

Standardisierungsanreize bei technischen Systemen.

Eine wirtschaftstheoretische Analyse am Beispiel des digitalen
Fernsehmarktes

Dissertation

**zur Erlangung des Grades
einer Doktorin der Wirtschaftswissenschaften
(Dr. rer. pol.)
der Universität – Gesamthochschule Siegen**

Vorgelegt dem Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

von: Heike Johannes
Kirchen, 23. 9. 1999

Erstgutachter: Professor Dr. Rüdiger Pethig
Zweitgutachter: Professor Dr. Karl-Josef Koch

Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde im September 1999 vom Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität - Gesamthochschule Siegen als Dissertation angenommen.

Mein Interesse für medienökonomische Fragestellungen wurde während meiner Tätigkeit in dem interdisziplinären Teilprojekt „Fernsehen und neue Medien im Europa der 90er Jahre“ des Sonderforschungsbereichs der Deutschen Forschungsgemeinschaft „Ästhetik, Pragmatik und Geschichte der Bildschirmmedien“ geweckt. Leiter dieses Projektes war neben Herrn Prof. Dr. Helmut Kohl vom Institut für In- und Ausländisches Medienrecht der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt und Herrn Prof. Dr. Christian W. Thomsen vom Fachbereich Anglistik der Universität - Gesamthochschule Siegen mein akademischer Lehrer Herr Prof. Dr. Rüdiger Pethig. Ihm bin ich zu ganz besonderem Dank verpflichtet. Er hat durch seine Offenheit gegenüber allen auftretenden Fragen und Problemen an seinem Lehrstuhl eine Atmosphäre geschaffen, in der wissenschaftliches Arbeiten Freude macht. Seine Anregungen und seine konstruktive Kritik haben die Arbeit entscheidend mitgeprägt und zu deren Lesbarkeit maßgeblich beigetragen. Danken möchte ich an dieser Stelle auch Herrn Prof. Dr. Karl-Josef Koch, der das Zweitgutachten übernommen hat und Herrn Prof. Dr. Ronald Clapham, der sich als Vorsitzender der Prüfungskommission zur Verfügung gestellt hat.

Ich danke meinem Mann Dr. Wolfram Johannes und meinen Kindern Eva Kristin, Sylvia und Frederik, die mich trotz der nicht unerheblichen Opportunitätskosten immer wieder darin bestärkt haben, den eingeschlagenen Weg weiterzugehen.

Ganz besonders herzlich danke ich meinen Eltern Magdalene und Erich Wüst. Ohne die Unterstützung und Hilfe, die sie mir und meiner Familie gegeben haben, wäre schon der erfolgreiche Abschluss des Studiums nicht möglich und meine Promotion undenkbar gewesen. Ihnen ist diese Arbeit gewidmet.

Danken möchte ich auch Herrn Prof. Dr. Helmut Kohl, Herrn Prof. Dr. Christian W. Thomsen und Herrn Privatdozent Dr. Gerd Hallenberger sowie meinen Kollegen Herrn Dr. Andreas Wagener, Herrn Dr. Thomas Eichner, Herrn Dipl.-Volksw. Marco Runkel und Frau Dipl.-Volksw. Sofia Blind für wertvolle Ratschläge und fachliche Unterstützung.

Kirchen, im März 2000

Heike Johannes

Zusammenfassung

Die Arbeit gibt zunächst einen ausgewählten Überblick über wichtige Beiträge zur ökonomischen Theorie der Standardisierung und stellt dann kurz die Entwicklungen auf dem Markt für digitales Entgeltfernsehen in Deutschland dar. Dieser Markt hat das zentrale Thema der ‘Standardisierungsanreize’ motiviert, die Analyse ist aber aufgrund ihres hohen Abstraktionsgrades auf eine Vielzahl technischer Systeme anwendbar.

In drei verschiedenen spieltheoretischen Modellen werden die Anreize der Anbieter untersucht, eine standardisierte Hardwarekomponente zu verwenden, um so die für die Konsumenten vorteilhafte Kompatibilität herzustellen. Die beiden ersten Modelle sind statisch und unterscheiden sich in erster Linie in den Annahmen über die Konsumentenpräferenzen. In diesen Modellen legen sich die Anbieter auf eine anbieterspezifische oder auf eine standardisierte Technologie fest, bevor sie in einen Preiswettbewerb auf dem Markt für digitales Entgeltfernsehen eintreten. In den (nichtkooperativen) Gleichgewichtslösungen beider Modelle entscheiden sich die Anbieter für eine standardisierte Technologie. Die Anreizwirkungen ergeben sich aus der Bereitschaft der Konsumenten, mehr für die angebotenen Programme zu zahlen, wenn es nicht erforderlich ist, verschiedene Hardwarekomponenten für jedes Programm zu erwerben. Der Vergleich der Modellergebnisse zeigt, dass sich die optimalen Preisstrategien der Anbieter bei standardisierter Hardware umso weniger von dem bei nicht-standardisierter Hardware unterscheiden und dass der Standardisierungsvorteil für die Anbieter umso größer ist, je unterschiedlicher die Präferenzen der Konsumenten für die Komplementärgüter sind. Das dritte Modell ist ein dynamisches Markteintrittsspiel, in dem ein bereits im Markt etablierter Anbieter unvollständig über die Markteintrittskosten seines potentiellen Konkurrenten informiert ist. Als wichtigstes Ergebnis zeigt sich hier, dass eine Entscheidung für kompatible Standards zwar nach wie vor im Interesse der Anbieter liegt, dass aber unter bestimmten Bedingungen die effiziente kompatible Lösung aufgrund der unvollständigen Information nicht erreicht wird.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	VI
Verzeichnis wichtiger Definitionen	VIII
0 Einführung	1
0.1 Vorbemerkungen	1
0.2 Ausgewählte Literatur zur Standardisierung	5
0.3 Digitales Fernsehen in Deutschland	17
0.4 Aufbau der Modellanalyse	23
I Modell 1a: Nichtkooperative Technologiewahl bei der Etablierung eines Marktes für digitales Fernsehen	28
I.1 Vorgehensweise	28
I.2 Mikroökonomische Fundierung der Nachfrageseite	30
I.2.1 Bestimmung der Nutzenfunktion	30
I.2.2 Ermittlung bedingter Nachfragefunktionen	36
I.3 Das Modell	47
I.3.1 Die Spielsituation	47
I.3.2 Gleichgewichtspunkte der Preisspiele in den alternativen Märkten	49
I.3.2.1 Das Marktmodell (y,s)	49
I.3.2.2 Das Marktmodell (s,z)	64
I.3.2.3 Die Marktmodelle (s,s) und (y,z)	73
I.4 Gleichgewichtsauswahl nach Harsanyi und Selten (1988)	77
I.4.1 Auswahl eines Gleichgewichtspunktes als Spiellösung in Ω_3	77
I.4.1.1 Benennung der Lösungskandidaten	77
I.4.1.2 Anwendung des axiomatischen Auswahlverfahrens	84
I.4.2 Auswahl eines Gleichgewichtspunktes als Spiellösung in Ω_6	95
I.4.2 Exkurs: Aufhebung der Kostenunterschiede zwischen den Hardwarekomponenten	105

II

I.5 Gleichgewichtsanalyse in Bezug auf die Technologiewahl	108
I.5.1 Abgrenzung der relevanten Spiele	108
I.5.2 Ergebnisse der alternativen Technologiespiele	115
I.5.2.1 Die Spiellösung im Parameterraum Φ_1	115
I.5.2.2 Die Spiellösung im Parameterraum Φ_2	118
I.5.2.3 Die Spiellösung im Parameterraum Φ_3	122
I.5.3 Ökonomische Interpretation der Modellergebnisse	126
I.6 Wohlfahrtstheoretische Analyse	130
II Modell 1b: Technologiewahl bei heterogenen Konsumentenpräferenzen und identischen Anschaffungskosten für die alternativen Hardwarekomponenten	137
II.1 Entwicklung der relevanten Nachfragefunktionen	137
II.1.1 Einführung individuell unterschiedlicher Präferenzen für Programm z	137
II.1.2 Nachfragefunktionen bei standardisierter Hardwarekomponente	141
II.1.3 Nachfragefunktionen bei Koexistenz zweier spezifischer Dekoder	148
II.2 Modellierung der Angebotsseite	150
II.2.1 Der Markt mit standardisierter Hardwarekomponente	150
II.2.1.1 Die Gewinnfunktionen	150
II.2.1.2 Die wechselseitig besten Preise	152
II.2.1.3 Gleichgewichtsauswahl	163
II.2.2 Der Markt mit spezifischen Hardwarekomponenten	171
II.2.3 Vergleich der Ergebnisse mit Modell 1a	181
III Modell 2: Technologiewahl in einem strategischen Verhandlungsspiel mit asymmetrisch unvollständiger Information	188
III.1 Einführung	188
III.2 Das Modell	192
III.2.1 Die Struktur des Verhandlungsspiels	192
III.2.2 Das Perfekte Bayessche Gleichgewicht als Lösungskonzept	206
III.3 Die Gleichgewichtsanalyse	209
III.3.1 Verhandlungsspiel in reinen Strategien	209
III.3.2 Verhandlungsspiel in gemischten Strategien	218
III.4 Ökonomische Interpretation der Modellergebnisse	229

IV Schlussbetrachtung und Ausblick	231
Literaturverzeichnis	236

Abbildungsverzeichnis

Abbildungs-Nr.

Modell 1a:

I.1	Struktur der individuellen Präferenzen für die Programme y und z	32
I.2	Spielbaum des Technologiespiels	47
I.3	Die besten Antworten des Anbieters Z im (y,s)-Markt	53
I.4	Darstellung der Reaktionsfunktion $R^Z(q_y)$ im Fall $\hat{q}_y \geq q_y^b$	55
I.5	Darstellung der Reaktionsfunktion $R^Z(q_y)$ im Fall $\hat{q}_y \in [q_y^a, q_y^b)$	56
I.6	Gleichgewichtspunkt im Fall $\hat{q}_y \geq q_y^b$ mit $c_s \leq \frac{3}{2}c$	57
I.7	Fall der Nichtexistenz eines Gleichgewichtspunktes bei $c_s > \frac{3}{2}c$	57
I.8	Mehrdeutige Spiellösung im Fall $\hat{q}_y \in [q_y^A, q_y^B)$	58
I.9	Graphische Darstellung der Teilräume Ω_1, Ω_2 und Ω_3 im c_s / c – Raum	64
I.10	Beispielhafte Darstellung einer zulässigen c_s / c – Kombination in Ω_4 für $c > \hat{u}_4$	68
I.11	Graphische Darstellung einer zulässigen c_s / c – Kombination innerhalb Ω_5 im Fall $c \leq \hat{u}_2$	70
I.12	Graphische Darstellung einer zulässigen c_s / c – Kombination innerhalb Ω_5 im Fall $c > \hat{u}_2$	70
I.13	Beispielhafte c_s / c – Kombination in Ω_6	72
I.14	Spiellösung im Marktmodell (y,z)	77
I.15	Stabilitätsbereiche der reinen Strategienvektoren q	86
I.15a	Gleichgewichtspunkte des Ausgangsspiels Γ	87
I.16	Graphische Darstellung der nach der Gleichgewichtsauswahl relevanten Parameterräume Ω_1' und Ω_2'	93
I.17	Spielbaum des Technologiespiels im Parametersubraum $\Phi_1 \subset \Omega$	109
I.18	Spielbaum des Technologiespiels im Parametersubraum $\Phi_2 \subset \Omega$	110
I.19	Spielbaum des Technologiespiels im Parametersubraum $\Phi_3 \subset \Omega$	111
I.20	Konsumentenrente in einem (s,s)-Markt	134
I.21	Konsumentenrente in einem (s,z)-Markt	135

Abbildungs-Nr.

	<u>Modell 1b:</u>	
II.1	Graphische Darstellung der Präferenzspezifizierung nach (II.1.1) und (II.1.2)	139
II.2	Graphische Darstellung der Präferenzspezifizierung nach (II.1.1) und (II.1.2)‘	140
II.3	Reaktionsfunktionen der Anbieter Y (Abb. II.3a) und Z (Abb. II.3b) in einem (s,s)-Markt	162
II.4	Gleichgewichtspunkte in einem (s,s)-Markt	163
II.5	Gleichgewichtspunkte nach Anwendung des Auswahlkriteriums der Payoff-Dominanz (Strecke BC)	166
II.6	Reaktionsgeraden und Gleichgewichtspunkte in einem (y,z)-Markt für $c \leq b(2\sqrt{5} - 4)$ (Abb. II.6a) und $c \leq b(2\sqrt{5} - 4)$ (Abb. II.6b)	177
	<u>Modell 2:</u>	
III.1	Spielbaum des Verhandlungsmodells	200

Tabellenverzeichnis

Tabellen-Nr.

	<u>Modell 1a:</u>	
I.1	Die alternativen Märkte (y,z) , (y,s) , (s,s) und (s,z)	30
I.2	Zusammenfassung der Parameterräume Ω_1, Ω_2 und Ω_3 über Teilintervallen von c	63
I.3	Zusammenfassung der Parameterräume Ω_4, Ω_5 und Ω_6 über Teilintervallen von c	74
I.4	Das Spiel Γ („Ausgangsspiel“) mit Abweichungsanreizen (Pfeile)	79
I.5	Das (aus einer Transformation von Γ entstandene) Spiel Γ'	88
I.6	Isomorphe Transformation des Spieles Γ' in das Spiel Γ''	89
I.7	Das Spiel $\hat{\Gamma}$ mit Abweichungsanreizen (Pfeile)	97
I.8	Transformiertes Ausgangsspiel $\hat{\Gamma}''$	100
I.9	Zusammenfassung der Parameterräume Ω_4, Ω_5 und Ω_6 nach der Gleichgewichtsauswahl in Ω_6	104
I.10	Spielergebnisse in den alternativen Marktmodellen	107
I.11	Zusammenfassung der Parameterräume Φ_1, Φ_2, Φ_3 und Φ_4	114
I.12	Das Technologiespiel in Φ_1 mit Abweichungsanreizen	116
I.13	Das Technologiespiel in Φ_2 mit Abweichungsanreizen	120
I.14	Das Technologiespiel in Φ_3 mit Abweichungsanreizen	124
I.15	Zusammenfassung der Parameterräume Φ_1 und Φ_2' sowie Φ_3 und Φ_2' über Teilintervallen von c	126
	<u>Modell 1b:</u>	
II.1	Minimumnachfragen für Teilintervalle von $(q_y + q_z)$	147
II.2	Definitionsbereiche der Antwortfunktionen und intervallweise definierte Reaktionsfunktionen in einem (s,s) -Markt	159
II.3	Ausgangsspiel zur Gleichgewichtsauswahl	168
II.4	Die beste Antwort erhaltende Transformation des Ausgangsspiels	169
II.5	Isomorphe Transformation des Ausgangsspiels	170

Tabellen-Nr.

II.6	Definitionsbereiche der Antwortfunktionen und intervallweise definierte Reaktionsfunktionen in einem (y,z) -Markt	174
II.7	Gleichgewichtsgewinne der Anbieter bei Standardisierung und Inkompatibilität	182
II.8	Vergleichende Übersicht zu den Ergebnissen der Preisspiele in beiden Modellvarianten	184

Verzeichnis wichtiger Definitionen

Parameter:

$$\bar{c} := c_s - c$$

$$b := \frac{u_z}{\alpha}$$

$$\hat{u}_1 := b(\sqrt{8} - 2)$$

$$\hat{u}_2 := b(3\sqrt{5} - 6)$$

$$\hat{u}_3 := 4b - c - 4\sqrt{2b(b-c)}$$

$$\hat{u}_4 := b(\sqrt{192} - 13)$$

$$\hat{u}_5 := 3b - 3\sqrt{2b(b-c)}$$

$$\hat{u}_6 := b\left(\frac{1}{2}\sqrt{73} - \frac{7}{2}\right)$$

$$\delta := \frac{1}{2}\left(7b - c - \sqrt{c^2 - 98b + 97b^2}\right)$$

$$\beta := \frac{1}{36}b(13\sqrt{73} - 85)$$

$$f := b - \frac{c}{2}$$

$$v := b - c$$

$$r := \frac{4}{3}b - \frac{1}{3}c$$

$$\tilde{r} := \frac{4}{3}b - \frac{2}{3}c$$

$$e := \frac{2}{3}(b - c)$$

$$\tilde{e} := \frac{2}{3}(b - 2c)$$

$$a := 2b - c - g$$

$$\tilde{a} := 2b - 2c - g_1$$

$$g := \frac{1}{2}\left(3b - c - \frac{1}{4b}c^2\right)$$

$$g_1 := \frac{1}{2}\left(3b - 3c - \frac{1}{4b}c^2\right)$$

Parameterräume:

$$\Omega := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \mathbb{R}_{++} \mid c_s \in \left(c, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right) \right) \right\}$$

$$\Omega_1 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid \hat{u}_1 \leq c_s \quad \wedge \quad c \geq \frac{2}{3}\hat{u}_1 \right\}$$

$$\Omega_2 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \hat{u}_2 \quad \wedge \quad c < \hat{u}_2 \right\}$$

$$\Omega_3 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in [\hat{u}_2, \hat{u}_1) \quad \wedge \quad c \geq \frac{2}{3}\hat{u}_2 \right\}$$

$$\Omega'_1 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \hat{u}_6 \quad \wedge \quad c > \frac{2}{3}\hat{u}_6 \right\}$$

$$\Omega'_2 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \hat{u}_6 \quad \wedge \quad c < \hat{u}_6 \right\}$$

$$\Omega_4 := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \leq \hat{u}_3 \wedge c > \hat{u}_1\}$$

$$\Omega_5 := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid \hat{u}_5 < c_s \wedge c < \frac{7}{9}b\}$$

$$\Omega_6 := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in (\hat{u}_3, \hat{u}_5] \wedge c \in (\hat{u}_2, \hat{u}_4)\}$$

$$\Omega'_4 := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \delta \wedge c > \hat{u}_6\}$$

$$\Omega'_5 := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \delta \wedge c < \frac{9}{11}b\}$$

$$\Phi_1 := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \delta \wedge c > \hat{u}_6\}$$

$$\Phi_2 := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \max(\hat{u}_6, \delta) \wedge c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \frac{9}{11}b\right)\}$$

$$\Phi_3 := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \hat{u}_6 \wedge c < \hat{u}_6\}$$

$$\Phi'_1 := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in (\max(\hat{u}_6, \delta), \hat{u}_5) \wedge c > \beta\}$$

$$\Phi'_3 := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \hat{u}_5 \wedge c_s \neq \hat{u}_6 \wedge c < \frac{7}{9}b\}$$

Preise

$$q^A := (q_y^A, q_z^A) = (b, b - c_s)$$

$$\tilde{q}^A := (\tilde{q}_y^A, \tilde{q}_z^A) = (b, b - c)$$

$$q^B := (q_y^B, q_z^B) = \left(b - \frac{c_s}{3}, b - \frac{c_s}{3}\right)$$

$$\tilde{q}^B := (\tilde{q}_y^B, \tilde{q}_z^B) = \left(b - \frac{c}{3}, b - \frac{c}{3}\right)$$

$$q^C := (q_y^C, q_z^C) = \left(b - \frac{\bar{c}}{2}, b - c\right)$$

$$q^D := (q_y^D, q_z^D) = \left(b - \frac{c}{2}, b - c\right)$$

$$Q_s := (q_{ys}^*, q_{zs}^*) = \left(b - \frac{c}{2}, b - \frac{c}{2}\right)$$

$$\hat{Q}_s := (\hat{q}_{ys}^*, \hat{q}_{zs}^*) = (b - c, b - c)$$

$$Q_1 := (q_{y1}^*, q_{z1}^*) = \left(b - \frac{c}{4}, b - \frac{3}{4}c\right)$$

$$Q_2 := (q_{y2}^*, q_{z2}^*) = \left(b - \frac{3}{4}c, b - \frac{c}{4}\right)$$

0 Einführung

0.1 Vorbemerkungen

Der Begriff der Standardisierung bezeichnet ganz allgemein eine Vereinheitlichung nach bestimmten Mustern.¹ Diese Vereinheitlichung kann sich zum einen auf bestimmte Fähigkeiten oder Verhaltensmuster beziehen, wie sie beispielsweise bei Sprachen, beruflichen Qualifikationen, gesetzlichen Regelungen oder auch allgemein anerkannten Verhaltensregeln zum Ausdruck kommt. Ebenso kann aber auch eine Vereinheitlichung technischer Konstruktionsmerkmale oder bestimmter Gütereigenschaften gemeint sein.² Allein dieser Fall soll im folgenden betrachtet werden. Die Gesamtheit der Merkmale, auf die sich ein Produzent festlegt, wird als technischer Standard bezeichnet. Da mit dieser Entscheidung auch die Entscheidung für eine bestimmte Produktionstechnik getroffen wird, wird der Begriff des Standards häufig als Synonym für diese Technologie verwendet (Blankart und Knieps, 1994, S. 450). Hinsichtlich der einzelnen Merkmale unterscheiden David und Greenstein (1990, S. 4) den Referenzstandard, den Qualitätsstandard und den Kompatibilitätsstandard. Referenz- und Qualitätsstandards signalisieren dem Käufer, dass ein Produkt nach Maß und Qualität bestimmten Anforderungen entspricht. Sie sind daher geeignete Hilfsmittel zur Senkung von Informationsbeschaffungskosten (Kindleberger, 1983, S. 378). Insbesondere Qualitätsstandards sind geeignet, das Problem der adversen Selektion bei asymmetrisch unvollständiger Information über die Produktqualität dezentral zu lösen.³ Kompatibilitäts- oder Schnittstellenstandards stellen sicher, dass die verschiedenen Komponenten eines größeren technischen Systems gemeinsam genutzt werden können.⁴ Ein System besteht aus mehreren Einzelgütern, die zwar separat verkauft werden können, die aber nur in ihrer Gesamtheit Nutzen stiften (Katz und Shapiro, 1994, Economides, 1989, Matutes und Regibeau, 1988). Charakteristisch für die einzelnen Systemkomponenten ist daher deren starke komplementäre Beziehung. Woeckener (1985b, S.1) unterscheidet darüber hinaus zwischen dem zentralen Gebrauchsgut, das er als Systemgut bezeichnet (zum Beispiel ein Audiokassetten-Deck), und den sachlich differenzierten Komplementärgütern (Audiokassetten). Als weitere Beispiele seien genannt: stereophone Übertragungssysteme für Rundfunk und Fernsehen, Hardware- und Softwarekomponenten eines EDV-Systems,

¹ Siehe Gabler Wirtschaftslexikon.

² Vgl. zu dieser Abgrenzung auch Glanz (1993, S. 22) sowie Woeckener (1995a, S. 160).

³ Zur adversen Selektion vgl. Akerlof, 1970, S. 500.

⁴ Für eine detaillierte Definition des Begriffs der Kompatibilität sowohl aus technischer als auch aus ökonomischer Sicht siehe Pfeiffer (1989, S. 11-25). Schmidt und Werle (1994, S. 422 f.) unterscheiden die komplementäre Kompatibilität verschiedener Komponenten eines technischen Systems (beispielsweise Betriebssystem und Textverarbeitungsprogramm) und die substitutive Kompatibilität funktionsgleicher Komponenten (zwei verschiedene Textverarbeitungsprogramme).

Videorekorder und die abspielbaren Filme, oder auch Digitaldekoder und die rezipierbaren Programme.

Die Vorteile der Standardisierung sind vielfältig. Sie werden besonders deutlich, wenn sogenannte Netzwerkexternalitäten vorliegen. Als Netzwerk wird die Menge aller Gütereinheiten bezeichnet, die einem bestimmten Standard entsprechen (Katz und Shapiro, 1985, S. 424 f., Blind und Bühring, 1996, S. 516). Die Netzgröße wird bestimmt durch die Anzahl der Nutzer. Externalitäten sind allgemein die nicht intendierten positiven oder negativen Auswirkungen individueller Entscheidungen auf den Nutzen oder den Gewinn anderer Wirtschaftssubjekte (Brümmerhoff, 1992, S. 60). Netzwerkexternalitäten beschreiben die Interdependenzen im Konsum, die resultieren, wenn die Wertschätzung eines Gutes durch die Nutzerzahl beeinflusst wird.⁵ Katz und Shapiro (1985) differenzieren hier zwischen direkten und indirekten Externalitäten sowie den Externalitäten, die im Zusammenhang mit langlebigen Gütern auftreten können. Nach dieser Unterscheidung liegen direkte Effekte vor, wenn der Nutzen eines Gutes unmittelbar durch dessen Verbreitung beeinflusst wird. Klassisches Beispiel sind die Kommunikationsmöglichkeiten des Telefons, die umso größer sind, je mehr Haushalte einen Telefonanschluss besitzen. Indirekte Effekte entstehen, wenn die Verbreitung eines Gutes die Verfügbarkeit komplementärer Güter erhöht, wenn also Synergieeffekte, sogenannte „Economies of Scope“⁶, zum Tragen kommen (David und Greenstein, 1990, S. 12, Woeckener, 1995b, S. 1 sowie Katz und Shapiro, 1994, S. 97 ff.). Diese Synergieeffekte sind darauf zurückzuführen, dass eine erhöhte Nachfrage nach Hardwarekomponenten auch die Nachfrage nach geeigneter Software steigert. Umgekehrt ist ein vielfältiges Softwareangebot geeignet, die Attraktivität der entsprechenden Hardwarekomponenten zu steigern. Die Bemühungen von IBM und Microsoft Anfang der neunziger Jahre, möglichst viele unabhängige Softwareentwickler zur Entwicklung von Anwenderprogrammen für ihr Betriebssystem zu gewinnen, mag als Versuch angesehen werden, derartige Synergieeffekte auszunutzen (Besen und Farrell, 1994, S. 123). Ähnlich motiviert war auch der intensive Erwerb von Programmrechten durch den Medienunternehmer Kirch im Vorfeld der Einführung des digitalen Fernsehens. Bezogen auf

⁵ In der Literatur zur Standardisierung werden überwiegend positive Netzwerkexternalitäten zugrundegelegt, bei denen der Vorteil aus dem Gebrauch eines bestimmten Gutes mit der Anzahl der Nutzer steigt. Netzwerkexternalitäten können aber durchaus auch negativ sein. Beispiele sind alle gemeinschaftlich nutzbaren Güter, die der Überfüllung unterliegen, wie etwa Verkehrsnetze, Computernetze oder in neuerer Zeit das Internet (vgl. zum Beispiel Pethig, 1981). Aber auch andere Probleme, wie etwa die Resistenzentwicklung einzelner Krankheitserreger aufgrund der breiten Anwendung eines Antibiotikums, können als negative Netzwerkexternalitäten betrachtet werden (vgl. Röver, 1996).

⁶ Zum Begriff der Economies of Scope vgl. zum Beispiel Fritsch, Wein und Ewers (1993, S.131 ff.).

langlebige Konsumgüter resultiert der externe Effekt daraus, dass umso mehr Dienstleistungsnetzwerke vorhanden sind, je verbreiteter das betrachtete Gut ist. Als Beispiel seien Automarken und die Dichte der entsprechenden Werkstätten genannt. Der Unterschied zu den indirekten Effekten scheint aber eher gering zu sein.

Ein weiterer Vorteil der Standardisierung ergibt sich aus der Möglichkeit zum Erfahrungsaustausch zwischen früheren und neuen Nutzern einer Technologie oder zur Ausnutzung von Lerneffekten (Arthur, 1989, S. 116 sowie David, 1985). Darüber hinaus kann Standardisierung oder die Herstellung von Kompatibilität zwischen unterschiedlichen Standards die Bereitschaft der Konsumenten zum Erwerb einer bestimmten Technologie fördern, da sie die Gefahr des „Strandens“ auf einem veralteten oder verdrängten Standard verringert. Besen und Johnson (1986, S. 32 – 71) demonstrieren diesen Effekt anhand der unterschiedlich verlaufenen Standardisierungsprozesse bei stereophonen Übertragungssystemen im amerikanischen Rundfunk einerseits und im Fernsbereich andererseits. Im Rundfunkbereich existierten lange Zeit mehrere inkompatible Systeme nebeneinander, was zur Folge hatte, dass die Übernahme der innovativen Technologie nur sehr langsam vorankam. Die Rundfunkstationen nahmen eine eher abwartende Haltung ein und beobachteten zunächst die Marktentwicklung. Das Risiko, sich auf einen Standard festzulegen, der sich dann möglicherweise auf dem Markt nicht durchsetzt, wurde offenbar als sehr hoch eingeschätzt. Anders verlief die Entwicklung auf dem Fernsehmarkt, da sich die Industrie frühzeitig auf einen einheitlichen Standard für das Übertragungssystem geeinigt hatte. Hier wurde die Technologie rasch von vielen Anbietern übernommen.

Bei inkompatiblen Standards sind die Konsumenten im allgemeinen gezwungen, sich auf einen bestimmten Standard festzulegen. Völlig unabhängig von möglicherweise existierenden Netzwerkvorteilen werden deren Auswahlmöglichkeiten daher entscheidend erhöht, wenn Produzenten verschiedener Komponenten eines Systems sich zur Herstellung von Kompatibilität zwischen ihren Produkten entscheiden (Matutes und Regibeau, 1988, S. 222).

Vorteile der Standardisierung ergeben sich aber auch unmittelbar auf der Produzentenseite, wenn eine mögliche Massenproduktion steigende Skalenerträge in der Produktion, sogenannte „Economies of Scale“, hervorruft und so zu sinkenden Durchschnittskosten führt. Darüber hinaus können Standards das Risiko und die Kosten des Markteintrittes senken,⁷ da sowohl das Problem der Akzeptanz der eigenen Technik durch die Nachfrage als auch eigene Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen entfallen.

⁷ Diese Argumentation verwendet auch die EU-Kommission (1996).

Die EU-Kommission (1996) betrachtet Standardisierung als Instrument des wirtschaftlichen Wachstums, da sie einerseits geeignet ist, neue Märkte möglichst zügig aufzubauen, und darüber hinaus technische Markteintrittsschranken beseitigt.

Diesen Vorteilen stehen aber auch Alternativkosten der Standardisierung gegenüber. Im Fall von Produktstandards werden sie zum einen verursacht durch den Verlust an Vielfalt hinsichtlich des Produktangebotes und ein möglicherweise resultierendes, unter dem Gesichtspunkt der gesellschaftlichen Wohlfahrt zu geringes, Ausmaß an Produktdifferenzierung (Lancaster, 1975, Eaton und Lipsey, 1989). Zum anderen ist nicht auszuschließen, dass gerade bei existierenden Netzwerkexternalitäten die Innovationsanreize der Anbieter sinken, wenn ein bestimmter Standard einmal gesetzt ist. Darüber hinaus ist der Verlust zu bewerten, den Nachfrager erleiden, die sich frühzeitig auf eine Technologie festgelegt haben, die aufgrund einer späteren Standardisierung vom Markt verdrängt wird. Möglicherweise entstehen auch direkte Kosten, wenn die Standardsetzung über ein Komitee erreicht wird oder eine bereits produzierte Technologie an einen bestimmten Standard angepasst werden muss (Farrell und Saloner, 1992, S. 9 f.).

Standardisierungsprozesse können auf unterschiedliche Art und Weise verlaufen. David und Greenstein (1990, S. 4) differenzieren zwischen nicht geförderten Standards, geförderten Standards, freiwilligen Standardisierungsvereinbarungen und staatlich verordneten Standards. Nicht geförderte Standards sind typisch für wettbewerblich organisierte Märkte, in denen keiner der Akteure exklusive Rechte an den relevanten Technologien hat. Sie entstehen aufgrund vorhandener Kostenvorteile, wobei es durchaus zu Fehlallokationen kommen kann, weil die Nachfrager den Netzwerkeffekt ignorieren, den ihre Entscheidung auf andere Konsumenten ausübt. Hat ein Anbieter ein exklusives Nutzungsrecht, wie es beispielsweise bei patentrechtlich geschützten Standards der Fall ist, erhält er damit eine monopolistische Stellung. Sie bietet ihm die Möglichkeit, die Netzgröße dieses Standards mit Hilfe strategischer Instrumente, etwa einer Niedrigpreisstrategie gezielt zu fördern.⁸ Beide Formen der Standardisierung sind Ergebnisse von Marktprozessen, die als de facto Standards bezeichnet werden. Klassisches Beispiel einer solchen Standardisierung durch den Markt ist

⁸Andere Maßnahmen, die dazu dienen, die Reputation des Unternehmens und das Vertrauen der Konsumenten in dessen Entwicklungsfähigkeit zu fördern, sind etwa eine positive Darstellung der eigenen Verkaufszahlen, die negative Darstellung der Konkurrenzzahlen (Besen und Farrell, 1994, S. 122) oder auch die Durchführung enormer Investitionen (Katz und Shapiro, 1994, S. 104).

der jahrelange Konkurrenzkampf zwischen den Videobandsystemen Betamax und VHS.⁹ Obwohl die Markteinführung des Betamax-Systems zeitlich vor dem des VHS-Systems lag, bewirkte eine großzügige Lizenzierungspolitik schon bald den Vorsprung des VHS-Systems bei den Verkaufszahlen. Als schließlich auch der Softwaremarkt noch durch das VHS-Format dominiert wurde, konnte sich dieses System endgültig als Standard durchsetzen. Neben der Entwicklung von Standards in Marktprozessen kann es aber auch auf der Basis von Verhandlungen zwischen den Anbietern oder innerhalb von Standardisierungsorganisationen zur Einigung auf einen bestimmten Standard kommen. Eine solche Koordination ist dem Marktergebnis unter Effizienzgesichtspunkten häufig überlegen (Farrell und Saloner, 1988). Staatliche Standardsetzung verfolgt vielfach regulierende oder auch protektionistische Ziele. Sie kann dazu dienen, Wettbewerbsbeschränkungen oder die Festlegung auf eine gesellschaftlich ineffiziente Technik zu vermeiden, die bei marktinduzierten Standards nicht auszuschließen sind. Um die Ergebnisse der beiden letztgenannten Standardisierungsprozesse von den reinen Marktergebnissen abzugrenzen, verwenden David und Greenstein (1990, S. 4) den Begriff des de jure Standards, wenngleich die Möglichkeit zur rechtlichen Durchsetzung oft nur für staatliche Standards vorhanden ist.

Im folgenden soll zunächst eine Auswahl wichtiger Beiträge zur ökonomischen Theorie der Standardisierung ausführlicher vorgestellt werden. Dies dient auch der Einordnung der anschließenden Analyse in vorhandene Forschungsbeiträge.

0.2 Ausgewählte Literatur zur Standardisierung

Frühe Publikationen zu Fragen der Standardsetzung sind im wesentlichen Fallstudien, so beispielsweise Brock (1975), der sich mit Kompatibilitätsentscheidungen in der amerikanischen Computerindustrie befasst. Auch Kindleberger (1983) beschreibt zahlreiche Beispiele für Standards aus der Wirtschaftsgeschichte. David (1985) stellt interessante Überlegungen zur Geschichte des QWERTY-Standards bei Tastaturen an, dessen Persistenz er unter Effizienzgesichtspunkten für nicht gerechtfertigt hält. Knapp (1986) bezieht sich auf Kommunikationsstandards in lokalen Netzen, Besen und Johnson (1986) stellen Kompatibilitätsstandards aus dem Bereich der Fernsehindustrie vor.

Erste Ansätze zu einer theoretischen Auseinandersetzung mit der Problematik finden sich in Arthur (1983 beziehungsweise 1989)¹⁰, der die historischen Zufälligkeiten bei der

⁹ Für eine ausführliche Darstellung der Entwicklungen auf diesem Markt siehe Cusumano, Mylonadis und Rosenbloom (1992).

¹⁰ Das Arbeitspapier von 1983 wurde erst 1989 unter einem leicht modifizierten Titel veröffentlicht.

Etablierung von Standards auf der Basis eines stochastischen Urnenmodells erklärt. Dybvig und Spatt (1983) entwickeln ein Modell, in dem sie Standards als öffentliche Güter interpretieren. Konstitutives Element öffentlicher Güter ist die gemeinsame Konsumierbarkeit.¹¹ Diejenigen, die als erste eine neue Technik übernehmen, tragen ein besonders hohes Risiko, da sie nicht sicher sein können, ob sich diese Technik tatsächlich auf dem Markt durchsetzen wird. Wenn die betrachtete Technik einmal als Standard etabliert ist, ist der realisierbare Nutzen dieser frühen Netzteilnehmer jedoch nicht größer als der aller übrigen Teilnehmer, die dem Netzwerk erst später beigetreten sind. Der positive Effekt der frühen Übernahme kann also nicht internalisiert werden. Folge ist nach Dybvig und Spatt (1983) vielfach ein zu geringes Maß an Standardisierung, was möglicherweise durch staatliches Einlenken korrigiert werden kann.

Die ökonomische Theorie der Standards beruht als eigenständiges Forschungsgebiet auf richtungsweisenden Beiträgen von Katz und Shapiro (1985, 1986a und 1986b) sowie Farrell und Saloner (1985, 1986a, 1986b), die auf der herkömmlichen mikroökonomischen Theorie aufbauend erstmals das spieltheoretische Instrumentarium zur Analyse von Standardisierungsprozessen nutzen. Im Vordergrund stehen dabei die durch Netzwerkexternalitäten ausgelösten Anreize zur Standardsetzung auf der Angebotsseite.

Katz und Shapiro (1985) entwickeln ein statisches Oligopolmodell mit Mengenwettbewerb zur Analyse von Märkten, auf denen positive Netzwerkexternalitäten bestehen. Dabei setzen sie zwei Analyseschwerpunkte. Zum einen geht es um die Frage, welchen Einfluss die Externalitäten auf den Wettbewerb und die Gleichgewichtsstrategien der Anbieter haben. Zum anderen untersuchen sie die privaten und gesamtwirtschaftlichen Anreize der Anbieter zur Produktion kompatibler, also gemeinsam nutzbarer Güter. Dabei gehen sie davon aus, dass die Konsumenten Erwartungen über die Netzwerkgröße der einzelnen Anbieter bilden. Wie diese Erwartungen zustande kommen, wird nicht modelliert, stattdessen wird an die gleichgewichtige Spiellösung die Bedingung gestellt, dass sie die Erwartungen erfüllt. Wenn ein Konsument erwartet, dass ein bestimmter Anbieter eine starke Marktposition einnimmt, ist er bereit, für dessen Produkt einen höheren Preis zu zahlen. Katz und Shapiro zeigen, dass die Marktstruktur bei inkompatiblen Produkten in ihrem Modell entscheidend durch die Erwartungen der Konsumenten hinsichtlich der Netzgröße einzelner Anbieter determiniert wird (ebd. S. 430 ff). Bezüglich der Kompatibilitätsentscheidungen stellen die Autoren fest,

¹¹ Zur Problematik öffentlicher Güter und deren optimaler Bereitstellung vgl. Samuelson (1954, 1955 und 1969). Ein umfassender Überblick über die Theorie öffentlicher Güter findet sich in Blümel, Pethig und von dem Hagen (1986).

dass Unternehmen mit vergleichsweise großen Netzwerken tendenziell geringe Anreize zur Herstellung von Kompatibilität ihres Produktes mit Konkurrenzprodukten haben, selbst, wenn dies unter Wohlfahrtsgesichtspunkten wünschenswert wäre (ebd. S. 436). Umgekehrt bevorzugen kleine Netzwerke unter bestimmten Bedingungen die Kompatibilität ihrer Produkte und verursachen dadurch möglicherweise ein gesamtwirtschaftlich ineffizient hohes Ausmaß an Standardisierung (ebd. S.437).

In einem späteren Aufsatz analysieren Katz und Shapiro (1986b) diese Anreizstruktur in einem dynamischen Modell. Dabei gehen sie von der Annahme aus, dass zwei Anbieter über jeweils exklusive Nutzungsrechte an inkompatiblen Technologien verfügen.¹² Bevor die Anbieter in einen Preiswettbewerb eintreten, treffen sie eine Entscheidung darüber, ob sie ihre jeweiligen Technologien kompatibel gestalten oder deren Inkompatibilität wählen. Unterschiede in den Produktionskosten werden ausdrücklich zugelassen, so dass anbieterspezifische Kostenvorteile auftreten können. Das Ausmaß der nachfrageseitigen Externalitäten hängt ausschließlich von der Netzwerkgröße am Ende des gesamten Betrachtungszeitraumes von zwei Perioden ab. Dabei wird angenommen, dass die Konsumenten homogen sind in Bezug auf ihre Präferenzen. Auch in diesem Modellrahmen kann es zu einem gesamtwirtschaftlich gesehen zu hohen Ausmaß an Standardisierung kommen. Ebenso möglich ist ein gesamtwirtschaftlich ineffizient geringer Standardisierungsgrad. Das Marktergebnis wird entscheidend bestimmt durch die Intensität des Preiswettbewerbs sowie durch die Größe der Kostenvorteile. Sind die Technologien kompatibel, ist das Preisgleichgewicht gekennzeichnet durch eine Preissetzung zu Grenzkosten. Zurückzuführen ist dieses Preisgleichgewicht auf den bei vollkommen substituierbaren Produkten einsetzenden Bertrand-Wettbewerb.¹³ Bei Inkompatibilität haben die Anbieter aber einen sehr starken Anreiz, ihre Preise unterhalb der Grenzkosten festzusetzen, um auf diese Weise den Aufbau eines technologiespezifischen Netzes voranzutreiben. Der Preiswettbewerb wird also intensiver gegenüber der Situation mit Kompatibilität. Katz und Shapiro (ebd. S. 151ff.) zeigen darüber hinaus, dass es dem Anbieter einer Technologie gelingt, die gesamte Nachfrage der zweiten Periode zu attrahieren, wenn sein Kostenvorteil in dieser Periode einen gegebenen Netzwerkvorteil der anderen Technologie überschreitet. Ist dieser Kostenvorteil groß genug, bevorzugt er immer die Inkompatibilität. Damit wird aber der Nutzen der Konsumenten der ersten Periode, die an die Konkurrenztechnologie gebunden sind, negativ beeinflusst, da deren Netzwerk nicht weiter

¹² Einer Terminologie von Glanz (1993) folgend, handelt es sich dabei um einen Herstellerstandard. Glanz (ebd. S. 28) grenzt davon herstellerübergreifende Standards und Industriestandards ab.

¹³ Zum Bertrand-Wettbewerb vgl. Tirole (1995, S. 209 ff.).

wächst. Da auch der Gewinn des anderen Anbieters stagniert, ist der Gesamteffekt der Inkompatibilitätsentscheidung auf die Wohlfahrt negativ. Bei eher geringen Kostenvorteilen in der zweiten Periode wird der Anbieter Kompatibilität wählen. Hatte aber der Anbieter der anderen Technologie einen Kostenvorteil in der ersten Periode, der es ihm ermöglichte, die gesamte Periodennachfrage auf sich zu ziehen, bietet das entstandene Netzwerk diesem Anbieter die Chance, in der zweiten Periode ebenfalls den Markt zu beherrschen und damit einen de facto Standard zu setzen. Voraussetzung ist allerdings, dass der Kostenvorteil seines Konkurrenten in dieser Periode hinreichend gering ist. Die Größe des Netzwerkes entspricht dem bei Kompatibilität, so dass der Bruttonutzen der Konsumenten in diesem Fall bei den alternativen Marktergebnissen identisch ist. Allerdings entgeht den Konsumenten bei Kompatibilität der Vorteil, den sie aus dem mit der Inkompatibilität verbundenen Anreiz der Anbieter ziehen, einen Preis unterhalb der Grenzkosten festzusetzen. Die Folge kann eine gesamtwirtschaftlich ineffiziente Standardisierung sein.

Farrell und Saloner (1985) gehen in ihrem Ansatz ebenfalls von konsumseitigen Interdependenzen aus, die grundsätzlich einen positiven Effekt der Standardisierung auf die Wohlfahrt hervorrufen. Im Unterschied zu Katz und Shapiro (1985) stellen sie dem Vorteil eines größeren Netzwerkes aber auch die Alternativkosten gegenüber, die mit der Entscheidung für eine Standardsetzung bei vorhandenen Konsumexternalitäten verbunden sind. Sie verweisen auf die durch Produktstandardisierung verursachte Reduktion der Vielfalt des Angebotes, die bei unterschiedlichen Konsumentenpräferenzen zu einer Verringerung der sozialen Wohlfahrt führt. Explizit modelliert wird diese Wechselwirkung zwischen Standardisierung und Vielfalt erst in einem späteren Aufsatz (1986a). Dort kommen sie unter der Annahme heterogener Konsumenten zu dem Ergebnis, dass die gleichgewichtige Marktlösung ein Übermaß an Standardisierung hervorbringen kann. In dem Beitrag von 1985 beschränken sich die Autoren auf die Analyse der Effekte, die entstehen können, wenn ein bestehender Standard durch eine verbesserte Technologie ersetzt werden soll. In ihrem Modell ziehen die durch einen Standard verbundenen Unternehmen unterschiedliche Vorteile aus dem Wechsel zu einer neuen Technologie, so dass die Anreize zum Wechsel verschieden stark sind. Entwickelt wird ein sequentielles Spiel, in dem jedes Unternehmen entweder in einer der beiden Betrachtungsperioden zu einem neuen Standard wechselt oder den Wechsel nicht vornimmt. Die Option, später zu dem ursprünglichen Standard zurückzukehren, wird per Annahme ausgeschlossen. Die Strategien der Anbieter bestehen demnach darin, entweder in Periode 1 die neue Technologie zu übernehmen, wenn der Wechsel strikt präferiert wird, oder in Periode 2 dann und nur dann zu wechseln, wenn der Konkurrent in Periode 1 gewechselt

hat, oder in Periode 2 auch dann nicht zu wechseln, wenn der Konkurrent den Wechsel vorgenommen hat. Welche Strategie ein Anbieter wählt, hängt von der Stärke seiner Präferenz für die neue Technologie ab. In jedem Fall ist es aber für jeden Anbieter vorteilhaft, wenn der von ihm gewählte Standard auch von seinem Konkurrenten gewählt wird. Farrell und Saloner zeigen, dass unter den Modellannahmen immer auf den Zeitpunkt des Wechsels bezogene Ineffizienzen ausgelöst werden, wenn die individuellen Vorteile private Information der Anbieter sind (ebd. S.75 ff). Die einzigen Gleichgewichte sind dann sogenannte Bandwagon-Gleichgewichte, in denen beide Anbieter eine Bandwagon-Strategie spielen.¹⁴ Eine Bandwagon-Strategie wird festgelegt durch ein Indexpaar (i^*, \bar{i}) , mit $i^* > \bar{i}$, so dass gilt: (a) falls $i \geq i^*$, wechselt das Unternehmen in der ersten Periode, (b) falls $i \in (i^*, \bar{i}]$, wechselt das Unternehmen frühestens in Periode 2 und nur dann, wenn der Konkurrent in Periode 1 gewechselt hat, (c) falls $i < \bar{i}$, wechselt das Unternehmen zu keinem Zeitpunkt. Dabei beschreibt der Index i die private Information des betrachteten Anbieters. Dieser Index ist umso höher, je stärker der Wechsel präferiert wird. Die Gleichgewichtslösung ist dadurch charakterisiert, dass beide Anbieter ihre eigene Entscheidung von der ihres Konkurrenten abhängig machen. Aufgrund der unvollständigen Information, unter der sie ihre Wahl zu treffen haben, können sie aber nicht sicher sein, ob der jeweils andere Anbieter diese Entscheidung mitträgt. Das Gleichgewicht kann daher die Eigenschaft haben, dass ein Wechsel nicht stattfindet, obwohl beide oder zumindest ein Unternehmen sich, gleichgerichtetes Verhalten vorausgesetzt, dabei besser stünden. In diesem Fall führen die gleichgewichtigen Strategien der Anbieter zu suboptimalem Verharren auf einem alten Standard (excess inertia).¹⁵ Ebenso kann ein Gleichgewicht aber auch gekennzeichnet sein durch die suboptimale Übernahme eines neuen Standards (excess momentum), wenn ein Unternehmen daraus zwar Vorteile zieht, diese aber durch die Nachteile des anderen Unternehmens überkompensiert werden.

Farrell und Saloner (1986b) zeigen, dass der Zeitpunkt der Standardisierungsentscheidung deren Vorteilhaftigkeit durchaus beeinflussen kann. In diesem Fall ist, anders als in dem Modellansatz von 1985, auch bei vollkommener Information keineswegs ein effizientes Marktergebnis gesichert, wenn für eine ältere Technologie bereits

¹⁴ Damit nehmen die Autoren Bezug auf ein auf Leibenstein (1950, S.190) zurückgehendes Konzept des Bandwagon-Effektes. Danach entsteht ein Bandwagon-Effekt, wenn ein Individuum bei gegebenem Preis eine größere Menge eines Konsumgutes nachfragt, wenn auch andere Individuen dies tun, also sozusagen auf einen „fahrenden Zug aufspringt“.

¹⁵ Vgl. auch die Ausführungen zu Dybvig und Spatt (1983), die dieses Ergebnis mit der Eigenschaft eines Standards als öffentliches Gut erklären.

eine installierte Basis aufgebaut werden konnte, für sie also eine bestimmte Netzgröße oder ein bestimmter Verbreitungsgrad schon erreicht ist (ebd. S.951 ff.). Farrell und Saloner nehmen an, dass die Anbieter unsicher sind in Bezug auf den günstigsten Zeitpunkt, zu dem sie einen Technologiewechsel vornehmen sollten. Modelliert wird diese Annahme in Form von sich zufällig im Zeitverlauf ergebenden Gelegenheiten zum Wechsel. Bietet sich einem Anbieter eine solche Gelegenheit, kann er sie nutzen und den Wechsel vornehmen. Er hat aber auch die Option, abzuwarten, bis sein Konkurrent eine Gelegenheit zum Wechsel wahrnimmt und erst dann bei der nächsten Gelegenheit selbst zu wechseln. Diese zeitliche Struktur hat zur Folge, dass ein Anbieter nicht sofort reagieren kann, wenn sein Konkurrent die neue Technologie übernommen hat, sondern vorübergehend zwei inkompatible Technologien vorhanden sind. Beim Wechsel zu einer neuen Technologie, muss erst ein Netzwerk aufgebaut werden. Indem sich mindestens ein Anbieter für diesen Schritt entscheidet, macht er den neuen Standard für andere attraktiver und löst damit eine Kettenreaktion aus. Demgegenüber verliert der alte Standard als Folge der schrumpfenden Netzgröße an Attraktivität. Da der Anbieter, der die Technologie wechselt, diese Effekte nicht in seinem Kalkül berücksichtigt, kann es zu Ineffizienzen kommen. Ist es für den betrachteten Anbieter vorteilhafter, einseitig die neue Technologie zu übernehmen, als einseitig bei der alten Technologie zu verbleiben, führt er den Wechsel gesamtwirtschaftlich gesehen möglicherweise zu früh herbei. Im umgekehrten Fall verhält er sich möglicherweise zu zögernd. Hinzu kommt, dass ein sogenannter Pinguin-Effekt auftreten kann.¹⁶ Er entsteht immer dann, wenn zwar beide Anbieter den neuen Standard wünschen, aber aus Furcht vor einem Nachfragerückgang jeder ein Vorpreschen des jeweils anderen bevorzugen würde. Dies kann den Wechsel zu einer superioren Technologie wesentlich erschweren.

In einer alternativen Modellvariante gehen Farrell und Saloner (1986b, S. 943 ff.) von der Vorstellung aus, dass in erster Linie völlig neue Anbieter das Netzwerk für eine neue Technologie aufbauen, während die etablierten Anbieter nur in vernachlässigbar geringem Ausmaß dazu beitragen. Das Bestehen einer installierten Basis führt auch in diesem Fall dazu, dass die sozialen Kosten von den privaten Kosten der Übernahme der neuen Technologie abweichen. Verursacht wird diese Differenz dadurch, dass ein mit einer neuen Technologie in den Markt eintretendes Unternehmen nicht die Auswirkungen seines Handelns auf den Nutzen sowohl der etablierten als auch späterer Marktteilnehmer berücksichtigt. Unter gesamtwirtschaftlichen Aspekten muss aber zum einen der Verlust bewertet werden, der

¹⁶ Dieser Begriff bezieht sich auf eine bei Pinguinen zu beobachtende Verhaltensweise. Sie zögern die Nahrungssuche aus Furcht vor Angreifern häufig hinaus und warten zunächst ab, ob andere Artgenossen ihnen zuvorkommen.

entsteht, wenn das Netzwerk der alten Technologie nach Einführung der neuen Technologie nicht weiter wächst. Dadurch kann beispielsweise das Angebot an komplementären Gütern zurückgehen.¹⁷ Zum anderen steigt die Anziehungskraft des neuen Netzwerkes auf weitere Nutzer, während die Anziehungskraft des ursprünglichen Netzwerkes geringer wird. Die gleichgewichtige Lösung wird entscheidend beeinflusst durch die Größe der installierten Basis der alten Technologie zum Zeitpunkt der Einführung der neuen Technologie, von der Geschwindigkeit, mit der ein neues Netzwerk realisiert wird und von der Überlegenheit der neuen Technologie gegenüber der alten. Je nach Parameterkonstellation kommt es auch hier zu den beschriebenen Ineffizienzen. Darüber hinaus bietet die installierte Basis den etablierten Unternehmen die Möglichkeit, durch geeignetes strategisches Verhalten Markteintrittsbarrieren aufzubauen. Als Instrumente dienen insbesondere die Vorankündigung eines neuen Produktes und die Niedrigpreisstrategie. Indem die zukünftige Verfügbarkeit eines neuen Produktes frühzeitig angekündigt wird, können möglicherweise Konsumenten vom eigentlich beabsichtigten Kauf eines Konkurrenzproduktes abgehalten werden. Die von der Kirch-Gruppe veröffentlichten Informationen über einen Ankauf von einer Million Empfangsgeräten für digitales Fernsehen mag als Versuch einer derartigen Beeinflussung des Konsumentenverhaltens interpretiert werden, zumal gleichzeitig bekannt wurde, dass Kirch sich immer mehr Programmrechte aneignete. Farrell und Saloner (1986a, S. 948 f.) zeigen, dass die Gleichgewichtslösung entscheidend von derartigen Vorankündigungen abhängen kann, ein effizientes Ergebnis aber nicht gesichert ist. Die Strategie der Niedrigpreise ist dadurch charakterisiert, dass ein etablierter Anbieter den Preis für sein Produkt künstlich niedrig hält, um so mit der zusätzlich attrahierbaren Nachfrage eine installierte Basis zu schaffen, die den Markteintritt neuer Anbieter unrentabel macht und damit zukünftige Konkurrenz verhindert. Bei dem vorgestellten Modell von Katz und Shapiro (1986b) wurde dieser Effekt bereits beschrieben. Auch hier können die Bemühungen des Medienunternehmers Kirch als Beispiel herangezogen werden, der versuchte, Nachfrager für sein digitales Programmangebot zu finden, indem er die Anschaffungskosten für das notwendige Empfangsgerät niedrig hielt.

Die Anreize der Anbieter zum strategischen Einsatz von Durchdringungspreisen und deren Auswirkungen auf die soziale Wohlfahrt analysieren Katz und Shapiro (1986a) ausführlich in einem Duopolmodell mit Preiswettbewerb. Sie zeigen, dass die Übernahme

¹⁷ Farrell und Saloner (1986a, S. 941) greifen das Beispiel des Videorekorderstandards auf. Als die Super-8-Technologie die alte Standard 8-Technologie immer mehr verdrängte, wurde es für Nutzer des ursprünglichen Standards immer schwieriger, geeignete Filme zu beziehen.

einer so geförderten Technologie¹⁸ als de facto Standard aus mehreren Gründen gesellschaftlich ineffizient sein kann. So kann der Anbieter einer inferioren Technologie seinen Preis solange niedrig halten, bis es ihm gelungen ist, eine ausreichend große installierte Basis zu schaffen. Der Effekt dieser installierten Basis erhöht den Konsumentennutzen so stark, dass die Konkurrenztechnologie vom Markt verdrängt wird, selbst wenn sie der geförderten Technologie überlegen ist. Damit ist ein de facto Standard etabliert, dessen Eigentümer nun in der Lage ist, Monopolpreise zu setzen und damit frühere Verluste aus der Netzförderung zu kompensieren. Die Ineffizienz des Marktergebnisses ist ausschließlich auf die intertemporale Preisstrategie zurückzuführen, die ihrerseits nur aufgrund der vorhandenen Konsumexternalitäten möglich ist (ebd. S. 833 ff). Neben dieser Gefahr, dass ein inferiorer Standard gesetzt wird, kann eine Netzwerkförderung sowohl zu übermäßiger Standardisierung führen, als auch zur Koexistenz mehrerer Technologien, obwohl ein gemeinsamer Standard wünschenswert wäre. Werden beide Technologien gefördert, kann darüber hinaus ein sogenannter „second-mover-advantage“ auftreten, ein Vorteil, der dem Anbieter entsteht, der in der zweiten Betrachtungsperiode die günstigere Kostenstruktur aufweist. In diesem Fall führen die Erwartungen der Konsumenten, dass sich die zukünftig überlegene Technologie durchsetzen wird, möglicherweise zu einem ineffizienten Marktergebnis (ebd. S. 836 ff.).

Diesen ersten spieltheoretischen Ansätzen zur Analyse der Standardisierungsanreize auf Märkten, auf denen Nachfrageinterdependenzen eine entscheidende Rolle spielen, sind zahlreiche weitere Beiträge gefolgt. So analysieren Farrell und Saloner (1988) unter dem Aspekt der gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrt die unterschiedlichen Ergebnisse, die erzielt werden, wenn die Standardsetzung einerseits dem Markt überlassen wird oder andererseits eine Einigung auf einen bestimmten Standard auf der Basis von Verhandlungen erfolgt. Beiden Koordinationsformen liegt eine dem „Kampf der Geschlechter“ entsprechende Spielstruktur zugrunde.¹⁹ Demnach schätzen zwei Anbieter inkompatibler Technologien die Verwendung eines gemeinsamen Standards in jedem Fall höher als die Koexistenz dieser Technologien. Jeder Anbieter würde es aber bevorzugen, wenn die jeweils eigene Technik zum Standard würde. Ausgelöst durch den Bandwagon-Effekt führt der Markt vielfach zu einer raschen, aber nicht zwangsläufig effizienten Standardisierung. Farrell und Saloner vergleichen dieses Marktergebnis mit der Lösung, die innerhalb eines Komitees ausgehandelt wird. Nach der Terminologie von David und Greenstein (1990) geht es also um den Vergleich

¹⁸ Katz und Shapiro (1986a) verwenden den Begriff des „Sponsoring“.

¹⁹ Dieses klassische Koordinationsspiel basiert auf einer von Luce und Raiffa (1957) beschriebenen Konfliktsituation, in der ein Mann und eine Frau sich zeitgleich zwischen dem Besuch eines Boxkampfes und einer Ballettaufführung entscheiden. Beide möchten den Abend lieber gemeinsam als getrennt verbringen. Während der Mann aber den Boxkampf bevorzugt, präferiert die Frau die Ballettaufführung.

zwischen einem de facto Standard und einem de jure Standard. Die Modellanalyse lässt den Schluss zu, dass Komiteelösungen zwar mit einem Zeitverlust gegenüber reinen Marktlösungen verbunden sind, dass dieser Zeitverlust aber im allgemeinen überkompensiert wird durch eine geringere Fehlerhäufigkeit bei der Festlegung auf einen bestimmten Standard.

Cowan (1991) untersucht, inwieweit staatliche Interventionen geeignet sind, das Koordinationsproblem bei Netzwerkexternalitäten zu lösen und kommt dabei zu weniger eindeutigen Implikationen als Farrell und Saloner (1988). Insbesondere zeigt er, dass eine effektive Einflussnahme nur für den Fall zu erwarten ist, in dem der Nutzen der in Frage stehenden Technologien exakt bewertet werden kann. Besteht jedoch Unsicherheit hinsichtlich dieser Vorzüge, kann auch eine zentrale Standardsetzung, deren Ziel die Maximierung des Erwartungswertes eines Standardisierungsprozesses ist, nicht immer verhindern, dass eine inferiore Technik zum Standard erhoben wird.²⁰ Dies wird in erster Linie auf zwei Ursachen zurückgeführt. Die zu Beginn eines Standardisierungsprozesses noch bestehende Unsicherheit wird umso weiter reduziert, je mehr Nachfrager sich für eine bestimmte Technologie entscheiden, je mehr Erfahrungen also in Bezug auf deren Vorzüge gesammelt werden. Dieser Sachverhalt birgt grundsätzlich die Gefahr, dass eine (inferiore) Technik nur deshalb zum Standard wird, weil sie früher auf dem Markt war. Derselbe Effekt tritt auf, wenn sich eine Technologie aufgrund äußerer Rahmenbedingungen schneller verbreitet. Der Wechsel zu einer überlegenen Technologie wird dann immer schwieriger, da die Erfahrungen im Umgang mit dieser Technologie fehlen und wieder neue Lernprozesse einsetzen müssten.²¹

In einem Aufsatz von 1992 zeigen Farrell und Saloner, dass die Verfügbarkeit eines Adapters für Technologien, die ohne Adapter inkompatibel sind, sich nicht zwingend positiv auf die Wohlfahrt auswirkt, auch wenn dadurch der Zielkonflikt zwischen Standardisierung und Vielfalt vermieden wird. Im Gegensatz zur ex ante Standardisierung vor der Markteinführung einer bestimmten Technik, wird über Adapter eine ex post Kompatibilität hergestellt, nachdem die Markteinführung differenzierter Produkte bereits erfolgt ist. Die Option der Nachfrager auf die Verwendung eines Adapters senkt deren private Kosten der Festlegung auf eine bestimmte Technologie, da die Gefahr des „Strandens“ nicht besteht. Daher wird es aber immer dann zu einer Verringerung der Wohlfahrt kommen, wenn die Marktkräfte eine effiziente ex ante Standardisierung herbeigeführt hätten, falls ein Adapter

²⁰ Das Maximierungsproblem wird mit Hilfe des kontrolltheoretischen Instrumentariums gelöst.

²¹ Diese beiden Argumente für die Durchsetzung und Persistenz eines inferioren Standards finden sich ähnlich auch bei Arthur (1989) und David (1985).

nicht verfügbar gewesen wäre. Darüber hinaus zeigen die Autoren, dass Monopolisten, die eine Schnittstelle beherrschen, einen starken Anreiz haben, die ihren Konkurrenten für die Herstellung von Kompatibilität entstehenden Kosten in die Höhe zu treiben. Choi (1996) fügt diesen Überlegungen zur ex ante und ex post Standardisierung noch einen weiteren Aspekt hinzu, indem er den Zielkonflikt zwischen Standardisierung und Erprobung problematisiert. Die ex ante Standardisierung ermöglicht die frühzeitige Ausnutzung von Kompatibilitätsvorteilen, birgt aber die Gefahr, dass ein inferiorer Standard gesetzt wird. Die ex post Standardisierung bietet demgegenüber die Möglichkeit, dass sich ein de facto Standard erst nach einer Erprobungsphase durchsetzt, in der genügend Informationen über die Qualität der verfügbaren Technologien gesammelt wurden. Dieser Vorteil wird allerdings mit einer vorübergehenden Inkompatibilität erkaufte. Choi kommt zu dem Ergebnis, dass das Ausmaß an ex post Standardisierung unter Wohlfahrtsaspekten zu gering ist.

Church und Gandal (1996) entwickeln ein Modell, mit dessen Hilfe sie analysieren, inwieweit über den Markt ein effizientes Ergebnis erzielt werden kann, wenn ein Hardwareproduzent auch den Markt für Software kontrolliert. Es zeigt sich, dass ein bereits im Markt etablierter Anbieter einen sehr hohen Anreiz hat, in die Entwicklung kompatibler Software zu investieren, um so eine installierte Basis aufzubauen. Dies hat zur Folge, dass dessen Hardware zum de facto Standard avanciert und so eine inferiore Standardsetzung nicht auszuschließen ist.

Eher vorsichtig bewerten Liebowitz und Margolis (1994) die Bedeutung der Netzwerkexternalitäten. Sie zeigen, dass die zugrundeliegende Problematik vielfach den Koordinationsproblemen auf Märkten ohne Netzwerkexternalitäten gleicht und insofern die aufgezeigten Besonderheiten nicht zwangsläufig zu Ineffizienzen führen müssen. Ihre Kritik richtet sich insbesondere gegen die Ableitung von Politikimplikationen aus den modelltheoretischen Überlegungen. So lasse sich ein Preisrückgang bei steigender Netzwerkgröße eines Computerherstellers möglicherweise auch durch sinkende Preise auf den Faktormärkten oder durch Fortschritte in der technischen Entwicklung erklären. Subventionen an die Computerindustrie wären in diesem Fall ein schlechtes und eher kontraproduktives Politikinstrument. Darüber hinaus zeigen sie auf, dass die Internalisierung der Netzwerkexternalitäten, wie anderer Externalitäten auch, sehr viel häufiger über den Marktmechanismus möglich ist, als die Theorie der Standardisierung dies vermuten lässt. So vermutete Coase (1960) bereits, dass rationale Individuen, deren Ziel die Nutzenmaximierung ist, externe Effekte durch freie Vereinbarungen internalisieren. Darüber hinaus haben die Anbieter auf Märkten mit Netzwerkexternalitäten durchaus einen Anreiz, die Netzgröße zu

fördern und so die positiven Externalitäten zu internalisieren. Dies setzt allerdings voraus, wie Katz und Shapiro (1986b) bereits herausstellten, dass sie ihre Preise der erhöhten Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für ein größeres Netz anpassen können, dass sie also exklusive Nutzungsrechte an der betrachteten Technologie besitzen. Das abschließende Urteil von Liebowitz und Margolis (1994, S. 149):

„After we economists have had our fun, thinking about network effects and considering how social interactions have a similarity to networks, we need to acknowledge that the a priori case for network externalities is treacherous and the empirical cue is yet to be presented.“

Einen Ansatz zur Analyse von Kompatibilitätsanreizen ohne Berücksichtigung möglicher Netzeffekte wählen Matutes und Regibeau (1988). Betrachtet werden zwei Firmen, die jeweils alle Komponenten eines vollständigen Systems, beispielsweise einer EDV-Anlage, verkaufen. Bevor die beiden Unternehmen in einen Preiswettbewerb eintreten, treffen sie eine Entscheidung darüber, ob sie ihre Technologien kompatibel gestalten oder die Inkompatibilität der Systeme wählen. Fällt die Entscheidung für die Kompatibilität, haben die Konsumenten die Option, die notwendigen Einzelteile bei verschiedenen Herstellern zu erwerben. Andernfalls sind sie auf einen ganz bestimmten Hersteller festgelegt. Wie die folgenden Überlegungen verdeutlichen, beeinflusst die Kompatibilitätsentscheidung der Anbieter aber auch die Intensität des Preiswettbewerbs. Angenommen, der Anbieter eines inkompatiblen Systems senkt den Preis einer Komponente. Dann wird auch das vollständige System preisgünstiger und die Nachfrage danach steigt zu Lasten des Konkurrenzsystems. Der betrachtete Anbieter kann sich also die gesamte Rente der Preissenkung aneignen. Bei Kompatibilität dagegen profitiert auch der Konkurrent von einem entsprechenden Preisrückgang, da die preiswerter gewordene Komponente auch mit dessen Systemkomponenten kombiniert werden kann. Die Anreize zur Preissenkung sind mithin schwächer als im Fall der Inkompatibilität. Matutes und Regibeau (S. 224 ff.) entwickeln ein Modell, das auf einen von Hotelling (1929) vorgestellten Ansatz zur Modellierung des räumlichen Wettbewerbs in einer linearen Stadt zurückgeht.²² In dem Hotelling-Modell entstehen den Konsumenten neben dem zu zahlenden Güterpreis Transportkosten pro Längeneinheit der Strecke, die sie vom Wohnsitz bis zum Standort des Anbieters zurückzulegen haben. Statt der Entfernung betrachten Matutes und Regibeau die Abweichung der angebotenen technischen Spezifikation einer Systemkomponente (etwa die

²² Vgl. zum räumlichen Wettbewerb auch Tirole, 1995, S. 209 ff.

Speicherkapazität eines Rechners oder die Druckergeschwindigkeit) von der von einem Konsumenten präferierten Spezifikation. Multiplikatoren sind dementsprechend nicht Transportkosten, sondern der Grad der horizontalen Produktdifferenzierung. Davon ausgehend zeigen die Autoren, dass der Preiswettbewerb in Abhängigkeit von den Kosten zur Herstellung kompatibler Technologien und dem Reservationspreis, also der maximalen Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für ein System, sowohl Kompatibilität als auch Inkompatibilität als Marktergebnis hervorbringen kann. Sind diese Parameter hinreichend hoch, tendieren die Anbieter zur Kompatibilität, obwohl unter Wohlfahrtsaspekten Inkompatibilität wünschenswerter wäre. Umgekehrt werden bei niedrigen Reservationspreisen keine kompatiblen Technologien angeboten, obwohl dies die gesellschaftlich effiziente Lösung wäre. Darüber hinaus sind die gleichgewichtigen Preise bei kompatiblen Systemen immer höher als bei nicht kompatiblen Systemen.

Economides (1989) verzichtet ebenfalls auf die Modellierung von Netzwerkexternalitäten. Anders als Matutes und Regibeau geht er davon aus, dass nicht die Produzenten eines vollständigen Systems, sondern die Produzenten einzelner Systemkomponenten im räumlichen Wettbewerb stehen. Sein Modell beruht auf der Vorstellung einer kreisförmigen Stadt und die Transportkosten der Konsumenten sind allgemeiner formuliert. Economides zeigt, dass in diesem Modellansatz sowohl die Preise als auch die Gewinne der Anbieter steigen und folglich Kompatibilität als eindeutiges Gleichgewicht resultiert.

Zusammenfassend lassen sich die folgenden Kernaussagen der Theorie der Standardisierung festhalten.

- Märkte, auf denen Netzwerkexternalitäten bedeutend sind, führen vielfach zu inferioren de facto Standards.
- Bei divergierenden Konsumentenpräferenzen kann das Ausmaß der Standardisierung zu hoch sein, es kommt zu einer suboptimal geringen Vielfalt des Angebotes.
- Ein ineffizientes Verharren auf einem alten Standard (*excess inertia*) ist ebenso möglich wie die suboptimale Übernahme eines neuen Standards (*excess momentum*).
- Standardisierung oder die Herstellung von Kompatibilität dämpfen den Preiswettbewerb.

Insbesondere die letzte Aussage steht in offensichtlichem Widerspruch zum Prinzip der Produktdifferenzierung (Anderson, de Palma und Thisse, 1992, S.9). Danach entscheiden sich Unternehmen für eine *Produktdifferenzierung*, um so deren Substituierbarkeit zu verringern

und damit den Preiswettbewerb abzuschwächen. Die besonderen Wirkungsmechanismen und Interdependenzen auf Märkten mit Netzwerkexternalitäten oder bei technischen Systemen implizieren aber offensichtlich eine andere Anreizstruktur. Bei Netzwerkexternalitäten dient der Einsatz von Preisstrategien in erster Linie der Etablierung einer installierten Basis. Der Aufbau eines herstellerbezogenen Netzes ist aber nur bei inkompatiblen Techniken erforderlich. Bei herstellerübergreifenden Standards besteht dieses Netz von vornherein aus der Summe der Einzelnachfragen, insofern ist auch der Anreiz zur strategischen Preissetzung geringer als bei Koexistenz mehrerer Herstellerstandards. Bei technischen Systemen ist die Wirkung der Standardisierung auf die Wettbewerbsintensität noch unmittelbarer. Jede Preisstrategie eines Anbieters löst auch einen externen Effekt auf den Gewinn der anderen Anbieter aus, während der eigene Gewinn in einem gegenüber der Differenzierung geringeren Ausmaß beeinflusst wird. Entsprechend geringer sind auch die Anreize zum Einsatz solcher Strategien.

0.3 Digitales Fernsehen in Deutschland

Die durch eine Digitalisierung des Fernsehens mögliche Komprimierung der zu übertragenden Datenmenge und die daraus resultierende Freisetzung von Übertragungskapazitäten ist als die anfängliche Motivation zur langfristigen Ablösung des analogen Fernsehens anzusehen. Zur Umsetzung dieser Pläne wurde bereits Anfang der neunziger Jahre ein international standardisiertes Übertragungsverfahren, das sogenannte „Digital Video Broadcasting“ (DVB) entwickelt. Zur Analog-Wandlung der digitalen Signale wird lediglich ein Vorschaltgerät zum herkömmlichen analogen Fernsehempfänger benötigt, der sogenannte „Integrated Receiver Decoder“ oder kurz: die Settop-Box. Die neue DVB-Technik funktioniert grundsätzlich ohne jegliche Verschlüsselung, eröffnet aber die Möglichkeit, die Programmangebote so zu verschlüsseln, dass sie vom Programmveranstalter nur an autorisierte Zuschauer freigegeben werden und erlaubt damit einen Preisausschluss der Rezipienten. Diese Angebotsform des Fernsehens wird Pay-TV oder auch Bezahlfernsehen oder Abonnementfernsehen genannt und kann unterschiedliche Ausprägungen annehmen. Beim „Pay-per-channel“ werden Programmpakete zu vom Programmanbieter festgesetzten Gebühren abonniert. Umfang und Inhalt dieser Programmpakete werden ebenfalls vom Programmanbieter festgelegt. Beim „Pay-per-view“ hat der Zuschauer die jeweils gesehenen Sendungen zu bezahlen. Eine individuelle Programmgestaltung ermöglichen die Funktionen „Near Video on Demand“ durch die zeitversetzte Ausstrahlung bestimmter Filme auf verschiedenen Kanälen und „Video on Demand“, bei dem der gewünschte Film unmittelbar

beim Programmanbieter abgerufen werden kann (Zimmer, 1996, S. 386). Um Pay-TV betreiben zu können, ist ein System der Zugangskontrolle erforderlich. In den anfänglichen Gesprächen zwischen den auf dem deutschen Fernsehmarkt tätigen Programmveranstaltern wurde eine Einigung auf ein in den zu entwickelnden Dekoder integriertes, konditionales Zugangssystem (Conditional Access) erzielt. Dieses System verknüpft Programmsignale mit verschlüsselten Daten, die Informationen über die Berechtigung der Pay-TV-Abonnenten enthalten. Dem Zuschauer wird eine Speicherkarte zur Verfügung gestellt, die neben den spezifischen Entschlüsselungssignalen der Programmanbieter auch alle relevanten Zuschauerdaten enthält (EU-Kommission, 1998a, Randnr. 19 und 20). Der Dekoder registriert die Signale, prüft insbesondere, ob der Zuschauer noch über ein „Guthaben“ verfügt, und steuert nach der Programmfreigabe die programmierten Verwaltungsvorgänge.

Die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten konnten zunächst noch den freien Empfang aller unverschlüsselt ausgestrahlten Programme durchsetzen, wenn die Speicherkarte nicht benutzt wird.²³ Im Februar 1994 gründeten die Medienunternehmen Kirch und Bertelsmann sowie die Deutsche Telekom die Media Service GmbH mit dem Ziel einer gemeinschaftlichen Etablierung des Digitalfernsehens in Deutschland. Dieses Gemeinschaftsunternehmen wurde aber bereits im November 1994 von der europäischen Wettbewerbskommission aus wettbewerbsrechtlichen Gründen untersagt. In erster Linie wurde ein diskriminierungsfreier Marktzugang für neue Anbieter als nicht gewährleistet betrachtet, falls die wichtigsten Programmanbieter und die Deutsche Telekom als größter Kabelnetzbetreiber in Deutschland in einem derartigen Gemeinschaftsunternehmen alle Dienstleistungen zusammen anbieten könnten (O.V., 1997c).

In der Folgezeit ignorierte Kirch alle Vereinbarungen in Bezug auf die zu verwendende Technologie und ließ in relativ kurzer Zeit den Prototyp einer nicht-standardisierten Settop-Box, die d-box, herstellen. Bereits Mitte 1995 informierte er die überraschte Konkurrenz und die Öffentlichkeit darüber, dass er beim finnischen Hersteller Nokia eine Million Exemplare der d-box angekauft habe (O.V., 1995). Dieser Dekoder enthielt ein in sich geschlossenes (sogenanntes „proprietäres“) Zugangskontrollsystem und erlaubte daher nur noch den Empfang eines von Kirch in Umfang und Inhalt definierten Programmbundles. Sendung und Empfang anderer digitaler Programmangebote mit Hilfe desselben Dekoders waren nicht möglich. Gleichzeitig verstärkte Kirch seine Position auf

²³ Die vorstehenden Ausführungen beruhen teilweise auf einer Internet-Publikation des Forschungsverbundes Medientechnik Südwest (11/1996, <http://www-bior.sozwi.uni-kl.de>), einer Kooperation des Fachgebietes Betriebsinformatik und Operations Research an der Universität Kaiserslautern und der Betriebsdirektion des SWF Baden-Baden.

dem Programmarkt durch den massiven Kauf weiterer Programmrechte. Wollten die übrigen Programmveranstalter, zu denen insbesondere der Medienkonzern Bertelsmann und die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten zählten, Einfluss auf den neu zu etablierenden Markt für digitales Fernsehen nehmen, hatten sie nur die Alternativen, die ursprünglich angestrebte standardisierte Dekodervariante weiter zu verfolgen oder einen Dekoder mit ebenfalls spezifischem Zugangssystem zu entwickeln. Kirchs aggressive Vorgehensweise veranlasste sie schließlich, die Herstellung eines eigenen Dekoders, der Mediabox, in Auftrag zu geben, der seinerseits ausschließlich die Programme der daran beteiligten Anbieter durchlassen sollte. Dies hatte zur Folge, dass potentielle Rezipienten des digitalen Programmangebotes sich vor dem Erwerb eines geeigneten Empfangsgerätes entweder entscheiden mussten, welches der beiden Programmpakete sie abonnieren wollten, oder sich gleich zwei Konverter zuzulegen. Im August 1995 vereinbarten unter anderen die ARD, das ZDF, Bertelsmann und die Telekom die Gründung der Multimedia-Betriebsgesellschaft (MMBG), die sich im Mai 1996 mit Zustimmung der Europäischen Union konstituierte (O.V., 1997b). In der Zwischenzeit hatten mehrere erfolglose Verhandlungen mit Kirch über dessen Beitritt zur MMBG stattgefunden, die Verbündeten auf beiden Seiten wechselten ständig. Der heftige Konkurrenzkampf um die Vorherrschaft auf dem digitalen Markt fand schließlich im Juli 1996 mit dem Start des von Kirch aufgebauten digitalen Fernsehsenders DF1 ein vorläufiges Ende. Die Bertelsmann-Gruppe kündigte den Start ihres eigenen Digitalsenders Club-RTL mit Hilfe der Mediabox für den Herbst desselben Jahres an.

Beide Dekoder zeichneten sich nicht nur durch inkompatible Zugangssysteme aus, sondern verfügten darüber hinaus über eine jeweils modellspezifische Programmierschnittstelle („Application Programming Interface“) für interaktive Anwendungen (O.V., 1996a). Aufgrund der unterschiedlichen Schnittstellen waren die Konsumenten hinsichtlich der Spezialfunktionen wie Video-on-Demand, Pay-per-view und Multimedienutzbarkeit sowie der elektronischen Programmzeitschrift festgelegt, da die Befehle, mit denen solche Funktionen ausgelöst werden, zur jeweiligen Schnittstelle passen müssen. Diese Kompatibilitätsprobleme beeinflussten die Empfangsmöglichkeiten aber nicht nur unmittelbar, sondern auch mittelbar über auftretende Schwierigkeiten bei der Verbreitung der Programmangebote über Kabelnetze oder via Satellit. Die Deutsche Telekom als maßgeblicher Kabelnetzbetreiber favorisierte nachdrücklich eine Lösung, die den Kabelkunden den Zugang zu allen Digitalprogrammen ermöglichte. Um die technischen Voraussetzungen dafür zu schaffen, schlug sie die Anwendung des sogenannten Transcontrol-Verfahrens oder alternativ des Simulcryptverfahrens vor. Bei dem Transcontrolverfahren

würden die Programme jedes der beiden vorhandenen Zugangssysteme nach der Einspeisung ins Kabelnetz entschlüsselt und mit einem einheitlichen Zugangssystem neu kodiert, so dass ein dekoderunabhängiger Empfang gewährleistet wäre. Das Simulcryptverfahren ermöglicht die Entschlüsselung unterschiedlich kodierter Zugangsdaten durch das proprietäre Zugangskontrollsystem des verwendeten Dekoders.

Erste Verhandlungen zwischen Kirch und Bertelsmann setzten noch vor dem Start von DF1 ein und bereits im Juli 1996 wurden von beiden Seiten Erklärungen zu einer geplanten Kooperation im digitalen Fernsehen abgegeben (O.V., 1996b). Danach sollte mittelfristig ein gemeinsamer Dekoderstandard entwickelt werden; in der Zwischenzeit sollte die Kompatibilität der beiden vorhandenen Systeme mittels des Simulcryptverfahrens sichergestellt werden. Darüber hinaus war die gemeinsame Vermarktung aller Programmangebote über die von Kirch aufgebaute Sendestation DF1 geplant. Die Rechte an dem vorhandenen Pay-TV-Sender Premiere sollten paritätisch aufgeteilt werden zwischen Bertelsmann und dem französischen Sender Canal plus auf der einen Seite sowie Kirch und dem britischen Sender BskyB auf der anderen Seite (O.V., 1996c). Diese Vereinbarungen dienten in erster Linie der Ausnutzung von Synergieeffekten sowohl auf dem Programmarkt als auch in Bezug auf den Vertrieb der Dekoder. Vor dem Hintergrund dieses Verhandlungsergebnisses überraschte der im September 1996 bekanntgegebene vorläufige Verzicht der Bertelsmann-Gruppe auf das eigene Projekt Club-RTL.

Die Einführung des digitalen Fernsehens verlief in der Folgezeit unerwartet schleppend. Statt der bis Ende 1996 angestrebten 200.000 Abonnenten konnten bis Mitte 1997 lediglich 40.000 Abonnenten für DF1 geworben werden (O.V., 1996a und Lilienthal, 1997). Die dadurch in dem Kirch-Unternehmen verursachten wirtschaftlichen Probleme und die nach wie vor bestehenden Interessen der Bertelsmann-Gruppe an einem Engagement im Zusammenhang mit Bezahlfernsehen führten zu erneuten Verhandlungen zwischen den beiden Konkurrenten sowie der Deutschen Telekom. Im Juli 1997 wurden Vereinbarungen bekannt, nach denen die d-box zum einheitlichen Standard bestimmt werden sollte. Der Medienkonzern Bertelsmann beabsichtigte demnach, sich an Kirchs Anlaufverlusten einschließlich der Verpflichtungen gegenüber ausländischen Filmproduzenten zu beteiligen. Darüber hinaus war geplant, den mit analoger Technik ausgestatteten und 1,5 Millionen Abonnenten zählenden Pay-TV-Sender Premiere zum einzigen Digitalsender auszubauen. Kirch und die Bertelsmann-Tochter CLT-Ufa sollten diesen Sender als gleichberechtigte Gesellschafter betreiben.²⁴ Die Vermögenswerte von DF1 würden auf Premiere übertragen

und der ebenfalls von Kirch betriebene Sportsender DSF in Premiere eingebracht. Darüber hinaus sollte Premiere nach diesen Vereinbarungen sämtliche von Kirch gehaltenen Pay-TV- und Pay-per-view-Rechte in Sublizenz zu Selbstkosten übernehmen können. Premiere würde die gesamte Abonnentenverwaltung und Abonnentenbetreuung auch für andere Programmveranstalter durchführen. Gleichzeitig sollte CLT-Ufa mit 50% an BetaDigital, einem von Kirch gegründeten Unternehmen für technische Dienstleistungen im Satellitenbereich, beteiligt werden. Die Deutsche Telekom erklärte sich ihrerseits bereit, ihr derzeit nicht ausgelastetes digitales Kabelnetz für die rasche Etablierung des digitalen Fernsehmarktes zur Verfügung zu stellen. Im Gegenzug wurde ihr die alleinige Kompetenz zur Kontrolle des technischen Zugangs zugesagt, um so sicherzustellen, dass auch dritte Anbieter digitaler Programme diskriminierungsfrei über die Kabel verfügen könnten. Dazu sollten die Telekom und CLT-Ufa je zu einem Drittel an Kirchs Technikunternehmen BetaResearch beteiligt werden (O.V., 1997a, EU-Kommission, 1998a, Randnr. 8-11).

Die Umsetzung dieses Kooperationsabkommens scheiterte jedoch ein Jahr später endgültig an wettbewerbs- und kartellrechtlichen Bedenken der Wettbewerbskommission der Europäischen Union. Sie verweigerte ihre Einwilligung zu dem Gemeinschaftsunternehmen aus den Medienkonzernen Kirch und Bertelsmann sowie der Telekom mit der Begründung, dass die Öffnung des Marktes für andere Anbieter und private Kabelnetzbetreiber durch die getroffenen Vereinbarungen als nicht gesichert angesehen werde (EU-Kommission, 1998a, 1998b). Die Kommission sah vielmehr die Gefahr, dass Premiere eine marktbeherrschende Stellung auf dem Markt für Pay-TV in Deutschland erlangen könnte, wenn der Sender paritätisch von den bedeutendsten Rechteinhaber auf den vorgelagerten Programmmärkten kontrolliert würde. Faktisch erhalte Premiere nicht nur ein Monopol für Premium-Filme, sondern partizipiere über Kirch an den umfangreichen Spielfilmvorräten sämtlicher Genres und den sich ergänzenden Sportrechten der Anteilseigner (ebd. Randnr. 34-42). Darüber hinaus bewirke die führende Position, die Kirch und CLT-Ufa bereits jetzt im frei empfangbaren, werbefinanzierten Fernsehen einnehmen, einen starken Anreiz zur strategischen Programmgestaltung. Komplementärprogrammierung²⁵ sei hier ebenso zu erwarten wie die Begrenzung der Attraktivität der frei empfangbaren Sender (ebd. Randnr. 95-98).

²⁴ Die bisherige Beteiligung lag mit je 37,5 Prozent bei Canal-plus und CLT-Ufa sowie 25 Prozent bei Kirch (Lilienthal, 1997, S. 20).

²⁵ Komplementärprogrammierung liegt beispielsweise vor, wenn die Ausstrahlung weniger wichtiger Sportereignisse im frei empfangbaren Fernsehen erfolgt (z.B. Vorrundenspiele im Fußball), um das Interesse der Zuschauer zu wecken, während die Höhepunkte (Endspiel) im Pay-TV ausgestrahlt werden.

Auch auf dem Markt für technische Dienstleistungen sah die Kommission eine starke Beeinträchtigung des Wettbewerbs als Folge der Vereinbarungen. BetaDigital könnte auf dem Satellitensektor und die Deutsche Telekom auf dem Kabelsektor eine nicht hinnehmbare Monopolstellung bekommen. BetaResearch ist alleinige Lizenzinhaberin für die Beta-Verschlüsselungstechnologie auf der Grundlage der d-box. Potentielle Anbieter technischer Dienstleistungen für Pay-TV sind folglich grundsätzlich auf die Erteilung einer Lizenz für diese Zugangstechnologie angewiesen. Dies war ein wesentlicher Kritikpunkt der EU-Kommission an den Vereinbarungen. Insbesondere sah sie die Gefahr, dass das Unternehmen BetaResearch eine Lizenzierungspolitik betreiben könnte, mit der die Telekom bei der Abwicklung der Zugangskontrolle im Kabelbereich vor dem Wettbewerb geschützt wurde. Zudem sei die spezifische deutsche Kabelnetzstruktur, nach der die Telekom das Verteilnetz von der Kabelkopfstation bis zur Grundstücksgrenze nahezu ausschließlich betreibt, geeignet, die marktbeherrschende Stellung der Telekom weiter zu stärken (EU-Kommission, 1998b, Randnr. 37-40). Private Kabelnetzbetreiber, deren Tätigkeit nach wie vor auf die Netzinfrastruktur zwischen Grundstücksgrenze und Anschlussbuchsen der Fernsehhaushalte beschränkt ist, hätten daher bestenfalls eine theoretische Möglichkeit zum Angebot technischer Dienstleistungen für Pay-TV, während die praktische Durchführung aufgrund der Vereinbarungen zwischen Kirch, CLT-Ufa und Telekom nahezu unmöglich gemacht werde.

Darüber hinaus begründete die EU-Kommission ihre Ablehnung des Fusionsvorhabens mit der nahezu absoluten Kontrolle, die Bertelsmann und Kirch über die Dekoderinfrastruktur ausüben könnten. So biete die Schnittstelle der d-box nur proprietäre Applikationen an und Lizenznehmer seien gezwungen, sämtliche Applikationsentwicklungen an BetaResearch zu vergeben (EU-Kommission, 1998a, Randnr. 113–117). Beispielsweise sei es anderen Programmveranstaltern nicht möglich, eine eigene elektronische Programmzeitschrift („Electronic Programming Guide“) anzuwenden und als Mittel zur Differenzierung einzusetzen. Sie seien vielmehr darauf angewiesen, in die Programmzeitschrift der d-box aufgenommen zu werden, woraus sich eine erhebliche Einflussmöglichkeit der Antragsteller auf die Positionierung von Konkurrenzprogrammen ergäbe (EU-Kommission, 1998a, Randnr. 56 – 60). Außerdem erzielten Kirch und CLT-Ufa einen erheblichen Wettbewerbsvorteil dadurch, dass die Abonnentenverwaltung und Abonnentenbetreuung auch für andere Programmveranstalter von Premiere durchgeführt werden solle. Premiere könnte so entscheidende Informationen über geplante Konkurrenzprogramme und deren Kundenstruktur, aber auch über das Zuschauerverhalten oder die Altersstruktur der Zuschauer bestimmter Programme erhalten. Dadurch werde dem

Sender Premiere die Entwicklung zielgruppenorientierter Programmpakete wesentlich erleichtert (EU-Kommission, 1998a, Randnr. 61).

Obwohl auf Seiten der Vertragspartner noch mehrere Zugeständnisse an die EU-Kommission gemacht wurden, wurde die angestrebte Fusion im Mai 1998 endgültig untersagt. Die EU-Kommission hielt diese Zusagen für nicht ausreichend, um zu verhindern, dass Premiere die einzige Pay-TV-Programm- und Vermarktungsplattform in Deutschland auf absehbare Zeit würde. Alternative Plattformen könnten aufgrund der getroffenen Vereinbarungen weder von anderen Programmanbietern noch von der Telekom oder privaten Kabelnetzbetreibern aufgebaut werden.

In der Folgezeit verkaufte Canal plus seinen Anteil an Premiere. Kirch und Bertelsmann beabsichtigten, den Sender zu gleichen Teilen weiterzuführen, was jedoch am wettbewerbsrechtlichen Einspruch des Bundeskartellamtes scheiterte. Darauf hin teilte Bertelsmann seinen endgültigen Rückzug aus dem digitalen Fernsehmarkt mit. Stattdessen plant der Konzern die Weiterentwicklung des frei empfangbaren, werbefinanzierten Fernsehens und ein verstärktes Engagement im Zusammenhang mit den multimedialen Möglichkeiten, die das Internet eröffnet (O.V., 1999a). Anfang 1999 übernahm Kirch 95 Prozent der Anteile an Premiere, Bertelsmann war nur noch mit 5 Prozent beteiligt. Gegen dieses Monopol des digitalen Bezahlfernsehens hatte das Bundeskartellamt keine Bedenken einzuwenden, da es den unternehmerischen Wettbewerb durch die geringe Beteiligung des Medienkonzerns Bertelsmann als gesichert ansah. Der Markt für andere Anbieter bleibe offen. Für Ende 1999 hat Kirch die Zusammenlegung der beiden Sender Premiere und DF1 und eine sehr zurückhaltende Preispolitik angekündigt, die den raschen Marktaufbau ermöglichen soll (Scheithauer, 1999 und O.V., 1999b).

0.4 Zielsetzung und Aufbau der Analyse

Die zentralen Fragestellungen dieser Arbeit wurden durch die Entwicklung des deutschen Marktes für digitales Pay-TV motiviert. Dabei betrachten wir „Digitales Fernsehen“ als das relevante technische System, das sich aus einem Empfangsgerät im Sinne des erforderlichen Systemgutes, synonym auch als die Hardwarekomponente bezeichnet, und dem Programmangebot im Sinne der Komplementärgüter zusammensetzt. Ein erstes wesentliches Anliegen ist die mikroökonomische Fundierung der Nachfrage nach digitalen Fernsehprogrammen. Dabei geht es schwerpunktmäßig um die Frage, welchen Einfluss die Entscheidungen der Anbieter in Bezug auf die technische Ausgestaltung der Empfangsgeräte auf das Nachfrageverhalten nutzenmaximierender Konsumenten ausüben. Das eigentliche

Ziel der Untersuchung besteht darin, die Anreize zur Standardsetzung aufzuzeigen, die sich, ausgehend von den individuellen Optimierungskalkülen der Nachfrageseite, auf der Seite der Anbieter ergeben.

Anders als in den meisten Literaturbeiträgen zur Standardisierung wird bei der Mikrofundierung der Nachfrage darauf verzichtet, Vorteile der Netzwerkgröße explizit zu modellieren. Dies hat den Vorteil, dass die Anreizwirkungen auf der Anbieterseite ausschließlich auf eine netzwerkunabhängige Zahlungsbereitschaft potentieller Konsumenten für die betrachteten Komplementärgüter, hier die Programmangebote, zurückgeführt werden können. Dadurch lässt sich der unmittelbare Nachfrageeffekt einer Standardisierungsentscheidung isoliert von anderen Einflussfaktoren herausarbeiten. Wir werden allerdings sehen, dass die Vorteilhaftigkeit eines einheitlichen technischen Hilfsmittels ausgeprägter ist, wenn der Markterfolg davon abhängt, ob eine kritische Masse erreicht wird. Wie die folgenden Überlegungen zeigen, spielen Netzwerkeffekte beim digitalen Pay-TV zumindest keine entscheidende Rolle.

Bei technischen Systemen können Netzwerkeffekte ausgelöst werden, wenn eine steigende Netzgröße sowohl den Umfang als auch die Vielfalt des Softwareangebotes erhöht. Dadurch steigt der Konsumentennutzen und damit die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für das betrachtete System, was wiederum zu einer Verstärkung der Nachfrage führt. Beim digitalen Pay-TV könnte dieser Vielfalteeffekt dadurch ausgelöst werden, dass eine höhere Programmnachfrage mit mehr Gebühreneinnahmen verbunden ist, die es ihrerseits den Anbietern ermöglichen, attraktive Programme bereitzustellen. Beim Fernsehmarkt selbst handelt es sich allerdings um einen seit langem etablierten Markt. Der Erwerb umfangreicher Programmrechte erfolgt bereits seit der Einführung des analogen kommerziellen, ausschließlich werbefinanzierten Fernsehens. Die Einführung des digitalen Pay-TV ist daher vor allem als das Bemühen zu betrachten, eine neue Finanzierungsform zu finden, beziehungsweise eine neue Vermarktungsform vorhandener Potentiale zu erschließen. Die beschriebenen Netzwerkeffekte spielen dann aber eine untergeordnete Rolle.

Auch bei anderen technischen Systemen hat sich in der Vergangenheit gezeigt, dass Vielfalt des Softwareangebotes nicht zwangsläufig mit der Höhe der Nachfrage nach der innovativen Technologie korreliert, und Netzwerkeffekte insofern eine vergleichsweise untergeordnete Bedeutung haben. Dies gilt insbesondere bei solchen Systemen, die als Weiterentwicklungen bereits existierender Systeme anzusehen sind. Bei der Einführung der digitalen Audio-Compact-Disc in den achtziger Jahren beispielsweise war das Verhältnis der

Titel zur Anzahl der Nachfrager von Anfang an hoch (Woeckener, 1995b, S. 26). Der digitale Videostandard DVD („Digital Video Disc“, „Digital Versatile Disc“) wurde in den USA unter anderem deswegen vergleichsweise gut angenommen, weil innerhalb kurzer Zeit mehrere hundert DVD-Video-Titel zur Verfügung standen (Traufetter, 1999, S. 59). Wie beim digitalen Fernsehen wurde darüber hinaus kein grundsätzlich neuer Markt etabliert, sondern in erster Linie ging es darum, bei der ursprünglichen Technologie erreichte Sättigungspunkte durch das Angebot qualitativ hochwertigerer Produkte zu überwinden.

Eine andere Ursache von Netzwerkeffekten bei technischen Systemen liegt darin, dass die Vorzüge des Systems zunächst noch relativ unbekannt sind. Die damit verbundene Unsicherheit über die tatsächliche Nutzenrelevanz des neuen Gutes veranlasst den einzelnen Konsumenten möglicherweise dazu, den Kauf zunächst aufzuschieben. Je größer aber der Nutzerkreis wird und je mehr Informationen über die Produkteigenschaften sich ausbreiten, desto schneller finden auch unentschlossene Nachfrager Zugang zu dem neu entstehenden Markt. Frühe Nutzer der neuen Technologie lösen in diesem Fall eine Kettenreaktion im Sinne eines Bandwagon-Effektes aus. Auch dieser Effekt scheint allerdings beim digitalen Fernsehen keine besondere Bedeutung zu haben, da sich die angebotenen Leistungen, nämlich die Versorgung der Zuschauer mit Programmangeboten, vom analogen Fernsehen zwar hinsichtlich des verfügbaren Gesamtangebotes und damit der Auswahlmöglichkeiten unterscheiden. Ob die Ausstrahlung in analoger oder digitaler Technik erfolgt, wird von den Rezipienten jedoch kaum wahrgenommen.

Netzwerkeffekte können zudem dadurch hervorgerufen werden, dass die Furcht der Konsumenten, sich auf eine Technologie festzulegen, die sich letztlich auf dem Markt nicht behaupten kann, mit zunehmender Verbreitung der betrachteten Technologie sinkt. Beim digitalen Fernsehen ist aber auch dies nicht überzeugend, da zum einen das analoge Programmangebot weiter genutzt werden kann. Darüber hinaus haben die Programmanbieter ein grundlegendes Interesse daran, ihre Kunden zu halten und die Anwendungsmöglichkeit des eingesetzten Empfangsgerätes zu sichern. Kennzeichnend dafür sind Maßnahmen wie die von dem Fernsehsender Premiere angebotene Möglichkeit zum kostenlosen Eintausch herkömmlicher Dekoder für analoges Pay-TV gegen einen Digitaldekoder. Die technischen Möglichkeiten, unterschiedliche Programmierschnittstellen miteinander zu verknüpfen, sind zudem bereits heute vielfältig (Tunze, 1998, S. T2).

Neben diesen primär auf digitales Fernsehen bezogenen Argumenten für eine Vernachlässigung von Netzwerkeffekten, weisen vorhandene Forschungsbeiträge darauf hin, dass bei technischen Systemen bereits die bloße Modellierung des Vielfalteeffektes einer

Standardisierung auf die Komplementärgüter zur Analyse der Anreizwirkungen geeignet ist (Matutes und Regibeau, 1988 und Economides, 1989). Die grundsätzlichen Ergebnisse bleiben weitgehend unverändert. Zudem wurde in den Beiträgen von Katz und Shapiro (1986b) sowie Liebowitz und Margolis (1994) deutlich, dass die Internalisierung von Netzwerkexternalitäten bei gesicherten Eigentumsverhältnissen durchaus gelingen kann.

Die Anreize der Anbieter zur Standardisierung der Hardwarekomponente eines technischen Systems werden in drei alternativen Modellansätzen untersucht.

Modell 1a greift unter vereinfachenden Annahmen die frühe Entwicklungsphase auf dem deutschen Digitalmarkt auf, in der jeder Programmanbieter sich auf eine bestimmte Technik zur Ausstrahlung seiner Programme festlegt. Die Optionen der konkurrierenden Programmanbieter bestehen darin, entweder einen gemeinsamen Dekoderstandard zu verwenden, der die Nutzung des gesamten digitalen Programmangebotes erlaubt, oder sich eine Technik zunutze zu machen, die nur den Zugang zum eigenen Programmangebot zulässt. Da die Entscheidung der Anbieter maßgeblich die Wahlmöglichkeiten der Nachfrager determiniert, geht es zunächst darum, die jeweils relevante Nachfrage zu ermitteln (Kapitel I.2).

Potentielle Rezipienten erwägen, ob sie ein bestimmtes System nachfragen oder nicht, das heißt, sie treffen eine Auswahl zwischen diskreten, sich wechselseitig ausschließenden Alternativen. Solche Entscheidungsprobleme sind aber dem traditionellen Marginalkalkül nicht zugänglich. Hotelling (1929) hat mit der Formulierung sogenannter „Adressenmodelle“ einen Weg gefunden, über den sich dennoch kontinuierliche Marktnachfragen ableiten lassen. Diese Methode der Theorie diskreter Entscheidungen werden wir bei der mikroökonomischen Fundierung der Nachfrageseite anwenden. Anders als in den meisten Literaturbeiträgen wird dabei davon ausgegangen, dass die Konsumenten auch die Option haben, mehr als ein Gut zu erwerben.

Auf der Angebotsseite soll mit Hilfe des spieltheoretischen Instrumentariums untersucht werden, welche Option rationale Entscheidungsträger ausüben, wenn die Entscheidungen gleichzeitig und unabhängig voneinander, also nichtkooperativ zu treffen sind. Insbesondere geht es dabei um die Frage, ob ein einzelner Anbieter einen Anreiz hat, einen spezifischen Dekoder zu verwenden, wenn er damit rechnen muss, dass auch sein Konkurrent sich gegen eine einheitliche Technologie entscheidet. Bevor die Spieler in einen Preiswettbewerb eintreten, müssen sie sich auf eine bestimmte Technologie festlegen. Wir werden daher vier Marktmodelle analysieren, die die alternativen Konstellationen

widerspiegeln (Kapitel I.3 bis I.5). Die Anreize zur Standardsetzung ergeben sich aus dem Einfluss der Dekoderentscheidung sowohl auf den Preiswettbewerb als auch auf die attrahierbare Nachfrage. Um mögliche Ineffizienzen des Marktergebnisses identifizieren zu können, schließt Modell 1a mit einer wohlfahrtstheoretischen Betrachtung ab. Als Wohlfahrtsmaß wird dabei die Konsumentenrente verwendet (Kapitel I.6).

In Modell 1b (Kapitel II) werden gegenüber Modell 1a modifizierte Konsumentenpräferenzen zugrundegelegt, um so zu überprüfen, inwieweit die Spezifizierung der Präferenzen die Modellergebnisse beeinflusst. Dabei zeigt sich, dass die Vorteile eines standardisierten Systemgutes umso größer sind, je unterschiedlicher die Nachfrager die verfügbaren Softwarekomponenten bewerten.

Mit dem Start von DF1 war die Bertelsmann-Gruppe in eine ungünstige Marktsituation geraten, da Kirch durch seinen Alleingang die Möglichkeit hatte, eine ausreichend große Nutzerzahl für seine d-box zu gewinnen und so einen de facto Standard zu setzen. Der Zeitpunkt, zu dem es Kirch gelungen ist, als erster Programmanbieter mit einem geeigneten Dekoder den Markt für digitales Fernsehen in Deutschland zu erschließen, beschreibt die Ausgangslage des Modells 2 (Kapitel III). Anknüpfend an Modell 1b wird in einem sequentiellen, zweistufigen Verhandlungsspiel geprüft, unter welchen Bedingungen es im Eigeninteresse sowohl des etablierten Programmanbieters als auch seines künftigen Konkurrenten ist, wenn der vorhandene Dekoder für das Konkurrenzprogramm geöffnet wird. Hierbei greifen wir zurück auf die Theorie der nichtkooperativen Modellierung von Kooperation, die kooperative Probleme im Rahmen der nichtkooperativen Spieltheorie löst (Selten, 1982). Die angenommene Informationsstruktur kann dazu führen, dass mögliche Effizienzgewinne einer Standardisierung nicht realisiert werden.

Wie die Ausführungen in Kapitel 0.3 gezeigt haben, sind die Entscheidungen der Akteure auf dem deutschen Markt für digitales Fernsehen durch vielfältige Faktoren bestimmt worden. All diese Faktoren in einem stilisierten Modell zu erfassen ist nahezu unmöglich, so dass sich die Analyse zwangsläufig auf relevante Aspekte beschränken muss. Aufgrund der hohen Abstraktion dient der deutsche Digitalmarkt daher nur als Anknüpfungspunkt der vorliegenden Arbeit, die Analyse selbst ist aber von wesentlich grundlegenderer Bedeutung und auf eine Vielzahl technischer Systeme anwendbar.

I Modell 1a: Nichtkooperative Technologiewahl bei der Etablierung eines Marktes für digitale Fernsehprogramme

I.1 Vorgehensweise

Die strategische Interaktion findet in dem zu entwickelnden Modell zwischen zwei Medienunternehmen Y und Z statt, die zunächst unabhängig voneinander den Aufbau eines Marktes für digitales Pay-TV planen. Beide verfügen über ein anbieterspezifisches, digitales Programmangebot y beziehungsweise z . Die kommerzielle Ausstrahlung dieser Programme setzt jedoch voraus, dass potentielle Rezipienten über ein geeignetes, zusätzliches Empfangsgerät verfügen, mit dem die digitalen Signale entschlüsselt und die Zahlungsvorgänge gesteuert werden. Grundsätzlich mögliche, multimediale Einsatzmöglichkeiten dieses Gerätes werden zur Vereinfachung der Analyse vernachlässigt. Ebenfalls unberücksichtigt bleiben die mit der Verbreitung digitalen Fernsehens im Zusammenhang stehenden Probleme sowie kartellrechtliche Restriktionen. Von den vielfältigen Erscheinungsformen des Bezahlfernsehens wird darüber hinaus nur Pay-TV in Form des Pay-per-channel in die Betrachtung einbezogen. Dabei können vom jeweiligen Anbieter in Umfang und Inhalt festgelegte Programmpakete zu einer ebenfalls vom Anbieter festgesetzten Gebühr für eine bestimmte Periode abonniert werden.

Der Markt wird in dem Zeitpunkt konstituiert, in dem Y und Z ihr Programmangebot bekanntgeben. Diese Bekanntgabe erfolgt durch beide Anbieter gleichzeitig. Beide müssen eine Entscheidung in Bezug auf den Empfangsbereich der Zusatzgeräte treffen, deren Entwicklung und Vertrieb sie bei unabhängigen dritten Unternehmen in Auftrag geben. Dass ihnen dabei auch Kosten entstehen, bleibt vorläufig unberücksichtigt. Die Optionen der Anbieter bestehen darin, für potentielle Rezipienten digitaler Fernsehprogramme entweder einen jeweils programmspezifischen Dekoder oder eine standardisierte Technologie vorzuhalten. Während der spezifische Dekoder nur den Zugang zum eigenen Programmangebot zulässt, ermöglicht ein gemeinsamer Standard die Nutzung auch des Konkurrenzangebotes. Indem sich die Anbieter auf eine bestimmte Technologie festlegen, beeinflussen sie mithin die Kosten des digitalen Fernsehkonsums und damit den Nutzen der Konsumenten. Deren Entscheidungsproblem besteht darin, eine nutzenmaximale Programmnachfrage zu wählen.

Die mikroökonomische Fundierung der Nachfrageseite ist Ziel des Kapitels I.2. Da Programmpakete angeboten werden, entscheiden die Konsumenten nicht darüber, welche Menge des Programmgutes sie nachfragen, sondern treffen die diskrete Entscheidung, ob sie

ein bestimmtes Programm empfangen wollen oder nicht. Dabei unterliegen sie einer Budgetrestriktion, da der Empfang gebührenpflichtig ist. Es geht also um die optimale Allokation unteilbarer Güter auf knappe Ressourcen auf der Basis von „Ja/Nein“-Entscheidungen, für die das neoklassische Marginalkalkül nicht anwendbar ist. Vielmehr werden diese Entscheidungen mathematisch als Variable modelliert, die genau zwei Werte, nämlich Null oder Eins, annehmen können.

Die Modellierung der Angebotsseite erfolgt mit Hilfe eines zweistufigen Spieles und ist Gegenstand der Kapitel I.3 bis I.5. Auf der ersten Stufe dieses Spieles findet die Auswahl der zu verwendenden Technik durch die Anbieter statt, die ihrerseits ebenfalls Null-Eins-Entscheidungen zu treffen haben. Auf der zweiten Stufe wird die Abonnementgebühr festgesetzt. Deren Höhe determiniert, in Verbindung mit der in I.2 aus dem Nutzenmaximierungskalkül der Konsumenten abgeleiteten Nachfrage, den jeweils realisierbaren Gewinn. Die Spiellösung wird durch Rückwärtsinduktion, also ausgehend von der letzten Spielstufe ermittelt. Jeder Anbieter bestimmt zunächst seinen gewinnmaximierenden Preis, gegeben seine eigene Dekoderentscheidung und die seines Konkurrenten. Die entsprechenden Preisspiele mit den jeweils resultierenden Gleichgewichtspunkten werden in Kapitel I.3 vorgestellt. Da nicht in allen Fällen ein eindeutiger Gleichgewichtspunkt abgeleitet werden kann, muss in Kapitel I.4 eine Gleichgewichtsauswahl vorgenommen werden. Kapitel I.5 schließlich analysiert die Entscheidungsfindung auf der ersten Stufe, bei der die Spieler die Ergebnisse der alternativen Preisspiele antizipieren und genau die Technologie wählen, mit der sie ihren individuellen Gewinn maximieren. Dabei zeigt sich, dass es Bedingungen gibt, unter denen es für beide Anbieter rational ist, ihr jeweiliges Programm über einen gemeinsamen Dekoder auszustrahlen. Die beschriebene Vorgehensweise entspricht dem von Selten (1975) entwickelten Konzept der teilspielperfekten Gleichgewichte zur nichtkooperativen Modellierung von Kooperation, das sich auf dynamische Spielverläufe bezieht.²⁶ Abschließend wird in Kapitel I.6 eine Wohlfahrtsbetrachtung durchgeführt, wobei als Wohlfahrtsmaß die Konsumentenrente herangezogen wird.

²⁶ Als teilspielperfekt wird eine gleichgewichtige Strategiekombination bezeichnet, wenn die zugehörigen Strategien für jedes an einem beliebigen Knoten des relevanten Spielbaumes beginnende Teilspiel individuell optimal sind.

I.2 Mikroökonomische Fundierung der Nachfrageseite

I.2.1 Bestimmung der Nutzenfunktion

Bevor die Nutzenfunktion formuliert werden kann, müssen einige Notationen eingeführt werden. Der Nutzen der Konsumenten wird beeinflusst durch die für ein geeignetes Empfangsgerät entstehenden Kosten sowie die anfallenden Abonnementgebühren. Welcher Dekoder zur Auswahl steht, legen die Programmanbieter fest, so dass wir zunächst die Anbieterentscheidung hinsichtlich der Technologiewahl formalisieren. Da die spezifischen Dekoder die jeweils rezipierbaren Programme festlegen, scheint eine gemeinsame Notation für Dekoder und Programme vertretbar. Im folgenden wird daher der Dekoder, mit dem ausschließlich Programm y zu empfangen ist mit y bezeichnet und der z -spezifische Dekoder mit z . Als Dekoder s wird der Dekoder bezeichnet, der einen gemeinsamen technischen Standard verwendet und daher die Nutzung beider Programmangebote ermöglicht. Die möglichen Märkte, denen sich die Nachfrager gegenüber sehen und die ausschließlich durch das Verhalten der Anbieter auf der ersten Stufe des in I.1 beschriebenen Spieles determiniert werden, gibt Tabelle I.1 wieder.

		Anbieter Z	
		z	s
Anbieter Y	y	y, z	y, s
	s	s, z	s, s

Tab. I.1: Die alternativen Märkte (y,z) , (y,s) , (s,s) und (s,z) .

Die Festlegung der Anbieter auf eine bestimmte Technologie wird durch die Entscheidungsvariablen h_{jk} erfasst. Dabei bezieht sich $j = y, z, s$ auf den Dekodertyp und $k = y, z$ auf den Anbieter Y oder Z beziehungsweise auf das von ihm gesendete Programmpaket. Aufgrund der unterschiedlichen Verschlüsselungsstandards ist es technisch nicht möglich, Programm y über Dekoder z zu empfangen oder Programm z über Dekoder y , so dass die Normierung

$$(1) \quad h_{yz} = h_{zy} \equiv 0$$

vorgenommen wird. Bei den verbleibenden Optionen kann jeder Anbieter $k = y, z$ alternativ

$$(2) \quad h_{kk} = 0 \text{ und } h_{sk} = 1$$

oder

$$h_{kk} = 1 \text{ und } h_{sk} = 0$$

festsetzen. Aus (2) folgt aber, dass eine scheinbar unplausible Situation auftreten kann, in der

$$(3) \quad h_{sy} = 1 \text{ und } h_{zz} = 1$$

oder

$$h_{sz} = 1 \text{ und } h_{yy} = 1.$$

Wenn ein Konsument beide Programme sehen will, erwirbt er in einer solchen Konstellation immer den Dekoder s und nur diesen. Das Programm des Anbieters, der sich auf den spezifischen Dekoder festgelegt hat, kann über die standardisierte Technik empfangen und auch ordnungsgemäß bei ihm selbst abgerechnet werden. Dies wirkt sich möglicherweise positiv auf dessen Gewinn aus, was von seinem Konkurrenten nicht intendiert war. Andererseits kann es für einen Anbieter durchaus lohnend sein, sich einseitig für ein standardisiertes Empfangsgerät zu entscheiden und den Konsumenten damit die Option zu eröffnen, mit einem einzigen Zusatzgerät das gesamte digitale Programmangebot zu empfangen. Die Vorteilhaftigkeit dieser Entscheidung hängt auch davon ab, ob es diesem Anbieter gelingt, durch den erweiterten Empfangsbereich zusätzliche Abonnenten für sein eigenes Programmpaket zu attrahieren. Dies zu analysieren, ist Aufgabe der Mikrofundierung der Nachfrage. Da es für die Konsumenten irrelevant ist, welcher Anbieter sich für die standardisierte Lösung entschieden hat, wird die Variable h_{jk} in der Nutzenfunktion ohne Bezug zu einem bestimmten Anbieter verwendet. Wir erhalten dann

$$h_j = \begin{cases} 1, & \text{wenn Dekoder } j \text{ vorgehalten wird} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

für $j = y, z, s$. Die Konsumenten sind gleichmäßig über dem Intervall $[0, m]$ verteilt. Sie haben Präferenzen über ein Konsumgut X sowie über die Programme y und z . Der

Gesamtnutzen ist in allen drei Komponenten additiv separabel, so dass zunächst die (Teil-)Nutzen für die Programme separat eingeführt werden können.

Die Präferenzen für das Programm y seien nutzerspezifisch und beschrieben durch

$$(I.2.1) \quad u_{yi} = \frac{2(m-i)u_z}{m}, \quad i \in [0, m]$$

während die Präferenzen für Programm z konstant sind über alle Konsumenten $i \in [0, m]$, so dass gilt

$$(I.2.2) \quad u_{zi} = u_z \quad \text{für alle } i.$$

In (I.2.1) hat der Rezipient des Programms y mit der „Adresse“ $i=0$ die größte Zahlungsbereitschaft, während die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten mit steigendem Index $i \in [0, m]$ nach Maßgabe der Ableitung $\frac{\partial u_{yi}}{\partial i} = -\frac{2u_z}{m}$ sinkt. Abbildung I.1 stellt die Präferenzstrukturen für die betrachteten Programme graphisch dar.

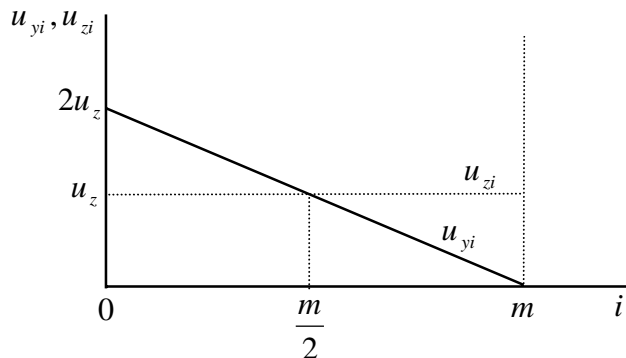


Abb. I.1: Struktur der individuellen Präferenzen für die Programme y und z .

In der Abbildung bezieht sich die durchgezogene Linie auf die Präferenzen der Konsumenten für Programm y , die gestrichelte Linie beschreibt den Programm z zugeordneten, konstanten Nutzen. Der Konsument mit der Adresse $i = \frac{m}{2}$ ist offensichtlich gerade indifferent zwischen beiden Programmen.

Im Grundsatz entspricht diese Nutzenformulierung dem aus der Theorie der Produktdifferenzierung bekannten Transportkostenansatz, wie ihn Matutes und Regibeau (1988) sowie Economides (1989) gewählt haben und wie er auch in der Fernsehökonomik verwendet wird (Michaelis, 1997, Runkel, 1998)²⁷. Die angebotenen Produkte werden dort beschrieben als Punkte oder Produktadressen in einem Produkteigenschaftsraum. Die Konsumenten haben wohldefinierte Präferenzen über alle Produktarten und jeder Konsument kann seine Idealart benennen. Die von einem individuellen Konsumenten am meisten präferierte Produktart legt seine Adresse in dem Eigenschaftsraum und damit auch die Nutzeneinbuße fest, die er mit der tatsächlich angebotenen Produktvariante verbindet. Diese Nutzeneinbuße steigt mit der Entfernung der Konsumentenadresse von der Produktadresse und wird bewertet mit einem für alle Konsumenten identischen Präferenzparameter, der als Analogon zu Transportkosten pro Entfernungseinheit interpretiert werden kann. Aus der Sicht der Nachfrager sind die Produkte umso stärker differenziert, je höher die Transportkosten sind. In (I.2.1) entstehen dem Konsumenten mit der Adresse $i=0$ keinerlei „Transportkosten“ im Sinne einer Nutzeneinbuße, während sie für den Konsumenten mit der Adresse $i=m$ so hoch sind, dass dessen Reservationspreis $2u_z$ für Programm y vollständig aufgezehrt wird. In (I.2.2) sind die Transportkosten für alle Konsumenten Null, das mit Programm z verbundene Nutzenniveau entspricht also dem für alle Konsumenten identischen Reservationspreis u_z .

Die Annahme eines konstanten Nutzens für Programm z in (I.2.2) lässt sich motivieren, wenn der reale Markt betrachtet wird. Dem Medienunternehmer Kirch ist es frühzeitig gelungen, umfangreiche Filmrechte zu erwerben und hohe Programmvorräte aus den Bereichen Unterhaltung, Information und Sport vorzuhalten. Damit konnte er die Voraussetzungen schaffen, mit seinem digitalen Programmangebot einen breiten Rezipientenkreis zu erreichen. Im Vergleich dazu verfügt die Bertelsmann-Gruppe über ein nur eingeschränktes Programmpotential, insbesondere über Sportsenderechte. Diesen Sachverhalt kann man sich bei der ökonomischen Interpretation der vorgenommenen Präferenzspezifikation zunutze machen. Die Analyse bezieht sich ausschließlich auf den Fall des Pay-TV in Form des Pay-per-channel, bei dem nicht einzelne Sendungen, sondern ganze Programmpakete mit unterschiedlichen Inhalten zu festgelegten Raten abonniert werden. Daher ist vorstellbar, dass die individuellen Konsumenten spezielle Sendungen aus diesem Paket zwar unterschiedlich bewerten, bei genügend großer Vielfalt aber für das gesamte

²⁷ Eine ausführliche Darstellung solcher sogenannter Adressenmodelle findet sich in Simon et al (1992, S. 101ff.).

Abonnement eine annähernd identische Wertschätzung aufweisen. Im Modell entspricht dieser durchschnittliche Nutzen dem konstanten Nutzenniveau u_z für Programm z.

(I.2.1) und (I.2.2) sind so zu verstehen, dass Rezipient i für den Fall, dass ein geeigneter Dekoder vorhanden ist, aus der Nutzung des kompletten Programmangebotes den Nutzen $u_{yi} + u_z$ zieht, während er dem Konsum nur eines Programmangebotes unabhängig von dem verwendeten Dekodertyp das Nutzenniveau u_{yi} beziehungsweise u_z zuordnet.

Der Gesamtnutzen des Konsumenten i hängt ab von der Menge x des Konsumgutes X , das als zusammengesetztes Bündel sonstiger Güter betrachtet werden kann und dessen Preis auf Eins normiert wird. Außerdem beeinflusst seine Nachfrageentscheidung in Bezug auf das Dekoder- und Programmangebot sein Nutzenniveau. Der Konsument muss sich entscheiden, ob er einen verfügbaren Dekoder j benutzen möchte oder nicht. In der Nutzenfunktion kommt diese Entscheidung in dem Wert zum Ausdruck, den die Variable d_j annimmt. Hat er die Option zur Nutzung eines standardisierten Dekoders, kann er darüber hinaus wählen, ob er den gesamten Empfangsbereich ausnutzt und beide Programmpakete konsumiert, oder ob er seine Nachfrage auf nur ein Angebot beschränkt. Die Variablen δ_k , $k = y, z, y + z$, formalisieren die Ausübung dieser Optionen in der Nutzenfunktion. Die Möglichkeit, dass ein Konsument für ein Zusatzgerät optiert, aber dann doch auf den Empfang der digitalen Programme verzichtet, wird hier ausgeschlossen, da den (später zu berücksichtigenden) Kosten in diesem Fall kein Nutzen gegenübersteht. Zusammenfassend erhalten wird damit folgende Entscheidungsvariablen

$$d_j = \begin{cases} 1, & \text{Dekoder } j \text{ wird verwendet} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$\delta_y = \begin{cases} 1, & \text{ausschließlich Programm } y \text{ wird über Dekoder } s \text{ rezipiert} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$\delta_z = \begin{cases} 1, & \text{ausschließlich Programm } z \text{ wird über Dekoder } s \text{ rezipiert} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$\delta_{y+z} = \begin{cases} 1, & \text{beide Programmangebote werden über Dekoder } s \text{ rezipiert} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

Die Nutzenfunktion sei linear, so dass der Nutzen des Konsumenten i mit Hilfe der Variablen h_j , d_j und δ_k beschrieben werden kann durch

(I.2.3)

$$U^i(x, d_y, d_z, d_s, \delta_y, \delta_z, \delta_{y+z}) = \alpha x + h_y d_y u_{yi} + h_z d_z u_{zi} + h_s d_s [\delta_{y+z} (u_{yi} + u_{zi}) + \delta_y u_{yi} + \delta_z u_{zi}]$$

In dieser Nutzenfunktion spiegelt der Parameter $\alpha > 0$ die Wertschätzung des Konsumenten für das Gut X wider.

Bei der Maximierung seines Nutzens muss der Konsument die Ausgaben berücksichtigen, die ihm bei der Wahrnehmung der ihm offenstehenden Optionen entstehen. Entscheidet er sich für den Empfang digitaler Sendungen, setzen sich diese Ausgaben additiv zusammen aus dem Anschaffungspreis für einen geeigneten Dekoder und der Gebühr für das abonnierte Digitalprogramm. c sei der für beide spezifischen Dekoder identische Anschaffungspreis und c_s sei der Anschaffungspreis für den Dekoder s . Beide Werte können alternativ als die für eine bestimmte Periode zu zahlende Miete oder Leasingrate für das entsprechende Gerät interpretiert werden. Es soll zunächst $c_s > c$ gelten. Diese Annahme kann damit begründet werden, dass sich die erweiterte Leistungsfähigkeit des standardisierten Dekoders in dem Kaufpreis niederschlägt. Implizit werden damit mögliche Nachteile einer Standardisierung auf Seiten der Nachfrager abgebildet. Den Fall $c_s = c$ werden wir zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls in die Betrachtung einbeziehen. Mit $c_s < c$ wäre das Modell aber praktisch zu Ende, da nur der Dekoder s gekauft und alternativ y , z oder y und z konsumiert würde. Die Abonnementgebühr für Programmgut y ist q_y und die für Programm z ist q_z . Damit ergibt sich die Budgetgleichung des Konsumenten

$$(I.2.4) \quad e = x + h_y [d_y (q_y + c)] + h_z [d_z (q_z + c)] + h_s [d_s \delta_{y+z} (q_y + q_z + c_s) + d_s \delta_z (q_z + c_s) + d_s \delta_y (q_y + c_s)].$$

Wird (I.2.4) nach x aufgelöst und x in (I.2.3) eingesetzt, erhält man mit $d = (d_y, d_z, d_s)$ und $\delta = (\delta_y, \delta_z, \delta_{y+z})$ folgende Nutzenfunktion des Konsumenten i , die nur noch von d und δ abhängt.

$$\begin{aligned}
 U^i(d, \delta) = & \\
 \text{(I.2.5)} \quad & \alpha e + h_y d_y [u_{y_i} - \alpha(q_y + c)] + h_z d_z [u_z - \alpha(q_z + c)] \\
 & + h_s d_s \left\{ \delta_{y+z} [u_{y_i} + u_z - \alpha(q_y + q_z + c_s)] + \delta_y [u_{y_i} - \alpha(q_y + c_s)] + \delta_z [u_z - \alpha(q_z + c_s)] \right\}
 \end{aligned}$$

Der Konsument optimiert seine Nachfrageentscheidung in einem gegebenen Markt (y,z), (y,s), (s,z) oder (s,s) (vergleiche Tabelle I.1), so dass die folgenden Optimierungskalküle durchzuführen sind.

- (a) $\max_{d, \delta} U^i(d, \delta)$ u. d. B. $h_y = h_s = 1$ und $h_z = 0$
- (b) $\max_{d, \delta} U^i(d, \delta)$ u. d. B. $h_s = h_z = 1$ und $h_y = 0$
- (c) $\max_{d, \delta} U^i(d, \delta)$ u. d. B. $h_s = 1$ und $h_y = h_z = 0$
- (d) $\max_{d, \delta} U^i(d, \delta)$ u. d. B. $h_y = h_z = 1$ und $h_s = 0$.

Unter Rückgriff auf (I.2.1) und (I.2.2) lassen sich aus (a) bis (d) die relevanten Nachfragefunktionen ableiten. Dabei handelt es sich um „bedingte“ Nachfragefunktionen, da sie jeweils für einen gegebenen Markt bestimmt werden. Die Ableitung wird in dem folgenden Kapitel I.2.2 ausführlich für den (y,s)-Markt durchgeführt. Die Nachfragefunktionen für die übrigen Märkte werden analog ermittelt und lediglich zusammenfassend wiedergegeben.

I.2.2 Ermittlung bedingter Nachfragefunktionen

Legt sich Anbieter Y auf den Dekoder y und Anbieter Z auf den Dekoder s fest, bestehen die Optionen des Konsumenten darin, entweder

- (i) nur das Programm y über den spezifischen Dekoder y zu nutzen (y) oder
- (ii) nur Programm y über den standardisierten Dekoder s zu nutzen (s_y) oder
- (iii) nur Programm z über den Dekoder s zu nutzen (s_z) oder
- (iv) beide Programme y und z über den Dekoder s zu nutzen (s_{y+z}) oder
- (v) auf (digitales) Fernsehen zu verzichten (0).

Der angenommene Markt ist formal gekennzeichnet durch $h_y = h_s = 1$ und $h_z = 0$. Damit wird die Nutzenfunktion in (I.2.5) zu

(I.2.5a)

$$U^i(d, \delta) = \alpha e + d_y [u_{yi} - \alpha(q_y + c)] + d_s \delta_y [u_{yi} - \alpha(q_y + c_s)] \\ + d_s \delta_z [u_z - \alpha(q_z + c_s)] + d_s \delta_{y+z} [u_{yi} + u_z - \alpha(q_y + q_z + c_s)].$$

Der nutzenmaximierende Konsument i trifft seine Nachfrageentscheidung, indem er die bei Ausübung der gegebenen Optionen entstehenden Nutzen direkt miteinander vergleicht. Es ist unmittelbar deutlich, dass die Handlungsalternative (ii) von Alternative (i) dominiert wird, da die Anschaffungskosten für das standardisierte Empfangsgerät annahmegemäß höher sind als die für das programmspezifische Gerät. Konsumenten, die nur Programm y nachfragen, ziehen also immer den Dekoder y dem Dekoder s vor. Damit kann von vornherein $\delta_y = 0$ für alle i gesetzt werden. Zur Vereinfachung der Notation treffen wir für die nachfolgende Analyse die Konvention, dass die in $U^i(d_j, \delta_k)$ aufgeführten Argumente als $d_j = 1$ und $\delta_k = 1$ verstanden werden. Alle nicht aufgeführten Argumente sind gleich Null. Ausgehend von den Optionen (i) und (iii) bis (v) sind folgende Nutzenvergleiche durchzuführen

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. $U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_s, \delta_z)$ | 4. $U^i(d_s, \delta_z) > U^i(d_y)$ |
| 2. $U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_y)$ | 5. $U^i(d_s, \delta_z) > U^i(0)$ |
| 3. $U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(0)$ | 6. $U^i(d_y) > U^i(0)$. |

Für die Angebotsseite sind die Nachfrage nach dem Empfang beider Programme, die alleinige Nachfrage nach Programm z und die alleinige Nachfrage nach Programm y relevant. Um die zugehörigen Nachfragefunktionen bestimmen zu können, werden im folgenden die Bedingungen für die aufgeführten Größenrelationen hergeleitet.

Nachfrage nach dem Empfang beider Programme

Entscheidend für die Nachfragefunktion nach Empfang beider Programme sind die Ergebnisse der Nutzenvergleiche 1 bis 3. Der Konsum beider Programmangebote in einem (y,s) -Markt setzt voraus, dass der Dekoder s erworben wurde, es muss also $d_s = 1$ gewählt werden. Zur Bestimmung der für alle hier durchzuführenden Nutzenvergleiche maßgeblichen Nutzenfunktion $U^i(d_s, \delta_{y+z})$ wird außerdem in (I.2.5a) $\delta_{y+z} = 1$ gesetzt. Alle übrigen Entscheidungsvariablen nehmen den Wert Null an. Damit erhalten wir

$$(I.2.6) \quad U^i(d_s, \delta_{y+z}) = \alpha e + u_{yi} + u_z - \alpha(q_y + q_z + c_s).$$

$$\text{Zu 1. } U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_s, \delta_z)$$

Der ausschließliche Konsum von Programm z über den Dekoder s impliziert $d_s = 1$ und $\delta_z = 1$. Für die übrigen Variablen gilt $\delta_{y+z} = d_y = 0$, so dass aus (I.2.5a) $U^i(d_s, \delta_z) = \alpha e + u_z - \alpha(q_z + c_s)$ folgt. Der Vergleich mit (I.2.6) zeigt, dass $U^i(d_s, \delta_{y+z})$ genau dann größer ist als $U^i(d_s, \delta_z)$, wenn $q_y \leq \frac{u_{yi}}{\alpha}$, beziehungsweise nach Berücksichtigung der in (I.2.1) vorgenommenen Präferenzspezifikation, wenn

$$(I.2.7) \quad q_y \leq \frac{2(m-i)u_z}{\alpha m}.$$

Solange die Abonnementgebühr q_y positiv ist, aber nicht so hoch, dass (I.2.7) für kein i erfüllt ist, gibt es einen Rezipienten $i \in (0, m)$, der zwischen den beiden Optionen indifferent ist, für den also die Ungleichung in (I.2.7) als Gleichung erfüllt ist (Tirole, 1995, S. 98). Wir bezeichnen diesen Grenzkonsumenten als $i = i_g$. Da wegen (I.2.1) für alle Konsumenten $i \in [0, n)$ $q_y < \frac{u_{yi}}{\alpha}$ gilt, determiniert der Grenzkonsument i_g zugleich die mit n_{s_{y+z}, s_z} bezeichnete Anzahl der Konsumenten, die eine Nutzung beider Programme über Dekoder s dem alleinigen Konsum des Programms z vorziehen. Sie ergibt sich aus (I.2.7) durch Auflösen der Gleichung nach i_g

$$(I.2.8) \quad n_{s_{y+z}, s_z} = \max \left[0, m - \frac{\alpha m}{2u_z} q_y \right].$$

$$\text{Zu 2. } U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_y)$$

$U^i(d_y) = \alpha e + u_{yi} - \alpha(q_y + c)$ beschreibt den Nutzen des Konsumenten i , wenn er sich für den programmspezifischen Dekoder y entscheidet, in seiner Nutzenfunktion also $d_y = 1$ und $d_s = 0$ setzt. Die Relation $U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_y)$ ist genau dann erfüllt, wenn

$$(I.2.9) \quad q_z \leq b - \bar{c} \quad \text{mit} \quad \bar{c} := c_s - c > 0 \quad \text{und} \quad b := \frac{u_z}{\alpha}.$$

Da u_z gemäß (I.2.2) als nicht nutzerspezifisch angenommen wurde, ist die Anzahl $n_{s_{y+z},y}$ der Nachfrager, die den Konsum beider Programme über s dem Konsum von y über den spezifischen Dekoder vorziehen, gegeben mit

$$(I.2.10) \quad n_{s_{y+z},y} = \begin{cases} m, & \text{wenn } q_z \leq b - \bar{c} \\ 0, & \text{sonst.} \end{cases}$$

Zu 3. $U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(0)$

Aus (I.2.6) und mit $U^i(0) = \alpha \epsilon$ folgt unmittelbar, dass diese Ungleichung genau dann gilt, wenn

$$(I.2.11) \quad q_y + q_z + c_s \leq \frac{u_{y_i} + u_z}{\alpha}.$$

Nach Einsetzen von (I.2.1) in (I.2.11) und der anschließenden Bestimmung des Grenzkonsumenten ergibt sich die Anzahl der Nachfrager, die den Konsum des gesamten digitalen Programmangebotes einem Verzicht auf digitales Fernsehen vorziehen als

$$(I.2.12) \quad n_{s_{y+z},0} = \max \left[0, \frac{3}{2}m - \frac{m}{2b}(q_y + q_z + c_s) \right].$$

Der intuitiven Vermutung entsprechend sinkt diese Nachfrage mit steigenden Abonnementgebühren und steigenden Anschaffungskosten für Dekoder s .

Konsument i nutzt beide Programmangebote, wenn die drei beschriebenen Nutzenrelationen simultan erfüllt sind, wenn also sowohl

$$U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_s, \delta_z) \quad \text{beziehungsweise} \quad i \in \left[0, n_{s_{y+z},s_z} = m - \frac{m}{2b}q_y \right]$$

als auch

$$U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_y) \quad \text{beziehungsweise} \quad i \in \left[0, n_{s_{y+z},y} = m \right] \text{ für } q_z \leq b - \bar{c}$$

als auch

$$U^i(d_s, \delta_{y+z}) > 0 \quad \text{beziehungsweise } i \in \left[0, n_{s_{y+z},0} = \frac{3}{2}m - \frac{m}{2b}(q_y + q_z + c_s) \right]$$

und damit wenn $i \in \left[0, \min(n_{s_{y+z},y}, n_{s_{y+z},z}, n_{s_{y+z},0}) \right]$. Um die Nachfragefunktion zu bestimmen, muss also zunächst die Minimumnachfrage ermittelt werden.

Für alle $q_y > 0$ ist $n_{s_{y+z},y} > n_{s_{y+z},s_z}$. Außerdem gilt $n_{s_{y+z},s_z} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} n_{s_{y+z},0}$ genau dann, wenn $q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} b - c_s$. Zu beachten ist, dass $n_{s_{y+z},y}$ nur dann größer ist als Null, wenn $q_z \leq b - \bar{c}$. Da $b - c_s$ kleiner ist als $b - \bar{c}$, sind hinsichtlich der Minimumnachfrage Fallunterscheidungen bezüglich der Intervalle $q_z \leq b - c_s$ und $b - c_s < q_z \leq b - \bar{c}$ erforderlich. Da wir bei der Analyse von nicht-negativen Preisen ausgehen wollen, muss die Annahme

$$\text{A.1} \quad c_s \in (0, b],$$

gesetzt werden, die sicherstellt, dass das Intervall $q_z \leq b - c_s$ nicht leer ist. Ökonomisch lässt sich diese Annahme damit begründen, dass es einen Prohibitivpreis gibt, oberhalb dessen die Nachfrager nicht bereit sind, das zum Empfang digitaler Programme notwendige Gerät zu erwerben. Mit dieser Annahme lässt sich die über den Dekoder s vermittelte Nachfrage nach beiden Programmen durch die Funktion

$$\text{(I.2.13)} \quad N_{y+z}^s(q_y, q_z) = \begin{cases} \max \left[0, m - \frac{m}{2b} q_y \right], & \text{wenn } q_z \leq b - c_s \\ \max \left[0, \frac{3}{2}m - \frac{m}{2b}(q_y + q_z + c_s) \right], & \text{wenn } b - c_s < q_z \leq b - \bar{c} \\ 0, & \text{wenn } q_z > b - \bar{c} \end{cases}$$

beschreiben, die ausschließlich von den Abonnementgebühren beider Anbieter abhängt. In dieser und in den nachfolgenden Nachfragefunktionen beziehen sich die Superskripte auf den eingesetzten Dekoder, die Subskripte stehen für die konsumierten Programme. Die Tatsache, dass $N_{y+z}^s(\cdot) > 0$ sein kann, macht deutlich, dass sich für die Anbieter ein Anreiz zur Festlegung auf eine gemeinsame Technik ergeben kann.

Ausschließliche Nachfrage nach Programm z

Die Nachfragefunktion wird aus den unter den Ziffern 1, 4 und 5 auf Seite 37 bezeichneten Nutzenvergleichen abgeleitet. Entscheidet sich der Konsument für den ausschließlichen Empfang von Programm z mittels des standardisierten Dekoders, setzt er also $d_s = 1$ und $\delta_z = 1$, während seine übrigen Entscheidungsvariablen den Wert Null annehmen, ergibt sich sein Nutzen gemäß (I.2.5a) mit $U^i(d_s, \delta_z) = \alpha e + u_z - \alpha(q_z + c_s)$. Aus (I.2.8) folgt unmittelbar die Anzahl der Nachfrager, die den ausschließlichen Konsum von Programm z der Nutzung des gesamten Digitalangebotes vorziehen. Es ist

$$(I.2.14) \quad n_{s_z, s_{y+z}} = m - n_{s_{y+z}, s_z} = \min \left[m, \frac{m}{2b} q_y \right]$$

Mit $U^i(d_y) = \alpha e + u_{yi} - \alpha(q_y + c)$ trifft die Relation $U^i(d_s, \delta_z) > U^i(d_y)$ genau dann zu, wenn die Bedingung $b - (q_z - q_y + \bar{c}) \geq \frac{u_{yi}}{\alpha}$ erfüllt ist, woraus sich nach Einsetzen von (I.2.2)

$$(I.2.15) \quad b - (q_z - q_y + \bar{c}) \geq \frac{2(m-i)b}{m}$$

ergibt. Zur Bestimmung des indifferenten Konsumenten wird diese Ungleichung nach i aufgelöst, und wir erhalten

$$i \geq \frac{1}{2}m + \frac{m}{2b}(q_z - q_y + \bar{c}) =: k.$$

Wenn $k \in (0, m)$, dann gibt es einen Konsumenten $i_g \in (0, m)$, für den die Bedingung $i_g = k$ erfüllt ist. Dann trifft (I.2.15) offensichtlich auch zu für alle $i \in [i_g, m]$. Die Anzahl der Konsumenten, die den ausschließlichen Empfang von Programm z mit Hilfe des Dekoders s höher schätzen als den ausschließlichen Empfang von Programm y über dieses Gerät, ergibt sich in diesem Fall mit $i_g = k$ aus der Differenz $m - k = \frac{1}{2}m - \frac{m}{2b}(q_z - q_y + \bar{c})$. Um die Fälle mitzubedenken, in denen $k \leq 0$ oder $k \geq m$, ermittelt man allgemein die Zahl der

Konsumenten, die den Empfang von Programm z über den Dekoder s dem Empfang von Programm y über den Dekoder y vorziehen, als $n_{s_z,y} = m - \min[\max(0, k), m]$, so dass

$$n_{s_z,y} = \begin{cases} m, & \text{wenn } k \leq 0 \\ m - k, & \text{wenn } k \in (0, m) \\ 0, & \text{wenn } k \geq m. \end{cases}$$

Die Nachfrage lautet also zusammenfassend

$$(I.2.16) \quad n_{s_z,y} = \max[0, \min(m, m-k)] = \max\left[0, \min\left(m, \frac{1}{2}m - \frac{m}{2b}(q_z - q_y + \bar{c})\right)\right],$$

wobei (1) $k \in (0, m)$ $\max[0, m-k] = m-k$

(2) $k \leq 0$ $\max[0, m] = m$

(3) $k \geq m$ $\max[0, m-k] = 0$.

Die Anzahl der Konsumenten, die die Nutzung des Programms z über den Dekoder s dem Verzicht auf digitales Fernsehen vorziehen, ermitteln wir durch Betrachtung der Relation $U^i(d_s, \delta_z) > U^i(0)$ und erhalten so

$$(I.2.17) \quad n_{s_z,0} = \begin{cases} m, & \text{wenn } q_z \leq b - c_s \\ 0, & \text{sonst.} \end{cases}$$

Konsument i nutzt nur Programm z über den Dekoder s , wenn diese Option im Vergleich zu allen anderen Optionen den höchsten Nutzen bringt, wenn also sowohl

$$U^i(d_s, \delta_z) > U^i(d_s, \delta_{y+z}) \quad \text{beziehungsweise} \quad i \in \left[0, n_{s_z, s_{y+z}} = \min\left(m, \frac{m}{2b}q_y\right)\right]$$

als auch

$$U^i(d_s, \delta_z) > U^i(d_y) \quad \text{beziehungsweise} \quad i \in \left[0, n_{s_z,y} = \min\left(m, \frac{1}{2}m - \frac{m}{2b}(q_z - q_y + \bar{c})\right)\right]$$

als auch

$$U^i(d_s, \delta_z) > U^i(0) \quad \text{beziehungsweise} \quad i \in [0, n_{s_z,0} = m] \text{ für } q_z \leq b - c_s$$

und folglich wenn $i \in [0, \min(n_{s_z, s_{y+z}}, n_{s_z,y}, n_{s_z,0})]$.

Da die gesuchte Nachfrage gemäß (I.2.17) nur positiv ist, falls $q_z \leq b - c_s$, sind die erforderlichen Größenvergleiche auch nur für diesen Fall durchzuführen. Die Randnachfragen 0 beziehungsweise m in (I.2.14) und (I.2.16) werden nur bei einer entsprechenden Preissetzung der Anbieter erreicht und spiegeln lediglich die Begrenzung der Betrachtung auf das Nachfrageintervall $[0, m]$ wider. Für den eigentlichen Größenvergleich sind sie zunächst ohne Bedeutung. Unmittelbar verglichen werden müssen demnach die Einzelnachfragen

$$n_{s_z, s_{y+z}} = \frac{m}{2b} q_y, \quad n_{s_z, 0} = m \quad \text{und} \quad n_{s_z, y} = \frac{1}{2} m - \frac{m}{2b} (q_z - q_y + \bar{c}).$$

$$n_{s_z, s_{y+z}} \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} n_{s_z, y} \Leftrightarrow q_z \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} b - \bar{c}.$$

Da $b - \bar{c} > b - c_s$ folgt daraus $n_{s_z, s_{y+z}} < n_{s_z, y}$ für alle $q_z \leq b - c_s$. Außerdem ist $n_{s_z, s_{y+z}} \leq n_{s_z, 0}$

für alle $q_y \leq 2b$ und damit $n_{s_z, s_{y+z}} = \min \left[m, \frac{m}{2b} q_y \right]$ die gesuchte Minimumnachfrage. Wir

erhalten also die Nachfragefunktion

$$(I.2.18) \quad N_z^s(q_y, q_z) = \begin{cases} \min \left[m, \frac{m}{2b} q_y \right], & \text{wenn } q_z \leq b - c_s \\ 0, & \text{wenn } q_z > b - c_s. \end{cases}$$

Ausschließliche Nachfrage nach Programm y

Die Bedingungen für die maßgeblichen Nutzenrelationen $U^i(d_y) > U^i(d_s, \delta_{y+z})$ und $U^i(d_y) > U^i(d_s, \delta_z)$ ergeben sich unmittelbar aus den bisherigen Überlegungen durch Umkehrung der Bedingungen (I.2.9) und (I.2.15). Außerdem gilt $U^i(d_y) > U^i(0)$ genau

dann, wenn $q_y \leq \frac{u_{yi}}{\alpha} - c$. Wir erhalten so die Nachfragen

$$(I.2.19) \quad n_{y, s_{y+z}} = m - n_{s_{y+z}, y} = \begin{cases} m, & \text{wenn } q_z > b - \bar{c} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$(I.2.20) \quad n_{y, s_z} = m - n_{s_z, y} = \min \left[m, \max \left(0, \frac{1}{2} m + \frac{m}{2b} (q_z - q_y + \bar{c}) \right) \right]$$

und

$$(I.2.21) \quad n_{y, 0} = \max \left[0, m - \frac{m}{2b} (q_y + c) \right].$$

Konsument i fragt ausschließlich Programm y nach, wenn sowohl

$$U^i(d_y) > U^i(d_s, \delta_{y+z}) \quad \text{beziehungsweise } i \in [0, n_{y,s_{y+z}} = m] \text{ für } q_z > b - \bar{c}$$

als auch

$$U^i(d_y) > U^i(d_s, \delta_z) \quad \text{beziehungsweise } i \in \left[0, n_{y,s_z} = \min\left(m, \frac{1}{2}m + \frac{m}{2b}(q_z - q_y + \bar{c})\right)\right]$$

als auch

$$U^i(d_y) > U^i(0) \quad \text{beziehungsweise } i \in \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + c)\right]$$

erfüllt ist, wenn also $i \in [0, \min(n_{y,s_{y+z}}, n_{y,s_z}, n_{y,0})]$.

Für $q_z \leq b - \bar{c}$ ist die minimale Nachfrage wegen (I.2.19) immer Null, damit sind Größenvergleiche aber von vornherein nur für den Fall $q_z > b - \bar{c}$ durchzuführen. Unter vorläufiger Vernachlässigung der Randnachfragen 0 und m folgt mit $n_{y,0} = m - \frac{m}{2b}(q_y + c)$,

$n_{y,s_{y+z}} = m$ und $n_{y,s_z} = \frac{m}{2} + \frac{m}{2b}(q_z - q_y + \bar{c})$ die Äquivalenz

$$n_{y,0} \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} n_{y,s_z} \quad \Leftrightarrow \quad q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} b - c_s.$$

Da $b - c_s < b - \bar{c}$ ist also $n_{y,0} < n_{y,s_z}$ für alle $q_z > b - \bar{c}$. Außerdem ist $n_{y,0} < n_{y,s_{y+z}}$ und folglich $n_{y,0}$ die gesuchte Minimumnachfrage.

Zusammenfassend folgt daraus die Nachfragefunktion

$$(I.2.22) \quad N_y^y(q_y, q_z) = \begin{cases} \max\left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + c)\right], & \text{wenn } q_z > b - \bar{c} \\ 0, & \text{sonst.} \end{cases}$$

Nachdem alle in einem (y,s) -Markt relevanten Nachfragefunktionen ermittelt wurden, sind nunmehr analoge Untersuchungen für die übrigen Märkte (s,z) , (s,s) und (y,z) durchzuführen. Da die Vorgehensweise dieselbe ist wie in dem (s,s) -Markt, werden hier die abgeleiteten Ergebnisse zusammenfassend wiedergegeben.

Nachfragefunktionen in den Märkten (s,z), (s,s) und (y,z)

Ist der Markt dadurch gekennzeichnet, dass Anbieter Y den standardisierten Dekoder wählt, während Z sich auf seinen spezifischen Dekoder festlegt, muss in der Nutzenfunktion (I.2.5) $h_y = 0$, $h_s = 1$ und $h_z = 1$ gesetzt werden. Wir erhalten so in einem (s,z)-Markt

(I.2.5b)

$$U^i(d, \delta) = \alpha e + d_z [u_z - \alpha(q_z + c)] + d_s \delta_{y+z} [u_{yi} + u_z - \alpha(q_y + q_z + c_s)] + d_s \delta_z [u_z - \alpha(q_z + c_s)].$$

Daraus ergeben sich die Nachfragefunktionen

$$(I.2.23) \quad N_{y+z}^s(q_y, q_z) = \begin{cases} \min \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + \bar{c}) \right], & \text{wenn } q_z \leq b - c \\ \min \left[0, \frac{3}{2}m - \frac{m}{2b}(q_y + q_z + c_s) \right], & \text{wenn } b - c < q_z \leq b \\ 0, & \text{wenn } q_z > b \end{cases}$$

$$(I.2.24) \quad N_y^s(q_y, q_z) = \begin{cases} \max \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + c_s) \right], & \text{wenn } q_z > b \\ 0, & \text{wenn } q_z \leq b \end{cases}$$

und

$$(I.2.25) \quad N_z^z(q_y, q_z) = \begin{cases} \min \left[m, \frac{m}{2b}(q_y + \bar{c}) \right], & \text{wenn } q_z \leq b - c \\ 0, & \text{wenn } q_z > b - c. \end{cases}$$

Im (s,s)-Markt haben sich beide Anbieter auf den standardisierten Dekoder festgelegt, in (I.2.5) ist also $h_y = h_z = 0$ und $h_s = 1$ zu setzen, so dass die Nutzenfunktion

$$(I.2.5c) \quad U^i(d, \delta) = \alpha e + d_s \delta_{y+z} [u_{yi} + u_z - \alpha(q_y + q_z + c_s)] + d_s \delta_z [u_z - \alpha(q_z + c_s)] + d_s \delta_y [u_{yi} - \alpha(q_z + c_s)],$$

resultiert. Sie determiniert die Nachfragefunktionen

$$(I.2.26) \quad N_{y+z}^s(q_y, q_z) = \begin{cases} \max\left[0, m - \frac{m}{2b}q_y\right], & \text{wenn } q_z \leq b - c_s \\ \max\left[0, \frac{3}{2}m - \frac{m}{2b}(q_y + q_z + c_s)\right], & \text{wenn } b - c_s < q_z \leq b \\ 0, & \text{wenn } q_z > b \end{cases}$$

$$(I.2.27) \quad N_y^s(q_y, q_z) = \begin{cases} \max\left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + c_s)\right], & \text{wenn } q_z > b \\ 0, & \text{wenn } q_z \leq b \end{cases}$$

und

$$(I.2.28) \quad N_z^s(q_y, q_z) = \begin{cases} \min\left[m, \frac{m}{2b}q_y\right], & \text{wenn } q_z \leq b - c_s \\ 0, & \text{wenn } q_z > b - c_s \end{cases}$$

Wählen beide Anbieter ihre jeweils spezifischen Dekoder, das heißt, agieren die Nachfrager in einem (y,z)-Markt, wird ihre Nutzenfunktion bestimmt durch $h_y = h_z = 1$ und $h_s = 0$, so dass aus (I.2.5)

$$(I.2.5d) \quad U^i(d) = \alpha e + d_y [u_{y_i} - \alpha(q_y + c)] + d_z [u_z - \alpha(q_z + c)]$$

folgt. Aus den entsprechenden Optimierungskalkülen ergeben sich die Nachfragefunktionen

$$(I.2.29) \quad N_y(q_y, q_z) = \begin{cases} \max\left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + c)\right], & \text{wenn } q_z > b - c \\ 0, & \text{wenn } q_z \leq b - c \end{cases}$$

$$(I.2.30) \quad N_z(q_y, q_z) = \begin{cases} \min\left[m, \frac{m}{2b}(q_y + c)\right], & \text{wenn } q_z \leq b - c \\ 0, & \text{wenn } q_z > b - c \end{cases}$$

$$(I.2.31) \quad N_{y+z}(q_y, q_z) = \begin{cases} \max\left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + c)\right], & \text{wenn } q_z \leq b - c \\ 0, & \text{wenn } q_z > b - c \end{cases}$$

Mit der Ermittlung der bedingten Nachfragefunktionen in (I.2.13), (I.2.18), und (I.2.22) bis (I.2.31) ist die Mikrofundierung der Nachfrageseite abgeschlossen. Ziel der folgenden Analyse der Angebotsseite ist die Ableitung des Marktergebnisses.

I.3 Das Modell

I.3.1 Die Spielsituation

Die beiden Programmanbieter Y und Z haben vollständige Information über die bei den alternativen Marktstrukturen auf sie zukommende Nachfrage. Indem sie einen bestimmten Dekodertyp vorhalten, beeinflussen sie sowohl ihre eigene Nachfrage als auch die ihres Konkurrenten. Das Entscheidungsproblem auf der Anbieterseite besteht darin, unter Beachtung des einsetzenden Preiswettbewerbs genau den Dekodertyp in Auftrag zu geben, mit dem der individuelle Gewinn maximiert wird. Die Entscheidungen werden simultan und unabhängig voneinander getroffen. Bindende Abmachungen sind nicht möglich. Mit dieser Modellkonstruktion wird ein nichtkooperatives Spiel definiert, dessen extensive Form durch den Spielbaum in Abbildung I.2 repräsentiert wird (Holler/Illing, 1993, S. 46f, Friedman, 1990, S. 9f).

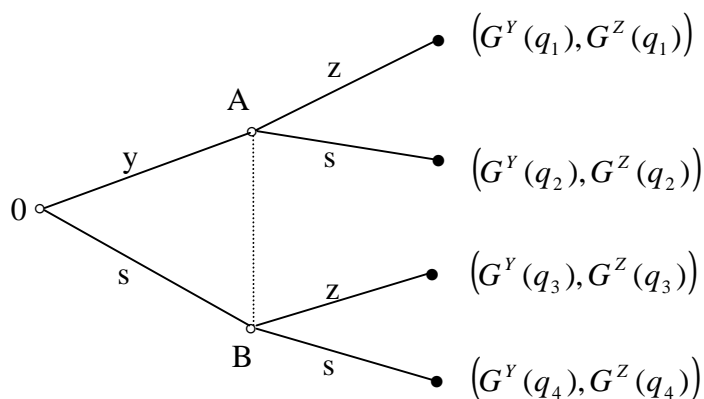


Abb. I.2: Spielbaum des Technologiespiels.

Ein Spielbaum gibt die Aktionen der Spieler als sequentielle Spielzüge wieder, wobei festgelegt werden muss, welcher Spieler beginnt. In Abbildung I.2 sind die Punkte, in denen ein Spieler eine Entscheidung trifft, die sogenannten Entscheidungsknoten, durch offene Kreise dargestellt. Der Spielverlauf ist so konstruiert, dass Anbieter Y im Ursprung 0 als Erster zum Zug kommt und zwischen seinen beiden Handlungsalternativen wählt, einen spezifischen Dekoder y oder den standardisierten Dekoder s vorzuhalten. Entscheidet er sich

für Dekoder y , wird Knoten A erreicht, andernfalls Knoten B. Anbieter Z kennt die tatsächliche Wahl des Y nicht, wenn er seinen eigenen Zug festlegt. Er weiß zwar, dass er sich in einem der beiden Knoten A oder B befindet, er weiß aber nicht exakt, in welchem, A und B sind also für ihn nicht unterscheidbar. Diese strategische Unsicherheit eines Spielers über die Entscheidungen des anderen Spielers macht das Spiel zu einem Spiel mit unvollkommener Information. Die Menge der beiden Knoten $\{A, B\}$ konstituiert die Informationsmenge des Anbieters Z. Sie ist in Abbildung I.2 durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnet und verdeutlicht die unvollkommene Information, unter der Z seine Entscheidung trifft. Darüber hinaus bringt diese Informationsmenge die Gleichzeitigkeit der Spielzüge zum Ausdruck, die äquivalent ist zu einer Situation, in der die Spieler den tatsächlichen Zug ihres Mitspielers nicht kennen. Die Reihenfolge der Spielzüge ist daher unerheblich für die Beschreibung der Spielsituation. Die gefüllten Kreise beschreiben mögliche Endpunkte des Spieles und stellen die sogenannten Endknoten dar. Mit der Entscheidung für einen bestimmten Dekodertyp legen beide Spieler fest, welcher Endknoten erreicht wird und damit welcher Gewinn erzielt wird. Dass die jeweils realisierbaren Gewinne unterschiedlich sind, wird in Abbildung I.2 mit Hilfe der Funktionen $G(q_j)$ ausgedrückt. Argumente dieser Gewinnfunktionen sind die Preisvektoren $q_j = (q_{yj}, q_{zj})$, $j = 1, 2, 3, 4$, die ihrerseits die wechselseitig besten Preise in den alternativen Märkten enthalten.

Um un plausible Gleichgewichte in Spielen mit unvollkommener Information auszuschließen, hat Selten (1975) das Konzept der teilspielperfekten Gleichgewichte vorgeschlagen. Es beruht auf der Überlegung, dass in jedem Entscheidungsknoten ein eigenes Spiel beginnt, das sogenannte Teilspiel, und Strategiekombinationen nur dann eine Gleichgewichtslösung darstellen, wenn sie auch für jedes an einem beliebigen Knoten beginnende Teilspiel optimal sind.

„A *subgame perfect* equilibrium point $b^* = (b_1^*, \dots, b_n^*)$ of an extensive game Γ is an equilibrium point (in behavior strategies) which induces an equilibrium point on every subgame of Γ .“ (Selten, 1975, S. 33)

Das in Abbildung I.2 beschriebene Spiel läuft zweistufig ab. In der ersten Stufe treffen die Anbieter ihre Entscheidung, mit der sie das Dekoderangebot determinieren. In der zweiten Stufe findet das zugehörige Preisspiel in Bezug auf die gewinnmaximierenden Abonnementgebühren q_y beziehungsweise q_z statt. Das teilspielperfekte Gleichgewicht wird mit Hilfe des Prinzips der Rückwärtsinduktion, also ausgehend von der letzten Stufe des

Spiels, ermittelt. Dem entsprechend sind daher zunächst vier Marktmodelle zu entwickeln, in denen Preisgleichgewichte für jeden der alternativen Märkte aus Tabelle I.1 bestimmt werden. Anschließend werden die jeweils realisierten Gewinne für jeden Anbieter miteinander verglichen. Das Ergebnis dieses Gewinnvergleichs wird in der ersten Stufe des Spiels antizipiert und so ein Gleichgewichtspunkt für das in dieser Stufe zu lösende Entscheidungsproblem abgeleitet. Die Spiellösung ist selbstdurchsetzend, das heißt keiner der Spieler hat einen Anreiz, von den damit determinierten Strategien abzuweichen (van Damme, 1983, S.2).

Bei der Ermittlung der Gewinnfunktionen wird davon ausgegangen, dass die Kosten des Anbieters von der Abonnentenzahl unabhängig sind. Dies spiegelt den Charakter des Fernsehens als preisausschließbares öffentliches Gut wider. Konstitutives Element öffentlicher Güter ist die gemeinsame Konsumierbarkeit, Ausschließbarkeit dient als akzessorisches Kriterium zur Beschreibung einer Teilklasse dieser Güter. Dabei wird für analytische Zwecke im vorliegenden Modell wie auch sonst häufig in der ökonomischen Theorie unterstellt, dass der Preisausschluss kostenlos ist und daher auch vollständig vorgenommen wird (Blümel, Pethig und von dem Hagen, 1986, S.248).

I.3.2 Gleichgewichtspunkte der Preisspiele in den alternativen Märkten

I.3.2.1 Das Marktmodell (y,s)

In den folgenden Ausführungen betrachten wir ein Duopolmodell mit Preiswettbewerb bei autonomem Verhalten der Spieler. Die autonome Verhaltensweise drückt sich darin aus, dass die Anbieter ihren Gewinn durch Preisfixierung maximieren, dass sie also die StrategievARIABLE ihres Konkurrenten als Datum betrachten (Schumann, 1992, S. 326 f.). Als Gleichgewichtskonzept wird das Konzept des Gleichgewichtspunktes verwendet. Es ist das bedeutendste Lösungskonzept in der nichtkooperativen Spieltheorie. Ein Strategienvektor $q^* = (q_y^*, q_z^*)$ ist ein Gleichgewichtspunkt, wenn kein Spieler seinen Gewinn durch die Wahl einer davon abweichenden Strategie steigern kann (Tirole, 1995, S. 206; Nash, 1951, S. 287), wenn also für beide Spieler $i, j = Y, Z, i \neq j$, gilt

$$G^i(q^*) \geq G^i(q_i, q_j^*).$$

Ermittelt wird ein solcher Gleichgewichtspunkt als Schnittpunkt der (noch zu ermittelnden) Reaktionsfunktionen, die sich aus den Gewinnfunktionen der Anbieter ergeben.

Anbieter Y

Die auf Y im (y,s)-Markt zukommende Nachfrage setzt sich zusammen aus der Anzahl der Konsumenten, die beide Programme y und z über den Dekoder s empfangen und aus der Anzahl derer, die Programm y über den Dekoder y nachfragen, so das sich sein Gewinn aus

$$G^Y(q_y, q_z) = q_y \left[N_{y+z}^s(q_y, q_z) + N_y^y(q_y, q_z) \right]$$

ergibt. Relevant sind folglich die Nachfragefunktionen (I.2.13) und (I.2.22), für die aber aufgrund der preisabhängigen Geltungsbereiche kein Preispaar (q_y, q_z) existiert, bei dem beide Funktionen positive Werte annehmen. Die Randwerte $N_{y+z}^s = N_y^y = 0$ werden nur bei einer entsprechend hohen Preissetzung des Y erreicht, die bei der hier verfolgten, statischen Betrachtungsweise von vornherein als nicht rational ausgeschlossen werden kann. Durch eine geeignete Preissetzung hat Y immer die Möglichkeit, eine positive Nachfrage zu attrahieren und damit positive Gewinne zu erzielen, so dass wir uns hier auf die Fälle $N_{y+z}^s > 0$ und $N_y^y > 0$ beschränken können. Seine Gewinnfunktion ist damit abhängig vom betrachteten Preisintervall für q_z und lautet

$$(I.3.1) \quad G^Y(q_y, q_z) = \begin{cases} q_y \left[m - \frac{m}{2b} q_y \right], & \text{wenn } q_z \leq b - c_s & (i) \\ q_y \left[\frac{3}{2} m - \frac{m}{2b} (q_y + q_z + c_s) \right], & \text{wenn } b - c_s < q_z \leq b - \bar{c} & (ii) \\ q_y \left[m - \frac{m}{2b} (q_y + c) \right], & \text{wenn } q_z > b - \bar{c} & (iii). \end{cases}$$

Die Anzahl der Konsumenten, die Programm y empfangen, geht zurück, wenn der Preis für dieses Programm erhöht wird. Die Nachfrage reagiert also typisch. Der Gewinn des Anbieters Y ist jedoch nicht nur abhängig von seinem eigenen Preis, sondern auch von dem seines Konkurrenten. Die Art dieser Abhängigkeit weicht allerdings von der in üblichen Duopolmodellen ab und kommt insbesondere in (I.3.1ii) zum Ausdruck. Hier zeigt sich, dass die auf Anbieter Y zukommende Nachfrage bei konstantem eigenen Preis auch dann zurückgeht, wenn Anbieter Z seine Abonnementgebühr q_z erhöht. Charakteristisch für die auf dem Ansatz von Hotelling (1929) basierenden Duopolmodelle im Preisraum sind aber gerade positive Kreuzpreisableitungen der Nachfrage (ebd. S. 54). Verursacht wird dieser ungewöhnliche nachfragemindernde Einfluss eines steigenden Konkurrenzpreises durch die Option potentieller Rezipienten auf den Empfang beider Programme. Damit wird de facto

neben den Programmen y und z ein eigenständiges drittes Programm ($y+z$) geschaffen. Dessen Preis setzt sich zusammen aus der Summe der Abonnementgebühren zuzüglich der Anschaffungskosten für einen geeigneten Dekoder. Hinsichtlich einer Veränderung dieses Preises reagiert die Nachfrage in typischer Weise.

Die Reaktionsfunktion von Anbieter Y ergibt sich aus der Bedingung erster Ordnung für ein Gewinnmaximum, also aus der Bedingung $\frac{\partial G^Y(q_y, q_z)}{\partial q_y} = 0$.

Im Intervall (i) des Definitionsbereiches folgt aus $\frac{\partial G^Y}{\partial q_y} = m - \frac{m}{b}q_y = 0$ als beste Antwort der Preis $q_y = b$ auf alle Konkurrenzpreise q_z . Formal bezeichnen wir die beste Antwort des Y auf vorgegebenes q_z als $A^Y(q_z)$. Wir haben also gezeigt, dass $A^Y(q_z) = b$ beste Antwort des Y auf alle $q_z \leq b - c_s$ ist.

Im Intervall (ii) impliziert $\frac{\partial G^Y}{\partial q_y} = \frac{3}{2}m - \frac{m}{b}q_y - \frac{m}{2b}(q_z + c_s) = 0$ die Antwortfunktion $\tilde{A}^Y(q_z) = \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_z + c_s)$. Diese Antwortfunktion hat offensichtlich eine negative Steigung, die sich zurückführen lässt auf die ebenfalls negative Ableitung des Grenzgewinnes nach der Strategie q_z des Konkurrenten Z. Eine Verringerung von q_z muss also zu einer Erhöhung von q_y führen, um den Gewinn maximal zu halten²⁸. Dieser Zusammenhang zwischen den Strategievariablen ist bei Mengenentscheidungen die Regel, für Entscheidungen im Preisraum ist sie eher ungewöhnlich, folgt hier aber unmittelbar aus der beschriebenen Besonderheit der Nachfrage. Wenn Z seinen Preis marginal verringert, kann Y seinen Gewinn durch eine marginale Anhebung der eigenen Abonnementgebühr erhöhen, da die Nachfrage unverändert bleibt. $\tilde{A}^Y(q_z) = \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_z + c_s)$ ist also beste Antwort des Y auf alle $q_z \in (b - c_s, b - \bar{c}]$.

Im Intervall (iii) ist es nach Maßgabe der Bedingung $\frac{\partial G^Y}{\partial q_y} = m - \frac{m}{b}q_y - \frac{m}{2b}c = 0$ optimal für Y, $\tilde{A}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$ zu setzen. Damit lautet seine Reaktionsfunktion

²⁸ Zur Beschreibung derartiger Abhängigkeiten führten Bulow, Geanakoplos und Klemperer (1985) in Anlehnung an die Theorie der Nachfrage den Begriff der strategischen Substitute ein.

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{array}{ll} b, & \text{wenn } q_z \leq b - c_s \end{array} \right. & \text{(i)} \\
 \text{(I.3.2) } R^y(q_z) = & \left\{ \begin{array}{ll} \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_z + c_s), & \text{wenn } b - c_s < q_z \leq b - \bar{c} \end{array} \right. & \text{(ii)} \\
 & \left\{ \begin{array}{ll} b - \frac{c}{2}, & \text{wenn } q_z > b - \bar{c} \end{array} \right. & \text{(iii)}.
 \end{aligned}$$

Anbieter Z

Die Gewinnfunktion des Anbieters Z ergibt sich aus der Kombination von (I.2.13) und (I.2.18) und mit $G^Z(q_y, q_z) = q_z [N_{y+z}^s(q_y, q_z) + N_z^s(q_y, q_z)]$. Die einzelnen Bereiche dieser Funktion determiniert Z offensichtlich mit seiner eigenen Preissetzung. Wir erhalten

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{array}{ll} q_z m, & \text{wenn } q_z \leq b - c_s \end{array} \right. & \text{(i)} \\
 \text{(I.3.3) } G^Z(q_y, q_z) = & \left\{ \begin{array}{ll} q_z \left[\frac{3}{2}m - \frac{m}{2b}(q_y + q_z + c_s) \right], & \text{wenn } b - c_s < q_z \leq b - \bar{c} \end{array} \right. & \text{(ii)} \\
 & \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \text{wenn } q_z > b - \bar{c} \end{array} \right. & \text{(iii)}.
 \end{aligned}$$

In (I.3.3i) und (I.3.3iii) schlägt sich die Annahme konstanter Präferenzen für Programmgut z nieder. Mit einer hinreichend geringen Abonnementgebühr q_z gelingt es Anbieter Z, alle potentiellen Nachfrager für sein Programmangebot zu gewinnen. Umgekehrt geht diese Nachfrage auf Null zurück, wenn er seinen eigenen Preis zu hoch ansetzt. Der Nachfragerückgang bei konstantem eigenen Preis und steigendem Konkurrenzpreis in (I.3.3ii) wird wie bei Anbieter Y durch die Existenz des Programmes (y+z) erklärt. Die besten Antworten für Anbieter Z innerhalb der Intervalle (i) und (ii) des Definitionsbereiches der Gewinnfunktion ergeben sich wie bei Anbieter Y aus der Betrachtung des Grenzgewinnes.

Im Intervall (i) ist $\frac{\partial G^Z}{\partial q_z} = m$. Da $m > 0$, steigt der Gewinn des Z mit einer marginalen Erhöhung der Abonnementgebühr q_z . Seine beste Antwort auf jeden Preis seines Konkurrenten besteht folglich darin, den eigenen Preis möglichst hoch anzusetzen, also $A^Z(q_y) = q_z^* = b - c_s$ zu wählen.

In Intervall (ii) folgt aus $\frac{\partial G^Z}{\partial q_z} = \frac{3}{2}m - \frac{m}{2b}(q_y + c_s) - \frac{m}{b}q_z = 0$ die Antwortfunktion

$$\tilde{A}^Z(q_y) = \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_y + c_s). \text{ Zu beachten ist, dass } \tilde{A}^Z(q_y) \text{ nur für } q_z \in (b - c_s, b - \bar{c}] \text{ gilt.}$$

Daraus ergibt sich ein Intervall $[q_y^a, q_y^b)$, mit $q_y^a := b + c_s - 2c$ und $q_y^b := b + c_s$, für das diese Antwortfunktion definiert ist.

Würde Z sich für einen Preis aus Intervall (iii) entscheiden, wäre sein Gewinn in jedem Fall Null. Diese Strategie wird aber immer dominiert von einer Preissetzung innerhalb der Intervalle (i) oder (ii), die einen höheren Gewinn ermöglicht. Im Intervall (iii) des Definitionsbereiches seiner Gewinnfunktion kann also keine beste Antwort des Z auf gegebene q_y liegen.

Abbildung I.3 stellt die besten Antworten des Z über dem gesamten Definitionsbereich der Gewinnfunktion (I.3.3) graphisch dar.

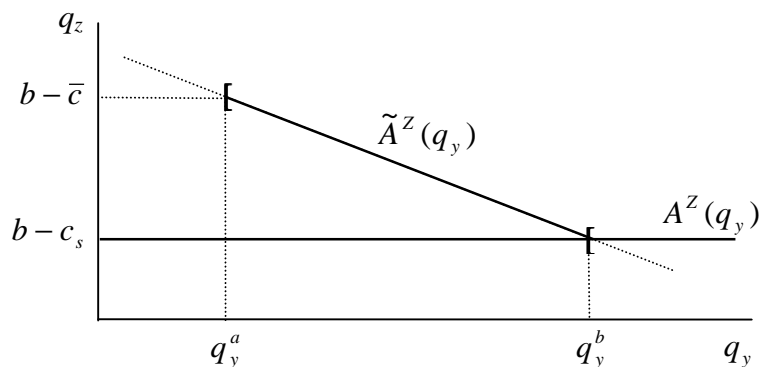


Abb. I.3: Die besten Antworten des Anbieters Z im (y,s)-Markt.

In der Abbildung wird deutlich, dass die Reaktionsfunktion des Z für $q_y \in [0, q_y^a)$ und für $q_y \in [q_y^b, \infty)$ eindeutig durch $A^Z(q_y)$ determiniert ist. Liegt q_y jedoch im Intervall $[q_y^a, q_y^b)$, steht Z vor der Frage, ob er mit der Preissetzung $A^Z(q_y)$, oder mit der Preissetzung $\tilde{A}^Z(q_y)$ einen höheren Gewinn erzielt. Die Reaktionsfunktion für diesen Bereich ist daher über einen entsprechenden Gewinnvergleich zu ermitteln, der im folgenden durchgeführt werden soll.

Setzt Anbieter Z die Abonnementgebühr für sein Programmangebot auf $q_z = b - c_s$ fest, wird er gemäß seiner Gewinnfunktion in (I.3.3i) unabhängig von der Preissetzung des Y immer den

Gewinn $G^Z[q_y, A^Z(q_y)] =: G^Z(q_y) = (b - c_s)m$ erzielen. Demgegenüber steigt sein Gewinn bei einer Reaktion gemäß $\tilde{A}^Z(q_y)$ mit abnehmendem q_y , wie die folgenden Berechnungen zeigen. Es ist

$$G^Z[q_y, \tilde{A}^Z(q_y)] =: \tilde{G}^Z(q_y) = \tilde{A}^Z(q_y) \left\{ \frac{3}{2}m - \frac{m}{2b} \left[\frac{1}{2}(q_y + c_s) + \frac{3}{2}b \right] \right\}$$

und damit

$$\tilde{G}^Z(q_y) = \tilde{A}^Z(q_y) \left[\frac{3}{2}m - \frac{m}{4b}(q_y + c_s) - \frac{3}{4}m \right] = \tilde{A}^Z(q_y) \left[\frac{3}{4}m - \frac{m}{4b}(q_y + c_s) \right]$$

beziehungsweise

$$\tilde{G}^Z(q_y) = [\tilde{A}^Z(q_y)]^2 \frac{m}{2b}.$$

Die Ableitung dieser Gewinnfunktion nach q_y ergibt

$$\frac{\partial \tilde{G}^Z(q_y)}{\partial q_y} = \frac{m}{b} \left(-\frac{1}{2}\right) \tilde{A}^Z(q_y) < 0 \quad \text{für alle } \tilde{A}^Z(q_y) > 0,$$

das heißt, entlang der Antwortfunktion $\tilde{A}^Z(q_y)$ steigt der Gewinn des Z bei einer Verringerung des Konkurrenzpreises q_y . Es gibt einen Schwellenwert \hat{q}_y , bei dem

$$G^Z(q_y) = \tilde{G}^Z(q_y), \quad \text{denn} \quad \text{aus} \quad b - c_s = [\tilde{A}^Z(q_y)]^2 \frac{1}{2b} \quad \text{folgt} \quad \text{unmittelbar}^{29}$$

$$\tilde{A}^Z(q_y) = \sqrt{2b(b - c_s)}. \quad \text{Wird dieser Wert in } \tilde{A}^Z(q_y) = \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_y + c_s) \quad \text{berücksichtigt,}$$

erhält man

$$(I.3.4) \quad \hat{q}_y := 3b - c_s - 2\sqrt{2b(b - c_s)}.$$

Maßgeblich für die Reaktionsfunktion ist offensichtlich, in welchem Intervall \hat{q}_y liegt.

Folgende Fälle sind zu unterscheiden.

(a) $\hat{q}_y < q_y^a$

²⁹ Dabei wird $\tilde{A}^Z(q_y) > 0$ vorausgesetzt, so dass $\sqrt{[\tilde{A}^Z(q_y)]^2} = +\sqrt{2b(b - c_s)}$.

Da in diesem Fall alle $q_y \in [q_y^a, q_y^b)$ größer sind als \hat{q}_y , ist $\tilde{G}^Z(q_y)$ aufgrund der aufgezeigten Gewinnrichtung geringer als $G^Z(q_y)$. $A^Z(q_y)$ ist also auf alle q_y aus diesem Intervall beste Antwort des Z und seine Reaktionsfunktion lautet

$$(I.3.5) \quad R_1^Z(q_y) = A^Z(q_y) = (b - c_s) \text{ für alle } q_y.$$

$$(b) \quad \hat{q}_y \geq q_y^b$$

Da alle $q_y \in [q_y^a, q_y^b)$ bei dieser Konstellation kleiner sind als \hat{q}_y , ist die Gewinnsituation gerade umgekehrt zu Fall (a) und dementsprechend $\tilde{A}^Z(q_y)$ beste Antwort des Z in dem gesamten Intervall $[q_y^a, q_y^b)$. Als seine Reaktionsfunktion folgt damit

$$(I.3.6) \quad R_2^Z(q_y) = \begin{cases} b - c_s, & \text{wenn } q_y < q_y^a \text{ oder } q_y \geq q_y^b \quad (i) \\ \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_y + c_s), & \text{wenn } q_y \in [q_y^a, q_y^b) \quad (ii). \end{cases}$$

Diese Funktion ist graphisch in Abbildung I.4 dargestellt, und es zeigt sich, dass an der Stelle $q_y = q_y^a$ eine Sprungstelle vorliegt.

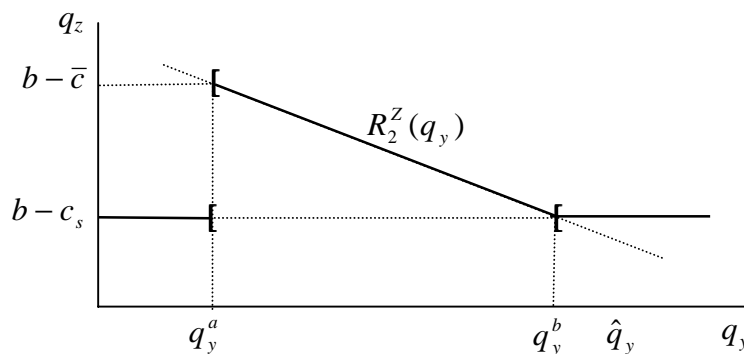


Abb. I.4: Darstellung der Reaktionsfunktion $R^Z(q_y)$ im Fall $\hat{q}_y \geq q_y^b$.

$$(c) \quad \hat{q}_y \in [q_y^a, q_y^b)$$

Da $\tilde{G}^Z(q_y)$ in diesem Fall größer wird als $G^Z(q_y)$, wenn q_y ausgehend von \hat{q}_y steigt und mit zunehmenden Werten von q_y kleiner ist als $G^Z(q_y)$, lautet die Reaktionsfunktion

$$(I.3.7) \quad R_3^Z(q_y) = \begin{cases} b - c_s, & \text{wenn } q_y > \hat{q}_y \text{ oder } q_y < q_y^a \text{ (i)} \\ \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_y + c_s), & \text{wenn } q_y \in [q_y^a, \hat{q}_y] \text{ (ii)}. \end{cases}$$

Bei der Ermittlung dieser Reaktionsfunktion wurde unterstellt, dass Z gemäß $\tilde{A}^Z(q_y)$ reagiert, wenn er zwischen seinen beiden Antwortmöglichkeiten gerade indifferent ist. Wie Abbildung I.5 zeigt, hat der Graph dieser Funktion eine zusätzliche Sprungstelle an der Stelle $q_y = \hat{q}_y$.

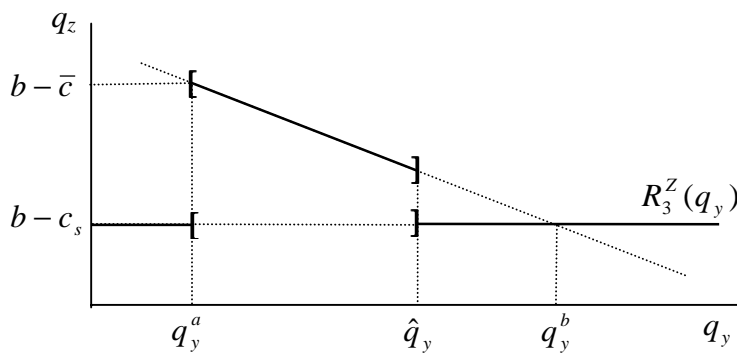


Abb. I.5: Darstellung der Reaktionsfunktion $R^Z(q_y)$ im Fall $\hat{q}_y \in [q_y^a, q_y^b]$.

Mögliche Gleichgewichtspunkte

Bei der Bestimmung der gleichgewichtigen Preisvektoren sind die Fallunterscheidungen (a) bis (c) zu berücksichtigen. Mit (I.3.5) ist der für die Gleichgewichtsanalyse im Fall (a) relevante Teil der Reaktionsfunktion des Y gemäß (I.3.2) gegeben durch $R^Y(q_z) = b$. Der einzige Schnittpunkt der beiden Funktionen ist damit gekennzeichnet durch den Strategienvektor

$$q^A := (q_y^A, q_z^A) := (b, b - c_s).$$

Im Fall (b) ist $\hat{q}_y \geq q_y^b > q_y^a$. Darüber hinaus umfasst die gesamte Reaktionsfunktion (I.3.2)

des Y ausschließlich Werte für q_y aus dem Intervall $[q_y^a, q_y^b)$, falls $c_s \leq \frac{3}{2}c$. Wir wollen

daher zunächst nur diese Parameterkonstellation betrachten. Die Reaktionsfunktion des Z wird bestimmt durch (I.3.6ii), und für Y ist damit (I.3.2ii) maßgeblich. Der Schnittpunkt dieser Funktionen liefert den eindeutigen Gleichgewichtspunkt

$$q^B := (q_y^B, q_z^B) := \left(b - \frac{c_s}{3}, b - \frac{c_s}{3} \right),$$

der in Abbildung I.6 graphisch im Punkt B dargestellt ist. Dabei bezeichnet die durch Fettdruck hervorgehobene, gestrichelte Linie die Reaktionsfunktion des Anbieters Y, die durchgezogene Linie stellt die Reaktionsfunktion des Z dar.

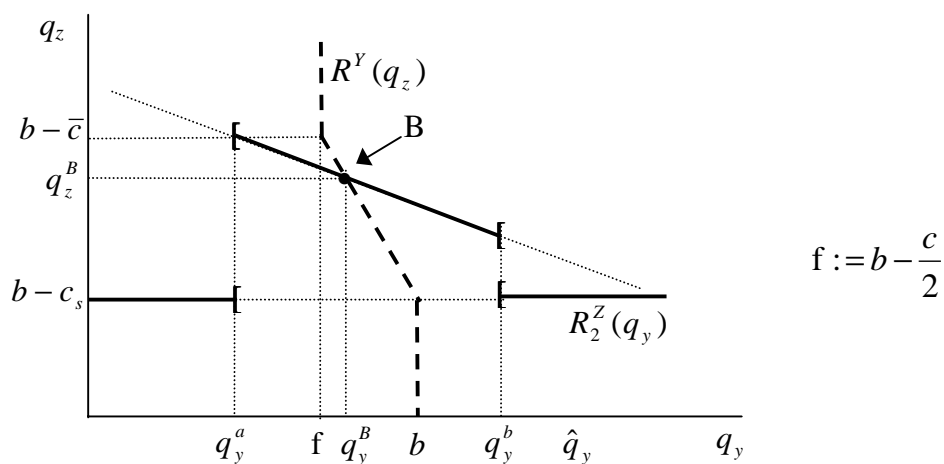


Abb. I.6: Gleichgewichtspunkt im Fall $\hat{q}_y \geq q_y^b$ mit $c_s \leq \frac{3}{2}c$.

Ist $c_s > \frac{3}{2}c$, gilt für die diesem Schnittpunkt B zugeordneten Strategien jedoch $q_y^B < q_y^a$ und $q_z^B > b - \bar{c}$, das heißt, der Punkt B liegt gemäß (I.3.3ii) und (I.3.6ii) auf keiner der beiden Reaktionsfunktionen $R^Y(q_z)$ und $R_2^Z(q_y)$. Da $R^Y(q_z)$ die Funktion (I.3.6) auch an keiner anderen Stelle schneidet, existiert kein Gleichgewichtspunkt für $c_s > \frac{3}{2}c$. Abbildung I.7 stellt diesen Spezialfall graphisch dar.

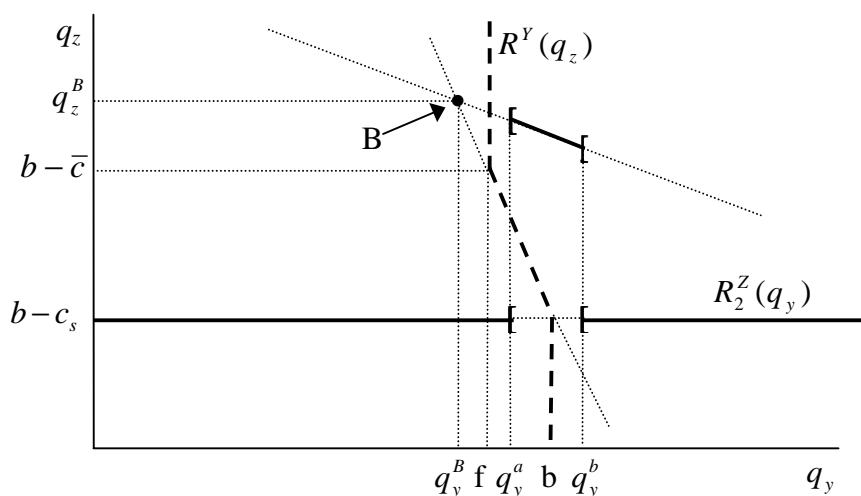


Abb. I.7: Fall der Nichtexistenz eines Gleichgewichtspunktes bei $c_s > \frac{3}{2}c$.

Um das Problem eines fehlenden Preisgleichgewichtes ausschließen zu können, treffen wir die Annahme

$$\text{A.2} \quad c_s \leq \frac{3}{2}c.$$

Diese Annahme lässt sich rechtfertigen, wenn man davon ausgeht, dass die Herstellung des standardisierten Dekoders nicht mit übermäßig hohen Kosten im Vergleich zu der Herstellung eines spezifischen Dekoders verbunden ist. Die Forderung eines um mehr als die Hälfte höheren Preises für Dekoder s erscheint wenig plausibel.

Der Gleichgewichtspunkt im Fall (c) wird analog zu den Überlegungen in den Fällen (a) und (b) abgeleitet, und es zeigt sich, dass diese Lösung entscheidend von der Lage des Schwellenwertes \hat{q}_y abhängt. $\hat{q}_y \geq q_y^A$ impliziert einen eindeutigen Gleichgewichtspunkt, dem der Strategienvektor q^B zugeordnet ist. Ist $\hat{q}_y < q_y^B$, erhält man einen eindeutigen Gleichgewichtspunkt mit dem Preisvektor q^A . Liegt \hat{q}_y jedoch in dem Intervall $[q_y^B, q_y^A)$, ist das Spielergebnis nicht eindeutig, da sowohl der Preisvektor q^A als auch der Vektor q^B einen Gleichgewichtspunkt beschreiben. Diesen letzten Fall illustriert Abbildung I.8.

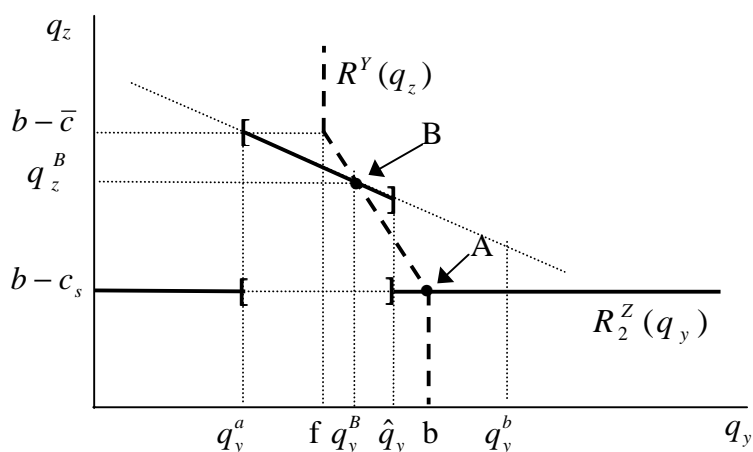


Abb. I.8: Mehrdeutige Spiellösung im Fall $\hat{q}_y \in [q_y^B, q_y^A)$.

Gleichgewichtsszenarien

Mit den Gewinnfunktionen (I.3.1) und (I.3.3) wurde das Preisspiel im (y,s) -Markt vollständig definiert. Aufgrund der aufgezeigten Verflechtungen kann sich die Analyse aber nicht auf ein

einziges Spiel beziehen, sondern wir stehen einer mehrdimensionalen Klasse von Spielen mit den positiven Parametern c , c_s , u_z und α gegenüber. Im folgenden soll daher eine Klassifikation dieser Preisspiele nach verschiedenen Subräumen des Parameterraumes Ω vorgenommen werden. Dabei enthält die Menge $\Omega \subset R^4$ alle zulässigen Parameterwerte. Dieses Vorgehen entspricht der Methode der Gleichgewichtsszenarien, wie sie beispielsweise Güth und Pethig (1992) im Zusammenhang mit umweltökonomischen Fragestellungen anwenden. Der Strategienvektor q^* wird als Gleichgewichtsszenarium bezeichnet, wenn es einen Subraum Ω' des Parameterraumes Ω gibt, so dass q^* Gleichgewichtspunkt aller Spiele in Ω' ist, und wenn es kein Spiel in der Komplementärmenge von Ω' gibt, in dem q^* Gleichgewichtspunkt ist. Ω ergibt sich aus der Zusammenschau der Annahmen A.1 und A.2 mit

$$(I.3.8) \quad \Omega := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in R_{++} \mid c_s \in \left(c, \min\left(b, \frac{3}{2}c \right) \right) \right\}.$$

Unter Ausnutzung der Definition (I.3.4) für den Schwellenwert \hat{q}_y lassen sich die relevanten Subräume bestimmen, für die q^B , q^A oder q^A und q^B alternative Gleichgewichtsszenarien darstellen. Dabei können wir die Analyse auf den Fall (c) mit $\hat{q}_y \in [q_y^a, q_y^b)$ beschränken, der die beiden Fälle (a) und (b) hinsichtlich der möglichen Gleichgewichtspunkte vollständig umfasst. Relevant sind daher die Unterfälle $\hat{q}_y \geq q_y^A$, $\hat{q}_y < q_y^B$ und $\hat{q}_y \in [q_y^B, q_y^A)$.

Aussage 1:

Im (y,s)-Markt ist q^B genau dann der eindeutige Gleichgewichtspunkt, wenn

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega_1 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid \hat{u}_1 := b(\sqrt{8} - 2) \leq c_s \quad \wedge \quad c \geq \frac{2}{3}\hat{u}_1 \right\}.$$

Um die Richtigkeit von Aussage 1 nachweisen zu können, müssen wir die Bedingungen aufzeigen, unter denen $\hat{q}_y \geq q_y^A$ gilt. Es ist

$$3b - c_s - 2\sqrt{2b(b - c_s)} \geq b$$

$$\Leftrightarrow c_s^2 + 4bc_s - 4b^2 \geq 0$$

$$\Leftrightarrow c_s \geq b(\sqrt{8} - 2) =: \hat{u}_1.$$

Die rechte Seite der letzten Ungleichung lässt sich als ein Nutzenwert interpretieren, der immer positiv und kleiner als b ist. Mit Ω gemäß (I.3.8) existiert ein nicht leerer Teilraum $\Omega_1 \subset \Omega$, wenn es zulässige Parameterkonstellationen gibt, unter denen die Anschaffungskosten für den Dekoder s mindestens so hoch sind wie das durch \hat{u}_1 beschriebene Nutzenniveau, wenn also die Bedingungen $c_s \in \left[\hat{u}_1, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right) \right]$ und $c_s > c$ simultan erfüllbar sind. Dies trifft immer zu, falls $c \geq \hat{u}_1$ mit $\min\left(b, \frac{3}{2}c\right) = b$. Ist $c < \hat{u}_1$, muss zusätzlich die Restriktion $c_s \leq \frac{3}{2}c$ berücksichtigt werden. Demnach ist $c_s \geq \hat{u}_1$ möglich für alle $c \geq \frac{2}{3}\hat{u}_1$. Daraus folgt zusammenfassend der Parameterraum

$$(I.3.9) \quad \Omega_1 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid \hat{u}_1 := b(\sqrt{8} - 2) \leq c_s \quad \wedge \quad c \geq \frac{2}{3}\hat{u}_1 \right\},$$

der alle zulässigen Parameterkonstellationen enthält, für die q^B einziger Gleichgewichtspunkt im (y,s)-Markt ist. Kennzeichnend für diesen in Aussage 1 festgehaltenen Teilraum ist ein relativ hohes Niveau der Anschaffungskosten für Dekoder s . In dem zugehörigen Gleichgewichtspunkt ist nur die Nachfrage nach beiden Programmangeboten über den standardisierten Dekoder positiv, der spezifische Dekoder y wird nicht nachgefragt. Die gleichgewichtigen Abonnementgebühren beider Anbieter sind geringer als die Anschaffungskosten für das Empfangsgerät.

Aussage 2:

Im (y,s)-Markt ist q^A genau dann der eindeutige Gleichgewichtspunkt, wenn $(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega_2 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \hat{u}_2 := b(3\sqrt{5} - 6) \quad \wedge \quad c < \hat{u}_2 \right\}$.

Der gleichgewichtige Strategienvektor q^A ist genau dann die eindeutige Lösung des Preisspiels, wenn die Bedingung $\hat{q}_y < q_y^B$ erfüllt ist. Es ist

$$3b - c_s - 2\sqrt{2b(b - c_s)} < b - \frac{c_s}{3}$$

$$\Leftrightarrow c_s^2 + 12bc_s - 9b^2 < 0$$

$$\Leftrightarrow c_s < b(3\sqrt{5} - 6) =: \hat{u}_2.$$

Die Bedingung $c_s < \hat{u}_2$ ist in Ω erfüllbar, wenn $c < \hat{u}_2$. Damit erhalten wir den Parameterraum

$$(I.3.10) \quad \Omega_2 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \hat{u}_2 := b(3\sqrt{5} - 6) \wedge c < \hat{u}_2 \right\},$$

in dem alle zulässigen Parameterkonstellationen enthalten sind, für die q^A eindeutiger Gleichgewichtspunkt im (y,s)-Markt ist. Aussage 2 trifft also zu.

Das relevante offene Intervall für c_s ist (c, \hat{u}_2) , falls $\hat{u}_2 \leq \frac{3}{2}c$ beziehungsweise falls $c \in \left[\frac{2}{3}\hat{u}_2, \hat{u}_2 \right)$, während das Intervall $\left(c, \frac{3}{2}c \right]$ maßgeblich ist, falls $c < \frac{2}{3}\hat{u}_2$. In Ω_2 sind die Anschaffungskosten für den Dekoder s deutlich geringer als in Ω_1 und auch deutlich geringer als die gleichgewichtige Abonnementgebühr q_y^A des Anbieters Y. Bei seinem Gleichgewichtspreis q_z^A erreicht Anbieter Z sowohl die Nachfrager nach beiden Programmen als auch die, die den ausschließlichen Empfang von Programm z über den Dekoder s bevorzugen. Anbieter Y kann gerade die Hälfte der potentiellen Rezipienten für sein Programm gewinnen. Dies entspricht exakt der Anzahl der Konsumenten, die Programm y höher bewerten als Programm z (vergleiche Abbildung I.1). Da die Abonnementgebühr q_z hinreichend gering ist, gibt es keine positive Nachfrage ausschließlich nach Programm y, folglich wird auch Dekoder y nicht erworben.

Aussage 3:

Im (y,s)-Markt sind die Strategienvektoren q^A und q^B Gleichgewichtspunkte, wenn

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega_3 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in [\hat{u}_2 := b(3\sqrt{5} - 6), \hat{u}_1 := b(\sqrt{8} - 2)] \wedge c \geq \frac{2}{3}\hat{u}_2 \right\}.$$

Ω_3 ergibt sich unmittelbar aus den bisherigen Berechnungen und der Bedingung $\hat{q}_y \in [q_y^B, q_y^A)$ für ein mehrdeutiges Spielergebnis. Insbesondere ist $\hat{q}_y \geq q_y^B$ genau dann, wenn $c_s \geq \hat{u}_2$ und $\hat{q}_y < q_y^A$ genau dann, wenn $c_s < \hat{u}_1$. Ferner ist $c_s \geq \hat{u}_2$ in Ω nur möglich,

wenn $c \geq \frac{2}{3}\hat{u}_2$. Wir erhalten zusammenfassend den in Aussage 3 konstatierten Parameterraum Ω_3 , der alle zulässigen Parameterwerte enthält, die im (y,s)-Markt zwei Gleichgewichtspunkte liefern.

Das Intervall für c_s wird in Ω_3 gemäß Ω festgelegt durch $\max(c, \hat{u}_2)$ und $\min\left(\hat{u}_1, \frac{3}{2}c\right)$. Für

$c \geq \hat{u}_2$, ist $c_s \in (c, \hat{u}_1)$. Ist $c < \hat{u}_2$, impliziert die Äquivalenz $\min\left(\hat{u}_1, \frac{3}{2}c\right) = \hat{u}_1 \Leftrightarrow c \geq \frac{2}{3}\hat{u}_1$

die Intervalle $c_s \in \left[\hat{u}_2, \frac{3}{2}c\right]$ für $c \in \left[\frac{2}{3}\hat{u}_2, \frac{2}{3}\hat{u}_1\right)$ und $c_s \in [\hat{u}_2, \hat{u}_1)$ für $c \in \left[\frac{2}{3}\hat{u}_1, \hat{u}_2\right)$.

Ein Vergleich der in den Aussagen 1 bis 3 beschriebenen Teilräume zeigt zudem, dass die Menge $\{\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3\}$ eine Zerlegung von Ω gemäß (I.3.8) darstellt, das heißt $\Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_3 = \Omega$ und $\Omega_i \cap \Omega_j = \emptyset$ für alle $i, j=1, 2, 3$, $i \neq j$. Wir erhalten Ω , indem wir den innerhalb der Teilräume relevanten Intervallen von c die jeweils zulässigen Intervalle von c_s zuordnen. Für ein beliebiges \tilde{c} gilt

- in Ω_1 : $\tilde{c} \in \left[\frac{2}{3}\hat{u}_1, \hat{u}_1\right) \Rightarrow c_s \in \left[\hat{u}_1, \min\left(b, \frac{3}{2}\tilde{c}\right)\right]$ und

$\tilde{c} \geq \hat{u}_1 \Rightarrow c_s \in (\tilde{c}, b]$

- in Ω_2 : $\tilde{c} < \frac{2}{3}\hat{u}_2 \Rightarrow c_s \in \left[\tilde{c}, \frac{3}{2}\tilde{c}\right]$ und

$\tilde{c} \in \left[\frac{2}{3}\hat{u}_2, \hat{u}_2\right) \quad c_s \in (\tilde{c}, \hat{u}_2)$

- in Ω_3 : $\tilde{c} \in \left[\frac{2}{3}\hat{u}_2, \frac{2}{3}\hat{u}_1\right) \Rightarrow c_s \in \left[\hat{u}_2, \frac{3}{2}\tilde{c}\right]$ und

$\tilde{c} \in \left[\frac{2}{3}\hat{u}_1, \hat{u}_2\right) \quad c_s \in [\hat{u}_2, \hat{u}_1)$ und

$\tilde{c} \geq \hat{u}_2 \quad c_s \in (\tilde{c}, \hat{u}_1)$.

Tabelle I.2 fasst diese Informationen in übersichtlicher Form zusammen. Aus ihr wird deutlich, dass die über geeigneten Teilintervallen von c zusammengefassten Parameterräume gerade Ω ergeben, während die jeweiligen Schnittmengen leer sind. Abbildung I.9 stellt die

Wenn dann in	$c < \frac{2}{3}\hat{u}_2$	$c \in \left[\frac{2}{3}\hat{u}_2, \frac{2}{3}\hat{u}_1 \right)$	$c \in \left[\frac{2}{3}\hat{u}_1, \hat{u}_2 \right)$	$c \in [\hat{u}_2, \hat{u}_1)$	$c \geq \hat{u}_1$
Ω_1	\emptyset	\emptyset	$c_s \in \left[\hat{u}_1, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right) \right]$	$c_s \in \left[\hat{u}_1, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right) \right]$	$c_s \in (c, b]$
Ω_2	$c_s \in \left(c, \frac{3}{2}c \right]$	$c_s \in (c, \hat{u}_2)$	$c_s \in (c, \hat{u}_2)$	\emptyset	\emptyset
Ω_3	\emptyset	$c_s \in \left[\hat{u}_2, \frac{3}{2}c \right]$	$c_s \in [\hat{u}_2, \hat{u}_1)$	$c_s \in (c, \hat{u}_1)$	\emptyset
Ω	$c_s \in \left(c, \frac{3}{2}c \right]$	$c_s \in \left(c, \frac{3}{2}c \right]$	$c_s \in \left(c, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right) \right]$	$c_s \in \left(c, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right) \right]$	$c_s \in (c, b]$

Tab. I.2: Zusammenfassung der Parameterräume Ω_1 , Ω_2 und Ω_3 über Teilintervallen von c .

Teilräume im c_s/c -Raum dar, wobei die Parameter u_z und a zur Vereinfachung der graphischen Darstellung als unveränderlich angenommen.

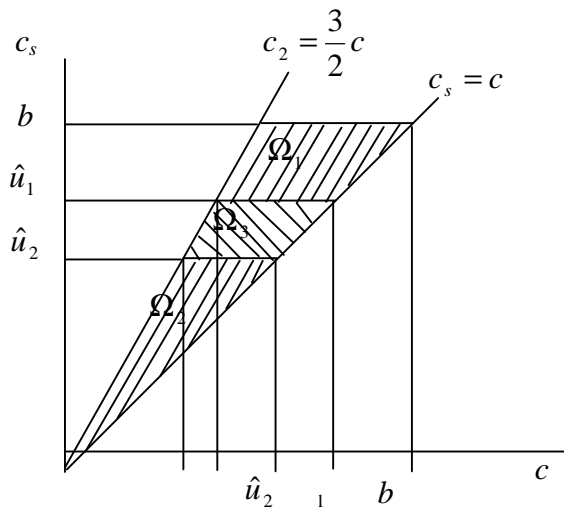


Abb. I.9: Graphische Darstellung der Teilräume Ω_1 , Ω_2 und Ω_3 im c_s/c -Raum.

Mit der Bestimmung der relevanten Teilräume und der zugehörigen Gleichgewichtsszenarien ist das Preisspiel im (y,s)-Markt vollständig charakterisiert. Wir stellen jedoch fest, dass die Preisspiele in Ω_3 kein eindeutiges Spielergebnis liefern. Bevor wir uns in Kapitel I.4 näher mit dieser Problematik beschäftigen, sollen im folgenden Abschnitt die Lösungen für die übrigen Marktmodelle ermittelt werden.

I.3.2.2 Das Marktmodell (s,z)

Die Gewinnfunktion für Anbieter Y folgt aus $G^Y(q_y, q_z) = q_y [N_{y+z}^s(q_y, q_z) + N_y^s(q_y, q_z)]$.

Unter Beachtung der relevanten Nachfragefunktionen (I.2.23) und (I.2.24) erhalten wir

$$\begin{aligned}
 \text{(I.3.11)} \quad G^Y(q_y, q_z) &= \begin{cases} q_y \left[m - \frac{m}{2b} (q_y + \bar{c}) \right], & \text{wenn } q_z \leq b - c & \text{(i)} \\ q_y \left[\frac{3}{2}m - \frac{m}{2b} (q_y + q_z + c_s) \right], & \text{wenn } b - c < q_z \leq b & \text{(ii)} \\ q_y \left[m - \frac{m}{2b} (q_y + c_s) \right], & \text{wenn } q_z > b & \text{(iii).} \end{cases}
 \end{aligned}$$

Aus den Bedingungen erster Ordnung für ein Gewinnmaximum folgt die Reaktionsfunktion des Y mit

$$(I.3.12) \quad R^y(q_z) = \begin{cases} b - \frac{\bar{c}}{2}, & \text{wenn } q_z \leq b - c \quad (i) \\ \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_z + c_s), & \text{wenn } b - c < q_z \leq b \quad (ii) \\ b - \frac{c_s}{2}, & \text{wenn } q_z > b \quad (iii) . \end{cases}$$

Nach Einsetzen der maßgeblichen Nachfragefunktionen (I.2.23) und (I.2.25) in $G^Z(q_y, q_z) = q_z [N_{y+z}^s(q_y, q_z) + N_z^z(q_y, q_z)]$ lautet die Gewinnfunktion für Anbieter Z

$$(I.3.13) \quad G^Z(q_y, q_z) = \begin{cases} q_z m, & \text{wenn } q_z \leq b - c \quad (i) \\ q_z \left[\frac{3}{2}m - \frac{m}{2b}(q_y + q_z + c_s) \right], & \text{wenn } b - c < q_z \leq b \quad (ii) \\ 0, & \text{wenn } q_z > b \quad (iii) . \end{cases}$$

Wie im (y,s)-Markt impliziert diese Gewinnfunktion zwei Antwortfunktionen. Wir erhalten $A_1^Z(q_y) = b - c$ für alle q_y und $\tilde{A}_1^Z(q_y) = \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_y + c_s)$ für $q_y \in [q_y^c, q_y^d]$, wobei $q_y^c := b - c_s$ und $q_y^d := b - c_s + 2c$. Die Reaktionsfunktion für Anbieter Z ist also auch hier über einen Gewinnvergleich zu ermitteln. Sei $G^Z[q_y, A_1^Z(q_y)] =: G_1^Z(q_y)$ und $G^Z[q_y, \tilde{A}_1^Z(q_y)] =: \tilde{G}_1^Z(q_y)$. Als kritische Abonnementgebühr q_y , bei der $G_1^Z(q_y) = \tilde{G}_1^Z(q_y)$, ergibt sich

$$(I.3.14) \quad \hat{q}_y := 3b - c_s - 2\sqrt{2b(b-c)}.$$

In Abhängigkeit von \hat{q}_y erhält man die Reaktionsfunktionen

$$(I.3.15) \quad R_1^Z(q_y) = A^Z(q_y) = b - c \text{ für alle } q_y, \text{ falls } \hat{q}_y < q_y^c$$

$$(I.3.16) \quad R_2^Z(q_y) = \begin{cases} b - c, & \text{wenn } q_y < q_y^c \text{ oder } q_y \geq q_y^d \\ \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_y + c_s), & \text{wenn } q_y \in [q_y^c, q_y^d], \end{cases}$$

falls $\hat{q}_y \geq q_y^d$ und

$$(I.3.17) \quad R_3^Z(q_y) = \begin{cases} b - c, & \text{wenn } q_y < q_y^c \text{ oder } q_y > \hat{q}_y \\ \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_y + c_s), & \text{wenn } q_y \in [q_y^c, \hat{q}_y], \end{cases}$$

falls $\hat{q}_y \in [q_y^c, q_y^d]$.

Dem Schnittpunkt von (I.3.13) und (I.3.15) ist der Gleichgewichtspunkt

$$q^C := (q_y^C, q_z^C) := \left(b - \frac{\bar{c}}{2}, b - c \right),$$

zugeordnet, während der Schnittpunkt von (I.3.13) und (I.3.16) den Gleichgewichtspunkt

$$q^B := \left(b - \frac{c_s}{3}, b - \frac{c_s}{3} \right) \text{ determiniert. Ist (I.3.17) die relevante Reaktionsfunktion des Z, kann}$$

dies ein mehrdeutiges Spielergebnis mit den gleichgewichtigen Strategienvektoren q^C und q^B zur Folge haben. Um die Parameterräume bestimmen zu können, für die diese alternativen Lösungen Gleichgewichtsszenarien darstellen, können wir uns ähnlich wie im Marktmodell (y,s) ³⁰ auf den Fall $\hat{q}_y \in [q_y^c, q_y^d]$ beschränken. Die relevanten Parameterräume erhalten wir so aus den maßgeblichen Fallunterscheidungen $\hat{q}_y \geq q_y^C$, $\hat{q}_y < q_y^B$ und $\hat{q}_y \in [q_y^B, q_y^C]$.

Aussage 4:

Im (s,z) -Markt ist q^B genau dann der eindeutige Gleichgewichtspunkt, wenn

$$(c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega_4 := \left\{ (c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega \mid c_s \leq \hat{u}_3 := 4b - c - 4\sqrt{2b(b-c)} \wedge c > \hat{u}_1 := b(\sqrt{8} - 2) \right\}.$$

Um zu zeigen, dass Aussage 4 richtig ist, verwenden wir die Bedingung $\hat{q}_y \geq q_y^C$ für den eindeutigen Gleichgewichtspunkt q^B . \hat{q}_y ist mindestens so groß wie q_y^C , wenn

$$3b - c_s - 2\sqrt{2b(b-c)} \geq b - \frac{\bar{c}}{2}.$$

Diese Ungleichung impliziert eindeutig die Bedingung

$$c_{s1} \leq 4b - c - 4\sqrt{2b(b-c)} =: \hat{u}_3,$$

die auf ihre Konsistenz mit Ω überprüft werden muss. Es muss also gelten $\hat{u}_3 > c$, was genau dann zutrifft, wenn

³⁰ Vgl. die Argumentation auf S. 59f. sowie die Abbildungen I.6 auf S. 57 und I.8 auf S. 58.

$$(I.3.18) \quad c > \hat{u}_1.$$

Wir erhalten also zusammenfassend den Parameterraum

$$(I.3.19) \quad \Omega_4 := \{(c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega \mid c_s \leq \hat{u}_3 \wedge c > \hat{u}_1\},$$

in dem q^B die eindeutige Lösung aller Preisspiele ist. Damit ist Aussage 4 verifiziert.

Das Intervall für c_s wird in Ω_4 eindeutig determiniert durch $\min\left\{\hat{u}_3, b, \frac{3}{2}c\right\}$. Es ist

$$\hat{u}_3 \leq b \Leftrightarrow c \leq b(\sqrt{192} - 13) =: \hat{u}_4$$

$$\hat{u}_3 \leq \frac{3}{2}c \Leftrightarrow c \leq b\left(\frac{8}{25}\sqrt{34} - \frac{24}{25}\right) \text{ und}$$

$$b \leq \frac{3}{2}c \Leftrightarrow c \geq \frac{2}{3}b.$$

Da $b\left(\frac{8}{25}\sqrt{34} - \frac{24}{25}\right) > \hat{u}_4 > \frac{2}{3}b$, ist $\min\left[\hat{u}_3, b, \frac{3}{2}c\right] = \hat{u}_3$, falls $c \leq \hat{u}_4$ und $\min\left[\hat{u}_3, b, \frac{3}{2}c\right] = b$,

falls $c > \hat{u}_4$. Ferner ist $\frac{2}{3}b < \hat{u}_1 < \hat{u}_4$, so dass zur Bestimmung der relevanten Intervalle von c_s

die beiden Fälle

$$\tilde{c} \in (\hat{u}_1, \hat{u}_4] \Rightarrow c_s \in (\tilde{c}, \hat{u}_3) \text{ und}$$

$$\tilde{c} \in (\hat{u}_4, b) \Rightarrow c_s \in (\tilde{c}, b]$$

zu unterscheiden sind.

Während die in dem Marktmodell (y,s) den Anschaffungskosten c_s gegenübergestellten

Nutzenwerte \hat{u}_1 und \hat{u}_2 eindeutig durch $b := \frac{u_z}{\mathbf{a}}$ bestimmt waren, ist \hat{u}_3 zusätzlich abhängig

von den Anschaffungskosten c . Verursacht wird diese Abhängigkeit dadurch, dass bei den im (s,z)-Markt gleichgewichtigen Abonnementgebühren auch eine Nachfrage nach dem spezifischen Dekoder z besteht, dessen Anschaffungskosten sich in dem Schwellenwert für den standardisierten Dekoder s niederschlagen. Da dies die graphische Darstellung der Zusammenhänge zwischen c und c_s erschwert, wurde in Abbildung I.10 eine andere

Darstellungsform gewählt, wobei der Parameter b wiederum als Konstante betrachtet wird. Die Graphik bezieht sich auf den Fall $c > \hat{u}_4$ mit $\min(\hat{u}_3, b) = b$.

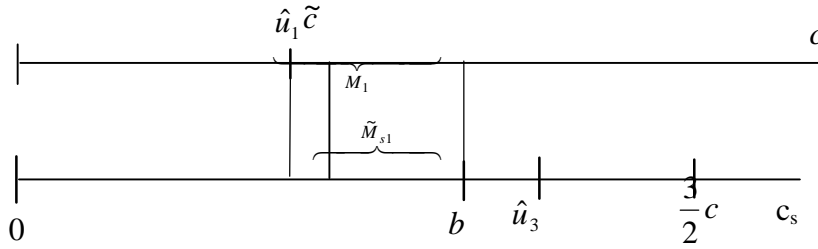


Abb. I.10: Beispielhafte Darstellung einer zulässigen c/c_s -Kombination in Ω_4 für $c > \hat{u}_4$.

In der Abbildung I.10 entspricht das Intervall $M_1 := (\hat{u}_1, b)$ der Menge aller zulässigen Werte für c in Ω_4 . Jedem $\tilde{c} \in M_1$ ist genau ein Intervall $\tilde{M}_{s1} := (\tilde{c}, \min(\hat{u}_3, b)]$ in Ω_4 zugeordnet, das alle zulässigen Werte von c_s für gegebenes \tilde{c} enthält. Analog kann zu jedem $\tilde{c}_s \in (\hat{u}_1, \min(\hat{u}_3, b)]$ genau ein Intervall $\tilde{M}_1 := (\hat{u}_1, \tilde{c}_s)$ für c bestimmt werden. Die Gesamtheit dieser Zuordnungen determiniert den Parameterraum Ω_4 .

In Ω_4 liegen die Anschaffungskosten für beide Dekodertypen z und s in ihrem oberen Zulässigkeitsbereich. Die Differenz \bar{c} geht zudem gegen Null, wenn \tilde{c} ausgehend von \hat{u}_1 sukzessive erhöht wird, auf dem oberen Fahrstrahl in Abbildung I.10 also weiter nach rechts rückt. In jedem Fall sind die gleichgewichtigen Abonnementgebühren geringer als die Anschaffungskosten für den standardisierten Dekoder.

Aussage 5:

Im (s,z) -Markt ist q^C genau dann der eindeutige Gleichgewichtspunkt, wenn

$$(c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega_5 := \left\{ (c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega \mid \hat{u}_5 := 3b - 3\sqrt{2b(b-c)} < c_s \wedge c < \frac{7}{9}b \right\}.$$

Den relevanten Parameterraum erhalten wir aus der Bedingung $\hat{q}_y < q_y^B$ für einen eindeutigen Gleichgewichtspunkt q^C . Mit (I.3.15) ergibt sich die Ungleichung

$$3b - c_s - 2\sqrt{2b(b-c)} < b - \frac{c_s}{3},$$

beziehungsweise

$$c_s > 3b - 3\sqrt{2b(b-c)} =: \hat{u}_5.$$

Diese letzte Ungleichung ist in Ω nur erfüllbar, wenn $\hat{u}_5 < \min\left(b, \frac{3}{2}c\right)$. Es ist

$$\hat{u}_5 < b \Leftrightarrow c < \frac{7}{9}b \text{ und}$$

$$\hat{u}_5 < \frac{3}{2}c \Leftrightarrow c < \hat{u}_1.$$

Da $\hat{u}_1 > \frac{7}{9}b$, ist also $c_s > \hat{u}_5$ nur möglich, wenn $c < \frac{7}{9}b$ und wir erhalten den in Aussage 5

konstatierten Teilraum

$$(I.3.20) \quad \Omega_s := \left\{ (c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega \mid \hat{u}_5 < c_s \wedge c < \frac{7}{9}b \right\},$$

in dem q^B eindeutiger Gleichgewichtspunkt ist.

Die Intervallgrenzen für c_s werden durch $\max(c, \hat{u}_5)$ und $\min\left(b, \frac{3}{2}c\right)$ festgelegt. Die Äquivalenz

$$(I.3.21) \quad \hat{u}_5 \geq c \Leftrightarrow c \geq \hat{u}_2,$$

Fallunterscheidungen erforderlich, da $\hat{u}_2 < \frac{7}{9}b$. Bei der graphischen Darstellung der

Zusammenhänge für konstantes b unterscheiden wir die Fälle $c \leq \hat{u}_2$ mit $\max(c, \hat{u}_5) = c$ und

$\hat{u}_2 < c < \frac{7}{9}b$ mit $\max(c, \hat{u}_5) = \hat{u}_5$ jeweils beispielhaft für ein gegebenes \tilde{c} aus diesen

Intervallen. Außerdem definieren wir $\tilde{M}_{s_2} := \left[\max(\tilde{c}, \hat{u}_5), \min\left(b, \frac{3}{2}\tilde{c}\right) \right]$ und $M_2 := (0, \hat{u}_2]$.

Abbildung I.11 illustriert den Fall $\hat{u}_5 \leq \tilde{c} \leq \hat{u}_2$.

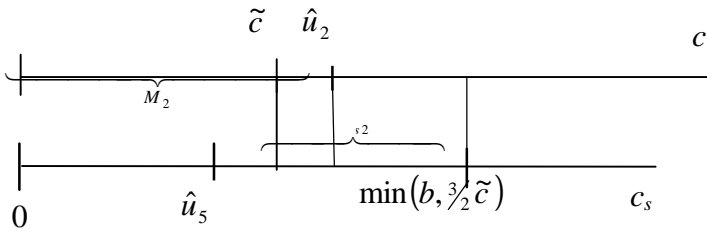


Abb. I.11: Graphische Darstellung einer zulässigen c / c_s -Kombination innerhalb Ω_5 im Fall $c \leq \hat{u}_2$.

In der Abbildung enthält das Intervall M_2 alle zulässigen Werte für c in dem betrachteten Fall. Aus dieser Menge wurde ein beliebiger Wert \tilde{c} herausgenommen, der die Menge \tilde{M}_{s_2} der zulässigen Werte für c_s determiniert. Je kleiner \tilde{c} , je näher \tilde{c} also am Ursprung Null des oberen Fahrstrahls liegt, umso geringer wird $\frac{3}{2}\tilde{c}$ im Vergleich zu b und damit auch die obere Schranke von \tilde{M}_{s_2} . Abbildung I.12 veranschaulicht den Fall $c \in \left(\hat{u}_2, \frac{7}{9}b\right)$ mit $c < \hat{u}_5$ und

$$\min\left(b, \frac{3}{2}c\right) = b.$$

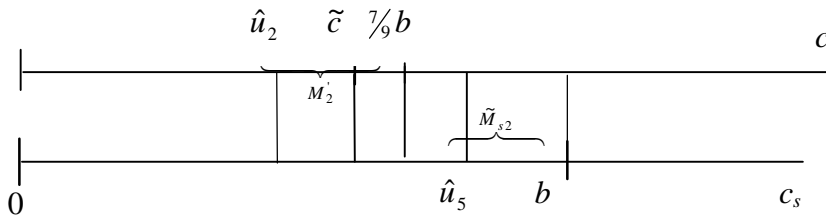


Abb. I.12: Graphische Darstellung einer zulässigen c / c_s -Kombination innerhalb Ω_5 im Fall $c > \hat{u}_2$.

Das Intervall $M_2' := \left(\hat{u}_2, \frac{7}{9}b\right)$ umfasst alle zulässigen Werte für c , so dass $\max(c, \hat{u}_5) = \hat{u}_5$.

Jedes beliebige $\tilde{c} \in M_2'$ legt ein Intervall \tilde{M}_{s_2} der zulässigen Werte für c_s fest. Je geringer \tilde{c} wird, umso näher liegt \hat{u}_5 auf dem unteren Fahrstrahl an \hat{u}_2 , umso größer wird also \tilde{M}_{s_2} , da die obere Schranke b dieses Intervalls von \tilde{c} unabhängig ist und folglich unverändert bleibt.

Aussage 6:

Im (s,z) -Markt sind q^C und q^B genau dann Gleichgewichtspunkte, wenn

$$(c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega_6 := \left\{ (c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega \left| \begin{array}{l} c_s \in (\hat{u}_3 := 4b - c - 4\sqrt{2b(b-c)}, \hat{u}_5 := 3b - 3\sqrt{2(b-c)}) \\ \wedge c \in (\hat{u}_2 := b(3\sqrt{5} - 6), \hat{u}_4 := b(8\sqrt{3} - 13)) \end{array} \right. \right\}$$

Die in Aussage 6 konstatierte mehrdeutige Spiellösung setzt $\hat{q}_y \in [q_y^B, q_y^A]$ voraus, wir können daher bei der Überprüfung dieser Aussage weitgehend auf die bereits durchgeführten Berechnungen zurückgreifen. Es ist

$$b - \frac{c_s}{3} \leq 3b - c_s - 2\sqrt{2b(b-c)} < b - \frac{\bar{c}}{2}$$

genau dann, wenn

a) $c_s \leq \hat{u}_5$ und

b) $c_s > \hat{u}_3$.

Die Bedingungen a) und b) sind genau dann konsistent mit Ω , wenn

$$\hat{u}_5 > c \text{ und } \hat{u}_3 < \min\left(b, \frac{3}{2}c\right). \text{ Aus den Ausführungen zu den Aussagen 4 und 5 wissen wir,}$$

dass

$$\hat{u}_5 > c \Leftrightarrow c > \hat{u}_2 \text{ und}$$

$$\hat{u}_3 < b \Leftrightarrow c < \hat{u}_4 \text{ und}$$

$$\hat{u}_3 < \frac{3}{2}c \Leftrightarrow c < b\left(\frac{8}{25}\sqrt{34} - \frac{24}{25}\right).$$

Da $\hat{u}_2 < \hat{u}_4 < b\left(\frac{8}{25}\sqrt{34} - \frac{24}{25}\right)$, sind diese Anforderungen an c genau dann simultan erfüllt,

wenn $c \in (\hat{u}_2, \hat{u}_4)$. Folglich sind alle Parameterkonstellationen, für die die Preisspiele zwei Gleichgewichtspunkte liefern, enthalten in

$$(I.3.22) \quad \Omega_6 := \{(c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega \mid c_s \in (\hat{u}_3, \hat{u}_5] \wedge c \in (\hat{u}_2, \hat{u}_4)\}.$$

Die Intervallgrenzen für c_s ergeben sich aus den Äquivalenzen

$$\hat{u}_3 \geq c \Leftrightarrow c \geq \hat{u}_1$$

$$\hat{u}_5 \leq b \Leftrightarrow c \leq \frac{7}{9}b,$$

$$\hat{u}_5 \leq \frac{3}{2}c \Leftrightarrow c \leq \hat{u}_1$$

$$b \leq \frac{3}{2}c \Leftrightarrow c \geq \frac{2}{3}b.$$

Daraus folgen die Intervalle $M_{s3} := (c, \hat{u}_5]$, falls $c \in \left(\hat{u}_2, \frac{7}{9}b\right] =: M_3$, $M_{s4} := (c, b]$, falls $c \in \left(\frac{7}{9}b, \hat{u}_1\right] =: M_4$ und $M_{s5} := (\hat{u}_3, b]$, falls $c \in (\hat{u}_1, \hat{u}_4) =: M_5$. Abbildung I.13 dient als beispielhafte Illustration der zulässigen Zuordnungen im c_s / c -Raum anhand eines beliebigen $\tilde{c} \in M_3$.

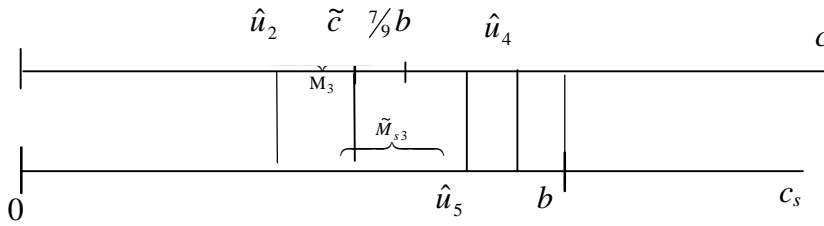


Abbildung I.13: Beispielhafte c_s / c -Kombination in Ω_6 .

In der Abbildung I.13 wurde $\hat{u}_4 > \hat{u}_5$ angenommen, da \hat{u}_5 mit c steigt, ist dies aber nicht zwingend. \tilde{M}_{s3} beinhaltet alle c_s , die einem beliebigen $\tilde{c} \in M_3$ aus Ω_6 zugeordnet werden können. Ein Vergleich dieser Graphik mit Abbildung I.12 zeigt, dass mit M_{s3} gerade die Werte für c_s erfasst werden, die in Ω_5 ausgeschlossen waren.

Betrachten wir noch einmal die bei der Bestimmung der Teilräume separierten Intervalle, zeigt sich, dass auch die Menge $\{\Omega_4, \Omega_5, \Omega_6\}$ eine Zerlegung von Ω darstellt. Für ein beliebiges \tilde{c} gilt

$$\text{- in } \Omega_4: \quad \tilde{c} \in (\hat{u}_1, \hat{u}_4] \Rightarrow c_s \in (\tilde{c}, \hat{u}_3] \text{ und}$$

$$\tilde{c} > \hat{u}_4 \Rightarrow c_s \in (\tilde{c}, b]$$

$$\text{- in } \Omega_5: \quad \tilde{c} \leq \hat{u}_2 \Rightarrow c_s \in \left[\tilde{c}, \min\left(b, \frac{3}{2}\tilde{c}\right) \right] \text{ und}$$

$$\tilde{c} \in \left(\hat{u}_2, \frac{7}{9}b\right) \Rightarrow c_s \in (\hat{u}_5, b]$$

$$\text{- in } \Omega_6: \quad \tilde{c} \in \left(\hat{u}_2, \frac{7}{9}b\right) \Rightarrow c_s \in (\tilde{c}, \hat{u}_5] \text{ und}$$

$$\left[\frac{7}{9}b, \hat{u}_1\right] \tilde{c} \in \Rightarrow c_s \in (\tilde{c}, b] \text{ und}$$

$$\tilde{c} \in (\hat{u}_1, \hat{u}_4) \Rightarrow c_s \in (\hat{u}_3, b].$$

Tabelle I.3 fasst diese Informationen in geeigneter Weise zusammen und veranschaulicht, dass Ω aus den vereinigten Teilräumen besteht.

Damit ist auch die vollständige Charakterisierung der Preisspiele im (s,z)-Markt abgeschlossen, und es hat sich gezeigt, dass es wie im Marktmodell (y,s) einen Parameterraum mit zwei Gleichgewichtsszenarien gibt. Dieser Problematik wenden wir uns ebenfalls in Kapitel I.4 zu. Zunächst sollen aber noch die Marktmodelle (s,s) und (y,z) vorgestellt werden.

I.3.2.3 Die Marktmodelle (s,s) und (y,z)

Im (s,s)-Markt ist die maßgebliche Nachfrage, die auf Anbieter Y zukommt, durch die Funktionen in (I.2.26) und (I.2.27) gegeben, so dass dessen Gewinnfunktion lautet

$$(I.3.22) \quad G^Y(q_y, q_z) = \begin{cases} q_y \left[m - \frac{m}{2b} q_y \right], & \text{wenn } q_z \leq b - c_s \quad (i) \\ q_y \left[\frac{3}{2} m - \frac{m}{2b} (q_y + q_z + c_s) \right], & \text{wenn } b - c_s < q_z \leq b \quad (ii) \\ q_y \left[m - \frac{m}{2b} (q_y + c_s) \right], & \text{wenn } q_z > b \quad (iii) . \end{cases}$$

Aus den Marginalbedingungen zu dieser Gewinnfunktion folgt die Reaktionsfunktion

$$(I.3.23) \quad R^Y(q_z) = \begin{cases} b, & \text{wenn } q_z \leq b - c_s \quad (i) \\ \frac{3}{2} b - \frac{1}{2} (q_z + c_s), & \text{wenn } b - c_s < q_z \leq b \quad (ii) \\ b - \frac{c_s}{2}, & \text{wenn } q_z > b \quad (iii) . \end{cases}$$

Unter Berücksichtigung von (I.2.26) und (I.2.28) ist die Gewinnfunktion des Anbieters Z

$$(I.3.24) \quad G^Z(q_y, q_z) = \begin{cases} q_z m, & \text{wenn } q_z \leq b - c_s \quad (i) \\ q_z \left[\frac{3}{2} m - \frac{m}{2b} (q_y + q_z + c_s) \right], & \text{wenn } b - c_s < q_z \leq b \quad (ii) \\ 0, & \text{wenn } q_z > b \quad (iii) . \end{cases}$$

Wenn dann in	$c \leq \hat{u}_2$	$c \in \left(\hat{u}_2, \frac{7}{9}b \right)$	$c \in \left[\frac{7}{9}b, \hat{u}_1 \right]$	$c \in (\hat{u}_1, \hat{u}_4)$	$c \geq \hat{u}_4$
Ω_4	\emptyset	\emptyset	\emptyset	$c_s \in (c, \hat{u}_3]$	$c_s \in (c, b]$
Ω_5	$c_s \in \left(c, \min \left(b, \frac{3}{2}c \right) \right]$	$c_s \in (\hat{u}_5, b]$	\emptyset	\emptyset	\emptyset
Ω_6	\emptyset	$c_s \in (c, \hat{u}_5]$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (\hat{u}_3, b]$	\emptyset
Ω	$c_s \in \left(c, \min \left(b, \frac{3}{2}c \right) \right]$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (c, b]$

Tab. I.3: Zusammenfassung der Parameterräume Ω_4 , Ω_5 und Ω_6 über Teilintervallen von c .

Abgesehen von der Größe des Intervalls in (ii) entspricht die Gewinnfunktion (I.3.24) der Funktion (I.3.3) im (y,s)-Markt, so dass die weitere Analyse zur Reaktionsfunktion und den Gleichgewichtspunkten Resultate liefert, die nur geringfügig von denen im (y,s)-Markt abweichen.

Die Antwortfunktion $\tilde{A}^Z(q_y)$ für den Bereich (ii) der Gewinnfunktion ist definiert für das Intervall $[q_y^c, q_y^b]$, mit $q_y^c := b - c_s$ und $q_y^b := b + c_s$. Ein Vergleich der Intervallgrenzen mit denen aus den Marktmodellen (y,s) und (s,z) zeigt, dass die untere Schranke der in Marktmodell (s,z) entspricht, während die obere Schranke identisch ist zu der im Marktmodell (y,s). Außerdem ist $q_y^c < q_y^a$ und $q_y^b > q_y^d$, der Definitionsbereich der Antwortfunktion wird also größer im Vergleich zu allen anderen Märkten, die den standardisierten Dekoder enthalten. Darüber hinaus ist $R^Y(q_z) \in (q_y^c, q_y^b)$, der Schnittpunkt q^B liegt also immer im Definitionsbereich von $\tilde{A}^Z(q_y)$. Nach der Gegenüberstellung von \hat{q}_y und q_y^c beziehungsweise q_y^b erhalten wir als Reaktionsfunktionen des Z

$$(I.3.25) \quad R_1^Z(q_y) = A^Z(q_y) = b - c_s \quad \text{für alle } q_y, \text{ wenn } \hat{q}_y < q_y^c$$

$$(I.3.26) \quad R_2^Z(q_y) = \begin{cases} b - c_s, & \text{wenn } q_y < q_y^c \text{ oder } q_y \geq q_y^b \\ \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_y + c_s), & \text{wenn } q_y \in [q_y^c, q_y^b], \end{cases}$$

falls $\hat{q}_y \geq q_y^b$ und

$$(I.3.27) \quad R_3^Z(q_y) = \begin{cases} b - c_s, & \text{wenn } q_y < q_y^c \text{ oder } q_y > \hat{q}_y \\ \frac{3}{2}b - \frac{1}{2}(q_y + c_s), & \text{wenn } q_y \in [q_y^c, \hat{q}_y], \end{cases}$$

falls $\hat{q}_y \in [q_y^c, q_y^b]$.

Als mögliche Spiellösungen ermitteln wir daraus die Strategienvektoren q^B und q^A . Da der Schwellenwert \hat{q}_y gegenüber dem Marktmodell (y,s) unverändert ist, treffen die Aussagen 1 bis 3 auch für den (s,s)-Markt zu. Das bedeutet, q^B ist der eindeutige Gleichgewichtspunkt aller Preisspiele genau dann, wenn die Anschaffungskosten für den standardisierten Dekoder c_s innerhalb des Parametersubraumes Ω_1 liegen. Die Preisspiele führen genau dann zu dem eindeutigen Gleichgewichtspunkt in q^A , wenn c_s die Komponente eines Parametervektors

$(c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega_2$ ist. Sie haben genau dann zwei Gleichgewichtspunkte q^A und q^B zur Folge, wenn c_s die Komponente eines Parametervektors $(c, c_s, u_z, \mathbf{a}) \in \Omega_3$ ist.

Im (y,z)-Markt erhält man die Gewinnfunktion des Anbieters Y aus den Nachfragefunktionen in (I.2.29) und (I.2.31)

$$(I.3.30) \quad G^Y(q_y, q_z) = q_y \left[m - \frac{m}{2b}(q_y + c) \right] \text{ für alle } q_z.$$

Seine Reaktionsfunktion ist daher gegeben durch

$$(I.3.31) \quad R^Y(q_z) = b - \frac{c}{2} \text{ für alle } q_z.$$

Die Gewinnfunktion für Anbieter Z folgt aus den Nachfragefunktionen in (I.2.30) und (I.2.31)

$$(I.3.32) \quad G^Z(q_y, q_z) = \begin{cases} q_z m, & \text{wenn } q_z \leq b - c \\ 0, & \text{sonst.} \end{cases}$$

Als beste Antwort auf gegebene q_y ergibt sich

$$(I.3.33) \quad R^Z(q_y) = b - c \text{ für alle } q_y.$$

Aus (I.3.31) und (I.3.33) folgt ein eindeutiges Gleichgewicht mit den wechselseitig besten Antworten

$$q^D := (q_y^D, q_z^D) := \left(b - \frac{c}{2}, b - c \right).$$

Abbildung I.14 illustriert die Spiellösung und zeigt darüber hinaus den Zusammenhang zwischen q^D und den zugeordneten Teilnachfragen n_z und n_{y+z} .

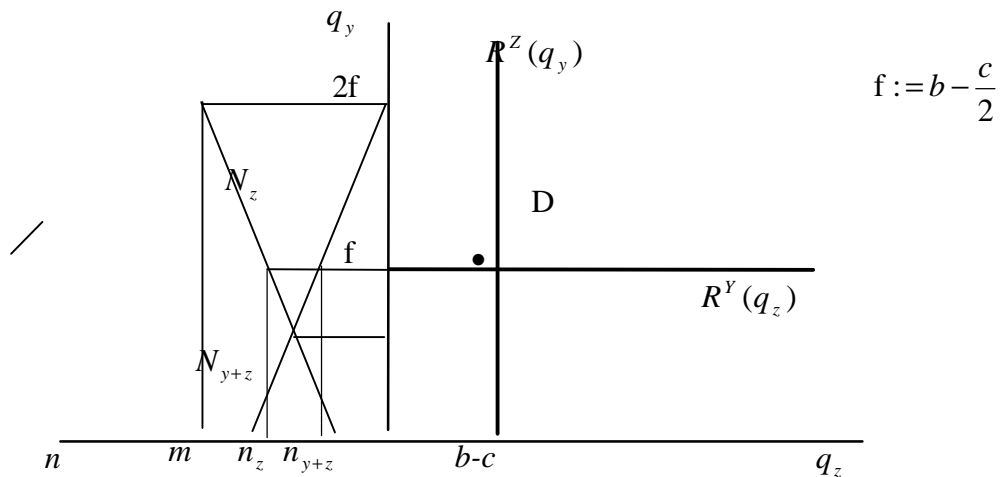


Abb. I.14: Spiellösung im Marktmodell (y,z).

In dem Gleichgewichtspunkt q^D ist $n_{y+z} = \frac{m}{2} - \frac{m}{4b}c$ für Anbieter Y relevant, für Anbieter Z

bestimmt die Summe aus $n_z = \frac{m}{2} + \frac{m}{4b}c$ und n_{y+z} den Gewinn. Letztere ergibt immer m ,

entspricht also der maximalen Konsumentenzahl. Y erreicht anders als mit q^A im Marktmodell (y,s) bei einer nichtkooperativen Marktstruktur (y,z) weniger als die Hälfte der potentiellen Rezipienten, was darauf zurückzuführen ist, dass der Empfang beider Programmangebote nur durch den Erwerb eines zweiten Dekoders möglich wird.

Nachdem nunmehr die Gleichgewichtspunkte für alle Marktmodelle ermittelt wurde, geht es im folgenden Kapitel darum, für die Parameterräume Ω_3 und Ω_6 eine eindeutige Spiellösung auszuwählen.

I.4 Gleichgewichtsauswahl nach Harsanyi und Selten (1988)

I.4.1 Auswahl eines Gleichgewichtspunktes als Spiellösung in Ω_3

I.4.1.1 Benennung der Lösungskandidaten

In Kapitel I.3 ist auf der zweiten Stufe des Spiels zur Technologiewahl ein eigenständiges strategisches Preisspiel für jeden der vier alternativen Märkte untersucht und gelöst worden. Es wurde gezeigt, dass dieses Spiel in den betrachteten Marktmodellen genau dann zu mehr als einem Gleichgewichtspunkt, und zwar zu den beiden Gleichgewichtspunkten q^A und q^B mit

den optimalen Strategien $q^A = (b, b - c_s)$ beziehungsweise $q^B = \left(b - \frac{c_s}{3}, b - \frac{c_s}{3}\right)$ führt,

wenn $(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega_3$ mit

$$\Omega_3 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in [\hat{u}_2 := b(3\sqrt{5} - 6), \hat{u}_1 := b(\sqrt{8} - 2)] \wedge c \geq \frac{2}{3} \hat{u}_2 \right\}.$$

Damit stößt die Analyse aber auf ein Kernproblem der Spieltheorie, die strategische Unsicherheit in Spielen mit mehr als einem Gleichgewichtspunkt zu beseitigen. Kein Spieler weiß, welche Gleichgewichtsstrategie der andere wählen wird. Das Spielergebnis schließt für Ω_3 mithin eindeutige Verhaltensempfehlungen an die Spieler zur optimalen Verfolgung ihrer individuellen Interessen aus, so dass der normative Anspruch des spieltheoretischen Lösungskonzeptes nur unzureichend erfüllt wird. Zur Lösung dieses Problems wurden im Rahmen der sogenannten Verfeinerungskonzepte (refinement-concepts) bestimmte Rationalitätsanforderungen zum Ausschluss unplausibler Gleichgewichtspunkte gestellt, die allerdings nicht den Anspruch erheben, für jedes Spiel eine eindeutige Lösung festlegen zu können³¹ Dies ist jedoch erklärtes Ziel der Gleichgewichtsauswahltheorien, wie sie von Harsanyi und Selten (1988), und in modifizierter Form von Güth und Kalkofen (1989) sowie Kalkofen (1990) vorgeschlagen wurden. Das nachfolgende Verfahren beruht auf dem von Harsanyi und Selten (1988, Kapitel 3) entwickelten axiomatischen Konzept zur Gleichgewichtsauswahl in 2x2-Bimatrix-Spielen. Darin beschränken die Autoren ihre Betrachtungen auf Spiele mit zwei strikten Gleichgewichtspunkten. Sie definieren einen Gleichgewichtspunkt als strikt, wenn die zugehörigen Strategien für jeden Spieler dessen strikt beste Antwort auf die Gleichgewichtsstrategien der übrigen Spieler sind (ebd. S.40 und Harsanyi, 1973)³². Falls ein Spiel über genau einen strikten Gleichgewichtspunkt verfügt, ist es naheliegend, diesen als Spiellösung zu betrachten, da er in jedem Fall selbststabilisierend ist. Existiert jedoch kein solcher Gleichgewichtspunkt oder liegen, wie im Fall völlig symmetrischer Spiele, zwei strikte Gleichgewichtspunkte vor, müssen weitere Lösungskandidaten in die Betrachtung einbezogen werden (Harsanyi und Selten, 1988, S. 198). Harsanyi und Selten wenden ihre Theorie ausschließlich auf uniform perturbierte Spiele, auf sogenannte ε -perturbierte Spiele an, in denen jede Handlungsalternative mit einer positiven Wahrscheinlichkeit gewählt wird. So wird sichergestellt, dass die Spiellösung ein perfektes Gleichgewicht ist (ebd. S. 18 und 60).

³¹ Ein umfassender Überblick über diese Verfeinerungskonzepte findet sich in van Damme (1987).

³² Die Autoren verweisen ausdrücklich darauf, dass sie mit dieser begrifflichen Erläuterung von dem Gebrauch des Begriffs in Aumann (1959) im Zusammenhang mit kooperativen Konzepten abweichen. Nach Aumann liegt ein striktes Gleichgewicht („strong equilibrium“) vor, wenn keine koalierende Gruppe von der zugehörigen Strategie so abweichen kann, dass die Auszahlungen aller Mitglieder dieser Gruppe erhöht werden.

In dem hier zu analysierenden Ausgangsspiel müssen sich die Akteure Y und Z für eine der beiden Gleichgewichtsstrategien q_i^A oder q_i^B , $i=y,z$, entscheiden. Die strategische Entscheidungssituation lässt sich als eigenständiges Spiel $\Gamma = (N, Q, G)$ mit Hilfe der Matrix in Tabelle I.4 darstellen, die auch als Normalform eines Spieles bezeichnet wird. Dieses Spiel ist vollständig beschrieben durch

- die Menge der Spieler $N = \{Y, Z\}$,
- den Strategieraum $Q = \{\{q_y^A, q_y^B\}; \{q_z^A, q_z^B\}\}$ als der Menge aller möglichen Strategiekombinationen gemäß der Strategiemengen der einzelnen Spieler und
- die Gewinnfunktionen $G = (G^Y(q), G^Z(q))$ sowie
- die Spielregeln (Selten, 1982, S. 89f; Holler und Illing, 1993, S. 4).

		Anbieter Z	
		q_z^A	q_z^B
Anbieter Y	q_y^A	(I.4.1) ↑ (I.4.5) ←	(I.4.3) ↓ (I.4.6)
	q_y^B	(I.4.2) ↑ (I.4.5) ←	(I.4.4) ↓ (I.4.7)

Tabelle I.4: Das Spiel Γ („Ausgangsspiel“) mit Abweichungsanreizen (Pfeile).

Die Normalform ordnet jedem Vektor $q = (q_y^j, q_z^k)$, $j, k = A, B$, den Gewinn $G^i(q)$ zu, mit dem Spieler i , $i = Y, Z$, das durch q determinierte Spielergebnis bewertet. Mit dieser Darstellungsform wird die strategische Unsicherheit der Spieler abgebildet, die ihre jeweiligen Strategien simultan und unabhängig voneinander wählen und daher die Wahl des anderen nicht beobachten können. Die Gewinne des 2x2-Bimatrix-Spiels in Tabelle I.4 sind:

$$(I.4.1) \quad G^Y(q_y^A, q_z^A) = \frac{1}{2}bm$$

$$(I.4.2) \quad G^Y(q_y^B, q_z^A) = \left(b - \frac{c_s}{3}\right) \left(\frac{1}{2}m + \frac{m}{6b}c_s\right)$$

$$(I.4.3) \quad G^Y(q_y^A, q_z^B) = b \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{3b}c_s \right)$$

$$(I.4.4) \quad G^Y(q_y^B, q_z^B) = \left(b - \frac{c_s}{3} \right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{6b}c_s \right)$$

für Spieler Y und

$$(I.4.5) \quad G^Z(q_y^A, q_z^A) = G^Z(q_y^B, q_z^A) = (b - c_s)m$$

$$(I.4.6) \quad G^Z(q_y^A, q_z^B) = \left(b - \frac{c_s}{3} \right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{3b}c_s \right)$$

$$(I.4.7) \quad G^Z(q_y^B, q_z^B) = \left(b - \frac{c_s}{3} \right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{6b}c_s \right)$$

für Spieler Z. Dieses so beschriebene Spiel werden wir im folgenden auch als das Ausgangsspiel bezeichnen. Da die Gleichgewichtsauswahl in 2x2-Bimatrix-Spielen mit zwei strikten Gleichgewichtspunkten axiomatisch begründet werden kann (Harsanyi und Selten, 1988, S. 67), überprüfen wir zunächst, ob es sich bei den Gleichgewichtslösungen des Ausgangsspieles um strikte Gleichgewichtspunkte handelt.

Strikte Gleichgewichtspunkte des Ausgangsspiels

Unabhängig von der Größe des Parameters c_s gilt in dem Ausgangsspiel immer

$$(I.4.1) > (I.4.2) \quad \text{und} \quad (I.4.3) < (I.4.4).$$

Die Strategie q_y^A ist also strikt beste Antwort des Spielers Y auf die Strategie q_z^A seines Konkurrenten Z und q_y^B ist strikt beste Antwort des Y auf die Strategie q_z^B des Z.

Ferner ist

$$(I.4.5) \geq (I.4.6) \quad \Leftrightarrow \quad c_s \leq b \left(\frac{3}{4}\sqrt{17} - \frac{9}{4} \right) \quad \text{und}$$

$$(I.4.5) \leq (I.4.7) \quad \Leftrightarrow \quad c_s \geq b(3\sqrt{5} - 6) =: \hat{u}_2.$$

In dem hier betrachteten Parameterraum Ω_3 ist $c_s \in [\hat{u}_2, \hat{u}_1)$, so dass bei den Größenvergleichen nur c_s aus diesem Intervall zu berücksichtigen sind. Da

$\hat{u}_1 < b \left(\frac{3}{4}\sqrt{17} - \frac{9}{4} \right)$, gilt folglich immer $(I.4.5) > (I.4.6)$, und q_z^A ist mithin strikt beste

Antwort des Z auf q_y^A . Demnach ist q^A ein strikter Gleichgewichtspunkt in Ω_3 . Bei der besten Antwort des Z auf q_y^B muss zwischen $c_s = \hat{u}_2$ und $c_s > \hat{u}_2$ unterschieden werden.

Für $c_s = \hat{u}_2$ ist (I.4.7) = (I.4.5) und Z damit indifferent zwischen seinen beiden Strategien q_z^A und q_z^B . Die Gleichgewichtsstrategie q_z^B ist also nicht seine einzige beste Antwort auf q_y^B . In diesem Fall handelt es sich bei q^B um einen sogenannten schwachen Gleichgewichtspunkt (Kalkofen, 1990, S. 19; Harsanyi, 1973), der in hohem Maße instabil ist, da Z keinen unmittelbaren Anreiz hat, an q_z^B festzuhalten. Wählt Z q_z^B statt q_z^A , kann Y seine Auszahlung erhöhen, wenn er q_y^A spielt, da die Strategienkombination (q_y^A, q_z^A) ihm einen höheren Gewinn bringt, als die Strategienkombination (q_y^B, q_z^A) . Da q^A also für $c_s = \hat{u}_2$ den einzigen strikten Gleichgewichtspunkt darstellt, ist dieser in diesem Fall als die Spiellösung auszuwählen.

Im Fall $c_s > \hat{u}_2$ ist (I.4.7) > (I.4.5) und damit q_z^B strikt beste Antwort des Z auf q_y^B . Dies bedeutet, dass für $c_s > \hat{u}_2$ auch q^B ein strikter Gleichgewichtspunkt ist. Das in Tabelle I.4 eingefügte Abweichungsanreizdiagramm (Kalkofen, 1990, S. 21) illustriert die in diesem Fall bestehenden Anreize. Die Pfeile bringen die Verhaltensrichtung für jeden Spieler bei gegebenem Verhalten seines Gegenspielers zum Ausdruck. Ein aus einem gegebenen Matrixfeld herausführender Pfeil deutet also an, ob ein Spieler von dem zugehörigen Strategienvektor abweichen möchte (Güth, 1992, S. 167). Die waagerechten Pfeile beschreiben die Abweichungsanreize von Spieler Z, die senkrechten Pfeile beschreiben die entsprechenden Anreize von Spieler Y. Für $c_s > \hat{u}_2$ verfügt das Ausgangsspiel folglich über die beiden strikten Gleichgewichtspunkte q^A und q^B und das Kriterium der strikten Gleichgewichtspunkte führt nicht zu der gewünschten Gleichgewichtsauswahl. Für diesen Fall ist daher zu prüfen, ob q^A und q^B auch Gleichgewichtspunkte in perturbierten Spielen sind, ob sie also sogenannte trembling-hand perfekte Gleichgewichtspunkte darstellen. Wir werden das Konzept der Trembling-hand-Perfektheit zunächst vorstellen und anschließend auf die beiden Lösungskandidaten anwenden.

Trembling-hand perfekte Gleichgewichtspunkte

Die Forderung nach der Trembling-hand-Perfektheit eines Gleichgewichtspunktes geht auf das von Selten (1975, 35ff.) vorgestellte Konzept des perfekten Gleichgewichtspunktes zurück. Dieses Konzept geht nicht von einer vollkommenen Rationalität der Spieler aus,

sondern bezieht die Möglichkeit ein, dass aufgrund psychologischer Mechanismen fehlerhafte Entscheidungen getroffen werden können und mit einer geringen Wahrscheinlichkeit irrtümlich Strategien außerhalb des betrachteten Gleichgewichtspunktes gespielt werden. Die nicht beabsichtigte Auswahl einer reinen Strategie interpretiert man als durch die „trembling hand“, die zitternde Hand des Entscheidungssubjektes zustande gekommen. In Spielen mit extensiver Form hat die zitternde Hand zur Folge, dass jeder Entscheidungsknoten mit einer Wahrscheinlichkeit erreicht wird, die positiv, aber kleiner als eins ist. Modelliert wird dieses Konzept mit Hilfe sogenannter perturbierter Spiele, in denen jeder Spieler nur vollständig gemischte Strategien spielt. Eine Strategie heißt vollständig gemischt, wenn jeder reinen Strategie eine positive Wahrscheinlichkeit zugeordnet ist (Friedman, 1990, S. 33).

Da es in so perturbierten Spielen keine unerreichten Informationsbezirke gibt, muss die Gleichgewichtsstrategie eines jeden Spielers für jede Informationsmenge die beste Antwort vorschreiben. Irrationale Verhaltenspläne für von der Gleichgewichtspartie nicht erreichte Informationsmengen werden somit ausgeschlossen. Sehr kleine, ungewollte Abweichungen eines Spielers von seiner Gleichgewichtsstrategie können zudem dazu führen, dass es für den Gegenspieler lohnend ist, ebenfalls von seiner eigenen Gleichgewichtsstrategie abzuweichen (van Damme 1987, S. 14). Die Forderung nach der Trembling-hand-Perfektheit führt folglich dazu, dass Gleichgewichtspunkte als Lösungskandidaten ausgeschlossen werden, die gegenüber geringfügigen Perturbationen der Gleichgewichtsstrategien instabil sind.

Die Auswahltheorie von Harsanyi und Selten (1988) unterstellt gleichförmige Fehlerwahrscheinlichkeiten ε aller Spieler, das heißt es wird angenommen, dass die Wahrscheinlichkeit eines fehlerhaften Verhaltens für alle Spieler in allen Informationsmengen und für alle Handlungsalternativen gleich ist. Der Gleichgewichtspunkt eines Spieles Γ heißt uniform perfekt, wenn er Grenzpunkt aller Gleichgewichtspunkte einer Folge ε -uniform perturbierter Spiele $\Gamma^\varepsilon = (\Gamma, \varepsilon)$ ist, bei denen die Irrtumswahrscheinlichkeit $\varepsilon \in (0,1)$ gegen Null konvergiert (Selten, 1975; van Damme, 1987, S. 30).

Unter der Annahme gleichförmiger Fehlerwahrscheinlichkeiten sollen nun die beiden Lösungskandidaten auf die Eigenschaft der Perfektheit gegenüber uniformen Perturbationen untersucht werden. Dafür wird aus dem Spiel Γ in reinen Strategien zunächst eine Folge perturbierter Spiele Γ^ε in vollständig gemischten Strategien abgeleitet. Die Menge der

gemischten Strategien jedes Spielers $i = y, z$ ist $P_i = \{p_i^A := p_i(q_i^A), p_i^B := p_i(q_i^B)\}$ mit $p_i^B = 1 - p_i^A$.

Wir prüfen zunächst, ob q^A ein uniform perfektes Gleichgewicht von Γ ist. Im ε -uniform perturbierten Spiel zur Tabelle I.4 ist die Strategie des Y, q_y^A mit der maximalen Wahrscheinlichkeit $p_y^A = 1$ zu spielen, genau dann vorteilhaft, wenn

$$(I.4.1)(1 - \varepsilon) + (I.4.3)\varepsilon > (I.4.2)(1 - \varepsilon) + (I.4.4)\varepsilon.$$

Diese Ungleichung ist genau dann erfüllt, wenn

$$\varepsilon < \frac{(I.4.1) - (I.4.2)}{(I.4.1) - (I.4.2) + (I.4.4) - (I.4.3)} =: \tilde{\varepsilon}_1,$$

mit $\tilde{\varepsilon}_1 \in (0,1)$. Die Strategie des Z, q_z^A mit maximaler Wahrscheinlichkeit zu spielen, ist genau dann vorteilhaft, wenn

$$(I.4.5)(1 - \varepsilon) + (I.4.5)\varepsilon > (I.4.6)(1 - \varepsilon) + (I.4.7)\varepsilon.$$

Diese Ungleichung ist genau dann erfüllt, falls

$$\varepsilon < \frac{(I.4.5) - (I.4.6)}{(I.4.7) - (I.4.6)} =: \tilde{\varepsilon}_2$$

mit $\tilde{\varepsilon}_2 \in (0,1)$. Aufgrund der vorstehenden Überlegungen ist q^A demnach Gleichgewichtspunkt aller Spiele, in denen $\varepsilon < \min[\tilde{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_2]$. Folglich ist q^A auch Grenzpunkt aller Gleichgewichtspunkte einer Folge von Spielen Γ^ε , bei denen ε gegen Null geht. Also ist q^A ein uniform perfektes Gleichgewichtspunkt.

Die Strategien, q_y^B und q_z^B mit maximaler Wahrscheinlichkeit zu spielen, sind im ε -uniform perturbierten Spiel Gleichgewichtsstrategien, falls

$$(I.4.2)\varepsilon + (I.4.4)(1 - \varepsilon) > (I.4.1)\varepsilon + (I.4.3)(1 - \varepsilon) \quad \text{und}$$

$$(I.4.6)\varepsilon + (I.4.7)(1 - \varepsilon) > (I.4.5)\varepsilon + (I.4.5)(1 - \varepsilon).$$

Beide Bedingungen sind simultan erfüllt genau dann, wenn $\varepsilon < \min[\tilde{\varepsilon}_3, \tilde{\varepsilon}_4]$ mit

$$\tilde{\varepsilon}_3 := \frac{(I.4.4) - (I.4.3)}{(I.4.4) - (I.4.3) + (I.4.1) - (I.4.2)},$$

$$\tilde{\varepsilon}_4 := \frac{(I.4.7) - (I.4.5)}{(I.4.7) - (I.4.6)}$$

und $\tilde{\varepsilon}_3, \tilde{\varepsilon}_4 \in (0,1)$. Folglich ist auch q^B Grenzwert einer Folge von ε -uniform perturbierten Spielen mit gegen Null konvergierender Irrtumswahrscheinlichkeit und damit ein gleichmäßig perfekter Gleichgewichtspunkt.

Wir stellen also fest, dass mit Hilfe des Kriteriums der Perfektheit gegenüber uniformen Perturbationen die Anzahl der Gleichgewichte in Ω_3 für $c_s > \hat{u}_2$ nicht reduziert werden konnte.

I.4.1.2 Anwendung des axiomatischen Auswahlverfahrens

Gemäß der Auswahltheorie von Harsanyi und Selten ist nun zu prüfen, ob eines der Gleichgewichtspunkte mit Hilfe weiterer, hierarchisch geordneter Kriterien eliminiert werden kann. Zur Verfügung stehen die Auswahlkriterien der Payoff-Dominanz und der Risikodominanz. Aufgrund der Überlegung, dass sich die Erwartungen der Spieler auf einen allgemein präferierten Gleichgewichtspunkt konzentrieren werden, wird dem Kriterium der Payoff-Dominanz der Vorrang vor dem der Risikodominanz gegeben (Harsanyi und Selten, 1988, S. 81). Das Ausgangsspiel wird dementsprechend zunächst unter dem Aspekt der Auszahlungsdominanz untersucht.

Auswahlkriterium der Payoff-Dominanz

Der Strategienvektor q^A heißt payoff-dominant gegenüber dem Strategienvektor q^B , wenn beide Spieler in q^A höhere Auszahlungen erhalten als in q^B . Es zeigt sich aber, dass

$$G^Y(q^A) > G^Y(q^B) \text{ und}$$

$$G^Z(q^A) < G^Z(q^B),$$

dass also Anbieter Y in q^A den höchsten Gewinn erzielt, während Anbieter Z seinen höchsten Gewinn mit q^B realisiert. Damit erlaubt auch das Kriterium der Payoff-Dominanz keine Eliminierung eines Gleichgewichtspunktes, so dass im nächsten Schritt geprüft wird, ob das Kriterium der Risikodominanz eine Gleichgewichtsauswahl ermöglicht.

Auswahlkriterium der Risikodominanz

Wenn die Spieler die Strategiewahl ihres Gegenspielers nicht beobachten können, kann die Entscheidung für eine Gleichgewichtsstrategie vielfach mit einem größeren Risiko verbunden sein, als die Entscheidung für eine andere Gleichgewichtsstrategie. Allgemein besagt das Kriterium der Risikodominanz, dass in einem Spiel mit mehreren Gleichgewichtspunkten der

riskantere Gleichgewichtspunkt eliminiert werden sollte. Harsanyi und Selten (1988, S. 86 ff.) haben den Begriff der Risikodominanz axiomatisch charakterisiert. Sie zeigen, dass es in 2x2-Bimatrix-Spielen mit zwei strikten Gleichgewichtspunkten nur eine einzige Risikodominanz-Beziehung gibt, die die Axiome

- (1) Invarianz bezüglich der besten Antwortstruktur,
- (2) Invarianz bezüglich isomorpher Transformationen und
- (3) Monotonie der Lösung

erfüllt. Den entsprechenden Gleichgewichtspunkt bezeichnen sie als die risikodominante Lösung, die den anderen strikten Gleichgewichtspunkt risikodominiert und die daher als Spiellösung ausgewählt werden sollte. Im folgenden werden wir zunächst jedes dieser Axiome erläutern, und zwar konkret bezogen auf das Ausgangsspiel Γ aus Tabelle I.4. Zusätzlich wird dann jeweils geprüft, ob mit Hilfe des betrachteten Axioms bereits eine Gleichgewichtsauswahl möglich ist.

Zu (1): Invarianz bezüglich der besten Antwortstruktur

Das Kriterium der Invarianz bezüglich der besten Antwortstruktur fordert, dass in Spielen mit derselben besten Antwortstruktur dieselbe Lösung ausgewählt wird (Harsanyi und Selten, 1988, S. 76 ff.; Güth, 1992, S. 198 ff.). Die beste Antwortstruktur ordnet jedem Vektor $q \in Q$ in reinen Strategien die Menge der gemischten Strategienvektoren $p = (p_y^A, p_y^B; p_z^A, p_z^B)$ zu, mit $p_i^B = 1 - p_i^A$, $i = y, z$, auf die q beste Antwort ist. Diese Menge der gemischten Strategienvektoren definiert den Stabilitätsbereich von q , der seinerseits die Lösung des Spieles Γ bestimmt. Alle Transformationen von Γ in $\Gamma' = (N, Q, G')$, die diesen Stabilitätsbereich nicht tangieren, lassen auch die beste Antwortstruktur unverändert. Das Axiom der Invarianz bezüglich der besten Antwortstruktur verlangt nun, dass in Γ' dieselbe Lösung ausgewählt wird wie in Γ . Wir werden daher zunächst die Stabilitätsbereiche für Γ bestimmen. Daran anschließend wird Γ in einer Form transformiert, die diese Stabilitätsbereiche und damit die Spiellösung nicht beeinflusst.

In dem Ausgangsspiel ist q_y^A beste Antwort des Y auf eine gemischte Strategie p_z^A seines Gegenspielers Z, wenn

$$(I.4.1)p_z^A + (I.4.3)(1 - p_z^A) \geq (I.4.2)p_z^A + (I.4.4)(1 - p_z^A),$$

also genau dann, wenn

$$p_z^A \geq \frac{(I.4.4) - (I.4.3)}{(I.4.4) - (I.4.3) + (I.4.1) - (I.4.2)} =: p_z^*.$$

Analog ist q_z^A beste Antwort des Z auf die gemischte Strategie p_y^A , wenn

$$(I.4.5) \geq (I.4.6)p_y^A + (I.4.7)(1 - p_y^A), \text{ also genau dann, wenn}$$

$$p_y^A \geq \frac{(I.4.7) - (I.4.5)}{(I.4.7) - (I.4.6)} =: p_y^*.$$

Abbildung I.15 stellt die dadurch festgelegten Stabilitätsbereiche $SB(q)$ der reinen Strategien graphisch dar.

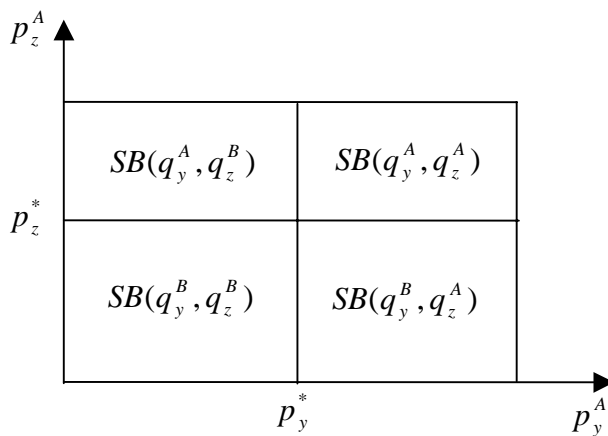


Abb. I.15: Stabilitätsbereiche der reinen Strategienvektoren q .

Wie die folgenden Reaktionsfunktionen der beiden Spieler und die daraus abgeleitete Abbildung I.15a zeigen, repräsentiert der Punkt $p^* = (p_y^*, p_z^*)$ den gemischten Gleichgewichtspunkt von Γ . Jeder Spieler ist gerade indifferent zwischen seinen beiden reinen Strategien, wenn der Gegenspieler die gemischte Strategie p_i^* spielt und es ist vorteilhaft für ihn, ebenfalls zu randomisieren, so dass wir als Reaktionsfunktion des Spielers Y

$$R^Y(p_z^A) = p_y^A = \begin{cases} 1, & \text{wenn } p_z^A > p_z^* \\ (0,1), & \text{wenn } p_z^A = p_z^* \\ 0, & \text{wenn } p_z^A < p_z^* \end{cases}$$

erhalten und als Reaktionsfunktion des Spielers Z

$$R^Z(p_y^A) = p_z^A = \begin{cases} 1, & \text{wenn } p_y^A > p_y^* \\ (0,1), & \text{wenn } p_y^A = p_y^* \\ 0, & \text{wenn } p_y^A < p_y^* \end{cases} .$$

Abbildung I.15a veranschaulicht die zuzuordnenden Gleichgewichtspunkte.

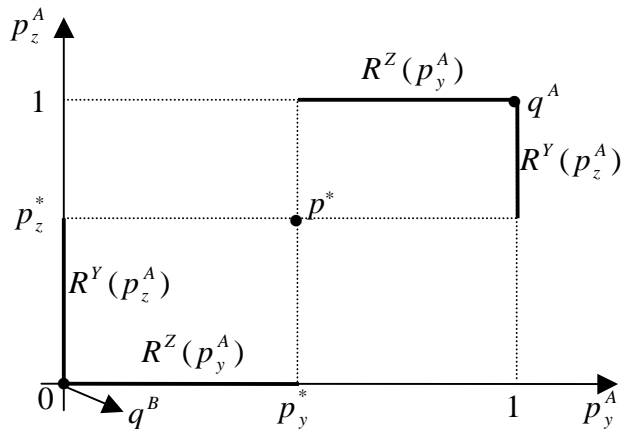


Abb. I.15a: Gleichgewichtspunkte des Ausgangsspiels Γ .

Bei der Analyse zur Auszahlungsdominanz wurde gezeigt, dass Spieler Y das Gleichgewicht q^A präferiert, während Spieler Z das Gleichgewicht q^B bevorzugt. Wie riskant es für einen Spieler ist, an einer reinen Strategie festzuhalten, hängt offenbar entscheidend von den gemischten Strategien p_z^* und p_y^* ab, bei denen beide Spieler Y und Z indifferent sind zwischen den reinen Strategien q_i^A und q_i^B . Da p_z^* einen Schwellenwert darstellt, den p_z^A gerade übersteigen muss, damit es für Spieler Y vorteilhaft ist, die Gleichgewichtsstrategie q_y^A zu spielen, ist es für ihn umso weniger riskant, an dieser Strategie festzuhalten, je geringer p_z^* ist. Umgekehrt ist es für Spieler Z umso weniger riskant, q_z^B zu setzen, je höher p_y^* , je geringer also $(1-p_y^*)$ ist. Verbindet ein Spieler mit der seinem präferierten Gleichgewichtspunkt zugeordneten reinen Strategie ein geringeres Risiko als dies für seinen Gegenspieler der Fall ist, sollte dieser Gleichgewichtspunkt als Spiellösung ausgewählt werden. Das bedeutet, dass diese Auswahl ausschließlich von der Lage des gemischten Gleichgewichtspunktes p^* und damit der besten Antwortstruktur abhängt. Folglich werden die auf verschiedene Gleichgewichtspunkte bezogenen Risiken durch die beste Antwortstruktur erfasst.

Mit Axiom 1 wird nun ein Konzept gesucht, das es ermöglicht, die Spiellösung zu bestimmen, ohne genau zu spezifizieren, in welcher Weise die Risikovergleiche vorzunehmen sind. Dazu betrachten wir das Spiel $\Gamma' = (N, Q, G')$ in Tabelle I.5.

		Anbieter Z	
		q_z^A	q_z^B
Anbieter Y	q_y^A	(I.4.1) – (I.4.2) (I.4.5) – (I.4.6)	0 0
	q_y^B	0 0	(I.4.4) – (I.4.3) (I.4.7) – (I.4.5)

Tab. I.5: Das (aus einer Transformation von Γ entstandene) Spiel Γ' .

In Tabelle I.5 ist ein neues Spiel definiert worden, das zu dem von Tabelle I.4 in einer ganz bestimmten Beziehung steht: Die Payoffs jedes Spielers für eine gegebene Strategie des anderen Spielers werden um ein und denselben Betrag gekürzt. Die Kürzung bedeutet eine Normierung auf Null. Es ist einfach zu zeigen, dass die Abbildung I.15 und I.15a auf dieses Spiel Γ' genauso zutreffen wie auf das Spiel Γ . Daher sind auch die Reaktionsfunktionen dieselben und damit auch die drei Gleichgewichtspunkte q^A , q^B und p^* . Das Ausgangsspiel und Γ' verfügen also über dieselbe beste Antwortstruktur. Die Gleichgewichtspunkte stehen folglich in beiden Spielen in derselben Risikodominanz-Beziehung zueinander und es ist möglich, das Ausgangsspiel zu lösen, indem Γ' gelöst wird. Harsanyi und Selten (1988, S. 87) bezeichnen die den strikten Gleichgewichtspunkten zugeordneten Gewinndifferenzen als die Abweichungsverluste des Spielers i , $i = Y, Z$, in diesen Gleichgewichtspunkten. Sie spiegeln die Verluste wider, die Spieler i entstehen, wenn er einseitig von der betrachteten Gleichgewichtsstrategie abweicht. Je größer diese Verluste sind, umso stärker ist der Anreiz, an einer Strategie festzuhalten.

Wir haben also gezeigt, dass das Spiel Γ das Axiom (1) erfüllt. Eine Gleichgewichtsauswahl ist damit aber noch nicht gelungen, so dass weiter geprüft werden muss, ob Axiom (2) erfüllt ist.

Zu (2): Invarianz bezüglich isomorpher Transformationen

Eine rationale Auswahltheorie muss sich bezüglich ihrer Auswahlkriterien ausschließlich auf strategisch relevante Merkmale des betrachteten Spieles beziehen. Insbesondere dürfen Benennungen von Spielern und Strategien sowie positiv lineare Transformationen der Payoffs keinen Einfluss auf die Spiellösung haben. Wird der Payoff $G(q)$ durch positiv lineare Transformation in den Payoff $G^i(q)$ überführt, sind die Auszahlungen durch die Beziehung, $G^i(q) = \alpha_i G^j(q) + \beta_i$, mit den Konstanten $\alpha_i > 0$ und β_i , für jedes $q \in Q$ und $i = Y, Z$, miteinander verbunden. Das bedeutet, dass $G^i(q)$ und $G^j(q)$ stets zu den gleichen Rangordnungen führen und daher keinen Einfluss auf die Entscheidung eines gewinnmaximierenden Spielers haben. Spiele, die sich nur durch Umbenennungen von Spielern oder Strategien oder durch positiv lineare Transformationen der Auszahlungen unterscheiden, können daher als äquivalent betrachtet werden. Die entsprechenden Modifikationen stellen strukturerhaltende, isomorphe Transformationen dar. Das Kriterium der Invarianz der Spiellösung bezüglich isomorpher Transformationen verlangt daher, dass ein so modifiziertes Spiel dieselbe Lösung hat wie das ursprüngliche Spiel. Wir betrachten das Spiel $\Gamma'' = \Gamma''(N, Q, G'')$ in Tabelle I.6.

		Anbieter Z	
		q_z^A	q_z^B
Anbieter Y	q_y^A	X 1	0 0
	q_y^B	0 0	1 Y

Tab. I.6: Isomorphe Transformation des Spiels Γ' in das Spiel Γ'' .

In Tabelle I.6 wurden die Gewinndifferenzen von Anbieter Y aus Tabelle I.5 dividiert durch die positive Konstante $[(I.4.4) - (I.4.3)]$ und die von Anbieter Z durch die positive Konstante $[(I.4.5) - (I.4.6)]$, so dass die beiden Auszahlungen X und Y definiert sind durch

$$(I.4.8) \quad X := \frac{(I.4.1) - (I.4.2)}{(I.4.4) - (I.4.3)} \quad \text{und}$$

$$(I.4.9) \quad Y := \frac{(I.4.7) - (I.4.5)}{(I.4.5) - (I.4.6)}.$$

Die Auszahlungen aus Tabelle I.5 sind also durch positiv lineare Transformation in die Auszahlungen aus Tabelle I.6 überführt worden. Auch in diesem Fall ist es einfach, zu zeigen, dass die Abbildungen I.15 und I.15a auf Γ'' ebenso zutreffen wie auf Γ' und Γ . Folglich hat Γ'' dieselben Gleichgewichtspunkte q^A , q^B und p^* . Die Risikodominanz-Beziehung zwischen den strikten Gleichgewichtspunkten wird demnach nicht beeinflusst, alle drei Spiele liefern also dieselbe Spiellösung. Wir können mithin Γ lösen, indem wir Γ'' lösen. Dafür sind jedoch innerhalb von Γ'' drei Fälle zu unterscheiden, von denen jeder für sich ein eigenes Spiel definiert. Im einzelnen zu analysieren sind die Spiele Γ_1'' mit $X = Y$ und Γ_2'' mit $X > Y$. Das Spiel Γ_3'' mit $X < Y$ liefert zu Γ_2'' komplementäre Resultate, so dass die zugehörige Spiellösung unmittelbar aus Γ_2'' abgeleitet werden kann.

Γ_1'' ist offensichtlich völlig symmetrisch, und zwischen den beiden reinen Strategienvektoren q^A und q^B könnte nur willkürlich ausgewählt werden. Die Symmetrie des Spiels führt dazu, dass der Gleichgewichtspunkt q^A durch eine Umbenennung der Spieler oder der Strategien vollständig in den Gleichgewichtspunkt q^B übergeht und umgekehrt. Das bedeutet insbesondere, dass zwischen diesen beiden Gleichgewichtspunkten keine Risikodominanz-Beziehung besteht. Der einzige zulässige Gleichgewichtspunkt, der die Symmetrie korrekt widerspiegelt, ist der gemischte Gleichgewichtspunkt p^* . In Γ_1'' wird demnach die Spiellösung nach Axiom (2) eindeutig festgelegt durch p^* .

Anders als Γ_1'' ist das Spiel Γ_2'' nicht symmetrisch, und Axiom (2) ist in diesen Fällen kein hinreichendes Kriterium, nach dem eine Gleichgewichtsauswahl vorgenommen werden könnte. Zur Ermittlung der Spiellösung muss daher auch Axiom (3) herangezogen werden. Dieses Postulat soll im folgenden zunächst erläutert und dann auf Γ_2'' angewendet werden.

Zu (3): Monotonie der Lösung

Ein Lösungskonzept wird als auszahlungsmonoton bezeichnet, wenn gilt: Wenn die Lösung eines Spieles Γ_j ein Gleichgewichtspunkt in reinen Strategien ist, und wenn ein anderes Spiel

Γ_k , $k \neq j$, aus Γ_j durch Verstärkung dieses Gleichgewichtspunktes resultiert, dann haben Γ_j und Γ_k dieselbe Lösung. Wir sagen, dass Γ_k aus Γ_j durch Verstärkung von q^A resultiert, wenn gilt: $\Gamma_k = (N, Q, G_k)$ mit $G_{ki}(q^A) = G_{ji}(q^A) + \lambda_i$ für jedes $i = y, z$ und $G_k(q) = G_j(q)$ für $q \neq q^A$. Dabei sind λ_i nicht-negative Konstanten, von denen mindestens eine positiv ist. Γ_k weicht nur insofern von Γ_j ab, als mindestens ein Spieler in q^A einen höheren Gewinn erzielt (Harsanyi und Selten, 1988, S. 84).

Das Axiom der Monotonie der Lösung basiert nun auf der Vorstellung, dass ein Gleichgewichtspunkt attraktiver wird, wenn mindestens eine diesem Gleichgewichtspunkt zugeordnete Auszahlung steigt. Dies bedeutet insbesondere, dass der verstärkte Gleichgewichtspunkt q^A in Γ_k risikodominant gegenüber dem Gleichgewichtspunkt q^B ist, wenn in Γ_j dieselbe Risikodominanz-Beziehung vorliegt, oder wenn eine solche Beziehung in Γ_j nicht besteht.

In diesem Sinne kann Γ_2'' als ein Spiel betrachtet werden, das aus Γ_1'' aufgrund einer Verstärkung von q^A resultiert. Der Anreiz, q^A zu spielen, wird demnach in Γ_2'' verstärkt. Wegen Axiom (3) muss daher q^A der risikodominante Gleichgewichtspunkt für das Spiel Γ_2'' sein. Da für Γ_3'' analog argumentiert werden kann, ist q^B der risikodominante Gleichgewichtspunkt in Γ_3'' .

Damit konnte Γ'' eindeutig gelöst werden. Da die beste Antwortstruktur in dem Ausgangsspiel aus Tabelle I.4 dieselbe ist wie in Γ'' , gelten dieselben Risikodominanz-Beziehungen auch in dem Ausgangsspiel. Das bedeutet, dass der Gleichgewichtspunkt q^A als Lösung des Ausgangsspiels ausgewählt wird, wenn $X > Y$, q^B ist die Lösung dieses Spiels, wenn $X < Y$.

Durch Einsetzen der entsprechenden Gleichungen erhalten wir für X:

$X=1$. Damit gilt $X \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} Y$, genau dann, wenn $1 \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} \frac{(I.4.7) - (I.4.5)}{(I.4.5) - (I.4.6)}$, beziehungsweise wenn

$2(I.4.5) \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} (I.4.7) + (I.4.6)$. Daraus folgt nach Einsetzen der relevanten Gewinne gemäß (I.4.5), (I.4.7) und (I.4.6)

$$X \geq Y \quad \Leftrightarrow \quad c_s \leq b \left(\frac{1}{2} \sqrt{73} - \frac{7}{2} \right) =: \hat{u}_6 \text{ und}$$

$$X < Y \quad \Leftrightarrow \quad c_s > \hat{u}_6 .$$

Unter Vernachlässigung des Falles $X > Y$ folgt aus diesen Ergebnissen:

Aussage 7:

Die Lösung des in Tabelle I.4 beschriebenen Ausgangsspiels Γ ist

- $q^A = (b, b - c_s)$, genau dann wenn $c_s < \hat{u}_6$ mit $\hat{u}_6 := \frac{1}{2}b(\sqrt{73} - 7)$ und
- $q^B = \left(b - \frac{c_s}{3}, b - \frac{c_s}{3} \right)$, genau dann wenn $c_s > \hat{u}_6$.

Damit wurden eindeutige Lösungen für alle Teilräume des Parameterraumes Ω bestimmt. Im Parametersubraum Ω_1 existiert immer ein einziger Gleichgewichtspunkt mit dem Strategienvektor q^B , in Ω_2 ist die eindeutige Spiellösung gegeben mit q^A und in Ω_3 konnte mit Hilfe des Kriteriums der Risikodominanz eine Auswahl zwischen den beiden Gleichgewichtspunkten q^A und q^B getroffen werden. Im folgenden geht es nunmehr darum, dieses Ergebnis der Gleichgewichtsauswahl in geeigneter Weise mit den Parameterräumen Ω_1 und Ω_2 zu verknüpfen, in denen die Preisspiele von vornherein zu eindeutigen Spiellösungen geführt haben.

Lösungen der Preisspiele im (y,s)-Markt und im (s,s)-Markt

Gemäß Aussage 3 in Verbindung mit Aussage 7 sind in Ω_3 die weiteren Teilräume

$$\Omega_{3a} := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in [\hat{u}_2, \hat{u}_6) \wedge c \geq \frac{2}{3}\hat{u}_2 \right\} \text{ und}$$

$$\Omega_{3b} := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in (\hat{u}_6, \hat{u}_1) \wedge c > \frac{2}{3}\hat{u}_6 \right\}$$

voneinander abzugrenzen. Während Ω_{3a} dem Parameterraum

$$\Omega_2 = \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \hat{u}_2 \wedge c < \hat{u}_2 \right\}$$

zuzuordnen ist, wird Ω_{3b} unter

$$\Omega_1 = \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid \hat{u}_1 \leq c_s \wedge c > \frac{2}{3}\hat{u}_1 \right\}$$

subsumiert. Da $\hat{u}_6 > \hat{u}_2$, kann folglich für die weitere Analyse festgehalten werden:

Aussage 8:

Im (y,s)-Markt und im (s,s)-Markt gilt:

1. q^A ist genau dann der eindeutige Gleichgewichtspunkt, wenn

$$(I.4.10) \quad (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega'_2 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \hat{u}_6 \wedge c < \hat{u}_6 : = \frac{1}{2}b(\sqrt{73} - 7) \right\}.$$

2. q^B ist genau dann der eindeutige Gleichgewichtspunkt, wenn

$$(I.4.11) \quad (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega'_1 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \hat{u}_6 \wedge c > \frac{2}{3}\hat{u}_6 \right\}.$$

3. Der gemischte Strategienvektor $p^* := (p_y^*, p_z^*)$ mit

$$p_y^* = \frac{(I.4.7) - (I.4.5)}{(I.4.7) - (I.4.6)} \quad \text{und} \quad p_z^* = \frac{(I.4.4) - (I.4.3)}{(I.4.4) - (I.4.3) + (I.4.1) - (I.4.2)}$$

ist genau dann der eindeutige Gleichgewichtspunkt, wenn $c_s = \hat{u}_6$.

Abbildung I.16 illustriert die in Aussage 10 formal beschriebenen Parameterräume, die zu den alternativen Gleichgewichtspunkten im (y,s)-Markt sowie im (s,s)-Markt führen.

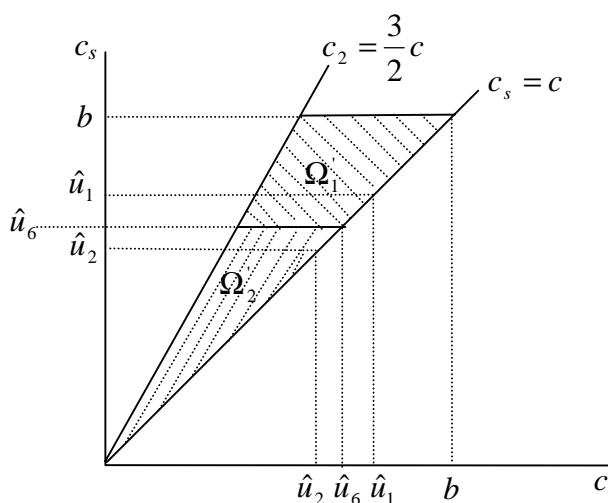


Abb. I.16: Graphische Darstellung der nach der Gleichgewichtsauswahl relevanten Parameterräume Ω'_1 und Ω'_2 .

Interpretation der Ergebnisse

Ω_2' ist gekennzeichnet durch ein niedriges Niveau der Anschaffungskosten sowohl für den standardisierten als auch für den spezifischen Dekoder.

Mit seiner gleichgewichtigen Abonnementgebühr $q_z^A = b - c_s$ kann Z gemäß (I.3.3) gerade noch alle m Konsumenten für sein Programmangebot gewinnen. Dabei erreicht die Abonnementgebühr aufgrund der geringen Anschaffungskosten c_s innerhalb der betrachteten Parameterklasse ein relativ hohes Niveau, was sich für Z gewinnsteigernd auswirkt. Im Vergleich zu $q_z^B = b - \frac{c_s}{3}$ ist q_z^A zwar immer ungünstiger, dies wird aber dadurch kompensiert, dass die mit der Preissetzung induzierte Nachfrage nicht unmittelbar durch den Preis beeinflusst wird. Mit dieser Gewinnsituation kann auch ein gewisser Anreiz des Z erklärt werden, sich für eine standardisierte Dekodertechnologie zu entscheiden, von deren Verfügbarkeit auch sein Konkurrent profitiert. Indem er den Konsumenten die Option auf den Empfang beider Programmangebote eröffnet, kann Z mit seinem eigenen digitalen Programmangebot auch die potentiellen Rezipienten mit einer ausschließlichen Zahlungsbereitschaft für beide Digitalprogramme erreichen. Der positive externe Effekt, den er damit bei seinem Konkurrenten auslöst, bleibt zudem auf eben diese Nachfrage beschränkt, da kein Konsument bei einem Preisvektor q^A den standardisierten Dekoder erwirbt, um damit ausschließlich das Programm des Y zu empfangen.

Unabhängig von seiner Entscheidung auf der ersten Stufe ist es für Y optimal, die im Vergleich zu $q_y^B = b - \frac{c_s}{3}$ höhere Abonnementgebühr $q_y^A = b$ zu fordern, obwohl die Nachfrage nach seinem Programmangebot damit gemäß (I.3.1) reduziert wird. Mit dieser Preissetzung gelingt es ihm, genau die Hälfte aller potentiellen Nachfrager digitaler Programme zu attrahieren. Der Markteintritt wird ihm allerdings nur dadurch möglich, dass Z bei der gegebenen Marktstruktur den standardisierten Dekoder gewählt hat.

Liegen die Anschaffungskosten für die beiden Dekoderarten in Ω_1' , ist also sowohl c als auch c_s hinreichend hoch, ist es für beide Anbieter i , $i = Y, Z$, optimal, ihre Abonnementgebühr auf $q_i^B = b - \frac{c_s}{3}$ festzusetzen, mit der sie gleich hohe Gewinne realisieren. Je höher die Anschaffungskosten für den standardisierten Dekoder sind, umso stärker wirken sich diese

Kosten auf die gleichgewichtigen Preise aus, umso geringer ist damit gemäß (I.3.1ii) und (I.3.3ii) aber auch der negative Preiseinfluss auf die Nachfrage.

Unter Berücksichtigung der Unterschiede hinsichtlich der Anschaffungskosten in den alternativen Parameterklassen werden die Preise q_z^A und q_z^B offenbar einander angenähert, während q_z^B innerhalb einer bestimmten Parameterklasse deutlich höher ist als q_z^A . Bei genügend hohen Anschaffungskosten c_s bleibt auch der Preis des Y gering genug und hat keinen Einfluss auf die Vorteilhaftigkeit der Preissetzung q_z^B . Auch der Strategienvektor q^B führt dazu, dass Y nur deshalb eine positive Nachfrage nach seinem Programmangebot verzeichnet, weil der standardisierte Dekoder verfügbar ist. Der Anreiz für Z, einen standardisierten Dekoder verfügbar zu machen, entstammt auch hier der Möglichkeit zur Nachfragesteigerung in Bezug auf das eigene Programmangebot.

I.4.2 Auswahl eines Gleichgewichtspunktes als Spiellösung in Ω_6

In einem (s,z)-Markt muss gemäß Aussage 6 zwischen den Gleichgewichtspunkten

$q^C := \left(b - \frac{\bar{c}}{2}, b - c\right)$ und $q^B := \left(b - \frac{c_s}{3}, b - \frac{c_s}{3}\right)$ ausgewählt werden, falls $(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega_6$,

wobei $\Omega_6 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in \left[\hat{u}_3 := 4b - c - 4\sqrt{2b(b-c)}, \hat{u}_5 := 3b - 3\sqrt{2b(b-c)} \right] \right\}$
 $\wedge c \in \left(\hat{u}_2 := b(3\sqrt{5} - 6), \hat{u}_4 := b(8\sqrt{3} - 13) \right)$

Die durchzuführenden Untersuchungsschritte entsprechen denen zur Gleichgewichtsauswahl in Ω_3 , so dass wir uns hier auf die wesentlichen Ableitungsschritte und Besonderheiten beschränken können. Aus den Gewinnfunktionen der Anbieter in (I.3.11) und (I.3.13) erhält man die in Tabelle I.7 dargestellte Normalform des Spiels $\hat{\Gamma} = (N, \hat{Q}, \hat{G})$ mit $\hat{Q} = \left\{ \{q_y^C, q_y^B\}, \{q_z^C, q_z^B\} \right\}$ und \hat{G} als den $q \in \hat{Q}$ zugeordneten Gewinnen.

		Anbieter Z	
		q_z^C	q_z^B
Anbieter Y	q_y^C	(I.4.12) ↑ (I.4.16) ←	(I.4.14) ↓ ← (I.4.17)
	q_y^B	(I.4.13) ↑ (I.4.16) →	(I.4.15) ↓ → (I.4.18)

Tab. I.7: Das Spiel \hat{T} mit Abweichungsanreizen (Pfeile).

Die Payoffs in Tabelle I.7 sind :

$$(I.4.12) \quad G^Y(q_y^C, q_z^C) = \left(b - \frac{\bar{c}}{2}\right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{4b}\bar{c}\right)$$

$$(I.4.13) \quad G^Y(q_y^B, q_z^C) = \left(b - \frac{c_s}{3}\right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{3b}c_s + \frac{m}{2b}c\right)$$

$$(I.4.14) \quad G^Y(q_y^C, q_z^B) = \left(b - \frac{\bar{c}}{2}\right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{12b}c_s - \frac{m}{4b}c\right)$$

$$(I.4.15) \quad G^Y(q_y^B, q_z^B) = \left(b - \frac{c_s}{3}\right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{6b}c_s\right)$$

für Spieler Y und

$$(I.4.16) \quad G^Z(q_y^C, q_z^C) = G^Z(q_y^B, q_z^C) = (b - c)m$$

$$(I.4.17) \quad G^Z(q_y^C, q_z^B) = \left(b - \frac{c_s}{3}\right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{12b}c_s - \frac{m}{4b}c\right)$$

$$(I.4.18) \quad G^Z(q_y^B, q_z^B) = \left(b - \frac{c_s}{3}\right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{6b}c_s\right)$$

für Spieler Z. Wie in Kapitel I.4.1 wird zunächst untersucht, ob es sich bei den reinen Strategienvektoren q^C und q^B um strikte Gleichgewichtspunkte handelt. Der Gewinnvergleich für Anbieter Y liefert auch in diesem Spiel ein eindeutiges Ergebnis mit

$$(I.4.12) > (I.4.13) \text{ und } (I.4.14) < (I.4.15),$$

q_y^C ist also strikt beste Antwort des Y auf q_z^C und q_y^B ist strikt beste Antwort des Y auf q_y^B .

Die Gewinne für Anbieter Z sind abhängig von der Parameterkonstellation. Es ist

$$(I.4.16) > (I.4.17) \Leftrightarrow c_s < \frac{9}{2}b - \frac{3}{2}c + \frac{3}{2}\sqrt{17b^2 - 18bc + c^2} =: \bar{u}_o^1 \text{ und}$$

$$c_s > \frac{9}{2}b - \frac{3}{2}c - \frac{3}{2}\sqrt{17b^2 - 18bc + c^2} =: \bar{u}_u^1.$$

Der Gewinn gemäß (I.4.16) ist daher immer größer als der Gewinn gemäß (I.4.17), wenn die Bedingung $c_s \in (\bar{u}_u^1, \bar{u}_o^1)$ für alle $(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega_6$ erfüllt ist. Ob dies der Fall ist, prüfen wir über eine Betrachtung der Intervallgrenzen von c_s und c in Ω_6 . In diesem Parameterraum ist

$$c_s \leq \min\left(\hat{u}_5, b, \frac{3}{2}c\right) \text{ und } c_s > \max(c, \hat{u}_3) \text{ sowie } c \in (\hat{u}_1, \hat{u}_4).$$

Demnach erfüllen alle $(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega_6$ in jedem Fall die Bedingung $c_s \in (\bar{u}_u^1, \bar{u}_o^1)$, wenn $\bar{u}_o^1 > b$ und $\bar{u}_u^1 \leq c$. Die Bedingung $\bar{u}_o^1 > b$ ist genau dann erfüllt, wenn $c < \frac{13}{15}b$ und, da $\frac{13}{15}b > \hat{u}_4$, für alle Parameterkonstellationen in Ω_6 . Weiterhin gilt $\bar{u}_u^1 \leq c$ genau dann, wenn $c \leq \frac{3}{4}b(\sqrt{17} - 3) =: \hat{c}$. Da $\hat{u}_2 < \hat{u}_1 < \hat{c} < \hat{u}_4$ und $\max(c, \hat{u}_3) = \hat{u}_3$ für alle $c > \hat{u}_1$, muss hier für alle $c \in [\hat{c}, \hat{u}_4)$ zusätzlich geprüft werden, ob auch $\bar{u}_u^1 \leq \hat{u}_3$ zutrifft. Wir erhalten nach Einsetzen der Definitionen von \bar{u}_u^1 und \hat{u}_3 die Ungleichung

$$\frac{9}{2}b - \frac{3}{2}c - \frac{3}{2}\sqrt{17b^2 - 18bc + c^2} \leq 4b - c - 4\sqrt{2b(b-c)},$$

und nach einfachen Umformungen

$$b - c + 8\sqrt{2b(b-c)} \leq 3\sqrt{17b^2 - 18bc + c^2}.$$

Die letzte Ungleichung ist für alle $c \in \Omega$ und folglich auch für alle $c \in [\hat{c}, \hat{u}_4)$ als strikte Ungleichung erfüllt. Alle Parameterkonstellationen in Ω_6 erfüllen also die Bedingung $c_s \in (\bar{u}_u^1, \bar{u}_o^1)$. Demnach ist (I.4.16) in Ω_6 größer als (I.4.17) und q_z^C ist strikt beste Antwort des Z auf q_y^C . Bei dem Punkt q^C handelt es sich also um einen strikten Gleichgewichtspunkt.

q_z^B ist strikt beste Antwort des Z auf q_y^C , wenn die Ungleichung

$$(I.4.18) > (I.4.16)$$

zutrifft. Dies ist genau dann der Fall, wenn

$$c_s < \hat{u}_5 ,$$

was in Ω_6 immer zutrifft. Damit stellt aber auch q^B einen strikten Gleichgewichtspunkt dar. Die entsprechende Anreizstruktur wird symbolisiert durch die in Tabelle I.7 integrierten Pfeile. Wir haben also gezeigt, dass das Spiel $\hat{\Gamma}$ zwei strikte Gleichgewichtspunkte hat, und zwar q^C und q^B . Daher ist eine Gleichgewichtsauswahl notwendig.

Zur Anwendung des Kriteriums der Perfektheit gegenüber uniformen Perturbationen betrachten wir nun ε -perturbierte Spiele. Es zeigt sich, dass die Strategien, q_y^C und q_z^C mit maximaler Wahrscheinlichkeit zu spielen, Gleichgewichtsstrategien sind, wenn $\varepsilon < \min[\tilde{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_2]$, mit

$$\tilde{\varepsilon}_1 := \frac{(I.4.12) - (I.4.13)}{(I.4.12) - (I.4.13) + (I.4.15) - (I.4.14)} ,$$

$$\tilde{\varepsilon}_2 := \frac{(I.4.16) - (I.4.17)}{(I.4.18) - (I.4.17)}$$

und $\tilde{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_2 \in (0,1)$. Die Strategien q_y^B und q_z^B mit maximaler Wahrscheinlichkeit zu spielen, sind wechselseitig beste Antworten, wenn $\varepsilon < \min[\tilde{\varepsilon}_3, \tilde{\varepsilon}_4]$, mit

$$\tilde{\varepsilon}_3 := \frac{(I.4.15) - (I.4.14)}{(I.4.15) - (I.4.14) + (I.4.12) - (I.4.13)} ,$$

$$\tilde{\varepsilon}_4 := \frac{(I.4.18) - (I.4.16)}{(I.4.18) - (I.4.17)}$$

und $\tilde{\varepsilon}_3, \tilde{\varepsilon}_4 \in (0,1)$. Sowohl q^C als auch q^B sind mithin Grenzwerte einer Folge von ε -perturbierten Spielen, die gegen Null konvergiert. Sie stellen daher beide gleichmäßig perfekte Gleichgewichtspunkte dar, so dass eine Gleichgewichtsauswahl nach dem Kriterium der Perfektheit nicht gelungen ist.

Es lässt sich auch zeigen, dass keiner der beiden Gleichgewichtspunkte den anderen payoffdominiert, so dass im nächsten Schritt das Kriterium der Risikodominanz heranzuziehen ist.

Anwendung des axiomatischen Auswahlverfahrens

Dafür wird das in Tabelle I.7 beschriebene Spiel $\hat{\Gamma}$ zunächst lösungserhaltend nach den Kriterien „Invarianz bezüglich der besten Antwortstruktur“ und „Invarianz bezüglich isomorpher Transformationen“ in das Spiel $\hat{\Gamma}''$ überführt. Wir erhalten so die in Tabelle I.8 dargestellte Normalform von $\hat{\Gamma}''$. Tabelle I.8 ist nach dem gleichen Verfahren aus Tabelle I.7 entwickelt worden, wie Tabelle I.6 aus Tabelle I.4.

		Anbieter Z	
		q_z^C	q_z^B
Anbieter Y	q_y^C	V 1	0 0
	q_y^B	0 0	1 Z

Tab. I.8: Transformiertes Ausgangsspiel $\hat{\Gamma}''$.

In Tabelle I.8 ist

$$(I.4.19) \quad V = \frac{(I.4.12) - (I.4.13)}{(I.4.15) - (I.4.14)} \quad \text{und}$$

$$(I.4.20) \quad Z = \frac{(I.4.18) - (I.4.16)}{(I.4.16) - (I.4.17)}.$$

Nach dem Kriterium der Monotonie der Lösung ist q^C eindeutige Lösung des Spiels, falls $V > Z$ und q^B ist eindeutige Spiellösung, falls $V < Z$. Nach Einsetzen der relevanten Gewinne ergibt sich für V:

$$V = 1,$$

und damit $V \underset{<}{\geq} Z$ genau dann, wenn $1 \underset{<}{\geq} Z$. Diese Bedingung ist ihrerseits gemäß (I.4.20)

genau dann erfüllt, wenn $2(I.4.16) \underset{<}{\geq} (I.4.18) + (I.4.17)$. Gemäß (I.4.16), (I.4.18) und (I.4.17)

ist

$$V \geq Z \Leftrightarrow c_s \geq \frac{1}{2} \left(7b - c - \sqrt{c^2 - 98bc + 97b^2} \right) =: \delta \quad \text{und}$$

$$V < Z \Leftrightarrow c_s < \delta.$$

Wir können daher folgende Aussage treffen:

Aussage 9:

Das Preisspiel in der Marktstruktur (s,z) hat die Lösung

- $q^C = \left(b - \frac{\bar{c}}{2}, b - c \right)$, wenn $c_s > \delta$, mit $\delta := \frac{1}{2} \left(7b - c - \sqrt{c^2 - 98bc + 97b^2} \right)$

und

- $q^B = \left(b - \frac{c_s}{3}, b - \frac{c_s}{3} \right)$, wenn $c_s < \delta$.

Damit ist auch in Ω_6 mit Hilfe des Kriteriums der Risikodominanz eine Gleichgewichtsauswahl gelungen. Es zeigt sich, dass die Auswahlbedingung $c_s < \delta$ in Ω_6 zu derselben Spiellösung führt, die für den Parameterraum Ω_4 abgeleitet wurde, während die Bedingung $c_s > \delta$ dieselbe Spiellösung wie im Parameterraum Ω_5 impliziert. Diese an c_s geknüpften Auswahlbedingungen werden wir im folgenden nutzen, um Ω_6 weiter zu zerlegen und die so erhaltenen Teilräume dann in geeigneter Weise mit Ω_4 und Ω_5 zu verknüpfen.

Der Fall $c_s < \delta$ und damit $V < Z$ setzt $\delta > c$ voraus, weil annahmegemäß $c_s > c$ gilt. Es zeigt sich, dass diese Bedingung genau dann erfüllt ist, wenn $c > \hat{u}_6$. Der Fall $c_s > \delta$ mit $V > Z$ setzt voraus, dass $\delta < b$, was genau dann gegeben ist, wenn $c < \frac{9}{11}b$. Da

$\hat{u}_2 < \hat{u}_6 < \frac{9}{11}b < \hat{u}_4$, sind also in Ω_6 die Teilräume

$$\Omega_{6a} := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in (\max(\hat{u}_3, \delta), \hat{u}_5] \wedge c \in \left(\hat{u}_2, \frac{9}{11}b \right) \right\} \quad \text{und}$$

$$\Omega_{6b} := \{(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in (\hat{u}_3, \delta) \wedge c_s \leq \hat{u}_5 \wedge c \in (\hat{u}_6, \hat{u}_4)\}$$

zu unterscheiden. Um zu untersuchen, welche Rolle die Restriktion $\max(\hat{u}_3, \delta)$ in Ω_{6a} spielt, kann auf die Forderung $c_s > c$ zurückgegriffen werden. Es ist

$$\hat{u}_3 > c \Leftrightarrow c > \hat{u}_1 \text{ und}$$

$$\delta > c \Leftrightarrow c > \hat{u}_6.$$

Da außerdem $\hat{u}_1 > \frac{9}{11}b$, ist \hat{u}_3 in dem relevanten Intervall von c immer kleiner als c und damit auch kleiner als δ , so dass Ω_{6a} verkürzt wird zu

$$\Omega_{6a} := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in (\delta, \hat{u}_5] \wedge c \in \left(\hat{u}_2, \frac{9}{11}b \right) \right\}.$$

In Ω_{6a} ist die Spiellösung gemäß Aussage 9 gegeben durch q^C und in Ω_{6b} erhalten wir als Spiellösung q^B . Das bedeutet ferner, dass

$$\Omega_5 = \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \hat{u}_5 \wedge c < \frac{7}{9}b \right\} \text{ um den Teilraum } \Omega_{6a} \text{ ergänzt wird und}$$

$$\Omega_4 = \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \leq \hat{u}_3 \wedge c > \hat{u}_1 \right\} \text{ um den Teilraum } \Omega_{6b}.$$

Wir erhalten so die erweiterten Parameterräume

$$\Omega'_4 := \Omega_4 \cup \Omega_{6b} = \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \delta \wedge c > \hat{u}_6 \right\} \text{ beziehungsweise}$$

$$\Omega'_5 := \Omega_5 \cup \Omega_{6a} = \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \delta \wedge c < \frac{9}{11}b \right\}.$$

Aussage 10 fasst die Ergebnisse zusammen.

Aussage 10:

Im (s,z)-Markt gilt

1. q^C ist genau dann der eindeutige Gleichgewichtspunkt, wenn

$$(I.4.21) \quad (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega'_5 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid \begin{array}{l} c_s > \delta := \frac{1}{2} \left(7b - c - \sqrt{c^2 - 98bc + 97b^2} \right) \\ \wedge c < \frac{9}{11}b \end{array} \right\}$$

2. q^B ist genau dann der eindeutige Gleichgewichtspunkt, wenn

$$(I.4.22) \quad (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega'_4 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \delta \wedge c > \hat{u}_6 := \frac{1}{2}b(\sqrt{73}-7) \right\}.$$

3. Der gemischte Strategienvektor $p^{**} := (p_y^{**}, p_z^{**})$ mit

$$p_y^{**} = \frac{(I.4.18) - (I.4.16)}{(I.4.18) - (I.4.17)} \quad \text{und} \quad p_z^{**} := \frac{(I.4.15) - (I.4.14)}{(I.4.15) - (I.4.14) + (I.4.12) - (I.4.13)}$$

ist genau dann eindeutiger Gleichgewichtspunkt, wenn $c_s = \delta$.

In den Marktmodellen (y,s) und (s,s) konnte das Spielergebnis mit Hilfe von Abbildung I.16 leicht graphisch veranschaulicht werden. Im Marktmodell (s,z) ist dies nicht ohne weiteres möglich, da die Intervallgrenzen innerhalb von Ω'_4 und Ω'_5 von c abhängen. Um das Ergebnis dennoch in übersichtlicher Form darstellen zu können, bestimmen wir zunächst die Teilintervalle von c , die zu identischen Intervallen von c_s führen.

In Ω_{6a} werden die Intervallgrenzen gemäß Ω festgelegt durch

$$\max(c, \delta) \quad \text{und} \quad \min\left(\hat{u}_5, b, \frac{3}{2}c\right).$$

Relevant sind folglich die Äquivalenzen

$$\begin{aligned} \max(c, \delta) = c &\Leftrightarrow c \leq \hat{u}_6 \\ \min(\hat{u}_5, b) = \hat{u}_5 &\Leftrightarrow c \leq \frac{7}{9}b \quad \text{und} \\ \min\left(\hat{u}_5, \frac{3}{2}c\right) = \hat{u}_5 &\Leftrightarrow c \leq \hat{u}_1. \end{aligned}$$

In Ω_{6b} sind

$$\max(c, \hat{u}_3) \quad \text{und} \quad \min(\delta, \hat{u}_5, b)$$

entscheidend beziehungsweise die Äquivalenzen

$$\begin{aligned} \max(c, \hat{u}_3) = c &\Leftrightarrow c \leq \hat{u}_1 \\ \min(\delta, b) = \delta &\Leftrightarrow c \leq \frac{9}{11}b \\ \min(\hat{u}_5, b) = \hat{u}_5 &\Leftrightarrow c \leq \frac{7}{9}b. \end{aligned}$$

Ferner zeigt sich, dass $\frac{\partial \delta}{\partial c} > 0$ für alle $c \in \Omega$, dass also δ in c strikt steigt. Auch \hat{u}_5 nimmt mit zunehmendem c steigende Werte an. Für alle $c \in \left(\hat{u}_2, \frac{7}{9}b\right)$ gilt aber $\delta < \hat{u}_5$.

In Ω_5 werden die Intervalle determiniert durch

$$\max(c, \hat{u}_5) \text{ und } \min\left(b, \frac{3}{2}c\right), \text{ wobei}$$

$$\max(c, \hat{u}_5) = \hat{u}_5 \Leftrightarrow c \geq \hat{u}_2.$$

In Ω_4 ist $\min(\hat{u}_3, b) = \hat{u}_3 \Leftrightarrow c \leq \hat{u}_4$.

Aus diesen Äquivalenzen lässt sich unter Beachtung der Relationen $\hat{u}_2 < \hat{u}_6 < \frac{7}{9}b < \frac{9}{11}b < \hat{u}_1 < \hat{u}_4$ Tabelle I.9 ableiten. Darin sind alle in Ω_4 , Ω_5 , Ω_{6a} und Ω_{6b} für Teilintervalle von c abgrenzbaren Intervalle von c_s aufgeführt. Es zeigt sich, dass die Zusammenfassung dieser Intervalle gerade Ω ergibt.

Bei der ökonomischen Interpretation der abgegrenzten Parameterteilräume und der zugehörigen Gleichgewichtsszenarien können wir uns weitgehend die bei Ω_1' und Ω_2' herangezogenen Argumente zunutze machen. Ω_5' ist wie Ω_2' gekennzeichnet durch ein relativ geringes Niveau der Anschaffungskosten für den spezifischen Dekoder, die Differenz \bar{c} kann allerdings in Ω_5' durchaus einen höheren Wert annehmen als in Ω_2' , was sich negativ sowohl auf die optimale Gebühr $q_y^c = b - \frac{\bar{c}}{2}$ auswirkt, die Anbieter Y setzt, als auch auf die auf ihn zukommende Nachfrage. Auf den Preis des Z haben niedrige Kosten für den spezifischen Dekoder in jedem Fall einen günstigen Einfluss, da die gleichgewichtige Abonnementgebühr $q_z^c = b - c$ nur von den Parametern b und c abhängt. Dieser Preiseffekt der Kosten c und die Unabhängigkeit der Nachfrage von seiner Abonnementgebühr begründet die Vorteilhaftigkeit für Anbieter Z, einen Preis innerhalb des Definitionsbereiches (i) seiner Gewinnfunktion zu setzen. In Ω_4' sind die Anschaffungskosten für beide Dekoderarten relativ hoch, was insbesondere zur Folge hat, dass q_i^b vergleichsweise gering wird. Wie in Ω_1' wird aber der Gewinn dennoch maximal, da der Preiseffekt durch den Nachfrageeffekt überkompensiert wird.

Wenn dann in	$c \in (0, \hat{u}_2)$	$c \in (\hat{u}_2, \hat{u}_6]$	$c \in \left(\hat{u}_6, \frac{7}{9}b\right)$	$c \in \left[\frac{7}{9}b, \frac{9}{11}b\right)$	$c \in \left[\frac{9}{11}b, \hat{u}_1\right]$	$c \in (\hat{u}_1, \hat{u}_4)$	$c \in [\hat{u}_4, b)$
Ω_4	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset	$c_s \in (c, \hat{u}_3]$	$c_s \in (c, b]$
Ω_{6b}	\emptyset	\emptyset	$c_s \in (c, \delta)$	$c_s \in (c, \delta)$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (\hat{u}_3, b]$	\emptyset
Ω_5	$c_s \in \left(c, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right)\right]$	$c_s \in (\hat{u}_5, b]$	$c_s \in (\hat{u}_5, b]$	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset
Ω_{6a}	\emptyset	$c_s \in (c, \hat{u}_5]$	$c_s \in (\delta, b]$	$c_s \in (\delta, b]$	\emptyset	\emptyset	\emptyset
Ω	$c_s \in \left(c, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right)\right]$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (c, b],$ $c_s \neq \delta$	$c_s \in (c, b],$ $c_s \neq \delta$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (c, b]$

Tab. I.9: Zusammenfassung der Parameterräume Ω_4 , Ω_5 und Ω_6 nach der Gleichgewichtsauswahl in Ω_6 .

Während Anbieter Y in den Märkten (y,s) und (s,s) davon profitiert, dass Z sich auf den standardisierten Dekoder festlegt, liegt der Vorteil im (s,z)-Markt bei Anbieter Z. Der Anreiz für einen Anbieter, hier Y, sich auf den standardisierten Dekoder festzulegen, ergibt sich auch hier in erster Linie aus der Möglichkeit, damit die Konsumenten für das eigene Programm zu gewinnen, die beide Programmangebote nutzen möchten. Ob Y tatsächlich diese Nachfrager erreicht, hängt allerdings entscheidend von der Preissetzung seines Konkurrenten ab. Z hat keinen Anreiz, einen Preis zu setzen, der eine positive Nachfrage nach beiden Programmangeboten verhindert, da er ebenfalls von entsprechenden Nachfrage profitiert. Bei hinreichend geringen Kosten für den spezifischen Dekoder ist es für ihn aber vorteilhaft, wenn er seine Abonnementgebühr so wählt, dass er damit zusätzlich die Konsumenten mit ausschließlicher Zahlungsbereitschaft für Programm z attrahieren kann.

Mit der Ermittlung der Spiellösungen für alle relevanten Parametersubräume in den drei alternativen Märkten, auf denen ein standardisierter Dekoder verfügbar ist, ist die zweite Stufe des in Abbildung I.3 aus Kapitel I.3.1 beschriebenen Spieles gelöst. Tabelle I.10 gibt einen Überblick über die bislang abgeleiteten Ergebnisse. Bevor wir die Untersuchung mit Blick auf die optimale Technologiewahl der Anbieter fortsetzen, soll in Form eines Exkurses geprüft werden, inwieweit die Marktergebnisse durch die Annahme $c_s > c$ beeinflusst sind.

I.4.3 Exkurs: Aufhebung der Kostenunterschiede zwischen den Hardwarekomponenten

Welche Bedeutung die Annahme $c_s > c$ (S. 35) für die vorstehend abgeleiteten Marktergebnisse hat, wird deutlich wenn man einmal $c_s > c$ durch $c_s = c$ ersetzt. Ein Vergleich der Gewinnfunktionen in allen Marktmodellen, die den standardisierten Dekoder s enthalten, zeigt, dass die aufgezeigten Unterschiede in diesem Fall vollständig eliminiert werden. Mit $c_s = c$ werden die Gewinnfunktionen (I.3.1), (I.3.11) und (I.3.22) für Anbieter Y zu

$$(I.4.23) \quad G^Y(q_y, q_z) = \begin{cases} q_y \left[m - \frac{m}{2b} q_y \right], & \text{wenn } q_z \leq b - c \quad (i) \\ q_y \left[\frac{3}{2} m - \frac{m}{2b} (q_y + q_z + c) \right], & \text{wenn } b - c < q_z \leq b \quad (ii) \\ q_y \left[m - \frac{m}{2b} (q_y + c) \right], & \text{wenn } q_z > b \quad (iii) \end{cases}$$

Gleichgewichtspunkte

Marktmodell	$q^A := (b, b - c)$	$q^B := \left(b - \frac{c_s}{3}, b - \frac{c_s}{3}\right)$	$q^C := \left(b - \frac{\bar{c}}{2}, b - c\right)$	$q^D := \left(b - \frac{c}{2}, b - c\right)$
(y,s)	$\Omega'_2 := \{(\cdot) \mid c_s < \hat{u}_6 \wedge c < \hat{u}_6\}$	$\Omega'_1 := \left\{(\cdot) \mid c_s > \hat{u}_6 \wedge c > \frac{2}{3}\hat{u}_6\right\}$		
(s,s)	$\Omega'_2 := \{(\cdot) \mid c_s < \hat{u}_6 \wedge c < \hat{u}_6\}$	$\Omega'_1 := \left\{(\cdot) \mid c_s > \hat{u}_6 \wedge c > \frac{2}{3}\hat{u}_6\right\}$		
(s,z)		$\Omega'_4 := \{(\cdot) \mid c_s < \delta \wedge c > \hat{u}_6\}$	$\Omega'_5 := \left\{(\cdot) \mid c_s > \delta \wedge c < \frac{9}{11}b\right\}$	
(y,z)				$\Omega := \left\{(\cdot) \mid c_s \in \left(c, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right)\right]\right\}$

Tabelle 1.10: Spielergebnisse in den alternativen Marktmodellen.

In Tabelle 1.10 ist $\hat{u}_6 := \frac{1}{2}b(\sqrt{73} - 7)$ und $\delta := \frac{1}{2}(7b - c - \sqrt{c^2 - 98bc + 97b^2})$.

und für Anbieter Z erhalten wir gemäß (I.3.3), (I.3.13) und (I.3.24)

$$(I.4.24) \quad G^Z(q_y, q_z) = \begin{cases} q_z m, & \text{wenn } q_z \leq b - c & \text{(i)} \\ q_z \left[\frac{3}{2} m - \frac{m}{2b} (q_y + q_z + c) \right], & \text{wenn } b - c < q_z \leq b & \text{(ii)} \\ 0, & \text{wenn } q_z > b & \text{(iii)} \end{cases} .$$

Die zugehörigen Preisspiele finden in dem dreidimensionalen Parameterraum $\tilde{\Omega} := \{(c, u_z, \alpha) \in R_{++}^3 \mid c \in (0, b)\}$ statt. Die Gleichgewichtsanalyse zerlegt $\tilde{\Omega}$ in die Teilräume $\tilde{\Omega}_1 := \{(c, u_z, \alpha) \in \tilde{\Omega} \mid c \geq \hat{u}_1 := b(\sqrt{8} - 2)\}$, $\tilde{\Omega}_2 := \{(c, u_z, \alpha) \in \tilde{\Omega} \mid c < \hat{u}_2 := b(3\sqrt{5} - 6)\}$ und $\tilde{\Omega}_3 := \{(c, u_z, \alpha) \in \tilde{\Omega} \mid c \in [\hat{u}_2, \hat{u}_1]\}$. Während alle Preisspiele in $\tilde{\Omega}_1$ den eindeutigen Gleichgewichtspunkt $\tilde{q}^B := (\tilde{q}_y^B, \tilde{q}_z^B) = \left(b - \frac{c}{3}, b - \frac{c}{3}\right)$ liefern und alle Preisspiele in $\tilde{\Omega}_2$ den eindeutigen Gleichgewichtspunkt $\tilde{q}^A := (\tilde{q}_y^A, \tilde{q}_z^A) = (b, b - c)$, sind in $\tilde{\Omega}_3$ sowohl \tilde{q}^B als auch \tilde{q}^A Gleichgewichtspunkte. Nach der Gleichgewichtsauswahl in $\tilde{\Omega}_3$ erhalten wir als Spiellösungen

- \tilde{q}^A genau dann, wenn $(c, \alpha, u_z) \in \tilde{\Omega}'_2 := \left\{ (c, u_z, \alpha) \in \tilde{\Omega} \mid c < \hat{u}_6 := \frac{1}{2} b(\sqrt{73} - 7) \right\}$ und
- \tilde{q}^B genau dann, wenn $(c, \alpha, u_z) \in \tilde{\Omega}''_1 := \left\{ (c, u_z, \alpha) \in \tilde{\Omega} \mid c > \hat{u}_6 \right\}$.

Die Gleichgewichtspreise beider Anbieter sind in \tilde{q}^B höher als in q^B . In \tilde{q}^A kann Z zwar einen höheren Preis setzen im Vergleich zu $q^A := (b, b - c_s)$, im Vergleich zu $q^C := \left(b - \frac{\bar{c}}{2}, b - c\right)$ hat er jedoch keinen Vorteil.

Die Annahme $c_s > c$ war motiviert worden durch die Vorstellung, dass den Konsumenten von vornherein, also vor dem Beginn der Programmausstrahlung, ein standardisiertes Gerät zur Verfügung gestellt werden kann, das sich gegenüber den spezifischen Geräten durch einen größeren Empfangsbereich auszeichnet und daher in der Anschaffung teurer ist. Dem Vorteil der Standardisierung hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten stehen damit auf Seiten der Nachfrager auch Kosten gegenüber. Die Modellanalyse bezieht sich auf die Frage nach den Anreizen zur ex ante Standardsetzung auf der Anbieterseite.

Die Tatsache, dass auf die Unterscheidung zwischen einseitiger und gemeinsamer Standardsetzung verzichtet werden kann, wenn $c_s = c$ gesetzt wird, zeigt aber, dass es unter einer anderen Fragestellung durchaus sinnvoll sein kann, von identischen Anschaffungskosten für die alternativen Empfangsgeräte auszugehen. Wir werden den Fall $c_s = c$ noch einmal in Modell 1b aufgreifen. Dieses Modell dient als Grundlage eines Verhandlungsspiels, in dem es um die Öffnung eines vorhandenen spezifischen Dekoders für das Konkurrenzprogramm, also um die nachträgliche Erweiterung des Empfangsbereiches im Sinne einer ex post Standardsetzung geht. Insbesondere bei dem späteren Vergleich der Modellergebnisse müssen wir uns daher in erster Linie auf die modifizierten Spiellösungen \tilde{q}^A und \tilde{q}^B beziehen.

I.5 Gleichgewichtsanalyse in Bezug auf die Technologiewahl

I.5.1 Abgrenzung der relevanten Spiele

In Kapitel I.4 wurde gezeigt, dass die Preisspiele aller Marktmodelle, die den standardisierten Dekoder enthalten, nicht zu ein und derselben Lösung für den gesamten Parameterraum Ω aus (I.3.8) führen. Vielmehr konnten für jedes dieser Marktmodelle zwei Parameterteilräume bestimmt werden, in denen die Preisspiele jeweils unterschiedliche Lösungen haben. Welche Lösung auf der zweiten Stufe des in Kapitel I.3.1 beschriebenen Spieles realisiert wird, hängt von der tatsächlichen Parameterkonstellation ab, unter denen die Spieler ihre Entscheidung zu treffen haben. Damit sind aber auch hinsichtlich des Technologiespiels Fallunterscheidungen vorzunehmen. Im einzelnen sind die folgenden alternativen Spiele abzugrenzen.

- (1) q^B ist die Lösung aller Preisspiele in den Marktmodellen (y,s), (s,s) und (s,z).
- (2) q^A ist die Lösung aller Preisspiele in den Marktmodellen (y,s) sowie (s,s), und q^B ist die Lösung aller Preisspiele im Marktmodell (s,z).
- (3) q^B ist die Lösung aller Preisspiele in den Marktmodellen (y,s) sowie (s,s), und q^C ist die Lösung aller Preisspiele im Marktmodell (s,z).
- (4) q^A ist die Lösung aller Preisspiele in den Marktmodellen (y,s) sowie (s,s) und q^C ist die Lösung aller Preisspiele im Marktmodell (s,z)

Vor der theoretischen Betrachtung der ersten Spielstufe muss daher geprüft werden, ob die aufgezeigten Gleichgewichtskonstellationen unter den Modellbedingungen tatsächlich auftreten können. Andernfalls ist das betrachtete Spiel nicht definiert und kann aus der weiteren Analyse herausgenommen werden. Dabei beziehen wir uns im wesentlichen auf die

in Tabelle I.10 zusammengefassten Ergebnisse der Preisspiele mit den jeweils zugeordneten Parameterräumen.

Die unter (1) beschriebene Gleichgewichtskonstellation auf der ersten Spielstufe tritt gemäß Tabelle I.10 genau dann auf, wenn es eine nicht leere Schnittmenge $\Omega_1' \cap \Omega_4' =: \Phi_1$ gibt. Da Ω_4' nur $c > \hat{u}_6$ enthält, gehören alle $c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \hat{u}_6\right]$ aus Ω_1' nicht zu dieser Schnittmenge. Wir erhalten also

$$(I.5.1) \quad \Phi_1 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \delta \wedge c > \hat{u}_6 \right\}.$$

Vergleicht man Φ_1 mit Ω_4' , zeigt sich, dass beide Mengen identisch sind. Die Schnittmenge Φ_1 enthält also Ω_4' als Teilmenge, während sie Elemente von Ω_1' nur für $c > \hat{u}_6$ enthält. Der folgende Spielbaum verdeutlicht das resultierende Spiel, wobei berücksichtigt wurde, dass alle Preisspiele im (y,z)-Markt immer q^D als Lösung haben.

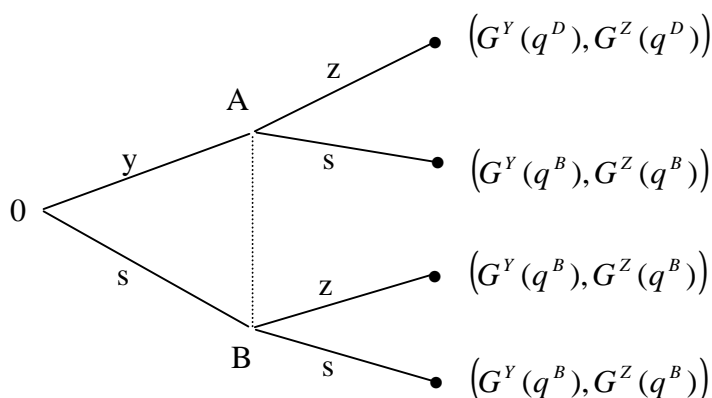


Abb. I.17: Spielbaum des Technologiespiels im Parametersubraum $\Phi_1 \subset \Omega$.

Die Gleichgewichtskonstellation (2) tritt auf, wenn die Schnittmenge $\Omega_1' \cap \Omega_5' =: \Phi_2$ nicht leer ist. Da Ω_5' nur $c < \frac{9}{11}b$ enthält und Ω_1' nur $c > \frac{2}{3}\hat{u}_6$, kann diese Schnittmenge nur Elemente enthalten, deren Komponente c im Intervall $\left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \frac{9}{11}b\right)$ liegt. Die korrespondierende Komponente c_s muss gemäß Tabelle I.10 die Bedingung $c_s > \max(\hat{u}_6, \delta)$ erfüllen, wobei $\max(\hat{u}_6, \delta) = \delta$ für alle $c > \hat{u}_6$. Daraus folgt

$$(I.5.2) \quad \Phi_2 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \max(\hat{u}_6, \delta) \wedge c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \frac{9}{11}b \right) \right\}.$$

Weder Ω_1' noch Ω_5' ist eine Teilmenge von Φ_2 . Elemente von Ω_5' sind nicht in Φ_2 enthalten, soweit $c \leq \frac{2}{3}\hat{u}_6$ und Elemente von Ω_1' sind nicht in Φ_2 enthalten, soweit $c \geq \frac{9}{11}b$.

Abbildung I.18 stellt den Spielbaum des zugehörigen Technologiespiels dar.

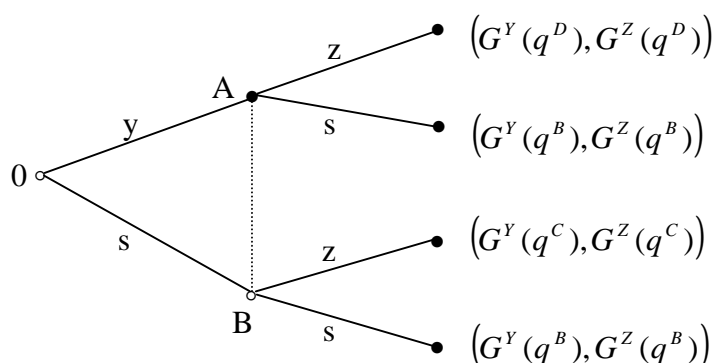


Abb. I.18: Spielbaum des Technologiespiels im Parametersubraum $\Phi_2 \subset \Omega$.

Die Gleichgewichtskonstellation (3) tritt ein, wenn die Schnittmenge $\Omega_2' \cap \Omega_5' =: \Phi_3$ nicht leer ist. Da Ω_2' nur $c < \hat{u}_6$ enthält, kann Φ_3 ebenfalls nur $c < \hat{u}_6$ enthalten. Für $c < \hat{u}_6$ ist aber $\delta < c$, so dass die Bedingung $c_s > \delta$ aus Ω_5' nicht gesondert berücksichtigt werden braucht. Gemäß Tabelle I.10 erhalten wir so

$$(I.5.3) \quad \Phi_3 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \hat{u}_6 \wedge c < \hat{u}_6 \right\}.$$

Es zeigt sich, dass Ω_2' eine Teilmenge von Φ_3 ist. Die Schnittmenge beinhaltet Elemente von Ω_5' jedoch nicht für $c \in \left[\hat{u}_6, \frac{9}{11}b \right)$. Den relevanten Spielbaum beschreibt Abbildung I.19.

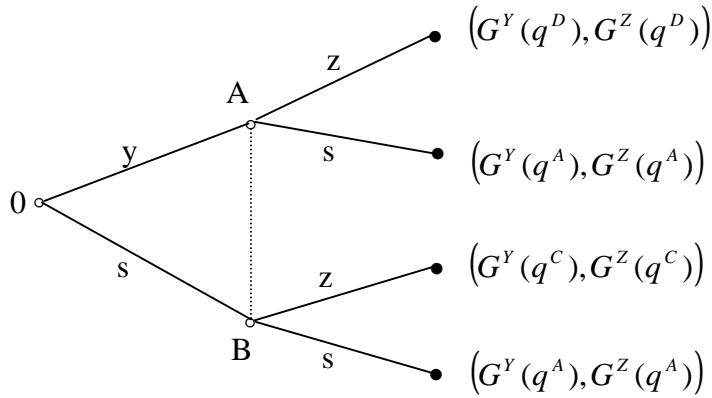


Abb. I.19: Spielbaum des Technologiespiels im Parametersubraum $\Phi_3 \subset \Omega$.

Die Gleichgewichtskonstellation (4) folgt genau dann, wenn die Schnittmenge $\Omega_2' \cap \Omega_4'$ nicht leer ist. Da aber Ω_2' nur $c < \hat{u}_6$ enthält und Ω_4' nur $c > \hat{u}_6$ gibt es keine nicht leere Schnittmenge der beiden Parameterräume. Die beschriebene Entscheidungssituation tritt also unter den Modellbedingungen nicht auf. Zusammenfassend stellen wir damit fest:

Aussage 11: Auf der zweiten Stufe des in Kapitel I.3.1, Abbildung I.2, beschriebenen Technologiespiels gilt

- (1) q^B ist Lösung der Preisspiele in den Marktmodellen (y,s), (s,s) und (s,z), wenn

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi_1 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \left| \begin{array}{l} c_s < \delta := \frac{1}{2} (7b - c - \sqrt{c^2 - 98bc + 97b^2}) \\ \wedge c > \hat{u}_6 := \frac{1}{2} b (\sqrt{73} - 7) \end{array} \right. \right\}$$

- (2) q^B ist Lösung der Preisspiele in den Marktmodellen (y,s) und (s,s) und q^C ist Lösung der Preisspiele im Marktmodell (s,z), wenn

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi_2 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \left| c_s > \max(\hat{u}_6, \delta) \wedge c \in \left(\frac{2}{3} \hat{u}_6, \frac{9}{11} b \right) \right. \right\}.$$

- (3) q^A ist Lösung der Preisspiele in den Marktmodelle (y,s) und (s,s) und q^C ist Lösung der Preisspiele im Marktmodell (s,z), wenn

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi_3 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \hat{u}_6 \wedge c < \hat{u}_6 \right\}$$

- (4) Die Gleichgewichtskonstellation q^A in (y,s) und (s,s) und q^B in (s,z) kann in

$$\Omega := \left\{ c, c_s, u_z, \alpha \mid c_s \in \left(c, \min \left(b, \frac{3}{2} c \right) \right) \right\} \text{ nicht vorkommen.}$$

Die Schnittmengen Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 enthalten dieselben Intervalle für c_s wie die jeweils korrespondierenden Ursprungsmengen. Weiterhin sind in Φ_3 alle Elemente aus Ω_2' und Ω_5' enthalten, deren Komponente c in dem Intervall $c < \hat{u}_6$ liegt. Φ_2 enthält alle Elemente aus Ω_1' und Ω_5' , mit c aus dem Intervall $c \in \left(\hat{u}_6, \frac{9}{11}b \right)$ und Φ_1 enthält alle Elemente aus Ω_1' und Ω_4' mit c aus dem Intervall $c > \hat{u}_6$. Tabelle I.11 fasst die so beschriebenen Parameterräume über geeigneten Teilintervallen von c zusammen. Dabei zeigt sich, dass auch die Schnittmengen zusammen mit dem Parameterraum

$$\Phi_4 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s = \hat{u}_6 \wedge c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \hat{u}_6 \right) \text{ oder } c_s = \delta \wedge c \in \left(\hat{u}_6, \frac{9}{11}b \right] \right\}$$

eine Zerlegung von Ω darstellen. In Φ_4 erhalten wir ein Preisgleichgewicht in gemischten Strategien. Diese Lösung soll im folgenden jedoch nicht weiter berücksichtigt werden, da sie in den relevanten Teilintervallen von c auf jeweils einen einzigen Wert von c_s , nämlich $c_s = \hat{u}_6$ oder $c_s = \delta$, und damit auf einen vergleichsweise eng umgrenzten Parameterbereich beschränkt ist.

Mit der der Parameterklasse Φ_1 zuzuordnenden, gleichgewichtigen Abonnementgebühr des Z ist in allen Marktmodellen der Teil der Gewinnfunktion relevant, der aus der ausschließlichen Nachfrage nach beiden Programmangeboten resultiert. Eine positive Nachfrage nach nur einem Programmangebot besteht nicht. Dieser Sachverhalt lässt sich auch aus den Anschaffungskosten plausibel erklären, die innerhalb Φ_1 sowohl für den standardisierten als auch für den spezifischen Dekoder im oberen Bereich des Parameterraumes Ω gemäß (I.3.8) liegen. Die Differenz dieser Kosten ist in Φ_1 zudem relativ gering. Potentielle Rezipienten entscheiden sich aber tendenziell umso eher für den standardisierten Dekoder mit der größeren Empfangsbreite als für den spezifischen Dekoder, der ihnen nur eingeschränkte Empfangsmöglichkeiten verschafft, je geringer der Unterschied in den Anschaffungskosten für beide Dekoderarten ist. Die Bereitschaft, vergleichsweise hohe Kosten zu tragen, wird andererseits am größten sein bei den Konsumenten, die tatsächlich beide Programmangebote nutzen möchten.

In Φ_2 stehen hohen Kosten für den standardisierten Dekoder vergleichsweise geringe Kosten für den spezifischen Dekoder gegenüber. Während die Anbieter im (y,s)-Markt

Wenn dann in	$c \in \left(0, \frac{2}{3}\hat{u}_6\right]$	$c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \hat{u}_6\right)$	$c = \hat{u}_6$	$c \in \left(\hat{u}_6, \frac{9}{11}b\right)$	$c = \frac{9}{11}b$	$c \in \left(\frac{9}{11}b, b\right)$
Φ_1	\emptyset	\emptyset	\emptyset	$c_s \in (c, \delta)$	$c_s \in (c, \delta)$	$c_s \in (c, b]$
Φ_2	\emptyset	$c_s \in \left(\hat{u}_6, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right)\right]$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (\delta, b]$	\emptyset	\emptyset
Φ_3	$c_s \in \left(c, \frac{3}{2}c\right]$	$c_s \in (c, \hat{u}_6)$	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset
Φ_4	\emptyset	$c_s = \hat{u}_6$	\emptyset	$c_s = \delta$	$c_s = \delta = b$	\emptyset
Ω	$c_s \in \left(c, \frac{3}{2}c\right]$	$c_s \in \left(c, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right)\right]$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (c, b]$	$c_s \in (c, b]$

Tab. I.11: Zusammenfassung der Parameterräume Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 und Φ_4 .

und im (s,s)-Markt nur Rezipienten des gesamten Digitalprogrammes mit ihrer gleichgewichtigen Preissetzung erreichen, besteht im (s,z)-Markt zusätzlich eine positive Nachfrage ausschließlich nach Programm z. Da diese über den spezifischen Dekoder z befriedigt wird, kann auch in Φ_2 wieder der Zusammenhang zwischen den Anschaffungskosten für das Empfangsgerät und der induzierten Nachfrage hergestellt werden, da die Bereitschaft, diesen Dekoder zu erwerben, mit sinkenden Kosten steigt.

Für Φ_3 sind geringe Kosten für beide Dekoderarten charakteristisch. Mit den Gleichgewichtspreisen werden in allen Märkten sowohl Konsumenten beider Programmangebote als auch Konsumenten nur des Programms z erreicht. Der Einfluss der Dekoderkosten auf dieses Ergebnis wird zum einen hervorgerufen durch die höhere Bereitschaft, den standardisierten Dekoder zur Nutzung ausschließlich eines einzigen Programmangebotes zu erwerben. Zum anderen wird wie in Φ_3 der spezifische Dekoder genutzt, weil die entstehenden Kosten hinreichend gering sind.

Damit konnten drei relevante Parameterräume, Φ_1 , Φ_2 und Φ_3 , abgegrenzt werden, die jeweils ein eigenes Technologiespiel definieren. Auf der ersten Stufe eines jeden Spiels werden die Technologieentscheidungen simultan bekannt gegeben. Die Anbieter Y und Z müssen festlegen, ob sie den Konsumenten einen standardisierten oder ihren jeweils spezifischen Dekoder verfügbar machen. Strategievariablen auf dieser Stufe sind mithin s beziehungsweise y für Anbieter Y und s beziehungsweise z für Anbieter Z. Als die Strategiemengen des Spielers i erhalten wir damit die Menge $\{i, s\}$, mit $i = y, z$. Sie haben ihre Entscheidung für genau einen Parameterraum zu treffen, der ihnen einschließlich der zugehörigen Ergebnisse der Preisspiele aufgrund der angenommenen, vollständigen Information aber bekannt ist. Die Betrachtung verschiedener Parameterräume und deren Einfluss auf die Modellösung ist jedoch für die theoretische Analyse durchaus interessant. Im folgenden sollen daher die Gleichgewichtspunkte für Φ_1 , Φ_2 und Φ_3 bestimmt werden.

I.5.2 Ergebnisse der alternativen Technologiespiele

I.5.2.1 Die Spiellösung im Parameterraum Φ_1

Aussage 12:

Der Strategienvektor (s,s) ist Lösung des Technologiespiels für alle

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi_1 = \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \left| \begin{array}{l} c_s < \delta := \frac{1}{2}(7b-c-\sqrt{c-98bc+98b^2}) \\ \wedge c > \hat{u}_6 := \frac{1}{2}b(\sqrt{73}-7) \end{array} \right. \right\}.$$

Wir prüfen im folgenden die Richtigkeit dieser Aussage. Gemäß Aussage 11 ist der Strategienvektor q^B Gleichgewichtspunkt der Preisspiele in allen Märkten, die den standardisierten Dekoder enthalten. Ferner ist in Kapitel I.3.2.3 gezeigt worden, dass q^D Gleichgewichtspunkt in einem (y,z)-Markt ist. Für Anbieter Y sind damit die Gewinnfunktionen (I.3.1ii) und (I.3.30) relevant und für Anbieter Z die Gewinnfunktionen (I.3.3ii) und (I.3.32). Die entsprechende Gewinnmatrix zeigt die Tabelle I.12.

		Anbieter Z	
		z	s
Anbieter Y	y	(I.5.4) ↓ (I.5.5)	(I.5.5) ← (I.5.6) → ↑ (I.5.7)
	s	(I.5.5) ↓ (I.5.7)	(I.5.5) ← (I.5.7) →

Tab. I.12: Das Technologiespiel in Φ_1 mit Abweichungsanreizen.

Die Gewinne des in Tabelle I.12 beschriebenen 2x2-Bimatrix-Spiels sind mit

$$q^D = \left(b - \frac{c}{2}, b - c \right) \text{ und } q^B = \left(b - \frac{c_s}{3} \right) \text{ gegeben durch}$$

$$(I.5.4) \quad G_D^y(q^D) = \left(b - \frac{c}{2} \right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{4b}c \right) \text{ und}$$

$$(I.5.5) \quad G^y(q^B) = \left(b - \frac{c_s}{3} \right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{6b}c_s \right)$$

für Spieler Y sowie

$$(I.5.6) \quad G^Z(q^D) = (b - c)m$$

$$(I.5.7) \quad G^Z(q^B) = \left(b - \frac{c_s}{3} \right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{6b}c_s \right)$$

für Spieler Z. Für jeden Spieler nehmen die Auszahlungen also insgesamt nur zwei verschiedene Werte an. Zur Ermittlung der Spiellösung muss zunächst für beide Anbieter ein Gewinnvergleich vorgenommen werden.

Für alle $c_s < \frac{3}{2}c$ ist sowohl der Preis q_y^D als auch die damit auf Anbieter Y zukommende Nachfrage geringer als im Gleichgewichtspunkt q^B . Da diese Bedingung immer erfüllt ist, gilt (I.5.5) > (I.5.4). Für Anbieter Z fällt der Gewinnvergleich zwischen $G^Z(q^B)$ und $G^Z(q^D)$ auf den ersten Blick nicht derart eindeutig aus, da der Preis q_z^D zwar geringer, die damit korrespondierende Nachfrage aber höher ist als in q^B . Es zeigt sich jedoch, dass

$$G^Z(q^B) > G^Z(q^D) \Leftrightarrow c_s < \hat{u}_5 := 3b - 3\sqrt{2b(b-c)},$$

was in Φ_1 ebenfalls immer zutrifft, da für jede Komponente c aus dieser Menge $\delta < \hat{u}_5$ gilt. In diesem Parameterraum ist also (I.5.7) > (I.5.6).

Die in Tabelle I.12 eingefügten Abweichungsanzreizpfeile spiegeln diese Gewinnverhältnisse wider. Ein (y,z)-Markt, bei der beide Anbieter einen spezifischen Dekoder zur Verfügung stellen, kann demnach in Φ_1 nicht aus den Eigeninteressen der Spieler erklärt werden. Dies ist offenbar eine Folge der hohen Kosten, die den Konsumenten bei dem Erwerb dieser Technologie entstehen. Obwohl es auch bei der Preissetzung q^D eine Nachfrage nach beiden Programmangeboten gibt, ist der Effekt der hohen Anschaffungskosten sowohl auf die Preise als auch auf die Nachfrage so hoch, dass es für beide Anbieter immer günstiger ist, wenn mindestens einer von ihnen sich auf einen standardisierten Dekoder festlegt.

Aus Tabelle I.12 geht weiterhin hervor, dass das Technologiespiel über drei Gleichgewichtspunkte verfügt. Sowohl der Strategienvektor (y,s), als auch die Strategienvektoren (s,s) und (s,z) stellen einen Gleichgewichtspunkt dar. Wir stehen also

erneut vor dem Problem, eine Gleichgewichtsauswahl vornehmen zu müssen. Dafür ziehen wir zunächst wieder das Kriterium der Striktheit heran.

Alle drei Gleichgewichtspunkte sind mit gleich hohen Auszahlungen verbunden. Da Y indifferent ist in Bezug auf seine Strategie, wenn Z die Strategie s wählt und Z ebenfalls indifferent ist, wenn Y die Strategie s wählt, handelt es sich bei keinem der drei Lösungskandidaten um strikte Gleichgewichtspunkte. Eine einseitige Abweichung eines Spielers von der jeweiligen Gleichgewichtsstrategie bringt diesem daher zwar keinen Vorteil, stellt ihn aber auch nicht schlechter. Folglich kann aber auch keine Gleichgewichtsauswahl nach dem Kriterium der Striktheit vorgenommen werden.

Damit kann aber ferner das in Kapitel I.4.1.2 vorgestellte axiomatische Auswahlverfahren nicht angewendet werden, da dieses Verfahren nur für strikte Gleichgewichtspunkte entwickelt wurde. Um dennoch bestimmte Gleichgewichtspunkte ausschließen zu können, sollen daher die gleichgewichtigen Strategien zunächst auf ihre Plausibilität überprüft werden und gegebenenfalls unplausible Strategien eliminiert werden (Holler und Illing, 1993, S. 104 f.). Wir betrachten dazu die schwach dominierten Strategien der beiden Anbieter. Die Strategie eines Spielers heißt schwach dominiert, wenn für ihn eine alternative Strategie existiert, die ihm bei mindestens einer Aktion seines Gegenspielers eine höhere Auszahlung bringt, aber für keine Aktion mit einer geringeren Auszahlung verbunden ist. Bei der Festlegung der Spiellösung wird im Grundsatz das Maximin-Prinzip angewendet. Beide Spieler sind demnach bemüht, durch eine geeignete Strategieentscheidung ihre minimale Auszahlung zu maximieren. Eine ausführliche Darstellung dieses Verhaltens findet sich beispielsweise bei Luce und Raiffa (1957, S. 385 ff.).

Es ist leicht zu erkennen, dass die Strategie y des Y schwach dominiert wird von dessen Strategie s und dass die Strategie z des Z schwach dominiert wird von dessen Strategie s . Für Y ist es damit nur dann vorteilhaft, die gleichgewichtige Strategie y zu spielen, wenn er sicher sein kann, dass Z sich für s entscheidet. Die gleiche Auszahlung erzielt er andererseits unabhängig von der Entscheidung seines Gegenspielers, indem er s festlegt. Analog kann in Bezug auf Spieler Z argumentiert werden. Die Strategie z ist für ihn optimal, solange er sicher weiß, dass Y die Strategie s spielt. Ist dies nicht der Fall, steht Z sich besser, wenn er s wählt. Wie die extensive Spielform in Abbildung I.17 zum Ausdruck bringt, treffen die Spieler ihre Entscheidungen gleichzeitig und sind daher mit einer Unsicherheit hinsichtlich des Verhaltens ihres jeweiligen Mitspielers konfrontiert. Als einziger plausibler

Gleichgewichtspunkt verbleibt aufgrund dieser dem Spiel immanenten Unsicherheit und der dargestellten Anreizstruktur damit aber der Strategienvektor (s,s) . Dieser Strategienvektor, der dadurch gekennzeichnet ist, dass sich beide Anbieter unabhängig voneinander auf eine standardisierte Technologie festlegen, ist demnach als Spiellösung in Φ_1 auszuwählen. Das Ergebnis der Gleichgewichtsauswahl entspricht der in Aussage 12 behaupteten Spiellösung.

I.5.2.2 Die Spiellösung im Parameterraum Φ_2

Aussage 13:

(1) Der Strategienvektor (s,s) ist die Lösung des Technologiespiels für alle

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi_2' := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in (\max(\hat{u}_6, \delta), \hat{u}_5) \wedge c \in \left(\beta, \frac{9}{11}b \right) \right\},$$

$$\text{wobei } \hat{u}_6 := \frac{1}{2}b(\sqrt{73} - 7), \delta := \frac{1}{2}(7b - c - \sqrt{c^2 - 98bc + 97b^2}), \beta := \frac{1}{36}b(13\sqrt{73} - 85)$$

$$\text{und } \hat{u}_5 := 3b - 3(\sqrt{2b(b-c)}).$$

(2) Der Strategienvektor (s,z) ist die Lösung des Technologiespiels für alle

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi_2'' := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \max(\hat{u}_6, \hat{u}_5) \wedge c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \frac{7}{9}b \right) \right\}.$$

Um zu überprüfen, ob Aussage 13 stimmt, betrachten wir den Parameterraum

$$\Phi_2 = \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in \max(\hat{u}_6, \delta) \wedge c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \frac{9}{11}b \right) \right\}.$$

In Φ_2 sehen sich die Anbieter bei der Festlegung auf ein bestimmtes Angebot den Ergebnissen der Preisspiele q^D im (y,z) -Markt, q^B im (y,s) -Markt und im (s,s) -Markt sowie q^C im (s,z) -Markt gegenüber. Unter Beachtung der jeweiligen gleichgewichtigen Preise und der Gewinnfunktionen in (I.3.30), (I.3.1ii) und (I.3.11i) für Anbieter Y sowie (I.3.32), (I.3.3ii) und (I.3.13i) für Anbieter Z erhält man die in Tabelle I.13 dargestellte Gewinnmatrix.

		Anbieter Z	
		z	s
Anbieter Y	y	(I.5.4) ↓ (I.5.6)	(I.5.5) ← (I.5.6) → (I.5.7) ↑
	s	(I.5.8) ↓ (I.5.6)	(I.5.5) ← (I.5.6) → (I.5.7) ↓

Tab. I.13: Das Technologiespiel in Φ_2 mit Abweichungsanreizen.

Die in der Matrix aufgeführten Gleichungen (I.5.4) bis (I.5.7) sind bereits aus dem vorherigen Abschnitt bekannt. Anbieter Z erzielt in den Gleichgewichtspunkten $q^D = \left(b - \frac{c}{2}, b - c\right)$ und $q^C = \left(b - \frac{\bar{c}}{2}, b - c\right)$ identische Gewinne gemäß (I.5.6), während Anbieter Y unterschiedliche Auszahlungen $G^Y(q^D)$ und $G^Y(q^C)$ bei seiner Entscheidung auf der ersten Spielstufe berücksichtigen muss. Zugleich ist

$$(I.5.8) \quad G^Y(q^C) = \left(b - \frac{\bar{c}}{2}\right) \left(\frac{1}{2}m - \frac{m}{4b}\bar{c}\right)$$

der einzige Gewinn, der nicht bereits in Tabelle I.12 enthalten ist. Der Gewinnvergleich für Anbieter Y liefert wie in Φ_1 ein eindeutiges Ergebnis, und zwar $G^Y(q^C) > G^Y(q^B) > G^Y(q^D)$ beziehungsweise $(I.5.8) > (I.5.5) > (I.5.4)$. Darüber hinaus wurde bereits gezeigt, dass $(I.5.7) > (I.5.6)$, falls $c_s < \hat{u}_5 := 3b - 3\sqrt{2b(b-c)}$. Für $c_s = \hat{u}_5$ ist Z indifferent zwischen seinen beiden reinen Strategien z und s, und daher besteht seine beste Antwort auf die Strategie des Y in der Wahl einer gemischten Strategie. Dieser Fall soll wie im Zusammenhang mit der Gleichgewichtsauswahl bei den Preisspielen im folgenden vernachlässigt werden. Ist $c_s > \hat{u}_5$, gilt $(I.5.6) > (I.5.7)$, was in Tabelle I.13 durch die gestrichelten Pfeile zum Ausdruck kommt. In Φ_2 sind demnach die Fallunterscheidungen

$$(1) \quad c_s \in (\max(\hat{u}_6, \delta), \hat{u}_5) \quad \text{und}$$

$$(2) \quad c_s > \max(\hat{u}_6, \delta, \hat{u}_5)$$

im Hinblick auf die Komponente c_s vorzunehmen. Durch diese beiden Fälle wird Φ_2 in zwei Teilräume mit jeweils unterschiedlichen Anreizstrukturen für Anbieter Z zerlegt, wenn die durch (1) und (2) beschriebenen Intervalle für c_s nicht leer sind. Um dies zu überprüfen, ermitteln wir zunächst die konkreten Intervallgrenzen unter Berücksichtigung von Ω .

Im Fall (1) in Verbindung mit Ω werden die Grenzen festgelegt durch

$$\max(c, \hat{u}_6, \delta) \quad \text{und} \quad \min\left(\hat{u}_5, b, \frac{3}{2}c\right).$$

In Kapitel I.4.2, S. 103, wurde bereits festgestellt, dass

$$\max(c, \delta) = c \Leftrightarrow c \leq \hat{u}_6$$

$$\min(\hat{u}_5, b) = \hat{u}_5 \Leftrightarrow c \leq \frac{7}{9}b \quad \text{und}$$

$$\min\left(\hat{u}_5, \frac{3}{2}c\right) = \hat{u}_5 \Leftrightarrow c \leq \hat{u}_1.$$

Die Komponente c kommt in Φ_2 aus dem Intervall $\left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \frac{9}{11}b\right)$. Da $\hat{u}_6 < \frac{7}{9}b < \frac{9}{11}b < \hat{u}_1$

folgt aus den aufgezeigten Äquivalenzen

$$(a) \quad \hat{u}_6 < c_s < \hat{u}_5 \quad \text{für} \quad c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \hat{u}_6\right)$$

$$(b) \quad \delta < c_s < \hat{u}_5 \quad \text{für} \quad c \in \left[\hat{u}_6, \frac{7}{9}b\right) \quad \text{und}$$

$$(c) \quad \delta < c_s \leq b \quad \text{für} \quad c \in \left(\frac{7}{9}b, \frac{9}{11}b\right).$$

Das Intervall für c_s in (a) ist genau dann nicht leer, wenn die Bedingung

$c > \frac{1}{36}b(13\sqrt{73} - 85) := \beta$ erfüllt ist, wobei $\frac{2}{3}\hat{u}_6 < \beta < \hat{u}_6$. Die Intervalle (b) und (c) sind

ebenfalls nicht leer, da δ für jede Komponente c aus Φ_2 kleiner ist als \hat{u}_5 und weil $\delta < b$ für

$c < \frac{9}{11}b$. Damit ist gezeigt, dass in der Gewinnmatrix aus Tabelle I.13 gilt, (I.5.7) > (I.5.6)

für alle

$$(I.5.9) \quad (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi'_2 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in (\max(\hat{u}_6, \delta), \hat{u}_5) \wedge c \in \left(\beta, \frac{9}{11}b\right) \right\}.$$

Im Fall (2) werden die Intervallgrenzen festgelegt durch

$$\max(c, \hat{u}_6, \delta, \hat{u}_5) \text{ und } \min\left(b, \frac{3}{2}c\right),$$

so dass bei deren Bestimmung weitgehend auf die bisherigen Ausführungen zurückgegriffen werden kann. Im einzelnen lassen sich folgende Intervalle abgrenzen

$$(a) \quad \hat{u}_6 < c_s \leq \min\left(b, \frac{3}{2}c\right) \text{ für } c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \beta\right]$$

$$(b) \quad \hat{u}_5 < c_s \leq b \text{ für } c \in (\beta, \hat{u}_6)$$

$$(c) \quad \hat{u}_5 < c_s \leq b \text{ für } c \in \left[\hat{u}_6, \frac{7}{9}b\right) \text{ und}$$

$$(d) \quad \hat{u}_5 < c_s \leq b \text{ für } c \in \left[\frac{7}{9}b, \frac{9}{11}b\right).$$

Die Intervalle (a), (b) und (c) sind immer nicht leere Mengen, da \hat{u}_6 kleiner ist als b und außerdem $\hat{u}_5 < b$ für alle $c < \frac{7}{9}b$. Intervall (d) stellt jedoch eine leere Menge dar, da $\hat{u}_5 \geq b$

für alle $c \geq \frac{7}{9}b$. Damit ist gezeigt, dass in der Gewinnmatrix aus Tabelle I.13 gilt,

(I.5.7) < (I.5.6) für alle

$$(I.5.10) \quad (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi_2'' := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \max(\hat{u}_6, \hat{u}_5) \wedge c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \frac{7}{9}b\right) \right\}.$$

Nachdem nunmehr die relevanten Teilräume in Φ_2 bestimmt wurden, bezieht sich die weitere Analyse auf die Frage nach den Gleichgewichtspunkten innerhalb der Parameterräume Φ_2' beziehungsweise Φ_2'' .

In Φ_2' ist (I.5.7) > (I.5.6), so dass die Strategie s für Z immer eine dominante Strategie darstellt. Aus der damit verbundenen Anreizstruktur folgen als strikte Gleichgewichtspunkte die Strategienvektoren (y, s) und (s, s) , auch für Φ_2'' ist also zunächst eine eindeutige Spiellösung zu bestimmen. Die Abweichungsanreizpfeile veranschaulichen, dass die Strategie y des Y schwach dominiert wird von dessen Strategie s . Allerdings ist das für Φ_1 angewendete Plausibilitätskriterium in diesem Fall kein hinreichendes Auswahlkriterium, da

Z keinerlei Anreiz hat, von seiner Gleichgewichtsstrategie abzuweichen, Y also insofern nicht unter Unsicherheit agiert.

In einem weiteren Schritt ist daher zu überprüfen, ob beide Gleichgewichtspunkte über die Eigenschaft der Trembling-hand Perfektheit verfügen. Die Vorgehensweise wurde in Kapitel I.4.1.1 beschrieben. Es zeigt sich, dass der Gleichgewichtspunkt (y,s) nicht uniform perfekt ist. Sobald fehlerhaftes Verhalten des Z angenommen wird ($\varepsilon > 0$), ist es für Y nicht rational, die Strategie y mit maximaler Wahrscheinlichkeit zu spielen, da der Erwartungswert $(I.5.4)\varepsilon + (I.5.5)(1-\varepsilon)$ immer kleiner ist als $(I.5.8)\varepsilon + (I.5.5)(1-\varepsilon)$. Damit erhalten wir als einzigen Gleichgewichtspunkt in Φ_2' den Strategienvektor (s,s) , der in Teil (1) von Aussage 13 als die Spiellösung konstatiert wurde.

In Φ_2'' ist $(I.5.6) > (I.5.7)$ und damit die Strategie z dominante Strategie des Z. Als einziger Gleichgewichtspunkt des Technologiespiels folgt in diesem Parameterraum der Strategienvektor (s,z) , bei dem Y sich auf den standardisierten Dekoder festlegt, während Z einen spezifischen Dekoder wählt. Teil (2) von Aussage 13 beschreibt diese Spiellösung.

Ein (y,z) -Markt lässt sich auch in Φ_2 nicht als Lösung des Technologiespiels ableiten, obwohl die Anschaffungskosten für den spezifischen Dekoder vergleichsweise gering sind. Grund dafür ist das Verhalten der Konsumenten des Programms y bei den dem Modell zugrunde gelegten Präferenzen. Eine positive Nachfrage ausschließlich nach Programm y besteht nur, wenn die Abonnementgebühr für Programm z hinreichend hoch ist. Diese Bedingung erfüllt aber weder q_z^C noch q_z^D . Außerdem verringert sich die Nachfrage nach beiden Programmangeboten, wenn dafür zwei verschiedene Dekoder erworben werden müssen. Dies hat zur Folge, dass es für Anbieter Y immer vorteilhaft ist, wenn ein standardisierter Dekoder verfügbar ist. Da er nicht sicher sein kann, dass Z sich für diese Technologie entscheidet, ist es für ihn immer lohnend, wenn er sich selbst auf die standardisierte Technologie festlegt.

I.5.2.3 Die Spiellösung im Parameterraum Φ_3

Aussage 14:

Der Strategienvektor (s,z) ist Lösung des Technologiespiels für alle

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi_3 := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s < \hat{u}_6 \quad \wedge \quad c < \hat{u}_6 := \frac{1}{2}b(\sqrt{73} - 7) \right\}.$$

Die in Tabelle I.15 dargestellte Gewinnmatrix ergibt sich in diesem Fall aus den Preisen der Strategienvektoren $q^A = (b, b - c_s)$, $q^C = \left(b - \frac{\bar{c}}{2}, b - c\right)$ und $q^D = \left(b - \frac{c}{2}, b - c\right)$ sowie den Gewinnfunktionen in (I.3.1i), (I.3.11i) und (I.3.30) für Anbieter Y beziehungsweise (I.3.3i), (I.3.13i) und (I.3.32) für Anbieter Z mit

		Anbieter Z	
		z	s
Anbieter Y	y	(I.5.4) ↓ (I.5.6) ←	(I.5.11) ↑ (I.5.12)
	s	(I.5.8) ↓ (I.5.6) ←	(I.5.11) ↓ (I.5.12)

Tabelle I.14: Das Technologiespiel in Φ_3 mit Abweichungsanreizen.

In Tabelle I.14 ist

$$(I.5.11) \quad G^Y(q^A) = \frac{1}{2}bm \text{ und}$$

$$(I.5.12) \quad G^Z(q^A) = (b - c_s)m.$$

In Φ_3 führen die Gewinnvergleiche bei beiden Anbietern zu eindeutigen Ergebnissen. Es ist $G^Y(q^A) > G^Y(q^C) > G^Y(q^D)$ und damit $(I.5.11) > (I.5.8) > (I.5.4)$, das heißt, die Strategie y des Spielers Y wird schwach dominiert von dessen Strategie s . Y legt sich also unabhängig von der Wahl seines Konkurrenten auf den standardisierten Dekoder fest. Für Anbieter Z gilt $(I.5.6) > (I.5.12)$, was ausschließlich auf die Modellannahme $c_s > c$ zurückzuführen ist. Seine Strategie s wird mithin strikt dominiert von seiner Strategie z , so dass Z unabhängig von der Entscheidung seines Konkurrenten immer seinen spezifischen Dekoder als Instrument zum Markteintritt wählt. Der einzige Gleichgewichtspunkt des Spiels in Φ_3 ist mithin der Strategienvektor (s, z) . Das Ergebnis entspricht der in Aussage 14 behaupteten Spiellösung.

Gemäß den Aussagen 12 und 13 ist der Strategienvektor (s,s) Spiellösung sowohl im Parameterraum Φ_1 als auch in Φ_2' und gemäß den Aussagen 13 und 14 ist der Strategienvektor (s,z) Spiellösung sowohl im Parameterraum Φ_3 als auch in Φ_2'' . Wir können also die zusammengesetzten Parameterräume $\Phi_1 \cup \Phi_2' =: \Phi_1'$ und $\Phi_3 \cup \Phi_2'' =: \Phi_3'$ bestimmen, so dass sich in Ω genau zwei Teilräume abgrenzen lassen, für die das Spiel jeweils unterschiedliche Lösungen aufweist. Wir erhalten Φ_1' und Φ_3' unter Beachtung der Intervalle für c_s , die in den vorstehenden Ausführungen mehrfach abgeleitet wurden (S. 103 ff. und S. 121 f.). In Tabelle I.15 sind diese Intervalle für die einzelnen Teilräume in übersichtlicher Form dargestellt. Davon ausgehend kann folgende Aussage getroffen werden, die zugleich die Lösung des in Kapitel I.3.1 beschriebenen Gesamtspiels enthält.

Aussage 15 (Lösung des Gesamtspiels):

(1) Der Strategienvektor (s,s) ist Lösung des Technologiespiels für alle

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi_1' := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s \in (\max(\hat{u}_6, \delta), \hat{u}_5) \wedge c > \beta \right\}, \text{ wobei}$$

$$\hat{u}_5 := 3b - 3\sqrt{2b(b-c)}, \quad \delta := \frac{1}{2}(7b - c - \sqrt{c^2 - 98bc + 97b^2}), \quad \hat{u}_6 := \frac{1}{2}b(\sqrt{73} - 7) \text{ und}$$

$$\beta := \frac{1}{36}b(13\sqrt{73} - 85). \text{ In } \Phi_1' \text{ ist die Lösung des zugehörigen Preisspiels gegeben durch}$$

$$\text{den Preisvektor } q^B = \left(b - \frac{c_s}{3}, b - \frac{c_s}{3} \right). \text{ Mit dieser Preissetzung erreichen die Anbieter}$$

ausschließlich die Nachfrager, die beide Programmangebote nutzen möchten. Eine positive Nachfrage nach nur einem Programmangebot besteht nicht.

(2) Der Strategienvektor (s,z) ist Lösung des Technologiespiels für alle

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Phi_3' := \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c_s > \hat{u}_5 \wedge c_s \neq \hat{u}_6 \wedge c < \frac{7}{9}b \right\}.$$

In Φ_3' ist die Lösung des zugehörigen Preisspiels gegeben durch den Preisvektor

$$q^C = \left(b - \frac{\bar{c}}{2}, b - c \right). \text{ Mit dieser Preissetzung werden sowohl die Nachfrager erreicht, die}$$

beide Programmangebote über den standardisierten Dekoder nutzen möchten, als auch die Nachfrager, die ausschließlich Programm z über den Dekoder z nutzen möchten.

Wenn dann in	$c \in \left(0, \frac{2}{3}\hat{u}_6\right]$	$c \in \left(\frac{2}{3}\hat{u}_6, \beta\right]$	$c \in (\beta, \hat{u}_6)$	$c = \hat{u}_6$	$c \in \left(\hat{u}_6, \frac{7}{9}b\right)$	$c \in \left[\frac{7}{9}b, \frac{9}{11}b\right)$	$c \in \left[\frac{9}{11}b, b\right)$
Φ_1	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset	$c_s \in (c, \delta)$	$c_s \in (c, \delta)$	$c_s \in (c, b]$
Φ_2'	\emptyset	\emptyset	$c_s \in (\hat{u}_6, \hat{u}_5)$	$c_s \in (\delta, \hat{u}_5)$	$c_s \in (\delta, \hat{u}_5)$	$c_s \in (\delta, b]$	\emptyset
Φ_2''	\emptyset	$c_s \in \left(\hat{u}_6, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right)\right]$	$c_s \in (\hat{u}_5, b]$	$c_s \in (\hat{u}_5, b]$	$c_s \in (\hat{u}_5, b]$	\emptyset	\emptyset
Φ_3	$c_s \in \left(c, \frac{3}{2}c\right]$	$c_s \in (c, \hat{u}_6)$	$c_s \in (c, \hat{u}_6)$	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset
$\Phi_1 \cup \Phi_2'$	\emptyset	\emptyset	$c_s \in (\hat{u}_6, \hat{u}_5)$	$c_s \in (\delta, \hat{u}_5)$	$c_s \in (c, \hat{u}_5)$	$c_s \in (c, b]$ $c_s \neq \delta$	$c_s \in (c, b]$
$\Phi_3 \cup \Phi_2''$	$c_s \in \left(c, \frac{3}{2}c\right]$ $c_s \neq \hat{u}_6$	$c_s \in \left(\hat{u}_6, \min\left(b, \frac{3}{2}c\right)\right]$ $c_s \neq \hat{u}_6$	$c_s \in (\min(c, \hat{u}_5), b]$ $c_s \neq \hat{u}_6,$ (mit $\min(c, \hat{u}_5) = c$)	$c_s \in (\hat{u}_5, b]$	$c_s \in (\hat{u}_5, b]$	\emptyset	\emptyset

Tab. I.15: Zusammenfassung der Parameterräume Φ_1 und Φ_2' sowie Φ_3 und Φ_2'' über Teilintervallen von c .

(3) Es gibt keine Parameterkonstellation

$$(c, c_s, u_z, \alpha) \in \Omega = \left\{ (c, c_s, u_z, \alpha) \in R_{++} \mid c_s \in \left(c, \min \left(b, \frac{3}{2} c \right) \right] \right\}, \text{ für die der Strategienvektor}$$

(y, z) einen Gleichgewichtspunkt darstellt.

I.5.3 Ökonomische Interpretation der Modellergebnisse

Ausgangspunkt der Modellanalyse waren die Präferenzen der potentiellen Nachfrager digitaler Fernsehprogramme. Die tatsächliche Nachfrage, die auf die Programmanbieter zukommt, wird demnach nicht nur bestimmt durch den Basisnutzen u_{zi} beziehungsweise u_{yi} , den die Konsumenten i , $i = 0, m$, aus dem Programmkonsum ziehen. Sie wird vielmehr entscheidend beeinflusst durch den nutzenmindernden Effekt der entstehenden Kosten, die sich aus dem zu zahlenden Anschaffungspreis für ein geeignetes Empfangsgerät und den anfallenden Abonnementgebühren zusammensetzen. Sowohl der Basisnutzen der Konsumenten als auch die Anschaffungskosten müssen daher von den Anbietern bei der Preisgestaltung berücksichtigt werden. Die nichtkooperative Spiellösung zeichnet sich dadurch aus, dass sich mindestens ein Anbieter auf eine standardisierte Empfangstechnologie festlegt. Im Parameterraum Φ'_1 , der gekennzeichnet ist durch relativ hohe Kosten für beide Dekoderarten, verwenden beide Anbieter einen einheitlichen Dekoder. Die auf jeden Anbieter zukommende Nachfrage besteht ausschließlich aus Nutzern beider Programme. In Φ'_3 mit den vergleichsweise geringen Kosten für den spezifischen Dekoder, steht neben dem standardisierten Gerät ein spezifisches Gerät zur Verfügung. Anbieter Z verzeichnet zusätzlich eine positive Nachfrage nur nach dem eigenen Programm. Die Marktkräfte wirken also darauf hin, dass die Konsumenten die Option zum Kauf einer standardisierten oder kompatiblen Technologie haben. Dabei ergeben sich die Anreize der Anbieter zur Standardsetzung aus mehreren Gründen.

Zum einen hat die mikroökonomische Fundierung der Nachfrageseite gezeigt, dass in allen alternativen Märkten eine positive Nachfrage nach beiden Programmangeboten vorhanden ist. Die konkrete Rezipientenzahl wird neben den Abonnementgebühren determiniert durch die anfallenden Anschaffungskosten für ein geeignetes Empfangsgerät. Die Notwendigkeit, bei einem durch inkompatible Herstellerstandards charakterisierten Markt zwei Empfangsgeräte zu kaufen, um beide Programme empfangen zu können, hat immer einen negativen Effekt auf die entsprechende Nachfrage und damit auf den Gewinn der Anbieter. Aus diesem Grund ist

der Prohibitivpreis, bei dem es keine positive Nachfrage nach beiden Programmangeboten mehr gibt, im Fall der Kompatibilität höher als bei Inkompatibilität. Ein entscheidender Standardisierungsanreiz ergibt sich mithin unmittelbar daraus, dass die Standardisierung einer Hardwarekomponente es den Anbietern einer komplementären Komponente erleichtert, die Nachfrage zu aktivieren, die aus Konsumenten mit einer positiven Zahlungsbereitschaft für das aggregierte Angebot besteht.

Einen weiteren Anreiz zur Standardsetzung bewirkt aber auch die Verringerung der Wettbewerbsintensität, auf die ein Vergleich der gleichgewichtigen Preise schließen lässt. Unter den Bedingungen des Parameterraumes Φ'_1 ist es für beide Anbieter optimal, sich auf eine gemeinsame Technologie festzulegen. In dem korrespondierenden Gleichgewichtspunkt der Preisspiele sind beide Abonnementgebühren höher als bei Inkompatibilität. Der Preiswettbewerb zwischen den Anbietern wird offenbar abgeschwächt. Vergrößerte Spielräume in Bezug auf den oben beschriebenen Prohibitivpreis spielen hier ebenso eine Rolle wie die zunehmende strategische Interdependenz auf der Anbieterseite. Ähnlich wie in dem Modell von Matutes und Regibeau (1988) kommt diese Interdependenz darin zum Ausdruck, dass von der Preissenkung eines Anbieters auch dessen Konkurrent profitiert, indem ihm ein Teil der induzierten Nachfragesteigerung zugute kommt. Da keiner der Anbieter die Möglichkeit hat, diesen externen Effekt in eigene zusätzliche Erlöse umzusetzen, ihn also zu internalisieren, ist der Anreiz, eine Preissenkung vorzunehmen, geringer als bei Inkompatibilität.

Der Parameterraum Φ'_3 impliziert einen Markt mit einer standardisierten und einer spezifischen Dekodervariante. Der Preis des Anbieters, der unterschiedlichen Konsumentenpräferenzen für sein Programmangebot gegenüber steht, steigt unter den für Φ'_3 charakteristischen Parameterkonstellationen, wenn den Konsumenten statt zweier inkompatibler Geräte eine vereinheitlichte Technologie zur Verfügung steht. Dieser Preisanstieg ist aber ausschließlich darauf zurückzuführen, dass der Einfluss der Anschaffungskosten auf die relevante Nachfrage zurückgeht und das Preiskalkül des Anbieters entsprechend beeinflusst wird. Ein geringeres Engagement im Preiswettbewerb aufgrund externer Effekte zwischen den Anbietern kann als Erklärung für diesen Anstieg jedoch nicht herangezogen werden. Der Anbieter, für dessen Programm konstante Präferenzen angenommen wurden, ändert seine Preisstrategie nicht gegenüber der bei Inkompatibilität der Systeme. Die Beeinträchtigung der Wettbewerbsintensität ist mithin weniger ausgeprägt, wenn nur ein Programmanbieter die Kompatibilität seines Systems zum System des Konkurrenten herstellt.

Die ursprüngliche Vermutung, dass es Parameterkonstellationen geben könnte, unter denen es für beide Anbieter vorteilhaft ist, mit Hilfe eines jeweils programmspezifischen Dekoders die Voraussetzungen für den Markteintritt zu schaffen, konnte durch die modelltheoretische Analyse nicht bestätigt werden. Das Zustandekommen eines (s,z)-Marktes lässt sich demgegenüber plausibel erklären. Sie ist immer dann die Lösung eines nichtkooperativen Spiels, wenn die Konsumenten den spezifischen Dekoder vergleichsweise günstig erwerben können, während die Anschaffung einer standardisierten Technologie mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden ist. Die optimale Preissetzung der Anbieter führt zu einer positiven Nachfrage nach beiden Programmangeboten, die über das standardisierte Gerät befriedigt wird. Zum anderen gibt es aber auch eine positive Nachfrage ausschließlich nach Programm z. Bei hinreichend geringen Anschaffungskosten ist deren negativer Einfluss auf den gleichgewichtigen Preis des Anbieters Z so gering, dass es für ihn immer vorteilhaft ist, potentiellen Rezipienten den Erwerb eines spezifischen Empfangsgerätes zu ermöglichen. Dieser komparative Vorteil ist aber dann nicht mehr vorhanden, wenn die Anschaffungskosten für den spezifischen Dekoder entweder, wie in Φ_1' , hinreichend hoch sind, oder, wenn wir von der Annahme $c_s > c$ zu dem Fall $c_s = c$ übergehen.

Die theoretisch abgeleiteten Ergebnisse sind zwangsläufig auch durch die Modellannahmen beeinflusst. So hat die angenommene Quasilinearität der Nutzenfunktion zur Folge, dass die Einkommenseffekte der Nachfrage null sind. Bei positiven Einkommenseffekten würden Konsumenten mit hohem Einkommen immer beide Programme abonnieren. Die vorgenommene Formulierung der Nutzenfunktion hat also den Vorteil, dass die Nachfrage unabhängig ist von Verteilungsproblemen. Ein weiterer Einflussfaktor ist die Form der Spezifikation der Präferenzen, die den Basisnutzen für Programm z (u_{zi}) als konstant für alle Konsumenten i, $i = 0, \dots, m$, annimmt, während der Basisnutzen für Programm y (u_{yi}) strikt linear sinkt in i. Für große i kann daher ein zu geringes Interesse für Programm y bestehen, aber eventuell nach wie vor ein genügend großes Interesse für Programm z. Dies führt insbesondere dazu, dass bei den in den Preisspielen hergeleiteten Gleichgewichtspunkten nie eine positive Nachfrage ausschließlich nach Programm y besteht, dass mit den Preisgleichgewichten aber durchaus Konsumenten gewonnen werden können, die nur Programm z abonnieren. Wir werden in einem späteren Modell sehen, wie das Modellergebnis beeinflusst wird, wenn der Basisnutzen für ein Programm strikt linear sinkt in

i, während dieser Nutzen für das andere Programm strikt linear steigt in i, wenn also die Konsumentenpräferenzen unterschiedlicher werden.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass die gesamte Analyse auf der Annahme beruht, dass die Spieler über alle entscheidungsrelevanten Daten vollständig informiert sind, dass sie also insbesondere mit Sicherheit das Verhalten der Nachfrager und die Gewinnsituation ihrer Mitspieler kennen. Gerade die Annahme der vollständigen Information ist aber auf realen Märkten in den seltensten Fällen erfüllt. Die unvollständige Information ist möglicherweise als eigentliche Ursache für den harten Konkurrenzkampf auf dem Markt für digitales Pay-TV anzusehen, der sich aus dem vorgestellten Modell nicht erklären lässt. Zwar sah Kirch in der von ihm forcierten Senkung der Anschaffungskosten für seinen spezifischen Dekoder offenbar eine entscheidende Voraussetzung für die erfolgreiche Vermarktung seines Programmangebotes. Allerdings stand zu diesem Zeitpunkt keine Technik zur Verfügung, die sein Programm auch für die Besitzer eines anderen Dekoders zugänglich gemacht hätte. Stattdessen hatten auch Kirchs Konkurrenten auf die Entwicklung eines eigenen Standards, der Mediabox, gesetzt. Der Rückzug der Bertelsmann-Gruppe aus dem ursprünglich geplanten digitalen Programm ‚Club RTL‘ spiegelt nicht zuletzt auch eine gewisse Fehleinschätzung der Konsumentenpräferenzen bei der Festlegung auf ein spezifisches Gerät wider. Damit erwies sich die von Kirch getroffene Entscheidung ebenfalls als unvorteilhaft, was sich in den massiven Schwierigkeiten beim Aufbau eines Kundenstammes zeigte. Neben anderen Einflussfaktoren, wie das in Deutschland vergleichbar hohe Ausmaß an frei zugänglichen Programmen sowie das umfangreiche öffentlich-rechtliche Angebot, verhinderte offenbar die Verwendung nicht kompatibler Empfangsgeräte den Erfolg bei der Einführung des digitalen Pay-TV.

Trotz dieses wirtschaftlichen Misserfolges hatte Kirch aber einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil dadurch errungen, dass er mit Hilfe eines programmspezifischen Dekoders als erster Anbieter digitaler Fernsehprogramme auftreten konnte. Indem der Verbreitungsgrad dieser Technologie sich ausdehnte, wuchs auch die Chance, früher als seine Konkurrenten eine installierte Basis zu etablieren und einen de facto Standard hinsichtlich der Dekodertechnik zu setzen.

Da in der Realität also wesentlich mehr Faktoren eine Rolle bei der Entscheidungsfindung spielen, als sich in einem Modell abbilden lassen, und weil bei der Analyse von zahlreichen vereinfachenden Annahme ausgegangen werden muss, können die Modellergebnisse auch

nur im Sinne von Wenn-dann-Aussagen interpretiert werden. Wenn die Bedingungen des Modells erfüllt sind, wenn also insbesondere rationale Entscheidungsträger unter vollständiger Information agieren, dann haben die Konsumenten im Marktgleichgewicht aufgrund der Anreizwirkung auf der Anbieterseite die Option auf ein standardisiertes Empfangsgerät. In diesem Sinne kann die abgeleitete Spiellösung als Referenz betrachtet werden, an der das tatsächliche Verhalten der Wirtschaftssubjekte gemessen werden kann.

Die Schwierigkeiten, denen Kirch sich bei der Markteinführung des digitalen Pay-TV gegenüber sah, führten letztlich zur Wiederaufnahme der Gespräche hinsichtlich der Verwendung einer einheitlichen Dekodertechnik für alle Programmangebote, was in der öffentlichen Diskussion vielfach als Versuch zur Korrektur von Fehlentscheidungen interpretiert wurde. Der Referenzfall des vorgestellten Modells liefert die mikroökonomische Begründung für die Annäherung der Konkurrenten. Auf das Verhandlungsproblem werden wir später noch einmal zurückkommen, wobei dann die Annahme der vollständigen Information der Spieler über die Gewinnsituation der Mitspieler teilweise aufgehoben wird. Zunächst soll jedoch eine Beurteilung der Marktergebnisse aus wohlfahrtstheoretischer Sicht vorgenommen werden.

I.6 Wohlfahrtstheoretische Analyse

Dem individualistischen Ansatz der Wohlfahrtstheorie entsprechend wird die Wohlfahrt der Gesellschaft bestimmt durch die individuellen Nutzen ihrer Bürger. Als Wohlfahrtsmaß wird daher die aggregierte Konsumentenrente herangezogen. Liegen, wie in dem betrachteten Modell angenommen wurde, keine Externalitäten im Konsum oder in der Produktion vor, ist die Preissetzung zu den Grenzkosten der Produktion eine notwendige Bedingung für eine effiziente Allokation der volkswirtschaftlichen Ressourcen im Marktgleichgewicht. Da diese aufgrund der gemeinsamen Konsumierbarkeit der Programme Null sind, erfordert ein Wohlfahrtsoptimum, dass die Abonnementgebühren und damit die Gewinne der Anbieter gleich Null sind.

Die Wohlfahrt W hängt ab von den verfügbaren Dekodern beziehungsweise den damit rezipierbaren Programmen. Im folgenden ist also zunächst das für die alternativen Märkte jeweils spezifische Wohlfahrtsniveau im Sinne der aggregierten Konsumentenrente zu bestimmen und anschließend ein Größenvergleich vorzunehmen.

Gemäß Gleichung (I.2.1) hat der Konsument $i=0$ die größte Zahlungsbereitschaft und Konsumentenrente. Bei der angenommenen Spezifikation der Präferenzen ist die Grenzzahlungsbereitschaft $-\frac{\partial u_{yi}}{\partial i} = \frac{2u_z}{m}$. Diese Beziehung beschreibt gleichzeitig das Ausmaß der Präferenzdifferenzierung (vergleiche auch Woeckener, 1995b).

Die aggregierte Konsumentenrente der n zahlungskräftigsten y -Nutzer n erhält man durch Integration über alle Konsumenten i und mit $r = c, c_s$ aus

$$(I.6.1) \quad \int_{i=0}^n [u_{yi} - \alpha(q_y + r)] di = \int_{i=0}^n [2u_z - \alpha(q_y + r) - \frac{2u_z}{m}i] di = [2u_z - \alpha(q_y + r)]n - \frac{u_z}{m}n^2.$$

Unter Beachtung der in Kapitel I.2.2 ermittelten Nachfragefunktionen (I.2.13), (I.2.18) und (I.2.22) beziehungsweise (I.2.26), (I.2.27) und (I.2.28) ergibt sich das Wohlfahrtsniveau im (y, s) -Markt unter Berücksichtigung von (I.6.1) als

$$(I.6.2) \quad W(y, s) = [u_{y0} - \alpha(q_y + c)]N_y^y(\cdot) - \frac{u_z}{m}[N_y^y(\cdot)]^2 + [u_z - \alpha(q_z + c_s)]N_z^s(\cdot) \\ + [3u_z - \alpha(q_y + q_z + c_s)]N_{y+z}^s(\cdot) - \frac{u_z}{m}[N_{y+z}^s(\cdot)]^2$$

und im (s, s) -Markt als

$$(I.6.3) \quad W(s, s) = [u_{y0} - \alpha(q_y + c)]N_y^s(\cdot) - \frac{u_z}{m}[N_y^s(\cdot)]^2 + [u_z - \alpha(q_z + c_s)]N_z^s(\cdot) \\ + [3u_z - \alpha(q_y + q_z + c_s)]N_{y+z}^s(\cdot) - \frac{u_z}{m}[N_{y+z}^s(\cdot)]^2.$$

Wird in (I.6.2) und (I.6.3) die wohlfahrtsoptimale Preissetzung $q_y = q_z = 0$ berücksichtigt, folgt daraus $N_z^s = N_y^y = N_y^s = 0$ und nach Einsetzen der relevanten Funktionen (I.2.13) beziehungsweise (I.2.26)

$$(I.6.4) \quad W(y, s) = W(s, s) = (2u_z - \alpha c_s)m.$$

In einem (y,s)-Markt und in einem (s,s)-Markt wird also ein Wohlfahrtsniveau in der durch (I.6.4) festgelegten Höhe erreicht.

Analog erhalten wir das Wohlfahrtsniveau in einem (s,z)-Markt gemäß der Nachfragefunktionen (I.2.23) bis (I.2.25) als

$$(I.6.5) \quad W(s, z) = \left(2u_z - \frac{\alpha}{2}c_s - \frac{\alpha}{2}c \right) \left(m - \frac{m}{2b}\bar{c} \right) + (u_z - \alpha c) \frac{m}{2b}\bar{c}$$

und in einem (y,z)-Markt folgt gemäß (I.2.29) bis (I.2.31)

$$(I.6.6) \quad W(y, z) = \left(2u_z - \frac{3\alpha}{2}c \right) \left(m - \frac{m}{2b}c \right) + (u_z - \alpha c) \frac{m}{2b}c.$$

Der wohlfahrtsoptimale Markt wird demnach determiniert durch

$\max[W(s, s), W(s, z), W(y, z)]$. Mit $b := \frac{u_z}{\alpha}$ erhalten wir

$$(I.6.5) - (I.6.4) \Leftrightarrow W(s, z) - W(s, s) = \frac{\alpha m}{4b}\bar{c}^2.$$

Die rechte Seite der Gleichung ist positiv für alle $c_s \neq c$. Sobald die Anschaffungskosten für beide Dekoderarten voneinander abweichen, ist es mithin unter dem Aspekt der gesellschaftlichen Wohlfahrt vorteilhaft, wenn neben dem standardisierten Empfangsgerät auch der programmspezifische Dekoder z zur Verfügung steht. Falls diese Anschaffungskosten identisch sind, sind alle Märkte, die den standardisierten Dekoder enthalten, bei den zugrunde gelegten Präferenzen nach dem Kriterium der Konsumentenrente gleichwertig.

Eine Aussage darüber, ob eine Standardisierung gesellschaftlich wünschenswert ist, kann erst über den Vergleich zwischen (I.6.5) und (I.6.6) getroffen werden. Die Konsumentenrente (I.6.5) ist genau dann größer als die gemäß (I.6.6), wenn

$$W(s, z) - W(y, z) = \frac{\alpha}{4b}c_s^2 - \frac{\alpha}{2b}c_s c - \alpha c_s - 2\alpha c > 0, \text{ beziehungsweise wenn}$$

$$c_s^2 - 2c_s c - 4bc_s + 8bc > 0.$$

Die letzte Ungleichung ist genau dann erfüllt, falls $c_s > 2c$ oder $c_s < 4b$. Annahmegemäß ist c_s kleiner als $2c$, die Bedingung $c_s < 4b$ ist in Ω ebenfalls immer erfüllt. Der gesellschaftlich effiziente Markt ist mithin ein (s,z)-Markt.

Um dieses Resultat auch graphisch illustrieren zu können, betrachten wir zunächst noch einmal die Optionen und die Präferenzrelationen der Konsumenten. Die Optionen bestehen darin, entweder beide Programme zu nutzen, ausschließlich Programm y oder z zu nutzen, oder auf den Konsum digitalen Fernsehens zu verzichten. Konsumenten, die nur ein Programm empfangen möchten, präferieren aufgrund der geringeren Anschaffungskosten in jedem Fall den programmspezifischen Dekoder. Bei der Bestimmung der Nachfragefunktionen wurde bereits gezeigt, dass Konsument i den alleinigen Empfang von Programm y nur bei hinreichend hohen Abonnementgebühren höher schätzt als den Empfang beider Programme. Entfallen diese Gebühren völlig, erzielt er folglich den höheren Nutzen, wenn er das gesamte Programmangebot nutzt. Den Empfang von Programm z schätzt Konsument i dann höher als den Verzicht auf digitales Fernsehen, wenn

$$(1) \quad U^i(d_s, \delta_z) > U^i(0), \text{ wenn also } \alpha e + u_z - \alpha c_s > \alpha e.$$

Diese Ungleichung ist genau dann erfüllt, wenn $c_s \leq b$, was in Ω immer der Fall ist. Der Nutzenzuwachs $\Delta U^i(d_s, \delta_z; 0) := U^i(d_s, \delta_z) - U^i(0)$ entspricht der Rente des Konsumenten i und ist in Einheiten des numéraire-Gutes X gegeben durch $b - c_s > 0$. Da $u_{zi} = u_z$ für alle i unterstellt wurde, gilt die Ungleichung $b > c_s$ für alle $i \in [0, m]$. Alle potentiellen Rezipienten erzielen also durch den Konsum von Programm z eine Nutzensteigerung.

Möglicherweise kann dieser Nutzen aber noch weiter erhöht werden, wenn zusätzlich Programm y nachgefragt wird. Um beide Programmangebote nutzen zu können, müssen entweder zwei spezifische Empfangsgeräte oder ein standardisiertes Gerät eingesetzt werden. Die jeweils realisierbaren Nutzenniveaus ergeben sich aus

$$(2) \quad U^i(d_s, \delta_{y+z}) = \alpha(e - c_s) + u_z + u_{yi},$$

$$(3) \quad U^i(d_y, d_z) = \alpha(e - 2c) + u_z + u_{yi} \quad \text{und}$$

$$(4) \quad U^i(d_y, d_s, \delta_z) = U^i(d_z, d_s, \delta_y) = \alpha(e - c_s - c) + u_z + u_{yi},$$

wobei

$$U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_y, d_z) > U^i(d_y, d_s, \delta_z) = U^i(d_z, d_s, \delta_y).$$

Wenn Konsument i also beide Programmangebote empfangen möchte, dann hat er den höchsten Nutzen, wenn dies über ein standardisiertes Gerät möglich ist. Aus den Nachfragefunktionen (I.2.26) und (I.2.28) folgt zudem unmittelbar, dass in einem (s,s)-Markt alle m Konsumenten beide Programmangebote empfangen. Die realisierbare Konsumentenrente ist in Abbildung I.20 durch die schraffierte Fläche gekennzeichnet.

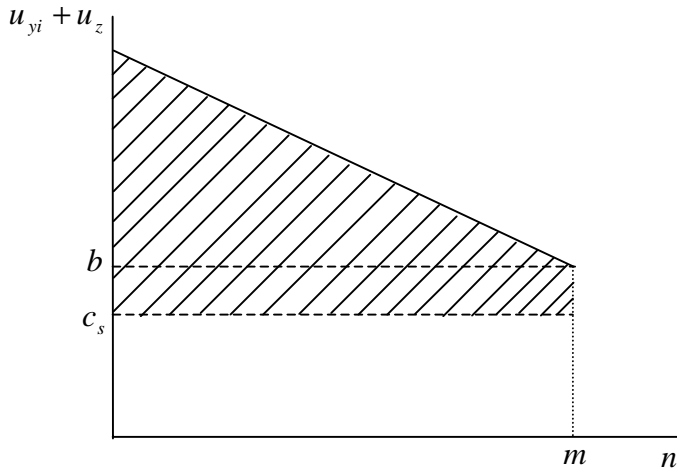


Abb. I.20: Konsumentenrente in einem (s,s)-Markt.

Der Nutzen aus dem Konsum des Gesamtangebotes über den standardisierten Dekoder ist zudem größer als der Nutzen aus dem alleinigen Konsum von Programm z über den spezifischen Dekoder, wenn gilt

$$U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_z).$$

Dies trifft genau dann zu, wenn $u_z + u_{yi} - \alpha c_s > u_z - \alpha c$, beziehungsweise wenn $u_{yi} - \alpha \bar{c} > 0$.

Aus (I.2.1) folgt, dass diese Bedingung für alle $i < m - \frac{m}{2b} \bar{c} := n_0 < m$ erfüllt ist. Wir können also zwei Gruppen von Konsumenten unterscheiden. Zum einen erzielen alle Konsumenten $i \leq n_0$ das höchste Nutzenniveau aus dem Konsum des gesamten Programmangebotes. Alle Konsumenten $i \in (n_0, m]$ stehen sich dagegen besser, wenn sie ausschließlich Programm z über den entsprechenden programmspezifischen Dekoder empfangen. Realisierbar ist der Nutzenzuwachs $\Delta U^i(d_s, \delta_{y+z}; d_z)$ allerdings nur, wenn neben dem standardisierten Dekoder noch ein spezifischer Dekoder z verfügbar ist. Die Konsumentenrente entspricht dann der schräg schraffierten Fläche in Abbildung I.21.

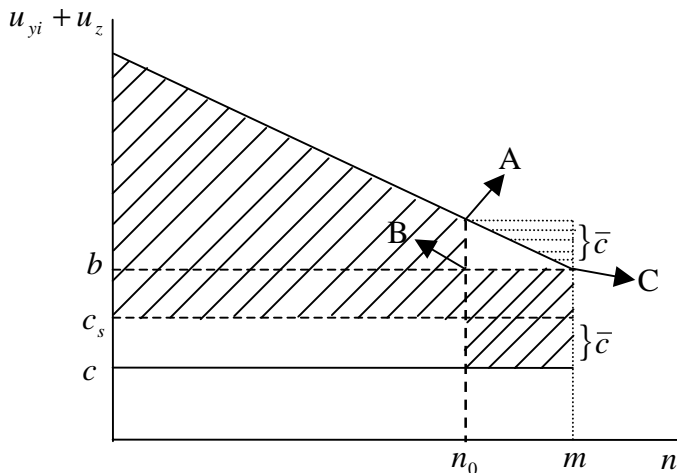


Abb. I.21: Konsumentenrente in einem (s,z)-Markt.

Wie die folgenden Berechnungen zeigen, entspricht die Höhe des Dreiecks ABC in Abbildung I.21 der Differenz der Anschaffungskosten \bar{c} . Die Fläche dieses Dreiecks spiegelt den Wohlfahrtsverlust $\Delta W = -[W(s, z) - W(s, s)]$ wider, der entsteht, wenn die Anbieter im Gleichgewichtspunkt statt eines (s,z)-Marktes einen (s,s)-Markt konstituieren. In Einheiten des numéraire-Gutes X ist $|\Delta W| = \frac{m}{4b} \bar{c}^2$. Diese Fläche wird offensichtlich auch bestimmt durch $\frac{1}{2}(m - n_0) \cdot \overline{BA}$. Da $m - n_0 = \frac{m}{2b} \bar{c}$ muss folglich die Gleichung $\frac{m}{4b} \bar{c} \overline{BA} = \frac{m}{4b} \bar{c}^2$ erfüllt sein. Dies trifft genau dann zu, wenn $\overline{BA} = \bar{c}$. Die Höhe des betrachteten Dreiecks ist also $\overline{BA} = \bar{c}$, was in Abbildung I.21 bereits angedeutet wurde.

Darüber hinaus ist aus der Abbildung zu erkennen, dass die Konsumentenrente in einem (s,z)-Markt um die horizontal gestrichelte Fläche größer ist als die Konsumentenrente in einem (s,s)-Markt. Diese Fläche entspricht exakt der Fläche des Dreiecks ABC.

Während die Wohlfahrtsimplikationen in erster Linie von der relativen Größe der alternativen Anschaffungskosten abhängen, wird das Spielergebnis gemäß Aussage 15 entscheidend durch die Höhe der Anschaffungskosten für den spezifischen Dekoder beeinflusst. Das ermittelte Marktergebnis ist in jedem Fall wohlfahrtsoptimal im Hinblick auf die eingesetzte Technologie, wenn die Anschaffungskosten für beide Dekoderarten identisch sind. Ist dies nicht der Fall, wird der wohlfahrtstheoretisch effiziente (s,z)-Markt nur dann konstituiert, wenn die Anschaffungskosten für den spezifischen Dekoder hinreichend gering sind. Andernfalls legen sich beide Anbieter auf eine gemeinsame Technologie fest, und das

Marktgeschehen führt unter dem Gesichtspunkt der gesellschaftlichen Effizienz zu einem zu hohen Standardisierungsgrad.

Selbst, wenn die wohlfahrtsoptimale Technologiewahl getroffen wurde, ist ein Gesamtoptimum nur erreicht, wenn die Preissetzung zu Grenzkosten erfolgt, wenn also $q_y = q_z = 0$. Sobald Konsumenten mit positiver Zahlungsbereitschaft für den Empfang digitalen Fernsehens aufgrund einer positiven Abonnementgebühr von dem präferierten Konsum ausgeschlossen werden, führt dies zu Wohlfahrtseinbußen. Gemäß Aussage 15 fordern die Anbieter unter jeder Parameterkonstellation in Ω Preise oberhalb der Grenzkosten, ein wohlfahrtsoptimales Marktergebnis wird also unter bestimmten Bedingungen zwar in Bezug auf die Technologiewahl, aber nicht in Bezug auf die Preissetzung erreicht.

Zielsetzung der nachfolgenden Analyse ist es, zu prüfen, inwieweit die Anreize der Anbieter zur Standardisierung inkompatibler Hardwarekomponenten durch die Annahme über die Konsumentenpräferenzen beeinflusst werden.

II Modell 1b: Technologiewahl bei heterogenen Konsumentenpräferenzen und identischen Anschaffungskosten für die alternativen Hardwarekomponenten

II.1 Entwicklung der relevanten Nachfragefunktionen

II.1.1 Einführung individuell unterschiedlicher Präferenzen für Programm z

In Modell 1a profitiert Anbieter Y immer von einer Standardisierung, für Anbieter Z ist die Vorteilhaftigkeit dieser Entscheidung aber nur für bestimmte Parameterkonstellationen gewährleistet. Um zu untersuchen, ob sich die Anreizstruktur und damit das Spielergebnis ändert, wenn die Präferenzen anders spezifiziert werden, ist es im Prinzip erforderlich, alle in Modell 1a betrachteten Märkte mit den veränderten Präferenzen durchzurechnen. Wie die folgenden Ausführungen verdeutlichen, kann darauf jedoch unter bestimmten Voraussetzungen verzichtet werden.

In Modell 1a hat sich gezeigt, dass die aufgezeigte Anreizstruktur auch durch die Annahme unterschiedlicher Anschaffungskosten für den spezifischen Dekoder einerseits und den standardisierten Dekoder andererseits, bestimmt wird. Dies führte dazu, dass die Spiellösung in Abhängigkeit von dem Parameterraum, in dem die Spiele stattfanden, durch einen (s,z)-Markt gekennzeichnet sein konnte (Aussage 15). In Kapitel I.4.3 wurde im Rahmen eines Exkurses allerdings festgestellt, dass die Unterschiede zwischen den Märkten, die einen standardisierten Dekoder enthalten, vollständig aufgehoben werden, wenn von identischen Anschaffungskosten c_s und c für die beiden Dekoderarten ausgegangen wird. Der Einfluss der Anschaffungskosten auf die Anreizstruktur lässt sich demnach in Modell 1a vollständig eliminieren, wenn statt der

Annahme $c_s \in \left(c, \frac{3}{2}c \right]$ die Annahme $c_s = c$ gesetzt wird. Unter der Prämisse identischer

Anschaffungskosten reicht es daher aus, wenn sich die Analyse mit den modifizierten Konsumentenpräferenzen ausschließlich auf den (y,z)-Markt und den (s,s)-Markt bezieht. Die Annahme $c_s = c$ ist zudem auch ökonomisch plausibel zu erklären, wenn wir gedanklich auf den Zeitpunkt abstellen, in dem beide Anbieter zunächst einen spezifischen Dekoder gewählt haben, und dann davon ausgehen, dass jeder der vorhandenen Dekoder ohne nennenswerte Zusatzkosten in den standardisierten Dekoder transformiert werden kann. Damit wird auch bereits der später vorzustellenden Struktur eines Verhandlungsspieles Rechnung getragen, das auf den Ergebnissen von Modell 1b basiert. In diesem Verhandlungsspiel wird vorausgesetzt, dass die Öffnung eines spezifischen Dekoders für Konkurrenzprogramme ohne Transaktionskosten möglich ist.

In dem Ausgangsmodell wurde bei der Mikrofundierung der Nachfrage ein für alle Individuen identischer und konstanter Nutzen u_z für das Programm z angenommen. Motiviert wurde diese Annahme damit, dass es möglich ist, ein durchschnittliches Nutzenniveau zu bestimmen, wenn das Programmpaket z eine genügend hohe Vielfalt aufweist. Im folgenden soll diese restriktive Annahme durch die Einführung individuell unterschiedlicher Präferenzen auch für Programm z gelockert werden.

Die Präferenzen für das Programm y seien wie in (I.2.1) unverändert gegeben durch

$$(II.1.1) \quad u_{yi} = \frac{2(m-i)u_z}{m},$$

für z werden sie jedoch ähnlich wie in dem von Hotelling (1929) entwickelten Modell der horizontalen Produktdifferenzierung spezifiziert durch

$$(II.1.2) \quad u_{zi} = \frac{2u_z i}{m}.$$

Bei der bereits in Modell 1a unterstellten Quasilinearität der Nutzenfunktion setzt sich der Gesamtnutzen, den Nachfrager i dem Konsum des digitalen Programmangebotes beimisst, additiv zusammen aus dem Teilnutzen, den ihm Programm y verschafft und dem Teilnutzen, den ihm Programm z verschafft. Aus (II.1.1) und (II.1.2) folgt unmittelbar der Zusammenhang

$$u_{yi} = 2u_z - u_{zi}.$$

Demnach bestimmt sich das Nutzenniveau des Konsumenten i , $i \in [0, m]$, als

$$(II.1.3) \quad u_i = u_{yi} + u_{zi} = 2u_z = 2\alpha b.$$

Je stärker Konsument i Programm y bevorzugt, desto geringer ist seine Präferenz für Programm z . Dabei kann man sich vorstellen, dass die Heterogenität der beiden Güterangebote in einer unterschiedlichen Schwerpunktsetzung bei der Zusammenstellung der Programmbündel zum Ausdruck kommt, dass also Anbieter Z etwa vorwiegend Spielfilme sendet, während Anbieter Y

sich mehr auf die Ausstrahlung von Sportsendungen konzentriert. Gemäß (II.1.1) und (II.1.2) sinkt die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für Programm y mit steigendem Index $i \in [0, m]$, während sie für Programm z steigt. Die höchste Zahlungsbereitschaft für y (zum Beispiel Spielfilme) hat demnach der Konsument mit der Adresse $i = 0$, der aber aus dem Empfang des Programms z (zum Beispiel Sportsendungen) keinerlei Nutzen zieht. Darüber hinaus veranschaulicht Abbildung II.1, dass es einen Rezipienten $i = i_g$ gibt, dem beide Programmangebote den gleichen Nutzen stiften. Dieser zwischen zwei Alternativen indifferente Konsument wurde bereits in Modell 1a als der Grenzkonsument bezeichnet.

Im Vergleich zu der Nutzenspezifizierung im Modell 1a sind die Programmpräferenzen der Konsumenten nun heterogener geworden. Es gibt nach wie vor eine Gruppe um $i = m/2$, die geringe Präferenzunterschiede zwischen beiden Programmen aufweisen, aber die „Randgruppen“ nahe an $i = 0$ oder $i = m$ haben ausgeprägtere Präferenzen für eines der beiden Programme. Anders ausgedrückt, haben diese Gruppen eine ausgeprägtere Abneigung gegen das jeweils andere Programm.

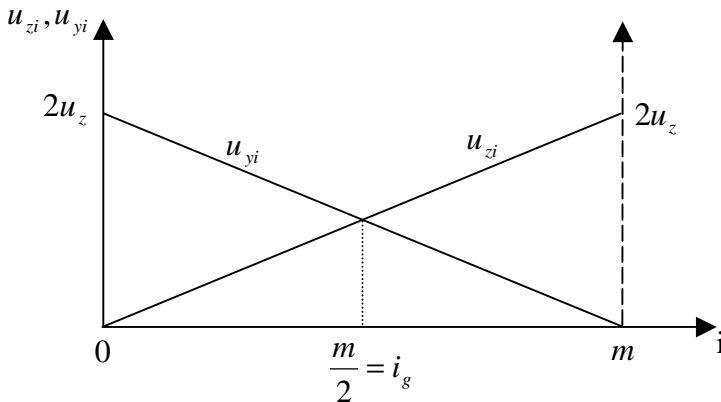


Abb. II.1: Graphische Darstellung der Präferenzspezifizierung nach (II.1.1) und (II.1.2).

Alternativ könnten individuelle Präferenzen auch in einer Form berücksichtigt werden, bei der die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten zwar für beide Programmangebote y und z mit steigendem Index sinkt, der Empfang von Programm y aber immer höher bewertet wird als der von Programm z. Abbildung II.2 verdeutlicht dies beispielhaft für (II.1.1) und

$$(II.1.2)' \quad u_{zi} = \frac{(m-i)u_z}{m}.$$

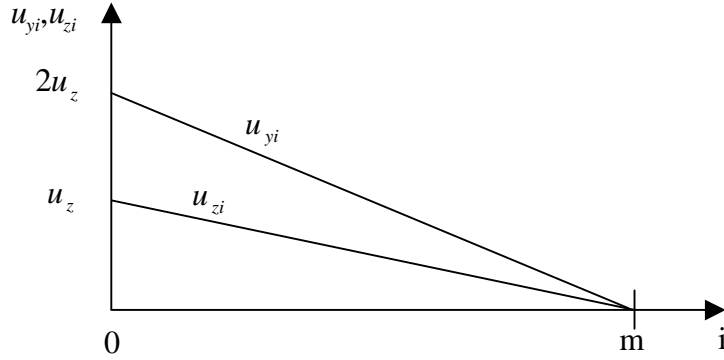


Abb. II.2: Graphische Darstellung der Präferenzspezifizierung nach (II.1.1) und (II.1.2)'.

Indifferent zwischen beiden Programmen, aber auch zwischen Fernsehen und dem Verzicht auf Fernsehen, ist in diesem Fall nur der Konsument $i = m$. Im Vergleich zu Modell 1a werden die Präferenzen für beide Programme mit (II.1.2)' einander ähnlicher. Annähernd gleiche Präferenzen aller Konsumenten für beide Programme, die implizit auf eine geringe Heterogenität der beiden Angebote hindeuten, erscheinen recht unplausibel. Uns interessiert vielmehr die Frage, was sich bei einer stärkeren Polarisierung der Präferenzen (und Programmangebote), wie sie in (II.1.2) zum Ausdruck kommt, ändert. Neben diesen inhaltlichen Gründen wird eine Spezifizierung gemäß (II.1.2)' aber auch aus pragmatischen Gründen im folgenden nicht betrachtet, da sie die Berechnungen erheblich verkomplizieren würde, indem bei der Bestimmung der Nachfragefunktionen zahlreiche Fallunterscheidungen vorgenommen werden müssten.

Wie in Modell 1a werden die Nachfragefunktionen aus den Nutzenfunktionen der Konsumenten hergeleitet. Die erforderlichen Berechnungen basieren auf der bereits in Kapitel I.2.1 ermittelten Nutzenfunktion (I.2.5). Mit $c_s = c$ folgt daraus als die zu maximierende Zielfunktion des Konsumenten i

$$(II.1.4) \quad U^i(d, \delta) = \alpha e + h_y d_y [u_{yi} - \alpha(q_y + c)] + h_z d_z [u_{zi} - \alpha(q_z + c)] \\ + h_s d_s \{ \delta_{y+z} [u_{yi} + u_{zi} - \alpha(q_y + q_z + c)] + \delta_y [u_{yi} - \alpha(q_y + c)] + \delta_z [u_{zi} - \alpha(q_z + c)] \}.$$

In (II.1.4) bezeichnet $h_j \in \{0,1\}$, $j = y, z, s$, die Entscheidungsvariable der Anbieter in Bezug auf die Technologiewahl, $d_j \in \{0,1\}$ beschreibt die Entscheidung des Rezipienten in Bezug auf den Erwerb eines Dekoders j und $\delta_k \in \{0,1\}$ bezieht sich auf dessen Programmwahl $k = y, z, y + z$, falls ein standardisierter Dekoder s verfügbar ist.

II.1.2 Nachfragefunktionen bei standardisierter Hardwarekomponente

Wie in Modell 1a für den (s,s)-Markt beschrieben (S. 45), ist dieser Fall dadurch gekennzeichnet, dass sich die Programmanbieter auf ein gemeinsames Empfangsgerät für ihre Programme festgelegt haben, dass also die diskreten Variablen h_j , $j = y, z, s$, die Werte $h_s = 1$ und $h_y = h_z = 0$ annehmen. Somit lautet das Entscheidungskalkül der Konsumenten

$$(II.1.5) \quad \max_{d, \delta} U^i(d, \delta) \quad \text{u.d.B.} \quad h_s = 1 \quad \text{und} \quad h_y = h_z = 0.$$

Die Ermittlung der Nachfragefunktionen erfolgt wie in Modell 1a durch den unmittelbaren Nutzenvergleich bei der Ausübung der alternativen Optionen

- $d_s = 1$ und $\delta_{y+z} = 1$ und $\delta_y = \delta_z = 0$ oder
- $d_s = 1$ und $\delta_z = 1$ und $\delta_y = \delta_{y+z} = 0$ oder
- $d_s = 1$ und $\delta_y = 1$ und $\delta_y = \delta_{y+z} = 0$ oder
- $d_s = 0$ und $\delta_y = \delta_z = \delta_{y+z} = 0$

und die anschließende Bestimmung des indifferenten Konsumenten $i = i_g$. Das Vorgehen wurde in Kapitel I.2.2 ausführlich beschrieben.

Nachfrage nach dem Empfang beider Programme

Der Konsument $i \in [0, m]$ entscheidet sich für den Empfang beider Programmangebote, wenn gilt

- a) $U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_s, \delta_z)$ und
- b) $U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(d_s, \delta_y)$ und
- c) $U^i(d_s, \delta_{y+z}) > U^i(0)$

Die Ungleichung a) ist genau dann erfüllt, wenn³³ $q_y \leq \frac{u_{yi}}{\alpha}$. Nach Einsetzen von (II.1.1) erhalten wir als relevante Nachfrage

$$(II.1.6) \quad n_{s_{y+z}, s_z} = \max \left[0, m - \frac{m}{2b} q_y \right].$$

Die Konstellation b) trifft genau dann zu, wenn $q_z \leq \frac{u_{zi}}{\alpha}$ beziehungsweise wenn $q_z \leq \frac{2bi}{m}$.

Ist die Abonnementgebühr q_z so niedrig, dass diese Ungleichung für den Konsumenten $i = m$ erfüllt ist, dann gibt es einen Konsumenten $i = i_g \in [0, m]$, für den die Ungleichung als Gleichung zutrifft. Für alle Konsumenten $i \in (i_g, m]$ ist q_z dann kleiner als $\frac{2bi}{m}$, so dass sich die Nachfrage

n_{s_{y+z}, s_y} aus der Differenz $m - i_g$ ergibt. Aus $q_z = \frac{2bi_g}{m}$ folgt zunächst $i_g = \frac{m}{2b} q_z$ und damit

$$(II.1.7) \quad n_{s_{y+z}, s_y} = \max \left[0, m - \frac{m}{2b} q_z \right].$$

Die Ungleichung c) gilt genau dann, wenn $q_y + q_z + c \leq \frac{u_{yi} + u_{zi}}{\alpha}$ beziehungsweise wenn $q_y + q_z \leq 2b - c$. Daraus folgt, dass alle Konsumenten $i \in [0, m]$ den Empfang beider Programmangebote y und z dem Verzicht auf Fernsehen vorziehen, wenn die Summe aller Preise den mit dem Präferenzparameter α bewerteten Gesamtnutzen aus dem Konsum nicht übersteigt. Entsprechend ist die relevante Nachfrage gegeben mit

$$(II.1.8) \quad n_{s_{y+z}, 0} = \begin{cases} m, & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2b - c \\ 0, & \text{sonst.} \end{cases}$$

³³ Vgl. Modell 1a, Ungleichung (I.2.7), S. 38.

Der Konsument i nutzt beide Programmangebote genau dann, wenn $i \in [0, \min(n_{s_{y+z}, s_z}, n_{s_{y+z}, s_y}, n_{s_{y+z}, 0})]$.

Gemäß (II.1.8) ist die Restriktion $q_y + q_z \leq 2b - c$ eine notwendige Bedingung für eine positive Nachfrage nach beiden Programmangeboten. Sei $q_y = 0$, dann ist diese Bedingung nur dann erfüllt, wenn q_z maximal den Wert $2b - c$ annimmt. Mit $q_z = 2b - c$ und $q_y = 0$ folgt $n_{s_{y+z}, s_y} = \frac{m}{2b}c > 0$. Analog erhalten wir mit $q_z = 0$ und $q_y = 2b - c$ die Nachfrage $n_{s_{y+z}, s_z} = \frac{m}{2b}c > 0$. Innerhalb ihres Definitionsintervalles sind die betrachteten Nachfragen also immer größer als Null. Da $n_{s_{y+z}, 0} = m$. Weil ferner die Nachfragen gemäß (II.1.6) und (II.1.7) für $q_y \geq 0$ sowie $q_z \geq 0$ nie größer sind als m , ergibt sich die minimale Nachfrage aus dem Größenvergleich zwischen n_{s_{y+z}, s_z} und n_{s_{y+z}, s_y} . Dabei zeigt sich, dass

$$n_{s_{y+z}, s_z} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} n_{s_{y+z}, s_y} \Leftrightarrow q_y \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} q_z.$$

Aus diesen Fallunterscheidungen folgt unmittelbar die Nachfragefunktion für beide Programme

$$(II.1.9) \quad N_{y+z}^s(q_y, q_z) = \begin{cases} m - \frac{m}{2b}q_y, & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2b - c \text{ und } q_y \geq q_z \\ m - \frac{m}{2b}q_z, & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2b - c \text{ und } q_y \leq q_z \\ 0, & \text{wenn } q_y + q_z > 2b - c. \end{cases}$$

Während die Bereiche dieser Nachfragefunktion für beide Anbieter in Modell 1a gemäß (I.2.26) ausschließlich durch den Wert determiniert wurde, den q_z annahm, wird die Nachfrage in Modell 1b gemäß (II.1.9) durch die Summe $q_y + q_z$ beider Abonnementgebühren bestimmt. Zurückzuführen ist dies darauf, dass der Einfluss der Präferenzen für Programm y und damit auch der entsprechenden Abonnementgebühr q_y auf die Nachfrage nach beiden Programmen bei den veränderten Präferenzen für Programm z verstärkt wird. Falls q_y größer ist als q_z , wird die Höhe

dieser Nachfrage unmittelbar festgelegt durch q_y , andernfalls ist q_z der entscheidende Einflussfaktor. Soweit die Summe der Abonnementgebühren durch Preisänderungen nicht tangiert wird, bleibt die Bestimmungsgleichung der betrachteten Nachfrage unverändert.

Ausschließliche Nachfrage nach Programm z

Die Nachfragefunktion für das Programmangebot z bei Verfügbarkeit eines standardisierten Dekoders wird analog aus dem Vergleich der folgenden Nutzenniveaus ermittelt

$$d) \quad U^i(d_s, \delta_z) > U^i(d_s, \delta_{y+z}) \quad \text{und}$$

$$e) \quad U^i(d_s, \delta_z) > U^i(d_s, \delta_y) \quad \text{und}$$

$$f) \quad U^i(d_s, \delta_z) > U^i(0)$$

Die Anzahl der Konsumenten, für die Relation d) erfüllt ist, ergibt sich unmittelbar aus (II.1.6) beziehungsweise aus der Differenz $m - n_{s_y+z, s_z}$ als

$$(II.1.10) \quad n_{s_z, s_y+z} = \min \left[m, \frac{m}{2b} q_y \right].$$

Die Ungleichung e) ist erfüllt, falls $q_z - q_y \leq \frac{u_{zi} - u_{yi}}{\alpha}$ beziehungsweise falls

$$(II.1.11) \quad q_z - q_y \leq \frac{4i}{m} - 2b.$$

Zur Bestimmung des indifferenten Konsumenten wird (II.1.11) zunächst nach i aufgelöst und man erhält

$$i \geq \frac{1}{2}m + \frac{m}{4b}(q_z - q_y) =: k_1$$

Wie in Modell 1a (S. 41f.) ergibt sich die gesuchte Nachfrage aus der Differenz $m - k_1$. Unter Beachtung der notwendigen Fallunterscheidungen für $k_1 \leq 0$, $k_1 \in (0, m)$ und $k_1 \geq m$ folgt daraus

$$(II.1.12) \quad n_{s_z, s_y} = \max \left[0, \min \left(m, \frac{m}{2} - \frac{m}{4b}(q_z - q_y) \right) \right].$$

Die Ungleichung f) trifft zu, wenn die Bedingung $q_z + c \leq \frac{2bi}{m}$ erfüllt ist. Ist diese Bedingung als strikte Ungleichung für den Konsumenten $i = m$ erfüllt, dann gibt es einen Grenzkonsumenten $i = i_g \in (0, m)$, für den die Ungleichung als Gleichung gilt. Die relevante Nachfrage ergibt sich damit wiederum aus der Differenz $m - i_g$ mit

$$(II.1.13) \quad n_{s_z,0} = \max \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_z + c) \right].$$

Konsument i nutzt ausschließlich Programm z , wenn $i \in \left[\min(n_{s_z, s_{y+z}}, n_{s_z, s_y}, n_{s_z, 0}) \right]$, folglich ist ein Größenvergleich zwischen (II.1.10), (II.1.12) und (II.1.13) erforderlich. Die Randwerte in (II.1.10), (II.1.12) und (II.1.13) bewirken de facto eine Beschränkung der Preissetzungsspielräume für die Anbieter. So ist die Restriktion $q_z \leq 2b - c$ notwendige Bedingung für eine positive Nachfrage ausschließlich nach Programm z . In (II.1.10) gilt $\min \left[m, \frac{m}{2b}q_y \right] = \frac{m}{2b}q_y$ genau dann, wenn $q_y \leq 2b$. Bei den Vergleichen können wir uns also

zunächst, ähnlich wie in Modell 1a, auf die Nachfragen $n_{s_z, s_{y+z}} = \frac{m}{2b}q_y$, $n_{s_z, s_y} = \frac{m}{2} - \frac{m}{4b}(q_z - q_y)$

und $n_{s_z, 0} = m - \frac{m}{2b}(q_z + c)$ beschränken. Damit ergeben sich die Äquivalenzen:

$$(i) \quad n_{s_z, s_{y+z}} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} n_{s_z, s_y} \Leftrightarrow q_y + q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 2b$$

$$(ii) \quad n_{s_z, s_{y+z}} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} n_{s_z, 0} \Leftrightarrow q_y + q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 2b - c$$

$$(iii) \quad n_{s_z, s_y} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} n_{s_z, 0} \Leftrightarrow q_y + q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 2b - 2c.$$

Da die Größenrelationen aller Einzelnachfragen ausschließlich von der Größe der Summe $q_y + q_z$ abhängen, müssen die vier Intervalle $[0, 2b - 2c]$, $(2b - 2c, 2b - c]$, $(2b - c, 2b]$, und $(2b, \infty)$ unterschieden werden. In der Tabelle II.1 werden die in den alternativen Intervallen maßgeblichen Relationen zusammenfassend dargestellt.

$[0, (2b - 2c)]$	$((2b - 2c), (2b - c)]$	$((2b - c), 2b]$	$> 2b$
$n_{s_z, s_{y+z}} < n_{s_z, s_y}$	$n_{s_z, s_{y+z}} < n_{s_z, s_y}$	$n_{s_z, s_{y+z}} \leq n_{s_z, s_y}$	$n_{s_z, s_y} < n_{s_z, s_{y+z}}$
$n_{s_z, s_y} \leq n_{s_z, 0}$	$n_{s_z, 0} < n_{s_z, s_y}$	$n_{s_z, 0} < n_{s_z, s_y}$	$n_{s_z, 0} < n_{s_z, s_y}$
$n_{s_z, s_{y+z}} < n_{s_z, 0}$	$n_{s_z, s_{y+z}} \leq n_{s_z, 0}$	$n_{s_z, 0} < n_{s_z, s_{y+z}}$	$n_{s_z, 0} < n_{s_z, s_{y+z}}$
$\min(\cdot) = n_{s_z, s_{y+z}}$	$\min(\cdot) = n_{s_z, s_{y+z}}$	$\min(\cdot) = n_{s_z, 0}$	$\min(\cdot) = n_{s_z, 0}$

Tabelle II.1: Minimumnachfragen für Teilintervalle von $(q_y + q_z)$.

Im Intervall $[0, 2b - c]$ ist die Minimumnachfrage immer durch $n_{s_z, s_{y+z}}$ gegeben. Da die Summe der Abonnementgebühren in diesem Intervall auf $2b - c$ beschränkt ist, muss $q_y < 2b$ sein und

damit $\min\left[m, \frac{m}{2b}q_y\right] = \frac{m}{2b}q_y$. Daraus folgt unmittelbar die Nachfragefunktion

$$(II.1.14) \quad N_z^s(q_y, q_z) = \begin{cases} \frac{m}{2b}q_y, & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2b - c \\ \max\left[0, m - \frac{m}{2b}(q_z + c)\right] & \text{wenn } q_y + q_z > 2b - c. \end{cases}$$

Ausschließliche Nachfrage nach Programm y

Die Nachfrage nur nach Programm y wird analog zu den bisherigen Ausführungen ermittelt aus den Nutzenvergleichen

$$g) \quad U^i(d_s, \delta_y) > U^i(d_s, \delta_{y+z})$$

$$h) \quad U^i(d_s, \delta_y) > U^i(d_s, \delta_z) \quad \text{und}$$

$$l) \quad U^i(d_s, \delta_y) > U^i(0)$$

Die Einzelnachfrage $n_{s_y, s_{y+z}}$ folgt unmittelbar aus (II.1.7) als

$$(II.1.15) \quad n_{s_y, s_{y+z}} = m - n_{s_{y+z}, s_y} = \min\left[m, \frac{m}{2b}q_z\right]$$

und (II.1.12) impliziert

$$(II.1.16) \quad n_{s_y, s_z} = m - n_{s_z, s_y} = \min \left[m, \max \left(0, \frac{m}{2} + \frac{m}{4b} (q_z - q_y) \right) \right].$$

Die Einzelnachfrage $n_{s_y, 0}$ erhalten wir aus der Bedingung $q_y + c \leq \frac{u_{yi}}{\alpha}$ für die Ungleichung 1)

als

$$(II.1.17) \quad n_{s_y, 0} = \max \left[0, m - \frac{m}{2b} (q_y + c) \right].$$

Aus den relevanten Größenvergleichen folgt die Nachfragefunktion

$$(II.1.18) \quad N_y^s(q_y, q_z) = \begin{cases} \frac{m}{2b} q_z, & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2b - c \\ \max \left[0, m - \frac{m}{2b} (q_y + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z > 2b - c. \end{cases}$$

Die Symmetrie der Nachfragefunktionen (II.1.14) und (II.1.18) wird verursacht durch die Symmetrie der gegenüber Modell 1a veränderten Annahmen über die Präferenzen. Der Vergleich dieser Funktionen mit (I.2.27) und (I.2.28) zeigt zum einen, dass die jetzt divergenten Präferenzen die Interdependenz der Anbieter verstärken, da gemäß (II.1.18) auch der Wert der ausschließlichen Nachfrage nach Programm y unmittelbar durch den Konkurrenzpreis bestimmt wird. In Modell 1a hing dieser Wert gemäß (I.1.27) lediglich von der Preissetzung des Anbieters Y selbst ab. Darüber hinaus fällt auf, dass nunmehr auch dann eine ausschließliche Nachfrage nach Programm y besteht, wenn q_z vergleichsweise gering ist. Umgekehrt ist die Nachfrage ausschließlich nach Programm z auch dann positiv, wenn q_z relativ hoch ist. Soweit die Summe der Abonnementgebühren hinreichend gering ist, steigen beide Nachfragen mit dem jeweiligen Konkurrenzpreis, was in Modell 1a nur hinsichtlich des Programmes z galt. Steigt der Konkurrenzpreis aber in einem Bereich, in dem diese Summe bereits hoch ist, führt die eigene

Preisveränderung zu einem Rückgang der betrachteten Nachfrage. Die Kreuznachfrage verläuft also im Grundsatz durchaus typisch (Schumann, 1992, S. 69).

II.1.3 Nachfragefunktionen bei Koexistenz zweier spezifischer Dekoder

Sehen sich die Nachfrager digitaler Fernsehprogramme einem Markt gegenüber, in der die Anbieter zwei jeweils programmspezifische Entschlüsselungsgeräte bereitstellen, eine standardisierte Technologie mit erweitertem Empfangsbereich aber nicht verfügbar ist, wird ihr Entscheidungskalkül determiniert durch

$$(II.1.19) \quad \max_{d, \delta} U^i(d, \delta) \quad \text{u.d.B.} \quad h_y = h_z = 1 \quad \text{und} \quad h_s = 0.$$

Die relevanten Nachfragefunktionen ergeben sich wie in II.1.2, indem die alternativen Nutzenniveaus bei der Ausübung folgender Optionen verglichen werden

- $d_y = d_z = 1$ oder
- $d_z = 1$ und $d_y = 0$ oder
- $d_y = 1$ und $d_z = 0$ oder
- $d_y = d_z = 0$.

Aus den maßgeblichen Nutzenrelationen

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| a) $U^i(d_y, d_z) > U^i(d_z)$ | e) $U^i(d_z) > U^i(d_y)$ |
| b) $U^i(d_y, d_z) > U^i(d_y)$ | f) $U^i(d_z) > U^i(0)$ |
| c) $U^i(d_y, d_z) > U^i(0)$ | g) $U^i(d_y) > U^i(0)$ |

lassen sich zunächst die in (II.1.20) aufgeführten Einzelnachfragen ermitteln.

$$(II.1.20) \quad n_{y+z,z} = \max \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + c) \right], \quad n_{y+z,y} = \max \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_z + c) \right]$$

$$n_{y+z,0} = \begin{cases} m, & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2(b-c) \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

und

$$n_{z,y+z} = \min \left[m, \frac{m}{2b}(q_y + c) \right], \quad n_{z,y} = \max \left[0, \min \left(m, \frac{1}{2}m - \frac{m}{4b}(q_z - q_y) \right) \right]$$

$$n_{z,0} = \max \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_z + c) \right]$$

und

$$n_{y,y+z} = \min \left[m, \frac{m}{2b}(q_z + c) \right], \quad n_{y,z} = \max \left[0, \left(m, \frac{1}{2}m + \frac{m}{4b}(q_z - q_y) \right) \right]$$

$$n_{y,0} = \max \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + c) \right].$$

Die Nachfragefunktionen werden wie im vorherigen Abschnitt durch die jeweilige Minimumnachfrage bestimmt. Es ergeben sich folgende, fallweise definierte Funktionen

$$(II.1.21) \quad N_{y+z}(q_y, q_z) = \begin{cases} \max \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2(b-c) \text{ und } q_y \geq q_z \\ \max \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_z + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2(b-c) \text{ und } q_y \leq q_z \\ 0, & \text{wenn } q_y + q_z > 2(b-c) \end{cases}$$

$$(II.1.22) \quad N_z(q_y, q_z) = \begin{cases} \min \left[m, \frac{m}{2b}(q_y + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2(b-c) \\ \max \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_z + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z > 2(b-c) \end{cases}$$

und

$$(II.1.23) \quad N_y(q_y, q_z) = \begin{cases} \min \left[m, \frac{m}{2b}(q_z + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2(b-c) \\ \max \left[0, m - \frac{m}{2b}(q_y + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z > 2(b-c). \end{cases}$$

In den Fällen, in denen die Nachfrage mit dem Preis steigt, sind die dem (y,z)-Markt zuzuordnenden Nachfragen um die Anschaffungskosten für das Empfangsgerät höher als im (s,s)-Markt. Sinkt die Nachfrage mit dem Preis, sind diese Nachfragen gegenüber einem (s,s)-

Markt um die Anschaffungskosten geringer. Darüber hinaus ist der maßgebliche Schwellenwert für die Summe der Abonnementgebühren gerade um die Anschaffungskosten niedriger. Verursacht werden diese Unterschiede zwischen den beiden Marktstrukturen durch die Nichtkompatibilität der Dekoder y und z, die zum Empfang beider Programme den Erwerb von zwei Empfangsgeräten erforderlich macht. Der Vergleich dieser Nachfragefunktionen mit denen in Modell 1a gemäß (I.2.29), (I.2.30) und (I.2.31) zeigt, dass die Veränderungen analog sind zu denen in einem (s,s)-Markt, so dass an dieser Stelle auf die dort aufgezeigten Unterschiede verwiesen werden kann.

II.2 Modellierung der Angebotsseite

II.2.1 Der Markt mit standardisierter Hardwarekomponente

II.2.1.1 Die Gewinnfunktionen

Für beide Anbieter Y und Z ergibt sich der Gewinn aus der mit der jeweiligen Abonnementgebühr bewerteten Programmnachfrage. In dem betrachteten Fall des (s,s)-Marktes ist

$$G_s^Y(q_y, q_z) = q_y [N_{y+z}^s(q_y, q_z) + N_y^s(q_y, q_z)] \quad \text{und}$$

$$G_s^Z(q_y, q_z) = q_z [N_{y+z}^s(q_y, q_z) + N_z^s(q_y, q_z)]$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen für die Gewinne folgen unter Beachtung der maßgeblichen Nachfragefunktionen (II.1.9), (II.1.14) und (II.1.18) die fallweise definierten Gewinnfunktionen

$$(II.2.1) \quad G_s^Y(q_y, q_z) = \begin{cases} q_y m, & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2b - c \text{ und } q_y \leq q_z \quad (i) \\ q_y \left[m - \frac{m}{2b}(q_y - q_z) \right], & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2b - c \text{ und } q_y \geq q_z \quad (ii) \\ q_y \left[m - \frac{m}{2b}(q_y + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z > 2b - c \quad (iii) \end{cases}$$

für Anbieter Y und

(II.2.2)

$$G_s^Z(q_y, q_z) = \begin{cases} q_z m, & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2b - c \text{ und } q_z \leq q_y \quad \text{(i)} \\ q_z \left[m - \frac{m}{2b} (q_z - q_y) \right], & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2b - c \text{ und } q_z \geq q_y \quad \text{(ii)} \\ q_z \left[m - \frac{m}{2b} (q_z + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z > 2b - c \quad \text{(iii)} \end{cases}$$

für Anbieter Z. In (II.2.1) und (II.2.2) wurde wie in Modell 1a auf die Berücksichtigung der Randnachfragen 0 beziehungsweise m verzichtet, die sich nur aus einer entsprechenden Preissetzung der Anbieter ergeben. Erst nach der Ermittlung der gewinnmaximierenden Preise ist es notwendig, zu überprüfen, ob damit die Grenzen des Nachfrageintervalls $[0, m]$ erreicht werden.

Die relevanten Segmente der Definitionsbereiche der Gewinnfunktionen sind nicht wie in Modell 1a ausschließlich durch den Wert bestimmt, den die Abonnementgebühr für Programm z annimmt, sondern nunmehr ausschließlich durch die Summe der Gebühren q_y und q_z . Darüber hinaus sind diese Gewinnfunktionen aufgrund der symmetrischen Nachfragefunktionen ebenfalls völlig symmetrisch. Damit unterscheiden sie sich wesentlich von den in Modell 1a in (I.3.22) und (I.3.24) beschriebenen Funktionen. In einem Bereich relativ niedriger Abonnementgebühren eröffnet sich jedem der beiden Programmanbieter die Möglichkeit, durch geeignete Preissetzung alle m Nachfrager zu erreichen. In Modell 1a galt dies nur für Anbieter Z. Entscheidend für das Ausmaß, mit dem die attrahierbare Nachfrage in den Segmenten (ii) der Gewinnfunktionen (II.2.1) und (II.2.2) von der maximal möglichen abweicht, ist die Preisdifferenz, die entsteht, wenn der betrachtete Anbieter den von seinem Konkurrenten gewählten Preis überschreitet. Diese Preisdifferenz fällt umso stärker ins Gewicht, je höher die Wertschätzung der Konsumenten für das numéraire-Gut X, je höher also α ist. Im Gegensatz zu Modell 1a realisiert auch Anbieter Z immer positive Gewinne, da er gemäß Segment (iii) seiner Gewinnfunktion (II.2.2) bei vergleichsweise hohen Abonnementgebühren noch eine positive Nachfrage nach seinem Programmangebot verzeichnet.

II.2.1.2 Die wechselseitig besten Preise

Wie in Modell 1a, geht es in der nachfolgenden Analyse um ein Duopolmodell mit Preiswettbewerb, bei dem die Gleichgewichtslösung als Schnittpunkt der Reaktionsfunktionen beider Anbieter ermittelt wird. Aufgrund der Symmetrie der Gewinnfunktionen braucht hier jedoch lediglich die Reaktionsfunktion für Anbieter Y bestimmt zu werden. Die Reaktionsfunktion des Anbieters Z ergibt sich analog. Dabei sind zunächst die besten Antworten für die alternativen Segmente des Definitionsbereiches zu bestimmen.

Im **Segment (i) der Gewinnfunktion** (II.2.1) muss q_y der Bedingung

$$q_y \leq \min[q_z, \max(0, 2b - c - q_z)]$$

genügen. Da der Gewinn des Y im relevanten Definitionsbereich mit der Abonnementgebühr steigt, ist es optimal, für gegebenes q_z *das maximale* q_y zu wählen, also

$$q_y^* = \min[q_z, \max(0, 2b - c - q_z)]$$

zu setzen. Aus den Äquivalenzen

$$q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 2b - c - q_z \Leftrightarrow q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} b - \frac{c}{2} \text{ und}$$

$$2b - c - q_z \geq 0 \Leftrightarrow q_z \leq 2b - c$$

folgt demnach als beste Antwortfunktion des Anbieters Y im Segment (i) aus (II.2.1)

$$(II.2.3) \quad A_{(i)}^Y(q_z) = \begin{cases} q_z, & \text{wenn } q_z \leq b - \frac{c}{2} & \text{(i)} \\ \max[0, 2b - c - q_z], & \text{wenn } q_z > b - \frac{c}{2} & \text{(ii)}. \end{cases}$$

Im **Segment (ii) der Gewinnfunktion** ist

$$q_y \in [q_z, (2b - c - q_z)].$$

Dieses Segment ist genau dann nicht-leer, wenn $q_z \in \left[0, b - \frac{c}{2}\right]$. Die Beschränkung

$q_z \leq b - \frac{c}{2}$ ist also in der weiteren Analyse in jedem Fall zu beachten. Um die beste

Antwortfunktion für dieses Segment zu bestimmen, wird das Maximum der Gewinnfunktion

unter Berücksichtigung der Restriktion $q_y \in [q_z, (2b - c - q_z)]$ mit Hilfe des Lagrange-Ansatzes ermittelt.³⁴ Konkret lautet die Problemstellung

$$(II.2.4) \quad \underbrace{\text{Maximiere}}_{q_y} q_y \left[m - \frac{m}{2b} (q_y - q_z) \right] \quad \text{u.d.B.} \quad q_y \geq q_z \quad \text{und} \\ q_y + q_z \leq 2b - c.$$

Die zu lösende Lagrange-Funktion wird somit beschrieben durch

$$(II.2.5) \quad L(q_y, \lambda_1, \lambda_2) = q_y \left[m - \frac{m}{2b} (q_y - q_z) \right] + \lambda_1 (q_y - q_z) + \lambda_2 (2b - c - q_y - q_z).$$

Notwendige und hinreichende Bedingungen für die Existenz eines Gewinnmaximums liefern die Kuhn-Tucker-Bedingungen

$$(II.2.6) \quad \frac{\partial L}{\partial q_y} = m - \frac{m}{b} q_y + \frac{m}{2b} q_z + \lambda_1 - \lambda_2 \leq 0 \quad \text{und} \quad q_y \frac{\partial L}{\partial q_y} = 0$$

$$(II.2.7) \quad \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = q_y - q_z \geq 0$$

$$(II.2.8) \quad \frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 2b - c - q_y - q_z \geq 0$$

$$(II.2.9) \quad \lambda_i \frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = 0 \quad \text{mit } i = 1, 2$$

$$(II.2.10) \quad q_y \geq 0, \quad q_z \geq 0, \quad \lambda_i \geq 0.$$

Die Lösung des Lagrange-Problems (II.2.5) erfolgt mit Hilfe dieser Marginalbedingungen. Zu überprüfen ist, ob es Zahlen $\lambda_1 \geq 0$ und $\lambda_2 \geq 0$ gibt, so dass (II.2.6) bis (II.2.9) erfüllt sind. Dabei beschränkt sich die folgende Untersuchung auf eine innere Lösung mit $q_y > 0$, so dass (II.2.6) immer als Gleichung erfüllt ist. Für alle Überlegungen gilt zudem $[q_z, 2b - c - q_z] = \emptyset$, das heißt

$$q_z \leq b - \frac{c}{2} \quad (1)$$

³⁴ Zur Optimierung unter Ungleichungsbedingungen siehe z.B. Simon und Blume (1994, S. 424 ff.).

Wir diskutieren schrittweise die möglichen Fälle.

1. Schritt: Sei die Lösung von (II.2.5) durch $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$ gekennzeichnet.

Dann impliziert (II.2.6)

$$q_{y1}^* := b + \frac{1}{2}q_z \quad (2)$$

Um zu prüfen, in welchem Intervall q_z liegen kann, damit (2) eine Lösung des Maximierungsproblems ist, wird (2) in (II.2.7) und (II.2.8) eingesetzt. Aus (II.2.7) und (2)

folgt $b + \frac{1}{2}q_z \geq q_z$ beziehungsweise

$$q_z \leq 2b \quad (3)$$

Aus (II.2.8) und (2) folgt $2b - c - b - \frac{1}{2}q_z - q_z \geq 0$ beziehungsweise

$$q_z \leq \frac{2}{3}(b - c) \quad (4)$$

Ein Vergleich der rechten Seiten von (1), (2) und (3) zeigt, dass

$$\min\left[b - \frac{c}{2}, 2b, \frac{2}{3}(b - c)\right] = \frac{2}{3}(b - c).$$

Wenn also die Lösung von (II.2.5) durch $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$ gekennzeichnet ist, dann ist $q_y = q_{y1}^*$

aus (2) und $q_z \in \left[0, \frac{2}{3}(b - c)\right]$.

2. Schritt: Sei die Lösung von (II.2.5) durch $\lambda_1 > 0$ und $\lambda_2 = 0$ gekennzeichnet.

Dann impliziert (II.2.7)

$$q_{y2}^* = q_z \quad (5)$$

Aus (II.2.6) und (II.2.8) erhält man in Verbindung mit (5)

$m - \frac{m}{2b}q_z + \lambda_1 = 0$ beziehungsweise $q_z = 2b\left(1 + \frac{\lambda_1}{m}\right)$ und damit

$$q_z > 2b \quad (6)$$

sowie $2b - c - 2q_z \geq 0$ beziehungsweise

$$q_z \leq b - \frac{c}{2} \quad (7)$$

Da $2b > b - \frac{c}{2}$, sind die Ungleichungen (6) und (7) = (1) nicht simultan erfüllbar. Es gibt also keine Lösung von (II.2.5), die durch $\lambda_1 > 0$ und $\lambda_2 = 0$ gekennzeichnet ist.

3. Schritt: Sei die Lösung von (II.2.5) durch $\lambda_1 = 0$ und $\lambda_2 > 0$ gekennzeichnet.

Dann impliziert (II.2.8)

$$q_{y3}^* := 2b - c - q_z \quad (8)$$

Wir setzen (8) in (II.2.6) und (II.2.7) ein und erhalten $m - \frac{m}{b}(2b - c - q_z) + \frac{m}{2b}q_z - \lambda_2 = 0$

beziehungsweise $q_z = \frac{2}{3}(b - c) + \frac{2b}{3m}\lambda_2$ und damit

$$q_z > \frac{2}{3}(b - c) \quad (9)$$

sowie $2b - c - 2q_z \geq 0$ beziehungsweise

$$q_z \leq b - \frac{c}{2} \quad (10)$$

Da $\frac{2}{3}(b - c) < b - \frac{c}{2}$ ist, halten wir als Ergebnis fest: Wenn die Lösung von (II.2.5) durch

$\lambda_1 = 0$ und $\lambda_2 > 0$ gekennzeichnet ist, dann ist $q_y = q_{y3}^*$ aus (8) und $q_z \in \left(\frac{2}{3}(b - c), b - \frac{c}{2}\right]$.

4. Schritt: Sei die Lösung von (II.2.5) durch $\lambda_1 > 0$ und $\lambda_2 > 0$ gekennzeichnet.

Dann implizieren (II.2.7) und (II.2.8)

$$q_{y4}^* = q_{y2}^* = q_z \quad (11)$$

sowie

$$q_{y5}^* = q_{y3}^* = 2b - c - q_z \quad (12)$$

und damit

$$q_z = b - \frac{c}{2} \quad (13)$$

Aus (II.2.6) folgt in Verbindung mit (11)

$m - \frac{m}{2b}q_z + \lambda_1 - \lambda_2 = 0$ beziehungsweise $\lambda_2 = \frac{m}{2b}q_z - m + \lambda_1$. Weil $\lambda_2 > 0$, muss also gelten

$m - \frac{m}{2b}q_z + \lambda_1 > 0$, was genau dann zutrifft, wenn $\lambda_1 > \frac{m}{2b}q_z - m$. Da die rechte Seite dieser letzten Ungleichung mit q_z aus (13) negativ wird, ist $\lambda_1 > 0$ möglich. Wenn die Lösung von (II.2.5) also durch $\lambda_1 > 0$ und $\lambda_2 > 0$ gekennzeichnet ist, dann ist $q_y = q_{y4}^* = q_{y5}^*$ aus (11) und (12) und $q_z = b - \frac{c}{2}$.

Da $\lambda_1 > 0$ und $\lambda_2 > 0$ bedeutet, dass beide Nebenbedingungen strikt bindend sind, besteht allerdings de facto kein echtes Maximierungsproblem mehr. Vielmehr ist Y hinsichtlich seiner Antwort gemäß (11) und (12) auf genau einen Wert $q_y = b - \frac{c}{2}$ festgelegt, falls $q_z = b - \frac{c}{2}$. Da ferner die Abonnementgebühr q_y diesen Wert für $q_z = b - \frac{c}{2}$ auch annimmt, wenn $\lambda_1 = 0$ gesetzt und die Nebenbedingung $q_y \geq q_z$ als Gleichung erfüllt ist, wenn diese Nebenbedingung also schwach bindend ist (3. Schritt), ist es nicht erforderlich, den Fall $\lambda_1 > 0$ und $\lambda_2 > 0$ im folgenden weiter zu berücksichtigen.

Aus den Schritten 1 bis 3 folgt zusammenfassend: Es gibt für zwei verschiedene Konstellationen der Lagrange-Multiplikatoren je einen Lösungswert für disjunkte Intervalle von q_z . Jetzt ist weiter zu analysieren, ob die Lagrange-Multiplikatoren für diese Intervalle von q_z die angenommene Konstellation haben. Wir prüfen dies für die in den Schritten 1 und 3 ermittelten Intervalle $q_z \in \left[0, \frac{2}{3}(b-c)\right]$ und $q_z \in \left(\frac{2}{3}(b-c), b - \frac{c}{2}\right]$ jeweils aus dem Widerspruch heraus.

5. Schritt: Wenn $q_z \in \left[0, \frac{2}{3}(b-c)\right]$, dann ist $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$.

Angenommen, diese Aussage trifft nicht zu. Dann muss es für $q_z \in \left[0, \frac{2}{3}(b-c)\right]$ eine Lösung geben, bei der $\lambda_1 = 0$ und $\lambda_2 > 0$. Für $\lambda_2 > 0$ folgt (8) aus (II.2.8) und Einsetzen von (8) in (II.2.6) und (II.2.7) führt zu (9) und (10). Die Lösung $\lambda_1 = 0$ und $\lambda_2 > 0$ steht mithin im Widerspruch zu dem angenommenen Intervall, das heißt, für $q_z \in \left[0, \frac{2}{3}(b-c)\right]$ ist die Lösung $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$.

6. Schritt: Wenn $q_z \in \left(\frac{2}{3}(b-c), b - \frac{c}{2}\right]$, dann ist $\lambda_1 = 0$ und $\lambda_2 > 0$.

Angenommen, diese Aussage trifft nicht zu. Dann muss es für $q_z \in \left(\frac{2}{3}(b-c), b - \frac{c}{2}\right]$ eine Lösung geben, bei der $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$. Für $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$ folgt (2) aus (II.2.6) und Einsetzen von (2) in (II.2.7) und (II.2.8) führt zu (3) und (4). Die Lösung $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$ steht folglich im Widerspruch zu dem angenommenen Intervall, das heißt, für $q_z \in \left(\frac{2}{3}(b-c), b - \frac{c}{2}\right]$ ist die Lösung $\lambda_1 = 0$ und $\lambda_2 > 0$.

Der letzte Schritt besteht in der Kombination der bisherigen Untersuchungsschritte. Dabei stellen wir fest:

a) Die Kombination der Schritte 1 und 5 ergibt:

$$q_z \in \left[0, \frac{2}{3}(b-c)\right] \quad q_y = q_{y1}^* := b + \frac{1}{2}q_z$$

b) Die Kombination der Schritte 2 und 6 ergibt:

$$q_z \in \left(\frac{2}{3}(b-c), b - \frac{c}{2}\right] \quad q_y = q_{y3}^* := 2b - c - q_z.$$

Damit erhalten wir zusammenfassend als die Antwortfunktion des Y im Segment (ii) seiner Gewinnfunktion (II.2.1)

$$(II.2.11) \quad A_{(ii)}^Y(q_z) = \begin{cases} b + \frac{1}{2}q_z, & \text{wenn } q_z \leq \frac{2}{3}(b-c) \\ 2b - c - q_z, & \text{wenn } q_z \in \left(\frac{2}{3}(b-c), b - \frac{c}{2}\right]. \end{cases}$$

Im **Segment (iii) der Gewinnfunktion** (II.2.1) muss q_y der Bedingung $q_y \geq 2b - c - q_z$ genügen. Das Gewinnmaximierungskalkül des Anbieters Y lautet daher

(II.2.12)

$$\underbrace{\text{Maximiere}}_{q_y} \quad q_y \left[m - \frac{m}{2b}(q_y + c) \right] \quad \text{u.d.B.} \quad q_y + q_z \geq 2b - c.$$

Seine beste Antwortfunktion erhalten wir wie im Segment (ii) mit Hilfe der Lagrange-Funktion

$$L(q_y, \lambda) = q_y \left[m - \frac{m}{2b}(q_y + c) \right] + \lambda(q_y + q_z - 2b + c).$$

Als Antwortfunktion folgt aus den Kuhn-Tucker-Bedingungen für ein Gewinnmaximum

$$(II.2.13) \quad A_{(iii)}^Y(q_z) = \begin{cases} 2b - c - q_z, & \text{wenn } q_z < b - \frac{c}{2} \\ b - \frac{c}{2}, & \text{wenn } q_z \geq b - \frac{c}{2}. \end{cases}$$

Tabelle II.2 stellt die Definitionsbereiche der Antwortfunktionen (II.2.3), (II.2.11) und (II.2.13) dar und verdeutlicht damit, dass für vier verschiedene Teilintervalle von q_z die beste Antwort des Y über zusätzliche Gewinnvergleiche ermittelt werden muss. Im nächsten Schritt sind diese Gewinnvergleiche durchzuführen mit dem Ziel, die in der letzten Zeile der Tabelle II.2 bereits eingetragenen Reaktionsfunktionen zu ermitteln.

I: $\left[0, \frac{2}{3}(b-c)\right]$	II: $\left(\frac{2}{3}(b-c), b - \frac{c}{2}\right)$	III: $b - \frac{c}{2}$	IV: $\left(b - \frac{c}{2}, \infty\right)$
$A_{(i)}^Y(q_z) = q_z$ $A_{(ii)}^Y(q_z) = b + \frac{1}{2}q_z$ $A_{(iii)}^Y(q_z) = 2b - c - q_z$	$A_{(i)}^Y(q_z) = q_z$ $A_{(ii)}^Y(q_z) = 2b - c - q_z$ $A_{(iii)}^Y(q_z) = 2b - c - q_z$	$A_{(i)}^Y(q_z) = q_z$ $A_{(ii)}^Y(q_z) = 2b - c - q_z$ $A_{(iii)}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$	$A_{(i)}^Y(q_z) = 2b - c - q_z$ $A_{(iii)}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$
$R^Y(q_z) = b + \frac{1}{2}q_z$	$R^Y(q_z) = 2b - c - q_z$	$R^Y(q_z) = 2b - c - q_z$	$R^Y(q_z) = 2b - c - q_z$ falls $q_z \leq g$ $R^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$, falls $q_z \geq g$

Tab. II.2: Definitionsbereiche der Antwortfunktionen und intervallweise definierte Reaktionsfunktionen in einem (s,s)-Markt.

Um die notwendigen Gewinnvergleiche in möglichst übersichtlicher Form durchführen zu können, definieren wir $G_{(i)}^Y(q_z) := G^Y(A_{(i)}^Y(q_z), q_z)$, und analog $G_{(ii)}^Y(q_z) := G^Y(A_{(ii)}^Y(q_z), q_z)$ beziehungsweise $G_{(iii)}^Y(q_z) := G^Y(A_{(iii)}^Y(q_z), q_z)$.

Gewinnvergleich für Intervall I: $q_z \in \left[0, \frac{2}{3}(b-c)\right]$

Die für den Vergleich relevanten Gewinne ergeben sich nach Einsetzen der in Tabelle II.2 enthaltenen Antwortfunktionen in das zugehörige Segment der Gewinnfunktion (II.2.1) als

$$G_{(i)}^Y(q_z) = q_z m$$

$$G_{(ii)}^Y(q_z) = \left(b + \frac{1}{2}q_z\right) \left(\frac{m}{2} + \frac{m}{4b}q_z\right) \text{ sowie}$$

$$G_{(iii)}^Y(q_z) = (2b - c - q_z) \frac{m}{2b} q_z.$$

Die Ungleichung $(2b - c - q_z) \frac{1}{2b} q_z \leq q_z$ ist für alle q_z als strikte Ungleichung erfüllt.

Außerdem ist $\left(b + \frac{1}{2}q_z\right) \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4b}q_z\right) \geq q_z$ genau dann, wenn $(q_z - 2b)^2 \geq 0$. Diese letzte

Ungleichung ist in Intervall I ebenfalls immer als strikte Ungleichung erfüllt. Bei einer

Reaktion gemäß $A_{(ii)}^Y(q_z)$ erzielt Y also für alle $q_z \in \left[0, \frac{2}{3}(b-c)\right]$ einen höheren Gewinn

als mit jeder anderen relevanten Antwortfunktion. Das bedeutet aber, dass seine beste

Antwort auf alle q_z aus dem Intervall I gegeben ist durch $A_{(ii)}^Y(q_z) = b + \frac{1}{2}q_z$.

Gewinnvergleich für Intervall II: $q_z \in \left(\frac{2}{3}(b-c), b - \frac{c}{2}\right)$.

Die in dem Intervall II der Tabelle II.2 zu vergleichenden Gewinne ergeben sich aus (II.2.1) als

$$G_{(i)}^Y(q_z) = q_z m$$

$$G_{(ii)}^Y(q_z) = (2b - c - q_z) \left(\frac{m}{b}q_z + \frac{m}{2b}c\right) \text{ sowie}$$

$$G_{(iii)}^Y(q_z) = (2b - c - q_z) \frac{m}{2b} q_z.$$

$G_{(iii)}^Y(q_z)$ ist offensichtlich für alle q_z kleiner als $G_{(ii)}^Y(q_z)$, und außerdem gilt

$$(2b - c - q_z) \left(\frac{1}{b} q_z + \frac{1}{2b} c \right) \geq q_z \Leftrightarrow q_z \leq \frac{1}{2} b - \frac{3}{4} c + \frac{1}{2} \sqrt{\left(b + \frac{c}{2} \right)^2} = b - \frac{c}{2},$$

so dass $G_{(ii)}^Y > G_{(i)}^Y$ für alle $q_z \in \left(\frac{2}{3}(b - c), b - \frac{c}{2} \right)$. Anbieter Y erzielt also innerhalb dieses Intervalls mit $A_{(ii)}^Y(q_z)$ den höchsten Gewinn, so dass $A_{(ii)}^Y(q_z) = 2b - c - q_z$ seine Reaktionsfunktion in Intervall II darstellt.

Gewinnvergleich für Intervall III: $q_z = b - \frac{c}{2}$.

Aus (II.2.1) folgen als die maßgeblichen Gewinne

$$G_{(i)}^Y(q_z) = q_z m = \left(b - \frac{c}{2} \right) m$$

$$G_{(ii)}^Y(q_z) = (2b - c - q_z) \left(\frac{m}{b} q_z + \frac{m}{2b} c \right) = \left(b - \frac{c}{2} \right) m \text{ sowie}$$

$$G_{(iii)}^Y(q_z) = \left(b - \frac{c}{2} \right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{4b} c \right),$$

wobei $G_{(iii)}^Y(q_z) < G_{(ii)}^Y(q_z) = G_{(i)}^Y(q_z)$. Anbieter Y erzielt demnach in den Segmenten (i) und (ii) seiner Gewinnfunktion identische Gewinne, die zudem größer sind als in Segment (iii). Da ferner der Wert der Antwortfunktionen in allen Segmenten für $q_z = b - \frac{c}{2}$ mit $A_{(i)}^Y(q_z) = A_{(ii)}^Y(q_z) = A_{(iii)}^Y(q_z)$ nicht unterscheidbar ist, hat es keinen Einfluss auf die weitere Analyse, wenn wir $A_{(ii)}^Y(q_z) = 2b - c - q_z$ als Reaktionsfunktion festsetzen.

Gewinnvergleich für Intervall IV: $q_z \in \left(b - \frac{c}{2}, \infty \right)$.

Liegt der Konkurrenzpreis q_z in Intervall IV, ist der bei der Wahl von $A_{(i)}^Y(q_z) = 2b - c - q_z$ von Y realisierbare Gewinn gegeben mit

$$G_{(i)}^Y(q_z) = (2b - c - q_z) m$$

und mit

$$G_{(iii)}^Y(q_z) = \left(b - \frac{c}{2} \right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{4b} c \right),$$

falls er die Gebühr $A_{(iii)}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$ setzt. Es ist

$$\left(b - \frac{c}{2}\right) \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4b}c\right) \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} (2b - c - q_z) \Leftrightarrow q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} \frac{1}{2} \left(3b - c - \frac{1}{4b}c^2\right) =: g,$$

mit $g > b - \frac{c}{2}$ für alle $c < 2b$, was gemäß Annahme A.1 immer zutrifft. Außerdem ist $2b - c - q_z > 0$, genau dann, wenn $q_z < 2b - c$ und $g < 2b - c$ für alle c . Folglich ist die optimale Reaktion des Y durch $A_{(i)}^Y(q_z) = 2b - c - q_z$ gegeben, falls q_z den kritischen Wert g nicht übersteigt, andernfalls besteht seine beste Antwort in $A_{(iii)}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$.

Als Ergebnis der intervallweisen Gewinnvergleiche ergibt sich die Reaktionsfunktion

$$(II.2.18) \quad R^Y(q_z) = \begin{cases} b + \frac{1}{2}q_z & \text{wenn } q_z \in \left[0, \frac{2}{3}(b-c)\right] & (i) \\ 2b - c - q_z, & \text{wenn } q_z \in \left(\frac{2}{3}(b-c), g\right] & (ii) \\ b - \frac{c}{2}, & \text{wenn } q_z \in (g, \infty] & (iii) \end{cases}$$

für Anbieter Y und aufgrund der Symmetrie des Modells gilt für Anbieter Z

$$(II.2.19) \quad R^Z(q_y) = \begin{cases} b + \frac{1}{2}q_y & \text{wenn } q_y \in \left[0, \frac{2}{3}(b-c)\right] & (i) \\ 2b - c - q_y, & \text{wenn } q_y \in \left(\frac{2}{3}(b-c), g\right] & (ii) \\ b - \frac{c}{2}, & \text{wenn } q_y \in (g, \infty) & (iii) . \end{cases}$$

Der konkrete Verlauf dieser Funktionen ist abhängig von der Höhe der Anschaffungskosten c .

Insbesondere kann g größer oder kleiner sein als b und als

$$\frac{4}{3}b - \frac{1}{3}c =: r.$$

Die Lage von $2b - c - g$ im Vergleich zu $\frac{2}{3}(b - c)$ wird ebenfalls durch c bestimmt. In den

Abbildungen II.3a und II.3b sind die Funktionen beispielhaft graphisch dargestellt und durch

Fettdruck hervorgehoben. Aus Gründen der Übersichtlichkeit dieser Darstellung definieren wir

$$f := b - \frac{c}{2}, \quad e := \frac{2}{3}(b - c) \quad \text{und} \quad a := 2b - c - g.$$

Zugrundegelegt wurde eine Parameterkonstellation, in der die Ungleichungen $a > e$ und $b < g < r$ erfüllt sind.

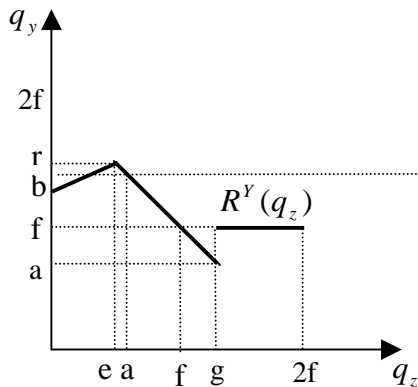


Abb. II.3a

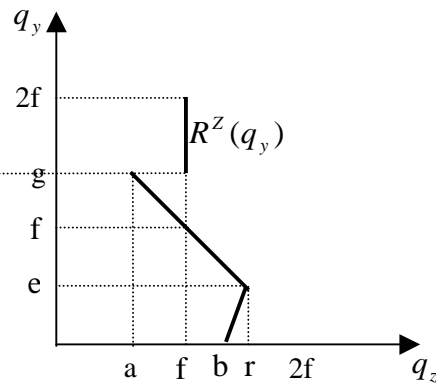


Abb. II.3.b

Abb. II.3: Reaktionsfunktionen der Anbieter Y (Abb. II.3a) und Z (Abb. II.3b) in einem (s,s)-Markt.

Die Sprungstellen in den Reaktionsfunktionen werden dadurch verursacht, dass die Gewinnfunktionen beim Übergang von Segment (ii) zu Segment (iii) unterschiedliche Werte annehmen. Es wird sich jedoch in den folgenden Ausführungen zeigen, dass diese Problematik für die weitere Analyse keine Relevanz hat.

Aus (II.2.18) und (II.2.19) wird bereits deutlich, dass es einen Bereich gibt, in dem die Reaktionsfunktion des einen Anbieters gleich der inversen Reaktionsfunktion des anderen Anbieters ist. Da dieser Teil der Funktion (II.2.19) nur für $q_y \in (e, g]$ definiert ist, liegen die zugehörigen Werte für q_z im Intervall $[a, r)$. Vergleicht man diese Werte mit dem Definitionsbereich der Reaktionsfunktion des Y gemäß (II.2.18), zeigt sich, dass ein Kontinuum von Gleichgewichtspunkten existiert. Jede Strategiekombination (q_y, q_z) im Intervall $[\max(a, e), \min(g, r)]$ von q_z , für die $q_y + q_z = 2b - c$ gilt, ist ein Gleichgewichtspunkt. Werden die beiden Abbildungen II.3a und II.3b in ein gemeinsames Diagramm übertragen, erhalten wir die graphische Darstellung dieser Gleichgewichtspunkte, wie sie in Abbildung II.4 wiedergegeben ist.

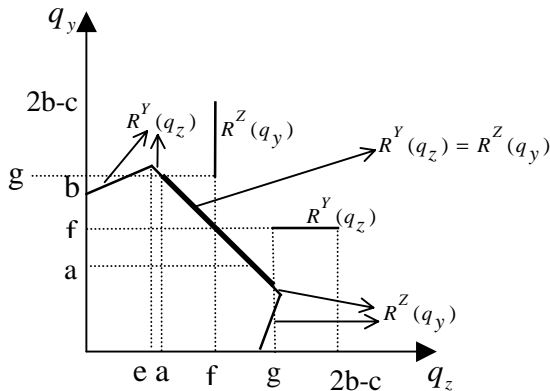


Abb. II.4: Gleichgewichtspunkte in einem (s,s)-Markt.

Mit diesem Ergebnis unendlich vieler Gleichgewichtspunkte stehen wir aber erneut vor der Aufgabe, eine Gleichgewichtsauswahl vornehmen zu müssen. Dies ist Gegenstand der folgenden Ausführungen. Dabei wird auch hier nach dem in Modell 1a vorgestellten Auswahlverfahren vorgegangen.

II.2.1.3 Gleichgewichtsauswahl

Wie in Modell 1a soll zunächst geprüft werden, ob es einen auszahlungsdominierten Gleichgewichtspunkt gibt, in dem beide Anbieter höhere Auszahlungen erhalten als in jedem anderen Gleichgewichtspunkt. Aufgrund der symmetrischen Spielsituation braucht die Analyse nur für Anbieter Y durchgeführt zu werden.

Um auszahlungsdominierte Gleichgewichtspunkte aus der weiteren Analyse ausschließen zu können, soll zunächst die Gewinnveränderung entlang der für diese Auswahl maßgeblichen Reaktionsgeraden für beide Anbieter ermittelt werden. Dazu wird die erste Ableitung der entsprechenden Gewinnfunktion nach q_z bestimmt, wobei zu berücksichtigen ist, dass diese Gewinnfunktionen unterschiedlich sind, je nach dem, ob $q_y \geq q_z$ oder $q_y \leq q_z$.

Im Bereich $q_z \in (\max(a, e), f)$ ist gemäß der besten Antwort des Y aus (II.2.18) $q_y \geq q_z$. In diesem Intervall für q_z sind daher die Segmente (ii) aus (II.2.1) und (i) aus (II.2.2) relevant. Unter Berücksichtigung von $R^Y(q_z) = 2b - c - q_z$ erhalten wir für Anbieter Y

$$G_{(ii)}^Y(q_z) = (2b - c - q_z) \left(\frac{m}{b} q_z + \frac{m}{2b} c \right) \text{ mit}$$

$$(II.2.20) \quad \frac{\partial G_{(ii)}^Y(q_z)}{\partial q_z} > 0 \Leftrightarrow q_z < b - \frac{3}{4}c .$$

Die Gleichgewichtsgewinne des Anbieters Y steigen also entlang seiner Reaktionsgeraden bis zur Stelle $q_z = b - \frac{3}{4}c$ und sinken danach für zunehmende q_z . Das Maximum maximum

seiner Gleichgewichtsgewinne erreicht Y für $q_{z1}^* := \left(b - \frac{3}{4}c\right) \in [\max(a, e), f]$. Sein eigener

Preis ergibt sich mit q_{z1}^* aus seiner Reaktionsfunktion als $q_{y1}^* = \left(b - \frac{c}{4}\right)$, so dass der

zugehörige Gleichgewichtspunkt durch den Preisvektor

$$(II.2.21) \quad Q_1 = (q_{y1}^*, q_{z1}^*) = \left[\left(b - \frac{c}{4}\right), \left(b - \frac{3}{4}c\right) \right]$$

beschrieben wird. Für Anbieter Z impliziert (II.2.2i) für $q_z \leq q_y$ den Gewinn $G_s^Z(q_z) = q_z m$ und damit

$$(II.2.22) \quad \frac{\partial G_s^Z(q_z)}{\partial q_z} = q_z > 0 .$$

Je höher die einem Gleichgewichtspunkt zugeordnete Abonnementgebühr q_z ist, desto höher ist demnach auch der von Z in dem betrachteten Intervall realisierbare Gewinn.

Für $q_z \in \left(b - \frac{c}{2}, \min(r, g)\right]$ gilt in den Gleichgewichtspunkten $q_y \leq q_z$, so dass die Segmente (i) der Gewinnfunktion (II.2.1) und (ii) der Funktion (II.2.2) maßgeblich sind. Wir erhalten

$$G_{(ii)}^Y(q_z) = (2b - c - q_z)m \quad \text{und}$$

$$G_s^Z(q_z) = q_z \left[m - \frac{m}{2b}(2q_z - 2b + c) \right].$$

Die ersten Ableitungen dieser Funktionen sind

$$(II.2.23) \quad \frac{\partial G_{(ii)}^Y(q_z)}{\partial q_z} = -q_z < 0 \quad \text{und}$$

$$(II.2.24) \quad \frac{\partial G_s^Z(q_z)}{\partial q_z} > 0 \Leftrightarrow q_z < b - \frac{c}{4} =: q_{z2}^*.$$

Der Anbieter Z erzielt mithin im Gleichgewichtspunkt

$$(II.2.25) \quad Q_2 = (q_{y2}^*, q_{z2}^*) = \left[\left(b - \frac{3}{4}c \right), \left(b - \frac{c}{4} \right) \right]$$

das Maximum maximum seiner Gleichgewichtsgewinne, während die Gleichgewichtsgewinne des Y in dem betrachteten Intervall mit zunehmendem q_z monoton sinken.

Da $Q_1 \neq Q_2$, führt das Kriterium der Auszahlungsdominanz nicht zu einem eindeutigen Gleichgewichtspunkt. Aber es ist noch zu prüfen, ob dieses Kriterium herangezogen werden kann, um die Anzahl der Gleichgewichtspunkte zu reduzieren. Dazu betrachten wir zunächst die Grenzgewinnfunktionen (II.2.20) und (II.2.22) und stellen fest,

dass für $q_z < b - \frac{3}{4}c$ beide Spieler von einer marginalen Erhöhung der Abonnementgebühr q_z

profitieren. Umgekehrt beeinflusst eine marginale Erhöhung im Bereich $q_z > b - \frac{1}{4}c$ gemäß

(II.2.23) und (II.2.24) beide Gewinne negativ. Alle Gleichgewichtspunkte in den Intervallen

$\left[\max(a, e), b - \frac{3}{4}c \right)$ und $\left(b - \frac{c}{4}, \min(g, r) \right]$ für q_z können mithin als auszahlungsdominiert

ausgeschlossen werden (Strecke AB beziehungsweise Strecke CD in Abbildung II.5). Als

Lösungskandidaten verbleiben alle Preisgleichgewichte im Intervall $q_z \in \left[\left(b - \frac{3}{4}c \right), \left(b - \frac{c}{4} \right) \right]$

(Strecke BC). Beim Übergang von einem Gleichgewichtspunkt zu einem anderen in diesem Intervall ist es nicht möglich, die Auszahlung eines Spielers zu erhöhen, ohne die des anderen zu verringern. Auf der Strecke BC liegen also aus der Sicht der beiden Spieler pareto-optimale Gleichgewichtspunkte.

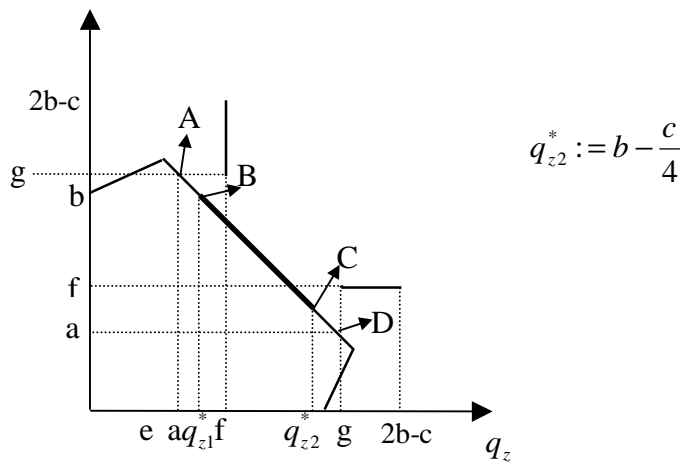


Abb. II.5: Gleichgewichtspunkte nach Anwendung des Auswahlkriteriums der Payoff-Dominanz (Strecke BC).

Mit diesem Resultat bleibt aber nach wie vor das Problem bestehen, das Spielresultat nicht genau vorhersagen zu können. Eine eindeutige Lösung des Spiels lässt sich offenbar nur willkürlich festlegen, sofern nicht davon ausgegangen werden kann, dass die Spieler ihre Erwartungen hinsichtlich der tatsächlichen Strategiewahl ihres jeweiligen Gegenspielers in irgendeiner Form koordinieren.

Die Literatur bezieht sich in solchen Fällen häufig auf die von Schelling (1960) entwickelte Theorie der Fokus-Punkte, die davon ausgeht, dass die Spieler sich auf einen bestimmten Gleichgewichtspunkt, den Fokus-Punkt, einstellen. Dabei machen sie sich Informationen zunutze, die sie aus gemeinsamen Erfahrungen oder irgendeinem Vorwissen bezüglich der Entscheidungssituation ziehen. Ein bekanntes Beispiel eines Spieles mit mehreren Gleichgewichtspunkten, in dem diese Theorie Anwendung findet, ist der „Kampf der Geschlechter“. In einer von Männern dominierten Gesellschaft würde hier der vom Mann präferierte Treffpunkt die Spiellösung darstellen, auf das sich die Erwartungen der Spieler konzentrieren (Holler und Illing, 1993, S. 12). Im allgemeinen ist jedoch davon auszugehen, dass die Spieler in vollkommen symmetrischen Spielen gleich starke Positionen einnehmen und daher ihre Strategien intuitiv so aufeinander abstimmen, dass ein symmetrischer Gleichgewichtspunkt mit identischen Auszahlungen für beide Spieler resultiert (Tirole, 1995, S. 247; Rasmusen, 1989, S. 228; Harsanyi und Selten, 1988, S. 1f.). Da der symmetrische Gleichgewichtspunkt in dem betrachteten Spiel zu den pareto-optimalen Gleichgewichtspunkten zählt, scheint es mithin durchaus plausibel, diesen Gleichgewichtspunkt als eindeutiges Spielresultat auszuwählen.

Darüber hinaus kann diese Entscheidung mit Hilfe des Auswahlkriteriums der Risikodominanz analytisch gestützt werden, wenn die Wahl der Gleichgewichtsstrategien als eigenständiges 2x2-Bimatrix-Spiel betrachtet wird, die Spieler sich also simultan auf eine von zwei möglichen Gleichgewichtsstrategien festlegen müssen. Dazu nehmen wir an, dass die beiden Spieler davon ausgehen, dass entweder der symmetrische Gleichgewichtspunkt oder der von jeweils einem der beiden Anbieter präferierte Gleichgewichtspunkt Q_1 beziehungsweise Q_2 die Lösung des Spiels sein muss. Da das Ergebnis der Risikodominanzanalyse aufgrund der Symmetrie der Gleichgewichtspunkte nicht dadurch beeinflusst wird, ob zwischen dem symmetrischen Gleichgewichtspunkt und Q_1 oder dem symmetrischen Gleichgewichtspunkt und Q_2 entschieden wird, können wir uns hier auf Q_1 beschränken.

Die Strategieentscheidungen sind simultan zu treffen, keiner der Spieler weiß also sicher, welche Strategie sein Gegenspieler wählt. Für beide besteht folglich das Risiko, eine nicht gleichgewichtige Strategie zu spielen und damit Gewinnverluste hinnehmen zu müssen.

Der Strategieraum ist mit $Q_1 = \left(b - \frac{c}{4}, b - \frac{3}{4}c\right)$ und $Q_s := (q_{ys}^*, q_{zs}^*) = \left(b - \frac{c}{2}, b - \frac{c}{2}\right)$ als dem symmetrischen Gleichgewichtspunkt gegeben durch

$$Q = \left\{ \left\{ b - \frac{c}{4}, b - \frac{c}{2} \right\}; \left\{ b - \frac{3}{4}c, b - \frac{c}{2} \right\} \right\}.$$

Unter Beachtung der Gewinnfunktionen aus (II.2.1) bzw. (II.2.2) erhält man damit das folgende *Ausgangsspiel*

q_z	$b - \frac{3}{4}c$	$b - \frac{c}{2}$
q_y	(1)	(5)
$b - \frac{1}{4}c$	(2)	(6)
$b - \frac{c}{2}$	(3)	(7)
	(4)	(8)

Tab. II.3: Ausgangsspiel zur Gleichgewichtsauswahl.

In Tabelle II.3 sind die Gewinne gegeben mit

$$(1) G^Y(q_y, q_z) = \left(b - \frac{c}{4}\right) \left(m - \frac{m}{4b}c\right)$$

$$(2) G^Z(q_y, q_z) = \left(b - \frac{3}{4}c\right)m$$

$$(3) G^Y(q_y, q_z) = \left(b - \frac{c}{2}\right) \left(m - \frac{m}{8b}c\right)$$

$$(4) G^Z(q_y, q_z) = \left(b - \frac{3}{4}c\right)m$$

$$(5) G^Y(q_y, q_z) = \left(b - \frac{c}{4}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{3m}{8b}c\right)$$

$$(6) G^Z(q_y, q_z) = \left(b - \frac{c}{2}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{4b}c\right)$$

$$(7) G^Y(q_y, q_z) = \left(b - \frac{c}{2}\right)m$$

$$(8) G^Z(q_y, q_z) = \left(b - \frac{c}{2}\right)m$$

wobei gilt (1) > (3) und (7) > (5) sowie

(2) > (6) und (8) > (4).

Die von Harsanyi und Selten (1988) entwickelte Vorgehensweise zur Auswahl eines eindeutigen Spielergebnisses nach dem Kriterium der Risikodominanz in 2x2-Spielen mit zwei strikten Gleichgewichtspunkten, wurde bezogen auf Modell 1a bereits ausführlich in Abschnitt I.4.1.2 dargestellt. Sie braucht daher hier nur in ihren Grundzügen aufgegriffen zu werden. Der symmetrische Gleichgewichtspunkt Q_s wird als risikodominant gegenüber dem von Anbieter Y präferierten Gleichgewichtspunkt Q_1 bezeichnet, wenn er die Axiome „Invarianz bezüglich der besten Antwortstruktur“, „Invarianz bezüglich isomorpher Transformationen“ und „Monotonie der Lösung“ erfüllt. Die beste Antwortstruktur bleibt durch die in Tabelle II.4 vorgenommene Transformation des Ausgangsspiels erhalten.

q_z	$b - \frac{3}{4}c$	$b - \frac{c}{2}$
q_y	(1) - (3)	0
$b - \frac{1}{4}c$	(2) - (6)	0
$b - \frac{c}{2}$	0	(7) - (5)
	0	(8) - (4)

Tab. II.4: Die beste Antwort erhaltende Transformation des Ausgangsspiels.

In Tabelle II.4 beschreiben die transformierten Payoffs die Gewinne, die dem betrachteten Spieler durch nicht gleichgewichtiges Verhalten entgehen. Sie werden im folgenden als Abweichungsverluste bezeichnet. Es ist

$$(1) - (3) = \frac{1}{8} cm$$

$$(2) - (6) = \left(\frac{1}{2} b - \frac{1}{4} c - \frac{1}{8b} c^2 \right) m$$

$$(7) - (5) = \left(\frac{1}{2} b - \frac{3}{32b} c^2 \right) m$$

$$(8) - (4) = \frac{1}{4} cm.$$

Ohne die Lösung zu beeinflussen kann zudem die in Tabelle II.5 dargestellte *isomorphe Transformation* vorgenommen werden, wobei die Buchstaben X und V definiert sind durch

$$X := \frac{(1) - (3)}{(7) - (5)} > 0 \text{ und}$$

$$V := \frac{(8) - (4)}{(2) - (6)} > 0.$$

q_z	$b - \frac{3}{4}c$	$b - \frac{c}{2}$
q_y	X	0
$b - \frac{1}{4}c$	1	0
$b - \frac{c}{2}$	0	1
	0	V

Tab. II.5: Isomorphe Transformation des Ausgangsspiels.

In dem so transformierten Spiel hängt die beste Antwortstruktur ausschließlich von den Quotienten X und V der Abweichungsverluste in beiden strikten Gleichgewichtspunkten ab. Diese Quotienten beschreiben die Risikosituation der beiden Spieler. Da $(8) - (4) > (1) - (3)$ und $(7) - (5) > (2) - (6)$, ist $V > X$. Der Anreiz für Anbieter Z, die Strategie $q_z = \left(b - \frac{c}{2} \right)$ zu spielen, ist demnach stärker als der Anreiz für Anbieter Y, an der Strategie $q_y = \left(b - \frac{c}{4} \right)$ festzuhalten. Nach dem Axiom der Monotonie der Lösung ist das Spielergebnis damit eindeutig durch den symmetrischen Gleichgewichtspunkt Q_s festgelegt. Mit den zugehörigen Gleichgewichtspreisen erreichen die Anbieter sowohl Konsumenten, die beide

Programmangebote über den standardisierten Dekoder nutzen, als auch Konsumenten, die ausschließlich Programm y oder ausschließlich Programm z nutzen. Dem Gleichgewichtspunkt sind die Gewinne

$$(II.2.26) \quad G_s^Y(Q_s) = G_s^Z(Q_s) = \left(b - \frac{c}{2}\right)m$$

zugeordnet.

Nachdem die Lösung des Modells 1b vollständig abgeleitet wurde, ist ein Vergleich mit der Lösung des Modells 1a für $c_s = c$ (Abschnitt I.4.3) von besonderem Interesse, da die voneinander abweichenden Gleichgewichtspunkte ausschließlich auf die unterschiedlichen

Annahmen über die Konsumentenpräferenzen $\left(u_{zi} = u_z \text{ versus } u_{zi} = \frac{2u_z i}{m}\right)$ zurückzuführen

sind. In Modell 1a war der Gleichgewichtspunkt des Preisspiels abhängig von dem Parameterraum, in dem dieses Spiel stattfand. Während alle Preisspiele in

$\tilde{\Omega}'_2 := \left\{ (c, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c < \hat{u}_6 := \frac{1}{2}b(\sqrt{73} - 7) \right\}$ den Gleichgewichtspunkt $\tilde{q}^A := (b, b - c)$

lieferten, konnte $\tilde{q}^B := \left(b - \frac{c}{3}, b - \frac{c}{3}\right)$ als Gleichgewichtspunkt aller Preisspiele in

$\tilde{\Omega}'_1 := \left\{ (c, u_z, \alpha) \in \Omega \mid c > \hat{u}_6 \right\}$ bestimmt werden. Diese Fallunterscheidung hinsichtlich

einzelner Parameterräume sind in Modell 1b nicht erforderlich, in dem der symmetrische Gleichgewichtspunkt unabhängig von Parameterkonstellationen die Spiellösung darstellt. Bis auf den Gleichgewichtspreis des Anbieters Z bei relativ geringen Anschaffungskosten c , sind die Preise in Modell 1a höher als in Modell 1b. Dies deutet bereits auf eine größere Wettbewerbsintensität bei heterogenen Konsumentenpräferenzen hin.

Darüber hinaus zeigt ein Vergleich der Gewinne gemäß (II.2.26) mit denen gemäß (I.4.23) und (I.4.24), dass beide Anbieter unabhängig von der in Modell 1a realisierten Spiellösung, bei den veränderten Präferenzen höhere Gewinne realisieren. Ursache dafür ist das veränderte Nachfrageverhalten, von dem beide Anbieter profitieren, da es ihnen in jedem Fall gelingt, das gesamte Nachfragepotential mit ihrem jeweiligen Programmangebot zu attrahieren.

II.2.2 Der Markt mit spezifischen Hardwarekomponenten

Verwenden beide Anbieter je einen spezifischen Dekoder zur Ausstrahlung ihrer Programme, folgen aus den Nachfragefunktionen (II.1.21), (II.1.22) und (II.1.23) die Gewinnfunktionen

$$(II.2.27) \quad G_y^Y(q_y, q_z) = \begin{cases} q_y m, & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2(b-c) \text{ und } q_y \leq q_z \quad (i) \\ q_y \left[m - \frac{m}{2b}(q_y - q_z) \right], & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2(b-c) \text{ und } q_y \geq q_z \quad (ii) \\ q_y \left[m - \frac{m}{2b}(q_y + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z > 2(b-c) \quad (iii) \end{cases}$$

und

$$(II.2.28) \quad G_z^Z(q_y, q_z) = \begin{cases} q_z m, & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2(b-c) \text{ und } q_z \leq q_y \quad (i) \\ q_z \left[m - \frac{m}{2b}(q_z - q_y) \right], & \text{wenn } q_y + q_z \leq 2(b-c) \text{ und } q_z \geq q_y \quad (ii) \\ q_z \left[m - \frac{m}{2b}(q_z + c) \right], & \text{wenn } q_y + q_z > 2(b-c) \quad (iii) \end{cases}$$

Sie unterscheiden sich gegenüber dem Fall der standardisierten Hardwarekomponente nur durch unterschiedliche Definitionsintervalle.

Zur Bestimmung der Reaktionsfunktionen kann nur teilweise auf die für den (s,s)-Markt abgeleiteten Ergebnisse zurückgegriffen werden. Da jedoch in gleicher Weise vorgegangen wird, sollen hier lediglich die Unterschiede kurz aufgezeigt und die Ergebnisse zusammenfassend wiedergegeben werden.

In **Segment (i) der Gewinnfunktion** (II.2.27) muss die Ungleichung $q_y \leq \min[q_z, \max(0, 2b-c-q_z)]$ erfüllt sein. Da der Gewinn des Y monoton steigt in q_y , ist die gewinnmaximierende Abonnementgebühr demnach gegeben durch

$$q_y^{**} = \min[q_z, \max(0, 2b-2c-q_z)].$$

Aus den Äquivalenzen

$$q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 2b-2c-q_z \Leftrightarrow q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} b-c$$

$$2b-2c-q_z \geq 0 \Leftrightarrow q_z \leq 2(b-c)$$

folgt die Antwortfunktion

$$(II.2.29) \quad \tilde{A}_{(i)}^y(q_z) = \begin{cases} q_z, & \text{wenn } q_z \leq b - c \\ 2b - 2c - q_z, & \text{wenn } q_z \in (b - c, 2(b - c)) \\ 0, & \text{wenn } q_z \geq 2(b - c). \end{cases}$$

Im **Segment (ii)** aus (II.2.27) müssen die Werte der Antwortfunktion die Restriktion

$$q_y \in [q_z, 2b - 2c - q_z]$$

erfüllen, was genau dann möglich ist, wenn $q_z \leq b - c$. Aus den Kuhn-Tucker-Bedingungen zu dem zugehörigen Maximierungsproblem erhalten wir als Antwortfunktion

$$(II.2.30) \quad \tilde{A}_{(ii)}^y(q_z) = \begin{cases} b + \frac{1}{2}q_z, & \text{wenn } q_z \leq \frac{2}{3}(b - 2c) \\ 2b - 2c - q_z, & \text{wenn } q_z \in \left(\frac{2}{3}(b - 2c), b - c\right]. \end{cases}$$

Im **Segment (iii)** muss die Ungleichung $q_y \geq 2b - 2c - q_z$ erfüllt sein. Unter Berücksichtigung dieser Restriktion wird das Maximum der diesem Segment zugeordneten Gewinnfunktion mit Hilfe der Kuhn-Tucker-Bedingungen ermittelt. Die zugehörigen Marginalbedingungen implizieren die Antwortfunktion

$$(II.2.31) \quad \tilde{A}_{(iii)}^y(q_z) = \begin{cases} 2b - 2c - q_z, & \text{wenn } q_z < b - \frac{3}{2}c \\ b - \frac{c}{2}, & \text{wenn } q_z \geq b - \frac{3}{2}c. \end{cases}$$

Aus der zusammenfassenden Tabelle II.6 ergibt sich, welche Gewinnvergleiche vorzunehmen sind, um die Reaktionsfunktionen zu ermitteln. Die Ergebnisse dieser Vergleiche finden sich in Zeile drei der Tabelle und sollen im folgenden abgeleitet werden.

Im Intervall I: $\left[0, \frac{2}{3}(b - 2c)\right]$ von q_z aus Tabelle II.6 sind die relevanten Gewinne gegeben

durch

$$\tilde{G}_{(i)}^y(q_z) = q_z m$$

I: $\left[0, \frac{2}{3}(b-2c)\right]$	II: $\left(\frac{2}{3}(b-2c), b - \frac{3}{2}c\right)$	III: $\left[b - \frac{3}{2}c, b - c\right]$	IV: $(b - c, 2(b - c))$	V: $[2(b - c), \infty)$
$\tilde{A}_{(i)}^Y(q_z) = q_z$ $\tilde{A}_{(ii)}^Y(q_z) = b + \frac{1}{2}q_z$ $\tilde{A}_{(iii)}^Y(q_z) = 2b - 2c - q_z$	$\tilde{A}_{(i)}^Y(q_z) = q_z$ $\tilde{A}_{(ii)}^Y(q_z) = 2b - 2c - q_z$ $\tilde{A}_{(iii)}^Y(q_z) = 2b - 2c - q_z$	$A_{(i)}^Y(q_z) = q_z$ $\tilde{A}_{(ii)}^Y(q_z) = 2b - 2c - q_z$ $A_{(iii)}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$	$\tilde{A}_{(i)}^Y(q_z) = 2b - 2c - q_z$ $A_{(iii)}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$	$A_{(i)}^Y(q_z) = 0$ $A_{(iii)}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$
$\tilde{R}^Y(q_z) = b + \frac{1}{2}q_z$	$\tilde{R}^Y(q_z) = 2b - 2c - q_z$	$\tilde{R}^Y(q_z) = 2b - 2c - q_z,$	$\tilde{R}^Y(q_z) = 2b - 2c - q_z,$ wenn $c < \hat{u}_1$ und $q_z \in (b - c, g_1]$ $\tilde{R}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2},$ wenn $c < \hat{u}_1$ und $q_z \in (g_1, 2(b - c)]$ $\tilde{R}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2},$ wenn $c \geq \hat{u}_1$	$\tilde{R}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$

Tab. II.6: Definitionsbereich und intervallweise definierte Reaktionsfunktionen in einem (y,z)-Markt.

$$\tilde{G}_{(ii)}^Y(q_z) = \left(b + \frac{1}{2}q_z \right) \left(\frac{m}{2} + \frac{m}{4b}q_z \right)$$

$$\tilde{G}_{(iii)}^Y(q_z) = (2b - 2c - q_z) \frac{m}{2b}(q_z + c).$$

In dem Gewinnvergleich zu Tabelle II.2 wurde bereits gezeigt, dass $\tilde{G}_{(ii)}^Y(q_z)$ immer größer ist als $\tilde{G}_{(i)}^Y(q_z)$. Außerdem ist $\tilde{G}_{(iii)}^Y(q_z) < \tilde{G}_{(i)}^Y(q_z)$ für alle $c \in [0, b]$. Die Reaktionsfunktion für $q_z \in \left[0, \frac{2}{3}(b - 2c) \right]$ wird folglich bestimmt durch $\tilde{A}_{(ii)}^Y(q_z) = b + \frac{1}{2}q_z$.

Die im **Intervall II**: $\left(\frac{2}{3}(b - 2c), b - \frac{3}{2}c \right)$ zu vergleichenden Gewinne sind

$$\tilde{G}_{(i)}^Y(q_z) = q_z m$$

$$\tilde{G}_{(ii)}^Y(q_z) = (2b - 2c - q_z) \frac{m}{b}(q_z + c)$$

$$\tilde{G}_{(iii)}^Y(q_z) = (2b - 2c - q_z) \frac{m}{2b}(q_z + c),$$

wobei $\tilde{G}_{(iii)}^Y(q_z)$ immer kleiner ist als $\tilde{G}_{(ii)}^Y(q_z)$. Ferner ist $\tilde{G}_{(ii)}^Y(q_z)$ größer als $\tilde{G}_{(i)}^Y(q_z)$ für alle $q_z < b - c$. Da dies in Intervall II immer zutrifft, wird die Reaktionsfunktion beschrieben durch $\tilde{A}_{(ii)}^Y(q_z) = 2b - 2c - q_z$.

Im **Intervall III**: $\left[b - \frac{3}{2}c, b - c \right]$ erhält man

$$\tilde{G}_{(i)}^Y(q_z) = q_z m$$

$$\tilde{G}_{(ii)}^Y(q_z) = (2b - 2c - q_z) \frac{m}{b}(q_z + c)$$

$$\tilde{G}_{(iii)}^Y(q_z) = \left(b - \frac{c}{2} \right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{4b}c \right),$$

mit $\tilde{G}_{(ii)}^Y(q_z) > \tilde{G}_{(i)}^Y(q_z)$. Außerdem ist

$$(2b - 2c - q_z) \left(\frac{1}{b}q_z + \frac{1}{b}c \right) \geq \left(b - \frac{c}{2} \right) \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4}b \right) \Leftrightarrow q_z \leq b - \frac{3}{2}c + \sqrt{\frac{1}{8}c^2 + bc + \frac{b^2}{2}} := \tilde{q}_z$$

und $\tilde{q}_z \geq b - c$ für alle $c \in [0, b]$. Das bedeutet, dass Y im Intervall $\left[b - \frac{3}{2}c, b - c \right]$ von q_z seinen Gewinn maximiert, wenn er gemäß der Antwortfunktion $\tilde{A}_{(ii)}^Y = 2b - 2c - q_z$ reagiert.

Im **Intervall IV**: $(b - c, 2(b - c))$ sind die Gewinne

$$\tilde{G}_{(i)}^Y(q_z) = (2b - 2c - q_z)m \quad \text{und}$$

$$\tilde{G}_{(iii)}^Y(q_z) = \left(b - \frac{c}{2} \right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{4b}c \right)$$

maßgeblich. Der Gewinnvergleich zeigt, dass

$$2b - 2c - q_z \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} \left(b - \frac{c}{2} \right) \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4b}c \right) \Leftrightarrow q_z \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} \frac{1}{2} \left(3b - 3c - \frac{1}{4b}c^2 \right) =: g_1.$$

Da $g_1 < 2(b - c)$ für alle $c \in [0, b]$ und $g_1 \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} b - c \Leftrightarrow c \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} b(\sqrt{8} - 2) =: \hat{u}_1$, sind in Intervall

IV Fallunterscheidungen hinsichtlich der Höhe der Anschaffungskosten c zu machen.

(a) Wenn $c < \hat{u}_1$, dann ist $g_1 \in (b - c, 2(b - c))$. Für $q_z \in (b - c, g_1]$ ist in diesem Fall

$\tilde{G}_{(i)}^Y(q_z) \geq \tilde{G}_{(ii)}^Y(q_z)$ und demnach $\tilde{A}_{(i)}^Y = 2b - 2c - q_z$ die Reaktionsfunktion des Y. Für

$q_z \in (g_1, 2(b - c))$ ist $\tilde{G}_{(iii)}^Y(q_z) \geq \tilde{G}_{(i)}^Y(q_z)$ und folglich $\tilde{A}_{(iii)}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$ die

Reaktionsfunktion des Y.

(b) Wenn $c \geq \hat{u}_1$, dann ist $g_1 \leq b - c$. In diesem Fall sind alle $q_z \in (b - c, 2(b - c))$ größer als

g_1 , so dass $\tilde{G}_{(iii)}^Y(q_z)$ in dem gesamten Intervall IV größer ist als $\tilde{G}_{(i)}^Y(q_z)$ und damit

$\tilde{A}_{(iii)}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$ die Reaktionsfunktion des Y darstellt.

Im **Intervall V**: $[2(b - c), \infty)$ folgt unmittelbar $\tilde{A}_{(iii)}^Y(q_z) = b - \frac{c}{2}$ als die gesuchte Reaktionsfunktion.

Damit ist die Reaktionsfunktion des Y über allen Intervallen von q_z eindeutig bestimmt. Ob die einzelnen in Tabelle II.6 aufgeführten Intervalle für q_z leer sind oder nicht-leer sind, hängt unter den Modellannahmen davon ab, welche Werte die Anschaffungskosten c annehmen. So ist Intervall I nur für $c < \frac{1}{2}b$ nicht-leer, Intervall II enthält nur nicht-negative

Werte von q_z , soweit $c < \frac{2}{3}b$, und die Intervalle III und IV umfassen für $c = b$ nur das Element $q_z = 0$. Darüber hinaus wird in diesen beiden zuletzt genannten Intervallen auch der unmittelbare Einfluss der Anschaffungskosten auf die Reaktionsfunktion und damit auf die Gleichgewichtslösung deutlich.

Im folgenden werden unter Berücksichtigung der Symmetrie des Modells die Reaktionsfunktionen beider Anbieter für die maßgeblichen Intervalle von c bestimmt und die dadurch determinierten Gleichgewichtspunkte ermittelt.

$$(2) \quad c < \frac{1}{2}b.$$

Mit $c < \frac{1}{2}b$ sind alle in der Tabelle aufgeführten Intervalle nicht-leer und die Reaktionsfunktionen lauten

$$(II.2.32) \quad \tilde{R}^Y(q_z) = \begin{cases} b + \frac{1}{2}q_z, & \text{wenn } q_z \leq \frac{2}{3}(b-2c) & (i) \\ 2b - 2c - q_z, & \text{wenn } q_z \in \left(\frac{2}{3}(b-2c), g_1\right] & (ii) \\ b - \frac{c}{2}, & \text{wenn } q_z \in (g_1, \infty] & (iii). \end{cases}$$

und

$$(II.2.33) \quad \tilde{R}^Z(q_y) = \begin{cases} b + \frac{1}{2}q_y, & \text{wenn } q_y \leq \frac{2}{3}(b-2c) & (i) \\ 2b - 2c - q_y, & \text{wenn } q_y \in \left(\frac{2}{3}(b-2c), g_1\right] & (ii) \\ b - \frac{c}{2}, & \text{wenn } q_y \in (g_1, \infty] & (iii). \end{cases}$$

Ein Vergleich der Funktionen $R^Y(q_z)$ aus (II.2.18) und $\tilde{R}^Y(q_z)$ aus (II.2.32) sowie der Funktionen $R^Z(q_y)$ aus (II.2.19) und $\tilde{R}^Z(q_y)$ aus (II.2.33) zeigt, dass die Grenzen für die beiden Definitionsintervalle etwas unterschiedlich sind, dass sich die Funktionswerte ansonsten aber nur in den Segmenten (ii) um die Konstante c unterscheiden. Daher lassen sich $\tilde{R}^Y(q_z)$ und $\tilde{R}^Z(q_y)$ qualitativ wie $R^Y(q_z)$ und $R^Z(q_y)$ in Abbildung II.1 darstellen.

Hinsichtlich der Gleichgewichtsanalyse ist zunächst die Frage relevant, ob die Reaktionsgeraden der Intervalle (ii) aus (II.2.22) und (II.2.23) deckungsgleich sind. Es zeigt sich, dass dies im Intervall $(\max(\tilde{a}, \tilde{e}), \min(\tilde{r}, g_1))$ zutrifft, wobei $\tilde{a} := 2b - 2c - g_1$, $\tilde{e} := \frac{2}{3}(b - 2c)$ und $\tilde{r} := \frac{4}{3}b - \frac{2}{3}c$. Dieses Intervall beinhaltet mithin ein Kontinuum von Gleichgewichtspunkten, unter denen eine Auswahl zu treffen ist.

Anders als in dem (s,s)-Markt erhalten wir allerdings dann einen weiteren Gleichgewichtspunkt, wenn sich die Reaktionsfunktionen im Segment (iii) ihres Definitionsbereiches schneiden. Ein solcher Schnittpunkt existiert, wenn g_1 kleiner ist als $b - \frac{c}{2}$. Dies trifft genau dann zu, wenn $c > b(2\sqrt{5} - 4) < \frac{1}{2}b$, ist in dem betrachteten Intervall für c also möglich. Wir erhalten in diesem Fall den symmetrischen Gleichgewichtspunkt

$$(II.2.34) \quad Q_s := (q_{ys}^*, q_{zs}^*) = \left(b - \frac{c}{2}, b - \frac{c}{2} \right).$$

Die Abbildungen II.6a und II.6b enthalten jeweils eine beispielhafte Darstellung der möglichen Gleichgewichtspunkte für $c \leq b(2\sqrt{5} - 4)$ und $c \in \left(b(2\sqrt{5} - 4), \frac{1}{2}b \right)$. In den

Abbildungen ist $v := b - c$ und $f := b - \frac{c}{2}$.

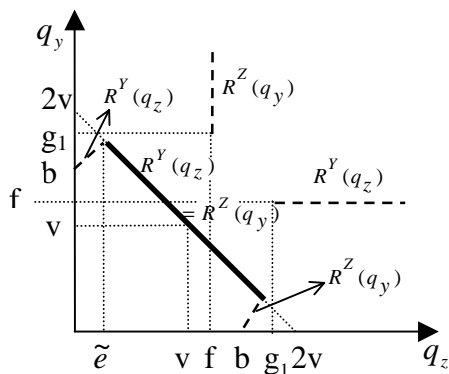


Abb. II.6a

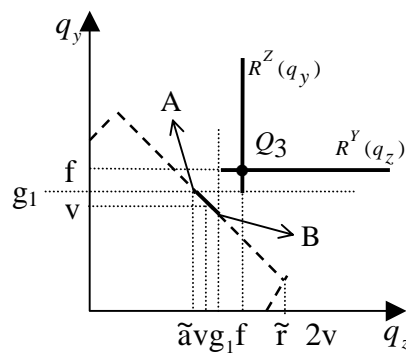


Abb. II.6b

Abb. II.6: Reaktionsgeraden und Gleichgewichtspunkte in einem (y,z)-Markt für

$$c \leq b(2\sqrt{5} - 4) \text{ (Abb.II.6a) und } c \in \left(b(2\sqrt{5} - 4), \frac{1}{2}b \right) \text{ (Abb. II.6b).}$$

Die durch Fettdruck hervorgehobene Strecke in Abbildung II.6a und die Strecke AB in Abbildung II.6b geben den Bereich wieder, in dem sich die beiden Reaktionsgeraden überschneiden, in dem also jeweils eine Vielzahl von Gleichgewichtspunkten vorliegt.

$$(2) \ c \in \left[\frac{1}{2}b, \frac{2}{3}b \right).$$

Dann enthält Intervall I für $c = \frac{1}{2}b$ nur $q_z = 0$ als Element und stellt für alle $c > \frac{1}{2}b$ eine leere Menge dar. Intervall II wird modifiziert zu $\left[0, b - \frac{3}{2}c \right]$, die übrigen Intervalle bleiben unverändert. Wir erhalten so die Reaktionsfunktionen

$$(II.2.35) \quad \tilde{R}^y(q_z) = \begin{cases} 2b - 2c - q_z, & \text{wenn } q_z \leq g_1 & \text{(i)} \\ b - \frac{c}{2}, & \text{wenn } q_z > g_1 & \text{(ii)} \end{cases}$$

und

$$(II.2.36) \quad \tilde{R}^z(q_y) = \begin{cases} 2b - 2c - q_y, & \text{wenn } q_y \leq g_1 & \text{(i)} \\ b - \frac{c}{2}, & \text{wenn } q_y > g_1 & \text{(ii)}. \end{cases}$$

Bei der Gleichgewichtsanalyse ist zu berücksichtigen, dass $g_1 < b - \frac{c}{2}$, wenn $c \in \left[\frac{1}{2}b, \frac{2}{3}b \right]$.

Qualitativ ergibt sich damit eine Situation wie in Abbildung II.6b mit multiplen Gleichgewichtspunkten im Intervall $q_z \in [\tilde{a}, g_1]$ und einem zusätzlichen Gleichgewichtspunkt in Q_s .

$$(3) \ c \in \left[\frac{2}{3}b, \hat{u}_1 \right).$$

In diesem Fall sind sowohl Intervall I als auch Intervall II leere Mengen für $c > \frac{2}{3}b$, Intervall

II enthält lediglich $q_z = 0$, falls $c = \frac{2}{3}b$. Intervall III wird modifiziert zu $[0, b - c]$. Die

Reaktionsfunktionen entsprechen (II.2.35) und (II.2.36), die ein Kontinuum von

Gleichgewichtspunkten im Intervall $q_z \in [\tilde{a}, g_1]$ und den symmetrischen Gleichgewichtspunkt Q_s implizieren.

$$(4) \quad c \geq \hat{u}_1.$$

Für $c \geq \hat{u}_1$ sind nur die Intervalle III bis V für die weitere Analyse relevant. Wir erhalten die Reaktionsfunktionen

$$(II.2.37) \quad \tilde{R}^y(q_z) = \begin{cases} b - \frac{c}{2}, & \text{für alle } q_z \end{cases}$$

und

$$(II.2.38) \quad \tilde{R}^z(q_y) = \begin{cases} b - \frac{c}{2}, & \text{für alle } q_y, \end{cases}$$

die ein eindeutiges Preisgleichgewicht in Q_s zur Folge haben.

Aus den Fallunterscheidungen (1) bis (4) stellen wir also zusammenfassen fest: Die Spiellösung wird entscheidend bestimmt durch die Höhe der Anschaffungskosten c . Für niedrige Anschaffungskosten ($c \leq b(2\sqrt{5} - 4)$) sind die Preisspiele mit einem Kontinuum von Gleichgewichtspunkten in den Intervallen $(\tilde{e}, \min(\tilde{r}, g_1))$ der Abonnementgebühren q_y und q_z verbunden. Der Vergleich von (II.2.32) mit (II.2.18) und (II.2.33) mit (II.2.19) zeigt, dass die Unterschiede zwischen dem (y,z)-Markt und dem (s,s)-Markt in diesem Fall in erster Linie auf die Definitionsbereiche der Reaktionsfunktionen bezogen sind. Darüber hinaus unterscheiden sich die Funktionswerte in den Segmenten (ii) um die Konstante c , was graphisch in einer Linksverschiebung der Reaktionsgeraden zum Ausdruck kommt.

Anders als in dem (s,s)-Markt führen die Preisspiele in einem (y,z)-Markt für hohe Anschaffungskosten ($c \geq \hat{u}_1$) unmittelbar zu dem eindeutigen, symmetrischen Gleichgewichtspunkt Q_s . Falls $c \in (b(2\sqrt{5} - 4), \hat{u}_1)$, ist Q_s ein zusätzlicher Lösungskandidat neben den multiplen Gleichgewichtspunkten in den Intervallen (\tilde{a}, g_1) der Abonnementgebühren (Strecke AB in Abbildung II.6.b). Diese Konstellation kommt in einem (s,s)-Markt ebenfalls nicht vor.

Um die Spiellösung im Marktmodell (y,z) bestimmen zu können ist demnach für $c < \hat{u}_1$ eine Gleichgewichtsauswahl erforderlich. Dabei werden wir zunächst eine Auswahl innerhalb der Intervalle $(\max(\tilde{e}, \tilde{a}), \min(g_1, \tilde{r}))$ der Abonnementgebühren treffen und anschließend den so ermittelten Gleichgewichtspunkt unter dem Gesichtspunkt der Auszahlungsdominanz mit dem symmetrischen Gleichgewichtspunkt Q_s vergleichen.

Gleichgewichtsauswahl

Für $c < \hat{u}_1$ enthält die Menge der Gleichgewichtspunkte in jedem Fall den ebenfalls symmetrischen Gleichgewichtspunkt

$$(II.2.39) \quad \hat{Q}_s := (\hat{q}_{ys}^*, \hat{q}_{zs}^*) = (b - c, b - c).$$

Wie im (s,s) -Markt werden mit diesen Preisen neben den Konsumenten des gesamten Programmangebotes auch die Konsumenten nur eines Angebotes erreicht. Die Gleichgewichtsstrategien der Spieler weichen lediglich um die Konstante $c/2$ von den für den (s,s) -Markt bestimmten symmetrischen Strategien in $Q_s := \left(b - \frac{c}{2}, b - \frac{c}{2}\right)$ ab. Eine erneute formale Gleichgewichtsauswahl aus dem Kontinuum der möglichen Lösungen soll hier nicht vorgenommen werden. Vielmehr wird \hat{Q}_s unter Bezugnahme auf die im Zusammenhang mit der Gleichgewichtsauswahl im Fall standardisierter Hardwarekomponenten (Marktmodell (s,s)) vorgestellte Theorie der Fokus-Punkte als eindeutige Lösung ausgewählt. Die Anbieter realisieren so gemäß (II.2.27) und (II.2.28) die Gewinne

$$(II.2.40) \quad G_y^y(b - c, b - c) = G_z^z(b - c, b - c) = (b - c)m.$$

Die Parameterkonstellation $c \in (b(2\sqrt{5} - 4), \hat{u}_1)$ führt neben \hat{Q}_s zu dem Gleichgewichtspunkt $Q_s := \left(b - \frac{c}{2}, b - \frac{c}{2}\right)$. Um eine eindeutige Spiellösung bestimmen zu können, muss also in diesem Fall zusätzlich zwischen den Strategienvektoren Q_s und \hat{Q}_s ausgewählt werden. Mit den Q_s zugeordneten Preisstrategien werden nur die Konsumenten erreicht, die ausschließlich Programm y oder ausschließlich Programm z nutzen möchten, während die

Zahlungsbereitschaft potentieller Rezipienten des gesamten Angebotes überschritten wird. Q_s sind gemäß den Segmenten (iii) der Gewinnfunktionen (II.2.27) und (II.2.28) die ebenfalls symmetrischen Gewinne

$$(II.2.41) \quad G_y^y\left(b - \frac{c}{2}, b - \frac{c}{2}\right) = G_z^z\left(b - \frac{c}{2}, b - \frac{c}{2}\right) = \left(b - \frac{c}{2}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{4b}c\right)$$

zugeordnet. Es zeigt sich, dass (II.2.40) genau dann größer ist als (II.2.41), wenn $c < \hat{u}_1$. Da dies unter der betrachteten Parameterkonstellation immer zutrifft, kann mithin nach dem Kriterium der Auszahlungsdominanz \hat{Q}_s als eindeutige Lösung für alle $c < \hat{u}_1$ festgelegt werden. Für alle $c \geq \hat{u}_1$ folgt dagegen Q_s bereits unmittelbar aus dem Preisspiel als eindeutige Spiellösung. Tabelle II.7 fasst diese Ergebnisse zusammen.

	$c < \hat{u}_1$	$c \geq \hat{u}_1$
Standardisierung	$G^i(Q_s) = \left(b - \frac{c}{2}\right)m$	$G^i(Q_s) = \left(b - \frac{c}{2}\right)m$
Inkompatibilität	$G^i(\hat{Q}_s) = (b - c)m$	$G^i(Q_s) = \left(b - \frac{c}{2}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{4b}c\right)$

Tab. II.7: Gleichgewichtsgewinne der Anbieter bei Standardisierung und Inkompatibilität.

Ein Vergleich der Gewinne bei Standardisierung und Inkompatibilität zeigt, dass es für beide Anbieter in jedem Fall lohnend ist, eine einheitliche Technologie zu verwenden, statt zwei spezifische Hardwarekomponenten einzusetzen.

II.2.3 Vergleich der Ergebnisse mit Modell 1a

In den Modellen 1a und 1b wurde jeweils ein zweistufiges Spiel zwischen zwei Anbietern konkurrierender Systeme untersucht. Bevor die Anbieter in einen Preiswettbewerb eintreten, müssen sie eine Entscheidung in Bezug auf die einzusetzende Hardwarekomponente treffen. Modell 1a ging von der Vorstellung aus, dass noch keine dieser Komponenten entwickelt wurde. Die Anbieter müssen sich in dieser frühen Phase simultan und unabhängig voneinander entweder auf eine standardisierte oder auf eine zum System des Konkurrenten inkompatible Technologie festlegen. Daher konnte es zu der scheinbar paradoxen Situation

kommen, dass ein Anbieter zu Beginn des Preiswettbewerbs eine standardisierte Komponente einsetzt, während der andere die inkompatible Lösung wählt. Dieser einseitige Standardisierungsanreiz ergab sich aus der Möglichkeit, eine größere Nachfrage nach dem anbieterspezifischen Komplementärgut zu mobilisieren. Indem ein Anbieter den Nachfragern die Option auf die Nutzung des gesamten Softwareangebotes gibt, kann er die auf sein eigenes Angebot zukommende Nachfrage steigern. Die zugrunde liegende Spielsituation kann auch so interpretiert werden, dass jeder Anbieter entscheiden kann, ob er einseitig Kompatibilität wählt, die beispielsweise mit Hilfe eines Adapters hergestellt werden kann.

Entscheidend dafür, dass ein Anbieter einen Anreiz hat, sich auf eine spezifische Hardwarekomponente festzulegen, obwohl den Konsumenten auch ein einheitlicher Standard zur Verfügung steht, war die Annahme geringerer Anschaffungskosten für das spezifische Gerät. Der Exkurs in Kapitel I.4.3 hat deutlich gemacht, dass die Entscheidung für eine spezifische Technologie nicht mehr lohnend ist, wenn der komparative Vorteil geringerer Anschaffungskosten entfällt, wenn also $c_s = c$. Die daraus sich ergebende Anreizstruktur entspricht dann dem des Technologiespiels aus Tabelle I.11, und die Spiellösung besteht in diesem Fall auch in Modell 1b darin, dass sich beide Anbieter auf einen gemeinsamen Standard festlegen.

Modell 1b wurde unter der Zielsetzung entwickelt, zu überprüfen, welche Rolle die Annahmen über die Präferenzen für die Lösung spielen. Anders als in Modell 1a wurden individuell unterschiedliche Wertschätzungen potentieller Rezipienten für alle verfügbaren Komplementärgüter unterstellt. Durch die gewählte Spezifizierung wurden die Präferenzen der Konsumenten ungleicher gegenüber der Ausgangssituation. Da die in Modell 1a festgestellten Unterschiede zwischen den Märkten mit einer einheitlichen Technologie nur bei unterschiedlichen Anschaffungskosten für die alternativen Hardwarekomponenten auftraten, reichte es aus, die Fragestellung in Modell 1b auf den Fall identischer Anschaffungskosten zu beziehen. Damit können die auftretenden Unterschiede ausschließlich auf die veränderten Präferenzen zurückgeführt werden. Um die Annahme $c_s = c$ zu motivieren, wurde davon ausgegangen, dass bereits inkompatible Hardwarekomponenten verfügbar sind, die sich ohne wesentliche Kosten in einen einheitlichen Standard transformieren lassen. Alternativ hätte angenommen werden können, dass zwei inkompatible Systeme existieren und die Anbieter über die Herstellung wechselseitiger Kompatibilität entscheiden, bevor sie in Preisen konkurrieren.

Aufgrund der unterschiedlichen Annahmen über die Anschaffungskosten, muss der Vergleich der Ergebnisse von Modell 1b mit denen aus Modell 1a im Fall des einheitlichen Standards auf der Basis der in dem Exkurs abgeleiteten Gewinnfunktionen (I.4.23) und (I.4.24) vorgenommen werden. Im Fall der Inkompatibilität der Technologien sind die Gewinnfunktionen (I.3.30) und (I.3.32) für den Vergleich relevant. Tabelle II.8 gibt einen Überblick über die Gewinnsituationen in den alternativen Märkten bei beiden Modellen. Dabei wurde berücksichtigt, dass in Modell 1a der Strategienvektor $\tilde{q}^A := (b, b-c)$ die Spiellösung aller Preisspiele im Parameterraum $\tilde{\Omega}_1$ mit $c < \hat{u}_6$ ist, während der Strategienvektor $\tilde{q}^B := \left(b - \frac{c}{3}, b - \frac{c}{3}\right)$ die Spiellösung aller Preisspiele im Parameterraum $\tilde{\Omega}_2$ mit $c > \hat{u}_6$ darstellt. Vernachlässigt wurde dagegen die gemischte Strategie, die in Modell 1a für $c = \hat{u}_6$ als Lösung der Preisspiele abgeleitet wurde.

Wenn dann in	$c \in (0, \hat{u}_6)$	$c \in (\hat{u}_6, \hat{u}_1)$	$c \in [\hat{u}_1, b)$
Modell 1a (s,s)	$b \frac{m}{2}$ [y+z] $(b-c)m$ [y+z, z]	$\left(b - \frac{c}{3}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{6b} c\right)$ [y+z] $\left(b - \frac{c}{3}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{6b} c\right)$ [y+z]	$\left(b - \frac{c}{3}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{6b} c\right)$ [y+z] $\left(b - \frac{c}{3}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{6b} c\right)$ [y+z]
Modell 1a (y,z)	$\left(b - \frac{c}{2}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{6b} c\right)$ [y+z] $(b-c)m$ [y+z, z]	$\left(b - \frac{c}{2}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{6b} c\right)$ [y+z] $(b-c)m$ [y+z, z]	$\left(b - \frac{c}{2}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{6b} c\right)$ [y+z] $(b-c)m$ [y+z, z]
Modell 1b (s,s)	$\left(b - \frac{c}{2}\right) m$ [y+z, y] $\left(b - \frac{c}{2}\right) m$ [y+z, z]	$\left(b - \frac{c}{2}\right) m$ [y+z, y] $\left(b - \frac{c}{2}\right) m$ [y+z, z]	$\left(b - \frac{c}{2}\right) m$ [y+z, y] $\left(b - \frac{c}{2}\right) m$ [y+z, z]
Modell 1b (y,z)	$(b-c)m$ [y+z, y] $(b-c)m$ [y+z, z]	$(b-c)m$ [y+z, y] $(b-c)m$ [y+z, z]	$\left(b - \frac{c}{2}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{4b} c\right)$ [y] $\left(b - \frac{c}{2}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{4b} c\right)$ [z]

Tab. II.8: Vergleichende Übersicht zu den Ergebnissen der Preisspiele in beiden Modellvarianten.

In Tabelle II.8 ist der jeweils erste Gewinn dem Anbieter Y zugeordnet, der zweite Gewinn ist dem Anbieter Z zugeordnet. Die Angaben in den eckigen Klammern beziehen sich auf die jeweils erreichten Nachfragesegmente. Auf der Basis dieser Tabelle werden zunächst die Unterschiede zwischen den einzelnen Modellen für jeden der alternativen Märkte betrachtet. Anschließend wird die Vorteilhaftigkeit der Standardsetzung in Modell 1a mit der in Modell 1b verglichen. In einem letzten Schritt werden die jeweiligen Lösungen der Preisspiele einander gegenüber gestellt, um daraus Rückschlüsse auf die unterschiedliche Intensität des Preiswettbewerbs ziehen zu können.

In Modell 1a war die Spiellösung in einem (y,z)-Markt unabhängig von der Parameterkonstellation gegeben durch den Strategienvektor $q^D := \left(b - \frac{c}{2}, b - c \right)$. Im Modell 1b sind dagegen Fallunterscheidungen hinsichtlich der Höhe der Anschaffungskosten erforderlich, so dass der Vergleich der Modellergebnisse für die einzelnen Fälle getrennt durchgeführt werden muss.

Für $c < \hat{u}_1$ mit (II.2.40) als den relevanten Gewinnfunktionen in Modell 1b, erzielt Anbieter Y bei den neuen Präferenzen einen höheren Gewinn als bei den ursprünglichen Präferenzen, während der Gewinn des Anbieters Z unverändert ist. Der höhere Gewinn des Y wird ausschließlich durch die größere Nachfrage verursacht, die auf Y zukommt und die sich damit begründen lässt, dass Y jetzt auch Konsumenten erreicht, die nur Programm y empfangen möchten. In Modell 1a führt die konstant hohe Wertschätzung aller Konsumenten für Programm z dazu, dass eine ausschließliche Nachfrage nach Programm y nur dann besteht, wenn q_z hinreichend hoch ist. In Modell 1b ist aufgrund der Symmetrie der Präferenzen allein die Summe der Abonnementgebühren ausschlaggebend.

Im Fall $c \geq \hat{u}_1$ und mit (II.2.41) als den maßgeblichen Gewinnfunktionen ist der Gewinn des Anbieters Y gegenüber Modell 1a unverändert. Obwohl Z bei der unter dieser Parameterkonstellation optimalen Preissetzung nur die Konsumenten erreicht, die ausschließlich Programm z empfangen möchten, erzielt er einen höheren Gewinn als in Modell 1a, da er eine höhere Abonnementgebühr fordern kann. Dies liegt daran, dass nunmehr auch im Bereich relativ hoher Abonnementgebühren noch eine positive Nachfrage nach nur einem Programmangebot vorhanden ist.

Zusammenfassend stellen wir also fest, dass in einem (y,z)-Markt von ungleicher werdenden Präferenzen für die beiden Programmangebote bei vergleichsweise geringen Anschaffungskosten der Anbieter profitiert, der sich bereits in der Ausgangssituation

individuell unterschiedlichen Präferenzen für sein eigenes Programm gegenüber sah. Bei hohen Anschaffungskosten wird demgegenüber der Anbieter begünstigt, der seine Entscheidungen ursprünglich auf der Basis konstanter Präferenzen für sein Programmangebot zu treffen hatte. Bei den neuen Präferenzen ist kein Anbieter schlechter, aber mindestens ein Anbieter besser gestellt.

Umgekehrt zu den Ergebnissen der beiden Modelle im (y,z)-Markt war die Spiellösung in Modell 1a im (s,s)-Markt abhängig von dem Parameterraum, in dem das Preisspiel stattfand, während in Modell 1b ein einziger Gleichgewichtspunkt für den gesamten Parameterraum bestimmt werden konnte. Der Vergleich der Gewinne zeigt, dass beide Anbieter bei den modifizierten Präferenzen besser gestellt sind. Die symmetrischen Präferenzen in Modell 1b wirken sich im Bereich hoher Anschaffungskosten ($c > \hat{u}_6$) zwar ungünstig auf die optimale Preissetzung beider Anbieter aus, die geringeren Abonnementgebühren führen aber dazu, dass neben den Nachfragern nach dem gesamten Programmangebot auch die Konsumenten bedient werden können, die nur ein einziges Programm empfangen möchten.

Um die Vorteilhaftigkeit der Standardsetzung gegenüber der Inkompatibilität in beiden Modellen miteinander vergleichen zu können, sind gemäß Tabelle II.8 Fallunterscheidungen durchzuführen, da die relevanten Gewinnfunktionen von den Anschaffungskosten abhängen.

Wir betrachten zunächst den Fall $c < \hat{u}_1$, in dem (II.2.40) für den Vergleich der Gewinnsituationen heranzuziehen ist. Es zeigt sich, dass der Vorteil, den Y bei dieser Parameterkonstellation mit den veränderten Präferenzen aus einer einheitlichen Technologie zieht, noch größer ist, als bei den in Modell 1a angenommenen Präferenzen. Auch Anbieter Z verzeichnet in Modell 1b in jedem Fall einen Gewinnzuwachs gegenüber der Koexistenz von zwei spezifischen Dekodern. In Modell 1a ist dies im Bereich vergleichsweise niedriger Anschaffungskosten ($c < \hat{u}_6$) nicht der Fall, vielmehr ist Z indifferent zwischen Standardisierung und Inkompatibilität.

Im Fall $c \geq \hat{u}_1$ ist (II.2.41) für den Vergleich relevant, und in Modell 1a resultiert der Gewinn aus den Gleichgewichtsstrategien gemäß \tilde{q}^B . Es zeigt sich, dass der Vorteil der Standardisierung in Modell 1b gegenüber dem in Modell 1a für beide Anbieter gegenüber dem Fall $c < \hat{u}_1$ zwar sinkt, mit $\left(\frac{b}{2} - \frac{1}{8b}c^2\right)$ unter den Modellannahmen aber immer noch deutlich positiv ausfällt. In Modell 1a ist der Vorteil einer standardisierten Technologie bei

hohen Anschaffungskosten also ebenfalls eindeutig vorhanden, aber geringer ausgeprägt als in Modell 1b.

Ein Vergleich der gleichgewichtigen Preise in Tabelle II.7 zeigt zudem, dass die Standardisierungsentscheidung anders als in Modell 1a im Bereich hoher Anschaffungskosten $c \geq \hat{u}_1$ keinerlei Einfluss auf die optimalen Preisstrategien der Anbieter hat. Auch für $c < \hat{u}_1$ wird der optimale Preis nicht durch externe Effekte zwischen den Anbietern beeinflusst. Vielmehr ist die bei Standardisierung höhere Abonnementgebühr ausschließlich auf den größeren Preissetzungsspielraum zurückzuführen, der sich aus den Definitionsintervallen der Gewinnfunktionen (II.2.1) und (II.2.2) im (s,s)-Markt gegenüber denen in (II.2.27) und (II.2.28) im (y,z)-Markt ergibt. In diesem Fall können sich die Anbieter bei der Preissetzung den Vorteil, den die Konsumenten aus den bei einer standardisierten Technologie eingesparten Anschaffungskosten ziehen, gerade je zur Hälfte aneignen. Insgesamt deuten die Ergebnisse der Preisvergleiche darauf hin, dass der Preiswettbewerb unter den in Modell 1b angenommenen Präferenzen weniger stark beeinträchtigt wird, als bei den in Modell 1a angenommenen Präferenzen und dass dieser Wettbewerb umso intensiver bleibt, je höher die Anschaffungskosten für das Empfangsgerät sind.

Zusammenfassend lässt der Modellvergleich folgende Schlussfolgerungen zu. Erstens ist es für die Anbieter bei identischen Anschaffungskosten für beide Dekoderarten umso lohnender, standardisierte Hardwarekomponenten zu verwenden, je ungleicher die Präferenzen der Konsumenten für die Komplementärgüter sind. Zweitens wird der Preiswettbewerb auf der Ebene der Komplementärgüter bei einer Vereinheitlichung der Hardwarekomponente umso weniger durch externe Effekte zwischen den Anbietern beeinflusst, je heterogener die Konsumentenpräferenzen in Bezug auf die Komplemente sind, je höher also die Konsumenten ein vielfältiges Angebot auf der Ebene der Komplementärgüter bewerten. Bei hohen Anschaffungskosten für das Empfangsgerät hat die Standardisierung keinerlei Einfluss auf den Preiswettbewerb.

Die Standardisierungsanreize auf der Angebotsseite ergeben sich in beiden Modellen aus dem positiven Einfluss einer Vereinheitlichung der Hardwarekomponente eines technischen Systems auf die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für die Softwarekomponente. Besonders deutlich wird dieser Effekt bei unterschiedlichen Präferenzen der Nachfrager (vergleiche Tabelle II.8). Bei hinreichend geringen Anschaffungskosten für das Systemgut wird die Nachfrage nach dem Komplementärgut nicht

beeinträchtigt, obwohl dessen Preis sich erhöht. Im Bereich hoher Anschaffungskosten können trotz einer gegenüber der Inkompatibilität unveränderten Preissetzung mehr Nachfrager erreicht werden.

Die erste Schlussfolgerung kann zudem zu einer Interpretation der Ergebnisse herangezogen werden, die über die eigentliche Fragestellung hinsichtlich der Standardisierungsanreize hinausgeht. Wenn Produktdifferenzierung auf der Ebene der Komplementärgüter, hier ein heterogenes Programmangebot, bewirkt, dass die Präferenzen der Nachfrager unterschiedlicher werden, ist es für die Anbieter lohnend, diese Differenzierung vorzunehmen. Sie zahlt sich vor allem dann aus, wenn ein Markt mit inkompatiblen Hardwarekomponenten, etwa aufgrund politischer Vorgaben oder Verhandlungen zwischen den Anbietern, in einen Markt mit einer standardisierten Hardwarekomponente transformiert wird.

Die bisherigen Ergebnisse der Modellanalyse haben gezeigt, dass die Einführung des digitalen Pay-TV im Eigeninteresse der beteiligten Anbieter mit Hilfe eines standardisierten Dekoders erfolgen sollte. Die harten Auseinandersetzungen zwischen den Medienunternehmen Kirch und Bertelsmann lassen sich daher nicht aus diesen modelltheoretischen Überlegungen erklären. Möglicherweise haben falsche Erwartungen hinsichtlich der Zahlungsbereitschaft der Konsumenten aber eine entscheidende Rolle gespielt (die in den hier betrachteten Modellen vernachlässigt worden sind). Andererseits war es Kirch durchaus gelungen, in der Zwischenzeit eine ausreichend große Nutzerzahl zu erreichen, die ihm eine vergleichsweise starke Verhandlungsposition nicht zuletzt bei der Frage der einzusetzenden Technik verschaffte.

Inwieweit sich eine solche Ausgangssituation bei der Realisierung von Standardisierungsvorteilen nutzen lässt, soll mit Hilfe des folgenden Verhandlungsspieles untersucht werden. Dieses Verhandlungsspiel beruht auf der Vorstellung, dass bereits ein Anbieter den Markteintritt unter Verwendung eines spezifischen Gerätes vollzogen hat. Die Frage ist nun, ob und unter welchen Bedingungen dieses Gerät für das Konkurrenzprogramm geöffnet und damit zum de facto-Standard wird.

III Modell 2: Technologiewahl in einem strategischen Verhandlungsspiel mit asymmetrisch unvollständiger Information

III.1 Einführung

Da der Medienunternehmer Kirch schon bald nach seinem Alleingang zu neuen Verhandlungen mit seinen Konkurrenten über die Öffnung der eingesetzten Technologie für deren Programme bereit war, kann unterstellt werden, dass er sich von einer derartigen Kooperation wirtschaftliche Vorteile versprach. Überdies wurde in einer Stellungnahme gegenüber der EU-Kommission auf die wirtschaftliche Situation von DF1 hingewiesen, die dazu führe, dass Kirch in jedem Fall kurzfristig aus dem Markt ausscheiden werde, sollte das Zusammenschlussvorhaben abgelehnt werden (EU-Kommission, 1998a, Randnr. 69). Auch Bertelsmann hatte auf die Entwicklung eines eigenen, ebenfalls inkompatiblen Dekoders gesetzt. Den Konsumenten stand unter diesen Bedingungen also auf absehbare Zeit kein Gerät zur Verfügung, mit dem beide Programmangebote zu empfangen waren. Der einsetzende Verhandlungsprozess soll hier in stilisierter Form dargestellt und im Hinblick auf mögliche Gleichgewichtspunkte analysiert werden.

In den Modellen 1a und 1b wurden jeweils einfache, nichtkooperative Spiele entwickelt mit der Zielsetzung, Bedingungen aufzuzeigen, unter denen rationale Entscheidungsträger sich zur Ausstrahlung ihrer Programme auf eine standardisierte Technologie festlegen. In Modell 1a konnte zwar eine Parameterkonstellation abgeleitet werden, unter der es für Anbieter Z vorteilhaft war, sich für ein programmspezifisches Empfangsgerät zu entscheiden. Der Vorteil bestand jedoch dann nicht mehr, wenn die Anschaffungskosten für beide Dekoderarten angeglichen wurden. Darüber hinaus profitierte Anbieter Z auch bei identischen Anschaffungskosten nur von einer Standardisierung, wenn diese Kosten hinreichend hoch waren. Unter den Modell 1b zugrunde gelegten Annahmen erwies es sich demgegenüber für beide Anbieter in jedem Fall als günstig, sich auf eine gemeinsame Empfangstechnologie festzulegen. Da in diesem Modell die Vorteilhaftigkeit einer gemeinsamen Technik für beide Anbieter eindeutig aus dem ökonomischen Kalkül der Akteure erklärt werden konnte, sollen dessen Ergebnisse der folgenden Analyse zugrundegelegt werden. Damit ist eine entscheidende Vorbedingung für ein Verhandlungsspiel erfüllt, dass es sich nämlich um ein Positiv-Summen-Spiel handelt und folglich für beide Spieler die Möglichkeit der Gewinnsteigerung enthält. Bevor die Struktur des Modells beschrieben wird, sollen zunächst einige alternative Methoden zur Lösung von Verhandlungsproblemen kurz dargestellt und die Auswahl des hier verwendeten Konzeptes begründet werden.

Zur Lösung von Verhandlungsproblemen bietet die Spieltheorie sowohl kooperative als auch nichtkooperative Analysemethoden an. Charakteristisch für kooperative Spiele ist die Möglichkeit, verbindliche Absprachen zu treffen und diese gegebenenfalls durch eine externe Instanz durchzusetzen. Lösungstechnisch unterscheidet sich die kooperative Spieltheorie von dem nichtkooperativen Ansatz dadurch, dass sie von individuellen Entscheidungen weitgehend abstrahiert und stattdessen aus der Menge der möglichen Spielergebnisse dasjenige auswählt, das bestimmten Bedingungen genügt. Diese Methode, die von Nash (1950) in die ökonomische Diskussion von Verhandlungsproblemen eingeführt wurde, wird daher auch als die axiomatische Verhandlungstheorie bezeichnet (Friedman, 1990, S. 205 f.).

Demgegenüber beruhen strategische Verhandlungsspiele auf individuell rationalen, nichtkooperativen Entscheidungen, die die Spieler unabhängig voneinander treffen. Die Möglichkeit bindender Absprachen wird nicht vorausgesetzt, sondern in die Strategiemenge der Akteure einbezogen. Die Lösung eines solchen Spiels hat die Eigenschaft eines Gleichgewichtspunktes, dass auch ohne verbindliche Abmachungen keiner der Spieler einen Anreiz hat, von dieser Lösung abzuweichen (Harsanyi und Selten, 1988, S. 4 ff., Holler und Illing, 1993, S. 183 ff., Holler, 1992, S. 20 ff.). Dieser Ansatz wurde bereits von Nash (1953, S. 130 - 136) als Analysemethodik vorgestellt und von Harsanyi (1979) im Sinne einer einheitlichen Theorie weiterentwickelt. Er hebt die ursprünglich strikte Trennung von kooperativer und nichtkooperativer Spieltheorie weitgehend auf, indem Kooperationsmöglichkeiten als Züge in nichtkooperativen Spielen unter Verwendung der Mittel der nichtkooperativen Spieltheorie untersucht werden (Selten, 1982, S. 82f.).

Rubinstein (1982) hat als erster Verhandlungen als sequentielles Spiel modelliert. Er geht aber noch von vollkommener Information der Verhandlungspartner aus. Sequentielle Verhandlungsspiele mit unvollkommener Information wurden zuerst von Sobel und Takahashi (1983) sowie Fudenberg und Tirole (1983) veröffentlicht. Aufgrund der sich selbst durchsetzenden Lösung erweist sich der strategische Ansatz als besonders geeignet bei solchen Verhandlungsprozessen, in denen die Einhaltung der Absprachen nicht oder nur schwer einklagbar ist. Dieser Situation kommt das hier zu betrachtende Verhandlungsproblem aber nahe, da Y keine rechtliche Grundlage hat, mit der er Z zur Öffnung seines Dekoders verpflichten könnte. Darüber hinaus zeigt Arrow (1979) und in einer Weiterentwicklung seines Ansatzes Schweizer (1988), dass die nichtkooperative Methode selbst dann zur Realisierung von Effizienzgewinnen geeignet ist, wenn die Spieler nur unvollständig über bestimmte Merkmale ihrer Gegenspieler informiert sind. Das Konzept der nichtkooperativen

Modellierung von Kooperation scheint daher für die vorliegende Fragestellung eine geeignete Vorgehensweise zu sein und soll deshalb angewendet werden.

Im Zentrum der folgenden Analyse steht nach wie vor die strategische Interaktion zwischen den beiden Medienunternehmen Y und Z. Während Z sein digitales Programmangebot bereits über einen programmspezifischen Dekoder ausstrahlt, ist es Y zu Beginn der Verhandlungen noch nicht gelungen, einen serienreifen Dekoder bereitzustellen. Der wesentliche Unterschied gegenüber dem Ausgangsspiel aus Modell 1b besteht darin, dass diesem eine zusätzliche Stufe vorgeschaltet wird, auf der Verhandlungen zwischen den Anbietern über die gemeinsame Nutzung des z-Dekoders stattfinden. Darüber hinaus wird berücksichtigt, dass der Markteintritt mit Kosten verbunden ist. Dabei kann man sich beispielsweise vorstellen, dass diese Kosten durch den Aufbau der zur Veranstaltung von Pay-TV notwendigen personellen und sachlichen Infrastruktur oder auch durch Investitionen in geeignete Vermarktungsformen für das Programmangebot entstehen. Die Gesamtheit dieser Ausgaben wird im folgenden unter dem Begriff der Markteintrittskosten zusammengefasst. Mit Hilfe eines nichtkooperativen, sequentiellen Verhandlungsspieles sollen die Anreize zur Kooperation untersucht werden.

Das Verhandlungsspiel umfasst zwei Betrachtungsperioden, und die Verhandlungen finden in einem Zeitpunkt unmittelbar zu Beginn der Periode 1 beziehungsweise 2 statt. Dementsprechend unterscheiden wir die erste und die zweite Verhandlungsstufe. Auf der ersten Stufe unterbreitet Anbieter Z seinem Konkurrenten einen Kooperationsvertrag. Mit diesem Vertrag bietet Z die Öffnung seines Dekoders für Programm y an, verlangt dafür aber von Y einen bestimmten Geldbetrag als Gegenleistung. Diesen Vertrag kann Y annehmen oder ablehnen. Nach einer Annahme endet das Spiel. Lehnt Y ab, wird die zweite Verhandlungsstufe erreicht, auf der Z ein zweites Angebot vorlegt. Wird auch dieses Angebot nicht akzeptiert, kommt endgültig keine Kooperation zustande und beide Programmanbieter verwenden inkompatible Empfangsgeräte. Wir bezeichnen diesen Fall als den Fall der Nichtkooperation.

Während Y zu Beginn der Verhandlungen die Gewinnsituation des Z kennt, ist Z über die entscheidungsrelevanten Daten seines Konkurrenten nur unvollständig informiert. Insbesondere weiß Z nicht, in welchem Umfang Y bereits Ausgaben zur Vorbereitung des Markteintrittes getätigt hat. Diese Ausgaben beeinflussen die Bereitschaft des Y, in einen

Kooperationsvertrag einzuwilligen, auf zweifache Weise. Zum einen lassen sich die vor Verhandlungsbeginn durchgeführten Investitionen für den Markteintritt mit einem spezifischen Dekoder nicht vollständig amortisieren, wenn Y der Verwendung des z-Dekoders als dem gemeinsamen Standard zustimmt. Zumindest ein Teil der entstandenen Kosten stellt in diesem Fall versunkene Kosten, sogenannte sunk costs dar, die Y an einer Kooperation hindern können.³⁶ Zum anderen wird die Höhe der noch anfallenden Kosten und damit der Gewinn des Y bei Nichtkooperation über die schon erbrachten Ausgaben festgelegt.

Z hält es für möglich, dass Y zu Verhandlungsbeginn erst in einem geringen Ausmaß investiert hat. In diesem Fall sind die sunk costs relativ gering, auf Y kommen aber noch hohe Zusatzkosten zu, bis er mit einem eigenen Dekoder in den Markt eintreten kann. Durch eine Kooperation mit Z, der sein digitales Programmangebot ja bereits sendet, könnte Y diese noch anfallenden Kosten einsparen. Z hält es aber auch nicht für ausgeschlossen, dass dem Y der Markteintritt mit vergleichsweise geringen Zusatzkosten möglich ist. Der Umfang der Y durch Kooperation entstehenden sunk costs ist in diesem Fall hoch.

Wir unterstellen also asymmetrisch unvollständige Information in Bezug auf die Kostenstruktur des Y. Die Problemstruktur des Modells kommt der Situation auf dem realen Markt recht nahe, auf dem Kirch seine digitalen Programme seit Juni 1996 über die d-Box ausstrahlte. Die Allianz um den Medienkonzern Bertelsmann kündigte ebenfalls den eigenständigen Programmstart über „Club-RTL“ an, machte aber keine Angaben darüber, in welcher Höhe bereits Markteintrittskosten entstanden waren.

In der Literatur zu Verhandlungen unter unvollständiger Information wird ein besonderer Vorteil der zweistufigen Modellierung darin gesehen, dass der unvollständig informierte Spieler dadurch gegebenenfalls Zusatzinformationen aus dem Verhalten seines Gegenspielers gewinnen kann (z.B. Fudenberg und Tirole, 1995, S. 322ff., Rasmusen, 1989). Da er sich diese Informationen bei seiner Strategiewahl zunutze machen kann, beschreibt der Modellaufbau im Prinzip ein Signalspiel (Rasmusen, 1989, S. 238). In solchen Spielen agiert der informierte Spieler als erster und gibt so dem nicht informierten Spieler möglicherweise Hinweise auf seinen Typ.³⁷

³⁶ Die mit sunk costs verbundenen Probleme werden in der Theorie der ‚angreifbaren Märkte‘ (Contestable Markets) ausführlich behandelt (Baumol, Panzar und Willig, 1982).

³⁷ Allerdings handelt es sich dabei nicht um ein reines Signalspiel, da das Spiel mit dem Zug des nicht informierten Spielers beginnt. Dies ist typisch für sogenannte Screening-Modelle. Durch seine Strategieentscheidung hat der nicht informierte Spieler hier die Möglichkeit, die ihm a priori nicht bekannten Eigenschaften seines Gegenspielers zu testen. Rasmusen (1989), S. 221, verweist in diesem Zusammenhang auf einen unveröffentlichten Beitrag von Stiglitz und Weiss (1983), in dem diese erstmals die Unterscheidung zwischen Signalspielen und Screening-Spielen vornehmen.

Ungewöhnlich in dem beschriebenen Verhandlungsspiel ist, dass ein bereits im betrachteten Markt agierender Spieler ein Interesse an der Kooperation mit einem Neuanbieter hat. Üblicherweise geht es in Markteintrittsspielen ja gerade darum, Strategien zu entwickeln, mit denen potentielle Konkurrenten abgeschreckt werden können (Milgrom und Roberts, 1982a, 1982b). Diese Besonderheit ergibt sich aus den spezifischen Merkmalen technischer Systeme, bei denen die Einigung auf einen gemeinsamen Hardwarestandard einen Vielfalteeffekt in Bezug auf die Komplementärgüter auslöst. Der positive Einfluss der erweiterten Nutzungsmöglichkeiten auf die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten impliziert eine Gewinnsituation der beiden Anbieter, die dem neu eintretenden Unternehmen die frühzeitige Realisierung von Kooperationsgewinnen erlaubt, und gleichzeitig dem etablierten Unternehmen eine Gewinnsteigerung ermöglicht.

In Kapitel III.2.1 wird zunächst die Modellstruktur erläutert, wobei die in Modell 1b abgeleiteten Gewinne zugrundegelegt werden. Kapitel III.2.2 stellt das verwendete Lösungskonzept vor. In Kapitel III.2.3 werden die mit diesem Lösungskonzept zu vereinbarenden Gleichgewichtspunkte ermittelt. Kapitel III.3 fasst die Ergebnisse der Gleichgewichtsanalyse interpretierend zusammen.

III.2 Das Modell

III.2.1 Die Struktur des Verhandlungsspiels

Um das Verhandlungsspiel beschreiben zu können, sollen zunächst einige Begriffserläuterungen vorgenommen werden. Die bei einem erfolgreichen Vertragsabschluss fällig werdenden Geldbeträge werden als die „Transferzahlungen“ T bezeichnet. Der Begriff des „Gewinns“ beschreibt immer eine Größe, in der Transferzahlungen noch nicht berücksichtigt sind. Davon werden begrifflich die „Auszahlungen“ abgegrenzt, die sich von den jeweiligen Gewinnen um die gezahlten beziehungsweise erhaltenen Transferzahlungen unterscheiden. Zur Ermittlung dieser Auszahlungen werden in einem ersten Schritt die Gewinne beider Anbieter in den beiden Perioden getrennt voneinander betrachtet. Wir beginnen mit den Gewinnen der zweiten Periode.

Je nach dem Ergebnis der Verhandlungen wird am Ende der zweiten Periode ein (y,z) -Markt oder ein (s,s) -Markt konstituiert. Da wir von den in Modell 1b unterstellten Präferenzen der Nachfrager ausgehen wollen, sind die in Tabelle II.7 aufgeführten Gewinne

$$G(s, s) := \left(b - \frac{c}{2}\right)m$$

$$G_1(y, z) := (b - c)m \text{ für } c < \hat{u}_1 \text{ und}$$

$$G_2(y, z) := \left(b - \frac{c}{2}\right) \left(\frac{m}{2} - \frac{m}{4b}c\right) \text{ für } c \geq \hat{u}_1$$

maßgeblich. Anders als in Modell 1b werden in dem jetzigen Ansatz auch die mit einem Markteintritt verbundenen Kosten berücksichtigt. Da es sich dabei um Fixkosten handelt, haben sie keinen Einfluss auf die optimale Preissetzung der Anbieter.

Die Höhe der Ausgaben, die Anbieter Y noch tätigen muss, bevor er in den Markt eintreten kann, ist für das zu analysierende Verhandlungsproblem nur insoweit relevant als angenommen wird, dass der verbleibende nichtkooperative Gewinn des Y in jedem Fall nicht negativ ist. Entscheidend ist für das Spiel dagegen, ob Y noch hohe oder nur noch geringe Zusatzkosten ZK aufzubringen hat. Diese Zusatzkosten fallen am Ende der Periode 2 an.

Seien $ZK = ZK_h$ die Kosten, die Anbieter Y noch zusätzlich zu tragen hat, wenn er zu Beginn der Verhandlungen erst geringe Investitionen durchgeführt hat und $ZK = ZK_l$ seien die noch anfallenden Kosten bei hohen Vorleistungen. Dann ist offensichtlich $ZK_h > ZK_l$. Ohne Einschränkung der Allgemeinheit können die Kosten ZK_h so spezifiziert werden, dass Y im Falle niedriger Vorleistungen bei Nichtkooperation einen Nullgewinn erzielt, dass also

$$ZK_h \equiv G(y, z)$$

und damit

$$(III.2.1) \quad \underline{G}_{NC}^Y := G(y, z) - ZK_h = 0.$$

Ferner können die Kosten ZK_l im Falle hoher Vorleistungen auf Null normiert werden:

$$ZK_l \equiv 0.$$

Der nichtkooperative Gewinn, den Y maximal realisieren kann, ist dann gegeben durch

$$(III.2.2) \quad \overline{G}_{NC}^Y := G(y, z) - ZK_l = G(y, z) > 0.$$

In (III.2.1) und (III.2.2) sollen weitere Fallunterscheidungen in Bezug auf $G(y, z)$ vermieden werden, indem die Analyse auf den Fall $c \geq \hat{u}_1$ mit $G(y, z) = G_2(y, z)$ beschränkt wird. Die

grundsätzliche Struktur des Verhandlungsproblems wird dadurch ebenfalls nicht berührt.

Kooperieren die beiden Anbieter in der zweiten Periode, erzielt Y einen Gewinn in Höhe von

$$G_C^Y := G(s, s).$$

Anbieter Z hat die Markteintrittskosten bereits vor Beginn der Verhandlungen vollständig erbracht, so dass sie für das Verhandlungsergebnis keine Rolle spielen. Seine Gewinne ohne Transferzahlungen sind demnach

$$G_{NC}^Z := G_2(y, z)$$

bei Nichtkooperation und

$$G_C^Z := G(s, s)$$

bei Kooperation.

Damit sind die Gewinne beider Anbieter für Periode 2 bestimmt. Der Gesamtgewinn beider Anbieter bei Nichtkooperation NC ist in Abhängigkeit von der Kostenstruktur des Y und mit $y = h, l$ gegeben durch

$$G^{NC} := 2G_2(y, z) - ZK_y$$

und bei Kooperation C ist

$$G^C := 2G(s, s).$$

Aus der Relation $G_2(y, z) < G(s, s)$ folgt, dass $P := G^C - G^{NC} > 0$. Die Öffnung von Dekoder z für das Programmangebot des Y ermöglicht also die Realisierung eines Effizienzgewinnes.

In einem weiteren Schritt sind die Gewinne der Anbieter in der ersten Periode zu bestimmen.

Da $G(s, s) > \overline{G}_{NC}^Y > \underline{G}_{NC}^Y$, ist die grundsätzliche Vorteilhaftigkeit einer Kooperation für Y zwar gegeben, aber abhängig von der Höhe der Transferzahlung. Bei der Bestimmung der Gewinne soll daher angenommen werden, dass Anbieter Y die Ergebnisse *beider* Verhandlungsstufen abwartet, bevor er mit einem *eigenen* Dekoder in den Markt eintritt. Bei Nichtkooperation ist dessen Gewinn der ersten Periode unter dieser Annahme unabhängig von den Zusatzkosten immer

$$G^Y(0, z) = 0.$$

Da Anbieter Z sein Programmangebot annahmegemäß bereits in der ersten Periode über seinen spezifischen Dekoder ausstrahlen kann, erzielt er den Gewinn $G^Z(0, z)$, wenn in der ersten Verhandlungsstufe keine Einigung auf eine gemeinsame Technik erreicht wird. Wir bestimmen $G^Z(0, z)$ unter Rückgriff auf die in Modell 1b in Kapitel II.1 (S. 146 beziehungsweise S. 150) vorgenommene Mikrofundierung der Nachfrage ausschließlich nach Programm z .

Steht den Konsumenten lediglich ein einziges programmspezifisches Empfangsgerät zur Verfügung, haben sie nur die Optionen, entweder das entsprechende Programmangebot zu nutzen, oder auf den Konsum digitalen Fernsehens zu verzichten. Die einem $(0, z)$ -Markt zuzuordnende Nachfrage ist daher gegeben durch $n_{z,0}$ gemäß (II.1.20). Daraus folgt die

Gewinnfunktion $G^Z(q_y, q_z) = q_z \left[m - \frac{m}{2b}(q_z + c) \right]$, die den gewinnmaximierenden Preis

$q_z^* = \left(b - \frac{c}{2} \right)$ liefert. Dieser Preis entspricht offensichtlich dem Gleichgewichtspreis des Z im

symmetrischen Gleichgewichtspunkt Q_s gemäß (II.2.34) bei Koexistenz zweier spezifischer Dekoder. Man erhält so

$$G^Z(0, z) = G_2(y, z), \text{ falls } c \geq \hat{u}_1 \text{ und}$$

$$G^Z(0, z) = G_2(y, z) < G_1(y, z), \text{ falls } c < \hat{u}_1.$$

Bei geringen Anschaffungskosten profitiert Z selbst dann von einem Marktzutritt seines Konkurrenten, wenn Y sich auf einen ebenfalls spezifischen Dekoder festlegt. Der Anreiz des Z zur Kooperation ist dann aber noch höher als für $c \geq \hat{u}_1$.

Die Beschränkung der Analyse auf den Fall $c \geq \hat{u}_1$ hat den Vorteil, dass bei der Spezifizierung der Kooperationsvorteile keine zusätzlichen Fallunterscheidungen hinsichtlich $G^Z(0, z)$ und $G^Z(y, z)$ vorzunehmen sind.

Im Fall einer Kooperation erzielen beide Anbieter in jeder Periode, in der sie kooperieren, den Gewinn

$$G^Y(s, s) = G^Z(s, s) = G(s, s)$$

Nachdem die Gewinne beider Anbieter für beide Perioden getrennt ermittelt wurden, skizzieren wir zunächst das eigentliche Verhandlungsproblem, mit dem Ziel,

Auszahlungsfunktionen in Abhängigkeit von alternativen Verhandlungsergebnissen zu formulieren.

In der ersten Stufe des Verhandlungsspieles bietet Z seinem Konkurrenten Y einen Kooperationsvertrag (s, s, T_1) an. Damit verpflichtet Z sich zur Öffnung seines Digitaldekoders für das Programm y, verlangt als Gegenleistung aber den Geldbetrag T_1 von Y. Zu diesem Zeitpunkt hat Z nur unvollständige Informationen über die Kostenstruktur des Y. Diese unvollständige Information über entscheidungsrelevante Daten lässt sich mit Hilfe eines fiktiven, anfänglichen Zufallszuges in eine unvollkommene Information transformieren (Harsanyi, 1967/68, Güth, 1992). Die diesem Zufallszug zugeordneten Wahrscheinlichkeiten w beziehungsweise $(1-w)$ werden als gemeinsames Wissen betrachtet, d.h. sie sind beiden Spielern bekannt und jeder Spieler weiß, dass auch sein Gegenspieler sie kennt (Aumann, 1974 und 1976). Der Informationsmangel des Z bezieht sich somit lediglich auf das Ergebnis des Zufallszuges.

Anbieter Z weiß, dass Anbieter Y mit der Wahrscheinlichkeit $w \in]0,1[$ noch hohe Kosten ZK_h aufwenden muss, um „aus eigener Kraft“ in den Markt einzutreten, dass er aber mit der Wahrscheinlichkeit $(1-w)$ nur Kosten von $ZK_l < ZK_h$ zu tragen hat. In der Sprache der Spieltheorie sagen wir, Z wisse, dass Y mit Wahrscheinlichkeit w vom Typ h (mit „ h “ für hohe Markteintrittskosten) und mit der komplementären Wahrscheinlichkeit $(1-w)$ vom Typ l (mit „ l “ für niedrige, „low“, Markteintrittskosten) sei. Damit weiß Z aber auch, dass er für sein Angebot zur Öffnung des von ihm entwickelten Dekoders für Programm y vom Typ h des Y maximal einen größeren Geldbetrag als Gegenleistung verlangen kann als vom Typ l des Y.

Y kann das Angebot der ersten Verhandlungsstufe annehmen oder ablehnen. Bei seiner Entscheidung über Annahme oder Ablehnung des Angebotes vergleicht er die jeweils realisierbaren Auszahlungen. Dabei wird angenommen, dass die zukünftigen Gewinne und Zahlungen der Periode 2 für die Anbieter einen geringeren Wert haben als die gegenwärtigen Gewinne und Zahlungen der Periode 1. Dem wird im Modell durch einen für beide Anbieter identischen Diskontfaktor $\delta = \frac{1}{1+r}$ Rechnung getragen, mit $\delta \in (0,1]$ und r als dem Kapitalmarktzins. Die Auszahlungsfunktion jedes Anbieters entspricht somit dem Barwert seiner Auszahlungen aus beiden Perioden. Zusammen mit den anfangs beschriebenen Gewinnen \underline{G}_{NC}^Y , \overline{G}_{NC}^Y , $G^Z(0, z)$, $G^Z(y, z)$ und $G(s, s)$ für beide Anbieter lassen sich die relevanten Auszahlungen nunmehr leicht bestimmen.

Sei P_i^k die Auszahlung des Anbieters $k = Y, Z$ in der Periode $i = 1, 2$ nach den vereinbarten Zahlungen. Nimmt Anbieter Y das Vertragsangebot der ersten Verhandlungsstufe an, endet das Verhandlungsspiel mit Kooperation und Zahlung des vereinbarten Transfers T_1 . Als die Auszahlung P_1^Y beider Typen des Y, $Y = H, L$, bei Kooperation in der ersten Verhandlungsstufe erhält man

$$(III.2.3) \quad P_1^Y = (1 + \delta)G(s, s) - T_1.$$

Lehnt Y ab, kann er in Periode 1 kein Programm ausstrahlen, während Z seinen spezifischen Dekoder zur Ausstrahlung einsetzt. Das Spiel hat in diesem Fall jedoch eine zweite Stufe, in der Z ein neues Angebot T_2 vorlegt. Akzeptiert Y den Vertrag in dieser Verhandlungsrunde, so verwenden beide Programmanbieter den z-Dekoder zur Ausstrahlung ihres jeweiligen Programmes, und Y zahlt seinem Konkurrenten Z den Geldbetrag T_2 . Als seine Auszahlung ergibt sich in diesem Fall unabhängig von seinem Typ

$$(III.2.4) \quad P_2^Y := \delta[G(s, s) - T_2].$$

Je nach dem Zeitpunkt, in dem eine Kooperation zustande kommt erzielt Anbieter Z die Auszahlungen

$$(III.2.5) \quad P_1^Z = (1 + \delta)G(s, s) + T_1 \quad \text{oder}$$

$$(III.2.6) \quad P_2^Z = G(y, z) + \delta[G(s, s) + T_2].$$

Lehnt Y auch T_2 ab, verwenden beide Programmanbieter ihren spezifischen Dekoder. In diesem Fall entsteht ein (y,z)-Markt. Bei Nichtkooperation in beiden Perioden realisiert Typ l des Anbieters Y

$$P^L = \delta \overline{G}_{NC}^Y = \delta G_2(y, z)$$

und Typ h erhält die Auszahlung

$$P^H = \delta \underline{G}_{NC}^Y = 0.$$

Die Auszahlung des Anbieters Z setzt sich bei Nichtkooperation zusammen aus dem Gewinn $G^Z(0, z) = G_2(y, z)$ der ersten Periode und dem abdiskontierten Gewinn der zweiten Periode in Höhe von $G_2(y, z)$, so dass

$$P^Z = (1 + \delta)G_2(y, z).$$

Mit diesen Informationen über die alternativen Auszahlungen ist es möglich, die Transfers zu spezifizieren. Y wird einen Vertrag in der ersten Stufe nicht annehmen, wenn er dadurch schlechter gestellt wird als bei Nichtkooperation, wenn also $P_1^Y < 0$ für Typ h beziehungsweise $P_1^Y < \delta G_2(y, z)$ bei Typ l. Notwendige und hinreichende Bedingung für einen erfolgreichen Vertragsabschluß mit Typ h ist daher

$$(III.2.7) \quad T_1 \in [0, T_{h1}],$$

wobei $T_{h1} := (1 + \delta)G(s, s)$. Für einen erfolgreichen Vertragsabschluss mit Typ l lautet diese Bedingung

$$(III.2.8) \quad T_1 \in [0, T_{l1}],$$

wobei $T_{l1} := G(s, s) + \delta[G(s, s) - G_2(y, z)]$. Da $G_2(y, z)$ immer positiv ist, folgt daraus $T_{h1} > T_{l1}$.

Analog kommt in der zweiten Stufe ein Vertrag in Abhängigkeit vom Typ des Y genau dann zustande, wenn $P_2^Y \geq 0$ beziehungsweise $P_2^Y \geq \delta G_2(y, z)$, wenn also

$$(III.2.9) \quad T_2 \in [0, T_{h2}] \text{ beziehungsweise}$$

$$(III.2.10) \quad T_2 \in [0, T_{l2}],$$

wobei $T_{h2} := G(s, s)$ und $T_{l2} := G(s, s) - G(y, z)$.

Einer üblichen Konvention folgend wird unterstellt, dass Typ l den Vertrag nicht nur akzeptiert, wenn $T_i < T_{li}$, $i = 1, 2$, sondern auch immer dann, wenn er zwischen Annahme und Ablehnung gerade indifferent ist. Wir folgen außerdem der Konvention, dass Typ h in der ersten Stufe akzeptiert, wenn er indifferent ist zwischen Annahme in der ersten Stufe und Annahme in der zweiten Stufen, und dass er ebenfalls akzeptiert, wenn er in der zweiten Verhandlungsstufe zwischen Annahme und Ablehnung des entsprechenden Angebotes

indifferent ist. Demnach akzeptiert Typ h von Y den Vertrag auf Stufe $i = 1, 2$, wenn $T_i = T_{hi}$, und Typ l akzeptiert, wenn $T_i = T_{li}$. Für Z ist es folglich nicht rational, $T_i < T_{hi}$ zu wählen, wenn er mit Typ h verhandelt, beziehungsweise $T_i < T_{li}$ zu wählen, wenn er mit Typ l verhandelt. Man kann deshalb die Strategien des Z der ersten Verhandlungsstufe auf die Menge $T_1 \in \{T_{1l}, T_{1h}\}$ und die Strategien des Z der zweiten Verhandlungsstufe auf die Menge $T_2 \in \{T_{2l}, T_{2h}\}$ beschränken.

Die Strategien des Spielers Y sind $d_1 \in \{a, r\}$ in der ersten Stufe und $d_2 = \{a, r\}$ in der zweiten Stufe, wobei „ a “ für annehmen (*accept*) und „ r “ für ablehnen (*reject*) steht. Außerdem sei $d = (T_1, T_2; d_1, d_2)$ der Strategienvektor, der den alternativen Verlauf der Verhandlungen beschreibt. Zur Vereinfachung der Analyse werden die Auszahlungen so normiert, dass die Auszahlung bei Nichtkooperation Null ist, von allen Auszahlungen wird also jeweils die Auszahlung bei Nichtkooperation abgezogen. Da die Rangfolge der Auszahlungen nicht verändert wird, hat diese Normierung keinen Einfluss auf das Spielergebnis. Wir erhalten zusammenfassend die Auszahlungsfunktionen

$$(III.2.11) \quad P^H(d) = \begin{cases} (1 + \delta)G(s, s) - T_1, & \text{wenn } d = (T_1, T_2; a, d_2) \\ \delta[G(s, s) - T_2], & \text{wenn } d = (T_1, T_2; r, a) \\ 0, & \text{wenn } d = (T_1, T_2; r, r) \end{cases}$$

$$(III.2.12) \quad P^L(d) = \begin{cases} [G(s, s) + \delta[G(s, s) - G(y, z)] - T_1, & \text{wenn } d = (T_1, T_2; a, d_2) \\ \delta[G(s, s) - G(y, z) - T_2], & \text{wenn } d = (T_1, T_2; r, a) \\ 0, & \text{wenn } d = (T_1, T_2; r, r) \end{cases}$$

$$(III.2.13) \quad P^Z(d) = \begin{cases} (1 + \delta)[G(s, s) - G(y, z)] + T_1, & \text{wenn } d = (T_1, T_2; a, d_2) \\ \delta[G(s, s) - G(y, z) + T_2], & \text{wenn } d = (T_1, T_2; r, a) \\ 0, & \text{wenn } d = (T_1, T_2; r, r) \end{cases}$$

Die Auszahlungsfunktionen (III.2.11) bis (III.2.13) bringen die Abweichung der Barwerte der Auszahlungen bei Kooperation von denen bei Nichtkooperation zum Ausdruck. Abbildung III.1 veranschaulicht die beschriebene Spielstruktur.

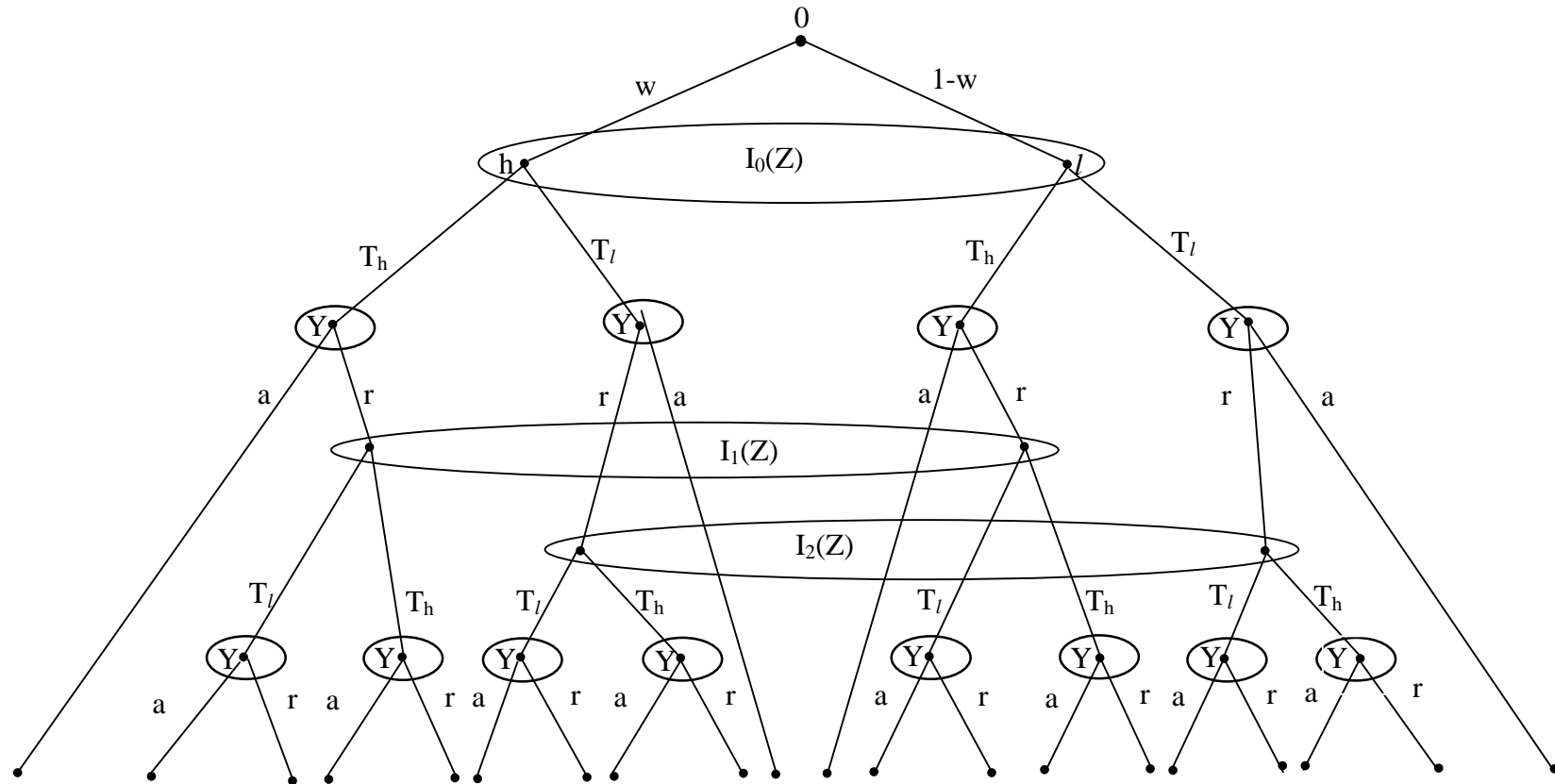


Abb. III.1: Spielbaum des Verhandlungsmodells.

Die Knoten des Spielbaumes aus Abbildung III.1 entsprechen möglichen Spielständen. Soweit diese Knoten nicht Endpunkte sind, handelt es sich dabei um sogenannte Entscheidungsknoten (Selten, 1982, S. 85). Der erste Spielzug im Ursprung 0 des Spielbaumes besteht aus einem fiktiven Zufallszug, der nicht strategisch, sondern durch vorherbestimmte Wahrscheinlichkeiten determiniert ist. Er legt den Typ des Anbieters Y fest. Nach Durchführung dieses Zufallszuges spielt Spieler Z mit der Wahrscheinlichkeit w gegen den Typ h von Y und mit der Wahrscheinlichkeit $(1-w)$ gegen den Typ l von Y. Das Ergebnis des Zufallszuges ist den beiden Typen h und l des Spielers Y, nicht aber dem Spieler Z bekannt. Die Asymmetrie der Information kommt in den nachfolgenden Spielzügen zum Ausdruck und wird in Abbildung III.1 graphisch durch die Informationsmengen des Spielers Z dargestellt. Die Informationsmenge eines Spielers ist eine Menge von Entscheidungsknoten mit der Eigenschaft, dass der Spieler an jedem Knoten in dieser Menge am Zug ist, zwischen den einzelnen Knoten aber nicht unterscheiden kann (Gibbons, 1992, S. 119). In Abbildung III.1 sind die Informationsmengen $I(Z)$ durch Einkreisen aller Entscheidungsknoten kenntlich gemacht, die zur selben Informationsmenge gehören. Bei den einelementigen Informationsmengen des Y liegt vollkommene Information vor, während die Informationsmenge des Z zwei Elemente umfasst. Z weiß lediglich, dass er sich in einem der in seiner Informationsmenge liegenden Entscheidungsknoten befindet, er weiß aber nicht sicher, in welchem.

Z steht nach dem Zufallszug vor folgendem Entscheidungsproblem. Er muss sein Anfangsangebot T_1 abgeben, ohne genau zu wissen, welchen Typ seines Konkurrenten er vor sich hat. Wenn er einen Vertrag (s, s, T_1) anbietet, wird sowohl Typ h als auch Typ l diesen Vertrag annehmen, falls $T_1 = T_{ll}$, während nur Typ h akzeptiert, falls $T_1 = T_{hl}$. Einen Geldbetrag $T_1 = T_{ll}$ hat Z folglich sicher, er würde sich aber ärgern, nicht $T_1 = T_{hl}$ verlangt zu haben, wenn sich herausstellt, dass er mit Typ h verhandelt hat.

Zum Zeitpunkt seines zweiten Angebotes weiß Z zwar, dass T_1 abgelehnt wurde. Das Ergebnis des Zufallszuges kennt er aber nur, wenn Typ h seine private Information offenbart und ein Angebot T_{hl} annimmt. In diesem Fall weiß Z nach einer Ablehnung seines Angebotes, dass er mit Typ l verhandelt. Andernfalls kann er aber möglicherweise aus dem beobachteten Verhalten des Y in der ersten Stufe Rückschlüsse auf dessen wahren Typ ziehen und die prioren Wahrscheinlichkeiten revidieren. Die Form dieser Aktualisierung wird durch das für das Spiel anzuwendende Lösungskonzept festgelegt.

Im Gegensatz zu Z weiß Y bei seiner Entscheidung sicher, ob er vom Typ h oder vom Typ l ist. Ist er vom Typ h, besteht für ihn ein Anreiz, ein Angebot T_{h1} der ersten Verhandlungsstufe abzulehnen, auch wenn sein Reservationspreis für Kooperation damit nicht überschritten wird. Durch die Ablehnung kann er hoffen, den Eindruck zu erwecken, vom Typ l zu sein und Z so zu bewegen, in der zweiten Verhandlungsstufe T_l anzubieten.

Diese strategischen Anreize beider Anbieter werden im folgenden mit Hilfe der Auszahlungsfunktionen (III.2.11) bis (III.2.13) sowie der Transferzahlungen T_{l1} , T_{h1} , T_{l2} und T_{h2} präzisiert.

Wenn Y vom Typ h ist und einen Kooperationsvertrag (s, s, T_{l1}) annimmt, ergibt sich als seine Auszahlung $P^H(d)$ nach (III.1.11) und wegen $T_{l1} := G(s, s) + \delta[G(s, s) - G(y, z)]$ unabhängig vom weiteren Spielverlauf

$$(1) \quad P^H(T_{l1}, T_2; a, d_2) = \delta G(y, z),$$

während er

$$(2) \quad P^H(T_{h1}, T_2; a, d_2) = 0$$

erzielt, wenn er $T_{h1} := (1 + \delta)G(s, s)$ akzeptiert. In diesem Fall überlässt er den gesamten Zusatzgewinn seinem Konkurrenten Z. Dieselbe Gewinnsituation ergibt sich, wenn er ein Angebot $T_2 \in \{T_{l2}, T_{h2}\}$ der zweiten Periode annimmt. Mit $T_{l2} := G(s, s) - G(y, z)$ erhält er die Auszahlung

$$(3) \quad P^H(T_1, T_{l2}; d_1, a) = \delta G(y, z)$$

und mit $T_{h2} = G(s, s)$ erhält er die Auszahlung

$$(4) \quad P^H(T_1, T_{h2}; d_1, a) = 0.$$

(1) bis (4) sind direkte Implikationen der Definitionen der Transfers T_{l1} , T_{h1} , T_{l2} und T_{h2} und ein Vergleich zeigt unmittelbar, dass

$$(III.2.14) \quad \begin{aligned} P^H(T_{l1}, T_2; a, d_2) &> P^H(T_{h1}, T_2; a, d_2) \\ P^H(T_1, T_{l2}; d_1, a) &> P^H(T_1, T_{h2}; d_1, a). \end{aligned}$$

Nach (III.2.14) ist es für Typ h von Y immer günstiger, ein Angebot T_{hi} anzunehmen, als ein Angebot T_{hi} . Aus dem Vergleich von (2) und (3) ergibt sich darüber hinaus

$$(III.2.15) \quad P^H(T_{h1}, T_{l2}; r, a) > P^H(T_{h1}, T_{l2}, a, r).$$

(III.2.15) bietet einen strategischen Anreiz für Typ h von Y, das erste Angebot T_{h1} abzulehnen. Veranlasst eine Ablehnung von T_{h1} Anbieter Z dazu, seine Forderung in der zweiten Verhandlungsstufe auf T_{l2} zu reduzieren, ist es für Y offensichtlich nicht vorteilhaft, seinen wahren Typ zu offenbaren und T_{h1} anzunehmen. Da Y jedoch nicht sicher ist, ob Z im Falle der Ablehnung von T_{h1} die Forderung auf T_{l2} reduziert, hängt die Entscheidung des Y, T_{h1} abzulehnen oder anzunehmen davon ab, für wie wahrscheinlich er es hält, dass Z nach Ablehnung von T_{h1} das für ihn günstigere Kooperationsangebot T_{l2} der zweiten Periode vorlegt.

Für Typ l von Y ist die Akzeptanz einer seinen Reservationspreis T_{li} übersteigenden Zahlungsforderung immer mit einem Verlust verbunden, so dass

$$(III.2.16) \quad \begin{aligned} P^L(T_{h1}, T_2; r, d_2) &> P^L(T_{h1}, T_2; a, d_2) \\ P^L(T_1, T_{h2}; d_1, r) &> P^L(T_1, T_{h2}; d_1, a). \end{aligned}$$

Typ l wird ein Angebot T_{hi} also in jedem Fall ablehnen. Andererseits wird aber ein Angebot, dass von Typ l angenommen wird, von Typ h a fortiori angenommen, wie die nachfolgenden Relationen zeigen. Es ist

$$(III.2.17) \quad \begin{aligned} P^H(T_1, T_2; r, a) &\geq P^H(T_1, T_2; r, r) \\ P^H(T_{h1}, T_2; a, d_2) &= P^H(T_1, T_{h2}; r, a) \\ P^L(T_{h1}, T_2; a, d_2) &= P^L(T_{h1}, T_{l2}; r, a) \\ P^L(T_1, T_{l2}; r, a) &= P^L(T_1, T_{l2}; r, r). \end{aligned}$$

Typ h von Y wird gemäß (III.2.17) offensichtlich in der letzten Periode sowohl einen Vertrag (s, s, T_{l2}) als auch (s, s, T_{h2}) akzeptieren, weil er das Zustandekommen des Kooperationsvertrages bei Gleichheit der Gewinne höher schätzt als die Nichtkooperation.

Typ l hat bei der vorgenommenen Spezifizierung der Transferzahlungen keine Möglichkeit, seinen Gewinn durch die Annahme des Kooperationsvertrages zu erhöhen, da die gesamte Rente der Kooperation Anbieter Z zufließt. Bei Gewinnleichheit willigt er annahmegemäß aber bereits in der ersten Stufe in den ihm unterbreiteten Vertrag ein, so dass ein Vertragsangebot (s, s, T_{li}) in jeder der beiden Betrachtungsperioden $i=1, 2$ angenommen wird.

Anbieter Z profitiert in jedem Fall von einer Kooperation. Zum einen steigt sein Gewinn schon allein aufgrund des positiven Nachfrageeffektes, den ein standardisiertes Gerät auslöst. Die Transferzahlungen, die er von Y für die Öffnung des z-Dekoders verlangen kann, erhöhen diesen Gewinn zusätzlich. Anbieter Z hat folglich ein starkes Interesse an einer Kooperation mit Y. Im Hinblick auf die weitere Analyse sind die folgenden Größenverhältnisse der Auszahlungen des Z relevant, die seine strategischen Anreize entscheidend bestimmen. Die Auszahlungen ergeben sich dabei aus (III.2.13) in Abhängigkeit alternativer Strategien. Im einzelnen ist

$$(III.2.18) \quad \begin{aligned} P^Z(T_1, T_2; a, d_2) &> P^Z(T_1, T_2; r, d_2) \\ P^Z(T_1, T_2; r, a) &> P^Z(T_1, T_2; r, r) . \end{aligned}$$

In (III.2.18) kommt die grundsätzliche Vorteilhaftigkeit der Kooperation für Anbieter Z zum Ausdruck. Außerdem gilt

$$(III.2.19) \quad \begin{aligned} P^Z(T_{h1}, T_2; a, d) &> P^Z(T_{l1}, T_2; a, d) \\ P^Z(T_1, T_{h2}; r, a) &> P^Z(T_1, T_{l2}; r, a) . \end{aligned}$$

Die Relationen in (III.2.19) folgen unmittelbar aus $T_{hi} > T_{li}$. Die höhere Transferzahlung einer Periode bringt Anbieter Z also immer einen höheren Gewinn als die geringere Transferzahlung in derselben Periode. Von besonderem Interesse ist, dass

$$(III.2.20) \quad P^Z(T_{l1}, T_2; a, d_2) > P^Z(T_1, T_{h2}; r, a) ,$$

dass also die Annahme eines Kooperationsvertrages (s, s, T_{l1}) in der ersten Stufe für Z lohnender ist, als die Annahme eines Kooperationsvertrages mit (s, s, T_{h2}) in der zweiten

Stufe. Sein Anreiz, in der ersten Verhandlungsstufe T_{h1} zu fordern, ist folglich nur gering, wenn die Gefahr besteht, dass diese Forderung abgelehnt wird. Damit werden aber die sich aus (III.2.19) ergebenden strategischen Anreize des Z , T_{h1} zu fordern, entscheidend abgeschwächt. Ob dennoch Verhandlungslösungen existieren, die durch eine hohe Transferzahlung T_{h1} in der ersten Verhandlungsstufe gekennzeichnet sind, wird die spätere Gleichgewichtsanalyse zeigen.

Nachdem nunmehr alle relevanten Informationen über die Spieler, die Strategien, die Auszahlungen und die Informationsstruktur vorhanden sind, ist das Spiel vollständig beschrieben. Bevor dieses Spiel hinsichtlich seiner Gleichgewichtspunkte untersucht werden kann, muss ein geeignetes Lösungskonzept ausgewählt werden.

Als alternative Lösungskonzepte nichtkooperativer sequentieller Spiele werden in der Literatur vor allem das Trembling-hand-perfekte Gleichgewicht (Selten, 1975) und das sequentielle Gleichgewicht (Kreps und Wilson, 1982a) diskutiert. Beide stellen Verfeinerungen des Perfekten Bayesschen Gleichgewichtes in endlichen Spielen dar. Die Forderung nach Trembling-hand-Perfektheit beinhaltet, dass jede Gleichgewichtsstrategie auch in perturbierten Spielen beste Antwort bleibt. Das Konzept basiert auf der Normalform eines Spieles und die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen werden nicht explizit modelliert. Das sequentielle Gleichgewicht bezieht sich demgegenüber auf Spiele in extensiver Form und hebt ausdrücklich die Bedeutung der Wahrscheinlichkeitseinschätzungen hervor. Es unterscheidet sich vom Perfekten Bayesschen Gleichgewicht durch eine zusätzliche Bedingung, der die gleichgewichtigen Wahrscheinlichkeitseinschätzungen genügen müssen. Sie verlangt, dass diese den Grenzwert einer Folge von Wahrscheinlichkeitseinschätzungen und vollständig gemischten Strategien darstellen und schränkt die Menge der möglichen Gleichgewichtspunkte damit weiter ein (Rasmusen, 1989, S. 110, Fudenberg und Tirole, 1989, S. 315 ff.). Ein sequentielles Gleichgewicht ist einem Perfekten Bayesschen Gleichgewicht hinsichtlich seiner Aussagekraft insofern überlegen, als zwar jedes sequentielle Gleichgewicht ein Perfektes Bayessches Gleichgewicht ist, aber nicht umgekehrt. Fudenberg und Tirole (1991, S. 240 ff.) zeigen allerdings, dass das Perfekte Bayessche Gleichgewicht und das sequentielle Gleichgewicht vollkommen äquivalent sind, wenn jeder Spieler nur durch zwei Typen charakterisiert ist, oder wenn das Spiel lediglich zwei Perioden umfasst. Um die Gleichgewichtsanalyse nicht durch Zusatzrestriktionen zu erschweren, die demnach bei der hier betrachteten Modellstruktur keine Relevanz für das Ergebnis haben, wird das

Perfekte Bayessche Gleichgewicht als Lösungskonzept ausgewählt.³⁸ Dieses Konzept soll zunächst allgemein vorgestellt und dann auf das beschriebene Spiel angewendet werden.

III.2.2 Das Perfekte Bayessche Gleichgewicht als Lösungskonzept

Das Bayessche Gleichgewicht entspricht dem Gleichgewichtspunkt eines Spieles mit unvollkommener Information und ist definiert als der Vektor der wechselseitig besten Strategien, mit denen die Spieler ihre erwarteten Gewinne über alle Perioden maximieren (Fudenberg und Tirole, 1995, S. 210 ff.). Der Begriff des Perfekten Bayesschen Gleichgewichtes kombiniert dieses Konzept mit dem des teilspielperfekten Gleichgewichtes für dynamische Spiele, indem ein Bayessches Gleichgewicht nicht nur für das gesamte Spiel, sondern für jedes Restspiel („continuation game“) gefordert wird. Im Gegensatz zu Teilspielen, deren Ursprung immer in einelementigen Informationsmengen liegt, gehen Restspiele auf mehrelementige Informationsmengen zurück. Ein wohldefiniertes Spiel, in dem die Akteure in der Lage sind, ihre optimalen Strategien im Sinne eines perfekten Gleichgewichtes zu bestimmen, setzt daher voraus, dass die Spieler Wahrscheinlichkeitseinschätzungen darüber bilden, in welchem Entscheidungsknoten ihrer Informationsmenge sie sich befinden (Fudenberg und Tirole, 1995, S. 331). Dieser Forderung entsprechend wird ein Perfektes Bayessches Gleichgewicht definiert als eine Kombination aus Strategien und Wahrscheinlichkeitseinschätzungen, für die an jedem Knoten des Spiels gilt:

- (1) Die Strategien für das Restspiel sind wechselseitig beste Antworten gegeben die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen und Strategien der anderen Spieler.
- (2) Die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen auf dem Gleichgewichtspfad wurden gemäß der Bayesschen Regel aktualisiert; außerhalb des Gleichgewichtspfades steht die Form ihrer Bestimmung nicht im Widerspruch zur Bayesschen Regel (Rasmusen, 1989, S. 110).

Ein Gleichgewichtspfad beschreibt einen gleichgewichtigen Spielverlauf bei gegebenen posterioren Wahrscheinlichkeiten, benennt also die wechselseitig besten Antworten der Spieler in jedem Knoten, an denen sie am Zug sind. Implizit wurde das Konzept des Perfekten Bayesschen Gleichgewichtes bereits von Akerlof (1970) und Spence (1974) angewendet. Die spieltheoretische Formalisierung erfolgte durch Selten (1975) im Sinne einer Übertragung des

³⁸ Für eine ausführliche Diskussion der Konzepte des sequentiellen Gleichgewichtes und des Trembling-hand-perfekten Gleichgewichtes in Spielen mit unvollständiger Information vergleiche auch Fudenberg und Tirole (1995), S. 336-360.

teilspielperfekten Gleichgewichtes für Spiele mit unvollständiger Information. Erste grundlegende Anwendungen in der Industrieökonomik gehen insbesondere auf Milgrom und Roberts (1982a), Kreps und Wilson (1982b) sowie Milgrom und Roberts (1982b) zurück. Milgrom und Roberts (1982a) entwickelten die Theorie des höchsten eintrittsverhindernden Preises („Limitpreis“). Kreps und Wilson (1982b) sowie Milgrom und Roberts (1982b) untersuchten in einer ebenfalls dynamischen Modellstruktur sowohl Reputationseffekte von Preisstrategien bei asymmetrisch unvollständiger Information als auch die Anreize zum Behinderungsmissbrauch eines Unternehmens, das auf mehreren Märkten tätig ist.

Mit Hilfe der Bayesschen Regel werden aus den prioren Wahrscheinlichkeiten und den Einschätzungen („beliefs“) der Spieler über das strategische Verhalten ihrer Gegenspieler bedingte, posteriore Wahrscheinlichkeiten ermittelt. Bezogen auf das in Abschnitt III.2.1 beschriebene Spiel stellen sie die Wahrscheinlichkeit dafür dar, dass Z einem Typ k , $k = h, l$, des Y gegenübersteht, wenn er auf sein Angebot T_1 die Reaktion $d_1 = a, r$ beobachtet hat. Diese posterioren Wahrscheinlichkeiten werden formal definiert durch

$$(III.2.21) \quad \mu(k|T_1, d_1) := \frac{w \cdot \mu(d_1|T_1, k)}{w \cdot \mu(d_1|T_1, h) + (1-w) \cdot \mu(d_1|T_1, l)}, \quad k = h, l$$

wobei $\mu(d_1|T_1, k)$ die Wahrscheinlichkeitseinschätzung des Z darüber ist, dass sein Gegenspieler mit der Strategie d_1 reagiert, wenn er vom Typ k ist und ein Angebot T_1 erhalten hat. Sie stellt grundsätzlich eine subjektive Vermutung dar, an die das Lösungskonzept aber die Anforderung der Rationalität stellt: Sie muss konsistent sein mit den im weiteren Spielverlauf optimalen Strategien des Y (Rasmusen, 1989, S. 110, Holler, 1993, S. 119).

Perfekte Bayessche Gleichgewichte können unterteilt werden in separierende (Trennungs-), vereinende (Pooling) oder hybride Gleichgewichte (Fudenberg und Tirole, 1995, S. 327). In einem Trennungsgleichgewicht wählen die alternativen Typen eines Spielers unterschiedliche Strategien in der ersten Periode. In dem hier betrachteten Spiel bedeutet dies, dass Typ h ein Angebot T_{h1} annimmt, während Typ l dieses ablehnt. Das Lösungskonzept fordert nun, dass die Einschätzungen in der Informationsmenge $I_1(Z)$ diesen Strategien entsprechend spezifiziert werden. Unter Beachtung des separierenden Verhaltens wird diese Forderung in

einem Trennungsgleichgewicht durch $\mu(r|T_{h1}, h) = 0$ und $\mu(r|T_{h1}, l) = 1$ erfüllt. Damit kann Z seine Entscheidung in der zweiten Verhandlungsstufe unter vollkommener Information treffen, denn aus der Bayesschen Regel ergibt sich

$$(III.2.22) \quad \begin{aligned} \mu(h|T_{h1}, r) &= 0 \\ \mu(l|T_{h1}, r) &= 1 - \mu(h|T_{h1}, r) = 1 \end{aligned}$$

Ein Pooling-Gleichgewicht ist durch gleichgerichtetes Verhalten der verschiedenen Typen in der ersten Verhandlungsstufe charakterisiert. Hier bedeutet dies, dass beide Typen h und l das Angebot T_{l1} annehmen, oder dass beide Typen ein Angebot T_{h1} ablehnen. Aus (III.2.21) ergibt sich in diesem Fall mit $\mu(r|T_{h1}, h) = 1$ und $\mu(r|T_{h1}, l) = 1$

$$(III.2.23) \quad \begin{aligned} \mu(h|T_{h1}, r) &= w \\ \mu(l|T_{h1}, r) &= 1 - w. \end{aligned}$$

Z kann aus der Ablehnung keine Rückschlüsse auf den Typ des Y ziehen und ist folglich zu Beginn der zweiten Stufe nicht besser informiert als zu Beginn der ersten Stufe. Die posterioren Wahrscheinlichkeiten sind gleich den prioren Wahrscheinlichkeiten. Ein hybrides Gleichgewicht entspricht einem separierenden Gleichgewicht in gemischten Strategien und zeichnet sich dadurch aus, dass Typ h zwischen Annahme und Ablehnung eines Angebotes T_{h1} randomisiert. In diesem Fall folgt mit $\mu(r|T_{h1}, h) \in]0, 1[$ und $\mu(r|T_{h1}, l) = 1$ für die posteriore Wahrscheinlichkeitseinschätzung des Z gemäß (III.2.21)

$$(III.2.24) \quad \mu(h|T_{h1}, r) \in]0, w[.$$

Z revidiert die priore Wahrscheinlichkeit w mithin nach unten, wenn er auf sein Angebot T_{h1} in der ersten Verhandlungsstufe die Antwort $d_1 = r$ beobachtet hat.

In einem Trennungsgleichgewicht fordert Anbieter Z also in der ersten Stufe den hohen Geldbetrag von seinem Konkurrenten als Gegenleistung für die Öffnung des z-spezifischen Dekoders. Anbieter Y wählt eine Strategie, die direkt auf seinen Typ schließen lässt und gibt so seine private Information preis. Anbieter Z kann folglich von der Antwort seines

Konkurrenten auf dessen Kostenstruktur schließen und offeriert konsequenterweise in der zweiten Verhandlungsstufe die niedrigere Transferzahlung, falls sein Anfangsangebot abgelehnt wurde. Ein Kooperationsvertrag kommt demnach in jedem Fall zustande. Dies ist bei einem Pooling-Gleichgewicht jedoch keineswegs gesichert, da Z in der zweiten Verhandlungsstufe nach wie vor unsicher ist in Bezug auf die Kostenstruktur seines Konkurrenten und zwischen den beiden Typen nur gemäß der prioren Wahrscheinlichkeiten unterscheiden kann. Bei einer Fehleinschätzung kommt es daher möglicherweise nicht zu einem erfolgreichen Vertragsabschluss.

Perfekte Bayessche Gleichgewichte werden nach der folgenden Vorgehensweise ermittelt. Um einen Gleichgewichtspunkt zu bestimmen, müssen zunächst einzelne, plausible Strategiekombinationen ausgewählt und daraufhin überprüft werden, ob die Strategien wechselseitig beste Antworten darstellen. Anschließend werden die Strategien bezeichnet, die im Gleichgewichtspunkt niemals gewählt werden, und die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen spezifiziert, mit denen sich dieses Verhalten der Spieler erklären lässt. In einem weiteren Schritt wird dann überprüft, ob die Strategien der Spieler wechselseitig beste Antworten sind, gegeben die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen an jedem Entscheidungsknoten. Insbesondere ist zu prüfen, ob es für einen der Spieler vorteilhaft ist, Strategien außerhalb des Gleichgewichtspfades zu spielen, um so die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen und Strategien der übrigen Spieler zu seinen Gunsten zu beeinflussen (Rasmusen, 1989, S. 110 f.).

III.3 Die Gleichgewichtsanalyse

III.3.1 Verhandlungsspiel in reinen Strategien

Aussage 1: *Das Verhandlungsspiel in reinen Strategien besitzt ein und nur ein Perfektes Bayessches Pooling-Gleichgewicht $d_a := (T_{l1}, T_{l2}; a, a)$ mit $\mu(h|T_{h1}, r) = w$, genau dann, wenn*

$$w \leq W^0 := \frac{P^Z(T_{l2})}{P^Z(T_{h2})}, \text{ mit } P^Z(T_{l2}) := P^Z(T_1, T_{l2}; r, a) \text{ und } P^Z(T_{h2}) := P^Z(T_1, T_{h2}; r, a). \text{ Ein}$$

Trennungsgleichgewicht existiert nicht.

Die Gleichgewichtsanalyse erfolgt in Analogie zu dem von Rasmusen (1989, S. 238 f.) gewählten Vorgehen und mit Bezug auf den Spielbaum in Abbildung III.1. Die Suche nach dem Perfekten Bayesschen Gleichgewicht wird entscheidend beeinflusst durch die zirkuläre

Beziehung zwischen Strategien und Wahrscheinlichkeitseinschätzungen: In einem Perfekten Bayesschen Gleichgewicht sind die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen konsistent mit den Strategien, die ihrerseits optimal sind gegeben die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen (Fudenberg und Tirole, 1995, S. 326). Mit Hilfe der Methode der Rückwärtsinduktion werden daher zunächst die wechselseitig besten Antworten der Spieler in beiden Spielstufen ermittelt. Darüber hinaus muss aber überprüft werden, ob die resultierenden Gleichgewichtspfade die Bedingungen erfüllen, die an ein Perfektes Bayessches Gleichgewicht gestellt werden. Der Definition eines Perfekten Bayesschen Gleichgewichtes entsprechend ist dies der Fall, wenn die posterioren Wahrscheinlichkeitseinschätzungen auf dem Gleichgewichtspfad aus den gleichgewichtigen Strategien und unter Anwendung der Bayesschen Regel abgeleitet wurden. Wahrscheinlichkeitseinschätzungen auf Informationsmengen außerhalb des Gleichgewichtspfades dürfen der Bayesschen Regel nicht widersprechen.

Die zweite Verhandlungsstufe wird in dem betrachteten Spiel nur erreicht, wenn das Angebot T_1 abgelehnt wurde. Unabhängig vom Spielverlauf besteht aber für beide Typen des Y in der zweiten Stufe gemäß (III.2.17) die Strategie auf jedes ihren Reservationspreis nicht übersteigende Angebot darin, dieses Angebot zu akzeptieren. Folglich gilt

- a) Für Typ h ist „Annahme des Angebotes“ in der zweiten Stufe beste Antwort sowohl auf T_{h2} als auch auf T_{l2}
- b) Für Typ l ist „Annahme des Angebotes“ in der zweiten Stufe beste Antwort auf T_{l2} und „Ablehnung des Angebotes“ ist beste Antwort auf T_{h2} .

Formal ergeben sich damit als beste Antworten des Y in der zweiten Stufe

$$(III.3.1) \quad \begin{aligned} d_2^h(T_{j2}) &= a, \quad \text{für } j = h, l \\ d_2^l(T_{l2}) &= a \\ d_2^l(T_{h2}) &= r. \end{aligned}$$

Das Superskript in (III.3.1) bezeichnet den Typ, auf den sich die Strategie d_2 bezieht.

Für Spieler Z ist eine Kooperation wegen (III.1.18) spätestens in der letzten Verhandlungsstufe immer vorteilhaft. Seine beste Antwort muss aber das Verhalten des Y in der ersten Stufe berücksichtigen. Bei signalisierendem Verhalten liefert die Aktualisierung seiner Wahrscheinlichkeitseinschätzung nach der Bayesschen Regel $\mu(h|T_{h1}, r) = 0$, Z

entscheidet also in I_1 unter vollkommener Information. Er weiß mit Sicherheit, dass er mit Typ l verhandelt, wenn er auf ein Anfangsangebot $T_1 = T_{h1}$ die Strategie „Ablehnung“ beobachtet hat. Seine beste Antwort in der zweiten Stufe ist demnach

$$T_2 = T_{l2}, \quad \text{falls } \mu(h|T_{h1}, r) = 0.$$

Verhalten sich dagegen beide Typen des Y gleichgerichtet, muss Spieler Z nach Ablehnung von $T_1 = T_{h1}$ in I_1 entscheiden, ohne zu wissen, in welchem Knoten dieser Informationsmenge er sich befindet. Er weiß, dass ein Angebot T_{l2} gemäß (III.3.1) von beiden Typen h und l angenommen wird, dass er also mit der Zahlungsforderung T_{l2} einen sicheren Gewinn von $P^Z(T_{l2}) := P^Z(T_1, T_{l2}; r, a)$ erzielen kann. Offeriert er dagegen T_{h2} , wird dieses Angebot mit der Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r)$ angenommen und mit der komplementären Wahrscheinlichkeit $\mu(l|T_{h1}, r) = 1 - \mu(h|T_{h1}, r)$ abgelehnt. Seine optimale Strategie in der zweiten Verhandlungsstufe ergibt sich folglich aus dem Vergleich des sicheren Gewinns bei $T_2 = T_{l2}$ mit dem Erwartungsgewinn bei $T_2 = T_{h2}$. Dieser Erwartungsgewinn entspricht der Summe

$$\mu(h|T_{h1}, r) \cdot P^Z(T_{h2}) + [1 - \mu(h|T_{h1}, r)] \cdot P^Z(0),$$

wobei $P^Z(T_{h2}) := P^Z(T_1, T_{h2}; r, a)$, $P^Z(0) := P^Z(T_1, T_{h2}; r, r)$ und $P^Z(0) = 0$ gemäß (III.2.13).

Beste Antwort auf die Ablehnung seines Angebotes T_{h1} in Stufe 1 ist mithin genau dann T_{l2} , wenn

$$P^Z(T_{l2}) \geq \mu(h|T_{h1}, r) \cdot P^Z(T_{h2}),$$

wenn also

$$(III.3.2) \quad \mu(h|T_{h1}, r) \leq \frac{P^Z(T_{l2})}{P^Z(T_{h2})} =: W^0.$$

Soweit die posteriore Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r)$ dafür, dass Z mit Typ h verhandelt, nicht so groß ist, dass der in (III.3.2) definierte Schwellenwert W^0 überschritten wird, soweit also eine hinreichend große Wahrscheinlichkeit dafür besteht, dass Y vom Typ l ist, ist es für Z optimal, in der zweiten Stufe T_{l2} zu fordern. Da $\mu(h|T_{h1}, r) \in [0, 1]$, ist die Bedingung (III.3.2) nur erfüllbar, wenn $W^0 > 0$. Dies ist wegen (III.2.13) offensichtlich immer der Fall.

Für Z ist es genau dann optimal, nach einer Ablehnung von $T_1 = T_{h1}$ die Zahlung T_{h2} zu fordern, wenn

$$(III.3.3) \quad \mu(h|T_{h1}, r) > W^0.$$

(III.3.3) kann nur erfüllt werden, wenn $W^0 < 1$, was gemäß (III.2.19) ebenfalls zutrifft. Zusammenfassend erhält man daher als beste Antwort des Z in Stufe 2 auf eine Ablehnung seines ersten Angebotes

$$(III.3.4) \quad \begin{array}{ll} T_2 = T_{l2}, & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) \leq W^0 \\ T_2 = T_{h2}, & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) > W^0. \end{array}$$

Damit ist das Teilspiel auf der zweiten Stufe gelöst, und wir führen nun die Analyse des Teilspiels auf der ersten Verhandlungsstufe durch.

Gemäß (III.2.16) und (III.2.17) ist es für Typ 1 des Y in der ersten Stufe unabhängig vom weiteren Spielverlauf optimal, T_{h1} abzulehnen und T_{l1} anzunehmen. Für *Typ h* ist es gemäß (III.2.14) ebenfalls immer vorteilhaft ein Angebot T_{l1} in der ersten Stufe anzunehmen. Bei seiner Antwort auf ein Angebot T_{h1} antizipiert er aber die Ergebnisse des Restspiels. Zur Bestimmung seiner besten Antwort auf dieses Angebot des Z sind daher zwei Fälle zu unterscheiden.

Wenn Typ h seinen wahren Typ offenbart und T_{h1} annimmt, erzielt er einen Gewinn von $P^H(T_{h1}, T_2; a, d_2) = 0$. Dieses signalisierende Verhalten ist genau dann seine beste Antwort, wenn es für ihn nicht lohnt, $T_1 = T_{h1}$ abzulehnen. Dies ist nur dann der Fall, wenn auch in der zweiten Stufe $T_2 = T_{h2}$ folgt, wenn also gemäß (III.3.4) $\mu(h|T_{h1}, r) > W^0$ gilt.

Für $\mu(h|T_{h1}, r) \leq W^0$ und mit $T_2 = T_{l2}$ realisiert Typ h den Gewinn $P^H(T_1, T_{l2}; r, a) = \delta G(y, z)$, der größer ist als Null. In diesem Fall ist es für Typ h unter Berücksichtigung von (III.2.14) optimal, T_{h1} abzulehnen. Zusammenfassend werden die besten Antworten des Y in der ersten Periode folglich beschrieben durch

$$\begin{aligned}
 & d_1^j(T_{l1}) = a \quad \text{für } j = h, l \\
 \text{(III.3.5)} \quad & d_1^l(T_{h1}) = r \\
 & d_1^h(T_{h1}) = r, \quad \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) \leq W^0 \\
 & d_1^h(T_{h1}) = a, \quad \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) > W^0.
 \end{aligned}$$

Spieler Z weiß, dass ein Angebot T_{l1} unabhängig vom Typ des Y bereits in der ersten Periode angenommen wird. Ob es für ihn trotz der sicheren Auszahlung bei $T_1 = T_{l1}$ vorteilhaft ist, in der ersten Verhandlungsstufe die Strategie $T_1 = T_{h1}$ zu wählen, hängt von der Spezifizierung der posterioren Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r)$ ab. Folgende Fallunterscheidungen sind vorzunehmen.

Ist $\mu(h|T_{h1}, r) \leq W^0$, wird ein Anfangsangebot T_{h1} gemäß (III.3.5) von beiden Typen h und l des Y abgelehnt. Außerdem berücksichtigt Spieler Z bei seiner Strategiewahl auf Stufe 1, dass er sich auf der zweiten Stufe gemäß (III.3.4) nach einer solchen Ablehnung bei dieser Spezifikation der posterioren Wahrscheinlichkeitseinschätzung für die Strategie $T_2 = T_{l2}$ entscheiden wird. Dann ist es aber für ihn gemäß (III.2.18) besser, sich bereits in der ersten Stufe für $T_1 = T_{l1}$ zu entscheiden.

Gilt dagegen $\mu(h|T_{h1}, r) > W^0$, weiß Z, dass Typ h eine Zahlungsforderung T_{h1} akzeptieren wird. Die Annahme von T_{h1} in der ersten Stufe ist für Z mit einem höheren Gewinn verbunden als die Annahme von T_{l1} . Die Annahme von T_{h1} ist jedoch unsicher. Zu dem betrachteten Zeitpunkt weiß Z nur, dass er mit der Wahrscheinlichkeit w tatsächlich dem Typ h gegenübersteht, aber mit der Wahrscheinlichkeit (1-w) mit Typ l verhandelt. Sollte sich herausstellen, dass sein Verhandlungspartner vom Typ l ist, kommt es aber wegen (III.3.4) und (III.3.1) nicht zum Vertragsabschluss. Für seine Strategie in der ersten Stufe ist daher der Vergleich des sicheren Gewinns bei einem Anfangsangebot T_{l1} mit dem erwarteten Gewinn beim Angebot von T_{h1} maßgebend. Es ist

$$P^Z(T_{l1}) \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} w \cdot P^Z(T_{h1}) + (1-w)P^Z(0) \quad \text{genau dann, wenn}$$

$$\text{(III.3.6)} \quad w \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} \frac{P^Z(T_{l1})}{P^Z(T_{h1})} =: W^1,$$

wobei $P^Z(T_{l1}) := P^Z(T_{l1}, T_2; a, d_2)$, $P^Z(T_{h1}) := P^Z(T_{h1}, T_2; a, d_2)$, $P^Z(0) := P^Z(T_1, T_2; r, r)$ und $P^Z(0) = 0$ gemäß (III.2.13). Da gemäß (II.2.19) $P^Z(T_{l1}) < P^Z(T_{h1})$, ist $W^1 \in]0, 1[$. Zusammenfassend folgt aus diesen Fallunterscheidungen als optimale Strategie des Z in der ersten Verhandlungsstufe

$$(III.3.7) \quad \begin{array}{ll} T_1 = T_{l1}, & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) \leq W^0 \text{ oder } \mu(h|T_{h1}, r) > W^0 \text{ und } w \leq W^1 \\ T_1 = T_{h1}, & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) > W^0 \text{ und } w > W^1. \end{array}$$

Aus den besten Antworten beider Spieler in (III.3.1), (III.3.4), (III.3.5) und (III.3.7) ergeben sich folgende Gleichgewichtspfade

$$(III.3.8) \quad \begin{array}{ll} d_a := (T_{l1}, T_{l2}; a, a) & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) \leq W^0 \quad (i) \\ d_b := (T_{l1}, T_{h2}; a, d_2) & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) > W^0 \text{ und } w \leq W^1 \quad (ii) \\ d_c^h := (T_{h1}, T_{h1}; a^h, a^h) & \text{und} \\ d_c^l := (T_{h1}, T_{h1}; r^l, r^l) & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) > W^0 \text{ und } w > W^1 \quad (iii). \end{array}$$

Die in (III.3.8) aufgeführten Gleichgewichtspfade sind potentielle Perfekte Bayessche Gleichgewichte, die an Bedingungen geknüpft sind. Zum einen muss w relativ zu den Auszahlungen in einem bestimmten Bereich liegen $\left(w \underset{<}{\overset{\geq}{>}} W^1 \right)$, und außerdem kommt es auf den Wert der posterioren Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r)$ relativ zu bestimmten Auszahlungen an $\left(\mu(h|T_{h1}, r) \underset{<}{\overset{\geq}{>}} W^0 \right)$. Bisher ist über die Größe von $\mu(h|T_{h1}, r)$ gar keine Aussage getroffen worden. Die Definition des Perfekten Bayesschen Gleichgewichtes verlangt aber neben der Forderung nach wechselseitig besten Antworten, dass die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen auf dem Gleichgewichtspfad nach der Bayesschen Regel aktualisiert werden und außerhalb des Gleichgewichtspfades dieser Regel nicht widersprechen. Die drei in (III.3.8) aufgezeigten Gleichgewichtspfade sind folglich noch daraufhin zu überprüfen, ob sie diese Anforderung erfüllen.

Da auf dem Gleichgewichtspfad (III.3.8i) die Strategie „Annahme von T_{l1} “ in der ersten Stufe unabhängig vom Typ des Y dessen beste Antwort darstellt, ist dieser Gleichgewichtspfad

vereinend, das heißt, die posterioren Wahrscheinlichkeiten sind gleich den prioren. Die Anforderung an die Form ihrer Aktualisierung ist somit in diesem Fall auf triviale Weise erfüllt. *Außerhalb dieses Gleichgewichtspfades* liegen die Informationsmengen $I_1(Z)$ und $I_2(Z)$, die nur erreicht werden können, wenn entweder Z von seiner Gleichgewichtsstrategie abweicht und $T_1 = T_{h1}$ anbietet (I_1) oder wenn Y das Angebot $T_1 = T_{l1}$ abweichend von seiner Gleichgewichtsstrategie ablehnt (I_2). In (III.2.23) wurde bereits gezeigt, dass Z bei gleichgerichtetem Verhalten der beiden Typen seines Verhandlungspartners keine neuen Informationen erhält und daher auch die durch den Zufallszug determinierten Wahrscheinlichkeiten unverändert bleiben.

Gemäß ihrer besten Antworten aus (III.3.5) werden beide Typen des Y eine Zahlungsforderung $T_1 = T_{h1}$ ablehnen, so dass die Einschätzungen des Z über das strategische Verhalten des Y nur dann konsistent sind mit den im weiteren Spielverlauf optimalen Strategien, wenn $\mu(r|T_{h1}, h) = \mu(r|T_{h1}, l) = 1$. Die für die Informationsmenge I_1 zu spezifizierende Wahrscheinlichkeitseinschätzung steht daher nur dann nicht im Widerspruch zur Bayesschen Regel, wenn $\mu(h|T_{h1}, r) = w$. Da gemäß (III.3.8i) gilt $\mu(h|T_{h1}, r) \leq W^0$, muss die priore Wahrscheinlichkeit w mithin der Bedingung $w \leq W^0$ genügen. Analog muss in der Informationsmenge I_2 gemäß (III.3.5) gelten $\mu(r|T_{l1}, h) = \mu(r|T_{l1}, l) = 0$, die Wahrscheinlichkeit der Ablehnung eines Angebotes T_{l1} ist also Null. Damit ist die Bayessche Regel aber nicht definiert und die posterioren Wahrscheinlichkeiten außerhalb des Gleichgewichtspfades unterliegen keinen Einschränkungen, das heißt jede beliebige Wahrscheinlichkeitseinschätzung ist zulässig. Interpretiert Z eine Ablehnung seines Angebotes T_{l1} beispielsweise dahingehend, Typ h gegenüber zu stehen, ist eine zulässige posteriore Wahrscheinlichkeit in I_2 $\mu(h|T_{l1}, r) = 1$. Dann ist es aber für Spieler Z nicht mehr optimal, $T_2 = T_{l2}$ zu setzen, sondern seine beste Antwort in Stufe 2 ist T_{h2} . Dieser Spielraum bei der Spezifizierung der Wahrscheinlichkeiten impliziert mithin einen Freiheitsgrad bei der Bestimmung der Gleichgewichtsstrategien, was dazu führt, dass das Spiel multiple Gleichgewichte hat, und zwar ein Kontinuum von möglichen Gleichgewichten (Tirole, 1995, S. 446). Die Spieltheorie hat zur Lösung dieser Problematik Verfeinerungen des Perfekten Bayesschen Gleichgewichtes entwickelt (Cho und Kreps, 1987). Rasmusen (1989, S. 112) greift auf die Methode der passiven Vermutungen („passive conjectures“) zurück, um die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen außerhalb des Gleichgewichtspfades zu spezifizieren.

Danach werden die prioren Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten eines bestimmten Typs beibehalten mit der Begründung, dass die Ablehnung eines Angebotes T_{h1} für beide Typen ein fehlerhaftes Verhalten darstellt und dieses Verhalten für beide gleich wahrscheinlich ist (ebd. S. 114).

Darüber hinaus zeigt sich, dass Y keinen Anreiz hat, von seiner Gleichgewichtsstrategie abzuweichen. Wenn Z eine Ablehnung von T_{h1} dahingehend interpretiert, dass er sich einem Typ h des Y gegenüber sieht und konsequenterweise T_{h2} statt T_{h1} anbietet, beeinflusst dies den Payoff des Y in jedem Fall negativ. An dessen Anreiz, in der ersten Periode T_{h1} anzunehmen, ändert sich mithin nichts. Auf dem in (III.3.8i) beschriebenen Gleichgewichtspfad hat daher keiner der Spieler ein Interesse daran, eine nicht gleichgewichtige Handlung zu wählen, mit der die Einschätzungen und Strategien des anderen Spielers außerhalb des Gleichgewichtspfades beeinflusst werden könnten.

Damit konnte gezeigt werden, dass der Gleichgewichtspfad $d_a := (T_{h1}, T_{h1}; a, a)$ mit $\mu(h|T_{h1}, r) = w$ ein Perfektes Bayessches Gleichgewicht darstellt, wenn $w \leq W^0$. Dabei handelt es sich um ein Pooling-Gleichgewicht, bei dem beide Typen des Y das Vertragsangebot T_{h1} der ersten Verhandlungsstufe annehmen. Bei dieser Spiellösung ist das Verhandlungsspiel nach einer Periode beendet.

Der Gleichgewichtspfad (III.3.8ii) ist wie (III.3.8i) durch vereinigendes Verhalten der beiden Typen des Y gekennzeichnet. Auf dem Gleichgewichtspfad liegt aber die Informationsmenge I_1 mit der posterioren Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r) > W^0$. Es muss daher geprüft werden, ob diese Wahrscheinlichkeit durch die Gleichgewichtsstrategien der beiden Typen von Y und unter Anwendung der Bayesschen Regel bestimmt ist. Da Typ h gemäß seiner besten Antwort aus (III.3.5) T_{h1} akzeptiert, wenn $\mu(h|T_{h1}, r) > W^0$, während Typ l dieses Angebot immer ablehnt, sind die Wahrscheinlichkeitseinschätzungen über das strategische Verhalten der beiden Typen festzusetzen mit $\mu(r|T_{h1}, h) = 0$ und $\mu(r|T_{h1}, l) = 1$. Nach der Bayesschen Regel folgt daraus die bedingte posteriore Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r) = 0$. Da $W^0 \in]0, 1[$, bedeutet dies, dass die auf dem Gleichgewichtspfad I_1 liegende Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r) > W^0$ nicht mit den Gleichgewichtsstrategien des Y konsistent ist. Folglich stellt (III.3.8ii) auch kein Perfektes Bayessches Gleichgewicht dar.

Der Gleichgewichtspfad (III.3.8iii) ist charakterisiert durch unterschiedliche beste Antworten der beiden Typen h und l in der ersten Verhandlungsstufe, gemäß (III.2.22) ist also $\mu(h|T_{h1}, r) = 0$. Damit weiß Spieler Z nach einer Ablehnung von $T_1 = T_{h1}$ mit Sicherheit, in welchem Punkt der Informationsmenge I_1 er sich befindet. Der auf dem Gleichgewichtspfad liegenden Informationsmenge I_1 ist jedoch die posteriore Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r) > W^0$ und damit $\mu(h|T_{h1}, r) > 0$ zugeordnet, die folglich nicht mit den gleichgewichtigen Strategien des Spielers Y zu vereinbaren ist. Der Gleichgewichtspfad (III.3.8ii) erfüllt also ebenfalls nicht die Anforderungen an ein Perfektes Bayessches Gleichgewicht.

Es wird deutlich, dass die reine Strategie des Typs h , ein Angebot T_{h1} in der ersten Periode zu akzeptieren, nicht optimal sein kann, wenn der Einfluss signalisierenden Verhaltens auf den Informationsstand des Z berücksichtigt wird. Da die Strategie „Ablehnung von T_{h1} “ Z veranlasst, in der zweiten Stufe T_{l2} anzubieten, kann Typ h vielmehr gemäß (III.2.15) seine Auszahlung erhöhen, wenn er von seiner gleichgewichtigen Strategie abweicht und T_{h1} ablehnt. Damit ist aber ein notwendige Bedingung für die Existenz eines Trennungsgleichgewichtes verletzt (Fudenberg und Tirole, 1995, S. 328).

Bislang wurde gezeigt, dass das Verhandlungsspiel zwar ein Pooling-Gleichgewicht (III.3.8i) in reinen Strategien besitzt, ein Trennungsgleichgewicht jedoch nicht existiert.

Sowohl für Typ h als auch für Z besteht ein starker Anreiz, gemischte Strategien zu spielen. Für Y ergibt sich der Anreiz unmittelbar aus der Möglichkeit, die Einschätzung $\mu(r|T_{h1}, h)$ und damit das Spielergebnis zu seinen Gunsten zu beeinflussen. Für Z könnte es möglicherweise vorteilhaft sein, nach einer Ablehnung von T_{h1} nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in der zweiten Verhandlungsstufe T_{l2} anzubieten. Im folgenden soll daher untersucht werden, welche Auswirkungen es auf die Spiellösung hat, wenn die Spieler auch gemischte Strategien wählen können. In diesem Fall verwenden die Spieler einen Zufallsmechanismus, dessen konkrete Realisation festlegt, welche reine Strategie gewählt wird.

III.3.2 Verhandlungsspiel in gemischten Strategien

Bei einem Spiel in gemischten Strategien wählen die Spieler aus den zulässigen Strategien nicht genau eine Strategie aus, sondern sie wenden einen Zufallsmechanismus an, nach dem sie zwischen den reinen Strategien entscheiden. Eine gemischte Strategie ist demnach eine Wahrscheinlichkeitsverteilung über reinen Strategien, die jeder reinen Strategie eine bestimmte Wahrscheinlichkeit zuordnet (Holler und Illing, 1993, S. 34). Damit repräsentiert sie aber auch die Unsicherheit eines Spielers darüber, welche reine Strategie sein Gegenspieler tatsächlich auswählt (Gibbons, 1992, S. 152, Harsanyi, 1973). Die Auszahlung einer gemischten Strategie, das heißt einer gegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilung von Strategien, stellt einen zur Auszahlung einer reinen Strategie korrespondierenden Erwartungswert dar.

Die Strategie des Y, zwischen „Annahme“ und „Ablehnung“ eines Angebotes zu randomisieren, wird im folgenden durch die Wahrscheinlichkeit θ_{yi} , $i=1,2$, ausgedrückt. Dabei bezeichnet $\theta_{yi} \in [0,1]$ die Wahrscheinlichkeit, mit der Y in Periode i die Strategie $d_i = a$ wählt. Die Strategie $d_i = r$ wird mit der Wahrscheinlichkeit $1 - \theta_{yi}$ gewählt, so dass die Strategiemenge des Y durch

$$(III.3.9) \quad \Theta_y = \{\theta_{y1}, \theta_{y2}\}$$

vollständig beschrieben wird. Analog bezeichne θ_{zi} die Wahrscheinlichkeit, mit der Z in der Periode i die Zahlung T_{li} fordert. Die Strategiemenge des Spielers Z ist folglich gegeben mit

$$(III.3.10) \quad \Theta_z = \{\theta_{z1}, \theta_{z2}\}.$$

Aussage 2: *Wenn gemischte Strategien zulässig sind, besitzt das Verhandlungsspiel die Perfekten Bayesschen Pooling-Gleichgewichte*

(1) $\tilde{d}_a := (\theta_{z1} = 1, \theta_{z2} = 1; \theta_{y1} = 1, \theta_{y2})$ mit $\mu(h|T_{h1}, r) = w$, genau dann, wenn

$$w < W^0 := \frac{P^Z(T_{l2})}{P^Z(T_{h2})}. \text{ Dabei ist } P^Z(T_{l2}) := P^Z(T_1, T_{l2}; r, a) \text{ und}$$

$$P^Z(T_{h2}) := P^Z(T_1, T_{h2}; r, a).$$

(2) $\tilde{d}_b := (\theta_{z1} = 1, \theta_{z2} \in [0,1]; \theta_{y1} = 1, \theta_{y2})$ mit $\mu(h|T_{h1}, r) = \frac{(1 - \theta_{h1})w}{(1 - \theta_{h1})w + (1 - w)}$, genau dann

wenn $w \leq W^2 := \frac{P^Z(T_{l1}) - \theta_{z2} P^Z(T_{l2})}{\theta_{h1} \{P^Z(T_{h1}) - P^Z(T_{h2}) + \theta_{z2} [P^Z(T_{h2}) - P^Z(T_{l2})]\} + (1 - \theta_{z2}) P^Z(T_{h2})}$ und

$$\theta_{h1} \in \left[\hat{\theta}_{h1} := \frac{W^0 - w}{(W^0 - 1)w}, 1 \right).$$

Das Verhandlungsspiel besitzt außerdem das hybride Perfekte Bayessche Gleichgewicht

(3) $\tilde{d}_c^h := (\theta_{z1} = 0, \theta_{z2} = 0; \theta_{h1} = \hat{\theta}_{h1}, \theta_{h2} = 0)$ und $\tilde{d}_c^l := (\theta_{z1} = 0, \theta_{z2} = 0; \theta_{l1} = 0, \theta_{l2} = 0)$,

mit $\mu(h|T_{h1}, r) = \frac{(1 - \hat{\theta}_{h1})w}{(1 - \hat{\theta}_{h1})w + (1 - w)}$, genau dann, wenn $w > \max[W^0, W^2]$.

Die Ermittlung der in Aussage 2 beschriebenen Spiellösung erfolgt wie bei dem Verhandlungsspiel in reinen Strategien mit Hilfe der Rückwärtsinduktion, also ausgehend von der zweiten Verhandlungsstufe. Wir können uns daher die dort abgeleiteten Ergebnisse teilweise zunutze machen.

In der zweiten Verhandlungsstufe ist es für Spieler Y optimal, wenn er jede seinen Reservationspreis nicht übersteigende Zahlungsforderung annimmt. Da Y zu diesem Zeitpunkt die Realisation des von Z angewendeten Zufallsmechanismus bereits beobachtet hat, können wir auf (III.3.1) zurückgreifen und erhalten als seine besten Antworten die Randpunkte der Wahrscheinlichkeit $\theta_{y1} \in [0,1]$

$$\begin{aligned} \theta_{y2}(T_{l2}) &= 1 & y = h, l \\ \text{(III.3.11)} \quad \theta_{l2}(T_{h2}) &= 0 \\ \theta_{h2}(T_{h2}) &= 1. \end{aligned}$$

Für Anbieter Z ist es auf der zweiten Stufe nur dann vorteilhaft, eine gemischte Strategie $\theta_{z2} \in (0,1)$ zu spielen, wenn er zwischen den reinen Strategien $T_2 = T_{h2}$ und $T_2 = T_{l2}$ gerade indifferent ist. Bei dem Spiel in reinen Strategien wurde mit (III.3.2) bereits gezeigt, dass dies genau dann zutrifft, wenn $\mu(h|T_{h1}, r) = W^0$. Falls $\mu(h|T_{h1}, r) < W^0$, ist es dagegen gemäß (III.3.14) immer vorteilhaft für Z, die Strategie $T_2 = T_{l2}$ mit maximaler Wahrscheinlichkeit zu

spielen, also $\theta_{z_2} = 1$ festzulegen. Entsprechend ist es im Fall $\mu(h|T_{h1}, r) > W^0$ lohnend, wenn Z die Strategie $T_2 = T_{h2}$ mit maximaler Wahrscheinlichkeit wählt, wenn er also $\theta_{z_2} = 0$ spielt. Die besten Antworten des Z auf der zweiten Stufe sind folglich beschrieben durch

$$(III.3.12) \quad \theta_{z_2}(\theta_{y_2}) = \begin{cases} 1, & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) < W^0 \\ 0, & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) > W^0 \\ \in [0,1], & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) = W^0 . \end{cases}$$

Damit ist das Teilspiel auf der zweiten Stufe gelöst. Zu lösen ist im folgenden das Teilspiel auf der ersten Verhandlungsstufe.

Das Spiel beginnt mit einem Zug des Spielers Z. Diesen Zug kann Y aufgrund der Sequentialität der Spielzüge beobachten, er kennt also die Realisation des von Z gewählten Zufallsmechanismus. Y wählt folglich seine beste Antwort wie in dem Spiel in reinen Strategien auf das beobachtete Angebot T_{11} oder T_{h1} der ersten Stufe.

In der ersten Verhandlungsstufe ist es für Typ l des Y unabhängig vom weiteren Spielverlauf immer vorteilhaft, eine Zahlungsforderung $T_1 = T_{h1}$ abzulehnen, also $\theta_{11}(T_{h1}) = 0$ zu wählen. Ebenso profitiert er gemäß (II.2.17) immer davon, wenn er $T_1 = T_{11}$ annimmt, wenn er also $\theta_{11}(T_{11}) = 1$ setzt.

In Bezug auf Typ h sind allerdings Fallunterscheidungen vorzunehmen. Wenn Typ h ein Angebot T_{11} annimmt, erzielt er damit den positiven Gewinn $\delta G(y, z)$. Bei Annahme von $T_1 = T_{h1}$ ist ihm dieser Gewinn sicher, lehnt er T_{h1} dagegen ab, steht er einem Erwartungsgewinn von $\theta_{z_2} \delta G(y, z) \leq \delta G(y, z)$ gegenüber. Typ h hat demnach keine Möglichkeit, durch Abwarten seinen Gewinn zu erhöhen, vielmehr läuft er Gefahr, dass er einen geringeren Gewinn erzielt. Seine beste Antwort auf $T_1 = T_{h1}$ besteht demnach in der Wahl des Randpunktes $\theta_{h1}(T_{11}) = 1$ der Wahrscheinlichkeit $\theta_{y1} \in [0,1]$. Diese Anreizstruktur ändert sich allerdings, wenn durch den Zufallsmechanismus des Spielers Z ein Anfangsangebot $T_1 = T_{h1}$ realisiert wurde. Sie wird in diesem Fall entscheidend bestimmt durch die Spezifikation der posterioren Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r)$.

Ist $\mu(h|T_{h1}, r) < W^0$, reagiert Y optimal, wenn er T_{h1} ablehnt, da er weiß, dass Z gemäß seiner besten Antwort aus (III.3.12) in der zweiten Stufe $T_2 = T_{l2}$ mit der maximalen Wahrscheinlichkeit $\theta_{z2} = 1$ anbietet. Die beste Antwort des Y ist daher in diesem Fall der Randpunkt $\theta_{h1}(T_{h1}) = 0$, wenn $\mu(h|T_{h1}, r) < W^0$.

Für $\mu(h|T_{h1}, r) = W^0$ weiß Typ h, dass Z hinsichtlich seiner eigenen Strategie in der zweiten Verhandlungsstufe indifferent ist und daher die gemischte Strategie $\theta_{z2} \in [0,1]$ spielt. Nimmt Y das Angebot $T_1 = T_{h1}$ an, erzielt er den Gewinn $P^H(T_{h1}, T_2; a, d_2) = 0$. Demgegenüber ist sein Gewinn nach einer Ablehnung dieses Angebotes mit der Wahrscheinlichkeit $\theta_{z2} \in [0,1]$ durch $P^H(T_{h1}, T_{l2}; r, a) > 0$ gegeben, und mit der Wahrscheinlichkeit $(1 - \theta_{z2})$ kann er den Gewinn $P^H(T_{h1}, T_{h2}; r, a) = 0$ realisieren. Maßgebend für seine beste Antwort auf $T_1 = T_{h1}$ ist daher das Ergebnis des Gewinnvergleichs

$$0 \underset{<}{\overset{>}{\geq}} \theta_{z2} \cdot P^H(T_{h1}, T_{l2}; r, a).$$

Weil $P^H(T_{h1}, T_{l2}; r, a) > 0$, folgt daraus unmittelbar, dass die beste Strategie für Typ h im Fall $\mu(h|T_{h1}, r) = W^0$ darin besteht, den Randpunkt $\theta_{h1}(T_{h1}) = 0$ der Wahrscheinlichkeitsverteilung über seinen reinen Strategien zu wählen, T_{h1} also mit maximaler Wahrscheinlichkeit abzulehnen, wenn Z die gemischte Strategie $\theta_{z2} > 0$ wählt. Typ h ist allerdings gerade dann indifferent zwischen den beiden Optionen und entscheidet sich daher für die gemischte Strategie $\theta_{y1} \in (0,1)$, wenn $\theta_{z2} = 0$. Dies trifft gemäß (III.3.12) auch für den Fall $\mu(h|T_{h1}, r) > W^0$ zu. Als beste Antworten des Spielers Y in der ersten Verhandlungsstufe lassen sich mithin festhalten

$$\begin{aligned} \theta_{y1}(T_{l1}) &= 1 & y = h, l \\ \text{(III.3.13) } \theta_{l1}(T_{h1}) &= 0 \\ & \begin{cases} 0, & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) < W^0 \text{ oder} \\ & \mu(h|T_{h1}, r) = W^0 \text{ und } \theta_{z2} > 0 \\ \in [0,1], & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) > W^0 \text{ oder} \\ & \mu(h|T_{h1}, r) = W^0 \text{ und } \theta_{z2} = 0. \end{cases} \end{aligned}$$

Wie in Stufe 2 spielt Spieler Z in der ersten Stufe genau dann eine gemischte Strategie $\theta_{z1} \in (0,1)$, wenn er zwischen seinen reinen Strategien $T_1 = T_{l1}$ und $T_1 = T_{h1}$ gerade indifferent ist. Seine beste Antwort in dieser Stufe wird folglich durch das Ergebnis des Vergleichs zwischen dem sicheren Gewinn $P^Z(T_{l1}) := P^Z(T_{l1}, T_2; a, d_2)$ bei der Strategie $\theta_{z1} = 1$ und dem Erwartungsgewinn bei der Strategie $\theta_{z1} = 0$ festgelegt. Ausschlaggebend für die Höhe dieses Erwartungsgewinns sind neben den gemischten Strategien $\theta_{y1}(T_{h1})$ und θ_{z2} die prioren Wahrscheinlichkeiten w beziehungsweise $(1-w)$. Der Gewinnvergleich ergibt

$$(III.3.14) \quad P^Z(T_{l1}) \underset{<}{\overset{>}{\geq}} w \{ \theta_{h1} P^Z(T_{h1}) + (1 - \theta_{h1}) \cdot \theta_{z2} P^Z(T_{l2}) + (1 - \theta_{h1}) \cdot (1 - \theta_{z2}) P^Z(T_{h2}) \} \\ (1 - w) \cdot \{ \theta_{z2} P^Z(T_{l2}) + (1 - \theta_{z2}) \cdot P^Z(0) \} ,$$

wobei $\theta_{h1} := \theta_{h1}(T_{h1})$, $P^Z(0) := P^Z(T_1, T_2; r, r)$ und $P^Z(0) = 0$. Die übrigen Auszahlungen sind analog zu $P^Z(T_{l1})$ definiert, sie geben also jeweils an, mit welchem Transfer ein Vertrag zustande kommt. In (III.3.14) wurde berücksichtigt, dass die besten Antworten des Y gemäß (III.3.13) in der Wahl der Randpunkte $\theta_{y1}(T_{l1}) = 1$ für beide Typen beziehungsweise $\theta_{l1}(T_{h1}) = 0$ für Typ l bestehen. Nach einfachen Umformungen von (III.3.14) erhält man die Ungleichung

$$P^Z(T_{l1}) - \theta_{z2} P^Z(T_{l2}) \underset{<}{\overset{>}{\geq}} w \{ \theta_{h1} [P^Z(T_{h1}) - P^Z(T_{h2})] + \theta_{z2} [P^Z(T_{h2}) - P^Z(T_{l2})] + (1 - \theta_{z2}) P^Z(T_{h2}) \}.$$

Die linke Seite dieser Ungleichung ist immer positiv, da $\theta_{z2} \leq 1$ und $P^Z(T_{l1}) > P^Z(T_{l2})$ gemäß (III.2.18). Die rechte Seite der Ungleichung wird offensichtlich genau dann Null, wenn $\theta_{z2} = 1$ und $\theta_{h1} = 0$, wenn also Z in der zweiten Stufe T_{l2} mit maximaler Wahrscheinlichkeit anbietet und Typ h ein Angebot T_{h1} der ersten Stufe konsequenterweise mit maximaler Wahrscheinlichkeit ablehnt.

Gemäß (III.3.12) und (III.3.13) trifft dies immer dann zu, wenn $\mu(h|T_{h1}, r) < W^0$. Da $P^Z(T_{l1}) - P^Z(T_{l2}) > 0$, ist es für Z in diesem Fall immer optimal, bereits in der ersten Periode $T_1 = T_{l1}$ zu wählen, also $\theta_{z1} = 1$ zu setzen. Dieses Ergebnis ist bereits aus der Gleichgewichtsanalyse des Spiels in reinen Strategien bekannt.

Gemäß der besten Antwort (III.3.12) des Spielers Z und der besten Antwort (III.3.13) des Typs h von Y ist die rechte Seite der betrachteten Ungleichung positiv für $\mu(h|T_{h1}, r) > W^0$. Sie ist positiv für $\mu(h|T_{h1}, r) = W^0$, falls $\theta_{z2} \in [0,1)$. In beiden Fällen ist die Strategie $\theta_{z1} = 1$ mit $T_1 = T_{l1}$ genau dann vorteilhaft für Spieler Z, wenn

$$(III.3.15) \quad w < \frac{P^Z(T_{l1}) - \theta_{z2} P(T_{l2})}{\theta_{h1} \{P^Z(T_{h1}) - P^Z(T_{h2}) + \theta_{z2} [P^Z(T_{h2}) - P^Z(T_{l2})]\} + (1 - \theta_{z2}) P^Z(T_{h2})} =: W^2,$$

während Z die Strategie $\theta_{z1} = 0$ beziehungsweise ein Vertragsangebot $T_1 = T_{h1}$ genau dann strikt präferiert, wenn

$$(III.3.16) \quad w > W^2.$$

Für $w = W^2$ ist Z indifferent zwischen den beiden Strategien $\theta_{z1} = 1$ und $\theta_{z1} = 0$, so dass seine beste Antwort in der ersten Stufe darin besteht, eine gemischte Strategie $\theta_{z1} \in [0,1]$ zu spielen. Da Y die Realisation des von Z verwendeten Zufallsmechanismus beobachtet hat, bevor er seine Entscheidung für diese Stufe trifft, bringt die Strategie $\theta_{z1} \in (0,1)$ Z allerdings keinen Vorteil gegenüber der Wahl des Randpunktes $\theta_{z1} = 1$. Wir können daher ohne Beschränkung der Allgemeinheit des Modellergebnisses annehmen, dass Z immer $\theta_{z1} = 1$ mit $T_1 = T_{l1}$ wählt, wenn $w \leq W^2$.

Zusammenfassend ergibt sich als beste Antwort des Z in der ersten Stufe

$$(III.3.17) \quad \theta_{z1}(\theta_{h1}) = \begin{cases} 1, & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) < W^0 \text{ oder } \mu(h|T_{h1}, r) \geq W^0 \text{ und } w \leq W^2 \\ 0, & \text{wenn } \mu(h|T_{h1}, r) \geq W^0 \text{ und } w > W^2. \end{cases}$$

Damit sind die besten Antworten beider Spieler für die Teilspiele auf beiden Verhandlungsstufen bestimmt. Um potentielle Gleichgewichtspfade ermitteln zu können, muss aber noch geprüft werden, ob die Bedingungen (III.3.15) und (III.3.16) erfüllbar sind. Da $W^2 > 0$, ist $w \leq W^2$ immer möglich. Die Frage ist aber, ob auch $w > W^2$ möglich ist.

Da annahmegemäß $w < 1$ gilt, trifft dies offensichtlich nur zu, wenn $W^2 < 1$. Wir betrachten zunächst den Fall $\mu(h|T_{h1}, r) = W^0$ und $\theta_{z2} > 0$, in dem Typ h des Y gemäß (III.3.13) die Strategie $\theta_{h1}(T_{h1}) = 0$ wählt. Aus (III.3.16) folgt dann die Bedingung

$$w > \frac{P^Z(T_{11}) - \theta_{z2} P^Z(T_{12})}{(1 - \theta_{z2}) P^Z(T_{h2})}.$$

Die rechte Seite dieser Ungleichung ist genau dann kleiner als 1, wenn

$$P^Z(T_{11}) - \theta_{z2} P^Z(T_{12}) < (1 - \theta_{z2}) P^Z(T_{h2}) \text{ beziehungsweise wenn}$$

$$\theta_{z2} [P^Z(T_{h2}) - P^Z(T_{12})] < P^Z(T_{h2}) - P^Z(T_{11}).$$

Da $P^Z(T_{h2}) - P^Z(T_{12})$ gemäß (III.2.19) immer positiv ist, während $P^Z(T_{h2}) - P^Z(T_{11})$ nach (III.2.20) immer negativ ist, ist $W^2 > 1$ nicht möglich, so dass auch $w > W^2$ ausgeschlossen ist. Für Anbieter Z ist es also auch im Fall $\mu(h|T_{h1}, r) = W^0$ immer vorteilhaft, $\theta_{z1} = 1$ zu wählen, also $T_1 = T_{11}$ mit maximaler Wahrscheinlichkeit festzulegen, wenn seine beste Antwort in der zweiten Stufe in der Wahl einer gemischten Strategie $\theta_{z2} > 0$ besteht. Das bedeutet insbesondere, dass ein durch ein Anfangsangebot T_{h1} und eine gemischte Strategie $\theta_{z2} > 0$ charakterisierter Pfad von vornherein als Spiellösung ausgeschlossen werden kann. Damit ist die anfängliche Vermutung unzutreffend, dass es Z gegebenenfalls möglich sein könnte, Typ h zur Annahme von T_{h1} zu bewegen, indem er in der zweiten Stufe seine reine Strategie $T_2 = T_{12}$ lediglich mit einer positiven Wahrscheinlichkeit spielt.

Für $\mu(h|T_{h1}, r) \geq W^0$ und $\theta_{z2} = 0$ wählt Typ h gemäß (III.3.13) die gemischte Strategie $\theta_{h1} \in [0, 1]$. Wird dies in (III.3.16) berücksichtigt, folgt daraus die Bedingung

$$w > \frac{P^Z(T_{11})}{\theta_{h1} [P^Z(T_{h1}) - P^Z(T_{h2})] + P^Z(T_{h2})},$$

die genau dann erfüllbar ist, wenn

$$P^Z(T_{11}) - P^Z(T_{h2}) < \theta_{h1} [P^Z(T_{h1}) - P^Z(T_{h2})] \text{ beziehungsweise wenn}$$

$$\theta_{h1} > \frac{P^Z(T_{11}) - P^Z(T_{h2})}{P^Z(T_{h1}) - P^Z(T_{h2})} =: \tilde{\theta}_{h1}.$$

Da $P^Z(T_{11}) < P^Z(T_{h1})$, ist $\tilde{\theta}_{h1} < 1$ möglich, so dass die Bedingung $\theta_{h1} > \tilde{\theta}_{h1}$ erfüllbar ist. Dann ist aber auch $W^2 < 1$ und folglich ist $w > W^2$ möglich.

Als potentielle Perfekte Bayessche Gleichgewichte erhalten wir zusammenfassend gemäß (III.3.11) bis (III.3.13) und (III.3.17) die Gleichgewichtspfade

(III.3.18)

- (1) $\tilde{d}_a := (\theta_{z_1} = 1, \theta_{z_2} = 1; \theta_{y_1} = 1, \theta_{y_2} = 1)$, wenn $\mu(h|T_{h_1}, r) < W^0$
- (2) $\tilde{d}_b := (\theta_{z_1} = 1, \theta_{z_2} \in [0,1]; \theta_{y_1} = 1, \theta_{y_2})$, wenn $\mu(h|T_{h_1}, r) \geq W^0$ und $w \leq W^2$
- (3) $\tilde{d}_c^h := (\theta_{z_1} = 0, \theta_{z_2} = 0; \theta_{h_1} \in [0,1], \theta_{h_2} = 1)$ und
 $\tilde{d}_c^l := (\theta_{z_1} = 0, \theta_{z_2} = 0; \theta_{l_1} = 0, \theta_{l_2} = 0)$ wenn $\mu(h|T_{h_1}, r) \geq W^0$ und $w > W^2$.

Zu überprüfen ist noch, ob die in (III.3.18) aufgeführten Gleichgewichtspfade die an ein Perfektes Bayessches Gleichgewicht gestellten Anforderungen erfüllen. Dafür können wir weitgehend auf die für das Spiel in reinen Strategien im Zusammenhang mit den in (III.3.8) beschriebenen Gleichgewichtspfaden durchgeführte Analyse zurückgreifen.

Pfad (1) in (III.3.18) unterscheidet sich nicht von (III.3.8i), da die reinen Strategien $T_i = T_{li}$ und $d_i = a$ in den beiden Stufen $i = 1, 2$ jeweils mit maximaler Wahrscheinlichkeit gespielt werden. Ohne eine erneute Analyse durchführen zu müssen, stellen wir also fest: Bei dem Gleichgewichtspfad $\tilde{d}_a := (\theta_{z_1} = 1, \theta_{z_2} = 1; \theta_{y_1} = 1, \theta_{y_2} = 1)$ mit $\mu(h|T_{h_1}, r) = w$ handelt es sich um ein Perfektes Bayessches Pooling-Gleichgewicht, genau dann, wenn $w < W^0$.

Pfad (2) in (III.3.18) weist gegenüber (III.3.8ii) zwei Unterschiede auf. Zum einen besteht die beste Antwort des Spielers Z in der zweiten Stufe in der Wahl einer gemischten Strategie $\theta_{z_2} \in [0,1]$ statt in der Wahl der reinen Strategie $T_2 = T_{h_2}$. Zum anderen muss die an die posteriore Wahrscheinlichkeit geknüpfte Bedingung nicht mehr ausschließlich als strikte Ungleichung erfüllt sein, sondern sie ist auch als Gleichung zulässig. Der Schwellenwert W^2 für die priore Wahrscheinlichkeit w ist für $\theta_{h_1} = 1$ identisch mit W^1 , für alle übrigen gemischten Strategien θ_{h_1} des Typs h von Y weicht sie von W^1 ab. Im folgenden wird untersucht, ob die aufgezeigten Unterschiede das Spielergebnis beeinflussen.

Wenn (2) ein Perfektes Bayessches Gleichgewicht ist, dann handelt es sich dabei ebenfalls um ein Pooling-Gleichgewicht. Typ h akzeptiert eine Forderung $T_1 = T_{h_1}$ für $\mu(h|T_{h_1}, r) \geq W^0$ gemäß (III.3.13) zwar lediglich mit der Wahrscheinlichkeit $\theta_{h_1} \in [0,1]$, auf die Strategie $\theta_{z_1} = 1$ reagieren aber beide Typen gleichgerichtet.

Auf dem Gleichgewichtspfad (2) liegt die Informationsmenge I_1 , der die Wahrscheinlichkeitseinschätzung $\mu(h|T_{h1}, r) \geq W^0$ zugeordnet ist. Es muss daher untersucht werden, ob diese Wahrscheinlichkeitseinschätzung durch die Bayessche Regel bestimmt ist. Die Bayessche Regel liefert gemäß (III.2.24) die posteriore Wahrscheinlichkeitseinschätzung $\mu(h|T_{h1}, r) \in [0, w]$, wobei

$$\mu(h|T_{h1}, r) = \frac{(1 - \theta_{h1})w}{(1 - \theta_{h1})w + (1 - w)}.$$

Die Strategie $\theta_{h1}(T_{h1}) = 1$ kann offenbar nicht Strategie in einem Perfekten Bayesschen Gleichgewicht sein, da die Bayessche Regel in diesem Fall $\mu(h|T_{h1}, r) = 0$ vorschreibt. Die Wahrscheinlichkeitseinschätzung $\mu(h|T_{h1}, r) \geq W^0$ ist dann nicht durch die Gleichgewichtsstrategien determiniert, da $W^0 \in (0, 1)$. Dieses Ergebnis korrespondiert mit dem Ergebnis der Gleichgewichtsanalyse zum Pfad (III.3.8ii).

Ob $\mu(h|T_{h1}, r) \geq W^0$ durch die Bayessche Regel und die Gleichgewichtsstrategie von Typ h bestimmt ist, hängt demnach davon ab, ob es eine gemischte Strategie $\theta_{h1}(T_{h1}) \in [0, 1]$ gibt, so dass

$$\frac{[1 - \theta_{h1}]w}{[1 - \theta_{h1}]w + (1 - w)} \geq W^0$$

erfüllt ist. Aus dieser Ungleichung folgt unmittelbar

$$(III.3.19) \quad \theta_{h1}(T_{h1}) \geq \frac{W^0 - w}{(W^0 - 1)w} := \hat{\theta}_{h1}.$$

Für $\theta_{h1} \in [0, 1]$, ist $\theta_{h1} \geq \hat{\theta}_{h1}$ nur möglich, wenn

$$\frac{W^0 - w}{(W^0 - 1)w} < 1.$$

Mit $W^0 \in (0, 1)$ ist der Nenner der Ungleichung (III.3.19) negativ, so dass $\theta_{h1} \geq \hat{\theta}_{h1}$ genau dann erfüllt ist, wenn $w < 1$. Da dies annahmegemäß der Fall ist, trifft $\theta_{h1} \geq \hat{\theta}_{h1}$ zu.

Außerhalb des Gleichgewichtspfades liegt nur die Informationsmenge I_2 mit der posterioren Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{l1}, r)$. Gemäß der besten Antworten $\theta_{l1}(T_{l1}) = \theta_{h1}(T_{l1}) = 1$ aus (III.3.13), ist $\mu(r|T_{l1}, h) = \mu(r|T_{l2}, l) = 0$ zu setzen. Mit diesen Einschätzungen über das

strategische Verhalten des Y kann $\mu(h|T_{11}, r)$ aber nicht nach der Bayesschen Regel bestimmt werden und die Menge der möglichen posterioren Wahrscheinlichkeiten in der betrachteten Informationsmenge wird nicht durch diese Regel beschränkt.

(III.3.18) beschreibt mithin in (2) ein Kontinuum von Perfekten Bayesschen Pooling-Gleichgewichten mit $\mu(h|T_{h1}, r) = \frac{(1-\theta_{h1})w}{(1-\theta_{h1})w + (1-w)}$, wobei $\mu(h|T_{h1}, r)$ durch den Wert bestimmt wird, den $\theta_{h1} \geq \hat{\theta}_{h1}$ annimmt. Die Multiplizität der Gleichgewichte wird ausschließlich durch die Vielzahl der zulässigen Wahrscheinlichkeiten verursacht, mit der Typ h ein Angebot $T_1 = T_{h1}$ ablehnt. Die relevante Informationsmenge I_1 wird allerdings im Spielverlauf unabhängig von der Strategie des Y in der zweiten Verhandlungsstufe nicht mehr erreicht, sondern das Spiel ist de facto durch die Strategie $\theta_{y1} = 1$ und damit die Annahme von $T_1 = T_{11}$ beendet. Die Auswahl eines eindeutigen Gleichgewichtes bringt daher keine neuen Erkenntnisse, so dass darauf ebenso gut verzichtet werden kann. Entscheidend ist vielmehr, dass es Typ h auch bei einer relativ hohen posterioren Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r)$ durch die Wahl einer gemischten Strategie gelingt, das Verhalten seines Konkurrenten in der ersten Verhandlungsstufe zu seinen Gunsten zu beeinflussen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die priore Wahrscheinlichkeit, mit der Z Typ h erwartet, hinreichend gering ist. In diesem Fall ist es für Z vorteilhaft, bereits in der ersten Stufe $\theta_{z1} = 1$ und damit $T_1 = T_{11}$ zu wählen, obwohl er die posteriore Wahrscheinlichkeit dafür, bei einer Ablehnung von T_{h1} mit Typ h zu verhandeln, als vergleichsweise hoch einschätzt. Z kann also keinerlei Vorteil aus der Wahl einer gemischten Strategie $\theta_{z1} \in [0,1]$ ziehen.

Als Ergebnis der Untersuchung halten wir fest: Der Gleichgewichtspfad $\tilde{d}_b := (\theta_{z1} = 1, \theta_{z2} \in [0,1]; \theta_{y1} = 1, \theta_{y2})$ mit $\mu(h|T_{h1}, r) = \frac{(1-\theta_{h1})w}{(1-\theta_{h1})w + (1-w)}$ ist ein Perfektes Bayessches Pooling-Gleichgewicht für alle $\theta_{h1} \in [\hat{\theta}_{h1}, 1)$, genau dann, wenn $w \leq W^2$.

Pfad (3) in (III.3.18) geht für $\theta_{h1} = 1$ nahezu über in den Gleichgewichtspfad (III.3.8iii). Beide unterscheiden sich in diesem Fall nur durch die Relation, in der die posteriore Wahrscheinlichkeit zu W^0 steht. Für die Untersuchung von (3) hinsichtlich der Eigenschaften eines Perfekten Bayesschen Gleichgewichtes, kann weitgehend auf die im Zusammenhang mit Pfad (2) durchgeführte Gleichgewichtsanalyse zurückgegriffen werden, da auch auf

diesem Pfad die Informationsmenge I_1 liegt. Das bedeutet insbesondere, dass $\theta_{h1} = 1$ nicht möglich ist, da $\mu(h|T_{h1}, r) = 0$ für $W^0 \in (0,1)$ nicht konsistent ist mit $\mu(h|T_{h1}, r) \geq W^0$. Für $\theta_{h1} \in [\hat{\theta}_{h1}, 1)$ ist die Wahrscheinlichkeit $\mu(h|T_{h1}, r) \geq W^0$ durch die Bayessche Regel und die Gleichgewichtsstrategien der Spieler determiniert. Die der außerhalb des Gleichgewichtspfades liegenden Informationsmenge I_2 zugeordnete Wahrscheinlichkeit wird durch die Bayessche Regel keinen Restriktionen unterworfen.

Auch Pfad (3) beschreibt mithin ein Kontinuum Perfekter Bayesscher Gleichgewichte. Da Anbieter Z in jedem der Gleichgewichte in der ersten Stufe $\theta_{z1} = 0$ spielt, ist es in diesem Fall anders als bei Pfad (2) erforderlich, eine eindeutige Spiellösung durch die Auswahl eines Gleichgewichtes zu bestimmen. Da Anbieter Y keinen Vorteil daraus zieht, wenn er im Gleichgewicht die reine Strategie „Annahme von T_{h1} “ mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als $\hat{\theta}_{h1}$ spielt, kann die gemischte Strategie $\theta_{h1} = \hat{\theta}_{h1}$ als Fokus-Punkt ausgewählt werden.³⁹ Voraussetzung ist allerdings, dass $\hat{\theta}_{h1} \geq 0$, da $\theta_{h1} \in [0,1)$. Diese Bedingung ist genau dann erfüllt, wenn $w \geq W^0$.

Man erhält folglich das Perfekte Bayessche Gleichgewicht $\tilde{d}_c^h := (\theta_{z1} = 0, \theta_{z2} = 0; \theta_{h1} = \hat{\theta}_{h1}, \theta_{l1} = 0)$ und $\tilde{d}_c^l := (\theta_{z1} = 0, \theta_{z2} = 0; \theta_{h1} = 0, \theta_{l1} = 0)$, mit
$$\mu(h|T_{h1}, r) = \frac{(1 - \hat{\theta}_{h1})w}{(1 - \hat{\theta}_{h1})w + (1 - w)},$$
 genau dann, wenn $w > \max[W^0, W^2]$. Bei diesem Gleichgewicht handelt es sich um ein hybrides Gleichgewicht, da Typ h auf $\theta_{z1} = 0$ die gemischte Strategie $\theta_{h1}(T_{h1}) < 1$ wählt, während Typ l die gemischte $\theta_{l1}(T_{h1}) = 0$ spielt, $T_1 = T_{h1}$ also sicher ablehnt.

Wenn Z nach der Realisation des von Y gewählten Zufallsmechanismus die Strategie „Ablehnung von T_{h1} “ beobachtet, veranlasst ihn dies zwar, die priore Wahrscheinlichkeit w nach unten zu korrigieren. Er schätzt aber die Wahrscheinlichkeit dafür, mit Typ h zu verhandeln, nach wie vor so hoch ein, dass er in der zweiten Stufe in jedem Fall die Strategie $T_2 = T_{h2}$ mit maximaler Wahrscheinlichkeit wählt. Bei einer hinreichend hohen prioren Wahrscheinlichkeit für Typ h, kann Typ h keinen für ihn günstigen Einfluss auf das Verhandlungsergebnis nehmen.

³⁹ Vergleiche zu dieser Vorgehensweise beispielsweise Rasmusen, 1989, S. 240.

III.4 Ökonomische Interpretation der Modellergebnisse

In dem vorgestellten Verhandlungsspiel wurden zunächst nur reine Strategien zugelassen und es zeigte sich, dass das Spiel in diesem Fall über ein einziges Perfektes Bayessches Gleichgewicht verfügt. In diesem Gleichgewicht kommt bereits in der ersten Verhandlungsstufe ein Vertrag (s, s, T_{1l}) zustande, der Y unabhängig von seinem Typ zur Zahlung eines Geldbetrages T_{1l} verpflichtet. Im Gegenzug öffnet Z seinen spezifischen Dekoder für das Digitalprogramm seines Vertragspartners. In dem Spiel in gemischten Strategien konnte noch ein weiteres Gleichgewicht herausgearbeitet werden, dass sich von dem Pooling-Gleichgewicht in reinen Strategien in erster Linie durch die beste Antwort des nicht informierten Spielers in der zweiten Stufe unterscheidet. Der Vertragsinhalt wurde dadurch nicht beeinflusst, sondern in der ersten Stufe wurde eine Einigung auf T_{1l} erzielt.

Bei einer hohen prioren Wahrscheinlichkeit für Typ h hatte das Spiel in reinen Strategien keine Lösung, die alle durch das Lösungskonzept gestellten Anforderungen erfüllt hätte. Es hat sich jedoch gezeigt, dass dieser Mangel behoben werden kann, indem gemischte Strategien zugelassen werden.

Die Lösung des Verhandlungsspieles besteht dann in einem hybriden Gleichgewicht. Dieses Gleichgewicht ist dadurch gekennzeichnet, dass Anbieter Z in beiden Vertragsstufen ein Angebot T_{hi} unterbreitet. Dieses Angebot wird von Typ h in der zweiten Stufe sicher und in der ersten Stufe mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit angenommen. Stellt sich am Ende der zweiten Verhandlungsstufe heraus, dass Z mit Typ l verhandelt hat, kommt endgültig kein Vertrag zustande. Das Verhandlungsergebnis setzt eine vergleichsweise hohe priore Wahrscheinlichkeit für Typ h voraus. Darüber hinaus muss die Wahrscheinlichkeit dafür, dass Z nach einer Ablehnung seines Angebotes Typ h gegenübersteht, hinreichend hoch sein.

Trotz des unterschiedlichen Verhaltens der beiden Typen des Y in der ersten Stufe war es auch in dem Spiel in gemischten Strategien nicht möglich, ein Trennungsgleichgewicht als sich selbst durchsetzende Lösung zu bestimmen, bei der Z in der zweiten Stufe den geringeren Transfer T_{1l} fordert, nachdem er die Ablehnung seines ersten Angebotes beobachtet hat. Dieses Resultat korrespondiert allerdings durchaus mit den aus der Literatur zu Verhandlungen unter unvollständiger Information bekannten Ergebnissen.

So zeigen Fudenberg und Tirole (1983, S.235 f.), dass unter den Annahmen des von ihnen vorgestellten Modells ein separierendes Gleichgewicht nur existiert, wenn der mit der

Gleichgewichtsstrategie des nicht informierten Spielers verbundene Erwartungsgewinn größer ist als der mit einer anderen Strategie realisierbare sichere Gewinn. In dem hier entwickelten Verhandlungsspiel ist der Gewinn $P^Z(T_{h1})$ aber immer größer als der T_{h2} zuzuordnende Erwartungsgewinn, so dass der entscheidende Anreiz für Anbieter Z, um eine hohe Transferzahlung zu „pokern“, relativ schwach ausgeprägt ist. Ein Anfangsangebot T_{h1} ist für Z nur dann vorteilhaft, wenn er hinreichend sicher sein kann, dass dieses Angebot von seinem Verhandlungspartner angenommen wird. Darüber hinaus fehlt bei der Spezifikation der Transferzahlungen der Anreiz des informierten Spielers, eine hohe Zahlungsforderung der ersten Stufe anzunehmen. Er kann sich nicht verschlechtern, wenn er diese Forderung in der ersten Stufe ablehnt, erzielt aber einen höheren Gewinn, wenn Anbieter Z in der zweiten Stufe seine Forderung reduziert.

Verursacht wird diese Anreizstruktur dadurch, dass beide Anbieter durch eine gemeinsame Vorgehensweise bereits in der ersten Betrachtungsperiode einen zusätzlichen Gewinn erzielen können, der auf die Verwendung einer einheitlichen Dekodertechnologie zurückzuführen ist. Damit wird sowohl der Geldbetrag, den Z maximal fordern kann, als auch dessen kooperativer Basisgewinn $G(s,s)$ so hoch, dass ein Pokern um den höheren Betrag nur unter sehr eingeschränkten Bedingungen an die relevanten Wahrscheinlichkeiten eine vorteilhafte Strategie für ihn darstellt.

Der Vergleich der alternativen Gleichgewichte zeigt, dass die Effizienz des Verhandlungsergebnisses zwar möglich, aber nicht gesichert ist.

In den für relativ geringe priore Wahrscheinlichkeiten abgeleiteten Spielergebnissen verwenden beide Anbieter in der ersten Periode eine gemeinsame Dekodertechnologie. Mögliche Zusatzgewinne werden bereits in dieser Stufe realisiert, so dass keine Effizienzverluste dadurch entstehen, dass der Verhandlungsprozess um eine zweite Stufe verlängert wird oder weil ein Vertrag nicht zustande kommt. Anbieter Y erreicht den sofortigen Markteintritt, den er bei einem Scheitern der Verhandlungen in der ersten Stufe hätte verschieben müssen. Anbieter Z gelingt es, sich mit dem vereinbarten Vertrag den gesamten durch Kooperation realisierbaren Zusatzgewinn anzueignen, falls Y vom Typ l ist. Ist Y dagegen vom Typ h , kann dieser einen Teil des zu verteilenden Zusatzgewinnes einbehalten, beide Verhandlungspartner verzeichnen also höhere Gewinn gegenüber der Nichtkooperation.

Bei einer hohen prioren Wahrscheinlichkeit w ist ein erfolgreicher Vertragsabschluss bei den Gleichgewichtsstrategien der Spieler dagegen nicht gewährleistet. Effizienzverluste

treten nur dann nicht auf, wenn der nichtinformierte Spieler zum einen mit dem Typ h des informierten Spielers verhandelt. Zusätzlich muss durch den von dem informierten Spieler gewählten Zufallsmechanismus die reine Strategie „Annahme von T_{h1} “ realisiert werden. Andernfalls kommt es immer zu Effizienzverlusten. Lehnt Typ h in der ersten Stufe ab, gehen mögliche Kooperationsgewinne der ersten Periode verloren. Verhandelt der nichtinformierte Spieler mit Typ l , kommt kein Vertrag zustande und die potentiellen zusätzlichen Gewinne beider Perioden gehen verloren.

Vergleichend ist festzustellen: Während in einem statischen Modell, in dem beide Anbieter ihre Entscheidungen simultan und unabhängig voneinander treffen (Modelle 1a und 1b), die sich selbst durchsetzende Spiellösung dadurch charakterisiert ist, dass sich die Spieler auf die Verwendung einer gemeinsamen Technologie festlegen, trifft dies in dem dynamischen Ansatz (Modell 2) nicht immer zu. Hat einer der Spieler einen Wettbewerbsvorteil dadurch errungen, dass er als erster den Markteintritt vollzogen hat und ist dieser Spieler nur unvollständig über bestimmte Merkmale seines potentiellen Konkurrenten informiert, kann das Spielergebnis zu einem (y,z) -Markt mit zwei inkompatiblen Technologien führen. Trotz der grundsätzlichen Vorteilhaftigkeit einer Standardisierung verursacht die asymmetrisch unvollständige Information in diesem Fall Ineffizienzen, die auch durch die Möglichkeit von Verhandlungen zwischen den Spielern nicht korrigiert werden können.

IV Schlussbetrachtung und Ausblick

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der Standardisierungsanreize bei technischen Systemen auf der Angebotsseite. Charakteristisch für technische Systeme ist, dass zwar verschiedene sachliche Märkte für die einzelnen Komponenten des Systems, etwa für Hardware- und Softwarekomponenten, voneinander abgegrenzt werden können, dass diese Märkte aber in einer komplementären Beziehung zueinander stehen. Komplementäre Produkte ergänzen sich, wie Nalebuff und Brandenburger (1996, S. 25) formulieren, stets zu gegenseitigem Nutzen. Dies kann zu Interdependenzen sowohl auf Seiten der Anbieter als auch auf Seiten der Nachfrager führen.

Bei der modelltheoretischen Analyse wurde der deutsche Markt für digitales Pay-TV als Beispiel aufgegriffen. Wir haben drei verschiedene Modelle vorgestellt, in denen die Anreize der Programmanbieter untersucht wurden, potentiellen Konsumenten entweder ein

einheitliches Empfangsgerät oder ein inkompatibles Geräte zur Verfügung zu stellen. Dabei wurde in den Modellen 1a und 1b jeweils ein statischer Ansatz gewählt, bei dem sich die Anbieter gleichzeitig und unabhängig voneinander auf eine bestimmte Technik festlegen, bevor sie auf der Programmebene in Preisen konkurrieren. Die beiden Modelle unterscheiden sich in erster Linie durch die Annahmen über die Präferenzen der Konsumenten für die Programmangebote. In Modell 2 wurde ein Verhandlungsspiel entwickelt, in dem wir von der Vorstellung ausgingen, dass ein Anbieter einen Wettbewerbsvorteil dadurch errungen hat, dass er früher als sein Konkurrent mit der Ausstrahlung seiner Programme über ein spezifisches Empfangsgerät begonnen hat. Aus der Modellanalyse wirtschaftspolitische Implikationen abzuleiten, wäre wohl unangemessen, weil diese eine Reihe empirisch relevanter Aspekte der Kompatibilitätsproblematik ausgeblendet hatte. Dennoch ist sie geeignet, grundlegende Zusammenhänge konsistent darzustellen und zu beschreiben. Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich im Sinne von Tendenzaussagen zusammenfassen.

- (1) Treffen die Anbieter ihre Entscheidungen simultan und unabhängig voneinander, enthält das Marktergebnis immer eine standardisierte Technologie.
- (2) Sind die Präferenzen der Konsumenten für das Programmangebot nicht zu verschieden, eröffnet eine einheitliche Technologie den Anbietern die Möglichkeit, die Nachfrage zu steigern und gleichzeitig höhere Preise zu setzen. Der Preiswettbewerb kann durch positive Externalitäten zwischen den Programmanbieter mit beeinflusst werden.
- (3) Bei hinreichend heterogenen Konsumentenpräferenzen ist die Vorteilhaftigkeit der Standardisierung ausschließlich auf die erhöhte Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für digitales Pay-TV zurückzuführen. Sind die Anschaffungskosten für das Empfangsgerät hoch genug, hat eine Standardisierung keinerlei Einfluss auf den Preiswettbewerb.
- (4) Die Anbieter profitieren umso mehr von einer einheitlichen Empfangstechnologie, je heterogener die Präferenzen der Konsumenten für die angebotenen Programme sind.
- (5) Die gesellschaftliche Wohlfahrt wird gesteigert, wenn den Konsumenten ein standardisiertes Empfangsgerät zur Verfügung steht. Der bei unterschiedlichen Anschaffungskosten für die alternativen Technologien effiziente (s,z)-Markt mit einem standardisierten und einem spezifischen Dekoder wird nur erreicht, wenn die Anschaffungskosten für das spezifische Gerät vergleichsweise gering sind.

Die Aussagen (1) bis (5) sind Schlussfolgerungen aus den Modellen 1a und 1b. Insbesondere Aussage (1) trifft dann nicht mehr zu, wenn ein Anbieter zeitlich vor seinem Konkurrenten in

den Markt eingetreten ist und über dessen Bemühungen, den Markteintritt ebenfalls vorzunehmen, nur unvollständige Informationen hat. Als Ergebnis aus dem Verhandlungsspiel kann vielmehr festgehalten werden:

- (6) Die Öffnung eines vorhandenen, spezifischen Dekoders für das Konkurrenzprogramm und damit die Realisierung von Effizienzgewinnen ist unter bestimmten Bedingungen möglich, wenn Verhandlungen zwischen den Anbietern stattfinden. Ein Marktergebnis, bei dem zwei inkompatible Systeme nebeneinander existieren, kann aber nicht ausgeschlossen werden. Gesellschaftlich gesehen führt dies zu Effizienzverlusten.

Die in den einzelnen Modellen notwendigen Fallunterscheidungen hinsichtlich bestimmter Parameterkonstellationen und die Multiplizität der erhaltenen Gleichgewichtspunkte haben gezeigt, dass vereinfachende Annahmen zwingend notwendig sind, um die Analyse handhabbar zu halten. Diese hohe Abstraktion bietet Spielraum für alternative Interpretationen, die sich auf eine Vielzahl technischer Systeme beziehen können. Insbesondere sind die grundlegenden Ergebnisse auf all jene Systeme anwendbar, die den Charakter eines öffentlichen Gutes haben und zum Konsum ein technisches Hilfsmittel benötigen. Die folgenden Beispiele veranschaulichen, dass die Erweiterung der Nutzungsmöglichkeiten einer bestimmten Hardwarekomponente durch technische Standardsetzung geeignet ist, eine innovative Technologie erfolgreich einzuführen.

Der Durchbruch auf dem Markt für Videorekorder wurde in den achtziger Jahren erst erreicht, als sich ein System gegenüber den Konkurrenzsystemen als *de facto* Standard durchsetzen konnte. Auf dem *digitalen* Videomarkt hatten sich Ende 1995 Hardware- und Softwarefirmen sowie die Computerindustrie auf den einheitlichen DVD-Standard („Digital Video Disc“, „Digital Versatile Disc“) geeinigt, der sowohl für den Computerbereich als auch für den Bereich der Unterhaltungselektronik nutzbar war (Traufetter, 1999). Diese Entscheidung wurde maßgeblich von den Anbietern komplementärer Dienste beeinflusst, insbesondere von Softwarehäusern und Filmstudios, die von einem einheitlichen Standard profitierten (Shapiro und Varian, 1999, S. 234 f.). Der offene IBM-Schnittstellenstandard führte zu einer Stimulierung der Nachfrage nach komplementären Hardware- und Softwarekomponenten. Auch der rasche Markterfolg auf dem CD-Markt lässt sich auf die frühzeitige technische Standardisierung der CD-Abspielgeräte zurückführen (Blind und Bühring, 1996, S. 546). Aktuelle Beispiele für die erfolgreiche Markteinführung innovativer Produkte finden sich im Multimedia-Bereich. So konnte die Internetnutzung vor allem

deshalb ausgeweitet werden, weil die Verfügbarkeit standardisierter Schnittstellen den Austausch von Daten oder e-mail zwischen Nutzern unterschiedlicher Online-Dienste ermöglichte (Shapiro und Varian, 1999, S. 186 f.). Die Bemühungen der Medienbranche, Rundfunk- und Online-Angebote durch Weiterentwicklungen des interaktiven Fernsehens miteinander zu verknüpfen, beinhalten ebenfalls Standardisierungsentscheidungen, die darauf ausgerichtet sind, den Markt zu erweitern und die Gewinnchancen zu erhöhen, indem die Nutzungsmöglichkeiten der Konsumenten ausgedehnt werden (Knauer und Wegner, 1999, S. 94 ff.).

Auf dem digitalen Fernsehmarkt wurde ein Zusammenschlussvorhaben der Programmanbieter Kirch und Bertelsmann von Seiten der europäischen Wettbewerbskommission untersagt. Dabei wurde nicht die technische Standardisierung als solche abgelehnt, die die EU-Kommission in einer Stellungnahme (1996) grundsätzlich als Instrument zur zügigen Markteinführung von Innovationen betrachtet. Ein entscheidender Einwand bezog sich vielmehr gerade auf die nicht standardisierte Programmierschnittstelle des verwendeten Dekoders, die die Darstellungsmöglichkeiten und die Differenzierung dritter Programmveranstalter gegenüber Wettbewerbern maßgeblich einschränkte. Zudem sah die Kommission einen diskriminierungsfreien Zugang zu dem einzusetzenden proprietären Zugangskontrollsystem auf der Basis des geplanten Zusammenschlussvorhabens nicht gewährleistet, da dies voraussetzt, dass der Lizenzinhaber der Dekodertechnologie vom Einfluss eines Programmveranstalters unabhängig ist. Der Ablehnungsbeschluss galt daher in erster Linie dem Bemühen, den deutschen Markt für andere, alternative Programm- und Vermarktungsplattformen digitalen Fernsehens offenzuhalten und einen wirksamen Wettbewerb sicherzustellen (EU-Kommission, 1998a). Diese wettbewerbsrechtliche Problematik ist in allen vorgestellten Modellen vernachlässigt worden.

Die Vorteile der Standardisierung werden üblicherweise mit bestehenden Netzwerkexternalitäten begründet. Bei der Mikrofundierung wird angenommen, dass sich der Nutzen der Konsumenten additiv zusammensetzt aus einem Basisnutzen für das betrachtete Gut und einem nicht näher spezifizierten Netzwerknutzen, der von der Netzwerkgröße abhängt. Unsere Analyse hat aber gezeigt, dass sich Vorteile, die in erster Linie durch eine von der Netzwerkgröße abhängige Vielfalt des Angebotes an Komplementärgütern verursacht werden, detailliert abbilden lassen, wenn die Nutzungsmöglichkeiten alternativer Technologien explizit modelliert werden. So ist es möglich, die sich auf der Anbieterseite ergebenden Anreize zur Standardisierung der Hardwarekomponente eines technischen

Systems unmittelbar aus dem Einfluss zu erklären, den ein einheitlicher Standard auf die attrahierbare Nachfrage und die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten ausübt. Die abgeleiteten Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die erhöhte Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für Komplementärgüter einer standardisierten Technologie es den Anbietern erleichtert, Probleme einer kritischen Masse bei der Etablierung eines neuen Marktes zu überwinden.

Weitere, interessante Ergebnisse sind vermutlich zu erwarten, wenn einige der in der vorliegenden Arbeit unterstellten Rahmenbedingungen modifiziert werden. So ist damit zu rechnen, dass die Modellergebnisse beeinflusst werden, wenn Unsicherheit hinsichtlich der Nachfrage und damit der Gewinnsituation in die Betrachtung einbezogen wird. Außerdem bietet die Problemstruktur die Erweiterung der Modelle zur Abbildung eines Patentwettkampfes an. Dafür müsste eine zusätzliche Stufe betrachtet werden, in der die Unternehmen um die Einführung neuer Technologien konkurrieren. Das Verhandlungsspiel hat bereits gezeigt, dass es für einen Anbieter durchaus lohnend sein kann, wenn er als Erster über eine innovative Technologie verfügt und damit die Option auf die Vergabe von Lizenzen erhält. Man kann die Ausgangssituation des hier untersuchten Verhandlungsspieles als das Ende eines von Anbieter Z gewonnenen Patentrennens ansehen und die von Z geforderten Transferzahlungen als Lizenzforderungen interpretieren. Mit der Erweiterung des Verhandlungsspieles um eine Innovationsstufe würde auch dem schon von Schumpeter (1942, 1993, S. 140) in die volkswirtschaftliche Diskussion eingebrachten Argument Rechnung getragen, dass in kapitalistischen Volkswirtschaften der eigentliche Wettbewerb in der Konkurrenz um Innovationen besteht.

Literaturverzeichnis

- Akerlof, George A. (1970), „The Market for ‚Lemons‘: Quality Uncertainty and the Market Mechanism“, *Quarterly Journal of Economics*, 84, S. 488-500.
- Anderson, Simon P., André de Palma und Jacques-Francoise Thisse (1992), „Discrete choice theory of product differentiation“, MIT Press, Cambridge u.a.
- Arrow, Kenneth J. (1979), „The Property Rights Doctrine and Demand Revelation Under Incomplete Information“, in: Boskin, Michael J. (Hrsg.), *Economics and Human Welfare*, S. 23 – 39, New York
- Arthur, W. Brian (1983), „On Competing Technologies and Historical Small Events: The Dynamics of Choice unter Increasing Returns“, mimeo, Stanford University.
- (1989), „Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events“, *The Economic Journal*, 99, S. 115 – 131.
- Aumann, Robert J. (1959), „Acceptable Points in General Cooperative n-Person Games“, in: Tucker A.W. und R.D. Luce (Hrsg.), *Contributions to the Theory of Games*, S. 287 – 324, Princeton University Press, Princeton.
- (1974), „Subjectivity and Correlation in Randomized Strategies“, *Journal of Mathematical Economics*, S. 67 – 96.
- (1976), „Agreeing to Disagree“, *The Annals of Statistics*, 4/6, S. 1236 – 1239.
- Baumol, William J., John C. Panzar und Robert D. Willig (1982), „Contestable Markets and the Theory of Industry Structure“, New York u.a., Harcourt Brace Jovanovich.
- Besen, Stanley M. und Joseph Farrell (1994), „Choosing How to Compete: Strategies and Tactics in Standardization“, *Journal of Economic Perspectives*, 8/2, S. 117 – 131.
- Besen, Stanley M. und Leland L. Johnson (1986), „Compatibility Standards, Competition, and Innovation in the Broadcasting Industry“, Santa Monica.
- Blankart, Charles B. und Günter Knieps (1994), „Kommunikationsgüter ökonomisch betrachtet“, in: Manfred Tietzel (Hrsg.), *Ökonomik der Standardisierung*, Homo oeconomicus, XI(3), Accedo Verlagsgesellschaft, München, S. 449 – 463.
- Blind, Sofia und Jens Bühring (1996), „Die ökonomische Theorie der Standards und ihre Anwendung auf den Medienbereich“, *Homo oeconomicus*, XIII(4), Accedo Verlagsgesellschaft, München, S. 515 – 560.
- Blümel, Wolfgang, Rüdiger Pethig und Oskar von dem Hagen (1986), „The Theory of Public Goods: A Survey of Recent Issues“, *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 142, S. 241 – 309.

- Brock, Gerald (1975), „Competition, Standards and Self-Regulation in the Computer Industry“, in: Caves, Richard Earl und Marc Roberts (Hrsg.), *Regulating the Product. Quality and Variety*, Cambridge, Mass.
- Brümmerhoff, Dieter (1992), „Finanzwissenschaft“, Oldenbourg Verlag GmbH, München.
- Bulow, Jeremy I., John D. Geanakoplos und Paul D. Klemperer (1985), „Multimarket Oligopoly: Strategic Substitutes and Complements“ *Journal of Political Economy*, 93/3, S. 488 – 511.
- Cho, In-Koo und David M. Kreps (1987), „More signalling games and stable equilibrium“, *Quarterly Journal of Economics*, 102, S. 179 – 221.
- Choi, Jay Pil (1996), „Standardization and experimentation: Ex ante vs. ex post standardization“, *European Journal of Political Economy*, 12, S. 273 – 290.
- Church, Jeffrey und Neil Gandal (1996), *European Journal of Political Economy*, 12, S. 331 – 354.
- Coase, Ronald (1960), „The Problem of Social Cost“, *Journal of Law and Economics*, 3, S. 1 – 44.
- Cowan, Robin (1991), „Tortoises and Hares: Choice among Technologies of Unknown Merit“, *The Economic Journal*, 101, S. 801 – 814.
- Cusumano, Michael A., Yiorgos Mylonadis und Richard S. Rosenbloom (1992), „Strategic Maneuvering and Mass-Market Dynamics: The Triumph of VHS over Beta“, *Business History Review*, 66, S. 51 – 94.
- Damme, Eric van (1983), „Refinements of the Nash Equilibrium Concept“, Springer-Verlag, Berlin u.a.
- (1987), *Stability and Perfection of Nash-Equilibria*“, Springer-Verlag, Heidelberg u.a.
- David, Paul A. (1985), „Clio and the Economics of QWERTY“, *American Economic Review (Proceedings)*, 75/2, S. 332 – 337.
- David, Paul A. und Shane Greenstein (1990), „The Economics of Compatibility Standards: An Introduction of Recent Research“, *Economics of Innovation and New Technology*, 1, S. 3 – 41.
- Dybvig, Philip H. und Chester S. Spatt (1983), „Adoption Externalities As Public Goods“, *Journal of Public Economics*, 29, S. 231 – 247.
- Eaton, Curtis B. und Richard G. Lipsey (1989), „Product Differentiation“, in: Schmalensee, Richard und Robert Willig, *Handbook of Industrial Organization*, I, S. 723 – 768).
- Economides, Nicholas (1989), „Desirability of Compatibility in the Absence of Network Externalities“, *American Economic Review*, 79, S. 1165 – 1181.

- EU-Kommission (1996), „Call for Proposal in Standardisation and Information Society“, Information package, Directorate General III – Industry.
- (1998a), „Entscheidung der Europäischen Kommission vom 27. Mai 1998 in einem Verfahren nach der Verordnung (EWG) Nr. 4064/89 des Rates: (Sache Nr. IV/M.993 - Bertelsmann/Kirch/Premiere)“, in: *Media Perspektiven*, Dokumentation II/98, S. 33 – 57)
 - (1998b), „Entscheidung der Europäischen Kommission vom 27. Mai 1998 in einem Verfahren nach der Verordnung (EWG) Nr. 4064/89 des Rates: (Sache Nr. IV/M.1027 - Deutsche Telekom/BetaResearch)“, in: *Media Perspektiven*, Dokumentation II/98, S. 59 – 71.
- Farrell, Joseph und Garth Saloner (1985), „Standardization, compatibility, and innovation“, *Rand Journal of Economics*, 16/1, S. 70 – 83.
- (1986a), „Standardization and Variety“, *Economics Letters*, 20, S. 71 – 74.
 - (1986b), „Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncements, and Predation“, *American Economic Review*, 76/5, S. 940 – 955.
 - (1988), „Coordination through committees and markets“, *Rand Journal of Economics*, 19/2, S. 235 – 252.
 - (1992), „Converters, Compatibility, And The Control Of Interfaces“, *The Journal of Industrial Economics*, XL(1), S. 9 – 35.
- Friedman, James W. (1990), „Game Theory with Application to Economics, 2. Auflage, Oxford University Press, Oxford.
- Fritsch, Michael, Thomas Wein und Hans-Jürgen Ewers (1993), „Marktversagen und Wirtschaftspolitik“, Verlag Franz Vahlen, München.
- Fudenberg, Drew und Jean Tirole (1983), „Sequential Bargaining with Incomplete Information“, *Review of Economic Studies*, L, S. 221 – 147.
- (1989), „Noncooperative Game Theory for Industrial Organization: An Introduction and Overview“, in: Schmalensee, Richard und Robert D. Willig (Hrsg.), *Handbook of Industrial Organization*, I, S. 259 – 327.
 - (1991), „Perfect Bayesian Equilibrium and Sequential Equilibrium“, *Journal of Economic Theory*, 53, S. 236 – 260.
 - (1995), „Game Theory“, 4. Auflage, MIT Press, Cambridge u.a.
- Gibbons, Roberts (1992), „Game theory for applied economists“, Princeton University Press, Princeton.

- Glanz, Axel (1993), „Ökonomie von Standards: Wettbewerbsaspekte von Kompatibilitäts- Standards dargestellt am Beispiel der Computerindustrie“, Verlag Peter Lang GmbH, Frankfurt am Main.
- Güth, Werner (1992), „Spieltheorie und ökonomische (Bei)Spiele“, Springer-Verlag, Heidelberg u.a.
- Güth, Werner und Brigitte Kalkofen (1989), „Unique Solutions for Strategic Games – Equilibrium Selection Based on Resistance Avoidance“, Springer-Verlag, Heidelberg u.a.
- Güth, Werner und Rüdiger Pethig (1992), „Illegal Pollution and Monitoring of Unknown Quality – A Signaling Game Approach –“, in: Pethig, Rüdiger (Hrsg.), *Conflicts and cooperation in managing environmental resources*, S. 275 – 330, Berlin.
- Harsanyi, John C. (1967/68), „Games with Incomplete Information Played by Bayesian Players“, *Management Science*, 14, S. 159 – 182, S. 320 – 334, S. 486 – 502.
- (1973), „Games with Randomly Disturbed Payoffs: A New Rationale for Mixed-Strategy Equilibrium Points“, *International Journal of Game Theory*, 2, S. 1-23.
- (1979), „A New General Solution Concept for Both Cooperative and Noncooperative Games“, *Vorträge der Rheinisch-Westfälischen Akademie der Wissenschaften*, 287, S. 7 – 40, Westdeutscher Verlag, Opladen.
- Harsanyi, John C. und Reinhard Selten (1988), „*General Theory of Equilibrium Selection in Games*“, Cambridge u. a.
- Holler, Manfred J. (1992), „Ökonomische Theorie der Verhandlungen“, Oldenbourg Verlag, München.
- Holler, Manfred J. und Gerhard Illing (1993), „Einführung in die Spieltheorie“, 2. Auflage, Springer- Verlag, Berlin u.a.
- Hotelling, Harold (1929), „Stability in Competition“, *Economic Journal*, 39, S. 41 – 57.
- Kalkofen, Brigitte (1990), „Gleichgewichtsauswahl in strategischen Spielen: Theorie und Anwendungen“, Physica-Verlag, Heidelberg.
- Katz, Michael L. und Carl Shapiro (1985), „Network Externalities, Competition, and Compatibility“, *American Economic Review*, 75, S. 424 – 440.
- (1986a), „Technology Adoption in the Presence of Network Externalities“, *Journal of Political Economy*, 94/4, S. 822 – 841.
- (1986b), „Product Compatibility Choice in a Market with Technological Progress“, *Oxford Economic Papers*, 38, supplement, S. 146 – 165.
- (1994), „Systems Competition and Network Effects“, *Journal of Economic Perspectives*, 8/2, S. 93 – 115.

- Kindleberger, Charles P. (1983), „Standards as Public, Collective and Private Goods“, *Kyklos*, 36, S. 377 – 396.
- Knapp, Arthur A. (1986), „Voice and Data Communication Standards in Integrated Circuits“, Denver, Colorado.
- Knauer, Tobias und Jochen Wegner (1999), „Online vereint“, *Focus 34/99*, S. 94 – 100.
- Kreps, David M. und Robert Wilson (1982a), „Sequential equilibrium“, *Econometrica*, 50, S. 863 – 894.
- (1982a), „Reputation and imperfect information“, *Journal of Economic Theory*, 27, S. 253 – 279.
- Lancaster, Kelvin (1975), „Socially Optimal Product Differentiation“, *American Economic Review*, 65, S. 567 – 585.
- Leibenstein, Harvey (1950), „Bandwagon, Snob, and Veblen Effects in the Theory of Consumers' Demand“, *Quarterly Journal of Economics*, LXIV, S. 183 – 207.
- Liebowitz, S.J. und Stephen E. Margolis (1994), „Network Externality: An Uncommon Tragedy“, *Journal of Economic Perspectives*, 8/2, S. 133 – 150.
- Lilienthal, Volker (1997), „Zwei in einem Boot“, in: *DIE ZEIT* Nr. 27 vom 27.6.1997, S. 25.
- Luce, R. und H. Raiffa (1957), „Games and Decisions“, Wiley, New York.
- Matutes, Carmen und Pierre Regibeau (1988), „'Mix and Match': product compatibility without network externalities“, *Rand Journal of Economics*, 19/2, S. 221 – 234.
- Michaelis, Peter (1997), „Strategische Produktdifferenzierung privater und öffentlich-rechtlicher TV-Sender“, *Jahrbuch für Wirtschaftswissenschaften* 48, S. 317 – 332.
- Milgrom, Paul und John Roberts (1982a), „Limit Pricing and Entry under Incomplete Information: An Equilibrium Analysis“, *Econometrica*, 50/2, S. 443 – 459.
- (1982b), „Predation, reputation, and entry deterrence“, *Journal of Economic Theory*, 27, S. 280 – 312.
- Nalebuff, Barry J. und Adam M. Brandenburger (1996), „Coopetition – kooperativ konkurrieren“, Campus Verlag, Frankfurt u.a.
- Nash, John (1950), „The Bargaining Problem“, *Econometrica*, 18, S. 155 – 162.
- (1951), „Non-cooperative games“, *Annals of Mathematics*, 54/2, S. 286 – 295.
- (1953), „Two-Person Cooperative Games“, *Econometrica*, 21, S. 123 – 140.
- O.V. (1995), „Der Start des digitalen Fernsehen vom Streit zweier System belastet“, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 24.11.1995, S. 17.
- O.V. (1996a), „Digitales Fernsehen“, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 2.7.1996, S. T1.

- O.V. (1996b), „Ende des Konflikts um die Digital-Decoder“, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 27.7.1996.
- O.V. (1996c), „Konkurrierende Produkte“, *Frankfurter Rundschau* vom 27.7.1996, S. 20.
- O.V. (1997a), „Premiere an der Börse“, *Der Spiegel* Nr. 27 vom 30.6.1997, S. 84.
- O.V. (1997b), „Das Tauziehen um das Digital-Fernsehen“, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 10.11.1997, S. 25.
- O.V. (1997c), „Das digitale Fernsehen zwischen Pionierleistung und Krisenkartell“, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, vom 24.12.1997, S. 13.
- O.V. (1999a), „Ende einer Ehe“, *Der Spiegel* Nr. 12, vom 22.3.1999, S. 88.
- O.V. (1999b), „100 Millionen in Abo-Werbung. Kirch rührt für sein Digital-TV kräftig die Reklametrommel“, *Frankfurter Rundschau* vom 2.6.1999, S. 13.
- Pethig, Rüdiger (1981), „Möglichkeiten der Allokation gemeinschaftlich nutzbarer Güter mit nutzungsabhängiger Qualität“, *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, 137, S. 187 – 211.
- Pfeiffer, Günter H., (1989), „Kompatibilität und Markt: Ansätze zu einer ökonomischen Theorie der Standardisierung“, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- Rasmusen, Eric (1989), „Games and Information. An Introduction to Games Theory“, Cambridge University Press
- Röver, Andreas (1996), „Negative Netzwerkexternalitäten als Ursache ineffizienter Produktwahl“, *Jahrbuch für Nationalökonomie und Statistik*, 215/1, G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Rubinstein, Ariel (1982), „Perfect Equilibrium in a Bargaining Model“, *Econometrica*, 50/1, S. 97 – 109.
- Runkel, Marco (1998), „Alternative Allokationsmechanismen für ein Rundfunkprogramm bei endogener Programmqualität“, *Volkswirtschaftliche Diskussionsbeiträge*, 65-98, Universität-Gesamthochschule Siegen.
- Samuelson, Paul A. (1954), „The Pure Theory of Public Expenditure“, *Review of Economics and Statistics*, 36, S. 387 – 389.
- (1955), „Diagrammatic Exposition of a Theory of Public Expenditure“, *Review of Economics and Statistics*, 37, S. 350 – 356.
- (1969), „Pure Theory of Public Expenditure and Taxation“, in: Margolis, Julius und H. Guitton (Hrsg.), *Public Economics*, S. 98 – 123, London.
- Selten, Reinhard (1975), „Reexamination of the Perfectness Concept for Equilibrium Points in Extensive Games“, *International Journal of Game Theory*, 4, S. 25 – 55.

- (1982), „Einführung in die Theorie der Spiele mit unvollständiger Information“, in: Streißler, Erich (Hrsg), „Information in der Wirtschaft“, *Schriften des Vereins für Socialpolitik*, Neue Folge 126, S. 81 – 148.
- Simon, Carl P. und Lawrence Blume (1994), „Mathematics for economists“, W. W. Norton & Company, New York u.a.
- Shapiro, Carl und Hal R. Varian (1999), „Information rules: a strategic guide to the network economy“, Harvard Business School Press, Boston.
- Sobel, Joel und Ichiro Takahashi (1983), „A Multistage Model of Bargaining“, *The Review of Economic Studies*, 50, S. 411 – 426.
- Spence, A. Michael (1974), „Market Signalling“, Harvard University Press.
- Scheithauer, Ingrid (1999), „Neue Dachmarke für Pay-TV“, *Frankfurter Rundschau* vom 31.3.1999, S. 11.
- Schelling, Thomas C. (1960), „*The Strategy of Conflict*“, Harvard University Press Cambridge u.a.
- Schmidt, Susanne K. und Raymund Werle (1994), „Die Entwicklung von Kompatibilitätsstandards in der Telekommunikation“, in: Manfred Tietzel (Hrsg.), *Ökonomik der Standardisierung*, Homo oeconomicus, XI(3), Accedo Verlagsgesellschaft, München, S. 419 – 448.
- Schumann, Jochen (1992), „Grundzüge der mikroökonomischen Theorie“, 6. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg u.a.
- Schumpeter, Joseph A. (1942) „Capitalism, Socialism and Democracy“, London.
- (1993), „Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie“, 7. Auflage, Francke Verlag, Tübingen u.a.
- Schweizer, Urs (1988), „Externalities and the Coase Theorem: Hypothesis or Result?“, *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, 144, S. 245 – 266.
- Stiglitz und Weiss (1983, unpub.), „Sorting out the Differences between Screening and Signaling Models“, Princeton University, mimeo.
- Tirole, Jean (1995), „The Theory of Industrial Organization“, 8. Auflage, Oldenbourg Verlag, München.
- Traufetter, Birgit R. (1999), „Digitaler Videostandard DVD vor dem Durchbruch?“, *Media Perspektiven* 2/99, S. 50 – 62.
- Tunze, Wolfgang (1998), „Offener Endgeräte-Markt als Nahziel“, *FAZ* vom 21.4.1998, S. T2.

- Woeckener, Bernd (1995a), „Märkte und Normenfindung“, in: „Markt, Norm und Moral“, *Ökonomie und Gesellschaft* 11, S. 160 – 191, Frankfurt.
- (1995b), „Hotelling-Modelle der Konkurrenz und Diffusion von Netzeffektgütern: deterministische und stochastische Ansätze zur Erklärung und Ausbreitung neuer Kommunikations- und Gebrauchsgüter-Systeme“, Francke Verlag, Tübingen.
- Zimmer, Jochen (1996), „Pay-TV: Durchbruch im digitalen Fernsehen?“, *Media-Perspektiven* 7/96, S. 386 – 401.