenden finden sich automatisch wieder im Haupt-Meeting ein. Dort wird den Probanden ein Link zum Ausfüllen des

Fragenbogens, der Appendix A.3 *Fragebogen an die Teilnehmenden der experimentellen Untersuchung* zu entnehmen ist, zur Verfügung gestellt. Durch Angabe der Startuhrzeit des Experiments und des repräsentierten Spielers durch die Probanden können die Angaben im Fragebogen dem jeweiligen Datenpunkt zugeordnet werden. Neben den demografischen Merkmalen werden innerhalb des Fragebogens ebenfalls Erfahrungen mit strategischen Entscheidungsproblemen sowie Laborexperimenten und Fragen nach dem Spielverlauf adressiert. Im Falle einer zugelassenen Kommunikation widmet sich ein Teil des Fragebogens dieser. Alle Angaben der Probanden sind dabei Selbsteinschätzungen. Es soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass der Fragebogen und dessen Ergebnisse kein Fokus dieser Arbeit darstellen, sondern in erster Linie zur korrekten Abbildung der demografischen Merkmale der Stichprobe dienen. Erst am Ende des Fragebogens gelangen die Teilnehmenden zu einem Link, der sie auf eine Plattform des KD²Labs bringt, in welcher sie ihre Zahlungsinformation datenschutzkonform hinterlegen. Somit wird sichergestellt, dass alle Probanden den Fragebogen bearbeiten. Abschließend folgt die Verabschiedung der Probanden, welche das Ende des Experiments für die Teilnehmenden repräsentiert.

(VI) Nachbereitung: Der Prozess der Nachbereitung wird durch den Experimentleiter bereits während die Probanden den Fragebogen ausfüllen, angestoßen. Er beinhaltet die Datenerfassung mithilfe der generierten Log-Dateien und das, aus Sicherheitsgründen, doppelte Ablegen bzw. Speichern dieser Dateien. Nach Sicherung der Log-Dateien werden diese von den Experimentrechnern gelöscht. Anschließend erfolgen die Auszahlungserfassung sowie die Berechnung der realen Entlohnung der Teilnehmenden über eine vorbereitete Excel-Datei. Die reale Entlohnung wird den Probanden auf Nachfrage ausschließlich individuell bzw. über eine private Nachricht kommuniziert. Darauffolgend werden alle vom KD²Lab geforderten Informationen, dies umfasst u. a. die Frage nach dem Erscheinen und der Teilnahme der einzelnen Nutzer der Plattform, in das System „HROOT“ eingepflegt. Die Experimentsitzung wird im Anschluss durch das Zurücksetzen des Spiels und damit der Möglichkeit zur Durchführung der nächsten Experimentsitzung, geschlossen.

4.3.2.4 Übersicht der durchgeführten Experimentsitzungen

Eine Übersicht der zwischen 30.03.2021 und 22.04.2021 durchgeführten Hauptstudie und der korrespondierenden Experimentsitzungen liefert im Folgenden *Tabelle 4.3*.

Tabelle 4.3: Übersicht durchgeführter Experimentsitzungen (eigene Darstellung)

Datum	Anzahl Experimentsitzungen	Angewandte Treatments
30.03.2021	4	Alle Treatments
06.04.2021	6	Alle Treatments
07.04.2021	7	Alle Treatments
08.04.2021	7	Alle Treatments
09.04.2021	6	Alle Treatments
12.04.2021	7	Alle Treatments
13.04.2021	7	Alle Treatments
14.04.2021	4	Alle Treatments
15.04.2021	7	Alle Treatments
16.04.2021	7	Alle Treatments
19.04.2021	7	Alle Treatments
20.04.2021	7	Alle Treatments
22.04.2021	4	Alle Treatments

Die Anzahl der Experimentsitzungen summiert sich auf 80. Je Experimentsitzung waren drei Probanden im Spiel involviert, weshalb sich die Teilnehmeranzahl auf 240 beläuft. Von diesen 80 Experimentsitzungen konnten lediglich zwei aufgrund technischer Probleme und der damit einhergehenden Verhinderung einer Spielfähigkeit der jeweiligen Probanden nicht berücksichtigt werden. Diese beiden Experimentsitzungen sind dem Treatment *real-dynamisch mit Kommunikation* zuzuordnen. Demnach entfallen auf die Treatments *simultan-wiederholt ohne Kommunikation*, *simultan-wiederholt mit Kommunikation* sowie *real-dynamisch ohne Kommunikation* jeweils 20 Experimentsitzungen bzw. jeweils 60 Probanden und auf das Treatment *real-dynamisch mit Kommunikation* 18 Experimentsitzungen bzw. 54 Probanden. Somit verbleiben für die nachfolgende Analyse 78 Experimentsitzungen mit insgesamt 234 Probanden.

5 Auswertung des Experiments und Diskussion der Ergebnisse

Dieses Kapitel widmet sich der Evaluation bzw. der Auswertung des Experiments sowie der anschließenden Einordnung der Ergebnisse. Hierfür wird zunächst die deskriptive Analyse der Experimentaldaten, die einen ersten Überblick über die Ergebnisse geben soll, beleuchtet. Zur besseren Verständlichkeit wird bereits innerhalb dieses Abschnitts die Variablendefinition vorgenommen. Eine ausführliche methodische Betrachtung inklusive der angewendeten statistischen Testverfahren erfolgt im Anschluss. Auf dieser Basis wird die statistische Überprüfung der Hypothesen durchgeführt. Die Kapitelanordnung orientiert sich dabei an der in Kapitel 3.3.7 *Zusammenfassung der Forschungshypothesen* abgetragenen Hypothesenstruktur. Zusätzlich werden die einzelnen Abschnitte aus Gründen der Übersichtlichkeit in *Tabelle 5.1* in die bereits bekannte Struktur der untersuchten Metriken eingeordnet. Hierbei bezieht sich die erste Zeile der Kapiteleinordnung stets auf die deskriptive Analyse und die zweite Zeile auf die bi- und multivariate Überprüfung der korrespondierenden Hypothesen.

Tabelle 5.1: Metriken- und Kapitelstruktur der Experimentauswertung (eigene Darstellung)

	Auszahlung		Zustände		Zug-Veränderungen
	Mittlere Auszahlung	Abweichung Auszahlung	HHX	HHH	
Statische Betrachtung	Kapitel	Kapitel	Kapitel	Kapitel	Kapitel
	5.1.2	5.1.5	5.1.3.1	5.1.3.2	5.1.4
	5.3.1	5.3.4	5.3.2.1	5.3.2.2	5.3.3
Dynamische Betrachtung	Kapitel		Kapitel	Kapitel	Kapitel
	5.1.6.1	N/A	5.1.6.2	5.1.6.2	5.1.6.3
	5.3.5.1		5.3.5.2	5.3.5.2	5.3.5.3

Abschließend werden die Ergebnisse interpretiert sowie diskutiert und in die bestehende Literatur eingeordnet.

5.1 Einführung der Variablen und deskriptive Analyse der Experimentaldaten

Dieser Abschnitt soll einen ersten deskriptiven Eindruck über die Experimentergebnisse sowie die Datenstruktur vermitteln und zur Vorbereitung auf die Hypothesenüberprüfung mittels statistischer Tests dienen. Zur Gewährleistung des Verständnisses der deskriptiven Analyse

werden zunächst die zu untersuchenden Variablen eingeführt und definiert. Anschließend erfolgt die statische, deskriptive Betrachtung, welche die Metriken mittlere Auszahlung, realisierte Zustände, Zug-Veränderungen und Auszahlungsabweichung umfasst. Abschließend wird die dynamische, deskriptive Betrachtung, welche die Metriken mittlere Auszahlung, realisierte Zustände und Zug-Veränderungen beinhaltet, durchgeführt.

5.1.1 Überblick Datenstruktur und Charakteristik der zu untersuchenden Variablen

Zur Ermittlung eines kausalen Zusammenhangs, d. h. Ursache und Wirkung, sind laut dem Philosophen John Stuart Mill drei Bedingungen zu erfüllen. Zunächst muss die Ursache innerhalb der zeitlichen Struktur der Wirkung zuvorkommen. Darüber hinaus müssen Ursache und Wirkung kovariieren und letztlich dürfen keine alternativen Erklärungen abseits der Ursache gefunden werden (vgl. Shadish *et al.*, 2002, S. 6). Dies spiegelt sich unmittelbar in einer experimentellen Untersuchung und explizit in drei Kategorien von Variablen wieder. Die Wirkung wird in diesem Kontext durch die *abhängige Variable*, die innerhalb der Analyse erklärt bzw. deren Ausprägung zwischen den Treatments verglichen werden soll, beschrieben (vgl. Wooldridge, 2010, S. 13; Kohler und Kreuter, 2016, S. 265). Die Ursache wird hierbei durch die *unabhängige Variable* repräsentiert. Diese wird im Rahmen des Experiments derart manipuliert, dass ihre Effekte untersucht werden können (vgl. Stein, 2014, S. 141). Ihre Einflüsse auf die abhängige Variable stehen bei der Untersuchung im Fokus. Mögliche Alternativerklärungen werden als *Stör- bzw. Kontrollvariablen* bezeichnet. Die Stör- bzw. Kontrollvariablen stehen nicht im Fokus der Untersuchung, üben jedoch einen Einfluss auf die abhängige Variable aus, weshalb sie minimiert oder kontrolliert werden sollten. An dieser Stelle soll angemerkt werden, dass es im Rahmen eines Experiments nicht möglich ist alle potenziellen Störfaktoren zu erfassen bzw. diese zu minimieren oder auf diese zu kontrollieren (vgl. Eifler, 2014, S. 198; Rack und Christophersen, 2009, S. 19). Aufgrund des gewählten Experimentdesigns ist die Kontrolle potenzieller Lerneffekte durch Mehrfachspiele nicht nötig, da jeder Proband lediglich ein Treatment und folglich ein Spiel durchläuft. Insgesamt existieren keine Anzeichen dafür, dass Unterschiede in der Verteilung über die Treatments hinsichtlich Spielumfeld- oder Gruppeneffekte bestehen. Dies legt die systematische Konzeption des Experiments und die

demografischen Merkmale bzw. deren Verteilung über die Treatments nahe.⁷⁷ Somit wurde das Risiko einer systematischen Verzerrung der Experimentergebnisse und den damit korrespondierenden inhaltlichen Erkenntnissen minimiert.

Im Rahmen der statistischen Auswertung des Experiments wird die Ausprägung der abhängigen Variable stets auf der Ebene des Spiels und explizit nicht auf der Ebene der Spieler betrachtet bzw. verglichen. Der Wert der abhängigen Variable setzt sich hierbei aus den Einzelwerten der jeweilig betrachteten Metrik, bspw. der mittleren Auszahlung, der drei beteiligten Spieler zusammen, welche wiederum auf bis zu 72 einzelnen Datenbeobachtungen pro Spiel basieren. Die statistische Umsetzung auf Ebene des Spiels ist elementar, da andernfalls keine Unabhängigkeit zwischen den zu vergleichenden Datenpunkten gewährleistet werden könnte und dies multiple Probleme bei einem Großteil der statistischen Methoden, bspw. der linearen Regression, nach sich zöge (vgl. Das, 2019, S. 46ff; Stock und Watson, 2003, S. 126ff.).⁷⁸

Bei der Berechnung der Werte der abhängigen Variable bzw. deren Metriken muss die Charakteristik des Spielmechanismus beachtet werden. Wie in Kapitel 4.1.3 *Datenerfassung* bereits beschrieben, differieren die Zeitintervalle der Aufzeichnung des aktuellen Spielzustandes zwischen simultan-wiederholtem und real-dynamischem Spielmechanismus. Während im simultan-wiederholten Spielmechanismus nach jeder Periode, d. h. im Rhythmus von 60 Sekunden, eine Aufzeichnung des aktuellen Spielzustandes erfolgt, beträgt das Zeitintervall im real-dynamischen Spielmechanismus lediglich zehn Sekunden.⁷⁹ Etwaige Berechnungen, bspw. Mittelwerte, basieren hierbei auf dem Zeitintervall des jeweiligen Spielmechanismus. Dabei muss explizit die statistische Vergleichbarkeit der Werte bzw. Metriken der abhängigen Variable zwischen den verschiedenen Spielmechanismen, bedingt durch deren korrespondierende unterschiedliche Zeitintervalle, sichergestellt werden, da die Ergebnisse andernfalls strukturell beeinflusst werden könnten. Dies wird bspw. adressiert, indem keine

⁷⁷ In Hinblick auf eine nähere Ausführung der Gründe zur Wahl des vorliegenden Experimentdesigns bzw. den demografischen Eigenschaften der Teilnehmenden wird auf Kapitel 4.2.1 *Querschnittsdesign* respektive auf Kapitel 4.3.1.2 *Demografische Merkmale Teilnehmende* verwiesen.

⁷⁸ Zur Erklärung: Bei Vergleich der Werte auf Spielerebene stünden die dadurch entstehenden Datenpunkte in einem Zusammenhang zu dem Verhalten der jeweiligen zwei Gegenspieler innerhalb ihres Spiels, der in Bezug zu den restlichen Spielern bzw. deren Datenpunkten nicht bestünde.

⁷⁹ Erläuterung: Dieses Zeitintervall von zehn Sekunden im Kontext des real-dynamischen Spielmechanismus darf nicht mit einem rundenbasierten oder simultan-wiederholten Spielmechanismus verwechselt werden. Das Zeitintervall dient ausschließlich der Dokumentation. Die Akteure können bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus während des Spiels jederzeit, unabhängig von diesem Intervall, agieren.

Zustandshäufigkeiten, die durch die unterschiedlichen Intervalllängen beeinflusst werden würden, betrachtet werden, sondern der (zeitliche) Anteil des Spiels in bestimmten realisierten Zuständen. Die Betrachtung bzw. Auswertung auf Spielebene bedingt, dass die Berechnung eines Teils der Metriken zunächst auf Spielerebene erfolgt, um anschließend eine Aggregation auf Spielebene durchführen zu können. In jenen Fällen, in denen dies nötig ist, wird diese Aggregation durch eine Mittelwertbildung über die Werte auf Spielerebene realisiert, um deren Interpretierbarkeit beibehalten zu können. Die soeben genannten Anforderungen werden im Folgenden durch die Definition der abhängigen Variablen adressiert:

- (I) **Mittlere Auszahlung:** Zur Berechnung der mittleren Auszahlung innerhalb eines Spiels wird zunächst die mittlere Auszahlung auf Spielerebene berechnet. Hierfür wird ein Mittelwert in Abhängigkeit des Spielverlaufs und der damit für den jeweiligen Spieler zusammenhängenden, in Kapitel 3.1 *Eignung des genutzten Drei-Spieler-Gefangenendilemmas* beschriebenen, Auszahlungen gebildet.⁸⁰

$$\text{Mittlere Auszahlung} = \frac{\sum \text{Auszahlung im Spiel}}{\text{Anzahl Zeitintervalle im Spiel}} \quad (5.1)$$

Der zeitliche Rhythmus, in dem Auszahlungen generiert werden, richtet sich dabei, wie bereits thematisiert, nach dem jeweiligen Spielmechanismus.⁸¹ Mithilfe der Division durch die jeweilige Anzahl der Zeitintervalle entsteht ein Mittelwert. Im Anschluss wird diese mittlere Auszahlung auf Spielerebene durch eine Mittelwertbildung mit den Werten der zwei anderen Spieler innerhalb des betrachteten Spiels aggregiert und mündet in einem statistischen Datenpunkt auf Spielebene.⁸² Aufgrund der darauf ausgelegten und entwickelten Auszahlungsmatrix kann die mittlere Auszahlung, wie in Kapitel 3.3.1 *Struktur der Hypothesen* beleuchtet, als Maß für Kollision angesetzt werden.

⁸⁰ Die Auszahlungen der Spieler werden hierbei als Prozentzahlen behandelt. Im Folgenden entspricht somit eine Auszahlung von bspw. 80 einem Wert von 0,8.

⁸¹ Bei Anwendung des theoretischen Hintergrunds des real-dynamischen Spielmechanismus und damit einer infinitesimalen Intervalllänge, würde dies in einem Integral der Auszahlungen münden. Aufgrund der technischen Limitationen im Rahmen der (quasi-)kontinuierlichen Modellierung wurde hierauf verzichtet. Diese Entscheidung bleibt im Zuge der restlichen Metriken bestehen und soll nicht erneut erwähnt werden.

⁸² Diese erneute Mittelwertbildung dient ausschließlich der Anschaulichkeit und der beizubehaltenden Interpretierbarkeit der Metrik bzw. des statistischen Datenpunkts. Alternativ könnte bspw. die Summe über die Auszahlungen der drei Spieler gebildet werden, um diese anschließend mit anderen Spielen bzw. Treatments zu vergleichen.

(II) Anteil Zustand HHX: Die Erhebung des Anteils kollusiver Zustände erfolgt direkt auf Spielebene. Hierfür wird die Zeit, in dem sich das Spiel im Zustand HHX, d. h. in dem zwei Spieler einen hohen Preis anbieten und ein Spieler einen hohen oder niedrigen Preis wählt, befindet, durch die Gesamtdauer des Spiels dividiert. Das Zeitintervall, in welchen Abständen der aktuelle Zustand erfasst wird, richtet sich dabei wiederum nach dem Spielmechanismus. Ein Spiel resultiert somit erneut in einem statistischen Datenpunkt.

$$\text{Anteil Zustand HHX} = \frac{\sum \text{Zeit im Zustand HHX}}{\text{Dauer des Spiels}} \quad (5.2)$$

(III) Anteil Zustand HHH: Der Anteil des vollkommen kollusiven Zustands HHH, d. h. alle Spieler wählen einen hohen Preis, wird äquivalent zum Anteil des Zustands HHX ermittelt.

$$\text{Anteil Zustand HHH} = \frac{\sum \text{Zeit im Zustand HHH}}{\text{Dauer des Spiels}} \quad (5.3)$$

(IV) Zug-Veränderungen: Um im Rahmen der Zug-Veränderungen eine Vergleichbarkeit zwischen den Spielmechanismen herzustellen, muss eine Modifikation des Zeitintervalls des real-dynamischen Spielmechanismus vorgenommen werden. Bei dieser Metrik orientiert sich das betrachtete Zeitintervall des real-dynamischen Spielmechanismus, welches für die Berechnung herangezogen wird, an der Periodenlänge des simultan-wiederholten Spielmechanismus in Höhe von 60 Sekunden. Dies resultiert in einer Reduzierung der Einzelbeobachtungen im Kontext des real-dynamischen Spielmechanismus.⁸³ Die soeben genannte Maßnahme erlaubt eine Vergleichbarkeit der Zug-Veränderungen, indem bei Verwendung beider Spielmechanismen die jeweilige Preiswahl des individuell betrachteten Spielers zwischen der betrachteten und der vorangegangenen Periode, d. h. in Abständen von 60 Sekunden, verglichen wird. Weicht die Preiswahl von der vorangegangenen Periode ab, geht dies mit der Zahl

⁸³ Dem Autor ist bewusst, dass dadurch etwaige kurzzeitige Zug-Veränderungen im Rahmen des real-dynamischen Spielmechanismus in der Berechnung verloren gehen können. Trotz dieses Umstandes ist das beschriebene Vorgehen aus Sicht des Autors die beste Möglichkeit eine Vergleichbarkeit zwischen den Spielmechanismen herzustellen.

eins in die Berechnung ein. Hat sich die Preiswahl nicht verändert, geht dies mit der Zahl null in die Berechnung ein.

$$\text{Zug-Veränderungen} = \frac{\sum \text{Abweichungen zu vorangegangener Periode}}{\text{Anzahl Zeitintervalle im Spiel}} \quad (5.4)$$

Die in obiger Formel dargestellten Zug-Veränderungen beschreiben den Mittelwert auf Spielerebene. Äquivalent zur mittleren Auszahlung wird durch eine Mittelwertbildung mit den Werten der zwei anderen Spieler innerhalb des betrachteten Spiels eine Aggregation auf Spielebene realisiert. Dieser Wert wird als statistischer Datenpunkt innerhalb der Analysen genutzt.

(V) Auszahlungsabweichung: Die Berechnung des Streuungsmaßes der absoluten Abweichung der spielerindividuellen Auszahlung zum Treatment-Mittel basiert auf der bereits eingeführten Metrik der mittleren Auszahlung. Das Treatment-Mittel wird mithilfe einer erneuten Mittelwertbildung auf Basis der jeweiligen mittleren Auszahlungen der betreffenden Spiele berechnet.⁸⁴ Demgegenüber steht die individuelle mittlere Auszahlung des betrachteten Spielers.

$$\text{Auszahlungsabweichung} = \left| \frac{\text{Mittlere Auszahlung Spieler} - \text{Mittlere Auszahlung Treatment}}{\text{Mittlere Auszahlung Treatment}} \right| \quad (5.5)$$

Da es für die Berechnung der Abweichung unerheblich ist, ob die Auszahlung des Spielers über oder unter dem Treatment-Mittel liegt, wird eine Betragsfunktion angewendet. Äquivalent zu vorherigen Metriken wird durch eine Mittelwertbildung der Werte der drei betrachteten Spieler die Auszahlungsabweichung auf Spielebene generiert und als statistischer Datenpunkt in der folgenden Auswertung genutzt.

Durch die Definition der abhängigen Variablen und deren Metriken wurde eine Vergleichbarkeit zwischen den Spielmechanismen bzw. Treatments gewährleistet, indem für jedes Spiel

⁸⁴ Es existieren somit vier Mittelwerte für die folgenden Treatments: Simultan-wiederholt ohne Kommunikation, simultan-wiederholt mit Kommunikation, real-dynamisch ohne Kommunikation und real-dynamisch mit Kommunikation.

jeweils lediglich ein Wert als Datenpunkt in die statistische Analyse einfließt. Alle abhängigen Variablen können hierbei als metrisch bezeichnet werden.⁸⁵

Die unabhängigen Variablen werden durch die zuvor bereits thematisierten Treatments *simultan-wiederholt ohne Kommunikation (SoK)*, *simultan-wiederholt mit Kommunikation (SmK)*, *real-dynamisch ohne Kommunikation (RoK)* und *real-dynamisch mit Kommunikation (RmK)* beschrieben. Diese stellen einen Sonderfall der kategorialen Variablen dar, da sie lediglich zwei Ausprägungen annehmen können und sollen innerhalb dieser Arbeit dichotom genannt werden (vgl. Urban und Mayerl, 2018, S. 302).⁸⁶ Eine Übersicht über sowohl abhängige als auch unabhängige Variablen folgt in *Tabelle 5.2*.

Tabelle 5.2: Definition abhängige und unabhängige Variablen (eigene Darstellung)

	Variable	Skalenniveau
Abhängige Variablen	Mittlere Auszahlung	metrisch
	Anteil Zustand HHX	metrisch
	Anteil Zustand HHH	metrisch
	Zug-Veränderungen	metrisch
	Auszahlungsabweichung	metrisch
Unabhängige Variablen	Simultan-wiederholt ohne Kommunikation (SoK)	dichotom
	Simultan-wiederholt mit Kommunikation (SmK)	dichotom
	Real-dynamisch ohne Kommunikation (RoK)	dichotom
	Real-dynamisch mit Kommunikation (RmK)	dichotom

Im Rahmen der Datenanalyse der soeben eingeführten Variablen kann es zu Ausreißern kommen. Die Bereinigung dieser Ausreißer muss äußerst vorsichtig geschehen, da es sich sowohl um Messfehler als auch um valide Datenpunkte der Untersuchung handeln kann (vgl. Stock und Watson, 2003, S. 129ff; Tabachnick und Fidell, 2007, S. 72ff.). Alle im Folgenden aufgetretenen Ausreißer wurden auf Mess- und andere Fehler untersucht. Im Zuge dieses Prozesses wurden ausschließlich die bereits in Kapitel 4.3.2.4 *Übersicht der durchgeführten Experiment-sitzungen* thematisierten zwei Spiele, die technischen Problemen unterlagen, aus dem

⁸⁵ Aufgrund der beschriebenen Messverfahren und den endlichen Zeitintervallen kann nicht jeder Punkt auf der jeweiligen Skala der abhängigen Variablen erreicht werden. Aufgrund der Vielzahl zu erreichender Punkte können die abhängigen Variablen trotzdem als metrisch behandelt werden. Für eine nähere Definition zu Skalenniveaus wird auf Bühner und Ziegler (2009) verwiesen.

⁸⁶ Binär codierte Variablen werden in der Literatur häufig als Dummy-Variablen bezeichnet (vgl. Urban und Mayerl, 2018, S. 302).

Datensatz entfernt. Dies reduziert den Datensatz auf 78 Spiele mit insgesamt 234 Probanden. Die restlichen, vereinzelt Ausreißer wurden im Datensatz belassen, da es keine Indizien dafür gab, dass diese durch Messfehler entstanden sind. Somit ist anzunehmen, dass es sich um valide Datenpunkte handelt und der Datensatz durch deren Entfernung verzerrt werden würde.

Aufgrund des randomisierten Spielendes zwischen zwölf und 15 Minuten wurden sämtliche Spiele im Rahmen der statistischen Analyse nach zwölf Minuten geschnitten. Dies garantiert die Vergleichbarkeit zwischen den Datenpunkten, insbesondere in Bezug auf die dynamische Betrachtung bzw. deren Untersuchung der ersten und zweiten Hälfte des Spiels.⁸⁷

Auf Grundlage der zuvor definierten Variablen sollen in den kommenden Abschnitten zunächst ein deskriptiver Überblick über die Ergebnisse gegeben werden, um darauf basierend eine bi- und multivariate Analyse durchführen zu können.

5.1.2 Deskriptive Auswertung der mittleren Auszahlung

Ausgewählte Kennzahlen der mittleren Auszahlung des gesamten Spiels sind in *Tabelle 5.3* spezifisch je Treatment abgetragen. Dies umfasst die Anzahl an Beobachtungen, Lageparameter, d. h. Mittelwert und Quantile, sowie den Streuungsparameter Standardabweichung.

Tabelle 5.3: Statische Betrachtung - Deskriptive Statistik mittlere Auszahlung (eigene Darstellung)

Mittlere Auszahlung								
	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Quantil 1	Median	Quantil 2	Maximum	SD
SoK	20	0,45	0,27	0,36	0,41	0,53	0,77	0,13
RoK	20	0,55	0,35	0,42	0,53	0,63	0,80	0,14
SmK	20	0,69	0,35	0,67	0,73	0,76	0,80	0,11
RmK	18	0,70	0,61	0,65	0,69	0,75	0,80	0,06

Innerhalb dieser Untersuchung liegt der Fokus auf dem Mittelwert, der gesondert in *Abbildung 5.1* veranschaulicht wird.

⁸⁷ Zum Zwecke der Robustheit wurden die ungeschnittenen Datensätze im Rahmen der statischen Betrachtung ebenfalls analysiert. Hierbei wurden keine grundlegenden Veränderungen der noch zu präsentierenden Ergebnisse sichtbar. Im Kontext der dynamischen Betrachtung ist, wie bereits beschrieben, eine Analyse mit ungeschnittenen Datensätzen aus Gründen der Vergleichbarkeit nicht sinnvoll.

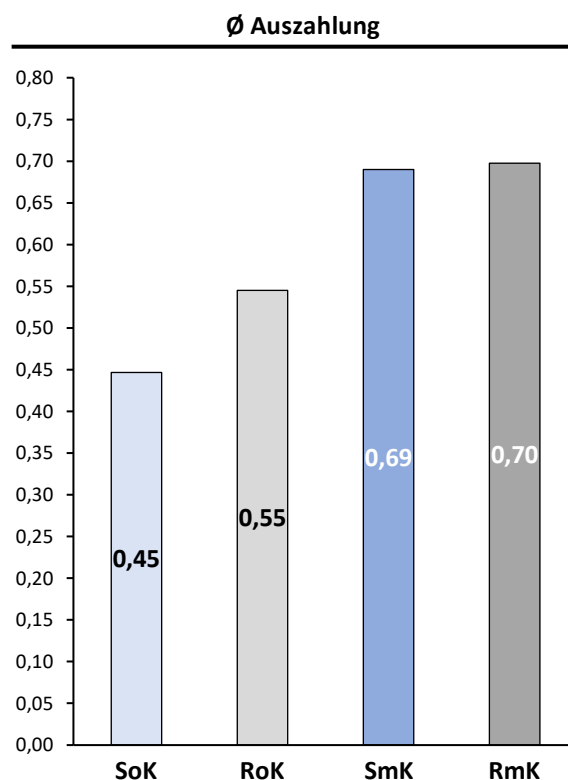


Abbildung 5.1: Statische Betrachtung - mittlere Auszahlung (eigene Darstellung)

Zunächst ist ein deutlicher Unterschied zwischen den Treatments mit Kommunikation und ohne Kommunikation sichtbar. Des Weiteren scheint die mittlere Auszahlung bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus ohne Kommunikation über der mittleren Auszahlung bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus ohne Kommunikation zu liegen. Demgegenüber nähert sich die mittlere Auszahlung im Rahmen beider Spielmechanismen mit Kommunikation an bzw. die Differenz wird nahezu eliminiert. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Kommunikation innerhalb dieser Untersuchung die stärkste positive Wirkung hinsichtlich der Kollusion aufweist, allerdings die Real-Dynamik ebenfalls über einen positiven Effekt verfügt, der bei unterbundener Kommunikation sichtbar wird. Die scheinbar stärkere Wirkung der Kommunikation in Kombination mit dem simultan-wiederholten gegenüber dem real-dynamischen Spielmechanismus würde substituierende Effekte zwischen den beiden kollusionsfördernden Vehikeln Kommunikation und Real-Dynamik implizieren. Als Grund drängt sich der starke kollusionsfördernde Effekt der Kommunikation auf, der eine starke Wirkung der Real-Dynamik bei zugelassener Kommunikation verhindert und so einen substituierenden Effekt zwischen beiden Vehikeln bewirkt. Entgegen der Ergebnisse von Oprea *et al.* (2014) ermöglicht folglich die Kommunikation die Wirkung der Real-Dynamik in vorliegendem Fall nicht. Eine mögliche Erklärung liegt in dem thematisierten niedrigeren

Komplexitätsgrad des Drei-Spieler-Gefangenendilemmas gegenüber einem Öffentliche-Güter-Spiel und die dadurch verbundene geringere (oder nicht ausreichende) Koordinationsaufgabe, die einen starken Einfluss von beiden kollusionsfördernden Vehikeln bzw. der Real-Dynamik bei zugelassener Kommunikation verhindert.

5.1.3 Deskriptive Auswertung der realisierten Zustände

Im nun folgenden Abschnitt sollen die Anteile der zwei kollusionsimplizierenden Zustände deskriptiv beleuchtet werden. Hierfür wird zunächst der Zustand HHX ausgewertet, welcher im Gegensatz zu dem im Anschluss zu betrachtenden Zustand HHH Spielsituationen, in denen ein Spieler nicht kooperiert bzw. einen niedrigen Preis wählt, beinhaltet und somit weniger strikte kollusionsbezogene Bedingungen aufweist. In diesem Kontext soll lediglich auf neue Eindrücke bzw. Unterschiede, die in Kapitel 5.1.2 *Deskriptive Auswertung der mittleren Auszahlung* noch nicht thematisiert worden sind, eingegangen werden. Auf eine wiederholende detaillierte Beschreibung ähnlicher Kollusionsniveaus unter den Treatments wird verzichtet.

5.1.3.1 Anteil des Zustands HHX

Eine Übersicht ausgewählter Kennzahlen des Anteils des Zustands HHX bzw. der kollusiven Zustände bietet *Tabelle 5.4*.

Tabelle 5.4: Statische Betrachtung - Deskriptive Statistik Anteil Zustand HHX (eigene Darstellung)

Anteil Zustand HHX								
	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Quantil 1	Median	Quantil 2	Maximum	SD
SoK	20	0,36	0,00	0,17	0,29	0,54	1,00	0,28
RoK	20	0,54	0,15	0,33	0,51	0,72	1,00	0,26
SmK	20	0,85	0,17	0,83	0,92	1,00	1,00	0,21
RmK	18	0,82	0,65	0,75	0,79	0,92	1,00	0,11

Der mittlere Anteil kollusiver Zustände innerhalb der Spiele wird darüber hinaus in *Abbildung 5.2* veranschaulicht.

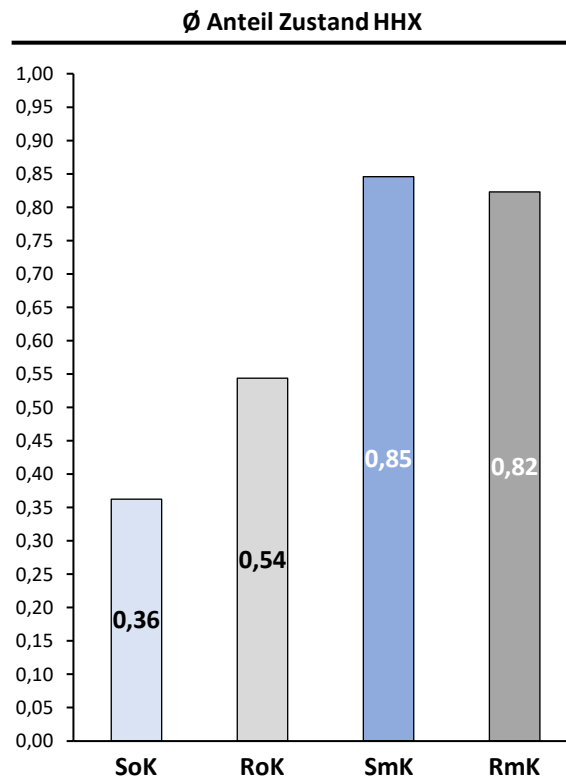


Abbildung 5.2: Statische Betrachtung – Anteil Zustand HHX (eigene Darstellung)

Wenig überraschend zeigt sich hierbei ein ähnliches Bild im Vergleich zur mittleren Auszahlung. Die starke kollusionsfördernde Wirkung der Kommunikation bleibt bestehen. Auffällig ist der größere Unterschied zwischen den Treatments ohne Kommunikation, welcher für einen stärkeren kollusionsfördernden Effekt der Real-Dynamik in dieser Metrik gegenüber der mittleren Auszahlung spricht. Bei zugelassener Kommunikation nähert sich das Niveau kollusiver Zustände zwischen den beiden Spielmechanismen an, allerdings liegt der Anteil kollusiver Zustände des simultan-wiederholten Spielmechanismus sogar geringfügig höher als jener des real-dynamischen Spielmechanismus. An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass die Koordinationsanforderung zur Realisierung von Kollusion bzw. die benötigte kollusionsfördernde Wirkung für den Zustand HHX niedriger liegt als für den Zustand vollkommener Kollusion HHH, da innerhalb der momentan betrachteten Metrik Zustände, in denen ein Spieler nicht kollusiv handelt, ebenfalls berücksichtigt werden.⁸⁸ Aufgrund dieser, wiederum relativ niedrigen Koordinationsaufgabe, erscheint eine stärkere Wirkung des kollusionsfördernden Effekts der Kommunikation bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus im Vergleich

⁸⁸ Dieser Umstand wird in noch folgenden Abschnitten relevant und näher beleuchtet.

zur Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus sowie eine substituierende Wirkung der kollusionsfördernden Vehikel Kommunikation und Real-Dynamik plausibel. Hierbei entsteht der Eindruck, dass sich die substituierende Wirkung zwischen Kommunikation und Real-Dynamik im Rahmen der kollusiven Zustände, die ein spezifischeres Kollusionsmaß darstellen, deutlicher als im Kontext der mittleren Auszahlung zeigt.

5.1.3.2 Anteil des Zustands HHH

Äquivalent zu den bereits beleuchteten Metriken wurde die bekannte Auswahl an Kennzahlen für den Anteil des vollkommen kollusiven Zustands HHH in *Tabelle 5.5* abgetragen.

Tabelle 5.5: Statische Betrachtung - Deskriptive Statistik Anteil Zustand HHH (eigene Darstellung)

Anteil Zustand HHH								
	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Quantil 1	Median	Quantil 2	Maximum	SD
SoK	20	0,12	0,00	0,00	0,00	0,13	0,83	0,26
RoK	20	0,35	0,00	0,06	0,33	0,49	1,00	0,33
SmK	20	0,66	0,00	0,54	0,75	0,83	1,00	0,27
RmK	18	0,72	0,43	0,64	0,71	0,82	1,00	0,17

Eine zusätzliche Darstellung der Fokuskenzahl des mittleren Anteils des vollkommen kollusiven Zustands erfolgt in *Abbildung 5.3*.

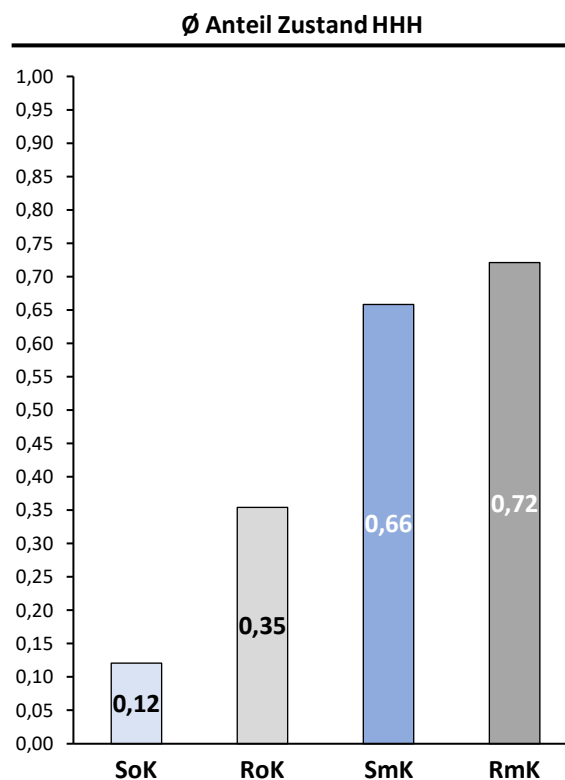


Abbildung 5.3: Statische Betrachtung – Anteil Zustand HHH (eigene Darstellung)

Erneut ergibt sich ein ähnliches Bild, in dem die Kommunikation eine stark kollusionsfördernde Wirkung erzielt. Der positive Effekt der Real-Dynamik bei unterbundener Kommunikation auf den Zustand vollkommener Kollusion scheint im Vergleich zu den vorangegangenen Metriken noch deutlicher auszufallen. Dabei liegt wiederum die zunehmende Fokussierung auf kollusive Situationen als Grund nahe. Im Rahmen zugelassener Kommunikation nähert sich das Niveau des Anteils des vollkommen kollusiven Zustands bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus jenem des real-dynamischen Spielmechanismus an, wobei eine Differenz sichtbar bleibt. Dies unterstützt den Schluss, dass die Kommunikation in Verbindung mit dem simultan-wiederholten Spielmechanismus stärker wirkt als bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus sowie die Existenz substituierender Effekte zwischen den kollusionsfördernden Vehikeln Kommunikation und Real-Dynamik. Einen großen Treiber dieser substituierenden Effekte scheint in diesem Fall jedoch neben dem Einfluss der Kommunikation, die starke Wirkung der Real-Dynamik bei unterbundener Kommunikation darzustellen. Die verbleibende Differenz des Anteils des vollkommen kollusiven Zustands zwischen simultan-wiederholtem Spielmechanismus und real-dynamischem Spielmechanismus bei zugelassener Kommunikation lässt eine weitere Vermutung zu. Der Zustand vollkommener Kollusion erfordert ein höheres Maß an Koordination und Kooperation zwischen den Spielern. Somit deutet sich an, dass für vollkommen kollusive Zustände mit einer höheren Koordinationsanforderung die kollusionsfördernden Vehikel Kommunikation und Real-Dynamik beide benötigt werden bzw. beide kombiniert einen Effekt entwickeln können.⁸⁹ Dieser kombinierte Effekt erscheint allerdings, aufgrund der angesprochenen starken Wirkung der Real-Dynamik bei unterbundener Kommunikation, schwächer als die zwei summierten Einzeleffekte, wodurch trotzdem der Eindruck stark substituierender Wechselwirkungen zwischen den kollusionsfördernden Vehikeln bestehen bleibt.

5.1.4 Deskriptive Auswertung der Zug-Veränderungen

Analog zu den bereits betrachteten Metriken werden die gewählten deskriptiven Kennzahlen der minütlichen Zug-Veränderungen pro Spieler in *Tabelle 5.6* dargelegt.

⁸⁹ Dies erscheint insbesondere in Anbetracht des geringfügig höheren Niveaus des simultan-wiederholten Spielmechanismus im Vergleich zu dem real-dynamischen Spielmechanismus im Rahmen des Anteils kollusiver Zustände bzw. des Zustands HHX, welche eine niedrigere Koordinationsanforderung aufweisen, plausibel. Näheres wurde bereits in Kapitel 5.1.3.1 *Anteil des Zustands HHX* beschrieben.

Tabelle 5.6: Statische Betrachtung - Deskriptive Statistik Zug-Veränderungen (eigene Darstellung)

Zug-Veränderungen								
	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Quantil 1	Median	Quantil 2	Maximum	SD
SoK	20	0,34	0,03	0,26	0,36	0,43	0,53	0,13
RoK	20	0,25	0,00	0,17	0,25	0,35	0,53	0,14
SmK	20	0,18	0,00	0,08	0,17	0,28	0,47	0,13
RmK	18	0,17	0,00	0,11	0,17	0,22	0,36	0,10

Des Weiteren ist in *Abbildung 5.4* die innerhalb dieser Arbeit relevante mittlere Zug-Veränderung pro Spieler und Minute abgetragen.

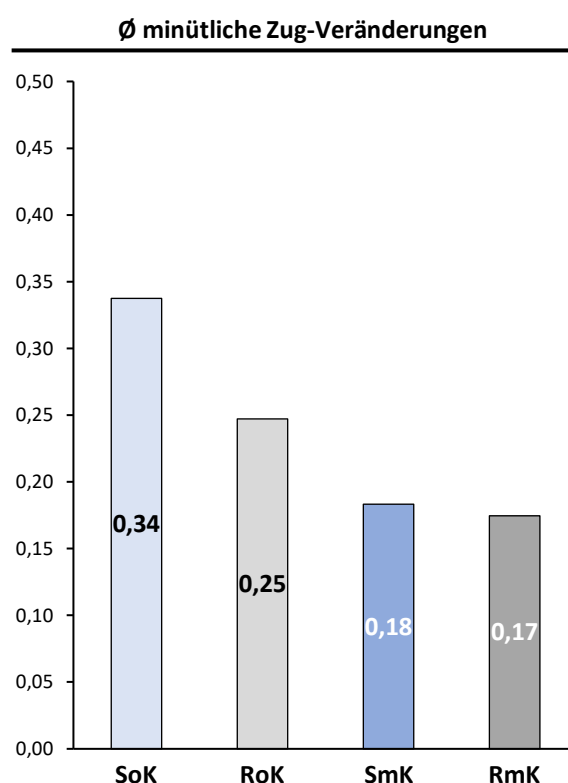


Abbildung 5.4: Statische Betrachtung – Zug-Veränderungen (eigene Darstellung)

In Kombination mit hohen mittleren Auszahlungen sowie einem hohen Anteil von kollusiven Zuständen bzw. dem vollkommen kollusiven Zustand spricht eine geringe mittlere Zug-Veränderung der Spieler für eine stabile Kollusion, da wenig Abweichungen vorliegen bzw. von den Spielern vorgenommen werden.⁹⁰ Darüber hinaus kann eine geringere Anzahl an Zug-Veränderungen auf eine einfachere Koordination zwischen den Spielern hinweisen, da weniger

⁹⁰ Aus diesem Grund wird der Terminus „kollusionsstabilisierend“ im Folgenden im Sinne einer Abnahme der Anzahl an Zug-Veränderungen genutzt.

Signale nötig sind, um einen stabilen Zustand zu erreichen. Somit spricht ein niedriger Wert der Zug-Veränderungen für eine koordinations- und damit indirekt für eine kollusionsfördernde Wirkung.

Wiederum scheint mit der Kommunikation ein starker Effekt verbunden zu sein, der die Anzahl an Zug-Veränderungen reduziert. Dies ist bei einem Vergleich zwischen den Treatments mit und ohne Kommunikation ersichtlich. Darüber hinaus deutet sich eine die Zug-Veränderungen deutlich mindernde Wirkung der Real-Dynamik an, welche bei unterbundener Kommunikation sichtbar wird und im Vergleich zu vorangegangenen Metriken, insbesondere der mittleren Auszahlung sowie dem Zustand HHX, einen relativ großen Einfluss zu haben scheint. Erneut kann der Kommunikation ein stärkerer Einfluss als der Real-Dynamik unterstellt werden. Abermalig legen die Daten eine stärkere Wirkung der Kommunikation bei Verwendung des simultan-wiederholten gegenüber dem real-dynamischen Spielmechanismus bzw. substituierende Effekte zwischen den kollusionsfördernden bzw. -stabilisierenden Vehikeln Kommunikation und Real-Dynamik nahe. Dies zeigt sich in der deutlichen Differenz an Zug-Veränderungen bei unterbundener Kommunikation, die im Rahmen zugelassener Kommunikation nahezu nivelliert wird. Wie bereits mehrfach thematisiert, entsteht der Eindruck, dass aufgrund des Komplexitätsgrads des Spiels die Koordinationsaufgabe nicht groß genug ist, um einen gleichzeitigen additiven Effekt beider kollusionsfördernden bzw. -stabilisierenden Vehikel bzw. der Real-Dynamik bei zugelassener Kommunikation zu ermöglichen.

5.1.5 Deskriptive Auswertung der Auszahlungsabweichung

Die in *Tabelle 5.3* ersichtlichen Standardabweichungen der mittleren Auszahlung nach Treatments geben ein erstes Indiz, dass die mittlere Auszahlung unterschiedlichen Streuungsintensitäten zwischen den Treatments ausgesetzt ist. Für einen konkreten statistischen Vergleich ist jedoch die absolute Abweichung als Streuungsmaß in diesem Kontext besser geeignet. Aus diesem Grund sind die bereits in vorangegangenen Abschnitten betrachteten Kennzahlen ebenso für die Auszahlungsabweichung zum Treatment-Mittel des einzelnen Spielers in der folgenden *Tabelle 5.7* dargelegt.

Tabelle 5.7: Statische Betrachtung - Deskriptive Statistik Auszahlungsabweichung (eigene Darstellung)

Auszahlungsabweichung								
	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Quantil 1	Median	Quantil 2	Maximum	SD
SoK	20	0,13	0,06	0,09	0,11	0,15	0,32	0,07
RoK	20	0,14	0,03	0,08	0,15	0,19	0,25	0,07
SmK	20	0,09	0,04	0,05	0,07	0,09	0,34	0,07
RmK	18	0,06	0,01	0,04	0,05	0,07	0,10	0,03

Die korrespondierende mittlere Abweichung der Auszahlung des einzelnen Spielers zum jeweiligen Treatment-Mittel kann zusätzlich *Abbildung 5.5* entnommen werden.

Ø Auszahlungsabweichung ggü. Treatment-Mittel

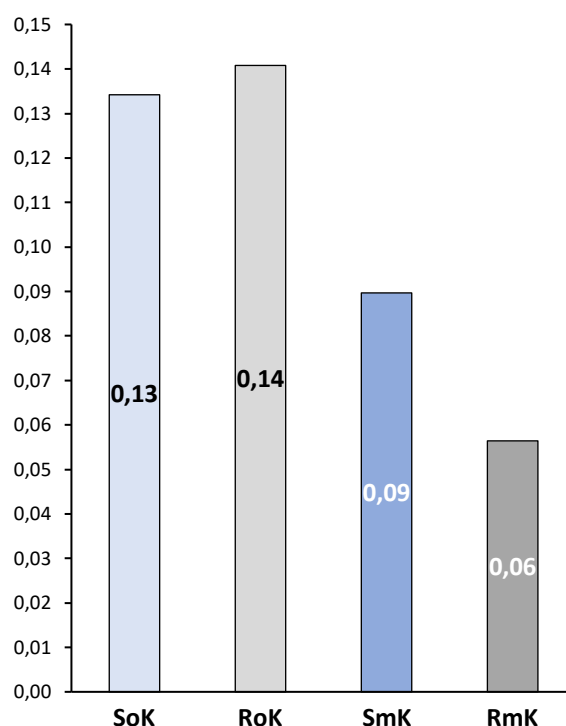


Abbildung 5.5: Statische Betrachtung – Auszahlungsabweichung (eigene Darstellung)

Die Streuung der Auszahlung um das Treatment-Mittel beschreibt die Stabilität des Ausgangs und die damit verbundene Gesamtauszahlung eines Spiels für den individuellen Spieler. Somit kann sie als eine Art des Risikomaßes für den individuellen Spieler angesehen werden. Bei unterbundener Kommunikation ist kaum ein Unterschied zwischen dem simultan-wiederholten und dem real-dynamischen Spielmechanismus im Rahmen der Auszahlungsabweichung zu erkennen. Die Kommunikation hingegen scheint die Auszahlungsabweichung bei Verwendung beider Spielmechanismen zu senken. Hierbei zeigt sich eine deutlich geringere Streuung der Auszahlung bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten

Spielmechanismus bei zugelassener Kommunikation. Dies deutet an, dass im Kontext der vorliegenden Metrik Kommunikation benötigt wird, um einen die Abweichung der Auszahlung senkenden Effekt der Real-Dynamik beobachten zu können. Als Grund sollte in Betracht gezogen werden, dass bei einem hohen, stabilen Kollusionsniveau und insbesondere durch eine einfache Koordination auf einen stabilen (kollusiven) Zustand über alle Spiele hinweg die Streuung der Auszahlung geringer ausfällt. In einer kollusionsfördernden Umgebung, d.h. in diesem Fall durch die Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus bei zugelassener Kommunikation, kann sich die überwiegende Mehrheit relativ gut koordinieren und es existieren nur relativ selten Ausreißer über die gesamte Zeitdauer. In einer kollusionserschwerenden Umgebung, bspw. bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus sowie unterbundener Kommunikation, können sich demgegenüber zwar einige Akteure trotzdem koordinieren, aber die Streubreite zwischen den Gruppen ist deutlich größer.

5.1.6 Deskriptive Auswertung dynamische Betrachtung: Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Hälfte des Konflikts

Die nun folgende dynamische Betrachtung legt den Fokus auf die Zeit und die dadurch entstehenden Auffälligkeiten im Vergleich zu der statischen Betrachtung. Es sollen lediglich neue Erkenntnisse vorgestellt und bereits beschriebene Aspekte der statischen Betrachtung als gegeben angesehen werden. Es folgt die dynamische Betrachtung der deskriptiven Auswertungen der mittleren Auszahlung, den Anteilen der kollusiven Zustände HHX und HHH sowie den Zug-Veränderungen. Die Auszahlungsabweichung wird nicht beleuchtet, da diese Metrik in einer dynamischen Betrachtung nicht anwendbar ist. Die allgemeinen deskriptiven Kennzahlen der einzelnen Treatments wurden bereits in der statischen Betrachtung dargelegt. Innerhalb der dynamischen Betrachtung soll aus diesem Grund lediglich auf die Fokuskennzahl und damit den Mittelwert der jeweiligen Metriken bzw. sich daraus ergebende Folgeanalysen eingegangen werden.

5.1.6.1 Dynamische Betrachtung: Deskriptive Auswertung der mittleren Auszahlung

Die mittlere Auszahlung nach Treatment in der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie deren korrespondierende Differenzen zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels innerhalb der jeweiligen Treatments sind in *Abbildung 5.6* dargestellt.

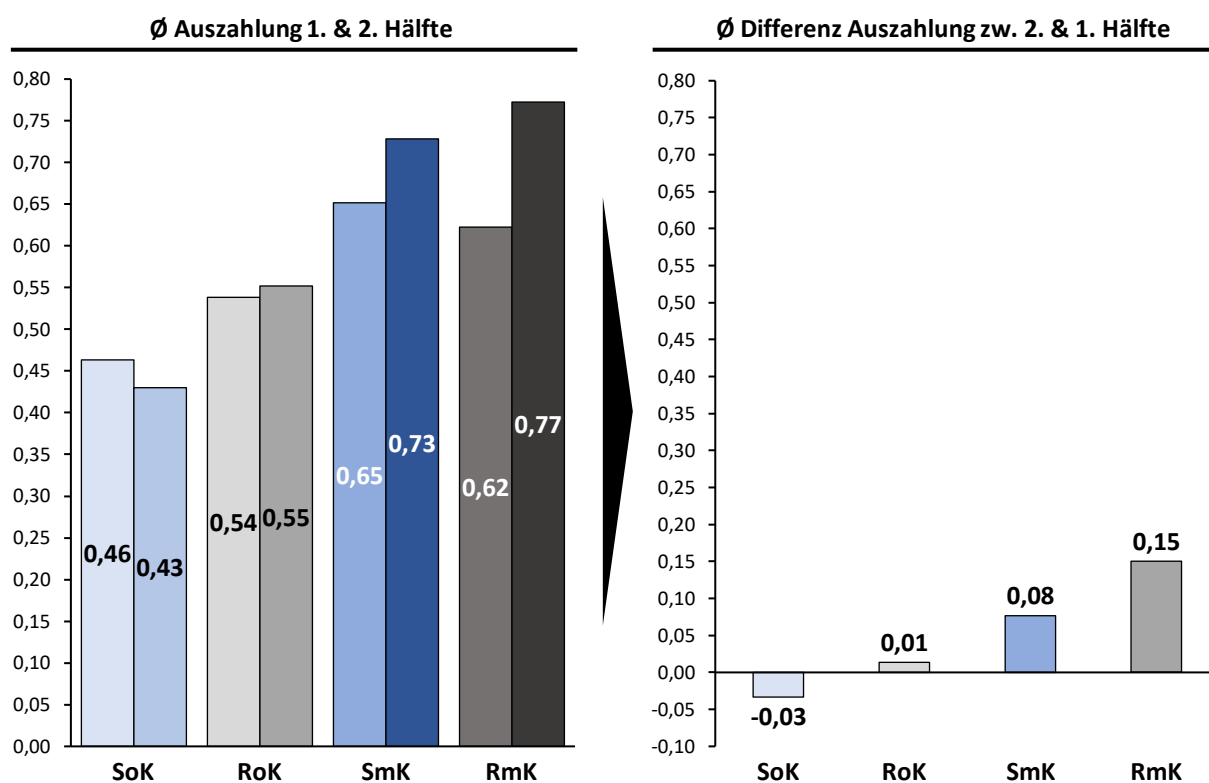


Abbildung 5.6: Dynamische Betrachtung: Mittlere Auszahlung der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie korrespondierende Differenzen zwischen zweiter und erster Hälfte (eigene Darstellung)

Im Rahmen der mittleren Auszahlung scheint nahezu kein Unterschied zwischen erster und zweiter Hälfte bei unterbundener Kommunikation, unabhängig des Spielmechanismus, zu bestehen. Dagegen steigt die mittlere Auszahlung und somit das Kollusionsniveau von der ersten auf die zweite Hälfte des Spiels bei zugelassener Kommunikation im Rahmen beider Spielmechanismen an. Hierbei entsteht der Eindruck, dass die Steigerung bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus stärker ausfällt. Aus diesem Grund wurde die Differenz der Auszahlung zwischen der zweiten und ersten Hälfte des Spiels zusätzlich ausgewiesen.⁹¹ Dabei scheint der Zugewinn durch die zweite Hälfte bei zugelassener Kommunikation im Kontext des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus höher. Somit liegt der Schluss nahe, dass die Kommunikation eine gewisse Zeit benötigt, um ihre gesamte kollusionsfördernde Wirkung zu entfalten. Dies deutet sich insbesondere in Kombination mit

⁹¹ Zur Erläuterung: Es wurden nicht nur die Differenzen aus dem Diagramm der mittleren Auszahlung der ersten und zweiten Hälfte abgelesen, sondern es wurde eine weitere Metrik erschlossen. Hierfür wurde die Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte der Auszahlungen für jeden Spieler berechnet und anschließend durch eine Mittelwertbildung der Werte der betrachteten drei Spieler auf Spielebene aggregiert. Dies ist notwendig, um, äquivalent zu den bisher vorgestellten Metriken, eine statistische Überprüfung in noch folgenden Abschnitten zu ermöglichen.

dem real-dynamischen Spielmechanismus an. Diese Umstände signalisieren, abweichend der bisherigen Charakteristik der Substitution zwischen den kollusionsfördernden Vehikeln Real-Dynamik und Kommunikation, eine unterstützende Wirkung der Zeit. Diese unterstützende oder gegenseitig verstärkende Wirkung scheint zwischen der Zeit und der Kommunikation zu bestehen und könnte sich sogar zwischen der Zeit, der Kommunikation und der Real-Dynamik entwickeln. Ein möglicher Grund liegt in der zunächst notwendigen (kommunikativen) Abstimmung zwischen den Akteuren, die Zeit benötigt, und der darauffolgenden Handlungen, um einen kollusiven Zustand zu erreichen.

5.1.6.2 Dynamische Betrachtung: Deskriptive Auswertung der realisierten Zustände

In diesem Abschnitt soll lediglich auf neue Eindrücke bzw. Unterschiede, die in Kapitel 5.1.6.1 *Dynamische Betrachtung: Deskriptive Auswertung der mittleren Auszahlung* noch nicht thematisiert worden sind, eingegangen werden. Auf eine wiederholende detaillierte Beschreibung ähnlicher Kollusionsniveaus unter den Treatments wird verzichtet. Der mittlere Anteil kollusiver Zustände nach Treatments der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie die damit verbundene Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte innerhalb der entsprechenden Treatments sind *Abbildung 5.7* zu entnehmen.

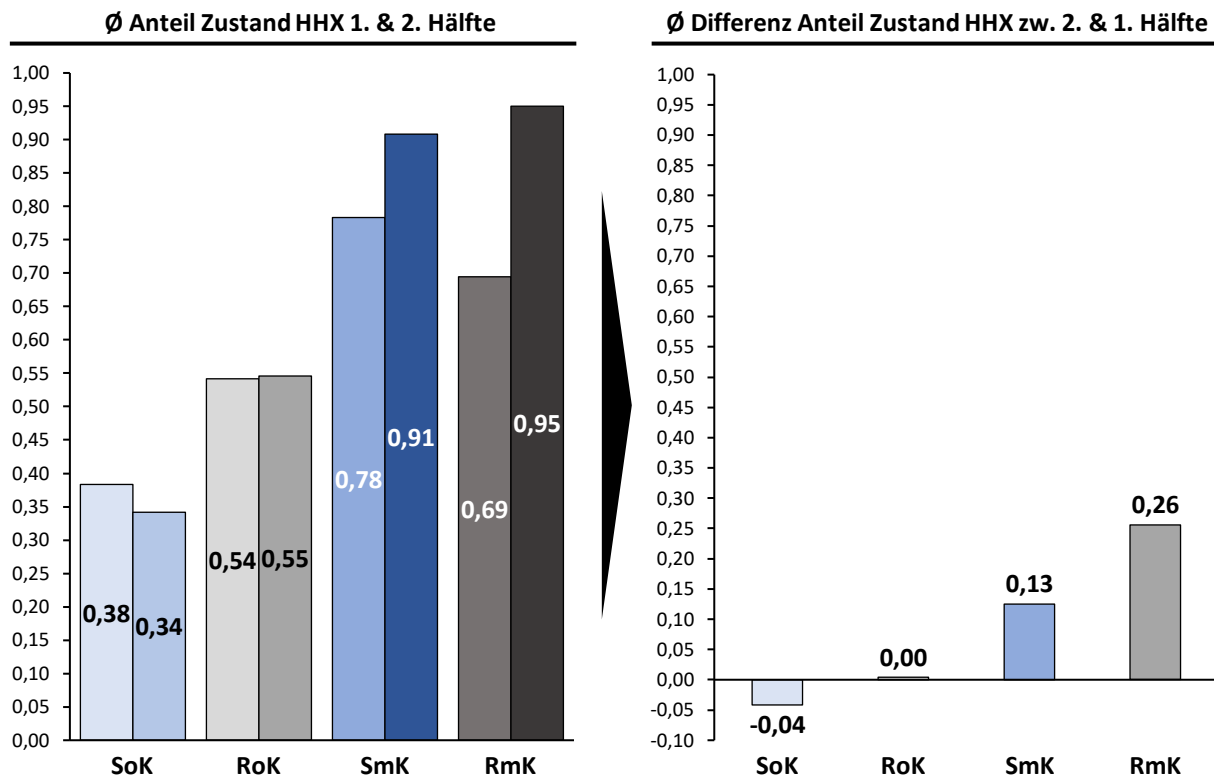


Abbildung 5.7: Dynamische Betrachtung: Anteil Zustand HHX der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie korrespondierende Differenzen zwischen zweiter und erster Hälfte (eigene Darstellung)

Erneut zeigt sich ein ähnliches Bild, in welchem die Zeit lediglich bei zugelassener Kommunikation einen kollusionsfördernden Effekt zu entwickeln scheint. Zusätzlich entsteht der Eindruck, dass der Zugewinn bei zugelassener Kommunikation zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus größer als bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus und in beiden Fällen stärker ausgeprägt ist als im Rahmen der mittleren Auszahlung. Eine mögliche Erklärung liegt abermals in der zunehmenden Fokussierung auf kollusive Situation des Zustands HHX im Vergleich zur mittleren Auszahlung. Dies wird durch die Differenzbetrachtung des Anteils kollusiver Zustände zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels unterstützt.⁹² Erneut scheint die Kommunikation eine gewisse Zeit zu benötigen bis sich ihr gesamter kollusionsfördernder Effekt, insbesondere in Kombination mit dem real-dynamischen Spielmechanismus, abbildet. Hierbei wird die, aufgrund des anfänglich notwendigen Informationsaustauschs, unterstützende bzw. gegenseitig verstärkende Wirkung zwischen der Zeit und der Kommunikation sowie die potenzielle Entwicklung einer verstärkenden Wirkung zwischen der Zeit, der Kommunikation und der Real-Dynamik nochmals deutlicher.

Darüber hinaus wurde der Anteil des vollkommen kollusiven Zustands HHH der ersten und zweiten Hälfte des Spiels nach Treatment sowie die damit zusammenhängende Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte innerhalb der jeweiligen Treatments in *Abbildung 5.8* veranschaulicht.

Wiederum entsteht der Eindruck, dass die Zeit bei unterbundener Kommunikation kaum Wirkung zeigt, wenngleich eine kleine Differenz bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus sichtbar wird, wohingegen der kollusionsfördernde Effekt der Zeit bei zugelassener Kommunikation bestehen bleibt. Dies scheint sich durch die Differenzbetrachtung zwischen

⁹² Zur Erläuterung: Es wurden nicht nur die Differenzen aus dem Diagramm des Anteils des Zustands HHX der ersten und zweiten Hälfte abgelesen, sondern es wurde eine weitere Metrik erschlossen. Hierfür wurde die Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte des Anteils des Zustands HHX für jeden Spieler berechnet und anschließend durch eine Mittelwertbildung der Werte der betrachteten drei Spieler auf Spielebene aggregiert. Dies ist notwendig, um, äquivalent zu den bisher vorgestellten Metriken, eine statistische Überprüfung in noch folgenden Abschnitten zu ermöglichen.

zweiter und erster Hälfte des Spiels zu bestätigen.⁹³ Hierbei deutet sich ein größerer Zugewinn durch die zweite Hälfte bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus bei zugelassener Kommunikation an, während in beiden Fällen die Zugewinne durch die zweite Hälfte höher als in den bisher betrachteten Metriken liegen.

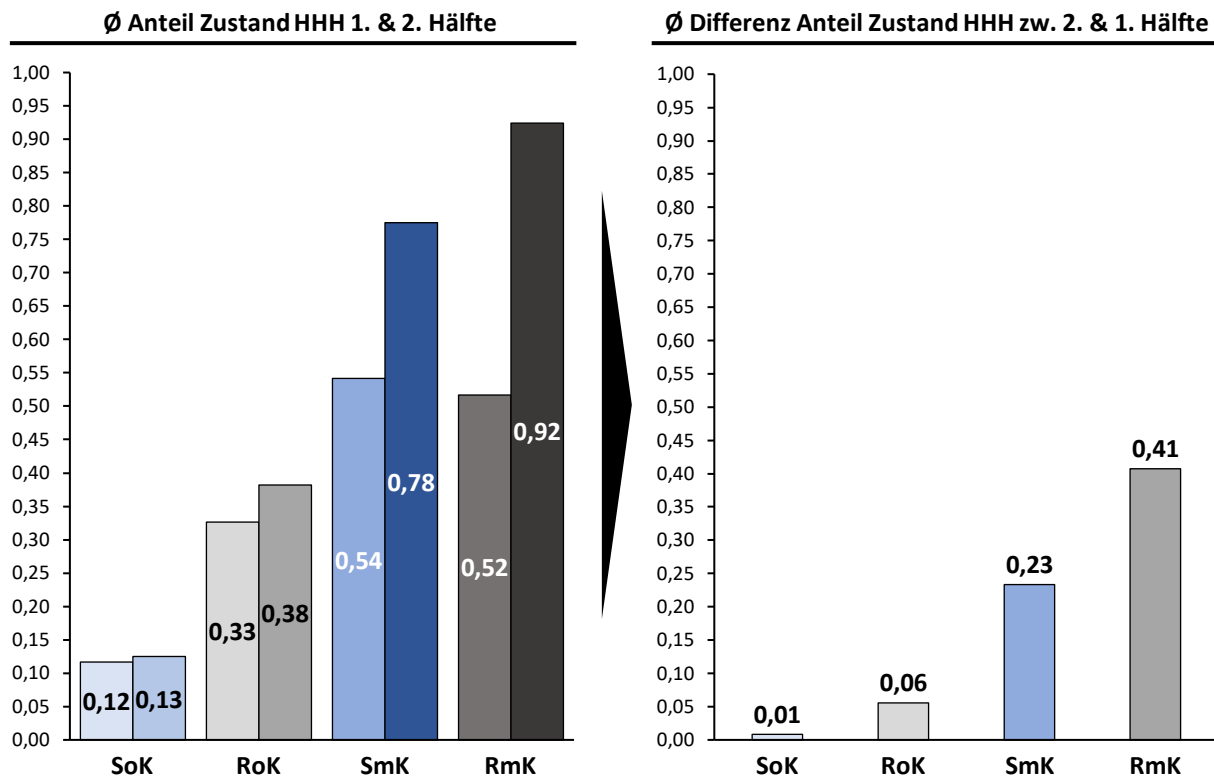


Abbildung 5.8: Dynamische Betrachtung: Anteil Zustand HHH der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie korrespondierende Differenzen zwischen zweiter und erster Hälfte (eigene Darstellung)

Somit liegt erneut die Vermutung nahe, dass die Kommunikation, insbesondere in Kombination mit der Real-Dynamik, eine gewisse Zeit benötigt, um ihre volle kollusive Wirkung zu entfalten. Zusätzlich scheint dieser Effekt bei dem vollkommen kollusiven Zustand HHH, der mit einer höheren Koordinationsanforderung verbunden ist, stärker als bei dem Zustand HHX. Dieser gegenseitig unterstützende Effekt zwischen der Zeit und der Kommunikation und evtl. sogar zwischen der Zeit, der Kommunikation und der Real-Dynamik spricht für eine stärkere

⁹³ Zur Erläuterung: Es wurden nicht nur die Differenzen aus dem Diagramm des Anteils des Zustands HHH der ersten und zweiten Hälfte abgelesen, sondern es wurde eine weitere Metrik erschlossen. Hierfür wurde die Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte des Anteils des Zustands HHH für jeden Spieler berechnet und anschließend durch eine Mittelwertbildung der Werte der betrachteten drei Spieler auf Spielebene aggregiert. Dies ist notwendig, um, äquivalent zu den bisher vorgestellten Metriken, eine statistische Überprüfung in noch folgenden Abschnitten zu ermöglichen.

Wirkung der Zeit bei einer schwierigeren Koordinationsaufgabe. Die Stärke des zeitlichen Effekts könnte demnach aus dem großen Zuwachs resultieren, der mit einem niedrigen Grundniveau der Kollusion aufgrund der relativ hohen Koordinationsaufgabe und der im Anschluss stark kollusionsfördernden Abstimmung unter den Spielern durch die koordinations- bzw. kollusionsfördernden Vehikel Kommunikation und Real-Dynamik zusammenhängt, resultieren. Bei Betrachtung der bisher beleuchteten Metriken entsteht die eindeutige Wahrnehmung, dass die Kombination der koordinationsfördernden Vehikel Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit ein hohes Kollusionsniveau zur Folge hat.

5.1.6.3 Dynamische Betrachtung: Deskriptive Auswertung der Zug-Veränderungen

Die minütlichen Zug-Veränderungen je Treatment als Hinweis auf die Ausprägung der Stabilität der Kollusion in der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie deren korrespondierende Differenzen zwischen zweiter und erster Hälfte innerhalb der Treatments sind in *Abbildung 5.9* dargestellt.

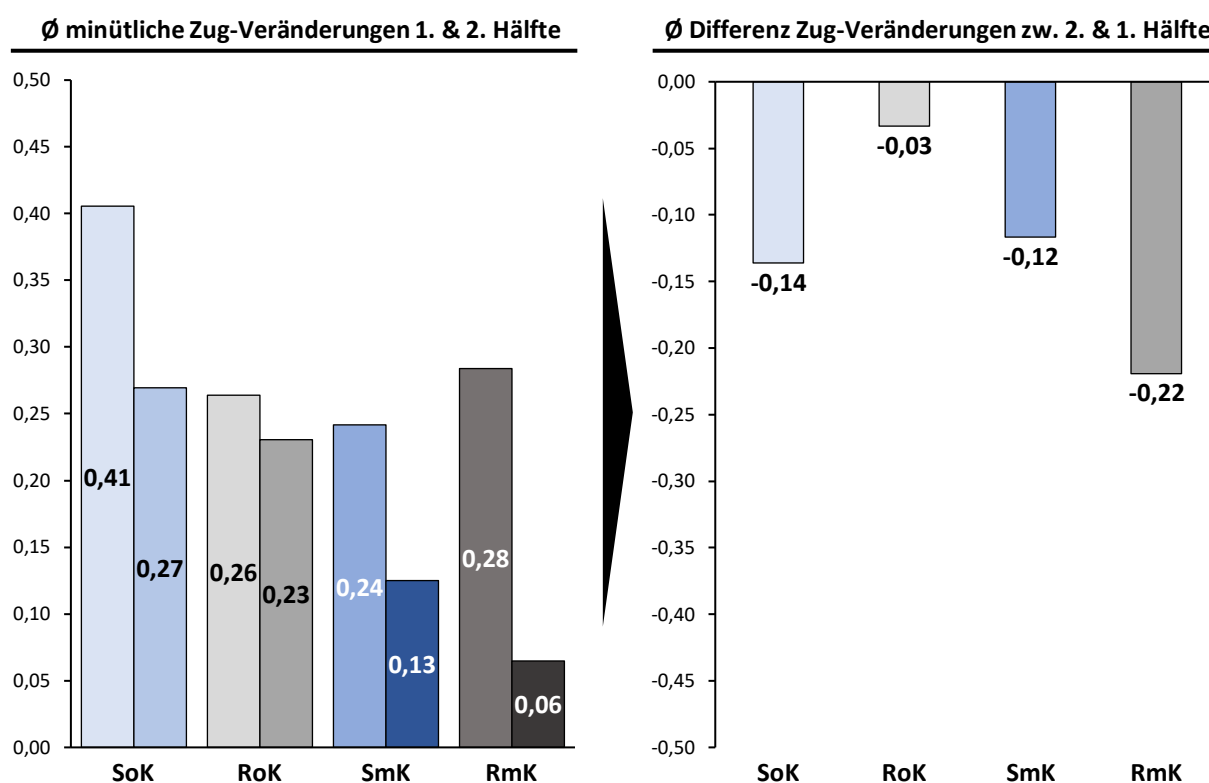


Abbildung 5.9: Dynamische Betrachtung: Zug-Veränderungen der ersten und zweiten Hälfte des Spiels sowie korrespondierende Differenzen zwischen zweiter und erster Hälfte (eigene Darstellung)

Zunächst ist ein ähnliches Niveau der Zug-Veränderungen zwischen den Treatments real-dynamisch ohne Kommunikation sowie simultan-wiederholt mit Kommunikation und real-dynamisch mit Kommunikation innerhalb der ersten Hälfte des Spiels zu erkennen. Dies spricht für

eine generelle Notwendigkeit von Zug-Veränderungen zur Erlangung einer (erfolgreichen) Koordination in der Anfangsphase des Spiels. Bei unterbundener Kommunikation ist im Falle des simultan-wiederholten Spielmechanismus eine deutliche Abnahme der Zug-Veränderungen von der ersten zur zweiten Hälfte des Spiels ersichtlich, während dies im Falle des real-dynamischen Spielmechanismus nicht erkennbar ist. Als ein möglicher Grund für die sehr hohe Anzahl an Zug-Veränderungen innerhalb des Treatments simultan-wiederholt ohne Kommunikation in der ersten Hälfte und die damit korrespondierende starke Abnahme in der zweiten Hälfte sind anfängliche Versuche der Koordination zu nennen, die nach einer erfolglosen Zeitspanne abnehmen oder eingestellt werden. Auf Basis des bereits beleuchteten allgemein niedrigen Kollusionsniveaus bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus ohne Kommunikation erscheint dieser Vorgang plausibel. Unter zugelassener Kommunikation hingegen scheinen die Zug-Veränderungen im Rahmen beider Spielmechanismen von der ersten zur zweiten Hälfte deutlich abzunehmen. Diese Wahrnehmung wird durch die Differenzbetrachtung der Zug-Veränderungen zwischen der zweiten und ersten Hälfte innerhalb der Treatments unterstützt.⁹⁴ Dabei deutet sich die stärkste Abnahme der Zugveränderungen zwischen zweiter und erster Hälfte bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus und erlaubter Kommunikation an. Dies resultiert in dem Eindruck, dass die Kommunikation, insbesondere in Kombination mit der Real-Dynamik, eine gewisse Zeit benötigt, um ihren gesamten kollusionsfördernden bzw. -stabilisierenden Effekt zur Geltung bringen zu können. Im Vergleich zu den anderen betrachteten Metriken ist der Verdacht eines gegenseitig unterstützenden Effekts zwischen Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit hierbei am größten. Die naheliegende Erklärung ist, dass nach erfolgreicher (kommunikativer) Abstimmung zwischen den Spielern insbesondere bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus aufgrund der sofortigen Reaktionsmöglichkeiten kein Anreiz für die Akteure besteht aus diesem Zustand abzuweichen.

⁹⁴ Zur Erläuterung: Es wurden nicht nur die Differenzen aus dem Diagramm der Zug-Veränderungen der ersten und zweiten Hälfte abgelesen, sondern es wurde eine weitere Metrik erschlossen. Hierfür wurde die Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte der Zug-Veränderungen für jeden Spieler berechnet und anschließend durch eine Mittelwertbildung der Werte der betrachteten drei Spieler auf Spielebene aggregiert. Dies ist notwendig, um, äquivalent zu den bisher vorgestellten Metriken, eine statistische Überprüfung in noch folgenden Abschnitten zu ermöglichen.

Insgesamt, unter Berücksichtigung aller in der dynamischen Betrachtung gesammelten Eindrücke, kann bei Kombination der koordinations- und kollusionsfördernden Vehikel Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit eine starke Tendenz zu einem stabilen, hohen Kollusionsniveau festgestellt werden.

Die innerhalb der deskriptiven Auswertung vorgestellten Erkenntnisse dienen als Grundlage für die Hypothesenüberprüfung in Kapitel 5.3 *Bi- und multivariate Analyse zur Überprüfung der Hypothesen*.

5.2 Methodik der Datenanalyse und Einführung in die verwendeten statistischen Testverfahren

Innerhalb dieser Arbeit werden für die Datenanalyse etablierte Statistikprogramme, konkret „SPSS“ und „STATA“, genutzt. Die Variablendefinition fand hierbei bereits in Kapitel 5.1.1 *Überblick Datenstruktur und Charakteristik der zu untersuchenden Variablen* statt, weshalb im Folgenden darauf aufbauend die statistischen Testverfahren eingeführt werden. Aufgrund des verwendeten Querschnittsdesigns, in welchem jeder Proband lediglich ein Treatment durchläuft, werden die entsprechend passenden statistischen Testverfahren für unabhängige Stichproben beleuchtet. Ein Sonderfall bildet die dynamische Betrachtung und die damit verbundenen Vergleiche zwischen erster und zweiter Hälfte, die teilweise abhängige Stichproben beinhalten. Zunächst werden der Mann-Whitney-U- bzw. der Wilcoxon-Vorzeichen-Test charakterisiert, welche paarweise Vergleiche zwischen zwei unabhängigen bzw. abhängigen Stichproben ermöglichen. Für eine umfassendere Betrachtung inklusive Einflussrichtungen und -größen sowie etwaiger Interaktionseffekte zwischen einzelnen Variablen werden die Grundlagen der (OLS-)Regression thematisiert. Letztlich wird daran anschließend die Tobit-Regression zur Adressierung der Spezifika des vorliegenden Datensatzes beschrieben.

5.2.1 Mann-Whitney-U- und Wilcoxon-Vorzeichen-Test

Die in diesem Abschnitt betrachteten statistischen Verfahren, der Mann-Whitney-U- sowie der Wilcoxon-Vorzeichen-Test, sind verteilungsfreie Testverfahren, die nur wenige Voraussetzungen an die Datenstruktur stellen. Durch das metrische Skalenniveau der abhängigen

Variablen ist bereits eine prinzipielle Voraussetzung erfüllt.⁹⁵ Diese statistischen Verfahren ermöglichen einen paarweisen Vergleich zwischen zwei Stichproben (vgl. Benesch, 2012, S.211).

Der Mann-Whitney-U-Test ist das nichtparametrische Gegenstück zum t-Test für unabhängige Stichproben. Er ist, wie bereits thematisiert, für verteilungsfreie Stichproben geeignet, wodurch keine Normalverteilung oder Varianzhomogenität in Bezug auf die Werte der Stichprobe vorliegen muss (vgl. Benesch, 2012, S.211). Innerhalb des Tests werden die Werte der zwei zu untersuchenden Stichproben gepoolt und in eine Rangordnung gebracht, d. h. unter Berücksichtigung der Datenpunkte beider Stichproben aufsteigend geordnet, um anschließend jedem Wert einen Rang zuzuordnen zu können (vgl. Reuschenbach, 2009, S. 508).⁹⁶ Nachfolgend wird geprüft, ob Unterschiede zwischen den Stichproben bestehen bzw. ob die statistischen Datenpunkte in der einen Stichprobe innerhalb des Testverfahrens signifikant höhere oder niedrigere Ränge als diejenigen der anderen Stichprobe aufweisen (vgl. Benesch, 2012, S. 211; Cleff, 2019, S. 183ff.). Auf dieser Basis können signifikante Differenzen zwischen den Werten oder Lageparameter der Stichproben identifiziert werden (vgl. Friedman und Cassar, 2004, S. 58; Reuschenbach, 2009, S. 508).

Im Rahmen dieser Arbeit wird bei etwaigen paarweisen Vergleichen aus Gründen der Robustheit sowie der relativ hohen Teststärke der Verfahren auf nichtparametrische Tests zurückgegriffen. Im Falle von unabhängigen Stichproben ist dies konkret der soeben vorgestellte Mann-Whitney-U-Test.⁹⁷(vgl. Benesch, 2012, S. 211)

Der Wilcoxon-Vorzeichen-Test hingegen ist das nichtparametrische Gegenstück zum t-Test für abhängige Stichproben. Er erfordert keine Normalverteilung der Differenzen der Messwertpaare, allerdings sollte die Verteilungsform ähnlich sein (vgl. Benesch, 2012, S. 215f; Cleff, 2019, S. 164ff.).⁹⁸ Zur Überprüfung, ob sich die Stichproben bzw. deren Ausprägungen voneinander unterscheiden, werden zunächst alle Differenzen unter Beachtung des Vorzeichens

⁹⁵ Grundlegende statistische Voraussetzungen wie die Zufälligkeit der Stichprobe im Rahmen des paarweisen Vergleichs sind durch das in Kapitel 4 *Konzeption, Operationalisierung und Durchführung des Experiments* beschriebene Experimentdesign erfüllt und werden somit als gegeben angesehen.

⁹⁶ Erläuterung: Identische Werte erhalten den gleichen Rang (vgl. Cleff, 2019, S. 183).

⁹⁷ Zusätzlich wurde stets aus Robustheitsgründen der t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Es wurden keine widersprüchlichen Ergebnisse gefunden.

⁹⁸ Es wurden alle Verteilungen der berichteten Ergebnisse bzw. deren Werte optisch geprüft. Zusätzlich wurde stets der Vorzeichentest, welcher keinerlei Voraussetzungen an die Verteilung stellt, aus Gründen der Robustheit durchgeführt (vgl. Dixon und Mood, 1946, S. 557ff.). Es wurden keine widersprüchlichen Ergebnisse festgestellt.

der Messwertpaare berechnet. Aus den Absolutwerten dieser Differenzen wird die Rangfolge gebildet. Anschließend werden die Rangwerte in zwei Gruppen geteilt, die sich nach dem jeweiligen Vorzeichen richten. Diese werden als gerichtete Ränge bezeichnet und im Anschluss an ihre Summierung zu Rangsummen miteinander verglichen.⁹⁹ Sind signifikante Diskrepanzen in Bezug auf die Anzahl der (positiven bzw. negativen) Rangwerte sowie deren Beträge bzw. deren Rangsummen zwischen den Gruppen vorhanden, gelten die zwei Stichproben bzw. deren Werte als differierend (vgl. Benesch, 2012, S. 216f.).

Wie bereits thematisiert, wird im Rahmen dieser Arbeit bei etwaigen paarweisen Vergleichen aus Gründen der Robustheit sowie der relativ hohen Teststärke der Verfahren auf nichtparametrische Tests zurückgegriffen. Im Falle von abhängigen Stichproben ist dies konkret der soeben vorgestellte Wilcoxon-Vorzeichen-Test (vgl. Shieh *et al.*, 2007, S. 717ff.).¹⁰⁰

5.2.2 OLS-Regression

Regressionsmodelle analysieren den Zusammenhang zwischen unabhängiger und abhängiger Variable, während sie die Option bieten auf weitere potenzielle Einflussfaktoren bzw. Variablen zu kontrollieren (vgl. Long und Freese, 2001, S. 4; Das, 2019, S. 71). Für die Untersuchung der Einflüsse mehrerer unabhängiger Variablen auf die abhängige Variable, wie innerhalb dieser Arbeit gewünscht, wird die Methodik der multiplen Regression benötigt (vgl. Weisberg, 2005, S. 47). Hierbei kann die unabhängige Variable im Rahmen linearer Regressionen metrisch, metrisch-definiert oder dichotom bzw. binär skaliert sein. Die abhängige Variable muss hingegen metrisch skaliert sein bzw. als metrisch definiert werden können und mindestens fünf verschiedene Werte aufweisen (vgl. Urban und Mayerl, 2018, S. 13ff.). Diese Voraussetzungen sind in Bezug auf die vorliegende Datenbasis erfüllt.

An dieser Stelle soll kurz auf die Rolle des Bestimmtheitsmaßes R^2 eingegangen werden. Die Höhe von R^2 gibt an, in welchem Maß die unabhängigen Variablen die Varianz der abhängigen Variable erklären können und bewegt sich auf einer Skala von null bis eins. Im Rahmen dieser Untersuchung soll kein Fokus auf das Bestimmtheitsmaß R^2 gelegt werden, da das Ziel der

⁹⁹ Erläuterung: Differenzen zwischen Messwertpaaren, die null entsprechen, werden (Rang-)Bindungen genannt und hälftig positiven und negativen Rängen zugeordnet (vgl. Benesch, 2012, S. 218; Cleff, 2019, S. 168).

¹⁰⁰ Für eine detaillierte Definition und Herleitung entsprechender Teststatistiken der in diesem Abschnitt kurz eingeführten nichtparametrischen statistischen Verfahren wird auf die einschlägige Literatur von bspw. Nachar (2008) oder Harris und Hardin (2013) verwiesen.

Arbeit in der Identifikation der unterschiedlichen Einflüsse der Treatments bzw. der damit einhergehenden Überprüfung der erarbeiteten Hypothesen und ausdrücklich nicht in der Maximierung der Güte der Erklärungen des statistischen Modells liegt. Zusätzlich muss angemerkt werden, dass niedrige R^2 -Werte insbesondere bei Analysen von Querschnittsdaten nicht unüblich sind und daraus nicht auf eine falsche Wahl des Schätzers geschlossen werden kann (vgl. Wooldridge, 2013, S. 38f.).

Ein möglicher Schätzer ist hierbei die Methode der Ordinary Least Squares (OLS) (vgl. Weisberg, 2005, S. 21). Der OLS-Schätzer gilt als der beste lineare erwartungstreue Schätzer, sofern die folgenden Bedingungen in Anlehnung an das Gauss-Markov-Theorem, erfüllt sind (vgl. Das, 2019, S. 66ff; vgl. Stock und Watson, 2003, S. 67f.).¹⁰¹ Diese fünf Bedingungen bzw. Anforderungen an die multiple Regression mit Querschnittsdaten werden im Folgenden eingeführt und auf die vorliegende Stichprobe angewendet. Mit Ausnahme der anderweitig zitierten Passagen wurde die folgende Aufzählung basierend auf Wooldridge (2013, S. 83ff.), Stock und Watson (2003, S. 202ff.) sowie Das (2019, S. 66ff.) verfasst:

- (I) **Linearität:** Das Modell lässt sich als eine Kombination aus linearen Parametern beschreiben im Sinne von $y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k + u$, wobei $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ die entsprechenden Parameter bzw. Konstanten und u den Fehlerterm repräsentieren. Die Voraussetzung der Linearität ist innerhalb dieser Untersuchung definitionsgemäß erfüllt, da ausschließlich dichotome kategorische unabhängige Variablen bzw. Dummy-Variablen mit einer Binärcodierung von null oder eins eingesetzt werden und die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten stets linear ist (vgl. Urban und Mayerl, 2018, S. 302).
- (II) **Zufälligkeit der Stichprobe:** Die Unabhängigkeit der Beobachtungen bei vorliegenden Querschnittsdaten muss gegeben sein. Aufgrund des in Kapitel 4.2 *Experimentdesign – Untersuchungsgruppen und Regelwerk* beschriebenen Experimentdesigns bzw. der korrespondierenden Querschnittsdaten und der Aggregation auf Spielebene ist die Zufälligkeit der Stichprobe gewährleistet.

¹⁰¹ Bei Einhaltung dieser Bedingungen sind die allgemeinen Gütekriterien eines Schätzers Erwartungstreue, Konsistenz und Effizienz per Definition hinreichend erfüllt (vgl. Das, 2019, S. 66ff.).

(III) Keine perfekte Multikollinearität: Innerhalb der Stichprobe darf keine unabhängige Variable konstant sein. Zusätzlich dürfen keine exakt linearen Beziehungen zwischen unabhängigen Variablen bestehen. Eine wichtige Ergänzung besteht darin, dass ein gewisses Maß an Korrelation zwischen den unabhängigen Variablen gestattet ist, es darf lediglich keine perfekte Korrelation vorliegen. Zur Überprüfung dieses Kriteriums wird innerhalb der vorliegenden Arbeit zu jeder Regression der entsprechende maximale Varianzinflationsfaktor (VIF) unter den verwendeten unabhängigen Variablen ausgewiesen. Der Minimalwert des VIFs liegt bei eins, wobei kein Maximum des Wertes existiert. In der Literatur werden Werte des VIFs über zehn als kritisch in Bezug auf eine potenzielle perfekte Multikollinearität angesehen (vgl. Schendera, 2014, S. 105).¹⁰²

(IV) Exogenität: Der Erwartungswert des Fehlerterms ν liegt im Rahmen aller möglichen Kombinationen der Werte bzw. Ausprägungen der unabhängigen Variablen bei null. Diese Bedingung kann insbesondere verletzt werden, sofern potenzielle unabhängige Variablen bzw. Störterme, welche die abhängige Variable beeinflussen, nicht in das Modell inkludiert werden. Zusätzlich können Messfehler die Bedingung verletzen. Darüber hinaus kann eine zeitlich verzögerte Wirkung einzelner unabhängiger Variablen zu Problemen im Kontext dieser Bedingung führen. Auf die Vermeidung von Messfehler wird, wie in Kapitel 4 *Konzeption, Operationalisierung und Durchführung des Experiments* beleuchtet, durch die systematische Datenerhebung und entsprechende Experimentumgebung akribisch geachtet. Zusätzliche Einflüsse auf die abhängige Variable, hierzu gehören u. a. Lern- und Persönlichkeitseffekte, können niemals vollumfänglich ausgeschlossen werden. Es besteht jedoch kein Hinweis darauf, dass etwaige dieser Einflüsse systematisch zwischen den Treatments differieren. Die zeitlich verzögerte Wirkung einzelner Variablen spielt aufgrund der Spielmechanismen sowie des Experimentdesigns bei dieser Untersuchung keine Rolle.

(V) Homoskedastizität: Der Fehlerterm ν weist bei allen möglichen Kombinationen der Werte bzw. Ausprägungen der unabhängigen Variablen die gleiche Varianz auf. Einer

¹⁰² Erläuterung: Der VIF-Wert wird im Rahmen dieser Arbeit bei jeder Regression angegeben, bezieht sich definitionsgemäß, $VIF(X_i) = 1/(1 - R_i^2)$ bei Prädiktor X_i , jedoch stets auf das entsprechende R^2 , das im Rahmen eines linearen Modells berechnet wird (vgl. Wooldridge, 2013, S. 98).

Verfehlung dieser Bedingung, d. h. eine vorliegende Heteroskedastizität, können diverse mögliche Ursachen, bspw. ein teilweise fehlspezifiziertes Modell, zugrunde liegen. Trotz der niedrigen Heteroskedastizität aufgrund der gewählten Modellspezifikation werden robuste Standardfehler gegen Heteroskedastizität im Rahmen jeder Regression dieser Untersuchung eingesetzt, um etwaige negative Auswirkungen ausschließen zu können (vgl. Hayes und Cai, 2007, S. 710ff; Stock und Watson, 2003, S. 166).

Die soeben beschriebenen Bedingungen dienen ebenfalls zur allgemeinen Überprüfung der Datenlage. In großen Teilen der durchzuführenden Analysen liegen zensierte Daten vor. Für die Adressierung dieses Umstandes wird auf Kapitel 5.2.3 *Tobit-Regression* verwiesen.

Sofern der Verdacht besteht, dass einzelne oder mehrere Effekte der unabhängigen Variablen nicht additiv miteinander verbunden sind, können Interaktionsterme in die Regression eingebracht werden, um derartige Interaktionseffekte zu beleuchten (vgl. Schneider, 2009, S. 222f.). Dies ist in Teilen der vorliegenden Untersuchung aufgrund bspw. der Hypothesen in Bezug auf die substituierende Wirkung der kollusionsfördernden Vehikel Kommunikation und Real-Dynamik notwendig. Dies resultiert in einer angepassten Regressionsgleichung $y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_1X_2 + U$, hier für den bivariaten Fall. Im Rahmen dieser Ausarbeitung sind dabei insbesondere die Moderatoreffekte von Bedeutung, welche die unterschiedliche Wirkungsintensität einer unabhängigen Variable in Abhängigkeit der Ausprägung einer anderen unabhängigen Variable auf die abhängige Variable beschreiben. Interaktionseffekte können zwischen zwei oder mehreren unabhängigen Variablen auftreten und modelliert werden (vgl. Müller, 2009, S. 237ff.). An dieser Stelle soll angemerkt werden, dass Interaktionseffekte zwischen mehr als drei Variablen kaum bzw. schwer interpretierbar sind (vgl. Rack und Christophersen, 2009, S. 26). Eine Interpretation sollte stets unter Einbeziehung aller an der Interaktion beteiligten Variablen stattfinden. Somit sollten Haupt- und Interaktionseffekte, obwohl die Interpretation in Teilen der vorliegenden Arbeit aufgrund der Interaktion von lediglich zwei dichotomen unabhängigen Variablen relativ unkompliziert erscheint, gemeinsam interpretiert werden (vgl. Schunck und Nisic, 2020, S. 114f.).¹⁰³

¹⁰³ Für weiterführende Literatur wird auf Allison (1977), Aguinis *et al.* (2005) oder Hox und van de Schoot (2017) verwiesen.

5.2.3 Tobit-Regression

Wie bereits thematisiert, existieren in großen Teilen der durchzuführenden Analysen zensierte Daten. Zensierte Daten liegen vor, sofern eine untere oder obere Schranke der Werte der Daten besteht und an dieser eine substantielle Anzahl von Beobachtungen identifiziert werden kann, während über, unter oder zwischen den Limitierungen eine breite Masse an Werten vorkommen. Hierbei wird von links- bzw. rechts- oder beidseitig-zensierten Daten gesprochen (vgl. Tobin, 1958, S. 24; Wooldridge, 2013, S. 596ff; Das, 2019, S. 191ff.). Insbesondere durch die Beschränkungen im Rahmen der Anteile bestimmter Zustände bzw. Zug-Veränderungen¹⁰⁴ und der mittleren Auszahlung¹⁰⁵ liegen zensierte Daten innerhalb dieser Untersuchung vor.

Der OLS-Schätzer eignet sich nicht für Regressionen mit zensierten Daten (vgl. Das, 2019, S. 191f.). Aus diesem Grunde sollte bei zensierten Daten auf das ursprünglich von Tobin (1958) eingeführte Tobit-Modell mit einem Maximum-Likelihood-Schätzer zurückgegriffen werden. Dieses eignet sich für zensierte Daten und inkludiert eine latente Variable, während es einen effizienten Schätzer beinhaltet. Hierbei können Modelle mit links- bzw. rechts-zensierten oder beidseitig-zensierten Daten gebildet werden (vgl. Das, 2019, S. 192ff.). Für Herleitungen sowie tiefergehende Einblicke in Bezug auf die Tobit-Methodik bzw. den Maximum-Likelihood-Schätzer wird auf die einschlägige Fachliteratur, bspw. McDonald und Moffitt (1980), Greene (1981) oder Das (2019) verwiesen.

Die Tobit-Regression wird in vorliegender Untersuchung angewendet, sofern zensierte Daten, d. h. Werte an den zuvor beschriebenen Schranken bzw. Grenzen, vorliegen.¹⁰⁶ Hierbei werden stets robuste Standardfehler eingesetzt.

¹⁰⁴ Der Anteil bestimmter Zustände sowie die Anzahl an Zug-Veränderungen je Zeitintervall und Spieler haben per Definition Grenzen von null und eins. Die Grenzen repräsentieren dabei den Fall, dass das Spiel niemals bzw. während der gesamten Spieldauer in dem entsprechenden Zustand verweilt oder dass keine Zugveränderungen während der gesamten Spieldauer vorgenommen werden bzw. eine Zugveränderung in jedem Zeitintervall durch jeden Spieler ausgeführt wird.

¹⁰⁵ Im Rahmen der mittleren Auszahlung liegen Grenzen von 0,2 und 0,8 aufgrund der Aggregation auf Spielebene vor. Die Grenzen repräsentieren dabei die Zustände keiner bzw. vollkommener Kooperation.

¹⁰⁶ Aus Gründen der Robustheit wurde in jedem dieser Fälle ebenfalls eine OLS-Regression durchgeführt. Es wurden keine widersprüchlichen Ergebnisse zu den in späteren Abschnitten vorgestellten Erkenntnissen mittels Tobit-Regression gefunden.

5.3 Bi- und multivariate Analyse zur Überprüfung der Hypothesen

Nach der bereits am Anfang des Kapitels vorgestellten Struktur wird innerhalb der folgenden Abschnitte zunächst die statische Betrachtung in Form der Metriken mittlere Auszahlung, Zustand HHX, Zustand HHH, Zug-Veränderungen sowie Auszahlungsabweichung bzw. die korrespondierenden Hypothesen statistisch überprüft, um anschließend die dynamische Betrachtung zu beleuchten.¹⁰⁷ Hierfür werden stets paarweise Vergleiche und Regressionen verwendet. Aus Darstellungsgründen werden im Rahmen der paarweisen Vergleiche lediglich die Signifikanzniveaus in den entsprechenden Tabellen abgetragen. Die detaillierte Vertiefung für alle paarweisen Vergleiche ist in Appendix A.7 *Weiterführende statistische Parameter der paarweisen Vergleiche zwischen den Treatments im Rahmen der Experimentauswertung* zu finden.¹⁰⁸

5.3.1 Statistische Hypothesenüberprüfung der mittleren Auszahlung

Die statistische Auswertung der mittleren Auszahlung als erste kollusionsimplizierende Metrik ist *Tabelle 5.8* zu entnehmen. Dabei sind im oberen Bereich der Tabelle die paarweisen Vergleiche unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests mithilfe einer Matrix dargestellt. Beide Achsen enthalten jeweils alle Treatments, um einen paarweisen Vergleich abtragen zu können. Innerhalb der Zellen wird mittels Vergleichszeichen das Verhältnis zwischen den beiden zu vergleichenden Treatments verdeutlicht. Hierbei ist stets das Treatment in der Zeile vor und das Treatment in der Spalte nach das Vergleichszeichen zu setzen. Darüber hinaus wird in jeder Zelle das korrespondierende Signifikanzniveau des paarweisen Vergleichs angegeben. Die Zeichen "+", "*", "**" bzw. "***" entsprechen einem Signifikanzniveau von 10%, 5%, 1% bzw. 0,1%. Im unteren Bereich der Tabelle ist die Tobit-Regression mit der mittleren Auszahlung als abhängige Variable sowie die Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus

¹⁰⁷ An dieser Stelle soll erneut darauf hingewiesen werden, dass die Datensätze nach Minute zwölf geschnitten wurden, um eine Vergleichbarkeit innerhalb der dynamischen Betrachtung zu ermöglichen. Zum Zwecke der Robustheit wurden die ungeschnittenen Datensätze im Rahmen der statischen Betrachtung ebenfalls analysiert. Hierbei wurden keine grundlegenden Veränderungen der noch zu präsentierenden Ergebnisse sichtbar. Im Kontext der dynamischen Betrachtung ist, wie bereits beschrieben, eine Analyse mit ungeschnittenen Datensätzen aus Gründen der Vergleichbarkeit nicht möglich.

¹⁰⁸ Zur Vermeidung von Doppelungen wird innerhalb der kommenden Abschnitte in Bezug auf die weiterführenden statistischen Parameter der paarweisen Vergleiche nicht erneut auf den Appendix verwiesen.

bzw. eine erlaubte Kommunikation und deren Interaktionsterme als unabhängige Dummy-Variablen inklusive der üblichen statistischen Parameter ersichtlich.¹⁰⁹

Tabelle 5.8: Statische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression mittlere Auszahlung (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich mittlere Auszahlung durch Mann-Whitney-U					
	SoK	RoK	SmK	RmK	
SoK		< *	< ***	< ***	
RoK			< **	< ***	
SmK				>	
RmK					

Tobit-Regression mittlere Auszahlung					
Endogene Variable	Ø Auszahlung				
Exogene Variablen	Koeff.	Std.-Fehler	t-Wert	p-Wert	Sig.
Haupt Real-Dynamik	0,103	0,044	2,33	0,022	*
Kommunikation	0,250	0,039	6,35	< 0,001	***
Int Real-Dynamik*Kommunikation	-0,094	0,055	-1,73	0,087	+
Konstante	0,447	0,029	15,23	< 0,001	***
Regressionsmodell	Tobit mit robustem Standardfehler				
Gesamtanzahl Beobachtungen	78				
davon links-zensiert	0				
davon rechts-zensiert	6				
F	F(3, 75) = 23,61				
Prob > F	< 0,001 ***				
Pseudo R ²	-1,09				
Max. VIF	2,85				

+ , * , ** , *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Die mittlere Auszahlung liegt, unabhängig von der Verwendung des simultan-wiederholten oder des real-dynamischen Spielmechanismus, bei zugelassener Kommunikation signifikant höher als bei unterbundener Kommunikation. Somit kann **Hypothese I-1.1.1** bestätigt sowie der Kommunikation eine kollusionsfördernde Wirkung attestiert werden. Darüber hinaus zeigt sich eine signifikant höhere mittlere Auszahlung bei Verwendung des real-dynamischen

¹⁰⁹ Zur Vermeidung von Doppelungen wird innerhalb der kommenden Abschnitte auf eine erneute Beschreibung der Darstellungsstruktur der statistischen Ergebnisse verzichtet. Innerhalb der jeweiligen Tabelle ist jedoch stets ersichtlich, welche Regression angewandt wurde. Im Falle einer Tobit-Regression wird die jeweilige Anzahl der links-bzw. rechts-zensierten Beobachtungen ausgewiesen.

gegenüber des simultan-wiederholten Spielmechanismus, sofern Kommunikation unterbunden wird. Dies verifiziert **Hypothese I-1.1.2** sowie den kollusionsfördernden Effekt der Real-Dynamik bei unterbundener Kommunikation. Es kann jedoch festgehalten werden, dass die Kommunikation gegenüber der Real-Dynamik den stärkeren kollusionsfördernden Effekt ausübt. Des Weiteren wird **Hypothese I-1.1.3** durch den negativen Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Kommunikation und der Real-Dynamik auf einem 10%-Signifikanzniveau belegt. Der negative Interaktionseffekt impliziert eine schwächere Wirkung der Kommunikation in Kombination mit dem real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus und damit eine (partielle) Substitution der Koordinationsmechanismen bzw. der kollusiven Wirkung von Kommunikation und Real-Dynamik. Dieser überlagernde Effekt der Kommunikation bzw. die substituierende Wirkung zwischen Kommunikation und Real-Dynamik widerspricht den Ergebnissen von Oprea *et al.* (2014), in deren Experiment die Kommunikation die Wirkung der Real-Dynamik bzw. des zeitkontinuierlichen Spielmechanismus erst ermöglicht, d. h. ein verstärkender Effekt zwischen den beiden Vehikeln vorliegt. Dies kann mit dem niedrigeren Komplexitätsgrad des Drei-Spieler-Gefangenendilemmas gegenüber dem durch Oprea *et al.* (2014) untersuchten Öffentliche-Güter-Spiel begründet werden. Die Koordinationsaufgabe ist in diesem Fall kleiner und reicht nicht aus, um eine starke kollusionsfördernde Wirkung von sowohl Kommunikation als auch Real-Dynamik bei deren Kombination zu ermöglichen. Hieraus resultiert der substituierende Effekt zwischen den beiden Koordinationsmechanismen. Es kann konstatiert werden, dass der soeben überprüfte Hypothesenkomplex die übergeordnete **These I-1**, nach welcher die Real-Dynamik sowie die Kommunikation einen positiven Einfluss auf den Grad der Kollusion ausüben, wobei sich deren Effekte allerdings teilweise substituieren, vollumfänglich stützt.

5.3.2 Statistische Hypothesenüberprüfung der realisierten Zustände

Nach der Metrik der mittleren Auszahlung werden in diesem Abschnitt konkrete kollusive Situationen betrachtet. Dabei nimmt die kollusionsbezogene Spezialisierung der Metriken von der mittleren Auszahlung über den nun zu betrachtenden Anteil kollusiver Zustände HHX und den darauffolgenden Anteil des vollkommen kollusiven Zustands HHH zu. In diesem Kontext soll lediglich auf neue Erkenntnisse bzw. Unterschiede, die in Kapitel 5.3.1 *Statistische Hypothesenüberprüfung der mittleren Auszahlung* noch nicht thematisiert worden sind, eingegangen werden. Auf eine wiederholende detaillierte Beschreibung ähnlicher Kollusionsniveaus unter den Treatments wird verzichtet.

5.3.2.1 Anteil des Zustands HHX

Die statistischen Ergebnisse des Anteils kollusiver Zustände im Rahmen der paarweisen Vergleiche sowie der Tobit-Regression sind *Tabelle 5.9* zu entnehmen.

Tabelle 5.9: Statische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Anteil Zustand HHX (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Anteil Zustand HHX durch Mann-Whitney-U					
	SoK	RoK	SmK	RmK	
SoK		< *	< ***	< ***	
RoK			< ***	< ***	
SmK				>	
RmK					

Tobit-Regression Anteil Zustand HHX						
Endogene Variable		Ø Anteil Zustand HHX				
Exogene Variablen		Koeff.	Std.-Fehler	t-Wert	p-Wert	Sig.
Haupt	Real-Dynamik	0,193	0,091	2,12	0,037	*
	Kommunikation	0,536	0,088	6,11	< 0,001	***
Int	Real-Dynamik*Kommunikation	-0,242	0,116	-2,09	0,040	*
	Konstante	0,361	0,066	5,46	< 0,001	***
Regressionsmodell		Tobit mit robustem Standardfehler				
Gesamtanzahl Beobachtungen		78				
davon links-zensiert		1				
davon rechts-zensiert		12				
F		F(3, 75) = 19,53				
Prob > F		< 0,001 ***				
Pseudo R ²		0,55				
Max. VIF		2,85				

+, *, **, *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Im Rahmen kollusiver Zustände zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der mittleren Auszahlung. Die Kommunikation wirkt unabhängig des gewählten Spielmechanismus stark kollusionsfördernd. Ferner kann der Real-Dynamik wiederum ein kollusionsfördernder Effekt bescheinigt werden, der bei unterbundener Kommunikation sichtbar wird. Die positive Wirkung der Kommunikation auf Kollusion bleibt in diesem Kontext allerdings die stärkere Komponente gegenüber dem Einfluss der Real-Dynamik. Darüber hinaus liegt ein negativer Interaktionseffekt zwischen Real-Dynamik und Kommunikation auf einem Signifikanzniveau von 5% vor. Diese verbesserte Signifikanz gegenüber der mittleren Auszahlung und die damit verbundene

Implikation einer (partiellen) Substitution der Effekte der beiden koordinations- sowie kollusionsfördernden Vehikel Real-Dynamik und Kommunikation bzw. die schwächere Wirkung der Kommunikation in Kombination mit dem real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus ist schlüssig, da die Fokussierung auf kollusive Situationen im Vergleich der Metriken von mittlerer Auszahlung auf den Anteil kollusiver Zustände zunimmt. Erneut reicht die Schwierigkeit der Koordinationsaufgabe nicht aus, um einen starken gleichzeitigen Einfluss der beiden kollusionsfördernden Vehikel Kommunikation und Real-Dynamik zu ermöglichen. Die in diesem Abschnitt durchgeführte Überprüfung bestätigt die **Hypothesen I-1.2.1, I-1.2.2** sowie **I-1.2.3**. Folglich wird der positive Einfluss von Real-Dynamik und Kommunikation auf den Grad der Kollusion sowie die partielle Substitution der beiden Effekte und somit **These I-1** vollumfänglich bekräftigt.

5.3.2.2 Anteil des Zustands HHH

Die statistische Auswertung, d. h. paarweise Vergleiche und Tobit-Regression, des mittleren Anteils des vollkommen kollusiven Zustands, der innerhalb dieser Arbeit mit der höchsten Koordinationsanforderung zwischen den Spielern verbunden ist, kann *Tabelle 5.10* entnommen werden.

Erneut entwickelt die Kommunikation einen stark kollusionsfördernden Effekt. Einen etwas schwächeren, allerdings trotzdem hochsignifikanten kollusionsfördernden Effekt weist die Real-Dynamik bei unterbundener Kommunikation auf. Es besteht wiederum ein negativer Interaktionseffekt zwischen Real-Dynamik und Kommunikation auf einem Signifikanzniveau von 5%. Die damit implizierte stärkere Wirkung der Kommunikation in Kombination mit dem simultan-wiederholten gegenüber dem real-dynamischen Spielmechanismus bzw. die (partielle) Substitution der Einflüsse der kollusionsfördernden Vehikel Real-Dynamik und Kommunikation ist hierbei im Vergleich zu den beiden vorherig betrachteten Metriken stärker signifikant. Dies ist durch die Charakteristik der betrachteten Metriken erklärbar. Der Fokus auf kollusive Situationen im Spiel und damit die Koordinationsanforderung wachsen von der mittleren Auszahlung über den Zustand HHX bis zu dem Zustand HHH. Allerdings kann der real-dynamische Spielmechanismus im Rahmen des vollkommen kollusiven Zustands bereits eigenständig einen, relativ betrachtet, höheren kollusionsfördernden Effekt gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus aufbauen. Dieser Umstand mündet in einer stärkeren Substitution der kollusionsfördernden Wirkung von Real-Dynamik und Kommunikation, trotz

der deskriptiv sichtbaren Differenz zwischen der Verwendung des real-dynamischen und simultan-wiederholten Spielmechanismus bei zugelassener Kommunikation. Diese Differenz ist jedoch nicht signifikant. Sie liefert damit lediglich ein Indiz dafür, dass sowohl Kommunikation als auch Real-Dynamik bei einer höheren Koordinationsanforderung gleichzeitig einen kollusionsfördernden Einfluss ausüben können.

Tabelle 5.10: Statische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Anteil Zustand HHH (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Anteil Zustand HHH durch Mann-Whitney-U					
	SoK	RoK	SmK	RmK	
SoK		< ***	< ***	< ***	
RoK			< **	< ***	
SmK				<	
RmK					

Tobit-Regression Anteil Zustand HHH					
Endogene Variable	Ø Anteil Zustand HHH				
Exogene Variablen	Koeff.	Std.-Fehler	t-Wert	p-Wert	Sig.
Haupt Real-Dynamik	0,448	0,145	3,08	0,003	**
Haupt Kommunikation	0,760	0,128	5,95	< 0,001	***
Int Real-Dynamik*Kommunikation	-0,376	0,165	-2,28	0,025	*
Konstante	-0,090	0,111	-0,81	0,420	
Regressionsmodell	Tobit mit robustem Standardfehler				
Gesamtanzahl Beobachtungen	78				
davon links-zensiert	16				
davon rechts-zensiert	6				
F	F(3, 75) = 20,02				
Prob > F	< 0,001 ***				
Pseudo R ²	0,41				
Max. VIF	2,85				

+, *, **, *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Durch die soeben vorgenommene Überprüfung können die **Hypothesen I-1.3.1, I-1.3.2** sowie **I-1.3.3** bestätigt und somit die übergreifende **These I-1** aufgrund des positiven Einflusses von Real-Dynamik und Kommunikation auf den Grad der Kollusion, wobei sich beide Effekte teilweise substituieren, vollumfänglich gestützt werden.

5.3.3 Statistische Hypothesenüberprüfung der Zug-Veränderungen

Die Anzahl an Zug-Veränderungen als ein Maß für die getätigten Aktivitäten der Spieler lässt zwei Interpretationen zu. Zum einen kann eine gewisse Anzahl an Zügen notwendig sein, um einen, bspw. kollusiven, Zustand zu erreichen, der von allen beteiligten Spielern gewünscht ist. Analog zu Oprea *et al.* (2014) stellt dies somit eine Koordinationsleistung dar, wodurch eine niedrige Anzahl an Zug-Veränderungen für eine koordinations- und damit indirekt eine kollusionsfördernde Wirkung spricht. Zum anderen kann eine niedrige Anzahl von Zug-Veränderungen, insbesondere in Kombination mit hohen Werten der bisher betrachteten Metriken, für eine hohe Stabilität der Kollusion zwischen den Spielern stehen. Die korrespondierenden statistischen Ergebnisse der paarweisen Vergleiche und der Tobit-Regression sind in *Tabelle 5.11* ersichtlich.

Tabelle 5.11: Statische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Zug-Veränderungen (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Zug-Veränderungen durch Mann-Whitney-U					
	SoK	RoK	SmK	RmK	
SoK		> *	> ***	> ***	
RoK			>	> +	
SmK				<	
RmK					

Tobit-Regression Zug-Veränderungen					
Endogene Variable	Ø minütliche Zug-Veränderungen				
Exogene Variablen	Koeff.	Std.-Fehler	t-Wert	p-Wert	Sig.
Haupt Real-Dynamik	-0,095	0,043	-2,22	0,030	*
Kommunikation	-0,160	0,042	-3,82	< 0,001	***
Int Real-Dynamik*Kommunikation	0,086	0,059	1,45	0,152	
Konstante	0,338	0,028	11,97	< 0,001	***
Regressionsmodell	Tobit mit robustem Standardfehler				
Gesamtanzahl Beobachtungen	78				
davon links-zensiert	6				
davon rechts-zensiert	0				
F	F(3, 75) = 7,83				
Prob > F	< 0,001 ***				
Pseudo R ²	0,33				
Max. VIF	2,85				

+, *, **, *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus liegt die mittlere Anzahl minütlicher Zug-Veränderungen im Rahmen erlaubter Kommunikation im Vergleich zu unterbundener Kommunikation signifikant niedriger. Bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus ist dies auf einem Signifikanzniveau von 10% ebenso der Fall. Der Kommunikation kann somit eine koordinations- bzw. kollusionsfördernde Wirkung attestiert werden. Des Weiteren liegt eine signifikant niedrigere Anzahl an Zug-Veränderungen bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus im Kontext unterbundener Kommunikation vor. Demnach kann der Real-Dynamik erneut eine koordinations- bzw. kollusionsfördernde Wirkung bestätigt werden, die sich bei unterbundener Kommunikation zeigt, allerdings ein kleineres Ausmaß annimmt als der Effekt der Kommunikation. Der positive Interaktionseffekt zwischen den kollusionsfördernden Vehikeln Real-Dynamik und Kommunikation ist hierbei nicht signifikant. Zusammenfassend reicht der koordinative bzw. kollusive (Zusatz-) Nutzen der Real-Dynamik ohne Kommunikation aus, um eine signifikante Verringerung der Zug-Veränderungen zu bewirken, im Falle von vorhandener Kommunikation allerdings nicht. Die Kommunikation wirkt stark koordinierend und verhindert bei den bestehenden Koordinationsanforderungen einen signifikanten Effekt der Real-Dynamik. Die jeweiligen Einzeleffekte haben jedoch einen kollusionsfördernden und -stabilisierenden Einfluss. Somit können die **Hypothesen I-2.1** und **I-2.2** bestätigt werden, während **Hypothese I-2.3** nicht validiert werden kann. Die übergeordnete **These I-2**, laut welcher die Real-Dynamik sowie die Kommunikation einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler haben, wobei sich diese beiden Einflüsse teilweise substituieren, kann deswegen partiell gestützt werden.

5.3.4 Statistische Hypothesenüberprüfung der Auszahlungsabweichung

Die Auszahlungsabweichungen des individuellen Spielers gegenüber dem Treatment-Mittel, d. h. eine Form des Streuungsmaßes, signalisiert die Höhe der Schwankungen der Gesamtauszahlung bzw. des Spielausgangs¹¹⁰ und kann deswegen als eine Art Risikomaß für die Spieler innerhalb der jeweiligen Treatments angesehen werden. Eine geringe Ausprägung impliziert damit stabile Gesamtauszahlungen innerhalb des jeweiligen Treatments. Bei einem hohen

¹¹⁰ Der Begriff Spielausgang referenziert in diesem Kontext ausdrücklich nicht auf den letzten Zustand des Spiels bzw. die damit verbundene Auszahlung, sondern auf die Gesamtmenge bzw. den Durchschnitt an Auszahlungen, die von einem Spieler über die volle Länge des Spiels gesammelt wurden.

und stabilen Kollusionsniveau innerhalb eines Treatments ist eine geringe Schwankung der korrespondierenden Spielausgänge zu erwarten. Die entsprechenden statistischen Analysen in Form der paarweisen Vergleiche sowie einer OLS-Regression sind *Tabelle 5.12* zu entnehmen.

Tabelle 5.12: Statische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Auszahlungsabweichung (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Auszahlungsabweichung durch Mann-Whitney-U					
	SoK	RoK	SmK	RmK	
SoK		<	> ***	> ***	
RoK			> *	> ***	
SmK				> +	
RmK					

OLS-Regression Auszahlungsabweichung					
Endogene Variable	Ø Auszahlungsabweichung ggü. Treatment-Mittel				
Exogene Variablen	Koeff.	Std.-Fehler	t-Wert	p-Wert	Sig.
Haupt Real-Dynamik	-0,013	0,015	-0,87	0,386	
Kommunikation	-0,064	0,015	-4,35	< 0,001	***
Konstante	0,144	0,013	10,73	< 0,001	***
Regressionsmodell	OLS mit robustem Standardfehler				
Gesamtanzahl Beobachtungen	78				
davon links-zensiert	N/A				
davon rechts-zensiert	N/A				
F	F(2, 76) = 9,850				
Prob > F	< 0,001 ***				
Korrigiertes R ²	0,19				
Max. VIF	1,00				

+ , * , ** , *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Unabhängig von der Wahl des simultan-wiederholten oder des real-dynamischen Spielmechanismus liegt die mittlere Abweichung der Auszahlung für den individuellen Spieler bei zugelassener Kommunikation im Vergleich zu unterbundener Kommunikation signifikant niedriger. Damit kann ein die Auszahlungsabweichung mindernder Effekt der Kommunikation festgestellt werden. Darüber hinaus ist im Falle unterbundener Kommunikation kein signifikanter Unterschied zwischen der Verwendung des simultan-wiederholten und des real-dynamischen Spielmechanismus ersichtlich. Dagegen liegt die mittlere Abweichung der Auszahlung im Rahmen zugelassener Kommunikation bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem

simultan-wiederholten Spielmechanismus, auf einem Signifikanzniveau von 10%, niedriger. Die Real-Dynamik entwickelt demnach lediglich bei zugelassener Kommunikation eine die Auszahlungsabweichung mindernde Wirkung. Dies impliziert, dass innerhalb der betrachteten Metrik Kommunikation als eine Voraussetzung wirkt, um den stabilisierenden Effekt der Real-Dynamik zu ermöglichen. Die niedrige Abweichung der Auszahlung in diesem Umfeld ist, insbesondere unter Beachtung des bereits attestierten hohen Kollusionsniveaus bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus und zugelassener Kommunikation, schlüssig. In dieser kollusionsfördernden Umgebung gelingt es den Akteuren sich auf einen stabilen (kollusiven) Zustand zu koordinieren, wobei nur relativ selten Ausreißer über die gesamte Zeitdauer vorkommen. Dagegen können sich manche Akteure ebenfalls in einer kollusionserschwerenden Umgebung, wie bspw. unter Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus bei unterbundener Kommunikation, koordinieren, jedoch ist die Streubreite zwischen den Gruppen deutlich größer. Anhand der Überprüfung dieses Komplexes können die **Hypothesen I-3.1** und **I-3.2b** verifiziert werden, während **Hypothese I-3.2a** nicht bestätigt werden kann. Insgesamt kann die übergeordnete **These I-3**, nach welcher die Real-Dynamik und die Kommunikation einen mindernden Einfluss auf die Abweichung der mittleren Gesamtauszahlung für den individuellen Spieler haben, zu einem Großteil, allerdings nicht vollumfänglich gestützt werden.

5.3.5 Statistische Hypothesenüberprüfung dynamische Betrachtung: Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Hälfte des Konflikts

Im nun folgenden Abschnitt der dynamischen Betrachtung im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Konflikts soll insbesondere die Rolle der Zeit in Bezug auf Kollusion innerhalb des vorliegenden Experiments beleuchtet werden. Hierbei werden bereits etablierte Erkenntnisse aus der statischen Betrachtung als gegeben angesehen und sollen somit nicht erneut erwähnt werden. Die Analyse folgt der bisherigen Metrikstruktur, sodass sich die Abschnitte der dynamischen Hypothesenüberprüfung der mittleren Auszahlung, des Zustands HHX sowie des Zustands HHH und der Zug-Veränderungen ergeben. Eine Hypothesenüberprüfung der Auszahlungsabweichung erfolgt nicht, da diese Metrik innerhalb der dynamischen Betrachtung nicht anwendbar ist. An dieser Stelle soll angeführt werden, dass die jeweiligen Hypothesen in Bezug auf den Einfluss der Zeit anhand der Analyse paarweiser Vergleiche der Treatments überprüft werden. Die bei jeder Metrik zusätzlich dargelegte

Regression dient lediglich tieferen Einblicken und darüber hinausgehenden Auffälligkeiten in einem explorativen Sinne. Die abhängige Variable wird dabei wiederum durch die jeweilige Metrik gebildet. Die unabhängigen Variablen bestehen aus den Dummy-Variablen der Kommunikation, der Real-Dynamik sowie der zweiten Hälfte und sämtlichen daraus folgenden Interaktionstermen. Aufgrund der dadurch resultierenden kleingliedrigen Aufteilung der kollusionsfördernden Effekte sind starke Signifikanzen, insbesondere bei der gegebenen Stichprobengröße, schwer zu erreichen. Ebenfalls werden die über die bestehenden Hypothesen hinausgehenden Auffälligkeiten im Rahmen der Differenzenbetrachtung zwischen zweiter und erster Hälfte, die bereits im Rahmen der deskriptiven Analyse eingeführt wurde, mittels paarweiser Vergleiche untersucht.

5.3.5.1 Dynamische Betrachtung: Statistische Hypothesenüberprüfung der mittleren Auszahlung

Die statistische Auswertung der mittleren Auszahlung der dynamischen Betrachtung in Form paarweiser Vergleiche und einer Tobit-Regression sind in *Tabelle 5.13* zu finden.¹¹¹ Die für die Hypothesen explizit relevanten Zellen der paarweisen Vergleiche sind innerhalb dieser und der kommenden Abschnitte entsprechend umrahmt.¹¹²

Bei unterbundener Kommunikation kann, unabhängig von der Verwendung des Spielmechanismus, keine signifikante Differenz der mittleren Auszahlung zwischen der ersten und zweiten Hälfte festgestellt werden. Aus diesem Grunde kann der damit in Verbindung stehende kollusionsfördernde Einfluss der Zeit im Kontext unterbundener Kommunikation nicht bestätigt werden. Dagegen liegt die mittlere Auszahlung der zweiten Hälfte im Rahmen beider Spielmechanismen signifikant höher als in der ersten Hälfte des Spiels, sofern Kommunikation

¹¹¹ Bei Vergleichen der ersten und zweiten Hälfte des Spiels innerhalb eines Treatments liegen verbundene Stichproben vor. Demnach wird hierfür stets der Wilcoxon-Vorzeichen-Test angewendet. In den restlichen paarweisen Vergleichen, in denen unverbundene Stichproben vorliegen, wird weiterhin der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Dies gilt für alle paarweisen Vergleiche innerhalb der dynamischen Betrachtung und soll deswegen in den folgenden Abschnitten nicht erneut erwähnt werden.

¹¹² Zum Verständnis: Aus Darstellungsgründen werden innerhalb der Tabellen der paarweisen Vergleiche Abkürzungen verwendet. Die Treatments werden weiterhin durch die bekannten Abkürzungen repräsentiert. Zusätzlich werden die Zahlen eins und zwei der bekannten Abkürzung angefügt, um die erste oder zweite Hälfte des Spiels kennzeichnen zu können. Somit steht bspw. „SoK1“ für das Treatment *simultan-wiederholt ohne Kommunikation* und dessen Ausprägung in der entsprechenden Metrik während der ersten Hälfte des Spiels. Diese Erklärung soll in den folgenden Abschnitten nicht wiederholt werden.

zugelassen ist. Dies bestätigt die kollusionsfördernde Wirkung der Zeit bei zugelassener Kommunikation.

Tabelle 5.13: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression mittlere Auszahlung (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich mittlere Auszahlung durch Mann-Whitney-U und Wilcoxon-Vorzeichen								
	SoK1	SoK2	RoK1	RoK2	SmK1	SmK2	RmK1	RmK2
SoK1		>	<		< ***		< ***	
SoK2				< *		< ***		< ***
RoK1				<	< *		< +	
RoK2						< ***		< ***
SmK1						< *	>	
SmK2								<
RmK1								< **
RmK2								

Tobit-Regression mittlere Auszahlung						
Endogene Variable		Ø Auszahlung				
Exogene Variablen		Koeff.	Std.-Fehler	t-Wert	p-Wert	Sig.
Haupt	Real-Dynamik	0,079	0,049	1,62	0,107	
	Kommunikation	0,199	0,043	4,68	< 0,001	***
	2. Hälfte	-0,037	0,048	-0,78	0,436	
Int	Real-Dynamik*Kommunikation	-0,108	0,067	-1,60	0,111	
	Real-Dynamik*2. Hälfte	0,055	0,075	0,73	0,464	
	Kommunikation*2. Hälfte	0,191	0,079	2,41	0,017	*
	Real-Dynamik*Kommunikation*2. Hälfte	0,071	0,118	0,60	0,550	
Konstante		0,466	0,029	16,16	< 0,001	***
Regressionsmodell		Tobit mit robustem Standardfehler				
Gesamtanzahl Beobachtungen		156				
davon links-zensiert		1				
davon rechts-zensiert		40				
F		F(7, 149) = 15,39				
Prob > F		< 0,001 ***				
Pseudo R ²		1,38				
Max. VIF		6,55				

+, *, **, *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Die bisherigen Eindrücke bestätigt der signifikant positive Interaktionseffekt zwischen Kommunikation und zweiter Hälfte des Spiels, der eine gegenseitige kollusionsfördernde Unterstützung der beiden Einflüsse signalisiert. Die Kommunikation benötigt folglich eine gewisse Zeit, um ihre volle Wirkung auf die mittlere Auszahlung zu entfalten. Das wird zusätzlich in der

in *Tabelle 5.14* ersichtlichen Differenzenbetrachtung zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels bzw. deren paarweisen Vergleichen deutlich.

Tabelle 5.14: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche Differenzen mittlere Auszahlung zwischen zweiter und erster Hälfte (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Differenz $\bar{\Delta}$ Auszahlung zw. 2. & 1. Hälfte durch Mann-Whitney-U				
	SoK	RoK	SmK	RmK
SoK		<	< **	< ***
RoK			<	< *
SmK				< +
RmK				

+ , * , ** , *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Die Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte der mittleren Auszahlung ist sowohl bei Verwendung des simultan-wiederholten als auch des real-dynamischen Spielmechanismus im Rahmen zugelassener im Vergleich zu unterbundener Kommunikation signifikant höher. Dies unterstreicht den zuvor thematisierten, gegenseitig unterstützenden, kollusionsfördernden Effekt der Kommunikation und der Zeit. Darüber hinaus ist auffällig, dass die Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte im Kontext zugelassener Kommunikation bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus auf einem Signifikanzniveau von 10% höher liegt. Somit ist der kollusionsbezogene Zugewinn durch die zweite Hälfte bei Kombination der beiden kollusionsfördernden Vehikel Real-Dynamik und Kommunikation am höchsten. Entgegen des substituierenden Effekts zwischen Kommunikation und Real-Dynamik besteht somit ein gegenseitig unterstützender kollusionsfördernder Einfluss zwischen Kommunikation und Zeit, der insbesondere im Rahmen des real-dynamischen Spielmechanismus ausgeprägt ist. Der Zeitbedarf kann auf die zunächst vorzunehmende (kommunikative) Absprache zwischen den Akteuren und die im Anschluss notwendigen Handlungen zum Erreichen eines kollusiven Zustands zurückgeführt werden. Innerhalb dieses Abschnitts kann auf Basis der durchgeführten Überprüfung die **Hypothese II-1.1.1** nicht bestätigt werden, wohingegen **Hypothese II-1.1.2** validiert werden kann. Die übergeordnete **These II-1**, nach welcher die Zeit einen positiven Einfluss auf den Grad der Kollusion hat, kann demnach teilweise gestützt werden.

5.3.5.2 Dynamische Betrachtung: Statistische Hypothesenüberprüfung der realisierten Zustände

In diesem Abschnitt soll lediglich auf neue Erkenntnisse bzw. Unterschiede, die in Kapitel 5.3.5.1 *Dynamische Betrachtung: Statistische Hypothesenüberprüfung der mittleren Auszahlung* noch nicht thematisiert worden sind, eingegangen werden. Auf eine wiederholende detaillierte Beschreibung ähnlicher Kollusionsniveaus unter den Treatments wird verzichtet.

Tabelle 5.15: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Anteil Zustand HHX (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Anteil Zustand HHX durch Mann-Whitney-U und Wilcoxon-Vorzeichen								
	SoK1	SoK2	RoK1	RoK2	SmK1	SmK2	RmK1	RmK2
SoK1		>	<		< ***		< **	
SoK2				< *		< ***		< ***
RoK1				~	< *		<	
RoK2						< ***		< ***
SmK1						< *	>	
SmK2								<
RmK1								< **
RmK2								

Tobit-Regression Anteil Zustand HHX						
Endogene Variable		Ø Anteil Zustand HHX				
Exogene Variablen		Koeff.	Std.-Fehler	t-Wert	p-Wert	Sig.
Haupt	Real-Dynamik	0,209	0,117	1,79	0,075	+
	Kommunikation	0,519	0,117	4,43	< 0,001	***
	2. Hälfte	-0,069	0,123	-0,56	0,578	
Int	Real-Dynamik*Kommunikation	-0,354	0,164	-2,15	0,033	*
	Real-Dynamik*2. Hälfte	0,063	0,173	0,36	0,717	
	Kommunikation*2. Hälfte	0,370	0,198	1,87	0,064	+
	Real-Dynamik*Kommunikation*2. Hälfte	0,227	0,285	0,80	0,427	
Konstante		0,371	0,076	4,89	< 0,001	***
Regressionsmodell		Tobit mit robustem Standardfehler				
Gesamtanzahl Beobachtungen		156				
davon links-zensiert		8				
davon rechts-zensiert		52				
F		F(7, 149) = 11,84				
Prob > F		< 0,001 ***				
Pseudo R ²		0,32				
Max. VIF		6,55				

+, *, **, *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Die Ergebnisse der paarweisen Vergleiche sowie einer Tobit-Regression des Anteils der kollusiven Zustände in der dynamischen Betrachtung sind in *Tabelle 5.15* abgetragen. Erneut zeigt sich im Rahmen der kollusiven Zustände ein ähnliches Bild im Vergleich zur mittleren Auszahlung, in dem unabhängig der Wahl des Spielmechanismus, ein kollusionsfördernder Effekt der Zeit bei zugelassener Kommunikation festgestellt werden kann, während dieser bei unterbundener Kommunikation nicht sichtbar wird. Die im Kontext der mittleren Auszahlung bereits beschriebenen Ergebnisse werden durch den positiven Interaktionseffekt auf einem Signifikanzniveau von 10% zwischen der Kommunikation und der zweiten Hälfte des Spiels zusätzlich verdeutlicht. Dieser Interaktionseffekt impliziert wiederum einen gegenseitig unterstützenden kollusionsfördernden Effekt der Kommunikation und der Zeit, der mit einem vorangesetzten Informationsaustausch zwischen den Spielern und den anschließenden (kollusiven) Handlungen begründet werden kann. Der Zeitbedarf bis zur vollen Wirkungsentfaltung der Kommunikation wird ebenfalls in der Differenzenbetrachtung des mittleren Anteils kollusiver Zustände zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels in Form paarweiser Vergleiche in *Tabelle 5.16* beleuchtet.

Tabelle 5.16: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche Differenzen Anteil Zustand HHX zwischen zweiter und erster Hälfte (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Differenz \emptyset Anteil Zustand HHX zw. 2. & 1. Hälfte durch Mann-Whitney-U				
	SoK	RoK	SmK	RmK
SoK		<	< *	< **
RoK			<	< *
SmK				<
RmK				

+, *, **, *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Die kollusionsfördernde Wirkung der Zeit bei zugelassener Kommunikation wird hierbei abermals bestätigt. Dies betont wiederum die bereits beschriebene, gegenseitig unterstützende, kollusionsfördernde Wirkung der Kommunikation und der Zeit. Trotz des erheblichen deskriptiven Unterschieds der Differenzen der zweiten und ersten Hälfte zwischen simultan-wiederholtem und real-dynamischem Spielmechanismus im Rahmen zugelassener Kommunikation verfehlt der entsprechende paarweise Vergleich das Signifikanzniveau von 10% knapp. Somit kann ein stärkerer Zugewinn des Anteils kollusiver Zustände bei Kombination der Zeit mit dem real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus im Kontext

dieser Metrik nicht bestätigt werden. Basierend auf diesen Erkenntnissen kann die **Hypothese II-1.2.1** nicht verifiziert werden, während **Hypothese II-1.2.2** bestätigt werden kann. Somit kann die übergreifende **These II-1**, die einen positiven Einfluss der Zeit auf den Grad der Kollusion adressiert, teilweise gestützt werden.

Eine weitere Konkretisierung des Kollusionsgrads erfolgt durch den Anteil des vollkommen kollusiven Zustands.

Tabelle 5.17: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Anteil Zustand HHH (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Anteil Zustand HHH durch Mann-Whitney-U und Wilcoxon-Vorzeichen								
	SoK1	SoK2	RoK1	RoK2	SmK1	SmK2	RmK1	RmK2
SoK1		<	< ***		< ***		< ***	
SoK2				< *		< ***		< ***
RoK1				<	< *		< *	
RoK2						< **		< ***
SmK1						< **	>	
SmK2								<
RmK1								< **
RmK2								

Tobit-Regression Anteil Zustand HHH						
Endogene Variable		Ø Anteil Zustand HHH				
Exogene Variablen		Koeff.	Std.-Fehler	t-Wert	p-Wert	Sig.
Haupt	Real-Dynamik	0,625	0,208	3,00	0,003	**
	Kommunikation	0,848	0,203	4,18	< 0,001	***
	2. Hälfte	0,013	0,254	0,05	0,958	
Int	Real-Dynamik*Kommunikation	-0,616	0,245	-2,52	0,013	*
	Real-Dynamik*2. Hälfte	-0,047	0,309	-0,15	0,880	
	Kommunikation*2. Hälfte	0,486	0,322	1,51	0,134	
	Real-Dynamik*Kommunikation*2. Hälfte	0,380	0,417	0,91	0,363	
Konstante		-0,289	0,176	-1,64	0,103	
Regressionsmodell		Tobit mit robustem Standardfehler				
Gesamtanzahl Beobachtungen		156				
davon links-zensiert		41				
davon rechts-zensiert		40				
F		F(7, 149) = 11,13				
Prob > F		< 0,001 ***				
Pseudo R ²		0,30				
Max. VIF		6,55				

+, *, **, *** entspricht Signifikanz zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Die korrespondierenden Ergebnisse der dynamischen Betrachtung sind in *Tabelle 5.17* durch paarweise Vergleiche und eine Tobit-Regression abgetragen. Erneut ergeben sich ähnliche Eindrücke wie bei den bisher beleuchteten Metriken. Die Zeit übt eine kollusionsfördernde Wirkung bei zugelassener Kommunikation unabhängig des verwendeten Spielmechanismus aus, wohingegen dies bei unterbundener Kommunikation nicht attestiert werden kann. Dementsprechend ist eine gewisse Zeit nötig, um den vollen kollusionsfördernden Effekt der Kommunikation zu ermöglichen. Der positive Interaktionseffekt zwischen Kommunikation und zweiter Hälfte des Spiels verfehlt innerhalb dieser Metrik das Signifikanzniveau von 10% knapp. Ein Erklärungsansatz hierfür ist der starke kollusionsfördernde Einfluss der Real-Dynamik in Bezug auf den vollkommen kollusiven Zustand. Diese Eindrücke werden durch die in *Tabelle 5.18* ersichtliche Differenzenbetrachtung des mittleren Anteils des vollkommen kollusiven Zustands zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels verstärkt.

Tabelle 5.18: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche Differenzen Anteil Zustand HHH zwischen zweiter und erster Hälfte (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Differenz \emptyset Anteil Zustand HHH zw. 2. & 1. Hälfte durch Mann-Whitney-U				
	SoK	RoK	SmK	RmK
SoK	>		< **	< ***
RoK			< *	< **
SmK				< +
RmK				

+, *, **, *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Der kollusionsfördernde Einfluss der Zeit bei zugelassener Kommunikation kann erneut unabhängig des gewählten Spielmechanismus festgestellt werden. Dies spricht für den kollusionsfördernden Einfluss bei Kombination von Kommunikation und Zeit. Des Weiteren ist die Differenz des mittleren Anteils des Zustands vollkommener Kollusion zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels im Kontext zugelassener Kommunikation bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus auf einem Signifikanzniveau von 10% stärker ausgeprägt. Somit führt die Kombination der beiden kollusionsfördernden Vehikel Real-Dynamik und Kommunikation zum höchsten Zugewinn der zweiten gegenüber der ersten Hälfte des Spiels in Bezug auf den mittleren Anteil des Zustands vollkommener Kollusion. Der starke Effekt der Zeit, der in erster Linie in Kombination mit den anderen kollusionsfördernden Vehikeln Kommunikation und Real-Dynamik auftritt, kann in der relativ hohen

Koordinationsaufgabe des vollkommen kollusiven Zustands begründet liegen. Aufgrund des niedrigen Grundniveaus der Kollusion, bspw. im Rahmen des simultan-wiederholten Spielmechanismus bei unterbundener Kommunikation, ist eine erfolgreiche Absprache zwischen den Akteuren und der damit verbundenen anschließenden Koordination auf einen kollusiven Zustand von starker Wirkung. Unter Berücksichtigung der bisher beleuchteten Metriken kann attestiert werden, dass die Kombination der koordinationsfördernden Vehikel Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit mit einem hohen Kollusionsniveau einhergeht. Basierend auf der in diesem Abschnitt vorgenommenen Überprüfung kann **Hypothese II-1.3.1** nicht bekräftigt werden, während die **Hypothese II-1.3.2** validiert werden kann. Die **These II-1**, die einen positiven Einfluss der Zeit auf den Grad der Kollusion proklamiert, kann demnach erneut teilweise gestützt werden.

5.3.5.3 Dynamische Betrachtung: Statistische Hypothesenüberprüfung der Zug-Veränderungen

Die statistische Auswertung der mittleren minütlichen Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler in der dynamischen Betrachtung, d. h. die korrespondierenden paarweisen Vergleiche sowie die Tobit-Regression, sind *Tabelle 5.19* zu entnehmen. Bei unterbundener Kommunikation liegt die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen im Falle des simultan-wiederholten Spielmechanismus in der zweiten Hälfte des Spiels signifikant niedriger als in der ersten Hälfte. Dies ist in der sehr hohen Anzahl an Zug-Veränderungen in der ersten Hälfte des Spiels innerhalb des Treatments simultan-wiederholt ohne Kommunikation begründet. Ein möglicher Erklärungsansatz liegt hierbei in den anfänglichen Versuchen einer Koordination auf einen kollusiven Zustand, die nach einer erfolglosen Zeitspanne abnehmen. Dies erscheint in Anbetracht der geringen Anteile der kollusiven Zustände sowie des vollkommen kollusiven Zustands bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus bei unterbundener Kommunikation schlüssig. Im Falle des real-dynamischen Spielmechanismus ist im Rahmen unterbundener Kommunikation keine signifikante Differenz der Anzahl an Zug-Veränderungen zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels festzustellen. Demnach kann im Rahmen unterbundener Kommunikation der kollusionsfördernde bzw. -stabilisierende Einfluss der Zeit bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus verifiziert werden, während dieser bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus nicht bestätigt werden kann. Im Kontext zugelassener Kommunikation liegt die Anzahl an Zug-Veränderungen, unabhängig des verwendeten Spielmechanismus, in der zweiten Hälfte des Spiels signifikant niedriger als in

der ersten Hälfte. Somit kann die kollusionsfördernde bzw. -stabilisierende Wirkung der Zeit bei zugelassener Kommunikation bestätigt werden.

Tabelle 5.19: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche und Regression Zug-Veränderungen (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Zug-Veränderungen durch Mann-Whitney-U und Wilcoxon-Vorzeichen								
	SoK1	SoK2	RoK1	RoK2	SmK1	SmK2	RmK1	RmK2
SoK1		> **	> **		> **		> *	
SoK2				>		> **		> ***
RoK1				>	>		<	
RoK2						> *		> **
SmK1						> **	<	
SmK2								>
RmK1								> **
RmK2								

Tobit-Regression Zug-Veränderungen						
Endogene Variable		Ø minütliche Zug-Veränderungen				
Exogene Variablen		Koeff.	Std.-Fehler	t-Wert	p-Wert	Sig.
Haupt	Real-Dynamik	-0,147	0,052	-2,82	0,006	**
	Kommunikation	-0,174	0,054	-3,23	0,002	**
	2. Hälfte	-0,141	0,053	-2,69	0,008	**
Int	Real-Dynamik*Kommunikation	0,189	0,079	2,38	0,019	*
	Real-Dynamik*2. Hälfte	0,103	0,077	1,33	0,185	
	Kommunikation*2. Hälfte	-0,035	0,089	-0,40	0,693	
	Real-Dynamik*Kommunikation*2. Hälfte	-0,258	0,134	-1,93	0,055	+
Konstante		0,402	0,037	10,86	< 0,001	***
Regressionsmodell		Tobit mit robustem Standardfehler				
Gesamtanzahl Beobachtungen		156				
davon links-zensiert		38				
davon rechts-zensiert		0				
F		F(7, 149) = 7,54				
Prob > F		< 0,001 ***				
Pseudo R ²		0,87				
Max. VIF		6,55				

+ , * , ** , *** entspricht Signifikanzen zum 10%- , 5%- , 1%- und 0,1% Niveau

Die Kommunikation benötigt dementsprechend eine gewisse Zeit, um ihren vollen Effekt innerhalb dieser Metrik entfalten zu können. Darüber hinaus existiert ein negativer Interaktionseffekt zwischen der Real-Dynamik, der Kommunikation sowie der zweiten Hälfte des Spiels auf einem Signifikanzniveau von 10%. Dieser Interaktionseffekt impliziert einen gegenseitig

unterstützenden, kollusionsfördernden bzw. -stabilisierenden Einfluss zwischen der Real-Dynamik, der Kommunikation und der Zeit. Die bisherigen Erkenntnisse zur Metrik der Zug-Veränderungen werden durch die in *Tabelle 5.20* realisierte Differenzenbetrachtung zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels zusätzlich konkretisiert.

Tabelle 5.20: Dynamische Betrachtung - paarweise Vergleiche Differenzen Zug-Veränderungen zwischen zweiter und erster Hälfte (eigene Darstellung)

Paarweiser Vergleich Differenz \emptyset Zug-Veränderungen zw. 2. & 1. Hälfte durch Mann-Whitney-U				
	SoK	RoK	SmK	RmK
SoK		< *	<	> +
RoK			> *	> **
SmK				> +
RmK				

+ , * , ** , *** entspricht Signifikanzen zum 10%-, 5%-, 1%- und 0,1% Niveau

Infolge der bereits beschriebenen hohen Anzahl an Zug-Veränderungen bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus und unterbundener Kommunikation in der ersten Spielhälfte, resultiert daraus eine hohe negative Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte. Deswegen ist kein signifikanter Unterschied bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus in der Differenzenbetrachtung zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels zwischen unterbundener und zugelassener Kommunikation erkennbar. Demgegenüber ist die Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte im Rahmen des real-dynamischen Spielmechanismus bei zugelassener Kommunikation signifikant stärker ausgeprägt als bei unterbundener Kommunikation. Dies spricht erneut für den kollusionsfördernden bzw. -stabilisierenden Effekt durch die Kombination von Kommunikation und Zeit bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus. Zusätzlich ist die Differenz zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels im Kontext zugelassener Kommunikation bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus auf einem Signifikanzniveau von 10% stärker negativ. Dementsprechend ist die Abnahme der Anzahl an Zug-Veränderungen durch die zweite Hälfte des Spiels bei Kombination der zwei kollusionsfördernden bzw. -stabilisierenden Vehikel Real-Dynamik und Kommunikation am höchsten. Eine Erklärung für den gegenseitig unterstützenden kollusionsfördernden und -stabilisierenden Effekt zwischen Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit ist eine anfängliche kommunikative sowie erfolgreiche Abstimmung zwischen den Akteuren bzw. eine Koordination auf einen kollusiven Zustand. Im

Anschluss hat aufgrund der unmittelbaren Reaktionsmöglichkeiten bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus kein Spieler einen Anreiz aus diesem Zustand abzuweichen. Dies erscheint plausibel, da im Rahmen einer holistischen Betrachtung aller Metriken konstatiert werden kann, dass bei Kombination der koordinationsfördernden Vehikel Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit ein hohes sowie stabiles Kollusionsniveau vorherrscht. Die durchgeführte Überprüfung innerhalb dieses Abschnitts bestätigt die **Hypothesen II-2.1a** sowie **II-2.2**, wenngleich die **Hypothese II-2.1b** nicht verifiziert werden kann. Die übergeordnete **These II-2**, nach welcher die Zeit einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler ausübt, kann damit zu großen Teilen gestützt werden.

5.3.6 Zusammenfassung der Überprüfung der Hypothesen

In diesem Abschnitt soll die erfolgte Hypothesenüberprüfung zusammengefasst und übersichtlich dargestellt werden. Hierfür werden die statische und dynamische Betrachtung erneut getrennt. Insgesamt kann festgestellt werden, dass der überwiegende Teil der beleuchteten Thesen gestützt werden kann. *Tabelle 5.21* beinhaltet alle überprüften Hypothesen der statischen Betrachtung. Hierbei wird differenziert, ob die Hypothesenüberprüfung auf paarweisen Vergleichen oder Regressionen basiert.

Tabelle 5.21: Zusammenfassung Hypothesenüberprüfung statische Betrachtung (eigene Darstellung)

		Statische Betrachtung	
These & Fokus	Hypothese	Paarw. Vergl.	Regression
These I-1: Die Real-Dynamik sowie die Kommunikation haben einen positiven Einfluss auf den Grad der Kollusion, wobei sich beide Einflüsse teilweise substituieren.			
Mittlere Auszahlung	Hypothese I-1.1.1: Die Kommunikation hat einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung...		
	I-1.1.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✓	
	I-1.1.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✓	
	Hypothese I-1.1.2: Die Real-Dynamik hat einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung bei unterbundener Kommunikation.	✓	
	Hypothese I-1.1.3: Es existiert ein negativer Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf die mittlere Auszahlung.		✓
Zustand HHX	Hypothese I-1.2.1: Die Kommunikation hat einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände...		
	I-1.2.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✓	
	I-1.2.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✓	
	Hypothese I-1.2.2: Die Real-Dynamik hat einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände bei unterbundener Kommunikation.	✓	
	Hypothese I-1.2.3: Es existiert ein negativer Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände.		✓
Zustand HHH	Hypothese I-1.3.1: Die Kommunikation hat einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands...		
	I-1.3.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✓	
	I-1.3.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✓	
	Hypothese I-1.3.2: Die Real-Dynamik hat einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands bei unterbundener Kommunikation.	✓	
	Hypothese I-1.3.3: Es existiert ein negativer Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands.		✓
These I-2: Die Real-Dynamik sowie die Kommunikation haben einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler, wobei sich beide Einflüsse teilweise substituieren.			
Zug-Veränderungen	Hypothese I-2.1: Die Kommunikation hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler...		
	I-2.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✓	
	I-2.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✓	
	Hypothese I-2.2: Die Real-Dynamik hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler bei unterbundener Kommunikation.	✓	
	Hypothese I-2.3: Es existiert ein positiver Interaktionseffekt zwischen den Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler.		✗
These I-3: Die Real-Dynamik sowie die Kommunikation haben einen mindernden Einfluss auf die Abweichung der mittleren Gesamtauszahlung für den individuellen Spieler.			
Abweichung Auszahlung	Hypothese I-3.1: Die Kommunikation hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Abweichung der Auszahlung für den individuellen Spieler gegenüber dem jeweiligen Treatment-Mittel...		
	I-3.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✓	
	I-3.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✓	
	Hypothese I-3.2: Die Real-Dynamik hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Abweichung der Auszahlung für den individuellen Spieler gegenüber dem jeweiligen Treatment-Mittel...		
	I-3.2a ... bei unterbundener Kommunikation.	✗	
	I-3.2b ... bei zugelassener Kommunikation.	✓	

Des Weiteren ist die Hypothesenüberprüfung der dynamischen Betrachtung in *Tabelle 5.22* abgetragen. Wie bereits thematisiert, sind die darüber hinausgehenden Erkenntnisse bzw. Regressionen in explorativem Sinne durchgeführt worden und deswegen hier nicht gelistet.

Tabelle 5.22: Zusammenfassung Hypothesenüberprüfung dynamische Betrachtung (eigene Darstellung)

Dynamische Betrachtung		
These & Fokus	Hypothese	Paarw. Vergl.
These II-1: Die Zeit hat einen positiven Einfluss auf den Grad der Kollusion.		
Mittlere Auszahlung	Hypothese II-1.1.1: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung...	
	II-1.1.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✘
	II-1.1.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✘
	Hypothese II-1.1.2: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen positiven Einfluss auf die mittlere Auszahlung...	
	II-1.1.2a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✓
	II-1.1.2b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✓
Zustand HHX	Hypothese II-1.2.1: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände...	
	II-1.2.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✘
	II-1.2.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✘
	Hypothese II-1.2.2: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil kollusiver Zustände...	
	II-1.2.2a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✓
	II-1.2.2b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✓
Anteil Zustand HHH	Hypothese II-1.3.1: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands...	
	II-1.3.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✘
	II-1.3.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✘
	Hypothese II-1.3.2: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen positiven Einfluss auf den mittleren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands...	
	II-1.3.2a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✓
	II-1.3.2b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✓
These II-2: Die Zeit hat einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler.		
Zug-Veränderungen	Hypothese II-2.1: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei unterbundener Kommunikation einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler...	
	II-2.1a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✘
	II-2.1b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✓
	Hypothese II-2.2: Die Zeit, im Sinne des Vergleichs zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels, hat bei zugelassener Kommunikation einen negativen Einfluss auf die mittlere Anzahl an Zug-Veränderungen der Spieler...	
	II-2.2a ... bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus.	✓
	II-2.2b ... bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus.	✓

5.4 Interpretation, Diskussion und Einordnung der Ergebnisse

Unter Berücksichtigung aller gesammelten Erkenntnisse kann festgestellt werden, dass Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit kollusionsfördernd wirken. Die folgenden zentralen Ergebnisse der statischen Betrachtung sind nach der Deutlichkeit ihrer Effekte absteigend geordnet:

- Die Kommunikation wirkt kollusionsfördernd (im Sinne einer Zunahme der mittleren Auszahlung, des Anteils kollusiver Zustände und des Anteils des vollkommen kollusiven Zustands) sowie kollusionsstabilisierend (im Sinne einer Abnahme der Anzahl an Zug-Veränderungen).
- Die Real-Dynamik wirkt bei unterbundener Kommunikation kollusionsfördernd sowie -stabilisierend.
- Bei Kombination von Kommunikation und Real-Dynamik substituieren sich deren kollusionsfördernde Einflüsse (partiell) gegenseitig (im Sinne eines entsprechenden Interaktionseffekts zwischen den beiden Einflussfaktoren).

Darüber hinaus ergeben sich folgende zentrale Ergebnisse aus der dynamischen Betrachtung, die ebenfalls absteigend nach der Deutlichkeit ihrer Effekte geordnet sind:

- Die Zeit wirkt bei zugelassener Kommunikation kollusionsfördernd und -stabilisierend.
- Zwischen Kommunikation und Zeit existiert ein gegenseitig unterstützender kollusionsfördernder Effekt, der sich insbesondere bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus zeigt.
- Zwischen Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit existiert ein gegenseitig unterstützender kollusionsstabilisierender Effekt (im Sinne eines entsprechenden Interaktionseffekts zwischen allen drei Einflussfaktoren).

In vorliegendem Abschnitt sollen die soeben proklamierten Ergebnisse integriert über alle Metriken betrachtet und in die etwaig bestehende Literatur eingeordnet werden. Hierfür wird zwischen der statischen und dynamischen Betrachtung (erste vs. zweite Spielhälfte) differenziert, um anschließend übergreifende Implikationen aufzuzeigen.

Innerhalb der statischen Betrachtung dieser Untersuchung fördert Kommunikation die Kollusion und deren Stabilität am stärksten. Infolge von zugelassener Kommunikation liegen höhere mittlere Auszahlungen, ein höherer Anteil kollusiver Zustände sowie ein höherer Anteil des vollkommen kollusiven Zustands im Rahmen des Experiments vor. Gleichmaßen sind

eine geringere Anzahl an Zug-Veränderungen und geringere Auszahlungsabweichungen der individuellen Spieler mit zugelassener Kommunikation verbunden. Die Ergebnisse der statistischen Analyse stützen die in (Meta-)Studien von bspw. Cooper *et al.* (1992), Sally (1995), Engel (2007), Balliet (2010) sowie Fonseca und Normann (2012) attestierte koordinations- bzw. kooperationsfördernde und damit indirekt kollusionsfördernde Wirkung der unverbindlichen Kommunikation in Bezug auf das Gefangenendilemma oder anderen sozialen Dilemmata bzw. potenziell kollusiven Konflikten.

Einen ähnlichen, allerdings etwas schwächeren, kollusionsfördernden und -stabilisierenden Effekt übt die Real-Dynamik bei unterbundener Kommunikation aus. Dies äußert sich in einer höheren mittleren Auszahlung, einem höheren Anteil kollusiver Zustände sowie einem höheren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus bei unterbundener Kommunikation. Diese Erkenntnis stützt die Analysen von Graf (2021), Friedman und Oprea (2012) sowie Bigoni *et al.* (2015) bzw. die damit verbundene Argumentation, dass die Real-Dynamik aufgrund ihrer reichhaltigen Informationsstruktur durch schnelle Reaktionsmöglichkeiten eine koordinations- und dadurch kollusionsfördernde Wirkung aufweist. Dies wird darüber hinaus durch die niedrigere Anzahl an Zug-Veränderungen bzw. den damit implizierten kollusionsstabilisierenden Einfluss der Real-Dynamik unterstrichen und folgt den Gedanken von Kephart und Friedman (2015), die dem real-dynamischen bzw. kontinuierlichen Spielmechanismus eine koordinationsfördernde Eigenschaft unterstellen. Die Zug-Veränderungen und die mit dem real-dynamischen Spielmechanismus einhergehenden schnellen Reaktionsmöglichkeiten werden dabei als koordinatives Signal von den Spielern genutzt. Die lediglich bei unterbundener Kommunikation signifikante Wirkung der Real-Dynamik liefert ein erstes Indiz dafür, dass die Wirkung der Kommunikation bei einer relativ geringen Koordinationsanforderung wie in vorliegendem Drei-Personen-Gefangenendilemma die Wirkung der Real-Dynamik überlagert bzw. dass bereits der koordinative Nutzen der Kommunikation ausreicht, um einen hohen Kollusionsgrad zu ermöglichen.

Zusätzlich tritt die Tendenz zu einer Angleichung des Kollusionsniveaus bzw. der Stabilität der Kollusion bei zugelassener gegenüber unterbundener Kommunikation zwischen der Verwendung des real-dynamischen und des simultan-wiederholten Spielmechanismus auf. Unter Berücksichtigung der bisherigen Ergebnisse zeigt sich dadurch eine stärkere Wirkung der

Kommunikation in Verbindung mit dem simultan-wiederholten gegenüber dem real-dynamischen Spielmechanismus. Dies impliziert wiederum einen substituierenden Effekt zwischen den koordinations- bzw. kollusionsfördernden Einflüssen der Real-Dynamik und der Kommunikation. Dieser substituierende Effekt zeigt sich im Rahmen der mittleren Auszahlung, dem Anteil kollusiver Zustände sowie dem Anteil des vollkommen kollusiven Zustands signifikant. Die Signifikanzstärke nimmt hierbei von der mittleren Auszahlung über den Anteil kollusiver Zustände bis zu dem Anteil des vollkommen kollusiven Zustands zu. Dies ist schlüssig, da die Metriken mit zunehmender Signifikanzstärke eine höhere Fokussierung auf die Kollusion aufweisen. Der substituierende Effekt verfehlt im Kontext der Zug-Veränderungen das Signifikanzniveau von 10% knapp. Der beschriebene substituierende Effekt zwischen Real-Dynamik und Kommunikation steht den Ergebnissen von Oprea *et al.* (2014) teilweise entgegen. Oprea *et al.* (2014) bescheinigen der Kommunikation in Kombination mit der Verwendung des zeitkontinuierlichen gegenüber dem simultan-wiederholten bzw. diskreten Spielmechanismus eine stark kooperationsfördernde Wirkung. Eine Erklärung für diese gegenläufigen Erkenntnisse kann in den unterschiedlich gewählten Spielen und hier vor allem in den damit einhergehenden unterschiedlichen Komplexitätsgraden liegen, da sich die Publikation von Oprea *et al.* (2014) nicht mit Kollusion, sondern einem Öffentliche-Güter-Spiel befasst. Dabei liegt die Koordinationsaufgabe innerhalb der vorliegenden Arbeit im Rahmen des Drei-Spieler-Gefangenendilemmas deutlich niedriger und ist deswegen (anders als im komplexeren Öffentliche-Güter-Spiel) zu gering, um einen kombinierten kollusionsfördernden Effekt der Koordinationsmechanismen Kommunikation und Real-Dynamik zu ermöglichen, welcher der Höhe ihrer addierten Einzeleffekte entspricht. Daraus resultiert der substituierende Effekt zwischen den kollusionsfördernden Vehikeln Kommunikation und Real-Dynamik in dieser Arbeit.

Eine Ausnahme stellt die Auszahlungsabweichung der individuellen Spieler gegenüber dem Treatment-Mittel dar. Hierbei entwickelt die Real-Dynamik lediglich bei zugelassener Kommunikation einen stabilisierenden Einfluss, weshalb die Kommunikation in Bezug auf diese Metrik als eine Voraussetzung für den Effekt der Real-Dynamik angesehen werden kann. Integriert betrachtet führt die Kombination aus Real-Dynamik und Kommunikation damit zu einer hohen und stabilen Kollusion zwischen den Spielern sowie zu einem stabilen Spielausgang im Sinne der Gesamtauszahlung für den individuellen Spieler. Darüber hinaus deutet sich deskriptiv, allerdings nicht statistisch signifikant, an, dass Zustände mit relativ hohen Koordinationsanforderungen, wie bspw. der Zustand vollkommener Kollusion, von beiden kombinierten

koordinations- bzw. kollusionsfördernden Vehikeln in Form der Real-Dynamik und der Kommunikation stärker profitieren. Bei einfacheren Koordinationsaufgaben ist vermutlich bereits einer der Mechanismen nahezu hinreichend, um eine starke Kollusion zu ermöglichen, was einen substituierenden Effekt nach sich zieht, während bei komplexeren Koordinationsaufgaben ein Zusammenkommen mehrerer Faktoren unterstützend auf die Kollusion wirken kann, wodurch sich die Effekte verstärken können.

Die statische Betrachtung zusammenfassend, kann der positive Einfluss der Real-Dynamik bzw. der Kommunikation auf den Grad der Kollusion sowie der damit verbundene substituierende Effekt zwischen diesen beiden Vehikeln und folglich **These I-1** vollumfänglich bestätigt werden. Die negative Wirkung der beiden thematisierten Vehikel auf die Anzahl an Zug-Veränderungen sowie deren substituierender Effekt und somit **These I-2** kann demgegenüber nur teilweise belegt werden. Darüber hinaus kann der mindernde Einfluss der Real-Dynamik sowie der Kommunikation auf die Auszahlungsabweichung und dementsprechend **These I-3** in großen Teilen gestützt werden.

Im Rahmen der dynamischen Betrachtung zeigt die Zeit einen kollusionsfördernden Effekt, allerdings ausschließlich bei zugelassener Kommunikation. Dies äußert sich in einer höheren mittleren Auszahlung, einem höheren Anteil kollusiver Zustände sowie einem höheren Anteil des vollkommen kollusiven Zustands in der zweiten gegenüber der ersten Hälfte des Spiels, unabhängig des gewählten Spielmechanismus, bei zugelassener Kommunikation. Durch diese Erkenntnisse kann die Argumentation von Kopf (2017) validiert werden. Die (kommunikative) Absprache zwischen den Spielern sowie die anschließenden Handlungen zum Erreichen eines kollusiven Zustands benötigen folglich eine gewisse Zeit. Darüber hinaus wirkt die Zeit kollusionsstabilisierend im Sinne einer niedrigeren Anzahl an Zug-Veränderungen in der zweiten gegenüber der ersten Hälfte des Spiels. Dieser Einfluss ist wiederum bei zugelassener Kommunikation im Kontext beider Spielmechanismen sichtbar. Im Falle unterbundener Kommunikation wird dieser Effekt lediglich bei Anwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus, aufgrund dessen sehr hoher Anzahl an Zug-Veränderungen innerhalb der ersten Hälfte des Spiels, sichtbar. Basierend auf diesen Erkenntnissen kann **These II-1**, nach welcher die Zeit einen positiven Einfluss auf den Grad der Kollusion ausübt, bei zugelassener Kommunikation gestützt werden, während sie im Zuge unterbundener Kommunikation nicht belegt werden kann. Abschließend kann der negative Einfluss auf die Anzahl an Zug-Veränderungen der

Spieler bzw. die kollusionsstabilisierende Wirkung der Zeit und somit **These II-2** mit Ausnahme der Anwendung des Treatments real-dynamisch ohne Kommunikation bestätigt werden.

Des Weiteren ist ein sich gegenseitig unterstützender kollusionsfördernder Effekt zwischen Kommunikation und Zeit erkennbar. Dieser Einfluss wird innerhalb der mittleren Auszahlung sowie des Anteils der kollusiven Zustände deutlich. Die beschriebene Wirkung ist im Kontext des vollkommen kollusiven Zustands nicht signifikant. Eine mögliche Ursache liegt im starken Einfluss der Real-Dynamik innerhalb des Anteils des vollkommen kollusiven Zustands. Ferner ist ein sich gegenseitig unterstützender kollusionsstabilisierender Einfluss zwischen der Real-Dynamik, der Kommunikation und der Zeit in Form einer geringeren Anzahl an Zug-Veränderungen feststellbar. Die Kommunikation benötigt demnach eine gewisse Zeit, um ihre volle Wirkung zu entfalten. Dies deutet sich insbesondere in Kombination mit der Real-Dynamik an. Äquivalent hierzu zeigt sich ein stärkerer Zugewinn des Grades der Kollusion durch die Zeit in Kombination mit der Kommunikation bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus. Der thematisierte Zugewinn kann im Rahmen der mittleren Auszahlung sowie dem Anteil des vollkommen kollusiven Zustands validiert werden. Zusätzlich ist die Abnahme an Zug-Veränderungen durch die Zeit in Kombination mit der Kommunikation bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus deutlich stärker. Hierbei soll erwähnt werden, dass die anfänglichen, d. h. in der ersten Hälfte des Spiels, im Rahmen jedes Treatments vorhandenen Zug-Veränderungen eine allgemeine Notwendigkeit für Signale und folglich Koordination durch entsprechende Züge darlegen. Anschließend erfolgt eine starke Verringerung der Zug-Veränderungen bzw. eine kollusionsstabilisierende Wirkung durch die Zeit in Kombination mit der Kommunikation und insbesondere der Real-Dynamik. Eine Erklärung ist eine erfolgreiche (kommunikative) Absprache zwischen den Spielern, die zunächst Zeit in Anspruch nimmt, und dem daraus resultierenden Erreichen eines kollusiven Zustands. Anschließend hat bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus aufgrund dessen sofortigen Reaktionsmöglichkeiten kein Spieler einen Anreiz diesen Zustand zu verlassen. Aufgrund des hohen Kollusionsniveaus bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus und zugelassener Kommunikation ist dies schlüssig.

Übergreifend kann konstatiert werden, dass die Kombination der drei Vehikel Real-Dynamik, Kommunikation und Zeit in einem sehr hohen Anteil vollkommener Kollusion mündet. Dies ist

insbesondere anhand des Anteils des vollkommen kollusiven Zustands sowie dessen Entwicklung zwischen erster und zweiter Hälfte des Spiels zu erkennen. Zusätzlich liegt in diesem Fall eine sehr geringe Anzahl an Zug-Veränderungen vor, welche eine hohe Stabilität der Kollusion impliziert. Die drei Vehikel Real-Dynamik, Kommunikation und Zeit wirken somit kollusionsfördernd und -stabilisierend.

Kommunikation je Spielmechanismus und potenzielle Substitution durch Real-Dynamik

Für die Interpretation sowie das tiefergehende Verständnis der bereits etablierten Ergebnisse und deren Gründe bzw. Treiber wird im folgenden Abschnitt die Kommunikation in Abhängigkeit des gewählten Spielmechanismus kurz beleuchtet. Hierbei soll erneut erwähnt werden, dass diese Untersuchung explizit nicht auf eine Inhaltsanalyse der Kommunikation ausgelegt ist. Infolgedessen ist die vorliegende Stichprobengröße nicht ausreichend, um signifikante Ergebnisse im Rahmen einer Inhaltsanalyse der Kommunikation zu erhalten. Zum Zwecke einer integrierten Betrachtung wird allerdings in kleinem Umfang deskriptiv auf die Wortanzahl sowie die Absprachen bzw. deren Zeitpunkte eingegangen. Dabei beläuft sich die mittlere genutzte Wortanzahl innerhalb eines Spiels bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus auf ca. 83 Wörter, während dieser Wert bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus bei ca. 127 Wörtern liegt. Darüber hinaus wurde ein Filter angewendet, der die Kommunikation bzw. die Wörter, welche nicht spiel- bzw. konfliktbezogen sind, eliminiert. Unter Anwendung dieses Filters werden im Rahmen des real-dynamischen Spielmechanismus ca. 65 relevante Wörter innerhalb eines Spiels gewechselt, während im Kontext des simultan-wiederholten Spielmechanismus ca. 99 relevante Wörter zwischen den Spielern ausgetauscht werden. Zusätzlich wurde im Falle einer getätigten Absprache der entsprechende Zeitpunkt erfasst, wobei sich dieser stets auf die erste Absprache innerhalb eines Spiels bezieht. Darin besteht der durchschnittliche Zeitpunkt einer Absprache bei Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus bei ca. 212 Sekunden, während bei Verwendung des simultan-wiederholten Spielmechanismus im Mittel bereits nach ca. 190 Sekunden eine Absprache getroffen wird. Demnach besteht die Tendenz, dass bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus weniger Kommunikation nötig ist. Obwohl dieser Effekt nicht signifikant ist, wird hierdurch die obige Begründung für eine negative Wechselwirkung zwischen Real-Dynamik und Kommunikation im vorliegenden Spiel gestärkt: Augenscheinlich dient die Real-Dynamik bis zu einem gewissen Grad als Substitut für die Kommunikation. Dies könnte auf die kollusionsfördernden Eigenschaften der Real-Dynamik

zurückzuführen sein. An dieser Stelle sind weitere Untersuchungen, insbesondere in Bezug auf Quantität und Qualität der Kommunikation inklusive einer entsprechenden Inhaltsanalyse wünschenswert.

Abschließend kann erneut festgestellt werden, dass Real-Dynamik, Kommunikation und Zeit kollusionsfördernd wirken. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Beziehung zwischen Kommunikation und Real-Dynamik. Die Kommunikation weist einen starken kollusionsfördernden Einfluss auf. Die Real-Dynamik begünstigt kollusives Verhalten aufgrund ihrer schnellen Interaktions- bzw. Signalisierungsmöglichkeiten sowie der daraus resultierenden reichhaltigen Informationsstruktur, allerdings in etwas schwächerer Form. Deswegen substituieren sich diese beiden kollusiven Vehikel bis zu einem gewissen Grad. Somit kann die zu Beginn formulierte übergeordnete These dieser Untersuchung, nach welcher die Kommunikation, die Real-Dynamik und die Zeit Kollusion zwischen den Spielern fördern, wobei sich Kommunikation und Real-Dynamik häufig substituieren, gestützt werden. Basierend auf diesem substituierenden Effekt kann die Real-Dynamik zu einem Teil die Kommunikation im Kontext der Kollusion ersetzen. Für diesen Aspekt spricht zusätzlich die Tendenz einer geringeren Wortanzahl im Rahmen der Kommunikation bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultanwiederholten Spielmechanismus. Folglich kann der real-dynamische gegenüber dem simultanwiederholten Spielmechanismus implizite Kollusion, wie sie bspw. in der Chemie- bzw. Luftfahrtbranche oder unter Tankstellen vorkommt, besser erklären. Demnach kann der real-dynamische Spielmechanismus einen Nutzen im Rahmen entsprechender Simulationen von kollusiven Konflikten stiften, da er die Realität in diesen Fällen besser als der simultanwiederholte Spielmechanismus abbildet sowie die korrespondierende Diskrepanz zwischen impliziter und expliziter Kollusion mindert.

6 Abschließende Überlegungen

In diesem Abschnitt soll zunächst eine Zusammenfassung der gesamten Arbeit erstellt werden, welche eine Überprüfung der in Kapitel 1.2 *Zielsetzung und Methodik* formulierten Ziele der Untersuchung ermöglicht. Ferner soll die Ausarbeitung kritisch gewürdigt werden, um anschließend einen Ausblick auf potenzielle weitere Forschungsvorhaben und Implikationen zu geben.

6.1 Zusammenfassung und Abgleich mit den Forschungszielen

Die vorliegende Arbeit fußt auf der Überzeugung, dass die Kommunikation sowie der Spielmechanismus einen Einfluss auf eine potenzielle Kollusion zwischen Spielern ausüben. Im Rahmen der Literaturrecherche wurde deutlich, dass der positive Einfluss von nicht-bindender Kommunikation auf Koordination, Kooperation und Kollusion bereits ausführlich untersucht wurde. Dies zeigen (Meta-)Analysen von Sally (1995), Engel (2007), Balliet (2010) oder Fonseca und Normann (2012). Der Einfluss des Spielmechanismus auf Kooperation und Koordination ist deutlich seltener analysiert worden. Veröffentlichungen von Friedman und Oprea (2012) oder Graf (2021) attestieren dem kontinuierlichen bzw. real-dynamischen Spielmechanismus aufgrund seiner reichhaltigen Informationsstruktur sowie den schnellen Reaktionsmöglichkeiten einen koordinations- bzw. kooperationsfördernden Effekt im Vergleich zu dem simultanwiederholten Spielmechanismus. Untersuchungen explizit zur Wechselwirkung zwischen der Kommunikation und dem Spielmechanismus in Bezug auf Kollusion, insbesondere unter Verwendung des Gefangenendilemmas, sind dem Autor nicht bekannt. Es existieren lediglich verwandte Analysen, bspw. von Oprea *et al.* (2014) oder Bigoni *et al.* (2019), welche jedoch andere Spiele oder Konfliktumgebungen wählen bzw. den Schwerpunkt ihrer Untersuchung auf andere Aspekte legen. In diesem Bereich wurde die für die Arbeit bestehende Forschungslücke identifiziert. Der Einfluss des real-dynamischen Spielmechanismus mit endogenen Entscheidungszeitpunkten sowie Zugreihenfolgen und der daraus resultierenden hohen Reichhaltigkeit der Informationsstruktur sollte in Kombination mit Kommunikation im Hinblick auf Kollusion untersucht werden. Hierbei sollte ein Komplexitätsgrad adressiert werden, der zwischen klassischen Zwei-Personen-Spielen und komplexeren Umgebungen, wie dem Öffentliche-Güter-Spiel, liegt. Explizit sollte ein besseres Verständnis der Wechselwirkung von Spielmechanismus und Kommunikation sowie dem Einfluss der Zeit auf Kollusion geschaffen werden.

Basierend auf diesem Ausgangspunkt ergaben sich folgende Ziele in Form von zu beantwortenden Forschungsfragen:

- Welchen Einfluss hat die Kommunikation auf Kollusion?
- Welchen Einfluss hat der Spielmechanismus auf Kollusion?
- Besteht eine Wechselwirkung zwischen den Einflüssen der Kommunikation und des Spielmechanismus auf die Kollusion und wie äußert sich diese?
- Welchen Einfluss hat die Zeit, u. a. in Abhängigkeit der anderen genannten Einflussfaktoren, auf die Kollusion?

Aus den Forschungszielen ergab sich die Notwendigkeit der vier Treatments *simultan-wiederholt ohne Kommunikation*, *simultan-wiederholt mit Kommunikation*, *real-dynamisch ohne Kommunikation* und *real-dynamisch mit Kommunikation*.

Das Gefangenendilemma, wie bereits bspw. von Friedman und Oprea (2012) und Bigoni *et al.* (2015) verwendet, erwies sich, allerdings hier mit drei Spielern, um die Kollusion zu erschweren sowie die Marktumgebung eines Oligopols abbilden zu können, als passende Repräsentation eines potenziell kollusiven Konflikts. Dadurch weist das Drei-Spieler-Gefangenendilemma den bereits thematisierten und gewünschten mittleren Komplexitätsgrad auf. Des Weiteren bietet das Gefangenendilemma eine gute Anbindung an bestehende Literatur, da es bereits breit, u. a. in Verbindung mit Kollusion, Spielmechanismen und Kommunikation, untersucht wurde. Das Drei-Spieler-Gefangenendilemma repräsentiert Kollusion dabei bestmöglich, da es innerhalb des Experiments als Preiskampf gespielt werden kann. Darüber hinaus ist das Drei-Spieler-Gefangenendilemma mit allen Treatments, insbesondere den beiden Spielmechanismen, kompatibel und birgt aufgrund seiner Symmetrie Vorteile im Bereich der Vergleichbarkeit sowie der Interpretation der zu erzielenden Ergebnisse. Zusätzlich verspricht die relativ simple inhaltliche Charakteristik des Drei-Spieler-Gefangenendilemmas ein gutes Verständnis der Probanden und somit repräsentative Ergebnisse.

Für die Überprüfung der Hypothesen wurde eine experimentelle Untersuchung gewählt. Dabei wurden 80 Spiele über alle Treatments hinweg mit je drei Spielern durchgeführt. Hierbei mussten lediglich zwei Spiele aufgrund technischer Probleme für die anschließende Analyse ausgeschlossen werden. Dies reduzierte die betrachtete Probandenzahl von ursprünglich 240 auf 234. Im Rahmen des Experiments wurde ein Querschnittsdesign umgesetzt, d. h. jeder Proband hat lediglich ein Treatment durchlaufen, während dem Probanden alle anderen

Treatments unbekannt waren. Diese Methodik wurde gewählt, da andernfalls mit Überlagerungseffekten von Treatments mit Kommunikation auf die potenziell im Anschluss folgenden Treatments ohne Kommunikation zu rechnen wäre. Aufgrund der hohen Anforderungen des real-dynamischen Spielmechanismus an die Geschwindigkeit der Reaktionsmöglichkeiten sowie der Transparenz zwischen den Spielern wurde auf einer am Institut für Unternehmensführung (IBU) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) iterativ entwickelten, computergestützten Experimentplattform aufgesetzt, welche die gewünschte Umgebung ermöglicht.

Die im Rahmen des Experiments erfassten Daten wurden im Anschluss statistisch ausgewertet. Hierfür wurden paarweise Vergleiche zwischen den Treatments durchgeführt. Im Falle unverbundener Stichproben wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet, während bei verbundenen Stichproben der Wilcoxon-Vorzeichen-Test eingesetzt wurde. Darüber hinaus wurden für weiterführende Erkenntnisse Regressionen gebildet. Diese umfassten die multiple lineare Regression und bei Vorliegen von zensierten Daten die Tobit-Regression.

Für die Hypothesenüberprüfung und darüber hinausgehende Erkenntnisse wurde das abstrakte Konstrukt Kollusion durch eine Reihe von Metriken gemessen. Diese umfassen die mittlere Auszahlung, den Anteil kollusiver Zustände, den Anteil des vollkommen kollusiven Zustands, die Zug-Veränderungen und die Auszahlungsabweichung. Die Beleuchtung der verschiedenen Metriken ermöglicht eine holistische Betrachtung des Themas Kollusion. Für die Analyse der zeitlichen Komponente wurden die soeben erwähnten Metriken neben einer statischen Betrachtung ebenso einer dynamischen Betrachtung (erste vs. zweite Spielhälfte) unterzogen.¹¹³ Die daraus hervorgegangenen Erkenntnisse sollen im Folgenden kurz zusammengefasst werden.

Im Zuge der statischen Betrachtung zeigt sich ein starker kollusionsfördernder und -stabilisierender Effekt der Kommunikation. Eine Erklärung liegt hierbei in der koordinativen Wirkung der Kommunikation. Darüber hinaus entwickelt der real-dynamische Spielmechanismus, begünstigt durch die mit ihm verbundenen Signalisierungs- und Reaktionsmöglichkeiten sowie die reichhaltige Informationsstruktur, eine kollusionsfördernde und -stabilisierende Wirkung, die sich bei unterbundener Kommunikation zeigt. In diesem Kontext wirkt die Kommunikation

¹¹³ Eine Ausnahme bildet die Auszahlungsabweichung. Diese Metrik ist lediglich in der statischen Betrachtung sinnvoll und anwendbar.

in Verbindung mit dem simultan-wiederholten Spielmechanismus stärker kollusionsfördernd als in Verbindung mit dem real-dynamischen Spielmechanismus. Es existiert somit ein substituierender Effekt zwischen den zwei kollusionsfördernden Vehikeln Kommunikation und Real-Dynamik. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse von Oprea *et al.* (2014), die ein Öffentliches-Güter-Spiel mit einer höheren Komplexität als dem Drei-Spieler-Gefangenendilemma untersuchen und in deren Analyse die Kommunikation die positive Wirkung des zeitkontinuierlichen Spielmechanismus erst ermöglicht, kann dies auf die Koordinationsaufgabe zurückgeführt werden. Im Gegensatz zu dem (vergleichsweise komplexeren) Öffentliches-Güter-Spiel scheint die Koordinationsaufgabe im Rahmen des Drei-Spieler-Gefangenendilemmas nicht ausreichend, um einen gleichzeitigen kollusionsfördernden Effekt der Vehikel Kommunikation und Real-Dynamik zu ermöglichen, welcher deren addierten Einzeleffekten entspricht. Eines dieser beiden Vehikel, insbesondere die Kommunikation, scheint dabei (teilweise) bereits ausreichen, um die erfolgreiche Koordination zwischen den Akteuren und damit einen hohen Kollusionsgrad im Rahmen des vorliegenden Spiels zu ermöglichen. Dadurch entsteht bei deren Kombination der substituierende Effekt zwischen Kommunikation und Real-Dynamik.

Im Rahmen der dynamischen Betrachtung wurde der Faktor Zeit untersucht, da die Einigung auf einen kollusiven Zustand bzw. der damit einhergehende Prozess, der unter Umständen eine Absprache beinhaltet, Zeit benötigt.¹¹⁴ Es wird ein kollusionsfördernder bzw. -stabilisierender Effekt der Zeit deutlich, der sich in der Regel allerdings lediglich bei zugelassener Kommunikation zeigt. Konsistent dazu wird eine sich gegenseitig unterstützende kollusionsfördernde Wirkung zwischen der Kommunikation und der Zeit sichtbar, die mithilfe des benötigten Zeitbedarfs einer (kommunikativen) Absprache zwischen den Akteuren und den anschließenden Handlungen bzw. der Koordination auf einen kollusiven Zustand begründet werden kann. Darüber hinaus entwickeln die Kommunikation, die Real-Dynamik und die Zeit einen sich gegenseitig unterstützenden kollusionsstabilisierenden Effekt, da nach Etablierung eines kollusiven Zustands im Rahmen des real-dynamischen Spielmechanismus aufgrund der damit verbundenen unmittelbaren Reaktionsmöglichkeiten kein Spieler einen Anreiz hat aus diesem

¹¹⁴ Innerhalb der dynamischen Betrachtung werden ausschließlich neue Erkenntnisse thematisiert. Auf bereits beschriebene Ergebnisse der statischen Betrachtung wird nicht erneut eingegangen.

Zustand abzuweichen. Folglich mündet die Kombination der drei Vehikel Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit in einem sehr hohen Kollusionsgrad mit einer hohen Stabilität.

Ferner zeichnet sich, statistisch nicht signifikant, eine geringere genutzte Wortanzahl bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus bei zugelassener Kommunikation ab.¹¹⁵ Dieser Umstand deutet ebenfalls einen möglichen (partiellen) Ersatz der Kommunikation durch die Real-Dynamik an, der die zuvor beschriebene Begründung für den substituierenden Effekt zwischen Kommunikation und Real-Dynamik bekräftigt, da die Real-Dynamik scheinbar bereits so stark koordinierend wirkt, dass die Spieler weniger kommunizieren müssen. Somit liefert diese Untersuchung einen Erklärungsansatz für implizite Kollusion, der eine realitätsnahe Modellierung im Rahmen von spieltheoretischen Analysen begünstigt.

Die vorliegende Ausarbeitung hat die Schnittstelle von Untersuchungen zu Kollusion, Kommunikation und Spielmechanismen anvisiert. Die in Kapitel 1.2 *Zielsetzung und Methodik* formulierten Ziele der Arbeit bzw. die zu beantwortenden Forschungsfragen konnten hierbei erfolgreich adressiert werden.

6.2 Kritische Würdigung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit, die korrespondierenden Ergebnisse sowie die im Zuge der Untersuchung getroffenen und relevanten Entscheidungen sollen im Folgenden kritisch beleuchtet werden. Es wurden bereits diverse kritische Punkte in der Arbeit an den jeweiligen Stellen angesprochen. In diesem Abschnitt wird zunächst auf die drei zentralen Einschränkungen bzw. möglichen Kritikpunkte eingegangen:

- Die vorliegende empirische Untersuchung bezieht sich ausschließlich auf das Drei-Spieler-Gefangenendilemma. Dies bildet Kollusion zwar hervorragend ab, allerdings zeigen andere Veröffentlichungen, bspw. von Oprea *et al.* (2014) zum Öffentliche-Güter-Spiel, dass in differierenden Konfliktsituation unterschiedliche Ergebnisse die Folge sein können. Dies relativiert die erzielten Erkenntnisse dieser Arbeit und führt zu einer

¹¹⁵ Die vorliegende Untersuchung wurde nicht zum Zwecke einer Inhaltsanalyse der Kommunikation konzipiert. Deswegen werden die in diesem Abschnitt beschriebenen Ergebnisse zur genutzten Wortanzahl lediglich als Indizien herangezogen.

Notwendigkeit der Einordnung in die bestehende Literatur. Des Weiteren geht damit eine Verringerung der externen Validität einher.

- Die theoretischen Erklärungen zu den Gründen der einzelnen und kollektiven Ergebnisse basieren auf (plausiblen) Argumenten. Darüber hinaus ist es theoretisch möglich, dass andere alternative Erklärungen dazukommen können. In einem strengen Sinne sind die Erklärungen, wie üblich, nicht explizit durch die Empirie überprüft, sondern fundieren auf der zugrundeliegenden Theorie und den schlüssigen, diese Theorie unterstützenden, experimentellen Ergebnissen.
- Für die Vergleichbarkeit der Treatments mussten, wie bereits thematisiert, teilweise Vereinfachungen vorgenommen werden. Die unterschiedlichen Zeitintervalle zwischen simultan-wiederholtem und real-dynamischem Spielmechanismus führten zu einer Betrachtung der Durchschnittswerte über die gesamte Spieldauer, um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Des Weiteren wurden im Rahmen der Zug-Veränderungen bewusst nicht alle Datenpunkte der Treatments des real-dynamischen Spielmechanismus verwendet, da ein für die Vergleichbarkeit notwendiges einheitliches Zeitintervall, das sich nach dem simultan-wiederholten Spielmechanismus richtet, etabliert werden musste. Hierbei kann argumentiert werden, dass dies die Ergebnisse verändert bzw. die Vergleichbarkeit trotzdem nicht vollumfänglich hergestellt wurde und somit der internen Validität schadet. In den Daten existieren dazu allerdings keine Hinweise.

Folgend soll über die soeben beschriebenen Punkte hinaus die externe, interne und statistische Validität der Arbeit kurz kritisch beleuchtet werden. Es wurde eine experimentelle Untersuchung gewählt, da u. a. nach Fonseca und Normann (2012) die Datenlage zu Kollusion im Rahmen von empirischen Feldstudien dünn und fehlerbehaftet ist. Diese Entscheidung geht mit einer Einschränkung der externen Validität im Vergleich zu Felddaten einher. Trotz aller in Kapitel 4 *Konzeption, Operationalisierung und Durchführung des Experiments* beschriebenen und angewandten Maßnahmen für die externe Validität ist ein Modell stets mit einer Komplexitätsreduktion gegenüber der Realität verbunden. Hierbei können vereinfachende Annahmen innerhalb des Spiels, wie die nicht vorhandenen Wechselkosten oder Verträge, genannt werden. Darüber hinaus existieren weitere Konfliktszenarien oder Preisbildungsmechanismen, wie bspw. Auktionen, die ebenfalls im Kontext der Kollusion betrachtet werden könnten. Des Weiteren könnte eine Variation der Auszahlungen in vorliegendem Konflikt verschiedene

Marktausprägungen abbilden und folglich zu einer Erhöhung der externen Validität führen. Daran anschließend könnte die Erhöhung der Spieleranzahl weitere Erkenntnisse liefern, auch wenn nach Grujić *et al.* (2012) die Version des Gefangenendilemmas mit drei Spielern die Ergebnisse von Gefangenendilemmata mit einer höheren Spieleranzahl gut prognostiziert. Zusätzlich muss erwähnt werden, dass Studierende innerhalb der genutzten Stichprobe überrepräsentiert sind. Dies ist laut diversen Veröffentlichungen, bspw. von Davis und Holt (1993), Friedman und Cassar (2004), Croson (2005) oder Holt (2020), allerdings unkritisch. Insgesamt kann trotz der soeben beschriebenen Einschränkungen von einer guten externen Validität ausgegangen werden.

Zur Vermeidung von Lern- und Überlagerungseffekten, insbesondere von Treatments mit Kommunikation auf im Anschluss folgende Treatments ohne Kommunikation, wurde ein Querschnittsdesign gewählt. Dies impliziert, dass Charakteristiken und Einflüsse der individuellen Teilnehmer, bspw. Persönlichkeitseigenschaften, nicht kontrolliert werden können. Die Folge ist eine reduzierte interne Validität. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, wurden eine randomisierte Zuteilung und eine ausreichende Stichprobengröße angesetzt. Darüber hinaus war der Autor aufgrund der zur Zeit des Experiments vorherrschenden Corona-Lage zu einer Online-Durchführung gezwungen. Dies geht mit Vor- und Nachteilen einher. Etwaige nonverbale Kommunikation zwischen den Teilnehmenden im Rahmen von Laborexperimenten kann ebenso wie Anwenderfehler bei der Experimentvorbereitung verhindert bzw. vermindert werden. Demgegenüber können andere Störquellen, wie die Ablenkung der Probanden oder die Kommunikation über externe Kanäle zwischen den Teilnehmenden, trotz der Gewährleistung einer anonymen Anmeldung zum Experiment, nicht vollkommen ausgeschlossen werden. In dessen liegt bei keiner der in diesem Abschnitt angesprochenen Problematiken ein Anzeichen für eine systematische Verzerrung innerhalb einzelner Treatments vor. Dies verspricht eine gute interne Validität.

Die statistische Validität wurde innerhalb dieser Arbeit gewahrt, indem stets alle Voraussetzungen für die angewendeten statistischen Verfahren geprüft und etwaige kritische Aspekte durch Gegenmaßnahmen, bspw. die Verwendung robuster Standardfehler, adressiert wurden. Zusätzlich ergibt die holistische Betrachtung aller analysierten Metriken ein stimmiges Gesamtbild, welches der Untersuchung eine hohe Validität verleiht.

Wie bereits mehrfach thematisiert, wird innerhalb dieser Untersuchung ein substituierender Effekt zwischen den kollusionsfördernden Koordinationsmechanismen Kommunikation und Real-Dynamik festgestellt. Demgegenüber stehen die Erkenntnisse von Oprea *et al.* (2014) im Rahmen eines Öffentliche-Güter-Spiels, in dem die Kommunikation die positive Wirkung des zeitkontinuierlichen Spielmechanismus erst ermöglicht. Als zentraler Unterscheidungspunkt wurde der Komplexitätsgrad des Spiels und die damit korrespondierende Koordinationsaufgabe identifiziert, die im Drei-Personen-Gefangenendilemma niedriger liegt als im Öffentliche-Güter-Spiel. Daraus lässt sich die Hypothese ableiten, dass zwischen diesen beiden Spielen bzw. den korrespondierenden Komplexitätsgraden ein Kippunkt liegen könnte, bei dem der substituierende in einen gegenseitig verstärkenden Effekt zwischen Kommunikation und Real-Dynamik übergeht. An dieser Stelle wären weiterführende Analysen wünschenswert. Von besonderem Interesse ist demnach der Charakter und die Schwierigkeit der Koordinationsanforderung für eine erfolgreiche Kollusion. In diesem Kontext sollten die Wechselwirkungen zwischen Kommunikation, Real-Dynamik und Zeit mithilfe anderer Konflikte adressiert werden. Hierbei sind eine Variation bzw. Erhöhung der Spielerzahl im Gefangenendilemma aufgrund der schwierigeren Koordination, aber auch darüber hinausgehende Konflikte denkbar. Zusätzlich bieten sich weitere Forschungsansätze im Bereich Kollusion an. Hierbei wären insbesondere Analysen mit verwandten bzw. anderen Marktmechanismen und, eventuell asymmetrischen, Spielen unter Verwendung des real-dynamischen Spielmechanismus wünschenswert. Ferner könnten inhaltliche Textanalysen der Kommunikation bei Verwendung des real-dynamischen gegenüber dem simultan-wiederholten Spielmechanismus weitere Ergebnisse generieren, da dies im Spektrum der vorliegenden Arbeit nicht vorgesehen war.

Als Folge der Möglichkeit einer in vielen Fällen realitätsnahen Modellierung durch den real-dynamischen Spielmechanismus sollte dieser im Rahmen der Adressierung bzw. Simulation vergleichbarer Szenarien fortan eine größere Bedeutung in den entsprechenden Forschungsbereichen finden.

Appendix

A.1 Steuerungseinheit bzw. Control-Center der Experimentplattform

The screenshot displays the 'WEBAPP (3PPD Edition) Control Center | Game Control Center'. At the top, there are tabs for 'Game 1' through 'Game 5'. Below this, a 'Manual Controls' section includes buttons for 'Activate' (green), 'Deactivate' (red), and 'Reset' (blue), along with input fields for 'Player ID' and 'ACTIVE GAME ID' with 'Set' buttons. The main area is divided into three columns: 'SIMULTANEOUS action choice', 'SEQUENTIAL randomized action choice', and 'CONTINUOUS action choice'. Each column has a 'Game Parameters | Settings' section with input fields and 'Set' buttons for 'Set Number of Rounds/Turns', 'Set Additional Random Rounds/Turns', and 'Time per Round/Turn'. The 'CONTINUOUS' column also includes 'Set Game Duration', 'Set Additional Random Duration', and 'Payoff Pulse Time'. Below the settings is a 'Game Controls | Tracking' section with 'Start Game' (green) and 'Reset Game' (blue) buttons, and progress indicators for 'Game Progress', 'Round Time', and 'Time until next turn' (or 'Payoff-Pulse'). At the bottom, there is a 'Terminal | Console Output' area which is currently empty.

Abbildung A.1: Control-Center der Experimentplattform (Darstellung nach Graf (2021))

A.2 Korrespondenz zwischen Experimentleiter und Teilnehmenden im Einladungsprozess

Online-Experiment-Einladung

Hallo #firstname #lastname,

Hiermit möchten wir Sie zu einem Experiment einladen.

Das Experiment findet ONLINE, aber **zu einem zuvor definierten Zeitpunkt** statt. Dazu wird das Programm Zoom genutzt. Sie erklären sich deswegen mit Ihrer Anmeldung dazu bereit dieses Programm zu nutzen. Bitte nutzen Sie hierfür einen Laptop oder PC, KEIN ausschließlich mobiles Endgerät (Handy, etc.). Für das Experiment ist **KEINE** Anwesenheit im KD2Lab erforderlich.

Bitte beachten Sie, dass das Experiment in deutscher Sprache durchgeführt wird. D.h., Sie sollten entweder MUTTERSPRACHLER/IN sein oder über gleichwertige Sprachkenntnisse verfügen.

Es stehen die folgenden Termine zur Auswahl:

#sessionlist_de

Das Experiment wird ca. 30 Minuten dauern. Die Anmeldung zu einem der Termine ist verbindlich. Sollten Sie dennoch aus triftigem Grund nicht teilnehmen können, sagen Sie bitte unbedingt möglichst frühzeitig per E-Mail an KD2Lab@iism.kit.edu ab.

Wenn Sie teilnehmen möchten, können Sie sich unter dem folgenden Link anmelden:

#link

Loggen Sie sich bitte unbedingt pünktlich, d.h. 5 Minuten vor Experimentbeginn ein. Der Zoom-Link folgt mit der Anmeldebestätigung. Falls gewünscht, können Sie sich gegenüber anderen Teilnehmern anonymisieren.

Die Auszahlung bei dieser Onlinestudie erfolgt per Banküberweisung. Bitte nehmen Sie daher nur teil, wenn Sie mit der Auszahlung auf diesem Weg einverstanden sind. Personenbezogene Daten, die Sie für die Auszahlung an das KD²Lab übermitteln, werden nicht mit Ihren Entscheidungen im Experiment in Verbindung gebracht. Die entsprechende Datenschutzerklärung zur Verarbeitung der Daten können Sie unter <https://www.kd2lab.kit.edu/280.php> einsehen.

Mit freundlichen Grüßen

Ihre Experimentleitung

Abbildung A.2: Einladungsmail an potenzielle Experimentteilnehmende via "HROOT" (eigene Darstellung)

Anmeldebestätigung zu Online-Experiment

Hallo #firstname #lastname,

vielen Dank für Ihre Anmeldung. Die Anmeldung ist verbindlich, beachten Sie hierbei bitte, dass das Experiment nur mit einer bestimmten Teilnehmerzahl stattfinden kann. Sollten Sie dennoch aus triftigem Grund nicht teilnehmen können, sagen Sie bitte unbedingt möglichst frühzeitig per E-Mail an KD2Lab@iism.kit.edu ab, damit wir anderen die Teilnahme ermöglichen können.

Sie sind für den folgenden Termin registriert:

#session_date_de #session_start_time

Das Experiment findet ausschließlich ONLINE statt. Bitte nutzen Sie hierfür einen Laptop oder PC, KEIN ausschließlich mobiles Endgerät (Handy, etc.). Bitte loggen Sie sich rechtzeitig, d.h. 5 Minuten vor Experimentbeginn unter folgendem Zoom-Link ein:

<https://kit-lecture.zoom.us/j/63722207308?pwd=aFNONmxOczNs-bWNqaU56bmo3VWR0Zz09>

Meeting-ID: 637 2220 7308

Kenncode: 033769

Zur Erinnerung: Die Auszahlung bei dieser Onlinestudie erfolgt per Banküberweisung. Bitte nehmen Sie daher nur teil, wenn Sie mit der Auszahlung auf diesem Weg einverstanden sind. Personenbezogene Daten, die Sie für die Auszahlung an das KD²Lab übermitteln, werden nicht mit Ihren Entscheidungen im Experiment in Verbindung gebracht. Die entsprechende Datenschutzerklärung zur Verarbeitung der Daten können Sie unter <https://www.kd2lab.kit.edu/280.php> einsehen.

Mit freundlichen Grüßen

Ihre Experimentleitung

Abbildung A.3: Bestätigungsmail an Experimentteilnehmende via "HROOT" (eigene Darstellung)

Erinnerung an Ihre Anmeldung zum Online-Experiment

Hallo #firstname #lastname,

Dies ist eine Erinnerungsnachricht, dass Sie sich verbindlich für das folgende ONLINE-Experiment angemeldet haben:

#session_date_de, #session_start_time

Bitte nutzen Sie hierfür einen Laptop oder PC, KEIN ausschließlich mobiles Endgerät (Handy, etc.).

Sollten Sie dennoch aus triftigem Grund nicht teilnehmen können, sagen Sie bitte unbedingt möglichst frühzeitig per E-Mail an KD2Lab@iism.kit.edu ab.

Bitte loggen Sie sich rechtzeitig, d.h. 5 Minuten vor Experimentbeginn unter folgendem Zoom-Link ein:

<https://kit-lecture.zoom.us/j/63722207308?pwd=aFNONmxOczNs-bWNqaU56bmo3VWR0Zz09>

Meeting-ID: 637 2220 7308

Kenncode: 033769

Zur Erinnerung: Die Auszahlung bei dieser Onlinestudie erfolgt per Banküberweisung. Bitte nehmen Sie daher nur teil, wenn Sie mit der Auszahlung auf diesem Weg einverstanden sind. Personenbezogene Daten, die Sie für die Auszahlung an das KD²Lab übermitteln, werden nicht mit Ihren Entscheidungen im Experiment in Verbindung gebracht. Die entsprechende Datenschutzerklärung zur Verarbeitung der Daten können Sie unter <https://www.kd2lab.kit.edu/280.php> einsehen.

Mit freundlichen Grüßen

Ihre Experimentleitung

Abbildung A.4: Erinnerungsmail an Experimentteilnehmende via "HROOT" (eigene Darstellung)

A.3 Fragebogen an die Teilnehmenden der experimentellen Untersuchung

Seite 01

Willkommen beim Fragebogen zum Spieltheoretischen Experiment.

Die Beantwortung wird lediglich wenige Minuten in Anspruch nehmen.

Seite 02

1. Wann fand Ihre Session statt?

Die Uhrzeit bezieht sich auf den angesetzten Termin, nicht auf den tatsächlichen Spielbeginn.

Datum (DD/MM/YYYY):

Startuhrzeit (Stunden:Minuten):

Welcher Spieler waren Sie?

- Spieler A
- Spieler B
- Spieler C

Demographische Fragen

Wie alt sind Sie? (in Jahren)

Welches Geschlecht haben Sie?

- männlich
- weiblich
- keine Antwort

Welches ist ihre höchste abgeschlossene Ausbildung?

- Promotion
- Master/Diplom
- Bachelor
- Kaufmännische Ausbildung
- Abitur
- Keine Antwort zutreffend

In welcher Fachrichtung liegt/lag Ihr Studienschwerpunkt?

- Wirtschaftswissenschaften
- Ingenieurwissenschaften
- Naturwissenschaften
- Geisteswissenschaften
- Rechtswissenschaften
- Andere:

Fragen zu Ihren Erfahrungen mit strategischen Entscheidungsproblemen

Bitte beschreiben Sie, ob und auf welche Art und Weise Sie sich Kenntnisse in den Bereichen Spieltheorie und Strategischer Konfliktanalyse 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 Strategischer Konfliktanalyse ein?

- Keine
- Gering
- Grundlegend
- Erweitert
- Sehr gut

Fragen zu Ihren Erfahrungen mit Laborexperimenten

An wie vielen ökonomischen/soziologischen/psychologischen Laborexperimenten haben Sie vor diesem Experiment teilgenommen?

- Keine
- 1
- 2
- 3
- 4-10
- >10

Fragen zum Spielablauf

Was war Ihr wesentliches Ziel während des Experiments?

- Ich habe versucht meine eigene durchschnittliche Auszahlung zu maximieren
- Ich habe versucht eine höhere Punktzahl als meine Mitspieler zu erzielen
- Ich habe versucht die Gesamtpunktzahl aller Spieler zu maximieren
- Ich habe versucht die Punktzahl meiner Mitspieler zu minimieren
- Ich habe ein anderes Ziel verfolgt:

Ich habe versucht gegnerische Aktionen vorherzusehen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Ich habe mein Verhalten von den vorangegangenen Aktionen der anderen Spieler abhängig gemacht.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Ich habe versucht meine Gegenspieler für ungünstiges Verhalten zu bestrafen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Ich habe versucht durch häufige Strategiewechsel den Spielverlauf zu behindern bzw. meine Gegner zu zermürben.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Es wurde ein Konsens-Zustand unter den Spielern gefunden.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Seite 07

2. War bei Ihnen Kommunikation erlaubt und möglich?

- Ja
- Nein

Fragen zur Kommunikation

Die Kommunikation fand häufig statt.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Die Kommunikation war detailliert.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Es wurden klare Absprachen getroffen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Ich habe die getroffenen Absprachen eingehalten.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Die anderen Spieler haben die getroffenen Absprachen eingehalten.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Es wurde ein Konsens-Zustand durch die Absprachen unter den Spielern gefunden.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort aus.

- Trifft überhaupt nicht zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft eher zu
- Trifft voll zu

Letzte Seite

Der Fragebogen ist beendet.

Bitte folgen Sie nachstehendem Link, um mit dem Ihnen zur Verfügung gestellten Token datenschutzkonform Ihre Zahlungsinformationen zu hinterlegen: <https://iism-im-survey.iism.kit.edu/limesurvey/index.php/survey/index/sid/132287/newtest/Y/lang/de>

Vielen Dank für Ihre Teilnahme am Experiment!

Abbildung A.5: Fragebogen an die Teilnehmenden der experimentellen Untersuchung (eigene Darstellung)

A.4 Experimenteinführung – Folien

Simultan-wiederholt ohne Kommunikation



Spieltheoretisches Experiment



Preiskampf



Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



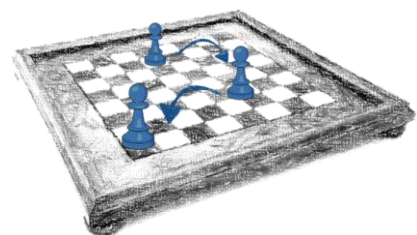
Einführung: Marktumgebung und Experiment-Software



Interaktives Experiment



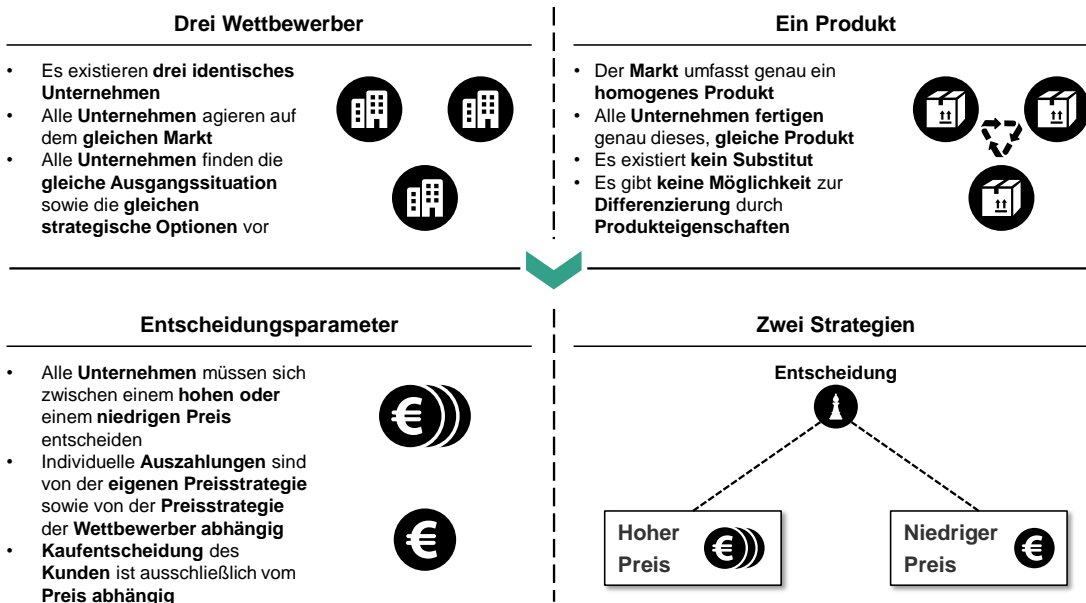
Fragebogen



Im Rahmen des heutigen Experiments werden Sie ein Unternehmen spielen, das eine Preisentscheidung treffen muss



Spielcharakteristik und Szenario



3

Die Auszahlung spiegelt die momentane Situation des eigenen Unternehmens, in Abhängigkeit der Entscheidungen des Wettbewerbs, im Markt wider



Einführung der Auszahlungsmatrix

Auszahlungsmatrix

Preiskampf		Spieler 2 >>>	Hoch		Niedrig	
		Spieler 3 >>>	Hoch	Niedrig	Hoch	Niedrig
Sie >>>		Hoch	80	40	40	0
		Niedrig	100	60	60	20

- Jede **Strategiekombination** ist **möglich** und mit einer **korrespondierenden Auszahlung** verbunden
- Die **Auszahlungsmatrix** ist für **alle Spieler gleich** (symmetrische Auszahlungen)
- Es existieren **keine irreversiblen Entscheidungen**, alle Strategien können rückgängig bzw. angepasst werden
- **Auszahlungen** können auf der **Skala von 0** (am schlechtesten) bis **100** (am besten) variieren

4

Sie spielen eine randomisierte Vielzahl an Runden, währenddessen keine Kommunikation mit den anderen Spielern möglich ist



Einführung in das Experimentumfeld



Ihre **Vergütung** für die Teilnahme an diesem **Experiment** ist **direkt** an die **Gesamtauszahlung** des **Spiels** gebunden – Je **besser** Sie **abschneiden**, desto **höher** wird Ihre **Vergütung** ausfallen

5

Die Spieloberfläche für das spieltheoretische Experiment Preiskampf besteht aus drei Komponenten



Perspektive Spieler B



6

Der vorliegende Informationsbereich liefert relevante Spielinformation bezüglich der aktuellen Situation aller drei Spieler



Perspektive Spieler B

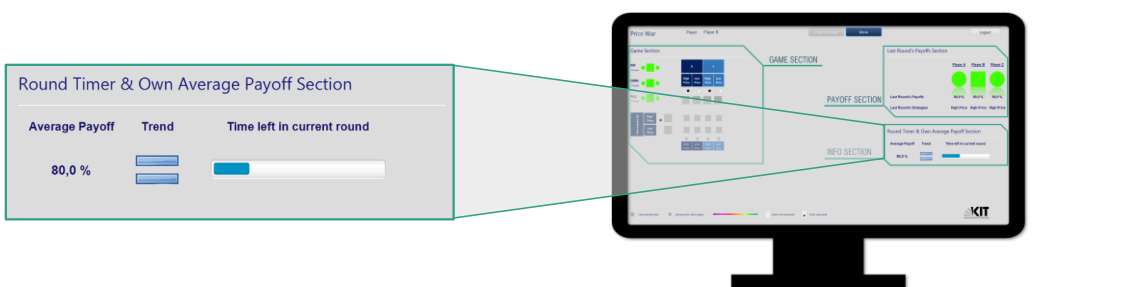


7

Der vorliegende Informationsbereich verdeutlicht die aktuelle eigene Position im Markt und den damit verbundenen Trend



Perspektive Spieler B

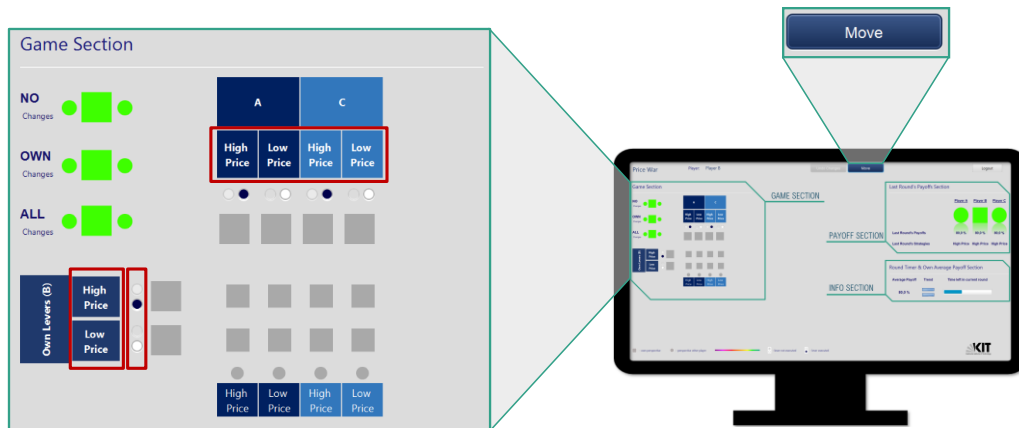


8

Der tatsächliche Spielbereich dient dazu Züge bzw. Strategien auszuführen und verschiedene Zustandskombinationen zu testen (1/2)



Perspektive Spieler B



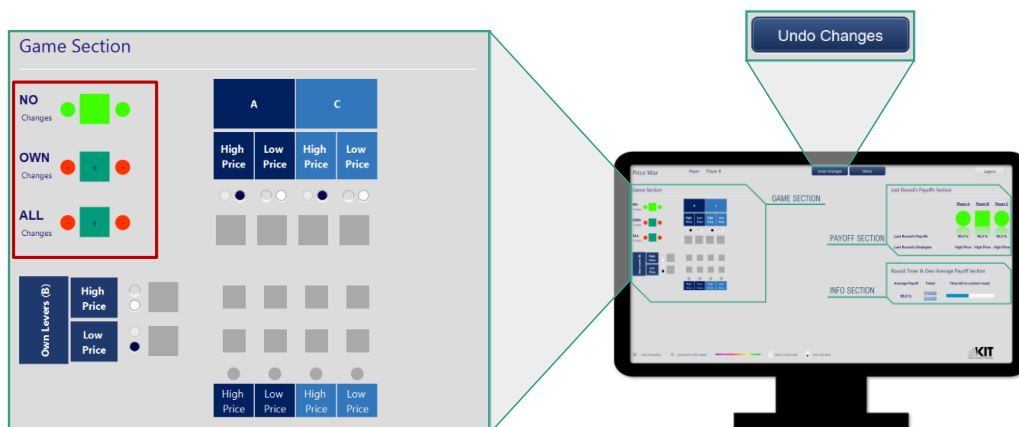
9



Der tatsächliche Spielbereich dient dazu Züge bzw. Strategien auszuführen und verschiedene Zustandskombinationen zu testen (2/2)



Perspektive Spieler B



10



Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



Abbildung A.6: Folien der Experimenteinführung Treatment simultan-wiederholt ohne Kommunikation (eigene Darstellung)

Simultan-wiederholt mit Kommunikation



Spieltheoretisches Experiment



Preiskampf



Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



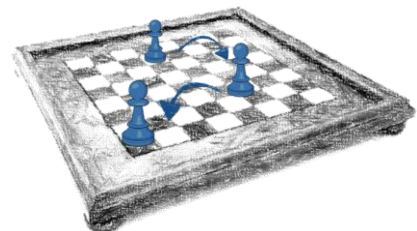
Einführung: Marktumgebung und Experiment-Software



Interaktives Experiment

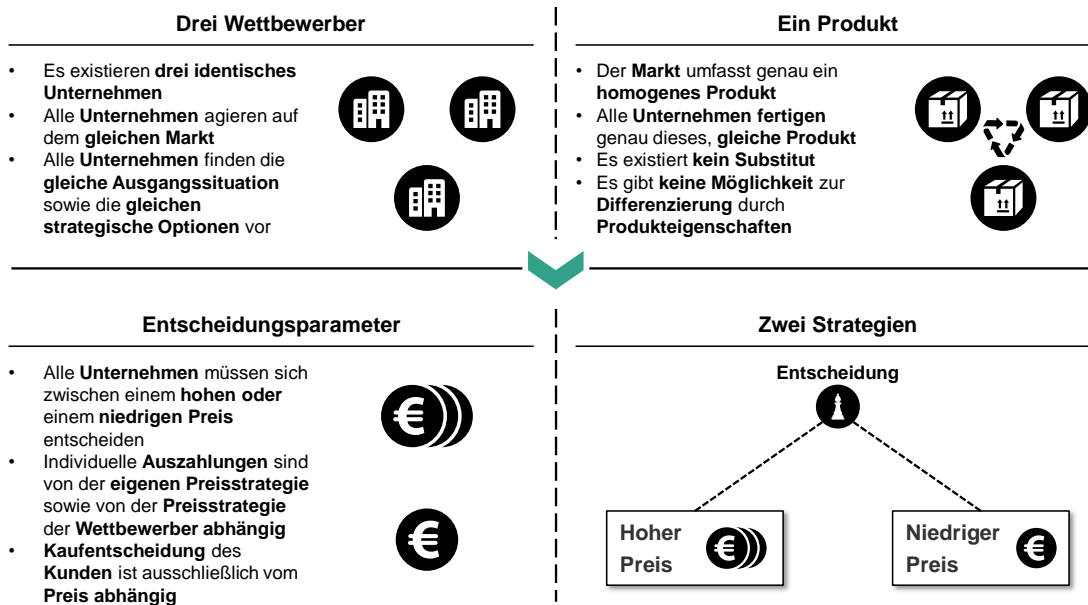


Fragebogen



Im Rahmen des heutigen Experiments werden Sie ein Unternehmen spielen, das eine Preisentscheidung treffen muss


Spielcharakteristik und Szenario



3

Die Auszahlung spiegelt die momentane Situation des eigenen Unternehmens, in Abhängigkeit der Entscheidungen des Wettbewerbs, im Markt wider

Einführung der Auszahlungsmatrix

 **Auszahlungsmatrix**

Preiskampf		Spieler 2 >>>		Spieler 3 >>>	
		Hoch	Niedrig	Hoch	Niedrig
Sie >>>	Hoch	80	40	40	0
	Niedrig	100	60	60	20



- **Jede Strategiekombination** ist möglich und mit einer **korrespondierenden Auszahlung** verbunden
- Die **Auszahlungsmatrix** ist für **alle Spieler gleich** (symmetrische Auszahlungen)
- Es existieren **keine irreversiblen Entscheidungen**, alle Strategien können rückgängig bzw. angepasst werden
- **Auszahlungen** können auf der **Skala von 0** (am schlechtesten) bis **100** (am besten) variieren

4

Sie spielen eine randomisierte Vielzahl an Runden, währenddessen Kommunikation mit den anderen Spielern möglich ist

Einführung in das Experimentumfeld

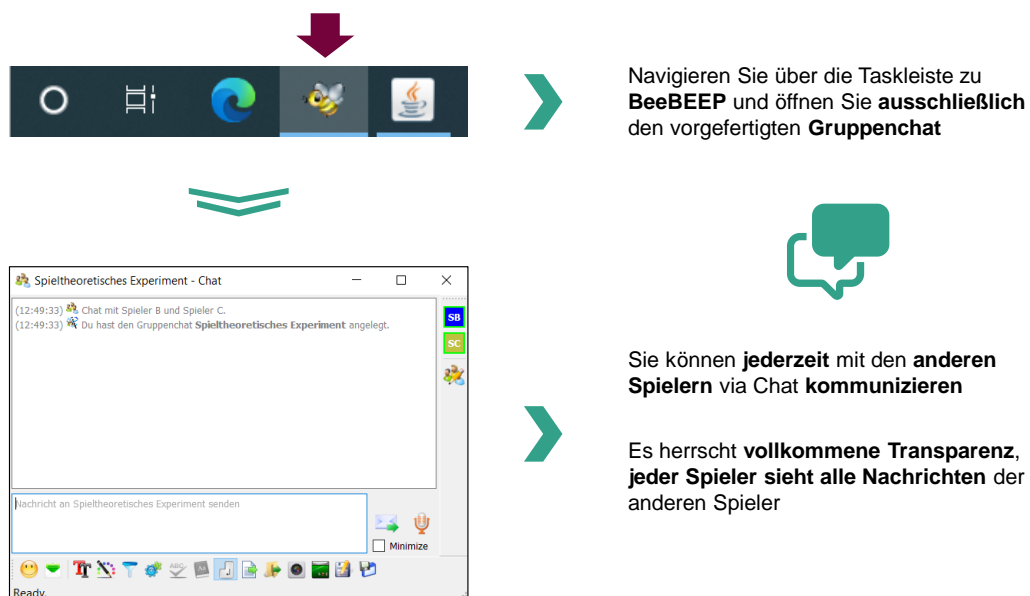



 Ihre **Vergütung** für die Teilnahme an diesem **Experiment** ist **direkt** an die **Gesamtauszahlung** des **Spiels** **gebunden** – Je **besser** Sie **abschneiden**, desto **höher** wird Ihre **Vergütung** ausfallen
 

5

Während des Experiments ist es Ihnen zu jederzeit möglich mit den anderen Spielern via BeeBEEP zu kommunizieren

Einführung in BeeBEEP



6

Die Spieloberfläche für das spieltheoretische Experiment Preiskampf besteht aus drei Komponenten



Perspektive Spieler B

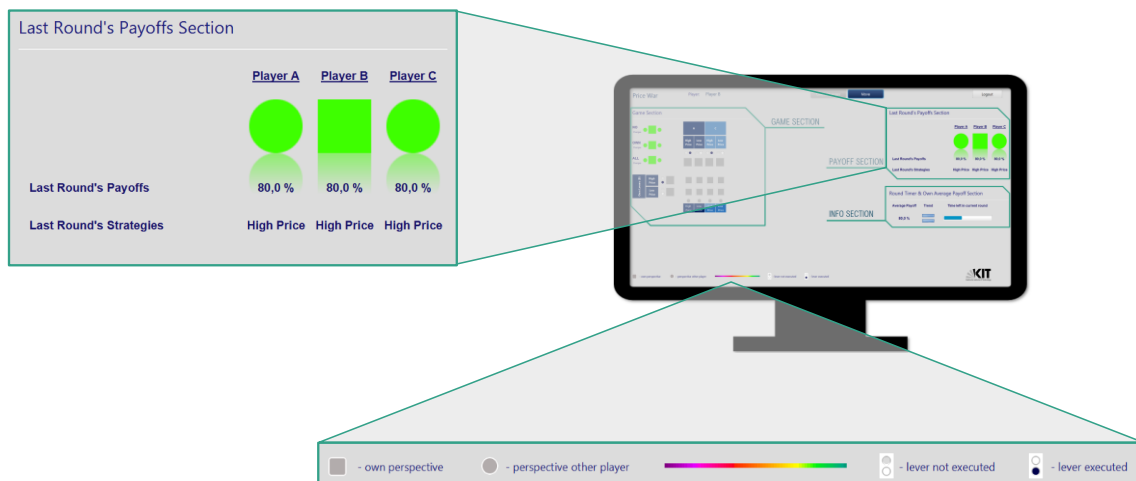


7

Der vorliegende Informationsbereich liefert relevante Spielinformation bezüglich der aktuellen Situation aller drei Spieler



Perspektive Spieler B

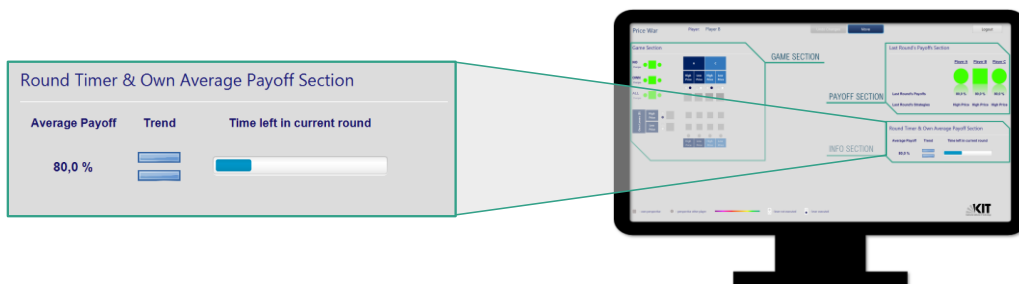


8

Der vorliegende Informationsbereich verdeutlicht die aktuelle eigene Position im Markt und den damit verbundenen Trend



Perspektive Spieler B



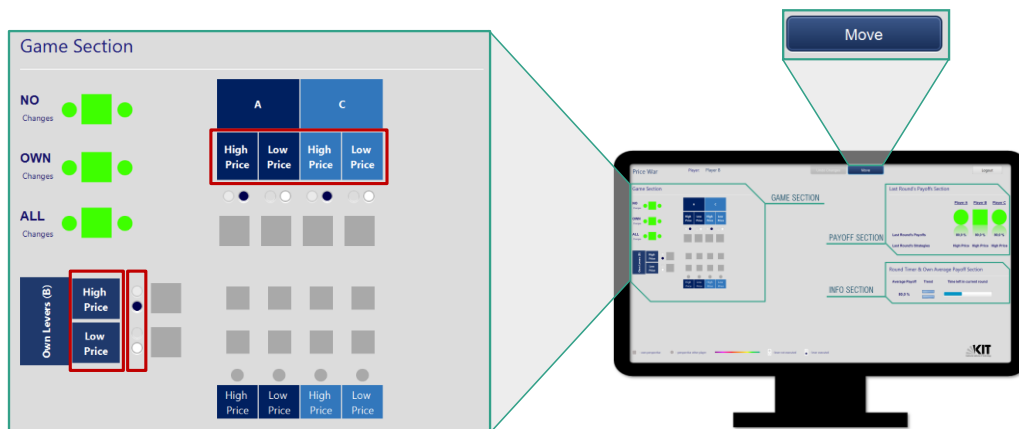
9



Der tatsächliche Spielbereich dient dazu Züge bzw. Strategien auszuführen und verschiedene Zustandskombinationen zu testen (1/2)



Perspektive Spieler B

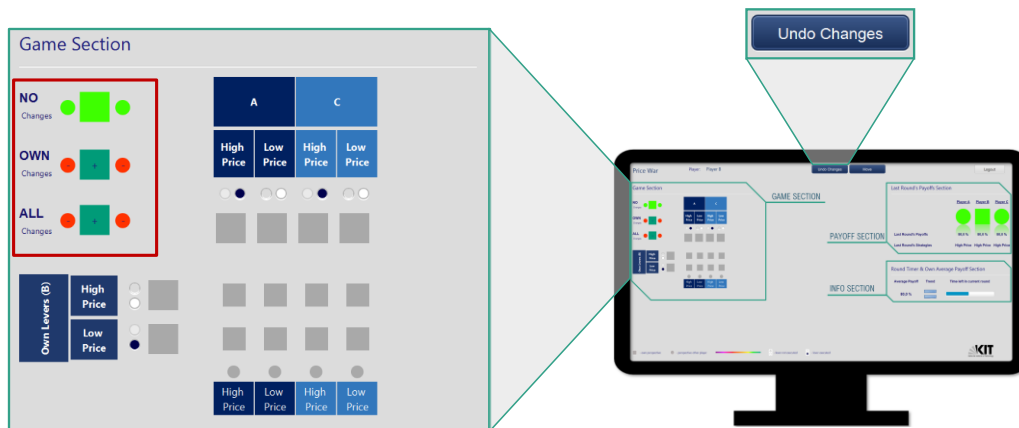


10



Der tatsächliche Spielbereich dient dazu Züge bzw. Strategien auszuführen und verschiedene Zustandskombinationen zu testen (2/2)

Perspektive Spieler B



11



Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



12



Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



Abbildung A.7: Folien der Experimenteinführung Treatment simultan-wiederholt mit Kommunikation (eigene Darstellung)

Real-dynamisch ohne Kommunikation



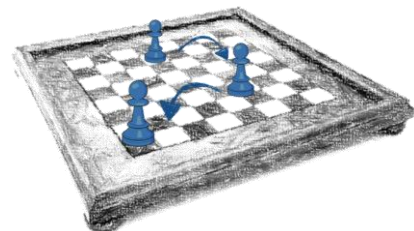
Spieltheoretisches Experiment



Preiskampf



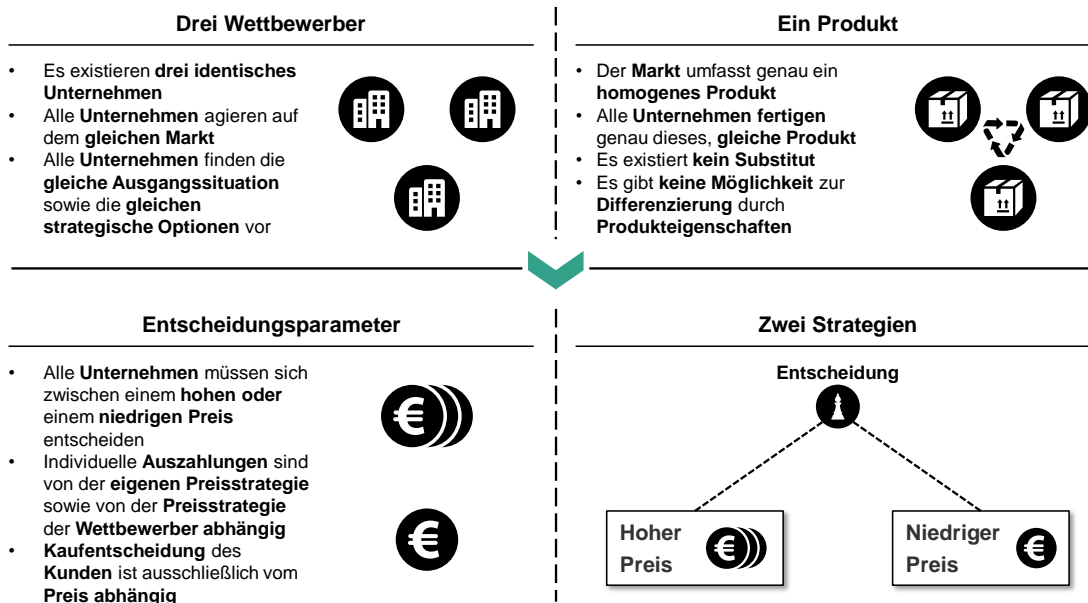
Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



Im Rahmen des heutigen Experiments werden Sie ein Unternehmen spielen, das eine Preisentscheidung treffen muss



Spielcharakteristik und Szenario



3

Die Auszahlung spiegelt die momentane Situation des eigenen Unternehmens, in Abhängigkeit der Entscheidungen des Wettbewerbs, im Markt wider



Einführung der Auszahlungsmatrix

Auszahlungsmatrix

		Spieler 2 >>>			
		Hoch		Niedrig	
Preiskampf	Spieler 3 >>>	Hoch	Niedrig	Hoch	Niedrig
	Sie >>>	Hoch	Niedrig	Hoch	Niedrig

- **Jede Strategiekombination** ist **möglich** und mit einer **korrespondierenden Auszahlung** verbunden
- Die **Auszahlungsmatrix** ist für **alle Spieler gleich** (symmetrische Auszahlungen)
- Es existieren **keine irreversiblen Entscheidungen**, alle Strategien können rückgängig bzw. angepasst werden
- **Auszahlungen** können auf der **Skala von 0** (am schlechtesten) bis **100** (am besten) variieren



4

Die Zeitspanne des Spiels ist randomisiert, währenddessen keine Kommunikation mit den anderen Spielern möglich ist



Einführung in das Experimentumfeld




 Ihre **Vergütung** für die Teilnahme an diesem **Experiment** ist **direkt** an die **Gesamtauszahlung** des **Spiels** **gebunden** – Je **besser** Sie **abschneiden**, desto **höher** wird Ihre **Vergütung** ausfallen
 

5

Die Spieloberfläche für das spieltheoretische Experiment Preiskampf besteht aus drei Komponenten



Perspektive Spieler B

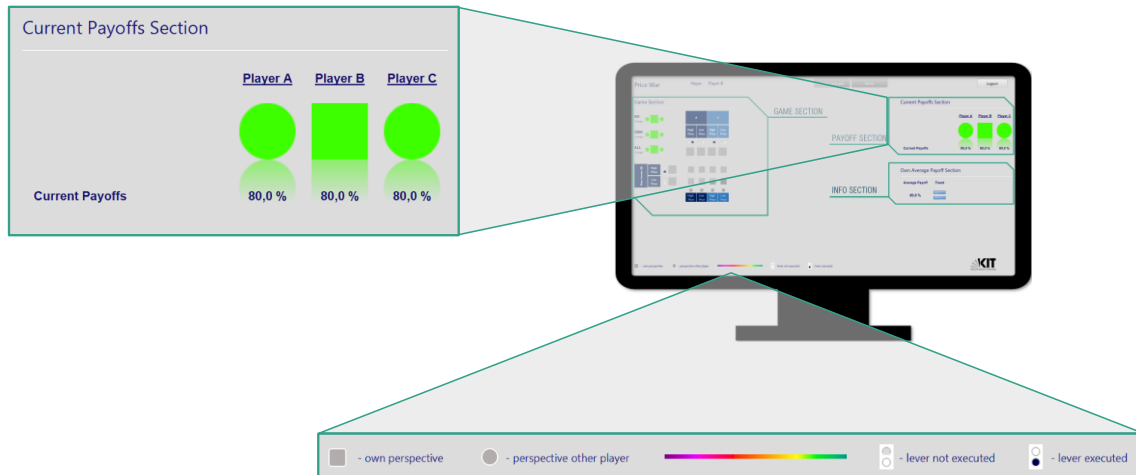


6

Der vorliegende Informationsbereich liefert relevante Spielinformation bezüglich der aktuellen Situation aller drei Spieler



Perspektive Spieler B

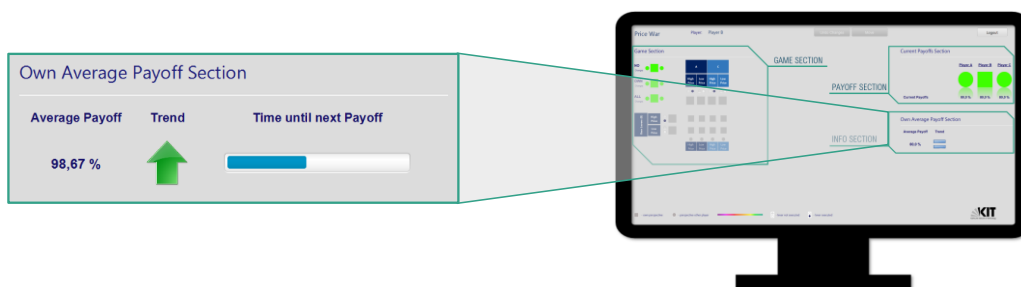


7

Der vorliegende Informationsbereich verdeutlicht die aktuelle eigene Position im Markt und den damit verbundenen Trend



Perspektive Spieler B

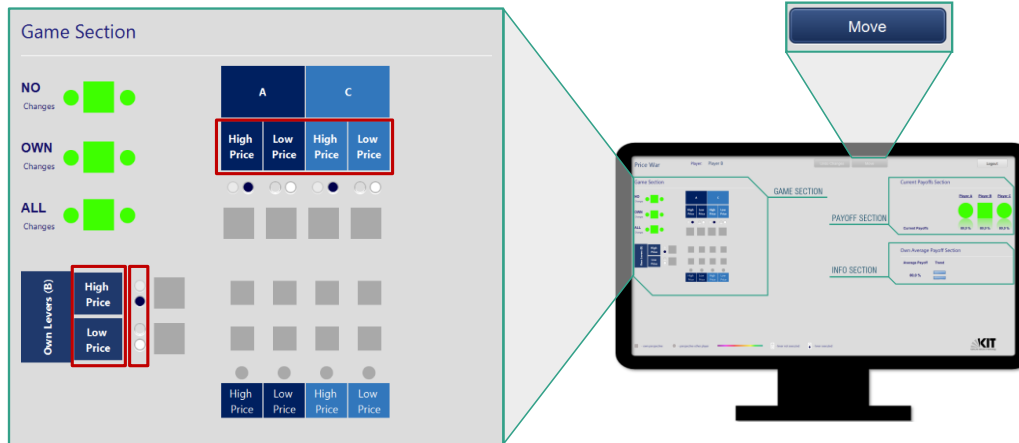


8

Der tatsächliche Spielbereich dient dazu Züge bzw. Strategien auszuführen und verschiedene Zustandskombinationen zu testen (1/2)



Perspektive Spieler B



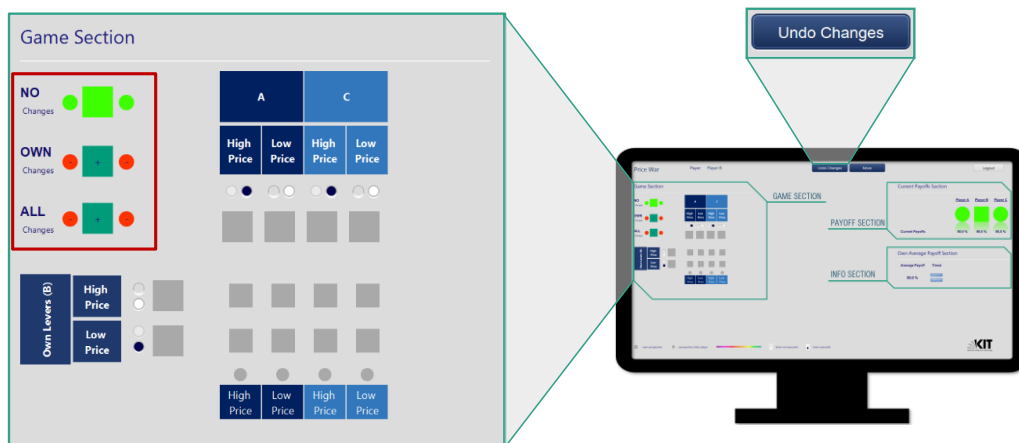
9



Der tatsächliche Spielbereich dient dazu Züge bzw. Strategien auszuführen und verschiedene Zustandskombinationen zu testen (2/2)



Perspektive Spieler B



10



Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



Abbildung A.8: Folien der Experimenteinführung Treatment real-dynamisch ohne Kommunikation (eigene Darstellung)

Real-dynamisch mit Kommunikation



Spieltheoretisches Experiment



Preiskampf



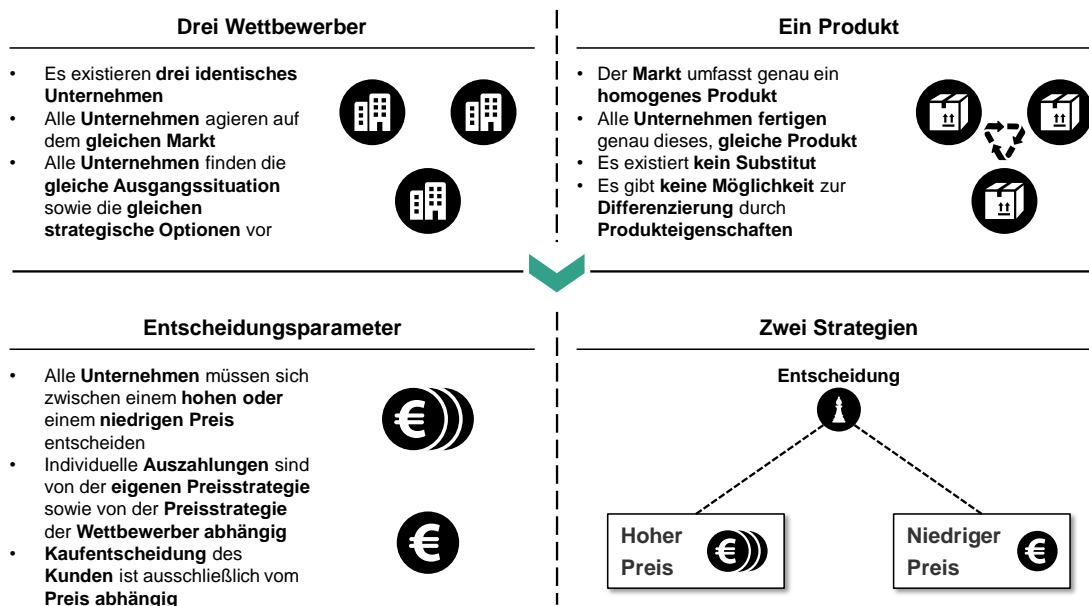
Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



Im Rahmen des heutigen Experiments werden Sie ein Unternehmen spielen, das eine Preisentscheidung treffen muss



Spielcharakteristik und Szenario



3

Die Auszahlung spiegelt die momentane Situation des eigenen Unternehmens, in Abhängigkeit der Entscheidungen des Wettbewerbs, im Markt wider



Einführung der Auszahlungsmatrix

Auszahlungsmatrix

Preiskampf		Spieler 2 >>>		Spieler 3 >>>	
		Hoch	Niedrig	Hoch	Niedrig
Sie >>>	Hoch	80	40	40	0
	Niedrig	100	60	60	20

- **Jede Strategiekombination** ist **möglich** und mit einer **korrespondierenden Auszahlung** verbunden
- Die **Auszahlungsmatrix** ist für **alle Spieler gleich** (symmetrische Auszahlungen)
- Es existieren **keine irreversiblen Entscheidungen**, alle Strategien können rückgängig bzw. angepasst werden
- **Auszahlungen** können auf der **Skala von 0** (am schlechtesten) bis **100** (am besten) variieren



4

Die Zeitspanne des Spiels ist randomisiert, währenddessen Kommunikation mit den anderen Spielern möglich ist



Einführung in das Experimentumfeld





 Ihre **Vergütung** für die Teilnahme an diesem **Experiment** ist **direkt** an die **Gesamtauszahlung** des **Spiels** **gebunden** – Je **besser** Sie **abschneiden**, desto **höher** wird Ihre **Vergütung** ausfallen
 

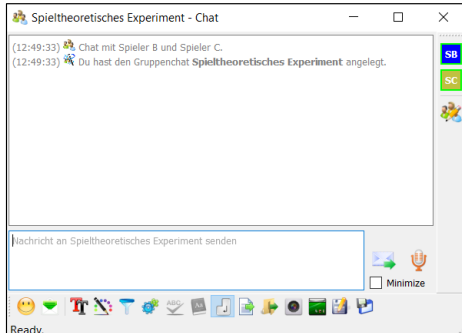
5

Während des Experiments ist es Ihnen zu jederzeit möglich mit den anderen Spielern via BeeBEEP zu kommunizieren



Einführung in BeeBEEP


 Navigieren Sie über die Taskleiste zu **BeeBEEP** und öffnen Sie **ausschließlich** den vorgefertigten **Gruppenchat**


 Sie können **jederzeit** mit den **anderen Spielern** via Chat **kommunizieren**

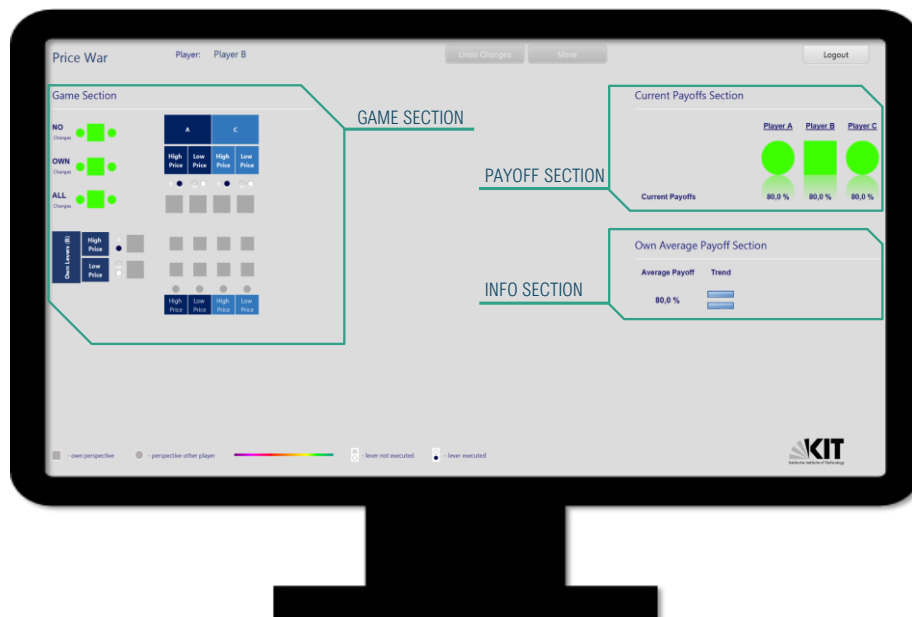
Es herrscht **vollkommene Transparenz**, **jeder Spieler** sieht **alle Nachrichten** der anderen Spieler

6

Die Spieloberfläche für das spieltheoretische Experiment Preiskampf besteht aus drei Komponenten



Perspektive Spieler B

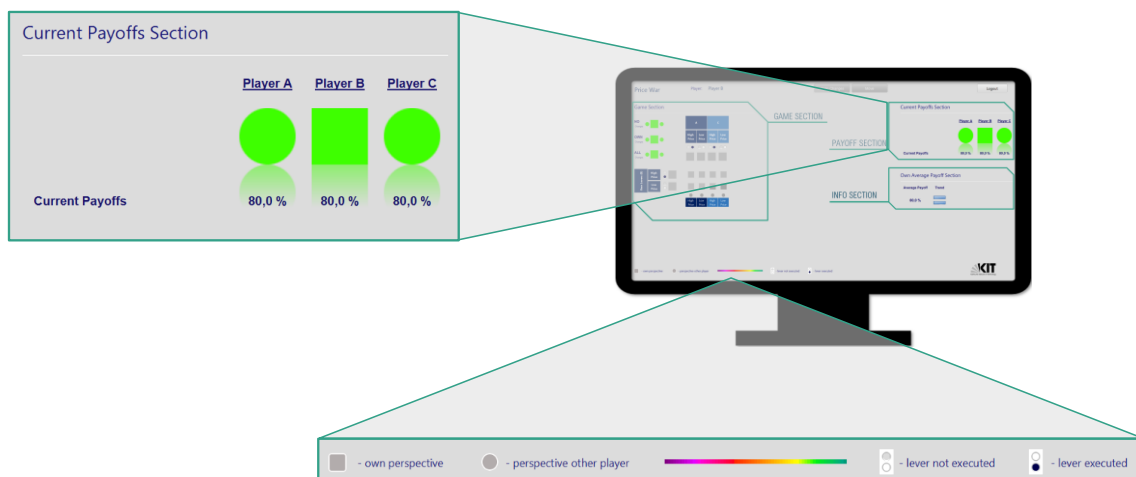


7

Der vorliegende Informationsbereich liefert relevante Spielinformation bezüglich der aktuellen Situation aller drei Spieler



Perspektive Spieler B

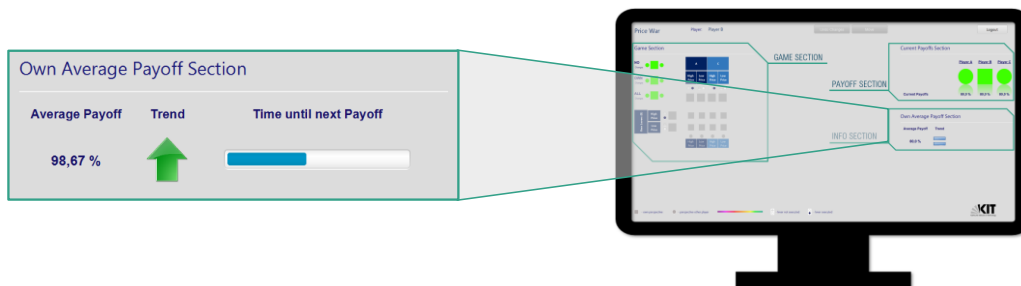


8

Der vorliegende Informationsbereich verdeutlicht die aktuelle eigene Position im Markt und den damit verbundenen Trend



Perspektive Spieler B



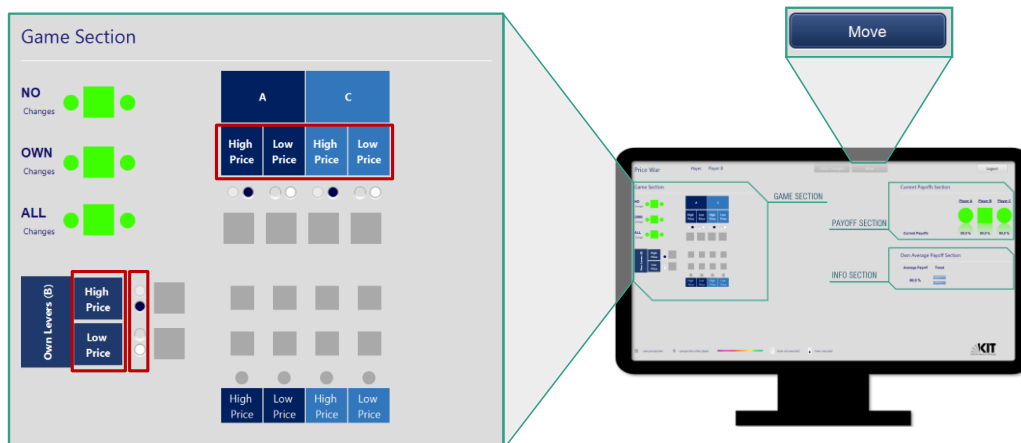
9



Der tatsächliche Spielbereich dient dazu Züge bzw. Strategien auszuführen und verschiedene Zustandskombinationen zu testen (1/2)



Perspektive Spieler B

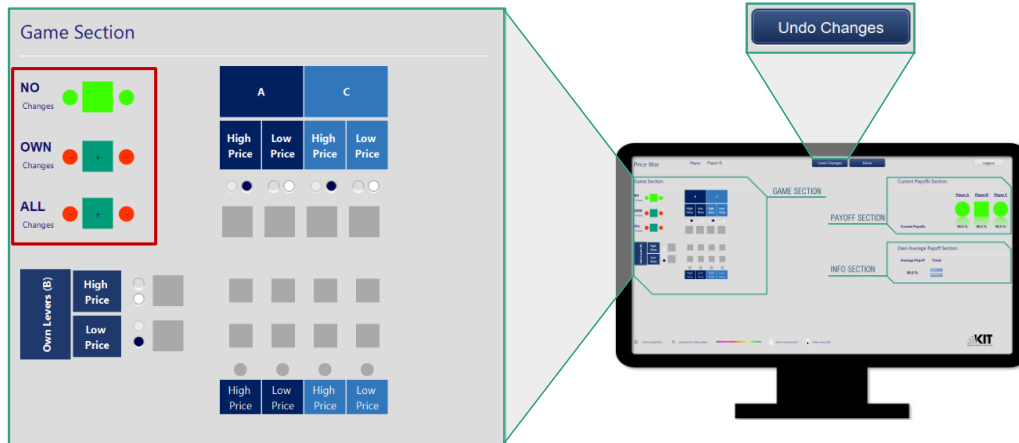


10



Der tatsächliche Spielbereich dient dazu Züge bzw. Strategien auszuführen und verschiedene Zustandskombinationen zu testen (2/2)

Perspektive Spieler B



11



Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



12



Das Experiment besteht aus einer Einführung, der Durchführung des Experiments und einem anschließenden Fragebogen



13

Abbildung A.9: Folien der Experimenteinführung Treatment real-dynamisch mit Kommunikation (eigene Darstellung)

A.5 Experimenteinführung – Transkription

Simultan-wiederholt ohne Kommunikation

00:00

Folie 1: Herzlich willkommen beim spieltheoretischen Experiment. Bitte hören Sie den folgenden Instruktionen aufmerksam zu. Etwaige Fragen können im Anschluss gestellt und beantwortet werden.

00:12

Folie 2: Die heutige Veranstaltung gliedert sich in drei Teile. In Form dieser Präsentation werden Sie in das Experimentumfeld eingeführt, um das Experiment anschließend durchführen zu können. Am Ende werden Sie einen kurzen Fragebogen zu Ihrer Person und dem Spielverlauf beantworten.

00:29

Folie 3: Im Rahmen des heutigen Experiments spielen und repräsentieren Sie ein Unternehmen, das eine Preisentscheidung treffen muss. Insgesamt befinden sich auf dem Markt drei identische Unternehmen. Diese Unternehmen haben die gleiche Ausgangssituation sowie die gleichen Möglichkeiten und Strategieoptionen innerhalb des Spiels. Die Unternehmen bieten alle das gleiche homogene Produkt ohne ein vorliegendes Substitut an. Das hat zur Folge, dass keine Differenzierung durch Produkteigenschaften möglich ist. Somit entscheidet der Kunde ausschließlich nach den gesetzten Preisen der Unternehmen. Ein niedriger Preis zieht hierbei immer die Nachfrage im Vergleich zu einem hohen Preis an sich. Somit müssen Sie zusammenfassend lediglich entscheiden, ob Sie einen hohen oder einen niedrigen Preis anbieten wollen.

01:15

Folie 4: Zur Unterstützung Ihrer Entscheidung liegt Ihnen während des Spiels die Auszahlungsmatrix vor. Die daraus zu entnehmende potenzielle Auszahlung spiegelt den Profit Ihres Unternehmens in der jeweiligen Wettbewerbssituation wider. So können Sie beispielsweise, wenn Spieler zwei einen hohen Preis und Spieler drei einen niedrigen Preis wählt, in Abhängigkeit ihrer eigenen Entscheidung entweder eine Auszahlung von 40 oder von 60 realisieren. Dabei ist die Auszahlungsmatrix für alle Spieler gleich. Es liegen also symmetrische Auszahlungen vor. Ferner ist jede Strategiekombination möglich und es existieren keine irreversiblen

Entscheidungen. Alle Strategien können nochmals angepasst werden. Die Auszahlungen variieren von null bis 100, wobei null die schlechteste und 100 die beste Auszahlung ist.

02:04

Folie 5: Im vorliegenden Spielmodus spielen Sie eine zufällige Anzahl an Runden. In jeder Runde können Sie Ihre Strategie einmalig innerhalb von 60 Sekunden wählen. Der Spielstatus und damit die gewählten Strategien der anderen Spieler werden nach jeder Runde bekanntgegeben. Daraus ermittelt sich Ihre Auszahlungsberechnung, welche ebenfalls nach jeder Runde aktualisiert wird. Während des gesamten Spiels besteht keine Möglichkeit zur Kommunikation mit den anderen Teilnehmern. Ihre Vergütung ist dabei an Ihre erreichte Auszahlung im Spiel gebunden. Das heißt, je besser Sie abschneiden, desto höher wird Ihre Vergütung im Anschluss an das Experiment ausfallen.

02:42

Folie 6: Im Folgenden wird Ihnen die Spieloberfläche vorgestellt. Diese gliedert sich in drei Komponenten. Der Game Section, der Payoff Section und der Info Section.

02:55

Folie 7: In der Payoff Section können die Auszahlungen der letzten Runde in Prozent abgelesen werden. Das Rechteck repräsentiert dabei Ihre eigene Auszahlung, in diesem Fall Spieler B, und die Kreise die Auszahlungen der anderen Spieler. Zusätzlich sind die korrespondierenden Strategien der letzten Runde abgetragen. Bitte bedenken Sie, dass die Auszahlungen in direktem Zusammenhang mit der Ihnen vorliegenden Auszahlungsmatrix stehen und auch aus dieser abgelesen werden können, da Sie den aktuellen Zustand der Game Section entnehmen können. Im unteren Teil des Bildschirms können Sie anhand der Farbskala nachvollziehen, dass Lila einen sehr schlechten und Grün einen sehr guten Zustand darstellt.

03:35

Folie 8: In der Info Section können Sie Ihre bisherige durchschnittliche Auszahlung ablesen, die relevant für Ihre abschließende Vergütung ist. Darüber hinaus wird der Fortschritt der laufenden Runde dargestellt.

03:48

Folie 9: In der Game Section werden Ihnen auf der linken Seite als Zeilenspieler ihre Alternativen hoher Preis und niedriger Preis angezeigt. Aktuell ist der hohe Preis ausgewählt. Das sehen Sie an dem dunklen, ausgefüllten Punkt direkt daneben. Um Ihre Strategie zu ändern, müssen Sie den anderen Preis auswählen, sodass der andere Punkt dunkel wird und anschließend den Move Button betätigen. In den Spalten können Sie ablesen, welche Strategien die anderen Spieler in der letzten Runde verfolgt haben. In diesem Fall haben beide einen hohen Preis gewählt. Darauf basierend können Sie agieren.

04:25

Folie 10: Um etwaige Strategieüberlegungen zu simulieren, können Sie entweder die vorliegende Auszahlungsmatrix analysieren oder mögliche Spielzustände in der Game Section simulieren. Hierzu können Sie sowohl Ihre Strategieoptionen verändern als auch diejenigen der anderen Spieler. In der linken Ecke wird unter No Changes der aktuelle Zustand dargestellt. Unter Own Changes sehen Sie, wie die Veränderung Ihrer eigenen Strategien auf den Gesamtzustand wirken würden und unter All Changes sind etwaige von ihnen simulierte Strategieänderung der anderen Spieler miteinbezogen. Natürlich können Sie lediglich Ihre eigenen Änderungen über den Move Button tatsächlich weitergeben. Über den Undo Changes Button können Sie Ihre Simulation rückgängig machen und den tatsächlichen momentanen Zustand wieder einblenden lassen.

05:15

Folie 11: Wir kommen nun zu der Durchführung des interaktiven Experiments. Sie werden im Anschluss an diese Präsentation in Breakout-Rooms mit jeweils einem Laptop des Instituts aufgeteilt. Der Experimentleiter wird Ihnen die Steuerung über diesen Laptop via Zoom übergeben, damit Sie diesen ferngesteuert bedienen können. Bitte testen Sie diese Funktion. Die App wird bereits vorbereitet sein und das Spiel, nachdem Sie die Steuerung erhalten haben, zentral gestartet. Sollte irgendeine Unklarheit auftreten, können Sie jederzeit im Zoom-Meeting sprechen. Der Experimentleiter wird Sie hören und reagieren.

05:54

Folie 12: Im Anschluss an das interaktive Experiment werden Sie einen Fragebogen ausfüllen. Der dazugehörige Link wird Ihnen nach dem Experiment im Zoom-Meeting zur Verfügung

gestellt. Ihre Antworten haben keinerlei Auswirkung auf Ihre Vergütung. Ich möchte mich schon jetzt herzlich für Ihre Teilnahme bedanken. Viel Spaß bei dem Experiment.

Simultan-wiederholt mit Kommunikation

00:00

Folie 1: Herzlich willkommen beim spieltheoretischen Experiment. Bitte hören Sie den folgenden Instruktionen aufmerksam zu. Etwaige Fragen können im Anschluss gestellt und beantwortet werden.

00:12

Folie 2: Die heutige Veranstaltung gliedert sich in drei Teile. In Form dieser Präsentation werden Sie in das Experimentumfeld eingeführt, um das Experiment anschließend durchführen zu können. Am Ende werden Sie einen kurzen Fragebogen zu Ihrer Person und dem Spielverlauf beantworten.

00:29

Folie 3: Im Rahmen des heutigen Experiments spielen und repräsentieren Sie ein Unternehmen, das eine Preisentscheidung treffen muss. Insgesamt befinden sich auf dem Markt drei identische Unternehmen. Diese Unternehmen haben die gleiche Ausgangssituation sowie die gleichen Möglichkeiten und Strategieoptionen innerhalb des Spiels. Die Unternehmen bieten alle das gleiche homogene Produkt ohne ein vorliegendes Substitut an. Das hat zur Folge, dass keine Differenzierung durch Produkteigenschaften möglich ist. Somit entscheidet der Kunde ausschließlich nach den gesetzten Preisen der Unternehmen. Ein niedriger Preis zieht hierbei immer die Nachfrage im Vergleich zu einem hohen Preis an sich. Somit müssen Sie zusammenfassend lediglich entscheiden, ob Sie einen hohen oder einen niedrigen Preis anbieten wollen.

01:15

Folie 4: Zur Unterstützung Ihrer Entscheidung liegt Ihnen während des Spiels die Auszahlungsmatrix vor. Die daraus zu entnehmende potenzielle Auszahlung spiegelt den Profit Ihres Unternehmens in der jeweiligen Wettbewerbssituation wider. So können Sie beispielsweise, wenn Spieler zwei einen hohen Preis und Spieler drei einen niedrigen Preis wählt, in Abhängigkeit ihrer eigenen Entscheidung entweder eine Auszahlung von 40 oder von 60 realisieren. Dabei ist die Auszahlungsmatrix für alle Spieler gleich. Es liegen also symmetrische Auszahlungen vor. Ferner ist jede Strategiekombination möglich und es existieren keine irreversiblen

Entscheidungen. Alle Strategien können nochmals angepasst werden. Die Auszahlungen variieren von null bis 100, wobei null die schlechteste und 100 die beste Auszahlung ist.

02:04

Folie 5: Im vorliegenden Spielmodus spielen Sie eine zufällige Anzahl an Runden. In jeder Runde können Sie Ihre Strategie einmalig innerhalb von 60 Sekunden wählen. Der Spielstatus und damit die gewählten Strategien der anderen Spieler werden nach jeder Runde bekanntgegeben. Daraus ermittelt sich Ihre Auszahlungsberechnung, welche ebenfalls nach jeder Runde aktualisiert wird. Während des gesamten Spiels besteht die Möglichkeit zur Kommunikation mit den anderen Teilnehmern. Die technischen Gegebenheiten werden Ihnen hierzu auf der kommenden Folie erklärt. Ihre Vergütung ist dabei an Ihre erreichte Auszahlung im Spiel gebunden. Das heißt, je besser Sie abschneiden, desto höher wird Ihre Vergütung im Anschluss an das Experiment ausfallen.

02:46

Folie 6: Zur Kommunikation mit den anderen Spielern nutzen Sie das Programm BeeBEEP. Dieses können Sie über die Taskleiste ansteuern. Bitte öffnen Sie hierbei ausschließlich den bereits angelegten Gruppenchat. Die Kommunikation erfolgt ausschließlich über schriftliche Nachrichten, welche von allen Spielern gelesen werden können. Es herrscht wiederum vollkommene Transparenz bezüglich der Kommunikation zwischen den Spielern.

3:11

Folie 7: Im Folgenden wird Ihnen die Spieloberfläche vorgestellt. Diese gliedert sich in drei Komponenten. Der Game Section, der Payoff Section und der Info Section.

03:23

Folie 8: In der Payoff Section können die Auszahlungen der letzten Runde in Prozent abgelesen werden. Das Rechteck repräsentiert dabei Ihre eigene Auszahlung, in diesem Fall Spieler B, und die Kreise die Auszahlungen der anderen Spieler. Zusätzlich sind die korrespondierenden Strategien der letzten Runde abgetragen. Bitte bedenken Sie, dass die Auszahlungen in direktem Zusammenhang mit der Ihnen vorliegenden Auszahlungsmatrix stehen und auch aus dieser abgelesen werden können, da Sie den aktuellen Zustand der Game Section entnehmen können. Im unteren Teil des Bildschirms können Sie anhand der Farbskala nachvollziehen, dass Lila einen sehr schlechten und Grün einen sehr guten Zustand darstellt.

04:04

Folie 9: In der Info Section können Sie Ihre bisherige durchschnittliche Auszahlung ablesen, die relevant für Ihre abschließende Vergütung ist. Darüber hinaus wird der Fortschritt der laufenden Runde dargestellt.

04:17

Folie 10: In der Game Section werden Ihnen auf der linken Seite als Zeilenspieler ihre Alternativen hoher Preis und niedriger Preis angezeigt. Aktuell ist der hohe Preis ausgewählt. Das sehen Sie an dem dunklen, ausgefüllten Punkt direkt daneben. Um Ihre Strategie zu ändern, müssen Sie den anderen Preis auswählen, sodass der andere Punkt dunkel wird und anschließend den Move Button betätigen. In den Spalten können Sie ablesen, welche Strategien die anderen Spieler in der letzten Runde verfolgt haben. In diesem Fall haben beide einen hohen Preis gewählt. Darauf basierend können Sie agieren.

04:54

Folie 11: Um etwaige Strategieüberlegungen zu simulieren, können Sie entweder die vorliegende Auszahlungsmatrix analysieren oder mögliche Spielzustände in der Game Section simulieren. Hierzu können Sie sowohl Ihre Strategieoptionen verändern als auch diejenigen der anderen Spieler. In der linken Ecke wird unter No Changes der aktuelle Zustand dargestellt. Unter Own Changes sehen Sie, wie die Veränderung Ihrer eigenen Strategien auf den Gesamtzustand wirken würden und unter All Changes sind etwaige von ihnen simulierte Strategieänderung der anderen Spieler miteinbezogen. Natürlich können Sie lediglich Ihre eigenen Änderungen über den Move Button tatsächlich weitergeben. Über den Undo Changes Button können Sie Ihre Simulation rückgängig machen und den tatsächlichen momentanen Zustand wieder einblenden lassen.

05:44

Folie 12: Wir kommen nun zu der Durchführung des interaktiven Experiments. Sie werden im Anschluss an diese Präsentation in Breakout-Rooms mit jeweils einem Laptop des Instituts aufgeteilt. Der Experimentleiter wird Ihnen die Steuerung über diesen Laptop via Zoom übergeben, damit Sie diesen ferngesteuert bedienen können. Bitte testen Sie diese Funktion. Die App wird bereits vorbereitet sein und das Spiel, nachdem Sie die Steuerung erhalten haben,

zentral gestartet. Sollte irgendeine Unklarheit auftreten, können Sie jederzeit im Zoom-Meeting sprechen. Der Experimentleiter wird Sie hören und reagieren.

06:22

Folie 13: Im Anschluss an das interaktive Experiment werden Sie einen Fragebogen ausfüllen. Der dazugehörige Link wird Ihnen nach dem Experiment im Zoom-Meeting zur Verfügung gestellt. Ihre Antworten haben keinerlei Auswirkung auf Ihre Vergütung. Ich möchte mich schon jetzt herzlich für Ihre Teilnahme bedanken. Viel Spaß bei dem Experiment.

Real-dynamisch ohne Kommunikation

00:00

Folie 1: Herzlich willkommen beim spieltheoretischen Experiment. Bitte hören Sie den folgenden Instruktionen aufmerksam zu. Etwaige Fragen können im Anschluss gestellt und beantwortet werden.

00:12

Folie 2: Die heutige Veranstaltung gliedert sich in drei Teile. In Form dieser Präsentation werden Sie in das Experimentumfeld eingeführt, um das Experiment anschließend durchführen zu können. Am Ende werden Sie einen kurzen Fragebogen zu Ihrer Person und dem Spielverlauf beantworten.

00:29

Folie 3: Im Rahmen des heutigen Experiments spielen und repräsentieren Sie ein Unternehmen, das eine Preisentscheidung treffen muss. Insgesamt befinden sich auf dem Markt drei identische Unternehmen. Diese Unternehmen haben die gleiche Ausgangssituation sowie die gleichen Möglichkeiten und Strategieoptionen innerhalb des Spiels. Die Unternehmen bieten alle das gleiche homogene Produkt ohne ein vorliegendes Substitut an. Das hat zur Folge, dass keine Differenzierung durch Produkteigenschaften möglich ist. Somit entscheidet der Kunde ausschließlich nach den gesetzten Preisen der Unternehmen. Ein niedriger Preis zieht hierbei immer die Nachfrage im Vergleich zu einem hohen Preis an sich. Somit müssen Sie zusammenfassend lediglich entscheiden, ob Sie einen hohen oder einen niedrigen Preis anbieten wollen.

01:15

Folie 4: Zur Unterstützung Ihrer Entscheidung liegt Ihnen während des Spiels die Auszahlungsmatrix vor. Die daraus zu entnehmende potenzielle Auszahlung spiegelt den Profit Ihres Unternehmens in der jeweiligen Wettbewerbssituation wider. So können Sie beispielsweise, wenn Spieler zwei einen hohen Preis und Spieler drei einen niedrigen Preis wählt, in Abhängigkeit ihrer eigenen Entscheidung entweder eine Auszahlung von 40 oder von 60 realisieren. Dabei ist die Auszahlungsmatrix für alle Spieler gleich. Es liegen also symmetrische Auszahlungen vor. Ferner ist jede Strategiekombination möglich und es existieren keine irreversiblen Entscheidungen. Alle Strategien können nochmals angepasst werden. Die Auszahlungen variieren von null bis 100, wobei null die schlechteste und 100 die beste Auszahlung ist.

02:04

Folie 5: Im vorliegenden Spielmodus ist die Länge des Spiels zufällig. Sie können jederzeit Ihre Strategie anpassen. Der Spielstatus und damit die gewählten Strategien der anderen Spieler werden unmittelbar bekanntgegeben. Daraus ermittelt sich Ihre Auszahlungsberechnung, welche ebenfalls laufend aktualisiert wird. Es herrscht damit vollkommene Transparenz zwischen den Spielern. Während des gesamten Spiels besteht keine Möglichkeit zur Kommunikation mit den anderen Teilnehmern. Ihre Vergütung ist dabei an Ihre erreichte Auszahlung im Spiel gebunden. Das heißt, je besser Sie abschneiden, desto höher wird Ihre Vergütung im Anschluss an das Experiment ausfallen.

02:42

Folie 6: Im Folgenden wird Ihnen die Spieloberfläche vorgestellt. Diese gliedert sich in drei Komponenten. Der Game Section, der Payoff Section und der Info Section.

02:55

Folie 7: In der Payoff Section können die aktuellen Auszahlungen in Prozent abgelesen werden. Das Rechteck repräsentiert dabei Ihre eigene Auszahlung, in diesem Fall Spieler B, und die Kreise die Auszahlungen der anderen Spieler. Bitte bedenken Sie, dass die Auszahlungen in direktem Zusammenhang mit der Ihnen vorliegenden Auszahlungsmatrix stehen und auch aus dieser abgelesen werden können, da Sie den aktuellen Zustand der Game Section entnehmen können. Im unteren Teil des Bildschirms können Sie anhand der Farbskala nachvollziehen, dass Lila einen sehr schlechten und Grün einen sehr guten Zustand darstellt.

03:30

Folie 8: In der Info Section können Sie Ihre bisherige durchschnittliche Auszahlung ablesen, die relevant für Ihre abschließende Vergütung ist. Diese wird während des Spiels laufend angepasst.

03:43

Folie 9: In der Game Section werden Ihnen auf der linken Seite als Zeilenspieler ihre Alternativen hoher Preis und niedriger Preis angezeigt. Aktuell ist der hohe Preis ausgewählt. Das sehen Sie an dem dunklen, ausgefüllten Punkt direkt daneben. Um Ihre Strategie zu ändern, müssen Sie den anderen Preis auswählen, sodass der andere Punkt dunkel wird und anschließend den Move Button betätigen. In den Spalten können Sie ablesen, welche Strategien die anderen Spieler momentan verfolgen. In diesem Fall haben beide einen hohen Preis gewählt. Darauf basierend können Sie agieren.

04:19

Folie 10: Um etwaige Strategieüberlegungen zu simulieren, können Sie entweder die vorliegende Auszahlungsmatrix analysieren oder mögliche Spielzustände in der Game Section simulieren. Hierzu können Sie sowohl Ihre Strategieoptionen verändern als auch diejenigen der anderen Spieler. In der linken Ecke wird unter No Changes der aktuelle Zustand dargestellt. Unter Own Changes sehen Sie, wie die Veränderung Ihrer eigenen Strategien auf den Gesamtzustand wirken würden und unter All Changes sind etwaige von ihnen simulierte Strategieänderung der anderen Spieler miteinbezogen. Natürlich können Sie lediglich Ihre eigenen Änderungen über den Move Button tatsächlich weitergeben. Über den Undo Changes Button können Sie Ihre Simulation rückgängig machen und den tatsächlichen momentanen Zustand wieder einblenden lassen.

05:09

Folie 11: Wir kommen nun zu der Durchführung des interaktiven Experiments. Sie werden im Anschluss an diese Präsentation in Breakout-Rooms mit jeweils einem Laptop des Instituts aufgeteilt. Der Experimentleiter wird Ihnen die Steuerung über diesen Laptop via Zoom übergeben, damit Sie diesen ferngesteuert bedienen können. Bitte testen Sie diese Funktion. Die App wird bereits vorbereitet sein und das Spiel, nachdem Sie die Steuerung erhalten haben, zentral gestartet. Sollte irgendeine Unklarheit auftreten, können Sie jederzeit im Zoom-Meeting sprechen. Der Experimentleiter wird Sie hören und reagieren.

05:48

Folie 12: Im Anschluss an das interaktive Experiment werden Sie einen Fragebogen ausfüllen. Der dazugehörige Link wird Ihnen nach dem Experiment im Zoom-Meeting zur Verfügung gestellt. Ihre Antworten haben keinerlei Auswirkung auf Ihre Vergütung. Ich möchte mich schon jetzt herzlich für Ihre Teilnahme bedanken. Viel Spaß bei dem Experiment.

Real-dynamisch mit Kommunikation

00:00

Folie 1: Herzlich willkommen beim spieltheoretischen Experiment. Bitte hören Sie den folgenden Instruktionen aufmerksam zu. Etwaige Fragen können im Anschluss gestellt und beantwortet werden.

00:12

Folie 2: Die heutige Veranstaltung gliedert sich in drei Teile. In Form dieser Präsentation werden Sie in das Experimentumfeld eingeführt, um das Experiment anschließend durchführen zu können. Am Ende werden Sie einen kurzen Fragebogen zu Ihrer Person und dem Spielverlauf beantworten.

00:29

Folie 3: Im Rahmen des heutigen Experiments spielen und repräsentieren Sie ein Unternehmen, das eine Preisentscheidung treffen muss. Insgesamt befinden sich auf dem Markt drei identische Unternehmen. Diese Unternehmen haben die gleiche Ausgangssituation sowie die gleichen Möglichkeiten und Strategieoptionen innerhalb des Spiels. Die Unternehmen bieten alle das gleiche homogene Produkt ohne ein vorliegendes Substitut an. Das hat zur Folge, dass keine Differenzierung durch Produkteigenschaften möglich ist. Somit entscheidet der Kunde ausschließlich nach den gesetzten Preisen der Unternehmen. Ein niedriger Preis zieht hierbei immer die Nachfrage im Vergleich zu einem hohen Preis an sich. Somit müssen Sie zusammenfassend lediglich entscheiden, ob Sie einen hohen oder einen niedrigen Preis anbieten wollen.

01:15

Folie 4: Zur Unterstützung Ihrer Entscheidung liegt Ihnen während des Spiels die Auszahlungsmatrix vor. Die daraus zu entnehmende potenzielle Auszahlung spiegelt den Profit Ihres Unternehmens in der jeweiligen Wettbewerbssituation wider. So können Sie beispielsweise,

wenn Spieler zwei einen hohen Preis und Spieler drei einen niedrigen Preis wählt, in Abhängigkeit ihrer eigenen Entscheidung entweder eine Auszahlung von 40 oder von 60 realisieren. Dabei ist die Auszahlungsmatrix für alle Spieler gleich. Es liegen also symmetrische Auszahlungen vor. Ferner ist jede Strategiekombination möglich und es existieren keine irreversiblen Entscheidungen. Alle Strategien können nochmals angepasst werden. Die Auszahlungen variieren von null bis 100, wobei null die schlechteste und 100 die beste Auszahlung ist.

02:04

Folie 5: Im vorliegenden Spielmodus ist die Länge des Spiels zufällig. Sie können jederzeit Ihre Strategie anpassen. Der Spielstatus und damit die gewählten Strategien der anderen Spieler werden unmittelbar bekanntgegeben. Daraus ermittelt sich Ihre Auszahlungsberechnung, welche ebenfalls laufend aktualisiert wird. Es herrscht damit vollkommene Transparenz zwischen den Spielern. Während des gesamten Spiels besteht die Möglichkeit zur Kommunikation mit den anderen Teilnehmern. Die technischen Gegebenheiten werden Ihnen hierzu auf der kommenden Folie erklärt. Ihre Vergütung ist dabei an Ihre erreichte Auszahlung im Spiel gebunden. Das heißt, je besser Sie abschneiden, desto höher wird Ihre Vergütung im Anschluss an das Experiment ausfallen.

02:45

Folie 6: Zur Kommunikation mit den anderen Spielern nutzen Sie das Programm BeeBEEP. Dieses können Sie über die Taskleiste ansteuern. Bitte öffnen Sie hierbei ausschließlich den bereits angelegten Gruppenchat. Die Kommunikation erfolgt ausschließlich über schriftliche Nachrichten, welche von allen Spielern gelesen werden können. Es herrscht wiederum vollkommene Transparenz bezüglich der Kommunikation zwischen den Spielern.

03:10

Folie 7: Im Folgenden wird Ihnen die Spieloberfläche vorgestellt. Diese gliedert sich in drei Komponenten. Der Game Section, der Payoff Section und der Info Section.

03:22

Folie 8: In der Payoff Section können die aktuellen Auszahlungen in Prozent abgelesen werden. Das Rechteck repräsentiert dabei Ihre eigene Auszahlung, in diesem Fall Spieler B, und die Kreise die Auszahlungen der anderen Spieler. Bitte bedenken Sie, dass die Auszahlungen in direktem Zusammenhang mit der Ihnen vorliegenden Auszahlungsmatrix stehen und auch

aus dieser abgelesen werden können, da Sie den aktuellen Zustand der Game Section entnehmen können. Im unteren Teil des Bildschirms können Sie anhand der Farbskala nachvollziehen, dass Lila einen sehr schlechten und Grün einen sehr guten Zustand darstellt.

03:57

Folie 9: In der Info Section können Sie Ihre bisherige durchschnittliche Auszahlung ablesen, die relevant für Ihre abschließende Vergütung ist. Diese wird während des Spiels laufend angepasst.

04:10

Folie 10: In der Game Section werden Ihnen auf der linken Seite als Zeilenspieler ihre Alternativen hoher Preis und niedriger Preis angezeigt. Aktuell ist der hohe Preis ausgewählt. Das sehen Sie an dem dunklen, ausgefüllten Punkt direkt daneben. Um Ihre Strategie zu ändern, müssen Sie den anderen Preis auswählen, sodass der andere Punkt dunkel wird und anschließend den Move Button betätigen. In den Spalten können Sie ablesen, welche Strategien die anderen Spieler momentan verfolgen. In diesem Fall haben beide einen hohen Preis gewählt. Darauf basierend können Sie agieren.

04:47

Folie 11: Um etwaige Strategieüberlegungen zu simulieren, können Sie entweder die vorliegende Auszahlungsmatrix analysieren oder mögliche Spielzustände in der Game Section simulieren. Hierzu können Sie sowohl Ihre Strategieoptionen verändern als auch diejenigen der anderen Spieler. In der linken Ecke wird unter No Changes der aktuelle Zustand dargestellt. Unter Own Changes sehen Sie, wie die Veränderung Ihrer eigenen Strategien auf den Gesamtzustand wirken würden und unter All Changes sind etwaige von ihnen simulierte Strategieänderung der anderen Spieler miteinbezogen. Natürlich können Sie lediglich Ihre eigenen Änderungen über den Move Button tatsächlich weitergeben. Über den Undo Changes Button können Sie Ihre Simulation rückgängig machen und den tatsächlichen momentanen Zustand wieder einblenden lassen.

05:37

Folie 12: Wir kommen nun zu der Durchführung des interaktiven Experiments. Sie werden im Anschluss an diese Präsentation in Breakout-Rooms mit jeweils einem Laptop des Instituts aufgeteilt. Der Experimentleiter wird Ihnen die Steuerung über diesen Laptop via Zoom

übergeben, damit Sie diesen ferngesteuert bedienen können. Bitte testen Sie diese Funktion. Die App wird bereits vorbereitet sein und das Spiel, nachdem Sie die Steuerung erhalten haben, zentral gestartet. Sollte irgendeine Unklarheit auftreten, können Sie jederzeit im Zoom-Meeting sprechen. Der Experimentleiter wird Sie hören und reagieren.

06:15

Folie 13: Im Anschluss an das interaktive Experiment werden Sie einen Fragebogen ausfüllen. Der dazugehörige Link wird Ihnen nach dem Experiment im Zoom-Meeting zur Verfügung gestellt. Ihre Antworten haben keinerlei Auswirkung auf Ihre Vergütung. Ich möchte mich schon jetzt herzlich für Ihre Teilnahme bedanken. Viel Spaß bei dem Experiment.

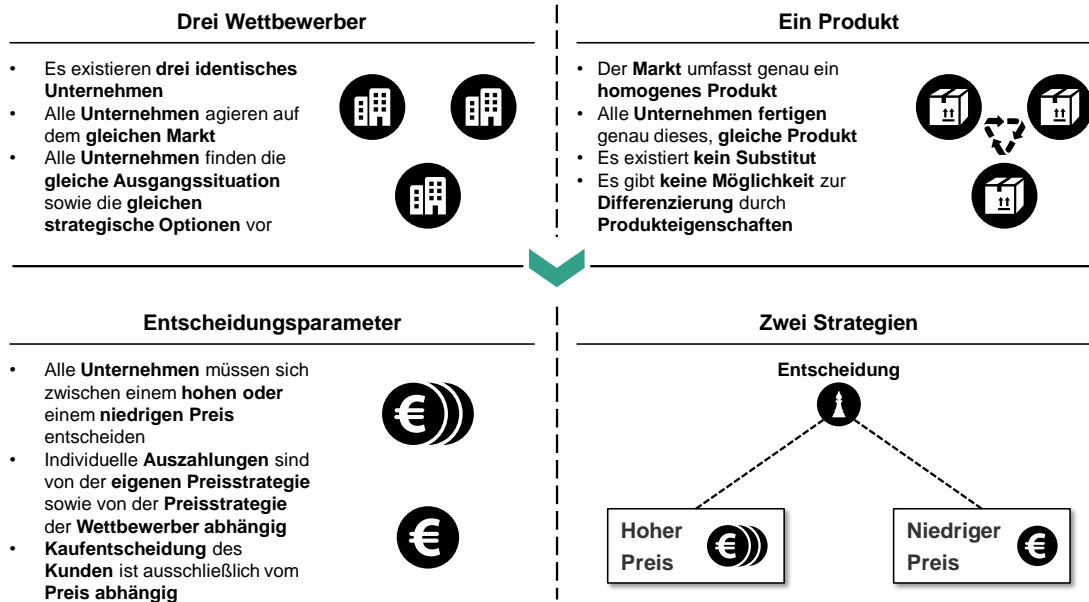
A.6 Verteilte Experimentunterlagen an Teilnehmende

Simultan-wiederholt ohne Kommunikation

Im Rahmen des heutigen Experiments werden Sie ein Unternehmen spielen, das eine Preisentscheidung treffen muss



Spielcharakteristik und Szenario



1

Die Auszahlung spiegelt die momentane Situation des eigenen Unternehmens, in Abhängigkeit der Entscheidungen des Wettbewerbs, im Markt wider



Einführung der Auszahlungsmatrix

Auszahlungsmatrix

Preiskampf	Spieler 2 >>>	Hoch		Niedrig	
	Spieler 3 >>>	Hoch	Niedrig	Hoch	Niedrig
Sie >>>	Hoch	80	40	40	0
	Niedrig	100	60	60	20

- Jede **Strategiekombination** ist **möglich** und mit einer **korrespondierenden Auszahlung** verbunden
- Die **Auszahlungsmatrix** ist für **alle Spieler gleich** (symmetrische Auszahlungen)
- Es existieren **keine irreversiblen Entscheidungen**, alle Strategien können rückgängig bzw. angepasst werden
- **Auszahlungen** können auf der **Skala von 0** (am schlechtesten) bis **100** (am besten) variieren

2

Sie spielen eine randomisierte Vielzahl an Runden, währenddessen keine Kommunikation mit den anderen Spielern möglich ist



Einführung in das Experimentumfeld






 Ihre **Vergütung** für die Teilnahme an diesem **Experiment** ist **direkt** an die **Gesamtauszahlung** des **Spiels** **gebunden** – Je **besser** Sie **abschneiden**, desto **höher** wird Ihre **Vergütung** ausfallen
 



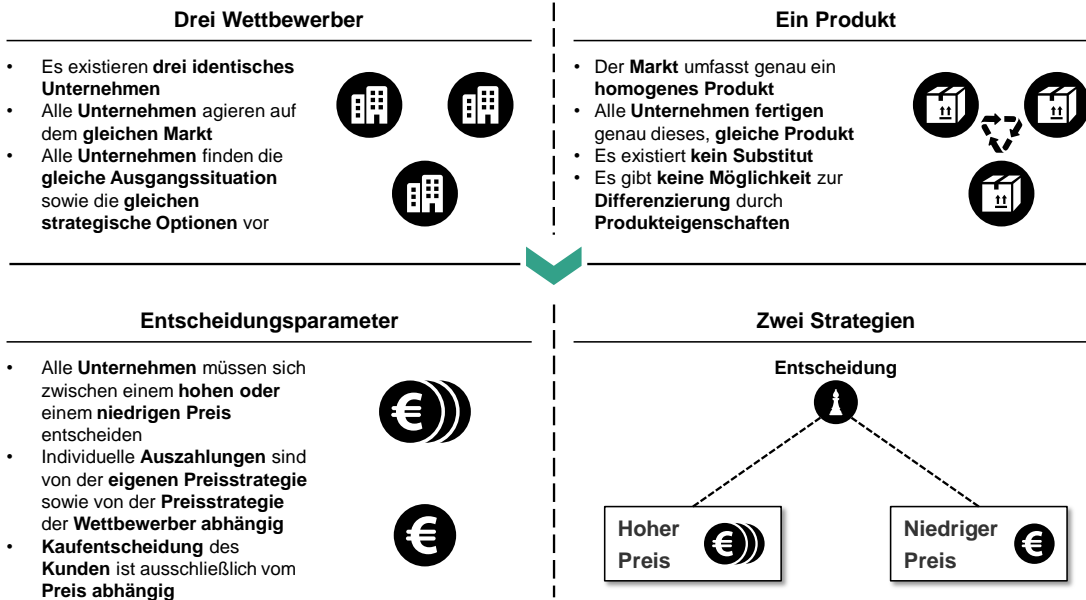
Abbildung A.10: Verteilte Experimentunterlage simultan-wiederholt ohne Kommunikation (eigene Darstellung)

Simultan-wiederholt mit Kommunikation

Im Rahmen des heutigen Experiments werden Sie ein Unternehmen spielen, das eine Preisentscheidung treffen muss



Spielcharakteristik und Szenario



1

Die Auszahlung spiegelt die momentane Situation des eigenen Unternehmens, in Abhängigkeit der Entscheidungen des Wettbewerbs, im Markt wider



Einführung der Auszahlungsmatrix

Auszahlungsmatrix

Preiskampf	Spieler 2 >>>	Hoch		Niedrig	
	Spieler 3 >>>	Hoch	Niedrig	Hoch	Niedrig
Sie >>>	Hoch	80	40	40	0
	Niedrig	100	60	60	20



- **Jede Strategiekombination** ist **möglich** und mit einer **korrespondierenden Auszahlung** verbunden
- Die **Auszahlungsmatrix** ist für **alle Spieler gleich** (symmetrische Auszahlungen)
- Es existieren **keine irreversiblen Entscheidungen**, alle Strategien können rückgängig bzw. angepasst werden
- **Auszahlungen** können auf der **Skala von 0** (am schlechtesten) bis **100** (am besten) variieren

2

Sie spielen eine randomisierte Vielzahl an Runden, währenddessen Kommunikation mit den anderen Spielern möglich ist

Einführung in das Experimentumfeld

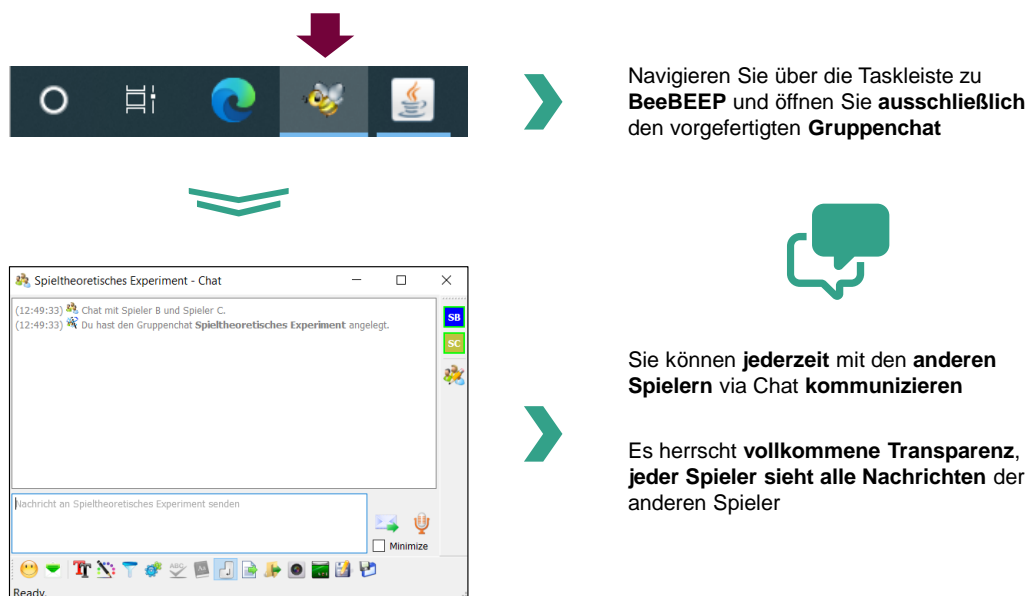



 Ihre **Vergütung** für die Teilnahme an diesem **Experiment** ist **direkt** an die **Gesamtauszahlung** des **Spiels** **gebunden** – Je **besser** Sie **abschneiden**, desto **höher** wird Ihre **Vergütung** ausfallen
 

3

Während des Experiments ist es Ihnen zu jederzeit möglich mit den anderen Spielern via BeeBEEP zu kommunizieren

Einführung in BeeBEEP



4

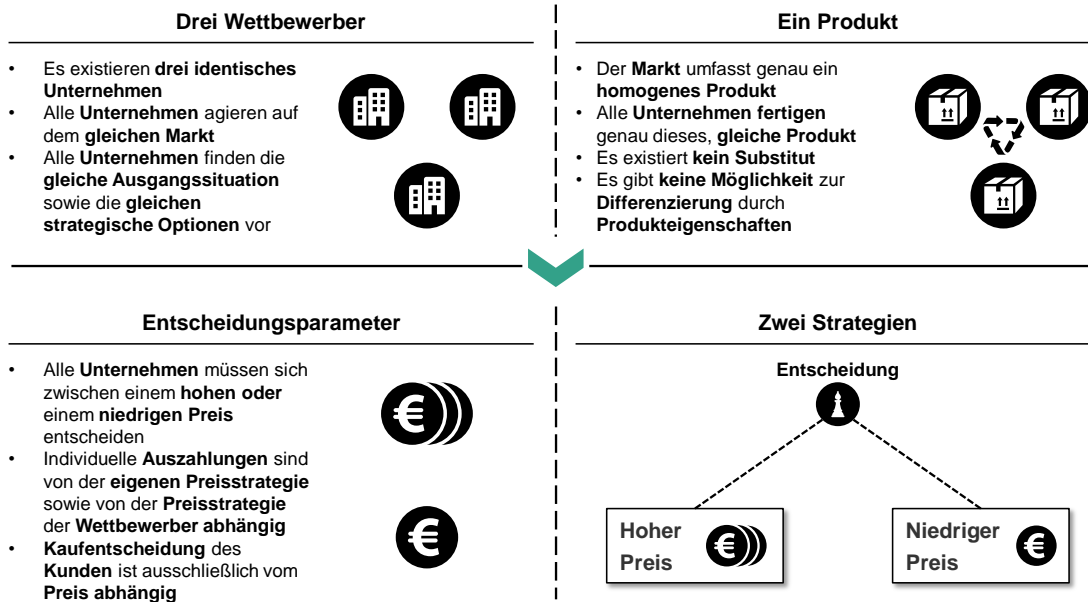
Abbildung A.11: Verteilte Experimentunterlage simultan-wiederholt mit Kommunikation (eigene Darstellung)

Real-dynamisch ohne Kommunikation

Im Rahmen des heutigen Experiments werden Sie ein Unternehmen spielen, das eine Preisentscheidung treffen muss



Spielcharakteristik und Szenario



1

Die Auszahlung spiegelt die momentane Situation des eigenen Unternehmens, in Abhängigkeit der Entscheidungen des Wettbewerbs, im Markt wider



Einführung der Auszahlungsmatrix

Auszahlungsmatrix

Preiskampf	Spieler 2 >>>		Hoch		Niedrig	
	Spieler 3 >>>		Hoch	Niedrig	Hoch	Niedrig
Sie >>>	Hoch	80	40	40	0	
	Niedrig	100	60	60	20	

- **Jede Strategiekombination** ist **möglich** und mit einer **korrespondierenden Auszahlung** verbunden
- Die **Auszahlungsmatrix** ist für **alle Spieler gleich** (symmetrische Auszahlungen)
- Es existieren **keine irreversiblen Entscheidungen**, alle Strategien können rückgängig bzw. angepasst werden
- **Auszahlungen** können auf der **Skala von 0** (am schlechtesten) bis **100** (am besten) variieren

2

Die Zeitspanne des Spiels ist randomisiert, währenddessen keine Kommunikation mit den anderen Spielern möglich ist



Einführung in das Experimentumfeld






 Ihre **Vergütung** für die Teilnahme an diesem **Experiment** ist **direkt** an die **Gesamtauszahlung** des **Spiels gebunden** – Je **besser Sie abschneiden**, desto **höher** wird Ihre **Vergütung** ausfallen
 



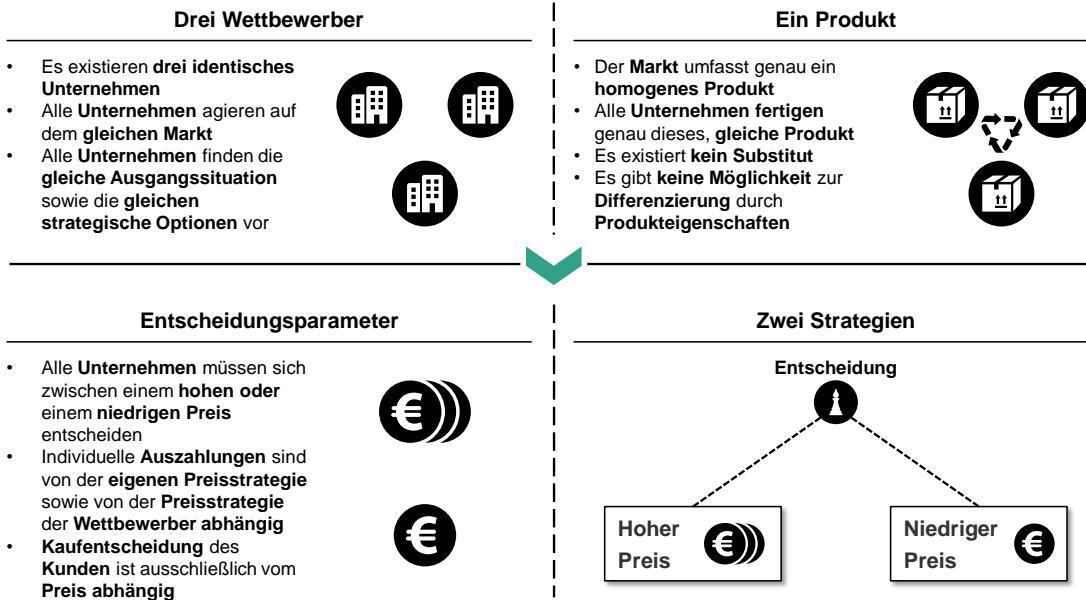
Abbildung A.12: Verteilte Experimentunterlage real-dynamisch ohne Kommunikation (eigene Darstellung)

Real-dynamisch mit Kommunikation

Im Rahmen des heutigen Experiments werden Sie ein Unternehmen spielen, das eine Preisentscheidung treffen muss



Spielcharakteristik und Szenario



1

Die Auszahlung spiegelt die momentane Situation des eigenen Unternehmens, in Abhängigkeit der Entscheidungen des Wettbewerbs, im Markt wider



Einführung der Auszahlungsmatrix

Auszahlungsmatrix

Preiskampf	Spieler 2 >>>	Hoch		Niedrig	
	Spieler 3 >>>	Hoch	Niedrig	Hoch	Niedrig
Sie >>>	Hoch	80	40	40	0
	Niedrig	100	60	60	20

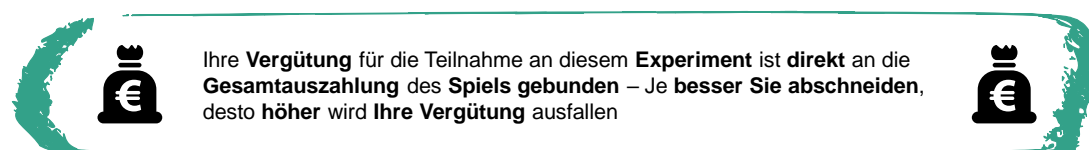
- **Jede Strategiekombination** ist **möglich** und mit einer **korrespondierenden Auszahlung** verbunden
- Die **Auszahlungsmatrix** ist für **alle Spieler gleich** (symmetrische Auszahlungen)
- Es existieren **keine irreversiblen Entscheidungen**, alle Strategien können rückgängig bzw. angepasst werden
- **Auszahlungen** können auf der **Skala von 0** (am schlechtesten) bis **100** (am besten) variieren

2

Die Zeitspanne des Spiels ist randomisiert, währenddessen Kommunikation mit den anderen Spielern möglich ist



Einführung in das Experimentumfeld

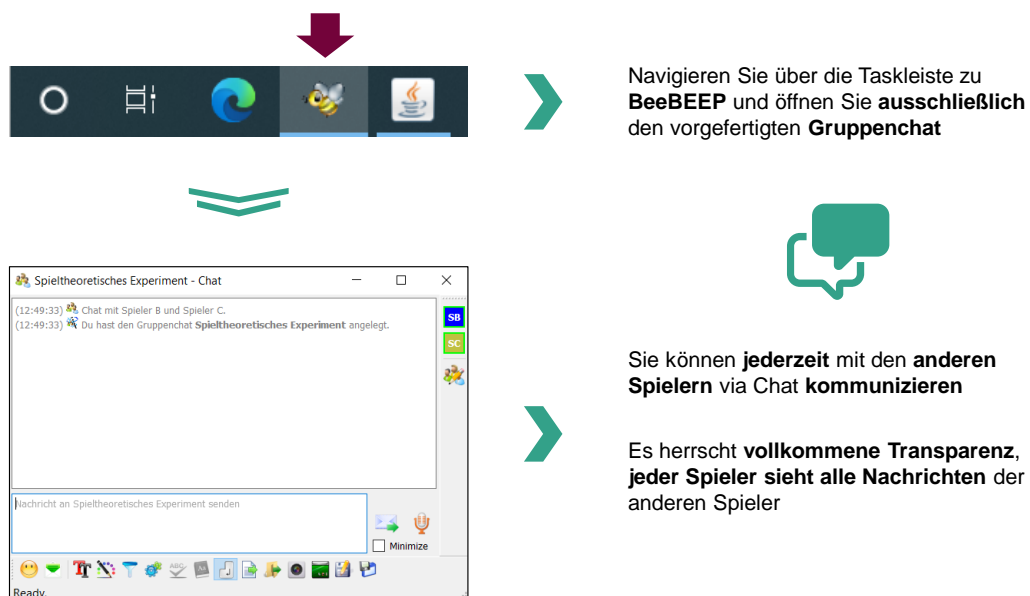


3

Während des Experiments ist es Ihnen zu jederzeit möglich mit den anderen Spielern via BeeBEEP zu kommunizieren



Einführung in BeeBEEP



4

Abbildung A.13: Verteilte Experimentunterlage real-dynamisch mit Kommunikation (eigene Darstellung)

A.7 Weiterführende statistische Parameter der paarweisen Vergleiche zwischen den Treatments im Rahmen der Experimentauswertung

Statische Betrachtung: Mittlere Auszahlung

Tabelle A.1: Paarweise Vergleiche mittlere Auszahlung - statische Betrachtung (eigene Darstellung)

Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche mittlere Auszahlung						
Treatments	SoK & RoK	SoK & SmK	SoK & RmK	RoK & SmK	RoK & RmK	SmK & RmK
U-Statistik	110,50	48,50	30,00	84,50	58,50	152,00
Z-Statistik	-2,422	-4,103	-4,388	-3,128	-3,555	-0,820
Asympt. Signifikanz	0,015	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001	0,412
Exakte Signifikanz	0,014	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001	0,426

Statische Betrachtung: Anteil Zustand HHX

Tabelle A.2: Paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHX - statische Betrachtung (eigene Darstellung)

Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHX						
Treatments	SoK & RoK	SoK & SmK	SoK & RmK	RoK & SmK	RoK & RmK	SmK & RmK
U-Statistik	116,50	45,50	31,50	77,00	67,50	128,00
Z-Statistik	-2,262	-4,211	-4,350	-3,348	-3,295	-1,538
Asympt. Signifikanz	0,024	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,124
Exakte Signifikanz	0,023	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,133

Statische Betrachtung: Anteil Zustand HHH

Tabelle A.3: Paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHH - statische Betrachtung (eigene Darstellung)

Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHH						
Treatments	SoK & RoK	SoK & SmK	SoK & RmK	RoK & SmK	RoK & RmK	SmK & RmK
U-Statistik	72,50	43,50	28,00	98,50	60,50	170,50
Z-Statistik	-3,545	-4,364	-4,560	-2,752	-3,497	-0,278
Asympt. Signifikanz	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,006	< 0,001	0,781
Exakte Signifikanz	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	< 0,001	0,784

Statische Betrachtung: Zug-Veränderungen

Tabelle A.4: Paarweise Vergleiche Zug-Veränderungen - statische Betrachtung (eigene Darstellung)

Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Zug-Veränderungen						
Treatments	SoK & RoK	SoK & SmK	SoK & RmK	RoK & SmK	RoK & RmK	SmK & RmK
U-Statistik	118,50	78,50	53,50	141,00	119,50	178,00
Z-Statistik	-2,213	-3,295	-3,713	-1,606	-1,788	-0,059
Asympt. Signifikanz	0,027	< 0,001	< 0,001	0,108	0,074	0,953
Exakte Signifikanz	0,026	< 0,001	< 0,001	0,114	0,077	0,965

Statische Betrachtung: Auszahlungsabweichung

Tabelle A.5: Paarweise Vergleiche Auszahlungsabweichung - statische Betrachtung (eigene Darstellung)

Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Auszahlungsabweichung						
Treatments	SoK & RoK	SoK & SmK	SoK & RmK	RoK & SmK	RoK & RmK	SmK & RmK
U-Statistik	177,00	73,50	29,00	117,00	61,00	121,00
Z-Statistik	-0,622	-3,425	-4,416	-2,246	-3,480	-1,726
Asympt. Signifikanz	0,534	< 0,001	< 0,001	0,025	< 0,001	0,084
Exakte Signifikanz	0,547	< 0,001	< 0,001	0,024	< 0,001	0,087

Dynamische Betrachtung: Mittlere Auszahlung

Tabelle A.6: Paarweise Vergleiche mittlere Auszahlung - dynamische Betrachtung (eigene Darstellung)

Dyn. Betrachtung: Zweiseitiger Wilcoxon-Vorzeichen-Test - paarweise Vergleiche mittlere Auszahlung				
Treatments	SoK1 & SoK2	RoK1 & RoK2	SmK1 & SmK2	RmK1 & RmK2
Z-Statistik	-1,559	-0,087	-2,494	-3,078
Asympt. Signifikanz	0,119	0,931	0,013	0,002

Dyn. Betrachtung: Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche mittlere Auszahlung						
Treatments	SoK1 & RoK1	SoK1 & SmK1	SoK1 & RmK1	RoK1 & SmK1	RoK1 & RmK1	SmK1 & RmK1
U-Statistik	139,50	57,50	55,00	119,50	118,00	144,50
Z-Statistik	-1,640	-3,873	-3,663	-2,182	-1,815	-1,041
Asympt. Signifikanz	0,101	< 0,001	< 0,001	0,029	0,070	0,298
Exakte Signifikanz	0,102	< 0,001	< 0,001	0,028	0,072	0,303

Treatments	SoK2 & RoK2	SoK2 & SmK2	SoK2 & RmK2	RoK2 & SmK2	RoK2 & RmK2	SmK2 & RmK2
U-Statistik	118,50	37,50	15,00	79,00	43,00	154,00
Z-Statistik	-2,208	-4,496	-4,982	-3,383	-4,197	-0,949
Asympt. Signifikanz	0,027	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,343
Exakte Signifikanz	0,026	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,460

Tabelle A.7: Paarweise Vergleiche Differenz mittlere Auszahlung zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels - dynamische Betrachtung (eigene Darstellung)

Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Diff. mittlere Auszahlung zw. 2. und 1. Hälfte						
Treatments	SoK & RoK	SoK & SmK	SoK & RmK	RoK & SmK	RoK & RmK	SmK & RmK
U-Statistik	175,00	87,00	52,00	140,50	98,00	118,00
Z-Statistik	-0,678	-3,075	-3,753	-1,612	-2,399	-1,816
Asympt. Signifikanz	0,498	0,002	< 0,001	0,107	0,016	0,069
Exakte Signifikanz	0,512	0,002	< 0,001	0,108	0,016	0,072

Dynamische Betrachtung: Anteil Zustand HHX

Tabelle A.8: Paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHX - dynamische Betrachtung (eigene Darstellung)

Dyn. Betrachtung: Zweiseitiger Wilcoxon-Vorzeichen-Test - paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHX				
Treatments	SoK1 & SoK2	RoK1 & RoK2	SmK1 & SmK2	RmK1 & RmK2
Z-Statistik	-0,908	0,000	-2,208	-2,927
Asympt. Signifikanz	0,364	1,000	0,027	0,003

Dyn. Betrachtung: Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHX						
Treatments	SoK1 & RoK1	SoK1 & SmK1	SoK1 & RmK1	RoK1 & SmK1	RoK1 & RmK1	SmK1 & RmK1
U-Statistik	146,00	61,00	73,50	112,50	125,50	134,50
Z-Statistik	-1,472	-3,825	-3,133	-2,406	-1,603	-1,356
Asympt. Signifikanz	0,141	< 0,001	0,002	0,016	0,109	0,175
Exakte Signifikanz	0,149	< 0,001	0,001	0,017	0,112	0,186

Treatments	SoK2 & RoK2	SoK2 & SmK2	SoK2 & RmK2	RoK2 & SmK2	RoK2 & RmK2	SmK2 & RmK2
U-Statistik	124,50	41,50	23,00	65,50	44,50	167,50
Z-Statistik	-2,050	-4,477	-4,823	-3,817	-4,191	-0,513
Asympt. Signifikanz	0,040	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,608
Exakte Signifikanz	0,040	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,718

Tabelle A.9: Paarweise Vergleiche Differenz Anteil Zustand HHX zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels - dynamische Betrachtung (eigene Darstellung)

Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Diff. Anteil Zustand HHX zw. 2. und 1. Hälfte						
Treatments	SoK & RoK	SoK & SmK	SoK & RmK	RoK & SmK	RoK & RmK	SmK & RmK
U-Statistik	181,50	114,50	70,00	151,00	109,50	126,50
Z-Statistik	-0,505	-2,377	-3,257	-1,333	-2,065	-1,580
Asympt. Signifikanz	0,614	0,017	0,001	0,183	0,039	0,114
Exakte Signifikanz	0,620	0,020	< 0,001	0,192	0,038	0,119

Dynamische Betrachtung: Anteil Zustand HHH

Tabelle A.10: Paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHH - dynamische Betrachtung (eigene Darstellung)

Dyn. Betrachtung: Zweiseitiger Wilcoxon-Vorzeichen-Test - paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHH						
Treatments	SoK1 & SoK2	RoK1 & RoK2	SmK1 & SmK2	RmK1 & RmK2		
Z-Statistik	-0,272	-0,284	-2,624	-3,157		
Asympt. Signifikanz	0,785	0,776	0,009	0,002		

Dyn. Betrachtung: Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Anteil Zustand HHH						
Treatments	SoK1 & RoK1	SoK1 & SmK1	SoK1 & RmK1	RoK1 & SmK1	RoK1 & RmK1	SmK1 & RmK1
U-Statistik	74,00	56,50	38,50	125,00	106,00	163,50
Z-Statistik	-3,529	-4,056	-4,274	-2,040	-2,170	-0,485
Asympt. Signifikanz	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,041	0,030	0,628
Exakte Signifikanz	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,043	0,030	0,633

Treatments	SoK2 & RoK2	SoK2 & SmK2	SoK2 & RmK2	RoK2 & SmK2	RoK2 & RmK2	SmK2 & RmK2
U-Statistik	113,00	35,50	14,00	87,00	44,00	148,00
Z-Statistik	-2,579	-4,710	-5,181	-3,174	-4,181	-1,168
Asympt. Signifikanz	0,010	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001	0,243
Exakte Signifikanz	0,018	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001	0,361

Tabelle A.11: Paarweise Vergleiche Differenz Anteil Zustand HHH zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels - dynamische Betrachtung (eigene Darstellung)

Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Diff. Anteil Zustand HHH zw. 2. und 1. Hälfte						
Treatments	SoK & RoK	SoK & SmK	SoK & RmK	RoK & SmK	RoK & RmK	SmK & RmK
U-Statistik	183,50	99,50	63,00	122,00	91,00	119,00
Z-Statistik	-0,468	-2,864	-3,586	-2,121	-2,607	-1,791
Asympt. Signifikanz	0,640	0,004	< 0,001	0,034	0,009	0,073
Exakte Signifikanz	0,659	0,006	< 0,001	0,035	0,009	0,077

Dynamische Betrachtung: Zug-Veränderungen

Tabelle A.12: Paarweise Vergleiche Zug-Veränderungen - dynamische Betrachtung (eigene Darstellung)

Dyn. Betrachtung: Zweiseitiger Wilcoxon-Vorzeichen-Test - paarweise Vergleiche Zug-Veränderungen				
Treatments	SoK1 & SoK2	RoK1 & RoK2	SmK1 & SmK2	RmK1 & RmK2
Z-Statistik	-2,893	-0,832	-2,602	-2,763
Asympt. Signifikanz	0,004	0,405	0,009	0,006

Dyn. Betrachtung: Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Zug-Veränderungen						
Treatments	SoK1 & RoK1	SoK1 & SmK1	SoK1 & RmK1	RoK1 & SmK1	RoK1 & RmK1	SmK1 & RmK1
U-Statistik	95,00	86,00	99,00	176,50	161,00	146,00
Z-Statistik	-2,860	-3,102	-2,390	-0,643	-0,564	-1,007
Asympt. Signifikanz	0,004	0,002	0,017	0,520	0,572	0,314
Exakte Signifikanz	0,004	0,002	0,017	0,529	0,593	0,331

Treatments	SoK2 & RoK2	SoK2 & SmK2	SoK2 & RmK2	RoK2 & SmK2	RoK2 & RmK2	SmK2 & RmK2
U-Statistik	172,00	104,00	58,00	124,50	71,00	144,50
Z-Statistik	-0,763	-2,652	-3,691	-2,093	-3,319	-1,201
Asympt. Signifikanz	0,445	0,008	< 0,001	0,036	< 0,001	0,230
Exakte Signifikanz	0,461	0,009	< 0,001	0,040	0,001	0,303

Tabelle A.13: Paarweise Vergleiche Differenz Zug-Veränderungen zwischen zweiter und erster Hälfte des Spiels - dynamische Betrachtung (eigene Darstellung)

Zweiseitiger Mann-Whitney-U-Test - paarweise Vergleiche Diff. Zug-Veränderungen zw. 2. und 1. Hälfte						
Treatments	SoK & RoK	SoK & SmK	SoK & RmK	RoK & SmK	RoK & RmK	SmK & RmK
U-Statistik	115,50	189,00	121,00	126,50	77,50	114,50
Z-Statistik	-2,303	-0,303	-1,746	-2,008	-3,025	-1,950
Asympt. Signifikanz	0,021	0,762	0,081	0,045	0,002	0,051
Exakte Signifikanz	0,021	0,779	0,087	0,046	0,002	0,055

Literaturverzeichnis

- Aguinis, H., Beaty, J. C., Boik, R. J. und Pierce, C. A. (2005), „Effect size and power in assessing moderating effects of categorical variables using multiple regression: a 30-year review“, *The Journal of applied psychology*, 90. Jg., Nr. 1, S. 94–107.
- Allison, P. D. (1977), „Testing for Interaction in Multiple Regression“, *American Journal of Sociology*, 83. Jg., Nr. 1, S. 144–153.
- Altavilla, C., Luini, L. und Sbriglia, P. (2003), „Information and learning in Bertrand and Cournot experimental duopolies“, *University of Siena Economics Working Paper*, Nr. 406.
- Anderson, E. J. und Cau, T. (2011), „Implicit collusion and individual market power in electricity markets“, *European Journal of Operational Research*, 211. Jg., Nr. 2, S. 403–414.
- Anderson, S. T., Friedman, D. und Oprea, R. (2010), „Preemption Games: Theory and Experiment“, *American Economic Review*, 100. Jg., Nr. 4, S. 1778–1803.
- Andersson, O. und Wengström, E. (2007), „Do Antitrust Laws Facilitate Collusion? Experimental Evidence on Costly Communication in Duopolies“, *Scandinavian Journal of Economics*, 109. Jg., Nr. 2, S. 321–339.
- Aoyagi, M. und Fréchette, G. (2009), „Collusion as public monitoring becomes noisy: Experimental evidence“, *Journal of Economic Theory*, 144. Jg., Nr. 3, S. 1135–1165.
- Arslan, R. C., Walther, M. P. und Tata, C. S. (2020), „formr: A study framework allowing for automated feedback generation and complex longitudinal experience-sampling studies using R“, *Behavior Research Methods*, 52. Jg., Nr. 1, S. 376–387.
- Axelrod, R. (1980a), „Effective Choice in the Prisoner's Dilemma“, *Journal of Conflict Resolution*, 24. Jg., Nr. 1, S. 3–25.
- Axelrod, R. (1980b), „More Effective Choice in the Prisoner's Dilemma“, *Journal of Conflict Resolution*, 24. Jg., Nr. 3, S. 379–403.
- Axelrod, R. und Dion, D. (1988), „The further evolution of cooperation“, *Science*, 242. Jg., Nr. 4884, S. 1385–1390.
- Axelrod, R. und Hamilton, W. D. (1981), „The evolution of cooperation“, *Science*, 211. Jg., Nr. 4489, S. 1390–1396.

- Balietti, S. (2017), „nodeGame: Real-time, synchronous, online experiments in the browser“, *Behavior research methods*, 49. Jg., Nr. 5, S. 1696–1715.
- Baliga, S. und Morris, S. (2002), „Co-ordination, Spillovers, and Cheap Talk“, *Journal of Economic Theory*, 105. Jg., Nr. 2, S. 450–468.
- Balliet, D. (2010), „Communication and Cooperation in Social Dilemmas: A Meta-Analytic Review“, *Journal of Conflict Resolution*, 54. Jg., Nr. 1, S. 39–57.
- Barbot, C. (2009), „Airport and airlines competition: Incentives for vertical collusion“, *Transportation Research Part B: Methodological*, 43. Jg., Nr. 10, S. 952–965.
- Bartholomae, F. W. und Wiens, M. (2016), *Spieltheorie: Ein anwendungsorientiertes Lehrbuch, Lehrbuch*, Springer Gabler, Wiesbaden.
- Baumol, W. (1992), „Horizontal Collusion and Innovation“, *Economic Journal*, 102. Jg., Nr. 410, S. 129–137.
- Benesch, T. (2012), *Schlüsselkonzepte zur Statistik: Die wichtigsten Methoden, Verteilungen, Tests anschaulich erklärt*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Bereby-Meyer, Y. und Roth, A. E. (2006), „The Speed of Learning in Noisy Games: Partial Reinforcement and the Sustainability of Cooperation“, *American Economic Review*, 96. Jg., Nr. 4, S. 1029–1042.
- Bergin, J. und MacLeod, W. B. (1993), „Continuous Time Repeated Games“, *International Economic Review*, 34. Jg., Nr. 1, S. 21–37.
- Berninghaus, S., Ehrhart, K.-M. und Güth, W. (2010), *Strategische Spiele: Eine Einführung in die Spieltheorie, Springer-Lehrbuch*, 3. Aufl. 2010, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Berninghaus, S. K., Ehrhart, K.-M., Ott, M. und Vogt, B. (2007), „Evolution of networks—an experimental analysis“, *Journal of Evolutionary Economics*, 17. Jg., Nr. 3, S. 317–347.
- Bertrand, J. L. (1883), „Théorie des Richesses: Revue de théories mathématiques de la richesse sociale par Léon Walras et Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses par Augustin Cournot“, *Journal des Savants*, 67. Jg., S. 499–508.
- Betz, B. (1991), „Response to Strategy and Communication in an Arms Race-Disarmament Dilemma“, *Journal of Conflict Resolution*, 35. Jg., Nr. 4, S. 678–690.

- Bigoni, M., Casari, M., Skrzypacz, A. und Spagnolo, G. (2015), „Time Horizon and Cooperation in Continuous Time“, *Econometrica*, 83. Jg., Nr. 2, S. 587–616.
- Bigoni, M., Potters, J. und Spagnolo, G. (2019), „Frequency of interaction, communication and collusion: an experiment“, *Economic Theory*, 68. Jg., Nr. 4, S. 827–844.
- Bó, P. D. (2005), „Cooperation under the Shadow of the Future: Experimental Evidence from Infinitely Repeated Games“, *American Economic Review*, 95. Jg., Nr. 5, S. 1591–1604.
- Bonacich, P., Shure, G. H., Kahan, J. P. und Meeker, R. J. (1976), „Cooperation and Group Size in the N-Person Prisoners' Dilemma“, *Journal of Conflict Resolution*, 20. Jg., Nr. 4, S. 687–706.
- Borenstein, S. (2003), „Rapid communication and price fixing: The airline tariff publishing company case“, *The antitrust revolution: The role of economics*.
- Boyd, R. und Richerson, P. J. (1988), „The evolution of reciprocity in sizable groups“, *Journal of Theoretical Biology*, 132. Jg., Nr. 3, S. 337–356.
- Brandts, J. und Guillén Pablo (2007), „Collusion and fights in an experiment with price-setting firms and advance production“, *The Journal of Industrial Economics*, 55. Jg., Nr. 3, S. 453–473.
- Brembs, B. (1996), „Chaos, Cheating and Cooperation: Potential Solutions to the Prisoner's Dilemma“, *Oikos*, 76. Jg., Nr. 1, S. 14.
- Brickley, J., Smith, C. und Zimmerman, J. (2000), „An introduction to game theory and business strategy“, *Journal of Applied Corporate Finance*, 13. Jg., Nr. 2, S. 84–98.
- Brock, W. A. und Scheinkman, J. A. (1985), „Price Setting Supergames with Capacity Constraints“, *The Review of Economic Studies*, 52. Jg., Nr. 3, S. 371–382.
- Brown, A. L. und Stephenson, D. G. (2020), „Games with Continuous-Time Experimental Protocols“, *Verfügbar unter <http://www.danielgstephenson.com/items/ContinuousTimeChapter.pdf>*, S. 1–47.
- Bruneckienė, J., Pekarskienė, I., Guzavičius, A., Palekienė, O. und Šovienė, J. (2015), *The Impact of Cartels on National Economy and Competitiveness*, Springer International Publishing, Cham.

- Bühner, M. und Ziegler, M. (2009), *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler, Always learning*, Pearson, München.
- Calford, E. und Oprea, R. (2017), „Continuity, Inertia, and Strategic Uncertainty: A Test of the Theory of Continuous Time Games“, *Econometrica*, 85. Jg., Nr. 3, S. 915–935.
- Camerer, C. F. und Hogarth, R. M. (1999), „The Effects of Financial Incentives in Experiments: A Review and Capital-Labor-Production Framework“, *Journal of Risk and Uncertainty*, 19. Jg., Nr. 1/3, S. 7–42.
- Camerer, C. F. und Knez, M. (2010), „Coordination in organizations: A game-theoretic perspective“, in Shapira, Z. B. (Hg.), *Organizational decision making, Cambridge Series on Judgment and Decision Making*, Cambridge University Press, Cambridge, S. 158–188.
- Campbell, D. T. und Stanley, J. C. (1963), „Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching“, in Gage, N. L. (Hg.), *Handbook of research on teaching*, S. 171–246.
- Chamberlin, E. H. (1929), „Duopoly: Value Where Sellers are Few“, *The Quarterly Journal of Economics*, 44. Jg., Nr. 1, S. 63–100.
- Charness, G. (2000), „Self-Serving Cheap Talk: A Test Of Aumann's Conjecture“, *Games and Economic Behavior*, 33. Jg., Nr. 2, S. 177–194.
- Charness, G. und Dufwenberg, M. (2006), „Promises and Partnership“, *Econometrica*, 74. Jg., Nr. 6, S. 1579–1601.
- Chen, D. L., Schonger, M. und Wickens, C. (2016), „oTree—An open-source platform for laboratory, online, and field experiments“, *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 9. Jg., S. 88–97.
- Chinczewski, J. (2019), *Strategische Verschlechterungen in dynamischen Konflikten*, Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
- Clark, K. und Sefton, M. (2001), „Repetition and signalling: experimental evidence from games with efficient equilibria“, *Economics Letters*, 70. Jg., Nr. 3, S. 357–362.
- Cleff, T. (2019), *Angewandte Induktive Statistik und Statistische Testverfahren: Eine computer-gestützte Einführung mit Excel, SPSS und Stata*, Springer Gabler, Wiesbaden, Heidelberg.
- Colman, A. M. (2003), „Cooperation, psychological game theory, and limitations of rationality in social interaction“, *Behavioral and brain sciences*, 26. Jg., Nr. 2, S. 139–153.

- Cooper, D. J. und Kühn, K.-U. (2014), „Communication, Renegotiation, and the Scope for Collusion“, *American Economic Journal: Microeconomics*, 6. Jg., Nr. 2, S. 247–278.
- Cooper, R., DeJong, D. V., Forsythe, R. und Ross, T. W. (1992), „Communication in Coordination Games“, *The Quarterly Journal of Economics*, 107. Jg., Nr. 2, S. 739–771.
- Cournot, A. A. (1838), *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*, L. Hachette.
- Crawford, V. (1998), „A Survey of Experiments on Communication via Cheap Talk“, *Journal of Economic Theory*, 78. Jg., Nr. 2, S. 286–298.
- Croson, R. (2005), „The Method of Experimental Economics“, *International Negotiation*, 10. Jg., Nr. 1, S. 131–148.
- Das, P. (2019), *Econometrics in theory and practice: Analysis of cross section, time series and panel data with Stata 15.1*, Springer eBook Collection, Springer, Singapore.
- Daughety, A. F. und Forsythe, R. (1987), „The Effects of Industry-Wide Price Regulation on Industrial Organization“, *The Journal of Law, Economics, and Organization*, 3. Jg., Nr. 2, S. 397–434.
- Davis, D. D. und Holt, C. A. (1993), „Experimental economics: Methods, problems, and promise“, *Estudios Economicos*, S. 179–212.
- Davis, D. D. und Holt, C. A. (1994), „Market Power and Mergers in Laboratory Markets with Posted Prices“, *The RAND Journal of Economics*, 25. Jg., Nr. 3, S. 467–487.
- Davis, D. D. und Holt, C. A. (1998), „Conspiracies and Secret Discounts in Laboratory Markets“, *The Economic Journal*, 108. Jg., Nr. 448, S. 736–756.
- Davis, D. D. und Holt, C. A. (2013), „The Effects of Collusion in Laboratory Experiments“, in Plott, C. und Smith, V. L. (Hg.), *Handbook of experimental economics results, Handbooks in economics*, Bd. 1, 1. ed., transferred to digital print, North-Holland, Amsterdam, S. 170–177.
- Davis, D. D. und Wilson, B. J. (2002), „Collusion in procurement auctions: an experimental examination“, *Economic Inquiry*, 40. Jg., Nr. 2, S. 213–230.

- Davis, J. H., Laughlin, P. R. und Komorita, S. S. (1976), „The Social Psychology of Small Groups: Cooperative and Mixed-Motive Interaction“, *Annual Review of Psychology*, 27. Jg., Nr. 1, S. 501–541.
- Dawes, R. M., McTavish, J. und Shaklee, H. (1977), „Behavior, communication, and assumptions about other people’s behavior in a commons dilemma situation“, *Journal of Personality and Social Psychology*, 35. Jg., Nr. 1.
- Dawes, R. M., van de Kragt, A. J. und Orbell, J. M. (1988), „Not me or thee but we: The importance of group identity in eliciting cooperation in dilemma situations: Experimental manipulations“, *Acta Psychologica*, 68. Jg., Nr. 1-3, S. 83–97.
- Diekman, A. und Manhart, K. (1989), „Kooperative Strategien im Gefangenendilemma. Computersimulation eines N-Personen-Spiels“, *Analyse & Kritik - Zeitschrift für Sozialtheorie*, 11. Jg., Nr. 2, S. 134–153.
- Dijkstra, P. T., Haan, M. A. und Mulder, M. (2017), „Industry structure and collusion with uniform yardstick competition: Theory and experiments“, *International Journal of Industrial Organization*, 50. Jg., S. 1–33.
- Dixon, W. J. und Mood, A. M. (1946), „The statistical sign test“, *Journal of the American Statistical Association*, 41. Jg., Nr. 236, S. 557–566.
- Dolbear, F. T., Lave, L. B., Bowman, G., Lieberman, A., Prescott, E., Rueter, F. und Sherman, R. (1968), „Collusion in Oligopoly: An Experiment on the Effect of Numbers and Information“, *The Quarterly Journal of Economics*, 82. Jg., Nr. 2, S. 240–259.
- Dolman, E. (2012), *Pure Strategy*, Routledge.
- Eifler, S. (2014), „Experiment“, in Baur, N. und Blasius, J. (Hg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, Handbuch*, Springer VS, Wiesbaden, S. 195–210.
- El-Seidy, E., Elshobaky, E. M. und Soliman, K. M. (2016), „Two population three-player prisoner’s dilemma game“, *Applied Mathematics and Computation*, 277. Jg., S. 44–53.
- El-Seidy, E. und Soliman, K. M. (2016), „Iterated symmetric three-player prisoner’s dilemma game“, *Applied Mathematics and Computation*, 282. Jg., S. 117–127.
- Engel, C. (2007), „How much collusion? A meta-analysis of oligopoly experiments“, *Journal of Competition Law & Economics*, 3. Jg., Nr. 4, S. 491–549.

- Fader, P. S. und Hauser, J. R. (1988), „Implicit Coalitions in a Generalized Prisoner's Dilemma“, *Journal of Conflict Resolution*, 32. Jg., Nr. 3, S. 553–582.
- Fahrmeir, L., Künstler, R., Pigeot, I. und Tutz, G. (2007), *Statistik: Der Weg zur Datenanalyse, Springer-Lehrbuch*, 6. überarb. Aufl. 2007, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Fang, L., Hipel, K. W. und Kilgour, D. (1989), „Conflict models in graph form: Solution concepts and their interrelationships“, *European Journal of Operational Research*, 41. Jg., Nr. 1, S. 86–100.
- Farrell, J. (1987), „Cheap Talk, Coordination, and Entry“, *The RAND Journal of Economics*, 18. Jg., Nr. 1, S. 34–39.
- Farrell, J. (1988), „Communication, coordination and Nash equilibrium“, *Economics Letters*, 27. Jg., Nr. 3, S. 209–214.
- Farrell, J. und Gibbons, R. (1989), „Cheap talk with two audiences“, *The American Economic Review*, 79. Jg., Nr. 5, S. 1214–1223.
- Farrell, J. und Klemperer, P. (2007), „Coordination and lock-in: Competition with switching costs and network effects“, in Armstrong, M. und Porter, R. (Hg.), *Handbook of industrial organization: Volume 3, Handbooks in economics*, Bd. 3, 1st ed., North Holland, Amsterdam Netherlands, S. 1967–2072.
- Farrell, J. und Maskin, E. (1989), „Renegotiation in repeated games“, *Games and Economic Behavior*, 1. Jg., Nr. 4, S. 327–360.
- Farrell, J. und Rabin, M. (1996), „Cheap Talk“, *Journal of Economic Perspectives*, 10. Jg., Nr. 3, S. 103–118.
- Feinberg, R. und Snyder, C. (2002), „Collusion with secret price cuts: An experimental investigation“, *Economics Bulletin*, 3. Jg., Nr. 6, S. 1–11.
- Feuerstein, S. (2005), „Collusion in Industrial Economics—A Survey“, *Journal of Industry, Competition and Trade*, 5. Jg., Nr. 3-4, S. 163–198.
- Fischbacher, U. (2007), „z-Tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments“, *Experimental Economics*, 10. Jg., Nr. 2, S. 171–178.
- Folger, J. P., Poole, M. S. und Stutman, R. K. (2021), *Working Through Conflict: Strategies for relationships, groups, and organizations*, Routledge.

- Fonseca, M. A. und Normann, H.-T. (2012), „Explicit vs. tacit collusion—The impact of communication in oligopoly experiments“, *European Economic Review*, 56. Jg., Nr. 8, S. 1759–1772.
- Frass, A. G. und Greer, D. F. (1977), „Market Structure and Price Collusion: An Empirical Analysis“, *The Journal of Industrial Economics*, 26. Jg., Nr. 1, S. 21–44.
- Friedman, D. und Cassar, A. (2004), *Economics lab: An intensive course in experimental economics*, *Routledge advances in experimental and computable economics*, First published., Routledge Taylor & Francis Group, London, New York.
- Friedman, D., Huck, S., Oprea, R. und Weidenholzer, S. (2015), „From imitation to collusion: Long-run learning in a low-information environment“, *Journal of Economic Theory*, 155. Jg., S. 185–205.
- Friedman, D. und Oprea, R. (2012), „A Continuous Dilemma“, *American Economic Review*, 102. Jg., Nr. 1, S. 337–363.
- Friedman, J. W. (1971), „A Non-cooperative Equilibrium for Supergames“, *The Review of Economic Studies*, 38. Jg., Nr. 1, S. 1–12.
- Frohlich, N. und Oppenheimer, J. (1996), „When Is Universal Contribution Best for the Group?“, *Journal of Conflict Resolution*, 40. Jg., Nr. 3, S. 502–516.
- Frohlich, N. und Oppenheimer, J. (1998), „Some consequences of e-mail vs. face-to-face communication in experiment“, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 35. Jg., Nr. 3, S. 389–403.
- Fudenberg, D. und Maskin, E. (1986), „The Folk Theorem in Repeated Games with Discounting or with Incomplete Information“, *Econometrica*, 54. Jg., Nr. 3, S. 533–554.
- Fudenberg, D. und Tirole, J. (1991), *Game theory*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Gibbons, R. (1992), *A primer in game theory*, Prentice Hall Financial Times; Harvester Wheatsheaf; Pearson, Harlow, New York, NY, Harlow.
- Gibbons, R. (1997), „An Introduction to Applicable Game Theory“, *Journal of Economic Perspectives*, 11. Jg., Nr. 1, S. 127–149.

- Gilovich, T., Savitsky, K. und Medvec, V. H. (1998), „The illusion of transparency: Biased assessments of others' ability to read one's emotional states“, *Journal of Personality and Social Psychology*, 75. Jg., Nr. 2, S. 332–346.
- Goehring, D. J. und Kahan, J. P. (1976), „The Uniform N-Person Prisoner's Dilemma Game“, *Journal of Conflict Resolution*, 20. Jg., Nr. 1, S. 111–128.
- Graf, A. (2021), *Strategische Koordination in real-dynamischen Konflikten*, Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
- Green, E. J., Marshall, R. C. und Marx, L. M. (2015), „Tacit collusion in oligopoly“, in Blair, R. D. und Sokol, D. D. (Hg.), *The Oxford handbook of international antitrust economics*, Oxford Univ. Press, Oxford, 464-497.
- Greene, W. H. (1981), „On the Asymptotic Bias of the Ordinary Least Squares Estimator of the Tobit Model“, *Econometrica*, 49. Jg., Nr. 2, S. 505–513.
- Greiner, B. (2015), „Subject pool recruitment procedures: organizing experiments with OR-SEE“, *Journal of the Economic Science Association*, 1. Jg., Nr. 1, S. 114–125.
- Grujić, J., Eke, B., Cabrales, A., Cuesta, J. A. und Sánchez, A. (2012), „Three is a crowd in iterated prisoner's dilemmas: experimental evidence on reciprocal behavior“, *Scientific reports*, 2. Jg., Nr. 1, S. 1–7.
- Haan, M. A., Schoonbeek, L. und Winkel, B. M. (2009), „Experimental results on collusion“, in Hinlopen, J. und Normann, H.-T. (Hg.), *Experiments and competition policy*, Cambridge University Press, S. 9–33.
- Hamburger, H., Guyer, M. und Fox, J. (1975), „Group Size and Cooperation“, *Journal of Conflict Resolution*, 19. Jg., Nr. 3, S. 503–531.
- Hamilton, J. H. und Slutsky, S. M. (1993), „Endogenizing the order of moves in matrix games“, *Theory and Decision*, 34. Jg., Nr. 1, S. 47–62.
- Hardin, G. (1968), „The tragedy of the commons: the population problem has no technical solution; it requires a fundamental extension in morality“, *Science*, 162. Jg., Nr. 3859, S. 1243–1248.
- Harrington, J. E. und Ye, L. (2019), „Collusion through Coordination of Announcements“, *The Journal of Industrial Economics*, 67. Jg., Nr. 2, S. 209–241.

- Harris, T. und Hardin, J. W. (2013), „Exact Wilcoxon Signed-Rank and Wilcoxon Mann–Whitney Ranksum Tests“, *The Stata Journal*, 13. Jg., Nr. 2, S. 337–343.
- Hayes, A. F. und Cai, L. (2007), „Using heteroskedasticity-consistent standard error estimators in OLS regression: an introduction and software implementation“, *Behavior research methods*, 39. Jg., Nr. 4, S. 709–722.
- Hertwig, R. und Ortmann, A. (2001), „Experimental practices in economics: A methodological challenge for psychologists?“, *Behavioral and brain sciences*, 24. Jg., Nr. 3, S. 383–403.
- Hirschey, M. (2009), *Fundamentals of Managerial Economics*, 9. Aufl., Mason: South-Western.
- Hoggatt, A. C., Friedman, J. W. und Gill, S. (1976), „Price signaling in experimental oligopoly“, *The American Economic Review*, 66. Jg., Nr. 2, S. 261–266.
- Holcomb, J. H. und Nelson, P. S. (1997), „The role of monitoring in duopoly market outcomes“, *The Journal of Socio-Economics*, 26. Jg., Nr. 1, S. 79–93.
- Holt, C. A. (1985), „An experimental test of the consistent-conjectures hypothesis.“, *The American Economic Review*, 75. Jg., Nr. 3, S. 314–325.
- Holt, C. A. (2020), „Industrial Organization: A Survey of Laboratory Research“, in Roth, A. E. und Kagel, J. H. (Hg.), *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press, Princeton, NJ, S. 349–444.
- Holt, C. A. und Roth, A. E. (2004), „The Nash equilibrium: A perspective“, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101. Jg., Nr. 12, S. 3999–4002.
- Horstmann, N., Kraemer, J. und Schnurr, D. (2016), *Oligopoly Competition in Continuous Time*, Verfügbar unter SSRN 2630664 Electronic Journal.
- Hox, J. J. und van de Schoot, R. (2017), *Multilevel Analysis: Techniques and Applications, Quantitative Methodology Series*, Third edition, Taylor and Francis, London.
- Huber, F., Meyer, F. und Lenzen, M. (2014), *Grundlagen der Varianzanalyse: Konzeption - Durchführung - Auswertung*, Springer eBook Collection, Springer Gabler, Wiesbaden.
- Huberman, B. A. und Glance, N. S. (1993), „Evolutionary games and computer simulations“, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90. Jg., Nr. 16, S. 7716–7718.

- Huck, S., Normann, H.-T. und Oechssler, J. (1999), „Learning in Cournot Oligopoly - an Experiment“, *The Economic Journal*, 109. Jg., Nr. 454, S. 80–95.
- Huck, S., Normann, H.-T. und Oechssler, J. (2000), „Does information about competitors' actions increase or decrease competition in experimental oligopoly markets?“, *International Journal of Industrial Organization*, 18. Jg., Nr. 1, S. 39–57.
- Huck, S., Normann, H.-T. und Oechssler, J. (2004), „Two are few and four are many: number effects in experimental oligopolies“, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 53. Jg., Nr. 4, S. 435–446.
- Hurwicz, L. (1960), „Optimality and informational efficiency in resource allocation processes“, *Mathematical Methods in the Social Sciences*.
- Iqbal, A., Cheon, T. und Abbott, D. (2008), „Probabilistic analysis of three-player symmetric quantum games played using the Einstein–Podolsky–Rosen–Bohm setting“, *Physics Letters A*, 372. Jg., Nr. 44, S. 6564–6577.
- Jing, S., Li, R., Niu, Z. und Yan, J. (2020), „The application of dynamic game theory to participant's interaction mechanisms in lean management“, *Computers & Industrial Engineering*, 139. Jg.
- Johnson, J. (1993), „Is Talk Really Cheap? Prompting Conversation between Critical Theory and Rational Choice“, *American Political Science Review*, 87. Jg., Nr. 1, S. 74–86.
- Kagel, J. H. (2018), „Cooperation through communication: Teams and individuals in finitely repeated Prisoners' dilemma games“, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 146. Jg., S. 55–64.
- KD²Lab (2022), „KIT - KD²LabExperimentteilnahme“, verfügbar unter <https://www.kd2lab.kit.edu/28.php> (Zugriff am 21. Juni 2022).
- Kephart, C. und Friedman, D. (2015), „Hotelling revisits the lab: equilibration in continuous and discrete time“, *Journal of the Economic Science Association*, 1. Jg., Nr. 2, S. 132–145.
- Kephart, C. und Rose, L. (2015), „Stability in competition? Hotelling in continuous time“, Verfügbar unter https://leeps.ucsc.edu/media/papers/KephartRose_Hotelling_PL.pdf.

- Kerr, N. L., Garst, J., Lewandowski, D. A. und Harris, S. E. (1997), „That Still, Small Voice: Commitment to Cooperate as an Internalized Versus a Social Norm“, *Personality and Social Psychology Bulletin*, 23. Jg., Nr. 12, S. 1300–1311.
- Kirk, R. E. (2003), „Experimental Design“, in Weiner, Irving B., Schinka, John A. und Velicer, W. F. (Hg.), *Handbook of psychology*, Wiley, Hoboken, N.J, S. 3–32.
- Klein, J. I. (1998), „The State of Competition in the Airline Industry“, *Department of Justice Statement before the Committee on the Judiciary, United States House of Representatives*.
- Kline, R. R. (2015), *The cybernetics moment: Or why we call our age the information age*, New studies in American intellectual and cultural history, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Kohler, U. und Kreuter, F. (2016), *Datenanalyse mit Stata: Allgemeine Konzepte der Datenanalyse und ihre praktische Anwendung*, 5th ed., De Gruyter, Berlin/Boston.
- Kollock, P. (1998), „Social Dilemmas: The Anatomy of Cooperation“, *Annual Review of Sociology*, 24. Jg., Nr. 1, S. 183–214.
- Kopf, J. (2017), *Evolution von Kollusion*, Dissertation, *Research*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- Krebs, D. und Menold, N. (2014), „Gütekriterien quantitativer Sozialforschung“, in Baur, N. und Blasius, J. (Hg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, Handbuch, Springer VS, Wiesbaden, S. 425–438.
- Kruse, J. B. und Schenk, D. J. (2000), „Location, cooperation and communication: An experimental examination“, *International Journal of Industrial Organization*, 18. Jg., Nr. 1, S. 59–80.
- Kühl, S. (2009), „Experiment“, in Kühl, S., Strodtholz, P. und Taffertshofer, A. (Hg.), *Handbuch Methoden der Organisationsforschung*, EBL-Schweitzer, Online-Ausg, Springer Fachmedien, Wiesbaden, S. 534–557.
- Lambertini, L. und Schultz, C. (2003), „Price or quantity in tacit collusion?“, *Economics Letters*, 78. Jg., Nr. 1, S. 131–137.
- Lande, R. H. und Marvel, H. P. (2000), „The three types of collusion: fixing prices, rivals, and rules“, *Wis. L. Rev.*, S. 941–999.

- Leng, A., Friesen, L., Kalayci, K. und Man, P. (2018), „A minimum effort coordination game experiment in continuous time“, *Experimental Economics*, 21. Jg., Nr. 3, S. 549–572.
- Leslie, C. R. (2003), „Trust, distrust, and antitrust“, *Texas Law Review*, 82. Jg., S. 515–680.
- Levenstein, M. und Suslow, V. (2006a), „Cartel bargaining and monitoring: The role of information sharing“, in Konkurrensverket (Hg.), *The pros and cons of information sharing, Pros and Cons / Swedish Competition Authority*, Swedish Competition Authority, Stockholm, S. 43–81.
- Levenstein, M. C. und Suslow, V. (2015), „Cartels and collusion-empirical evidence“, in Blair, R. D. und Sokol, D. D. (Hg.), *The Oxford handbook of international antitrust economics*, Oxford Univ. Press, Oxford, S. 442–463.
- Levenstein, M. C. und Suslow, V. Y. (2006b), „What Determines Cartel Success?“, *Journal of Economic Literature*, 44. Jg., Nr. 1, S. 43–95.
- Lipczynski, J., Wilson, J. O. S. und Goddard, J. A. (2006), *Industrial organization: Competition, strategy, policy*, 2. ed., 3. [print.], Prentice Hall/Financial Times, Harlow, England.
- Loewenstein, G. (1999), „Experimental Economics From the Vantage-point of Behavioural Economics“, *The Economic Journal*, 109. Jg., Nr. 453, S. 25–34.
- Long, J. S. und Freese, J. (2001), *Regression models for categorical dependent variables using stata, A Stata Press publication*, Stata Press, College Station, Texas.
- Mailath, G. J. (1993), „Endogenous Sequencing of Firm Decisions“, *Journal of Economic Theory*, 59. Jg., Nr. 1, S. 169–182.
- Marshall, R. C. und Marx, L. M. (2008), „Explicit collusion and market share allocations“, *Fuqua School of Business, Duke University*.
- Marwell, G. und Schmitt, D. R. (1972), „Cooperation in a three-person Prisoner’s Dilemma“, *Journal of Personality and Social Psychology*, 21. Jg., Nr. 3, S. 376–383.
- Mason, C. F., Phillips, O. R. und Nowell, C. (1992), „Duopoly Behavior in Asymmetric Markets: An Experimental Evaluation“, *The Review of Economics and Statistics*, 74. Jg., Nr. 4, S. 662–670.
- Mastroddi, M. (2022), „BeeBEEP - Free Office Messenger - Official Website“, verfügbar unter <https://www.beebeep.net/> (Zugriff am 30. Mai 2022).

- Matsushima, M. und Ikegami, T. (1998), „Evolution of strategies in the three-person iterated prisoner's dilemma game“, *Journal of Theoretical Biology*, 195. Jg., Nr. 1, S. 53–67.
- Maynard Smith, J. (1974), „The theory of games and the evolution of animal conflicts“, *Journal of Theoretical Biology*, 47. Jg., Nr. 1, S. 209–221.
- McCutcheon, B. (1997), „Do Meetings in Smoke-Filled Rooms Facilitate Collusion?“, *Journal of Political Economy*, 105. Jg., Nr. 2, S. 330–350.
- McDaniel, W. C. und Sistrunk, F. (1991), „Management Dilemmas and Decisions“, *Journal of Conflict Resolution*, 35. Jg., Nr. 1, S. 21–42.
- McDonald, J. F. und Moffitt, R. A. (1980), „The Uses of Tobit Analysis“, *The Review of Economics and Statistics*, 62. Jg., Nr. 2, S. 318–321.
- Miller, S. (2005), *Experimental Design and Statistics, New Essential Psychology*, 2nd ed., Taylor and Francis, Hoboken.
- Minas, J. S., Scodel, A., Marlowe, D. und Rawson, H. (1960), „Some descriptive aspects of two-person non-zero-sum games. II“, *Journal of Conflict Resolution*, 4. Jg., Nr. 2, S. 193–197.
- Mortensen, C. D. (1974), „A transactional paradigm of verbalized social conflict“, in Miller, Gerald R., Ed. und Simons, Herbert W., Ed. (Hg.), *Perspectives on Communication in Social Conflict*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632 (\$10.50 cloth), S. 90–124.
- Motta, M. (2004), *Competition policy: Theory and practice*, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Müller, D. (2009), „Moderatoren und Mediatoren in Regressionen“, in Albers, S. (Hg.), *Methodik der empirischen Forschung*, 3., überarb. und erw. Aufl., Gabler, Wiesbaden, S. 237–252.
- Murnighan, J. K. und Roth, A. E. (1983), „Expecting Continued Play in Prisoner's Dilemma Games“, *Journal of Conflict Resolution*, 27. Jg., Nr. 2, S. 279–300.
- Nachar, N. (2008), „The Mann-Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution“, *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4. Jg., Nr. 1, S. 13–20.
- Narahari, Y. (2014), *Game theory and mechanism design, IISc lecture notes series*, v. 4, World Scientific Pub. Co, Singapore, Hackensack, N.J.

- Nash, J. (1951), „Non-Cooperative Games“, *The Annals of Mathematics*, 54. Jg., Nr. 2, S. 286–295.
- Okamoto, K. und Matsumura, S. (2000), „The evolution of punishment and apology: an iterated prisoner's dilemma model“, *Evolutionary Ecology*, 14. Jg., Nr. 8, S. 703–720.
- Oprea, R., Charness, G. und Friedman, D. (2014), „Continuous time and communication in a public-goods experiment“, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 108. Jg., S. 212–223.
- Osborne, M. J. (2004), *An introduction to game theory*, Vol. 3, Oxford university press, New York.
- Osborne, M. J. und Rubinstein, A. (1994), *A course in game theory*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Palan, S. und Schitter, C. (2018), „Prolific.ac—A subject pool for online experiments“, *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 17. Jg., S. 22–27.
- Pfähler, W. und Wiese, H. (2008), *Unternehmensstrategien im Wettbewerb: Eine spieltheoretische Analyse*, Springer-Lehrbuch, Dritte, überarbeitete Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Potters, J. und Suetens, S. (2013), „Oligopoly experiments in the current millennium“, *Journal of Economic Surveys*, 27. Jg., Nr. 3, S. 439–460.
- Rack, O. und Christophersen, T. (2009), „Experimente“, in Albers, S. (Hg.), *Methodik der empirischen Forschung*, 3., überarb. und erw. Aufl., Gabler, Wiesbaden, S. 17–32.
- Radner, R. und Rosenthal, R. W. (1982), „Private Information and Pure-Strategy Equilibria“, *Mathematics of Operations Research*, 7. Jg., Nr. 3, S. 401–409.
- Rapoport, A. (1988), „Experiments with N-Person Social Traps I“, *Journal of Conflict Resolution*, 32. Jg., Nr. 3, S. 457–472.
- Rapoport, A. und Chammah, A. M. (1970), *Prisoner's dilemma: A study in conflict and cooperation*, Ann Arbor paperbacks, Bd. 165, 2. print, Univ. of Michigan Press, Ann Arbor, Mich.
- Rees, R. (1993), „Tacit collusion“, *Oxford Review of Economic Policy*, 9. Jg., Nr. 2, S. 27–40.

- Reuschenbach, D. (2009), „Nichtparametrische Testverfahren“, in Albers, S. (Hg.), *Methodik der empirischen Forschung*, 3., überarb. und erw. Aufl., Gabler, Wiesbaden, S. 501–520.
- Roth, A. E. und Murnighan, J. (1978), „Equilibrium behavior and repeated play of the prisoner's dilemma“, *Journal of Mathematical Psychology*, 17. Jg., Nr. 2, S. 189–198.
- Roux, C. und Thöni, C. (2015), „Collusion among many firms: The disciplinary power of targeted punishment“, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 116. Jg., S. 83–93.
- Rubinstein, A. (1986), „Finite automata play the repeated prisoner's dilemma“, *Journal of Economic Theory*, 39. Jg., Nr. 1, S. 83–96.
- Rubinstein, A. (1991), „Comments on the Interpretation of Game Theory“, *Econometrica*, 59. Jg., Nr. 4, S. 909–924.
- Sally, D. (1995), „Conversation and Cooperation in Social Dilemmas“, *Rationality and Society*, 7. Jg., Nr. 1, S. 58–92.
- Sauter, M., Draschkow, D. und Mack, W. (2020), „Building, Hosting and Recruiting: A Brief Introduction to Running Behavioral Experiments Online“, *Brain sciences*, 10. Jg., Nr. 4.
- Scheffman, D. T. und Coleman, M. (2003), „Quantitative analyses of potential competitive effects from a merger“, *Geo. Mason L. Rev*, 12. Jg., S. 319–369.
- Schelling, T. C. (1958), „The strategy of conflict Prospectus for a reorientation of game theory“, *Journal of Conflict Resolution*, 2. Jg., Nr. 3, S. 203–264.
- Schendera, C. F. G. (2014), *Regressionsanalyse mit SPSS*, 2., korrigierte und aktualisierte Aufl., De Gruyter Oldenbourg, München.
- Schmalensee, R. (1987), „Competitive advantage and collusive optima“, *International Journal of Industrial Organization*, 5. Jg., Nr. 4, S. 351–367.
- Schneider, H. (2009), „Nachweis und Behandlung von Multikollinearität“, in Albers, S. (Hg.), *Methodik der empirischen Forschung*, 3., überarb. und erw. Aufl., Gabler, Wiesbaden, S. 221–236.
- Schram, A. (2005), „Artificiality: The tension between internal and external validity in economic experiments“, *Journal of Economic Methodology*, 12. Jg., Nr. 2, S. 225–237.

- Schunck, R. und Nisic, N. (2020), „Vorsicht bei Vorschlägen zur Interpretation von Regressionen mit Interaktionsvariablen“, *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 72. Jg., Nr. 1, S. 109–119.
- Scodel, A., Minas, J. S., Ratoosh, P. und Lipetz, M. (1959), „Some descriptive aspects of two-person non-zero-sum games“, *Journal of Conflict Resolution*, 3. Jg., Nr. 2, S. 114–119.
- Seele, P. und Lock, I. (2017), „The game-changing potential of digitalization for sustainability: possibilities, perils, and pathways“, *Sustainability Science*, 12. Jg., Nr. 2, S. 183–185.
- Selten, R. (1973), „A simple model of imperfect competition, where 4 are few and 6 are many“, *International Journal of Game Theory*, 2. Jg., Nr. 1, S. 141–201.
- Selten, R. und Stoecker, R. (1986), „End behavior in sequences of finite Prisoner's Dilemma supergames. A learning theory approach“, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 7. Jg., Nr. 1, S. 47–70.
- Shadish, W. R., Cook, T. D. und Campbell, D. T. (2002), *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*, Houghton, Mifflin and Company.
- Shapiro, C. (1989), „Theories of oligopoly behavior“, in Schmalensee, R. und Willig, R. (Hg.), *Handbook of Industrial Organization*, Bd. 1, 1. Aufl., Elsevier, S. 329–414.
- Shieh, G., Jan, S.-L. und Randles, R. H. (2007), „Power and sample size determinations for the Wilcoxon signed-rank test“, *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 77. Jg., Nr. 8, S. 717–724.
- Simon, L. K. und Stinchcombe, M. B. (1989), „Extensive Form Games in Continuous Time: Pure Strategies“, *Econometrica*, 57. Jg., Nr. 5, S. 1171–1214.
- Slonim, R., Wang, C., Garbarino, E. und Merrett, D. (2013), „Opting-in: Participation bias in economic experiments“, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 90. Jg., S. 43–70.
- Smith, V. L. (1976), „Experimental economics: Induced value theory“, *The American Economic Review*, 66. Jg., Nr. 2, S. 274–279.
- Stein, P. (2014), „Forschungsdesigns für die quantitative Sozialforschung“, in Baur, N. und Blasius, J. (Hg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, Handbuch*, Springer VS, Wiesbaden, S. 135–152.

- Stigler, G. J. (1964), „A Theory of Oligopoly“, *Journal of Political Economy*, 72. Jg., Nr. 1, S. 44–61.
- Stock, J. und Watson, M. W. (2003), „Introduction to Econometrics“.
- Strickland, A. D. (1985), „Conglomerate mergers, mutual forbearance behavior and price competition“, *Managerial and Decision Economics*, 6. Jg., Nr. 3, S. 153–159.
- Stuart, E. A. (2010), „Matching methods for causal inference: A review and a look forward“, *Statistical science: a review journal of the Institute of Mathematical Statistics*, 25. Jg., Nr. 1, S. 1–21.
- Tabachnick, B. G. und Fidell, L. S. (2007), *Using multivariate statistics*, 5. ed., internat. ed., Pearson Allyn and Bacon, Boston, Mass., Munich.
- Tingley, D. H. und Walter, B. F. (2011), „Can Cheap Talk Deter?“, *Journal of Conflict Resolution*, 55. Jg., Nr. 6, S. 996–1020.
- Tirole, J. (1988), *The theory of industrial organization*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Tobin, J. (1958), „Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables“, *Econometrica*, 26. Jg., Nr. 1, S. 24–36.
- Tucker, A. W. (1983), „The mathematics of Tucker: A sampler“, *The Two-Year College Mathematics Journal*, 14. Jg., Nr. 3, S. 228–232.
- Urban, D. und Mayerl, J. (2018), *Angewandte Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Praxis, Studienskripten zur Soziologie*, 5., überarbeitete Auflage, Springer VS, Wiesbaden, Heidelberg.
- Vega-Redondo, F. (1997), „The Evolution of Walrasian Behavior“, *Econometrica*, 65. Jg., Nr. 2, S. 375–384.
- Vickrey, W. (1961), „Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders“, *The Journal of Finance*, 16. Jg., Nr. 1, S. 8–37.
- Waichman, I., Requate, T. und Siang, C. K. (2014), „Communication in Cournot competition: An experimental study“, *Journal of Economic Psychology*, 42. Jg., S. 1–16.
- Weil, R. L. (1966), „The N-person prisoner's dilemma: some theory and a computer-oriented approach“, *Behavioral Science*, 11. Jg., Nr. 3, S. 227–234.

- Weisberg, S. (2005), *Applied linear regression, Wiley series in probability and statistics*, 3. ed., Wiley-Interscience, Hoboken, N.J.
- Wilmot, W. und Hocker, J. L. (2017), *Interpersonal conflict*, McGraw-Hill Education.
- Wooldridge, J. M. (2010), *Econometric analysis of cross section and panel data*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Wooldridge, J. M. (2013), *Introductory econometrics: A modern approach*, 5th ed., South-Western Cengage Learning, Mason, Ohio.
- Yao, X. und Darwen, P. J. (1993), „An experimental study of N-Person Iterated Prisoner's Dilemma games“, *Progress in evolutionary computation*, S. 90–108.
- Zhao, S. (2020a), „Coordination Games in Continuous Time“, *SSRN Electronic Journal*.
- Zhao, S. (2020b), „Taking Turns in Continuous Time“, *SSRN Electronic Journal*.