

universität
wien

DISSERTATION

Titel der Dissertation

„Corporate Governance Strukturen zur Lösung von Koordinations- und Anreizproblemen bei Auftreten spezifischer Investitionsprobleme“

Verfasser

Joachim Wagner

angestrebter akademischer Grad

Doktor der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften (Dr.rer.soc.oec.)

Wien, im Februar 2008

Studienkennzahl lt. Studienblatt:	A 084 157
Dissertationsgebiet lt. Studienblatt:	Internationale Betriebswirtschaft
Betreuer:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Pfeiffer

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis **v**

1 Einleitung **1**

1.1 Motivation 1

1.2 Problemstellung und Gang der Untersuchung 5

1.3 Literaturüberblick 7

2 Modell **17**

2.1 Grundmodell 17

2.2 Ein quadratisch-lineares Szenario 22

2.3 Referenzlösung 24

2.4 Spezialfälle 28

3 Verfahren **39**

3.1 Klassifikation und Grundkonflikte 40

3.2 Zentrale Produktionsplanung 44

3.2.1 Cost- bzw. Revenue-Center Organisation 45

3.2.2 Profit-Center Organisation 54

3.3 Dezentrale Steuerung über kostenorientierte Verrechnungspreise . . . 66

3.3.1 Ex-ante Preissetzung 69

3.3.2 Ex-post Preissetzung 90

3.3.3 Kombinierte Preissetzung: Cost-Plus Verrechnungspreise . . . 113

3.4 Dezentrale Steuerung über verhandelte Verrechnungspreise 127

4 Vergleiche **141**

4.1 Zur Wahl eines Mechanismus der dezentralen Steuerung: Kostenbasierte Verrechnungspreise 142

4.1.1 Ex-post Transferpreise 144

4.1.2 Ex-post vs. Cost-Plus Transferpreise 151

4.1.3 Ex-ante Transferpreise 157
4.1.4 Ex-ante vs. Cost-Plus Transferpreise 162
4.1.5 Ex-ante vs. ex-post Transferpreise 172
4.1.6 Zusammenfassung der Ergebnisse 180
4.2 Zur Wahl eines Mechanismus der dezentralen Steuerung: Verhandelte vs. kostenbasierte Verrechnungspreise 183
4.2.1 Verhandelte vs. ex-ante Transferpreise 185
4.2.2 Verhandelte vs. ex-post Transferpreise 189
4.2.3 Verhandelte vs. Cost-Plus Transferpreise 194
4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse 199
4.3 Zur Wahl der Organisationsform bei zentraler Produktionsplanung . 201
4.4 Zentrale Planung vs. dezentrale Steuerung 206
4.4.1 Zentrale Planung vs. ex-ante Verrechnungspreise 206
4.4.2 Zentrale Planung vs. ex-post Verrechnungspreise 220
4.4.3 Zentrale Planung vs. Cost-Plus Verrechnungspreise 228
4.4.4 Zentrale Planung vs. verhandelte Verrechnungspreise 233
4.4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse 238
4.5 Überblick über die Ergebnisse 241

5 Zusammenfassung **251**

A Beweise zu Kapitel 2: Modell **255**

B Beweise zu Kapitel 3: Verfahren **263**

C Beweise zu Kapitel 4: Vergleiche **335**

Literaturverzeichnis **355**

Abbildungsverzeichnis

2.1 Organisationsstruktur des Unternehmens 18
2.2 Entscheidungsabfolge im Produktionsprozess 20
2.3 Skizzen der Kosten- und Erlösfunktionen 23
2.4 Mengenentscheidung der Referenzsituation 25
2.5 Investitionsentscheidung der Referenzsituation 27

3.1 Klassifikation der Steuerungsmechanismen 41
3.2 Handlungssequenz bei zentraler Mengenplanung und Cost- bzw. Revenue-Center Organisation 46
3.3 Investitionsentscheidung bei zentraler Mengenplanung und Cost- bzw. Revenue-Center Organisation 47
3.4 Mengenentscheidung bei zentraler Mengenplanung und Cost- bzw. Revenue-Center Organisation 49
3.5 Handlungssequenz bei zentraler Mengenplanung und Profit-Center Organisation 56
3.6 Investitionsentscheidung bei zentraler Mengenplanung und Profit-Center Organisation 57
3.7 Mengenentscheidung bei zentraler Mengenplanung und Profit-Center Organisation 58
3.8 Handlungssequenz bei standardkostenbasierten Transferpreisen 70
3.9 Handlungssequenz bei ex-ante Monopolpreisen 70
3.10 Investitionsentscheidung bei ex-ante Preissetzung 71
3.11 Mengenentscheidung bei ex-ante Preissetzung 73
3.12 Handlungssequenz bei ex-post Preissetzung 91
3.13 Mengenentscheidung bei ex-post Preissetzung 93
3.14 Investitionsentscheidung bei ex-post Preissetzung 95
3.15 Handlungssequenz bei Cost-Plus Verrechnungspreisen 114
3.16 Mengenentscheidung bei Cost-Plus Verrechnungspreisen 115

3.17 Investitionsentscheidung bei Cost-Plus Verrechnungspreisen 116
3.18 Handlungssequenz bei dezentraler Steuerung über verhandelte Verrechnungspreise 129
3.19 Mengenentscheidung bei dezentraler Steuerung über verhandelte Verrechnungspreise 130
3.20 Investitionsentscheidung bei dezentraler Steuerung über verhandelte Verrechnungspreise 131

4.1 Kostenbasierte Verrechnungspreisverfahren 143
4.2 Vergleich der kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren 162
4.3 Vergleich der kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren bei Verifikation der Ist-Kosten 172
4.4 Vergleich der kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren ohne Verifikation der Ist-Kosten 180
4.5 Zentrale Planung vs. ex-ante Verrechnungspreise 212
4.6 Zentralisierung vs. Dezentralisierung und Regressionsanalyse 214
4.7 Zentralisierung vs. Dezentralisierung bei deterministischem Rohstoffmarkt 216
4.8 Zentralisierung vs. Dezentralisierung bei deterministischem Absatzmarkt 217
4.9 Zentralisierung vs. Dezentralisierung bei deterministischem Gesamtmarkt 219
4.10 Zentrale Planung vs. ex-post Verrechnungspreise 229
4.11 Zentrale Planung vs. Cost-Plus Verrechnungspreise 233
4.12 Zentrale Planung vs. verhandelte Verrechnungspreise 237
4.13 Überblick über die Investitionsentscheidungen der Verfahren 245
4.14 Überblick über die Dominanz der Verfahren 248

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Motivation

> The trend toward decentralization, with its multiplicity of internal "profit centers," has given rise to the thorny problem of setting prices for transactions within a company. [...] A company, in decentralizing, expects to increase its profitability by giving direct profit incentives and evaluations to more people in management; if this is to be successful, the company must insure that one profit center is not led to increase its profits by reducing the profit of the company as a whole.[1]

Diese inzwischen mehr als 50 Jahre alte Problembeschreibung von Paul W. Cook ist noch immer aktuell. Auch die aktuelle Literatur sucht weiterhin nach Lösungen für die in der Praxis beobachtbaren Koordinationsprobleme. Dabei besteht neben der prinzipiellen Möglichkeit, zwischen einer zentralen oder dezentralen Lösung zu wählen, in beiden Fällen auch die Notwendigkeit, eine konkrete Ausgestaltung der Koordinationsmechanismen zu wählen. Sowohl die fundamentale Entscheidung zwischen Zentralisierung und Dezentralisierung als auch die Wahl eines geeigneten dezentralen Steuerungsmechanismus beschäftigen nicht erst seit Cook (1955) die betriebswirtschaftliche Forschung.

Hinter der Wahl zwischen einer Planung durch eine Zentralinstanz und einer dezentralen Steuerung über Verrechnungspreise[2] verbirgt sich die bereits von Coase (1937) aufgeworfene Frage, weswegen große Unternehmen nicht tendenziell dem

[1] Siehe Cook (1955, S. 87).

[2] Für eine Verrechnungspreis-Definition vgl. bspw. schon Schmalenbach (1909, S. 168 ff.) oder in der neueren Literatur Martini (2007, Kapitel 2).

Markt überlegen sind. In Fällen, in denen dies lohnend ist, kann eine derartige große Organisation einen Markt imitieren, in anderen Fällen auf hierarchische Strukturen zurückgreifen, und so die Entscheidung zwischen Zentralisierung und Dezentralisierung flexibel treffen. Die Idee, einen Markt innerhalb eines Unternehmens zu rekonstruieren, ist ein klassisches Thema in der Betriebswirtschaftslehre und geht bereits auf Untersuchungen Eugen Schmalenbachs aus dem Jahr 1903 zu Verrechnungspreisen in großindustriellen Betrieben zurück, die er in seiner unveröffentlichten Habilitationsschrift zusammengefasst sind.[3] Auch Weitzman (1974) hat sich in seiner klassischen Arbeit „Prices versus Quantities“ mit dieser Fragestellung beschäftigt. Er analysiert dabei, ob ein Agent eher über Preise oder über Mengen zu steuern ist, wenn zwischen den beteiligten Unternehmenseinheiten keine Kommunikation möglich ist. Ebenso werden auch in der modernen Management-Accounting-Literatur die Vor- und Nachteile zentraler wie dezentraler Mechanismen kontrovers diskutiert.[4]

Die Entscheidung zwischen Zentralisierung und Dezentralisierung wurde bspw. im Rahmen der seit einigen Jahren geführten Beyond-Budgeting-Debatte diskutiert. Dort wurde die Auffassung vertreten, dass eine zentrale Planung über Budgets für die sich immer schneller ändernde Umwelt zu unflexibel sei.[5] Transferpreise hingegen könnten dezentrale, private Informationen besser nutzen und damit flexibler auf Änderungen der Umwelt reagieren. Auf der anderen Seite wird argumentiert, dass im Rahmen einer dezentralen Steuerung über Verrechnungspreise die verschiedenen Unternehmenseinheiten zu stark voneinander abgegrenzt würden und auf diese Weise innerbetriebliche Koordinationsanreize verloren gingen oder zumindest verringert würden.[6]

Auf den diesen beiden Aussagen innewohnenden Konflikt hat schon Williamson (1967) in einer nichtformalen Arbeit hingewiesen:[7] Gibt die Zentrale den Bereichen größere Verfügungsgewalt über Ressourcen des Unternehmens, so verzichtet sie auf Möglichkeiten direkten Einfluss auf die Entscheidungen des Unternehmens zu nehmen und das Vorgehen der Bereiche mittels zentraler Vorgaben aufeinander abzu-

[3] Veröffentlichte Arbeiten, in denen sich Schmalenbach mit Verrechnungspreisen auseinandersetzt, sind Schmalenbach (1909, 1947, 1948).

[4] Vgl. für eine explizite Diskussion der Frage nach „Preisen oder Mengen“ zur Unternehmenssteuerung z. B. Milgrom und Roberts (1992), zu Diskussionen bzgl. des Grades der Dezentralisierung an Hand des Center-Konzeptes bspw. Anthony und Govindarajan (2003), Zimmerman (2003), Brickley u. a. (2004), Ewert und Wagenhofer (2005) oder Horngren u. a. (2006).

[5] Vgl. z. B. Hope und Fraser (2003).

[6] Vgl. z. B. Zimmerman (2003) oder Neus (1997).

[7] Williamson (1967) unterstellt dabei, dass die Bereiche im Gegensatz zur Zentrale zustandsbedingt auf die Entwicklung der Umwelt reagieren können.

stimmen („Control Loss“). Andererseits wird den Bereichen durch dieses Delegation von Entscheidungen die Möglichkeit eingeräumt, auf Umweltschwankungen zu reagieren. Auf Grund asymmetrischer Informationsverteilungen zwischen Bereichen und Zentrale kann auf diese Weise detaillierteres Wissen über Umweltbedingungen in die Unternehmensentscheidungen einfließen („Flexibility Gain“). In diesem Spannungsfeld zwischen „Control Loss“ und „Flexibility Gain“ muss sich jede Entscheidung zwischen Zentralisierung und Dezentralisierung bewähren.

Ist die Entscheidung zur dezentralen Steuerung über Verrechnungspreise gefallen, so verbleibt die Wahl des „richtigen“ Verrechnungspreises als Problemstellung. Schon Camman (1929) stellt fest, dass dies keine rein akademische Frage sei.[8] Vielmehr sei die Frage nach dem richtigen Transferpreis von großer, noch wachsender praktischer Relevanz, insbesondere als Ergebnis der industriellen Expansion.[9] In empirischen und theoretischen Studien zum Einsatz von Verrechnungspreisen wird eine Vielzahl an gebräuchlichen Verrechnungspreisverfahren genannt.[10] Zwischen 30 und 85 Prozent aller befragten Unternehmen verwenden diesen Studien zufolge kostenbasierte Verrechnungspreise, was Ewert und Wagenhofer (2005) dazu veranlasst davon zu sprechen, dass „Verrechnungspreise auf Basis der Kosten der Erstellung der internen Leistung in der Praxis am häufigsten verwendet“[11] werden.

Kostenbasierte Verrechnungspreise umfassen jedoch eine sehr weit gefasste, heterogene Menge unterschiedlicher Verfahren. Dabei kommen auch Verfahren zum Einsatz, die bewusst die tatsächliche Kostensituation verzerren.[12] Ein detaillierter Blick auf die genannten empirischen und theoretischen Studien offenbart jedoch Mängel. So wird aus vielen Studien nicht klar, wie genau die Verrechnungspreise bestimmt werden: Von welcher Unternehmenseinheit werden zu welchem Zeitpunkt auf Basis welcher Informationen Entscheidungen getroffen? Des Weiteren fehlt es den bisherigen Studien an einem umfassenden Vergleich der verschiedenen Verfahren: Es fehlen

[8] Zur praktischen Relevanz dieser Frage siehe z. B. Feinschreiber (2004) oder Beißel (2005).

[9] Siehe Camman (1929, S. 37): „The question is not an academic one. On the contrary, it is very practical and is of increasing importance [...] as the result of industrial expansion and combination.“

[10] Ein Überblick über empirische Verrechnungspreisstudien ist z. B. in Grabski (1985, S. 56), Emmanuel und Mehafdi (1994, S. 34 ff.), Tang (1997), Borkowski (1999, S. 548), Coenenberg (2003, S. 563 ff.), Ernst & Young (2005) und Ewert und Wagenhofer (2005, S. 586) zu finden. Allgemeine Überblicke zu Verrechnungspreisen sind bspw. McAulay und Tomkins (1992), Trost (1998), Korn u. a. (2001), Pfaff und Pfeiffer (2004), Lengsfeld (2005) oder Böckem u. a. (2004).

[11] Siehe Ewert und Wagenhofer (2005, S. 596).

[12] Merchant und Shields (1993) zeigen beispielhaft auf, wieso verzerrte Kostenmaße die Entscheidungsfindung verbessern können.

Aussagen darüber, in welchen Situationen welche Transferpreise verwendet werden sollten. So kommen Boyns u. a. (1999) zu der Aussage, dass bis auf wenige Ausnahmen keine validen empirischen Untersuchungen zur Theorie der Transferpreisbildung vorhanden sind.[13]

Unabhängig davon, ob zur Unternehmenssteuerung nun ein dezentraler Transferpreismechanismus herangezogen wird oder ein zentraler Mengenplanungsmechanismus, geht mit der Wahl eines Steuerungsmechanismus die Wahl einer Organisationsform für das Unternehmen einher. So kann ein zentraler Mengenplanungsmechanismus bspw. sowohl im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation implementiert werden, jedoch auch in einer Profit-Center Organisation. Die meisten Transferpreismechanismen führen hingegen zu einer impliziten Profit-Center Organisation. Mit der Auswahl eines Steuerungsmechanismus beantwortet die nachfolgende Analyse gleichzeitig die Frage nach der Ausgestaltung der Unternehmensorganisation in Abhängigkeit von Umweltbedingungen und der aktuellen Unternehmenssituation. Die vorliegende Arbeit nimmt damit einen schon von Williamson (1985), Grossman und Hart (1986), Holmström und Tirole (1989), and Hart (1996) formulierten Gedanken auf, dass die Organisationsstruktur eines Unternehmens als Reaktion auf die Umweltbedingungen betrachtet wird. Die vorliegende Arbeit geht dabei insbesondere auf den Zusammenhang zwischen der Organisationsform bzw. dem Steuerungsmechanismus auf der einen Seite und dem Verhältnis der externen Märkte untereinander auf der anderen Seite ein.[14] Im Gegensatz zu Holmström und Tirole (1991) und Anctil und Dutta (1999) wird jedoch in der nachfolgenden Analyse von Moral Hazard Problemen und Fragen der Management-Entlohnung abstrahiert.

Ziel der nachfolgenden Arbeit ist es nun, einen Beitrag zur Lösung der oben beschriebenen Problemkreise zu leisten. Zum einen soll also die Entscheidung zwischen Zentralisierung und Dezentralisierung neu beleuchtet werden, um damit neue Erkenntnisse über das Spannungsfeld zwischen „Control Loss“ und „Flexibility Gain“ zu gewinnen. Zum anderen soll für die bedeutendsten Verfahren zentraler Planung über Mengenvorgaben und dezentraler Steuerung über Verrechnungspreise in einem einheitlichen Modellrahmen untersucht werden, unter welchen Umständen eindeu-

[13] Siehe Boyns u. a. (1999, S. 86): „... empirical investigation of a theory of transfer price determination is not apparent.“

[14] Einen Überblick darüber, wann eine bestimmte Organisationsform gewählt werden sollte gibt bspw. Brickley u. a. (2004, S. 455). Auf den Zusammenhang zwischen der Situation auf externen Märkten und der Organisationsform des Unternehmens geht auch Zimmerman (2003, S. 681 ff.) ein.

tige Empfehlungen bzgl. der Wahl eines Mechanismus zu Unternehmenssteuerung gegeben werden können.

1.2 Problemstellung und Gang der Untersuchung

Um dieses Ziel erreichen zu können, wird im Folgenden ein zweistufiger Produktionsprozess untersucht. Eine produzierende Einheit stellt ein Vorprodukt her, das ausschließlich von einer absetzenden Abteilung abgenommen und zu einem Endprodukt weiterverarbeitet wird. Die Produktionsabteilung kauft dafür auf einem externen Rohstoffmarkt die Grundstoffe, die es für die Produktion des Zwischenproduktes benötigt, während die Absatzabteilung das Endprodukt auf einem externen Markt absetzt. Beide Abteilungen können der Theorie spezifischer Investitionen folgend unter Unsicherheit über die Umweltsituation zum Produktionszeitpunkt transaktionsspezifische Investitionen tätigen, die ausschließlich das Ergebnis aus dem beschriebenen Handel verbessern. Investitionen des Produktionsbereichs führen dabei zu Kostenreduktionen, Investitionen des Absatzbereichs zu einer Verbesserung der Erlössituation. Nachdem die Situation auf den Märkten feststeht, findet der Handel zwischen den Bereichen statt, Zwischen- und Endprodukt werden produziert, intern gehandelt und schließlich auf dem externen Markt abgesetzt. In Kapitel 2 ist das zugrunde gelegte Modell sehr viel detaillierter beschrieben. Neben der Beschreibung des allgemeinen Modells in Abschnitt 2.1 wird in Abschnitt 2.2 ein quadratisch-lineares Szenario vorgestellt, auf dem die nachfolgenden Analysen basieren. Abschnitt 2.3 beschreibt die Referenzlösung des Investitions- und Produktionsproblems, bei der von Interessenkonflikten zwischen Abteilungen und Zentrale abstrahiert wird. Der dieses Kapitel abschließende Abschnitt 2.4 geht auf fünf Spezialfälle ein, die für die Analysen der Mechanismen von Interesse sind. Dabei wird zum einen auf Situationen einseitiger Investitionstätigkeit eingegangen, wenn also entweder nur der Produktions- oder nur der Absatzbereich investieren können. Zum anderen werden Situationen beschrieben, in denen die Märkte, auf denen das Unternehmen agiert, teilweise deterministisch sind.

Im darauffolgenden Kapitel 3 werden die in diesem Setting betrachteten Mechanismen zur Investitions- und Produktionssteuerung betrachtet. Es werden dabei 3 verschiedene Kategorien von Steuerungsmechanismen betrachtet:

- Mechanismen zu zentralen (Mengen-)Planung,

- dezentrale kostenorientierte Verrechnungsmechanismen und
- dezentrale verhandlungsbasierte Verrechnungspreismechanismen.

Wie schon in Abschnitt 1.1 erwähnt, kann ein zentraler Mengenplanungsmechanismus sowohl auf einer Cost- bzw. Revenue-Center als auch auf einer Profit-Center Organisation aufsetzen. Zwischen diesen beiden Fällen wird bei der Vorstellung der Verfahren in Abschnitt 3.2 unterschieden. Beiden Fällen gemeinsam ist jedoch, dass die Zentrale, bevor die Umweltsituation klar ist, über die zu produzierende und zwischen den beiden Bereichen auszutauschende Menge entscheidet.

In Abschnitt 3.3 werden insgesamt fünf verschiedene kostenbasierte Verrechnungspreissysteme vorgestellt. Sie gleichen sich dahingehend, dass der absetzende Bereich unter Sicherheit über die Umweltsituation zum Produktionszeitpunkt die zu produzierende Menge bestimmt. Die Unterschiede der verschiedenen Verfahren zeigen sich an der preissetzenden Abteilung und dem Zeitpunkt der Preisentscheidung:

Ex-ante Verrechnungspreise: Bei diesen Verfahren wird der Transferpreis unter Unsicherheit über die Situation der Umwelt zum Produktionszeitpunkt bestimmt. Dabei wird zwischen

standardkostenbasierten Verrechnungspreisen, die durch die Zentrale bestimmt werden, und

ex-ante Monopolpreisen, die durch den Produktionsbereich festgelegt werden,

unterschieden.

Ex-post Verrechnungspreise: Wird der Transferpreis erst bestimmt, wenn die Umweltsituation zum Produktionszeitpunkt bekannt ist, so entfällt die Möglichkeit einer Entscheidung durch die Zentrale, da diese der Theorie unvollständiger Verträge zufolge nicht zustandsbedingt steuern kann. Ex-post Verrechnungspreise werden als Monopolpreise durch den Produktionsbereich festgelegt. Dieser kann zum Zeitpunkt der Preisentscheidung über die Realisation der Märkte entweder

vollständige Informationen haben, also sowohl über die Realisation auf dem Rohstoff- als auch auf dem Absatzmarkt informiert sein, oder

unvollständige Informationen haben und nur über den Rohstoffmarkt, auf dem er direkt agiert, informiert sein.

Es wird unterstellt, dass jeder Bereich nur die Realisation des Marktes beobachten kann auf dem er direkt agiert. Um symmetrisch informiert zu sein, wird den Bereichen ein Informationssystem zur Verfügung gestellt, das ihnen Informationen über die Realisation auf dem jeweils anderen Markt zukommen lässt.

Cost-Plus Verrechnungspreise: Eine hybride Art der Preisentscheidung stellen schließlich die Cost-Plus Verrechnungspreise dar, bei denen die Zentrale vor Realisation der Umwelt einen Aufschlag δ bestimmt. Der Transferpreis setzt sich dann aus der Summe der tatsächlichen Stückkosten und diesem Aufschlag zusammen und steht demzufolge erst nach Realisation der Umwelt vollständig fest.

Abschließend wird in Abschnitt 3.4 ein Mechanismus verhandelter Verrechnungspreise betrachtet, bei dem die beiden Bereiche nach Realisation der Umwelt sowohl die Produktionsmenge als auch einen Transferbetrag untereinander aushandeln.

Im anschließenden Kapitel 4 wird erarbeitet, unter welchen Bedingungen Aussagen über die Vorteilhaftigkeit einzelner Verfahren getroffen werden können. Dazu werden die kostenbasierten Verrechnungspreismechanismen untereinander verglichen (Abschnitt 4.1) und kostenbasierte und verhandelte Verrechnungspreise miteinander verglichen (Abschnitt 4.2). In Abschnitt 4.3 wird untersucht, welche Organisationsform bei einer zentralen Mengenplanung vorteilhaft ist, bevor in Abschnitt 4.4 die dezentralen kostenorientierten oder verhandlungsbasierten Verrechnungspreisverfahren miteinander verglichen werden.

Nach einer Zusammenfassung der Arbeit in Kapitel 5 werden im Anhang die mathematischen Herleitungen aufgeführt. Die Arbeit beginnt im nächsten Abschnitt 1.3 mit einem kurzen Überblick über die zu den nachfolgenden Analysen eng verwandte Literatur.

1.3 Literaturüberblick

Die Analysen in den nachfolgenden Kapiteln stehen in einer Linie mit den schon lange diskutierten Fragestellungen zur richtigen Ausgestaltung von Verrechnungspreis-

systemen sowie der übergeordneten Frage ob zur Unternehmenssteuerung Preis- oder Mengenvorgaben herangezogen werden sollten. Die neoklassischen Untersuchungen von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956) kommen zu dem Schluss, dass zur optimalen dezentralen Unternehmenssteuerung ein Transferpreis in Höhe der Grenzkosten festgelegt werden sollte. Sie analysieren dabei ein Szenario, in dem von spezifischen Investitionen und Unsicherheit über die Realisierung der Umwelt abstrahiert ist. Schon diese Arbeiten zeigen jedoch das dabei erwachsende Dilemma der pretialen Lenkung auf: Zur Unternehmenssteuerung geeignete dezentrale Transferpreise liegen erst dann vor, wenn sie nicht mehr gebraucht werden, da das Steuerungsproblem zentral gelöst werden kann, bzw. bei Bestimmung der Verrechnungspreise durch die Zentrale schon gelöst ist.[15]

Analysen der Koordinationsaufgaben im Rahmen der Agency-Theorie, wie z. B. Harris u. a. (1982), Amershi und Cheng (1990), Banker und Datar (1992), Wagenhofer (1994) oder Vaysman (1996), ergänzen das neoklassische Modell um Aspekte der asymmetrischen Informationsverteilung.[16] Dabei kann der besser informierte Bereichsleiter seine private Information auf Kosten der Zentrale ausnutzen. Mit Hilfe des Revelationsmechanismus[17] zeigt z. B. Myerson (1979), dass jeder optimale Mechanismus äquivalent zu einem direkten Revelationsmechanismus ist, bei dem der Manager seine private Information bekannt gibt und dafür eine Kompensation erhält. Im Ergebnis bedeutet dies, dass dezentrale Transferpreise immer durch zentralisierte Mechanismen dominiert werden, wenn verifizierbare Verträge für alle möglichen Zustände geschrieben werden können.[18, 19]

In einem Setting hingegen, in dem der Revelationsmechanismus nicht mehr gilt, wenn bspw. die Kommunikation zwischen den Bereichen und der Zentrale eingeschränkt

[15] Vgl. für einen Überblick über das Dilemma der pertialen Lenkung und möglichen Lösungsansätzen u. a. in neoklassischen Modellrahmen bspw. Pfaff und Pfeiffer (2004), zum Dilemma der pretialen Lenkung allgemein z. B. Hax (1965), Laux und Liermann (2005) oder Ewert und Wagenhofer (2005). Allgemeine Überblicke zur aktuellen Verrechnungspreisliteratur sind bspw. in Böckem u. a. (2004) und Göx und Schiller (2007) zu finden.

[16] Zur Agency-Theorie allgemein vgl. z. B. Güth (1992), Osborn und Rubinstein (1994) oder Holler und Illig (1996).

[17] Vgl. dazu z. B. Fudenberg und Tirole (1991), Gibbons (1992) oder Schweizer (1999).

[18] Siehe Zingales (1998, S. 486): „Myerson (1979) shows that all optimal mechanisms are equivalent to a revelation (direct) mechanism in which the agent (manufacturer) publicly announces his information and receives compensation contingent on his announcement. An important consequence of this result is that, in the mechanism design approach, delegation (giving an agent discretion over certain decisions) is always weakly dominated by a fully centralized mechanism, where all decisions are made ex ante by the designer."

[19] Für eine Übersicht über Analysen dieses Themenkomplexes im Rahmen der Agency-Theorie vgl. z. B. Pfaff und Pfeiffer (2004).

ist oder aus anderen Gründen nicht für jeden Umweltzustand ein Vertrag geschlossen werden kann, identifiziert erstmals Vaysman (1996) eine Situation, in der ein kostenbasierter Verrechnungspreismechanismus einen zentralen Mechanismus dominiert.[20] Ebenso wie Amershi und Cheng (1990) und Banker und Datar (1992) zeigt Vaysman (1996), dass sich der optimale Transferpreis aus den Grenzkosten und einem Aufschlag zusammensetzt. Dem Ergebnis von Vaysman (1996) folgend sollten Unternehmen eher über Preismechanismen gesteuert werden, jedoch wird schon von Weitzman (1974) festgestellt, dass dies in der Praxis so nicht gegeben ist.[21]

In der vergangenen Dekade wurden Untersuchungen der Frage nach der Ausgestaltung unternehmensinterner Steuerungsmechanismen um transaktionsspezifische Investitionen erweitert.[22] Dies kann auch als Replik auf die Kritik von Williamson (1983) verstanden werden, dass im Rahmen der Agency-Theorie „transaktionsspezifische Investitionen und daraus resultierende Verhaltensprobleme außer Acht“[23] gelassen wurden. Transaktionsspezifische Investitionen entfalten innerhalb einer Vertragsbeziehung ihre Wirkung und erhöhen den durch diese Vertragsbeziehung generierten Wert. Außerhalb einer solchen Beziehung haben sie hingegen wenig oder gar keinen Wert.

In den Rahmen dieser Untersuchungen fällt die nachfolgende Arbeit. Sie basiert auf einem zweistufigen Produktionsprozess, bei dem beide Bereiche durch spezifische Investitionen die Handelsbeziehung aufwerten können. Die Investitionen, die ex-ante unter Unsicherheit getätigt werden, verbessern die Kosten- bzw. Erlössituation des Unternehmens bzw. des unter Sicherheit stattfindenden Produktionsprozesses. Das der Delegation der Investitionsentscheidungen zu Grunde liegende Problem besteht darin, dass den Bereichen die Investitionsauszahlungen nicht verursachungsgerecht zugerechnet werden können. Für die Bereiche besteht damit die Gefahr, dass sie zwar die Kosten der von ihnen durchgeführten Investitionen alleine tragen müssen, nicht jedoch in vollem Ausmaß von der Wirkung ihrer Investitionen profitieren.

[20] Auch Melumad u. a. (1992, 1995) zeigen, dass bei Kommunikationsbarrieren eine dezentrale Steuerung gegenüber einer zentralen Planung überlegen ist, jedoch unabhängig von Verrechnungspreismechanismen.

[21] Siehe Weitzman (1974, S. 478 f.): „If there were really some basic intrinsic advantage to a system which employed prices as planning instruments, we would expect to observe many organizations operating with this mode of control, especially among multi-divisional business firms in a competitive environment. Yet the allocation of resources within private companies [...] is almost never controlled by setting administered transfer prices on commodities and letting self-interest profit maximization do the rest.“

[22] Vgl. zu spezifischen Investitionen bspw. Williamson (1985) oder Hart (1996).

[23] Siehe Pfeiffer (2003, S. 23).

Mechanismus	Bisherige Untersuchungen	Preis	Menge
Zentrale Mengenplanungsmechanismen			
bei Cost- bzw. Revenue-Center Organisation	Pfeiffer und Wagner (2007a), Pfeiffer und Wagner (2007b)	-	Zentrale
bei Profit-Center Organisation	Hofmann und Pfeiffer (2006)	-	Zentrale
Ex-ante Preissetzung			
Standardkostenbasierte Verrechnungspreise	Lengsfeld und Schiller (2004), Pfeiffer und Wagner (2007a), Pfeiffer und Wagner (2007b), Pfeiffer u. a. (2007)	Zentrale	A
Ex-ante Monopolpreise		P	A
Ex-post Preissetzung			
Ex-post Monopolpreise (mit Informationssystem)	Baldenius und Reichelstein (1998), Baldenius u. a. (1999), Pfeiffer (2002), Pfeiffer u. a. (2007)	P	A
Ex-post Monopolpreise (ohne Informationssystem)	Pfeiffer u. a. (2007)	P	A
Hybride Preissetzung			
Cost-Plus Verrechnungspreise	Pfeiffer (2002), Lengsfeld und Schiller (2004), Pfeiffer u. a. (2007)	Zentrale	A
Verhandlungen			
Verhandelte Verrechnungspreise	Baldenius und Reichelstein (1998), Baldenius u. a. (1999), Pfeiffer (2002), Hofmann und Pfeiffer (2006)	P und A in Verhandlungen	P und A in Verhandlungen

Tabelle 1.1: Behandelte Verfahren zur Investitions- und Produktionssteuerung

Die Analysen der vorliegenden Arbeit stehen dabei in enger Verwandtschaft zu den Arbeiten von Baldenius und Reichelstein (1998), Baldenius u. a. (1999), Pfeiffer (2002), Hofmann und Pfeiffer (2006), Pfeiffer und Wagner (2007a), Pfeiffer und Wagner (2007b) und Pfeiffer u. a. (2007). Ähnlich den in vorliegender Arbeit durchgeführten Analysen vergleichen die genannten Arbeiten einzelne Mechanismen zur Steuerung eines zweistufigen Produktionsprozesses miteinander. Erweiternd werden die untersuchten Verfahren in den nachfolgenden Kapiteln jedoch erstmals in einem einheitlichen Modellrahmen systematisch einander gegenübergestellt. Tabelle 1.1 stellt dar, welche Verfahren in der aktuellen Literatur schon im gewählten Modellrahmen unvollständiger Verträge untersucht wurden, und benennt, durch welche Unternehmenseinheit die Entscheidungen über einen möglichen Transferpreis und die Menge getroffen werden.

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen verschiedener Steuerungsmechanismen stellen dabei die Arbeiten von Baldenius und Reichelstein (1998) und Baldenius u. a. (1999) dar. Sie vergleichen die Leistungsfähigkeit von verhandelten Verrechnungspreisen gegenüber ein- und zweiteiligen ex-post Monopolpreisen mit Informationssystem, also bei perfekter symmetrischer Information. Sie zeigen dabei, dass ein zweiteiliger Transferbetrag, bestehend aus einem variablen und einem fixen Teil, durch einen verhandelten Verrechnungspreismechanismus, bei dem der Absatzbe-

reich die alleinige Verhandlungsmacht innehat, nachgebildet werden kann und somit (bei beidseitiger Investition) immer unterlegen ist. Sie zeigen zudem, dass bei Investitionen durch beide Bereiche für die Verteilung der Verhandlungsmacht im System der verhandelten Verrechnungspreise eindeutige Grenzwerte benannt werden können, innerhalb derer das System einteiliger Verrechnungspreise dominiert wird.

Pfeiffer (2002) bestätigt die Untersuchungen von Baldenius und Reichelstein (1998) und Baldenius u. a. (1999) für quadratische Investitionskosten und führt zudem erstmals ein Cost-Plus Verrechnungspreisverfahren im vorliegenden Setting ein. Pfeiffer (2002) zeigt, dass Cost-Plus Verrechnungspreise gegenüber ex-post Monopolpreisen bei Vorliegen eines Informationssystems dominieren, wenn ein Schwellenwert überschritten wird. Da bei dieser Analyse ebenso wie bei Baldenius und Reichelstein (1998) und Baldenius u. a. (1999) jedoch von einer stochastischen Preisreagibilität ausgegangen wird, ist diese Bedingung nur schwer interpretierbar. Als Konsequenz bleiben die treibenden Kräfte für die Vorteilhaftigkeit des Cost-Plus Verfahrens unklar.

Von Hofmann und Pfeiffer (2006) wird die vielfach diskutierte Fragestellung aufgegriffen, ob Mengen oder Verrechungspreise zur Investitions- und Produktionssteuerung herangezogen werden sollten. Diese Fragestellung wird anhand eines Vergleichs zwischen verhandelten Verrechnungspreisen auf der einen und einem zentralen Mengenplanungsmechanismus auf der anderen Seite untersucht. Dabei wird ebenso wie beim Mechanismus verhandelter Preise auch bei zentraler Mengenplanung eine Profit-Center Organisation unterstellt. Hofmann und Pfeiffer (2006) benennen einen eineindeutigen Schwellenwert der zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit eines der beiden Verfahren herangezogen werden kann.

Pfeiffer und Wagner (2007a) und Pfeiffer und Wagner (2007b) untersuchen ausgehend von Hofmann und Pfeiffer (2006) und den zuvor genannten Artikeln die Entscheidung zwischen Zentralisierung und Dezentralisierung vor dem Hintergrund des Dilemmas der pretialen Lenkung. Durch eine Dezentralisierung mit Hilfe von Transferpreisen kann besser auf die Umweltsituation reagiert werden („Flexibilitätsgewinn“), andererseits erleidet die Zentrale jedoch einen Kontrollverlust durch die Delegation von Verfügungsrechten. Dem Zusammenspiel der Märkte, auf denen das Unternehmen agiert, wurde in diesem Spannungsfeld laut Pfeiffer und Wagner (2007a) und Pfeiffer und Wagner (2007b) bisher zu wenig Bedeutung beigemessen. Auf diesen Umstand wird anhand eines linearen Regressionsmodells näher eingegan-

gen. Es wird eine von der Ausprägung des β-Faktors dieser Regression abhängige Bedingung für die Wahl eines der beiden Mechanismen genannt. Des Weiteren wird ein an Edlin und Reichelstein (1995) angelehnter hybrider Koordinationsmechanismus vorgestellt, bei dem unter Sicherheit über die Umwelt über die unter Unsicherheit getroffene Mengenentscheidung der Zentrale wiederverhandelt werden kann. Kann nun das als Outside-Option genutzte Ergebnis der zentralen Mengenvorgabe symmetrisch durch beide Bereiche genutzt werden, so wird gezeigt, dass über einen solchen hybriden Mechanismus stets die Referenzlösung induziert werden kann.

Pfeiffer u. a. (2007) schließlich untersuchen standardkostenbasierte und Cost-Plus Transferpreise sowie ex-post Monopolpreise in einem allgemeineren Setting. Dabei wird sowohl der Fall symmetrischer als auch asymmetrischer Informationen behandelt. Mit Hilfe des Begriffs der stochastischen Dominanz zweiter Ordnung und den Ableitungsregeln für implizit definierte Funktionen[24] nennen Pfeiffer u. a. (2007) für allgemeine Kosten- und Erlösfunktionen dabei Bedingungen, unter denen die Vorteilhaftigkeit der verschiedenen Verfahren garantiert werden kann. Die vorliegende Arbeit erweitert diese Untersuchungen nun für den dieser Arbeit zu Grunde gelegten Fall der quadratisch-linearen Kosten- und Erlösfunktionen und bietet so die Möglichkeit, einen detaillierteren Einblick in die Wirkungsweise und Unterschiede der Verfahren zu erhalten.

Ein Überblick, welche der in der vorliegenden Analyse betrachteten Verfahren schon in einer der oben genannten Arbeiten verglichen wurden, ist in Tabelle 1.2 gegeben. Dabei zeigt sich, dass noch erhebliche Lücken verbleiben. Des Weiteren fehlt eine Darstellung der verschiedenen Verrechnungspreisverfahren in einem einheitlichen Modellrahmen. So unterstellen bspw. Baldenius und Reichelstein (1998) und Pfeiffer (2002) eine stochastische Preisreagibilität, was zu Faltungen der Erwartungswerte führt und infolgedessen zu schwer oder gar nicht interpretierbaren Ergebnissen. Andererseits kommen bspw. Pfeiffer u. a. (2007) ganz ohne explizit formulierte Kosten- und Erlösfunktionen aus. Die von ihnen behandelte Klasse von Funktionen umfasst jedoch die im Folgenden betrachteten quadratisch-linearen Funktionen.[25]

Diese Lücken sollen dadurch geschlossen werden, dass in der nachfolgenden Analyse die behandelten Verfahren in einem einheitlichen Modell-Rahmen formuliert

[24] Vgl. dazu z. B. Schmid und Trede (2006) und Heuser (2004).

[25] Pfeiffer u. a. (2007) präzisieren im Anhang ihrer Arbeit jedoch ihre Ergebnisse für einen Fall ähnlicher linearer Kosten- und Nachfragefunktionen, die identisch zu den von Sahay (2003) verwendeten Funktionen sind.

	Verhandelte Verrechnungspreise	Cost-Plus Verrechnungspreise	Ex-post Monopolpreise ohne Infosystem	Ex-post Monopolpreise mit Infosystem	Ex-ante Monopolpreise	Standardkostenbasierte Verrechnungspreise	Zentrale Mengenplanung im Profit-Center	Zentrale Mengenplanung im Cost- bzw. Revenue-Center
Zentrale Mengenplanung im Cost- bzw. Revenue-Center						(6), (7)		-
Zentrale Mengenplanung im Profit-Center	(5)						-	
Standardkostenbasierte Verrechnungspreise	(1), (2), (3)	(4), (8)	(8)	(8)		-		
Ex-ante Monopolpreise					-			
Ex-post Monopolpreise mit Infosystem		(3), (8)		-				
Ex-post Monopolpreise ohne Infosystem			-					
Cost-Plus Verrechnungspreise	(3)	-						
Verhandelte Verrechnungspreise	-							

(1) Baldenius und Reichelstein (1998)
(2) Baldenius u. a. (1999)
(3) Pfeiffer (2002)
(4) Lengsfeld und Schiller (2004)
(5) Hofmann und Pfeiffer (2006)
(6) Pfeiffer und Wagner (2007a)
(7) Pfeiffer und Wagner (2007b)
(8) Pfeiffer u. a. (2007)

Tabelle 1.2: Behandelte Vergleiche zwischen Verfahren zur Investitions- und Produktionssteuerung

und systematisch miteinander verglichen werden. Es werden dafür eine lineare Kostenfunktion sowie eine quadratische Erlösfunktion (bzw. lineare Nachfragefunktion) unterstellt. Die Unterschiede der Verfahren können auf diese Weise besser gegeneinander abgegrenzt werden und es kann deutlicher herausgearbeitet werden welche Eigenschaften die Unterschiede der Verfahren begründen.

Neben den oben genannten Arbeiten, die alle ein sehr ähnliches Modell zu Grunde legen, steht die nachfolgende Untersuchung in Verwandtschaft zu der grundlegenden Arbeit von Edlin und Reichelstein (1995). Diese Arbeit zeigt, dass Bereichsleiter, die perfekt symmetrisch informiert sind, mit einem hybriden Koordinationsmechanismus die First-Best Lösung implementieren können. Sie müssen dazu die bereits

ex-ante unter Unsicherheit bestimmte Mengenentscheidung ex-post nach Realisation der Umwelt neu verhandeln. Pfeiffer und Wagner (2007b) zeigen, dass die Funktionsweise des Wiederverhandlungs-Mechanismus nach Edlin und Reichelstein (1995) hauptsächlich auf die konkrete Ausgestaltung des Verhandlungsprozesses zurückzuführen ist. Anders als Edlin und Reichelstein (1995) unterstellen Pfeiffer und Wagner (2007b), dass der durch die bereits getroffenen Entscheidungen zu erwartende Gesamterfolg als Outside-Option den beiden Bereichsleitern nur partiell erhalten bleibt. Erst wenn diese Outside-Option den Bereichen symmetrisch zur Verfügung steht, kann die Referenzlösung induziert werden.

Auch Baldenius (2000) untersucht einen zweistufigen Produktionsprozess. Er zeigt bei unvollkommener Information der Bereiche im Rahmen einer dichotomen Mengenentscheidung, dass der optimale standardkostenbasierte Verrechnungspreis die Form eines Cost-Plus Preises hat: Erwartete Kosten plus einen Aufschlag. Dies steht sowohl zu den folgenden Untersuchungen als auch zu den Analysen von Pfeiffer u. a. (2007) im Widerspruch, die zeigen, dass es im Rahmen eines standardkostenbasierten Verrechnungspreisverfahrens optimal ist, auf einen Zuschlag zu verzichten. Baldenius (2000) zeigt jedoch darüber hinaus, dass ex-post Monopolpreise von ex-ante standardkostenbasierten Cost-Plus Verrechnungspreisen dominiert werden. Des Weiteren untersucht Baldenius (2000) einen Mechanismus verhandelter Verrechnungspreise, bei dem jedoch anders als in den zuvor genannten Arbeiten die Verhandlungen als „Equal-Split Sealed-Bit“ Mechanismus nach Chatterjee und Samuelson (1983) modelliert sind.

Die nachfolgende Arbeit steht des Weiteren in Verbindung zu Sahay (2003), die ohne Berücksichtigung von Umweltunsicherheit zeigt, dass Cost-Plus Transferpreise, die, wie in nachfolgender Analyse oder den zuvor genannten Arbeiten, mittels additiver Aufschläge gebildet werden, stets gegenüber Cost-Plus Verfahren überlegen sind, die einen prozentualen, folglich multiplikativen Zuschlag auf die Stückkosten erheben. Dabei betrachtet sie die Situation exklusiver Investitionen des Produktionsbereichs. Sahay (2003) zeigt, dass das Unternehmen in diesem Fall den Gesamtgewinn des Unternehmens mit einem positiven additiven Zuschlag steigern kann, da andernfalls dem Produktionsbereich der Investitionsanreiz verzerrt wird.

Auch eine Nähe zu Lengsfeld (2006) lässt sich erkennen. Lengsfeld (2006) beschäftigt sich bei ausschließlicher Unsicherheit über die Rohstoffkosten mit der Vorteilhaftigkeit von Cost-Plus gegenüber standardkostenbasierten Verrechnungspreissystemen.

Dabei führt er Kreuzinvestitionen in die Diskussion ein, d. h. die Investitionen des Produktionsbereich verbessern die Erlössituation, die Investitionen des Absatzbereichs die Kostensituation. Er kommt zu dem Ergebnis, dass bei Kreuzinvestitionen Cost-Plus Transferpreise überlegen sind. Des Weiteren zeigt Lengsfeld (2006), dass die Entscheidung, ob über Kreuz investiert werden sollte oder nicht, davon abhängt, welche der beiden Investitionen eine höhere Produktivität aufweist. Dabei sollte dem Absatzbereich das Verfügungsrecht über die wertvollere Investition zugesprochen werden.

Neben der genannten Koordinations- bzw. Steuerungsfunktion (insbesondere) von Verrechnungspreisen, wird in der aktuellen Literatur die Erfolgsermittlungsfunktion von Verrechnungspreisen im Kontext internationaler Konzerne diskutiert.[26] Mit Hilfe von Verrechnungspreisen ist es möglich, den Gesamtgewinn des Unternehmens zwischen zwei Unternehmenseinheiten zu verschieben, die unterschiedlichen Steuergesetzgebungen unterliegen. Auf diese Weise lassen sich die Steuerzahlungen des Gesamtunternehmens reduzieren. Dabei sind jedoch die Regularien internationaler Organisationen wie der OECD zu beachten.[27] Im Kontext der nachfolgenden Untersuchungen wird dieser Punkt jedoch vernachlässigt und auf die aktuelle Debatte in der Literatur zur steuerlichen Bedeutung von Verrechnungspreisen verwiesen.

[26] Vgl. bspw. Baldenius u. a. (2004), Hyde und Choe (2005) oder Baldenius und Reichelstein (2006). Zur Erfolgsermittlungsfunktion von Verrechnungspreisen vgl. z. B. Ewert und Wagenhofer (2005, S. 582 ff.). Einen Überblick über die steuerlichen Aspekte von Verrechnungspreisen in Österreich und Deutschland bieten Macho u. a. (2007). Allein auf Deutschland bezogen betrachtet Brüggelambert (2005) dieses Thema.

[27] Vgl. Tang (1997), sowie für den Originaltext der OECD-Richtlinien zum Warenaustausch zwischen Mitgliedstaaten OECD (1996).

Kapitel 2

Modell

In diesem Kapitel wird das allen nachfolgenden Untersuchungen zugrundeliegende Modell erläutert. Neben einer möglichst allgemein gehaltenen Beschreibung des Grundmodells in Abschnitt 2.1 wird auf die Eigenschaften der Kosten- und Produktionsfunktionen eingegangen. Anschließend daran wird in Abschnitt 2.2 ein Szenario quadratisch-linearer Erlös- bzw. Kostenfunktionen vorgestellt, mit dem die Ergebnisse der nachfolgenden Untersuchungen eindringlicher dargestellt werden können. In Abschnitt 2.3 wird schließlich die aus Sicht der Zentrale optimale Lösung des Investitions- und Produktionsproblems vorgestellt, wenn von Interessenkonflikten abstrahiert wird. Dieses Kapitel wird abgeschlossen durch Abschnitt 2.4, in dem fünf Sonderfälle einseitiger Investitionen und partiell deterministischer Märkte vorgestellt werden, die tiefere Einblicke in die Wirkungsweisen der nachfolgend betrachteten Verfahren bieten können.

2.1 Grundmodell

Das zu Grunde gelegte Modell basiert auf den Arbeiten von Baldenius und Reichelstein (1998) und Baldenius u. a. (1999) und wurde u. a. auch von Pfeiffer (2002), Sahay (2003), Hofmann und Pfeiffer (2006), Pfeiffer und Wagner (2007a) und Pfeiffer u. a. (2007) adaptiert. Ausgangspunkt ist ein Unternehmen, welches aus einer Produktionsabteilung P, einer Absatzabteilung A sowie einer diesen beiden Abteilungen übergeordneten Zentrale besteht. Die Organisationsstruktur ist in Abbildung 2.1 dargestellt. Alle drei Organisationseinheiten handeln als rationale, risikoneutrale

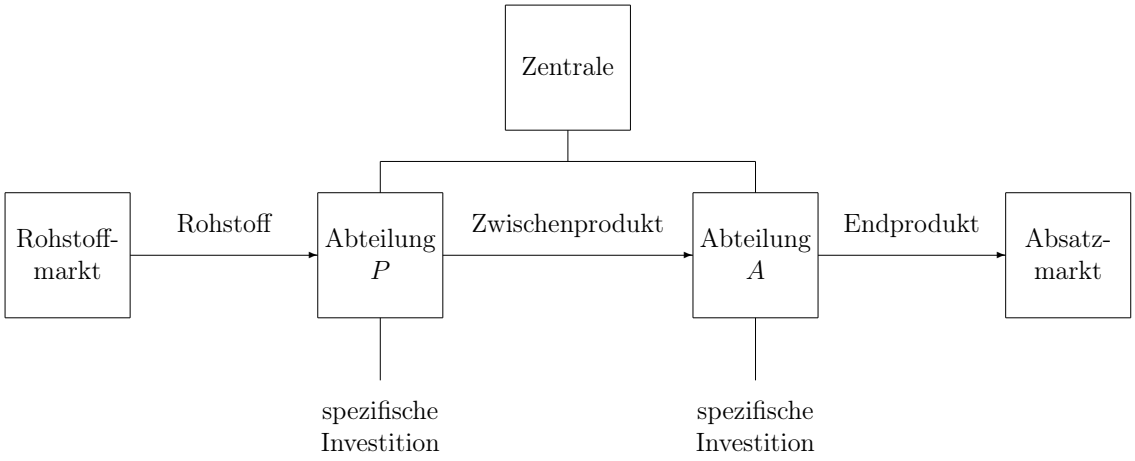


Abbildung 2.1: Organisationsstruktur des Unternehmens

Entscheider. Die beiden Bereiche P und A stellen im Rahmen eines sequentiellen zweistufigen Produktionsprozesses ein Produkt her.

Produktionsbereich P muss zu diesem Zweck auf einem externen Markt einen Rohstoff beschaffen, aus dem er dann ein Vorprodukt fertigt. Dieses kann ausschließlich an den unternehmensinternen Abnehmer Abteilung A veräußert werden.[1] Absatzabteilung A verarbeitet dieses Zwischenprodukt dann zu einem Endprodukt und setzt es als Monopolist auf einem externen Markt ab.

Beide Bereiche haben vor Beginn der eigentlichen Produktionstätigkeit die Möglichkeit, durch das Tätigen spezifischer Investitionen $I_i \in \Re_+$ $(i \in \{P, A\})$ den Produktionsprozess zu verbessern. Spezifische Investitionen führen nur innerhalb der Vertragsbeziehung, auf deren Grundlage sie getätigt werden, zu einem verbesserten Ergebnis, haben außerhalb dieser Beziehung jedoch keine oder nur vernachlässigbare Wirkung. Daher sind diese spezifischen Investitionen auch nicht auf andere Projekte, Produkte oder Prozesse als den o. g. internen Warenaustausch übertragbar. Spezifische Investitionen sind, der Theorie unvollständiger Verträge folgend, für die Zentrale weder direkt beobachtbar noch kontrahierbar.[2] Vereinfachend wird unterstellt, dass Investitionen I_A durch die Absatzabteilung zu einer Steigerung der Erlöse am Absatzmarkt führen, Investitionen I_P durch die Produktionsabteilung P

[1] Im Gegensatz dazu gehen Baldenius und Reichelstein (2006) davon aus, dass die Produktionsabteilung ihr Zwischenprodukt auch auf einem externen Markt absetzen kann.

[2] Zu spezifischen Investitionen vgl. beispielsweise Williamson (1985) und Hart (1996).

hingegen zu einer Senkung der Kosten führen.[3] Durch das Tätigen dieser Investitionen fallen den investierenden Bereichen Kosten in Höhe von $w_i(I_i)$ an. Um die Annahme, dass die spezifischen Investitionen durch die Zentrale nicht kontrahierbar sind, modellendogenen darzustellen, ließen sich beispielsweise die Investitionskosten $w_i(I_i)$ jeweils um einen, um 0 verteilten Störterm ϵ_i additiv überlagern. Dadurch wäre es der Zentrale nicht möglich, zwischen den Auswirkungen der Handelsbeziehung und der Investitionstätigkeit zu unterscheiden. Da jedoch sowohl die beiden Bereiche als auch die Zentrale als risikoneutral angenommen werden, führt diese Erweiterung zu keiner Änderung der Ergebnisse und wird daher im Folgenden aus Gründen der Übersichtlichkeit vernachlässigt, d. h. ohne Beschränkung der Allgemeinheit gilt $\epsilon_i = 0$ für $i \in \{P, A\}$.

Die Unsicherheit der Umweltbedingungen wird über verschiedene Umweltszenarien $\omega \in \Omega$ abgebildet. Die nicht notwendigerweise eindimensionale, reelle Zufallsvariable $\widetilde{\theta}$ auf Ω beeinflusse daher die Preise sowohl auf dem Rohstoff- als auch auf dem Absatzmarkt.[4] Unterschiedliche Realisationen θ der Zufallsvariablen $\widetilde{\theta}$ führen also zu anderen Kosten- und Erlösverläufen.[5] Die Verteilungseigenschaften, insbesondere die Dichtefunktion $f(\theta)$ der Zufallsvariablen, sind allen drei Organisationseinheiten bekannt. Mit den Verteilungseigenschaften haben die drei Unternehmenseinheiten insbesondere auch Wissen über die Zusammenhänge zwischen Erlösen und Kosten. So ist ihnen über die Dichtefunktion bspw. neben den Varianzen auch Kovarianz und Korrelation zwischen Maximalpreis und Basisstückkosten bekannt.

Im Rahmen des Produktionsprozesses bezieht der Absatzbereich A die Menge $q \in \Re_+$ des Zwischenprodukts vom Produktionsbereich P. Kapazitätsbeschränkungen und andere Produktionsrestriktionen liegen nicht vor. Die angefragte Menge wird daher vom Produktionsbereiche zur Verfügung gestellt. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit wird im Folgenden angenommen, dass zur Produktion einer Einheit des Endproduktes eine Einheit des Zwischenproduktes benötigt wird.

[3] Als Erweiterung dieses Settings betrachtet Lengsfeld (2006) die Auswirkung von Kreuzinvestitionen, bei denen Investitionswirkung und Investitionskosten unterschiedlichen Bereichen zugeordnet werden.

[4] Formal gilt daher: $\widetilde{\theta} : \Omega \rightarrow \Re^n$ ist eine Funktion aus dem Wahrscheinlichkeitsraum Ω in die Menge $\Re^n$, mit $n \geq 1$.

[5] Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird dort wo es ohne Verständnisverlust möglich ist im Folgenden auf eine explizite Unterscheidung zwischen der Zufallsvariable $\widetilde{\theta}$ und ihrer Realisierung θ verzichtet.

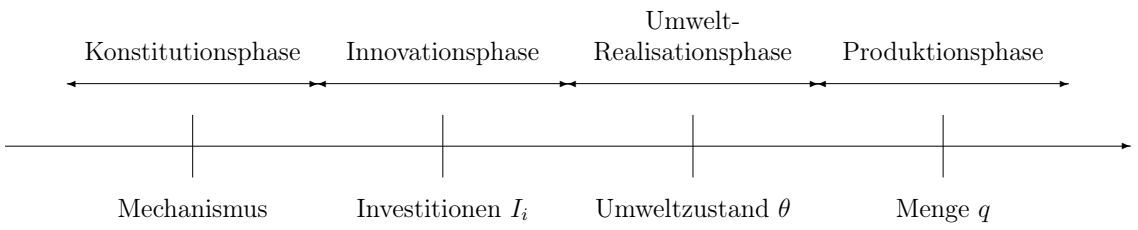


Abbildung 2.2: Entscheidungsabfolge im Produktionsprozess

Abbildung 2.2 beschreibt den zeitlichen Ablauf der Handelsbeziehung. Zu Beginn der Produktionsbeziehung, in der Konstitutionsphase, trifft die Zentrale eine Entscheidung über die Implementierung eines Mechanismus, mit dem der interne Güteraustausch gesteuert wird.[6] Diese Entscheidung der Zentrale ist glaubwürdig und nicht verhandelbar. Basierend auf dieser Entscheidung vergibt die Zentrale die entsprechenden Verfügungsrechte an die jeweiligen Abteilungen. Ebenso wie in der Konstitutionsphase wird in der Innovationsphase unter Unsicherheit über den sich tatsächlich ergebenden Umweltzustand entschieden. In der sich anschließenden Innovationsphase haben die Bereichsleiter die Möglichkeit, simultan und unabhängig voneinander über spezifische Investitionen I_i zu entscheiden. Beide Bereiche maximieren als rationale Entscheider den eigenen Bereichserfolg. Nachdem sich in der Umwelt-Realisationsphase der Umweltzustand verwirklicht, und damit die Realisation θ der Zufallsvariablen $\widetilde{\theta}$ determiniert wird, beobachten die beiden Bereiche sowohl die Realisation als auch die Investition des jeweils anderen Bereichs mit Sicherheit. Die Zentrale jedoch kann weder direkt noch indirekt die Realisation der Umwelt beobachten und kann aus diesem Grund auch nicht zustandsbedingt über eine Mengenvorgabe steuern. In der Produktionsphase wird dann die sich aus dem implementierten Steuerungsmechanismus ergebende Menge q produziert. Der sich im Anschluss realisierende Unternehmenserfolg Π wird dann gemäß dem zu Beginn festgelegten Mechanismus auf die beiden Bereiche aufgeteilt.

Die Kosten- und Erlösstruktur des Unternehmens ist zustandsabhängig, also erst nach Realisierung der Umwelt vollständig determiniert. Sie lässt sich als Funktion der Produktionsmenge q und der spezifischen Investitionen I_i sowie des Umweltzustandes θ darstellen.

Für die Kostenfunktion $C(q, \theta, I_P)$ soll gelten, dass sie in jedem Zustand θ in der Menge q monoton steigend und linear, sowie in der spezifischen Investition I_P mo-

[6] In Kapitel 3 werden verschiedenen Steuerungsmechanismen vorgestellt und anschließend in Kapitel 4 miteinander verglichen.

noton fallend und konkav ist. Für die partiellen Ableitungen gelte daher für alle Umweltzustände θ

$$\begin{array}{lllllll} \frac{\partial}{\partial q} C(q,\theta,I_P) & \geq & 0 & \text{und} & \frac{\partial^2}{\partial^2 q} C(q,\theta,I_P) & = & 0 \quad \text{sowie} \\ \frac{\partial}{\partial I_P} C(q,\theta,I_P) & \leq & 0 & \text{und} & \frac{\partial^2}{\partial^2 I_P} C(q,\theta,I_P) & \geq & 0. \end{array}$$

Die Erlösfunktion $R(q,\theta,I_A)$ hingegen sei in jedem Zustand θ in der Menge q monoton steigend und konkav, sowie auch in der spezifischen Investition I_A monoton steigend und konkav. Demnach gelte für die partiellen Ableitungen, analog zu oben, für alle Umweltzustände θ

$$\begin{array}{lllllll} \frac{\partial}{\partial q} R(q,\theta,I_A) & \geq & 0 & \text{und} & \frac{\partial^2}{\partial^2 q} R(q,\theta,I_A) & \leq & 0 \quad \text{sowie} \\ \frac{\partial}{\partial I_A} R(q,\theta,I_A) & \geq & 0 & \text{und} & \frac{\partial^2}{\partial^2 I_A} R(q,\theta,I_A) & \leq & 0. \end{array}$$

Die Investitionskosten $w_i(I_i)$ schließlich sind als Funktion der jeweiligen spezifischen Investition I_i nicht vom Umweltzustand θ abhängig. Sie sind monoton steigend und konvex in der jeweiligen Investition I_i.

$$\frac{\partial}{\partial I_i} w_i(I_i) \geq 0 \quad \text{und} \quad \frac{\partial^2}{\partial^2 I_i} w_i(I_i) \geq 0.$$

Der Deckungsbeitrag $DB(q,\theta,I)$ des Gesamtunternehmens wird nach Abschluss der Handelsbeziehung auf die beiden Bereiche aufgeteilt. Er setzt sich als Differenz von Erlösen und Kosten zusammen.

$$DB(q,\theta,I) = R(q,\theta,I_A) - C(q,\theta,I_P).$$

Der Gesamtgewinn des Unternehmens ergibt sich aus der Differenz des Deckungsbeitrages und der Kosten der spezifischen Investitionen.

$$\begin{aligned} \Pi(q,\theta,I) &= DB(q,\theta,I) - w_P(I_P) - w_A(I_A) \\ &= R(q,\theta,I_A) - C(q,\theta,I_P) - w_P(I_P) - w_A(I_A). \end{aligned}$$

2.2 Ein quadratisch-lineares Szenario

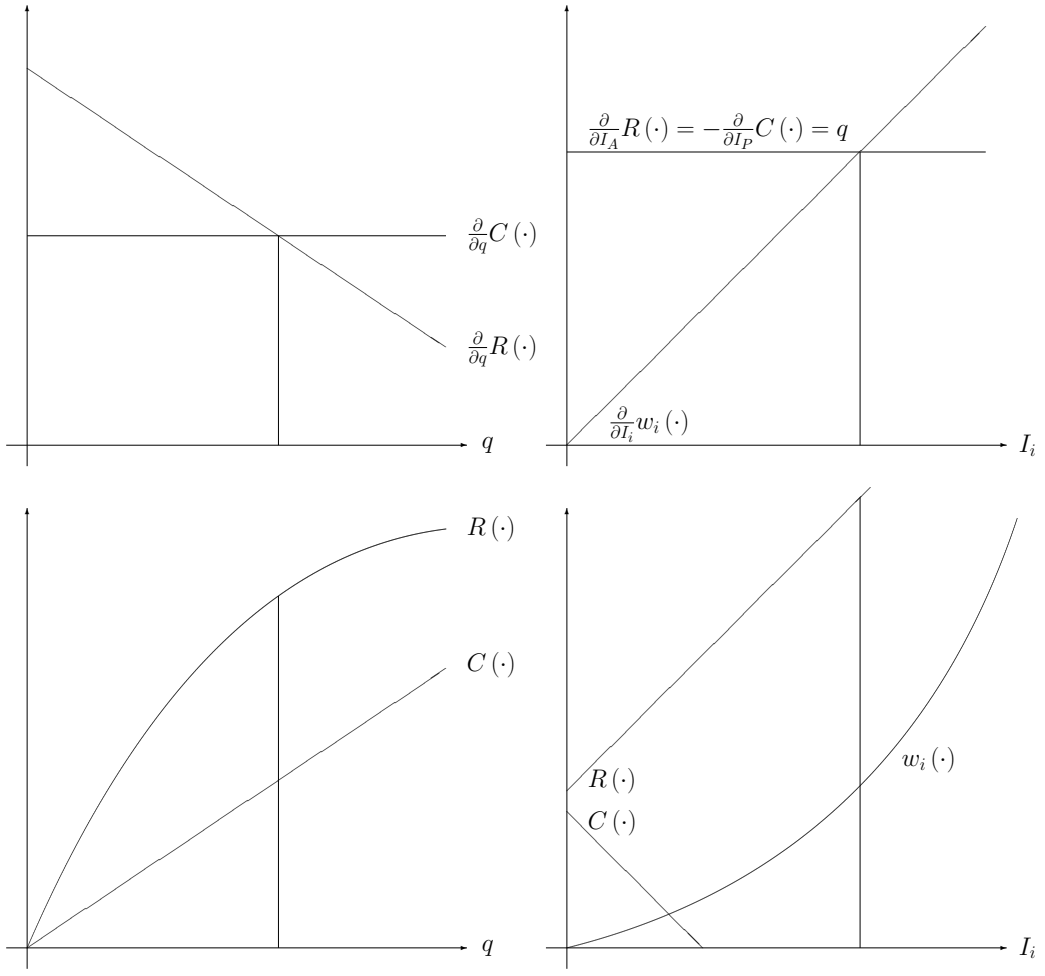
In Anlehnung an die Arbeiten von Baldenius und Reichelstein (1998), Pfeiffer (2002), Hofmann und Pfeiffer (2006) und Pfeiffer und Wagner (2007a) wird in diesem Abschnitt ein Szenario mit linearer Kostenfunktion, quadratischer Erlösfunktion sowie quadratischen Investitionskostenverläufen vorgestellt. Das in diesem Abschnitt vorgestellte Szenario ermöglicht die explizite Lösung der Produktionsprobleme. Dadurch können die Effekte des Modells deutlicher herausgearbeitet werden und die Effekte der verschiedenen Steuerungsmechanismen treten stärker zu Tage.

Die weiteren Analysen dieser Arbeit basieren auf den nachfolgenden quadratisch-linearen Funktionen die in Abbildung 2.3 unter Vernachlässigung von Umweltunsicherheit skizziert sind. Abbildung 2.3 (a) zeigt einen möglichen Verlauf von Kosten- und Erlösfunktion in Abhängigkeit von der Menge bei gegebener Investition, während Abbildung 2.3 (b) die Erlös-, Kosten- und Investitionskostenfunktion in Abhängigkeit von der Investition bei fixer Menge zeigt. Die untere Graphik zeigt dabei jeweils den absoluten Verlauf der Funktionen, deren Ableitungen in der oberen Graphik dargestellt sind. Für die Graphiken in Abbildung 2.3 (b) ist dabei die vereinfachende Annahme $\alpha_A = \alpha_P$ getroffen worden.

$$\begin{aligned} C(q, \theta, I_P) &= (c(\theta) - I_P)\, q, \\ R(q, \theta, I_A) &= p(q, \theta, I_A)\, q = \left(a(\theta) - \tfrac{1}{2} bq + I_A\right) q, \\ w_i(I_i) &= \tfrac{1}{2} \alpha_i I_i^2. \end{aligned}$$

Die Grenzkosten des betrachteten Modellunternehmens sind damit konstant. Die Investitionen der Produktionsabteilung führen zu einer Reduktion der Stückkosten. Über die funktionale Abhängigkeit der Basisstückkosten $c(\cdot)$ von der Umweltvariablen θ wird die Umweltunsicherheit auf dem Rohstoffmarkt abgebildet. Die Kostenfunktion ist also linear und damit konvex bzgl. der Produktionsmenge q sowie der spezifischen Investition I_P.

Die Preis-Absatz-Funktion $p(q, \theta, I_A) = \left(a(\theta) - \frac{1}{2} bq + I_A\right)$ ist monoton fallend bzgl. der Menge q und kann durch Investitionen des Absatzbereichs parallel verschoben werden. Die Linearität der Preis-Absatz-Funktion spiegelt die Rolle des Unternehmens als Monopolist auf dem externen Absatzmarkt wider. Die Erlösfunktion $R(\cdot)$, die über diese Preis-Absatz-Funktion definiert ist, ist somit konkav bzgl. der Menge q. Analog zur Kostenfunktion wird die Umweltunsicherheit des Absatzmarktes über



(a) Erlöse und Kosten abhängig von q (b) Erlöse und Kosten abhängig von I

Abbildung 2.3: Skizzen der Kosten- und Erlösfunktionen

die funktionale Abhängigkeit des Basis- oder Maximalpreises $a(\cdot)$ von θ abgebildet. Die Preisreagibilität b und damit die Steigung der Preis-Absatz-Funktion ist unabhängig von Umwelteinflüssen.[7] Damit ist es möglich, die Interaktion der beiden Märkte deutlicher herauszuarbeiten, ohne dass störende Effekte zweiter Ordnung auftreten, die keinen weiteren Erkenntnisgewinn bieten können.

Die Investitionskostenfunktionen $w_i(I_i)$ schließlich sind konvex in I_i. Über den Faktor α_i ist es möglich, die Investitionen mit unterschiedlichen Kosten zu bewerten.

[7] Im Gegensatz dazu gehen bspw. Baldenius und Reichelstein (1998) und Hofmann und Pfeiffer (2006) von einer stochastischen Preisreagibilität aus. Der hier betrachtete Fall entspricht demnach dem Fall $b(\theta) = b\ \forall\theta$ aus Baldenius und Reichelstein (1998) und Hofmann und Pfeiffer (2006).

Um triviale Randlösungen auszuschließen, sei vorausgesetzt, dass $a(\theta) > c(\theta) > 0$ für alle Realisationen θ sowie $b > \frac{1}{\alpha_P} + \frac{1}{\alpha_A}$ und $\alpha_i > 0$ für $i \in \{P, A\}$ gilt.

2.3 Referenzlösung

Um die Leistungsfähigkeit der verschiedenen, im weiteren Verlauf der Arbeit betrachteten Verfahren leichter beurteilen zu können, wird im Folgenden die Referenzlösung des allgemeinen Modells behandelt. Diese First-Best Lösung stellt für alle weiteren Verfahren den Bezugspunkt dar. Im First-Best Fall werden sämtliche Entscheidungen im alleinigen Interesse der Zentrale getroffen. Interessenkonflikte zwischen den unterschiedlichen Unternehmenseinheiten treten nicht auf. Mit den Entscheidungen werden der erwartete bzw. der realisierte Gesamtunternehmenserfolg $E[\Pi(\cdot)]$ bzw. $\Pi(\cdot)$ maximiert.[8] Der Handlungsablauf orientiert sich an der in Abbildung 2.2 aufgezeigten Sequenz. Die Investitionen I_i werden in einer unsicheren Umgebung ohne Wissen über den zum Produktionszeitpunkt tatsächlich eingetretenen Umweltzustand getroffen. Die Mengenentscheidung q hingegen wird unter Kenntnis der Realisierung θ der Umwelt getroffen.

Dem Prinzip der Rückwärtsinduktion folgend wird zuerst die Produktionsmenge betrachtet. Die ex-post effiziente Menge $q^{fb}(\cdot)$ maximiert den Gesamtunternehmenserfolg $\Pi(\cdot)$.

$$\begin{aligned} q^{fb}(\theta, I) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \{\Pi(q, \theta, I)\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \{R(q, \theta, I_A) - C(q, \theta, I_P)\}. \end{aligned}$$

Die Investitionskosten $w_i(\cdot)$ sind zum Entscheidungszeitpunkt schon getätigt und daher versunkene Kosten, die die Entscheidung nicht mehr beeinflussen. Wird ex-post effizient produziert, stimmen also Grenzkosten und Grenzerlöse überein.

$$\frac{\partial}{\partial q} R(q, \theta, I_A) = \frac{\partial}{\partial q} C(q, \theta, I_P).$$

Das Unternehmen wählt demnach die Monopolmenge.[9]

[8] Es gilt: $E[\cdot] = \int_{\Re^n} [\cdot] f(\theta) \, d\theta$. Vgl. dazu z. B. auch Gnedenko (1991), Karr (1993) oder Shiryaev (1996).

[9] Vgl. dazu z. B. Mas-Colell u. a. (1995), Mankiw (1999) oder Pindyck (2003).

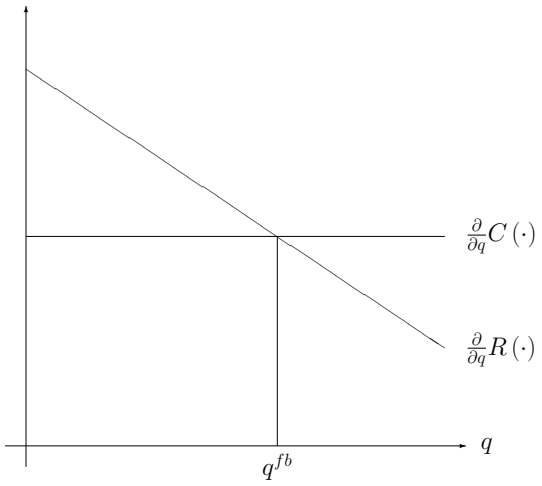


Abbildung 2.4: Mengenentscheidung der Referenzsituation

Unter Antizipation der Mengenentscheidung $q^{fb}(\theta, I)$ werden auch die Investitionen I_i gesamterfolgsmaximierend festgelegt. Die Investitionsentscheidungen werden jedoch unter Unsicherheit über die Realisierung der Umweltunsicherheit getroffen und basieren daher auf Erwartungswertkalkülen.

$$\begin{aligned} I_i^{fb} &\in \arg\max_{I_i \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi\left(q^{fb}(\theta, I), \theta, I \right) \right] \right\} \\ &= \arg\max_{I_i \in \Re_+} \left\{ E\left[R\left(q^{fb}(\theta, I), \theta, I_A \right) - C\left(q^{fb}(\theta, I), \theta, I_P \right) \right] \right. \\ &\qquad \left. - w_P(I_P) - w_A(I_A) \right\}. \end{aligned}$$

Daraus ergeben sich die Bestimmungsgleichungen für die Investitionen.

$$\begin{aligned} -\tfrac{\partial}{\partial I_P} E\left[C\left(q^{fb}(\cdot), \theta, I_P \right) \right] &= \tfrac{\partial}{\partial I_P} w_P(I_P), \\ \tfrac{\partial}{\partial I_A} E\left[R\left(q^{fb}(\cdot), \theta, I_A \right) \right] &= \tfrac{\partial}{\partial I_A} w_A(I_A). \end{aligned}$$

Da Investitionen des Produktionsbereichs P kostensenkend, die des Absatzbereichs hingegen erlössteigernd wirken, werden auch zur Bestimmung der Investitionen die Grenzeffekte einander gegenüber gestellt: Die Grenzerlöse der optimalen Investitionen entsprechen den verursachten Grenzkosten.

Informationen über die Realisierung des Umweltzustandes werden in der Referenzlösung ausschließlich über die Mengenentscheidung verarbeitet. Da die Mengenentscheidung jedoch sowohl durch die Grenzerlöse als auch die Grenzkosten beeinflusst

ist, kann mit dieser Entscheidung auf die Unsicherheit auf den beiden Märkten für Rohstoffe und das Endprodukt reagiert werden.

Mit den in Abschnitt 2.2 explizit formulierten Erlös- und Kostenfunktionen lässt sich nun die Referenzlösung explizit angeben. Maximieren des Gesamterfolges führt zur Festlegung der Menge.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial q} R\left(q, \theta, I_A\right) - \tfrac{\partial}{\partial q} C\left(q, \theta, I_P\right) \\ &= \left(a\left(\theta\right) - bq + I_A\right) - \left(c\left(\theta\right) - I_P\right) \\ \Rightarrow \quad & q^{fb}\left(\theta, I\right) = \tfrac{a(\theta) - c(\theta) + I_P + I_A}{b}. \end{aligned}$$

Die ex-post effiziente Menge $q^{fb}\left(\cdot\right)$ ist also streng monoton wachsend bzgl. der Investitionen und des Basisdeckungsbeitrages $d\left(\theta\right) := a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right)$ und fallend bzgl. der Preisreagibilität b. Abbildung 2.4 verdeutlicht graphisch die Festlegung der optimalen Menge.

Die unter Beachtung der optimalen Mengenentscheidung formulierten Bestimmungsgleichungen der Investitionen können nun ebenfalls durch Einsetzen der quadratisch-linearen Funktionen weiter aufgelöst werden.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} -\tfrac{\partial}{\partial I_P} E\left[C\left(q^{fb}\left(\theta, I\right), \theta, I_P\right)\right] - \tfrac{\partial}{\partial I_P} w_P\left(I_P\right) \\ &= E\left[q^{fb}\left(\theta, I\right)\right] - \alpha_P I_P \\ \Rightarrow \quad & I_P^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\left(\theta, I\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial I_A} E\left[R\left(q^{fb}\left(\theta, I\right), \theta, I_A\right)\right] - \tfrac{\partial}{\partial I_A} w_A\left(I_A\right) \\ &= E\left[q^{fb}\left(\theta, I\right)\right] - \alpha_A I_A \\ \Rightarrow \quad & I_A^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\left(\theta, I\right)\right]. \end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidungen werden unter Unsicherheit über die Realisierung der Umwelt schon ex-ante festgelegt und beruhen daher auf Erwartungswertkalkülen. Die Investitionen werden in Höhe der erwarteten Produktionsmenge gewählt und an die Investitionskostenstruktur angepasst: Geringere Investitionskosten α_i führen zu höheren Investitionen I_i und vice versa. Die Investitionshöhe ist damit monoton steigend bzgl. der Menge und fallend im jeweiligen Investitionskostenparameter α_i. Bei identischen Investitionskosten α_i würden beide Abteilungen in gleicher Höhe investieren. Diese Situation ist in Abbildung 2.5 dargestellt: Die Entscheidung über

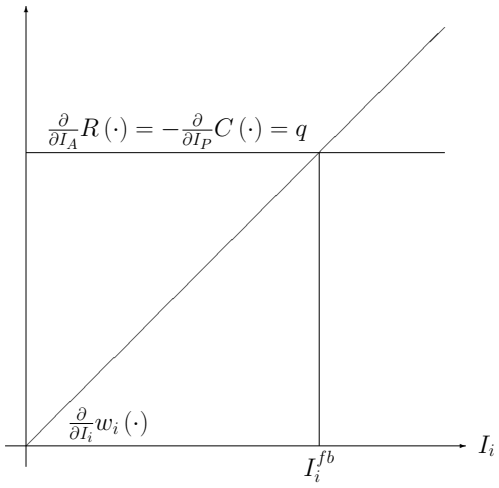


Abbildung 2.5: Investitionsentscheidung der Referenzsituation

die Investitionshöhe wird so getroffen, dass die Grenzkosten der Investition ihrer Grenzwirkung auf Kosten- bzw. Erlösfunktion entspricht.

Durch einfaches Lösen des Gleichungssystems können nun die Abhängigkeiten zwischen den Größen aufgelöst werden und Produktions- bzw. Investitionspolitiken explizit bestimmt werden. Daraus ergibt sich der nachfolgende Satz.[10]

Satz 2.1 (Referenzlösung)**.** *Haben Erlös- und Kostenfunktionen die in Abschnitt 2.2 genannte quadratisch-lineare Form, so sind die Produktions- und Investitionspolitiken im Referenzfall durch*

$$q^{fb} = \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b}$$

sowie

$$I_P^{fb} = \frac{\alpha_A}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \qquad \text{und} \qquad I_A^{fb} = \frac{\alpha_P}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

gegeben. Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb}, \theta, I^{fb}\right)\right] = \frac{1}{2} \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}.$$

[10] Eine implizite Lösung dieses Problems ist z. B. bei Baldenius und Reichelstein (1998) und Baldenius u. a. (1999) zu finden, Explizit wurde es bspw. bereits von Hofmann und Pfeiffer (2006) für ein Modell mit stochastischer Preisreagibilität b gelöst. Ein explizit ausformulierter Lösungsweg ist auch in Anhang A zu finden.

Diese explizite Formulierung der Produktions- und Investitionspolitiken erlaubt einen genaueren Blick auf die Informationsverarbeitung im Referenzfall. Während die Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit über die Realisation der Umwelt getroffen werden und daher ausschließlich von Erwartungswertkalkülen abhängt, kann mit der Mengenentscheidung auf die Realisierung des Basisdeckungsbeitrages $d(\theta)$ und somit auf Abweichungen vom erwarteten Basisdeckungsbeitrag $E[d(\theta)]$ eingegangen werden. In die Mengenentscheidung fließt also Information über die Realisierung von Rohstoff- und Absatzmarkt zugleich ein. Dadurch ergibt sich die Abhängigkeit des erwarteten Erfolges von der Volatilität des Basisdeckungsbeitrages. Der im Referenzfall zu erwartende Unternehmenserfolg lässt sich in zwei Teile spalten. Der zweite Teil $\frac{Var[d(\theta)]}{2b}$ spiegelt die Möglichkeit des Unternehmens wider, optimal auf die Umweltsituation reagieren zu können und damit von der Volatilität der Märkte profitieren zu können. Er wird daher als Flexibilitätsgewinn bezeichnet. Ist der Basisdeckungsbeitrag $d(\theta)$ deterministisch, so verschwindet dieser Teil. Der erste Teil $\frac{\alpha_P \alpha_A}{2(\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A)} E^2[d(\theta)]$ des erwarteten Unternehmenserfolges wird dagegen auch bei deterministischem Basisdeckungsbeitrag erwartet und beschreibt die Fähigkeit des Unternehmens in einem sicheren Umfeld eine positive Wertschöpfung zu generieren. Im Referenzfall kann das Unternehmen optimal auf die Märkte reagieren, der erwartete Unternehmenserfolg ist daher linear steigend bzgl. der Varianz des Basisdeckungsbeitrages.

2.4 Spezialfälle

Neben dem bis jetzt beschriebenen, allgemein gehaltenen Szenario wird in den nachfolgenden Analysen auf mehrere Spezialfälle eingegangen. Diese Spezialfälle lassen sich den beiden Kategorien

- einseitige Investitionen und
- partiell deterministische Märkte

zuordnen.

In erstgenannter Kategorie wird untersucht, inwieweit die für den allgemeinen Fall entwickelten Ergebnisse dadurch beeinflusst sind, dass beide Abteilungen investieren können. Es wird also untersucht, ob eine Beschränkung des Modell auf

- Investitionen des Produktionsbereichs P oder
- Investitionen des Absatzbereichs A

zu unterschiedlichen Bewertungen der in Kapitel 3 beschriebenen Verfahren kommt oder weitere Erkenntnissen aus den in Kapitel 4 betrachteten Vergleichen gewonnen werden können.

Die Lösungen dieser beiden Spezialfälle können jeweils aus dem in den Abschnitten 2.1 und 2.3 vorgestellten allgemeinen Modell abgeleitet oder über leicht veränderte Kosten- bzw. Erlösfunktionen unabhängig vom allgemeinen Modell hergeleitet werden.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Kann nur der Produktionsbereich kostensenkende Investitionen I_P durchführen, so bleibt zwar die Kostenfunktion $C(q, \theta, I_P) = (c(\theta) - I_P)\, q$ unverändert, jedoch kann die Absatzabteilung die Erlöse $R(\cdot)$ nicht durch spezifische Investition steigern. Die Erlösfunktion reduziert sich also zu einer Funktion abhängig von der Menge q und der Umweltvariablen θ. Im quadratisch-linearen Setting lautet die Erlösfunktion also

$$R(q, \theta) \quad = \quad \left(a(\theta) - \tfrac{1}{2} bq\right) q.$$

Die Investitionskosten betragen wie im allgemeinen Fall $w_P(I_P) = \frac{1}{2}\alpha_P I_P^2$.[11]

Analog zum allgemeinen Fall können aus diesen Funktionen die Lösungen der Produktions- und Investitionsentscheidungen ermittelt werden. Wie auch schon beim allgemeinen Szenario, wird zur Bestimmung der Referenzlösung von Interessenkonflikten abstrahiert, und alle Entscheidungen werden im Interesse des Gesamtunternehmens so getroffen, dass der Gesamterfolg maximiert wird.

Die Menge wird demnach entsprechend

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad \tfrac{\partial}{\partial q} R(q, \theta) - \tfrac{\partial}{\partial q} C(q, \theta, I_P) \\ &= \quad (a(\theta) - bq) - (c(\theta) - I_P) \\ \Rightarrow \quad & q^{fb}(\theta, I_P) = \tfrac{a(\theta) - c(\theta) + I_P}{b} \end{aligned}$$

[11] Um triviale Randlösungen auszuschließen, gelte im vorliegenden Spezialfall $a(\theta) > c(\theta) > 0$ für alle Realisationen θ sowie $b > \frac{1}{\alpha_P} > 0$.

die Investition entsprechend

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} -\tfrac{\partial}{\partial I_P} E\left[C\left(q^{fb}\left(\theta, I_P\right), \theta, I_P\right)\right] - \tfrac{\partial}{\partial I_P} w_P\left(I_P\right) \\ &= E\left[q^{fb}\left(\theta, I_P\right)\right] - \alpha_P I_P \\ \Rightarrow \quad I_P^{fb} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\left(\theta, I_P\right)\right] \end{aligned}$$

festgelegt.

Strukturelle Unterscheidungen dieser Ergebnisse von denen bei beidseitiger Investitionsmöglichkeit können nicht festgestellt werden. Die Menge steigt bei steigendem Stückdeckungsbeitrag und steigender Investitionstätigkeit und sinkt bei steigender Preisreagibilität. Die Investitionstätigkeit ist auch in diesem Fall maßgeblich durch die erwartete Produktionsmenge beeinflusst und steigt bei sinkendem Investitionskostenfaktor α_P.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Kann analog zum obigen Spezialfall nur der Absatzbereich investieren, so kann das Investitions- und Produktionsproblem mit der Kostenfunktion

$$C\left(q, \theta\right) \quad = \quad c\left(\theta\right) q,$$

der unveränderte Erlösfunktion $R\left(q, \theta, I_A\right) = \left(a\left(\theta\right) - \frac{1}{2} bq + I_A\right) q$ und der ebenfalls unveränderten Investitionskostenfunktion $w_A\left(I_A\right) = \frac{1}{2}\alpha_A I_A^2$ betrachtet werden.[12]

Die Mengenentscheidung wird ebenso wie die Investitionsentscheidung im Interesse der Zentrale gesamterfolgsoptimierend getroffen.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial q} R\left(q, \theta, I_A\right) - \tfrac{\partial}{\partial q} C\left(q, \theta\right) \\ &= \left(a\left(\theta\right) - bq + I_A\right) - c\left(\theta\right) \\ \Rightarrow \quad q^{fb}\left(\theta, I_A\right) &= \tfrac{a(\theta) - c(\theta) + I_A}{b} \end{aligned}$$

[12] Um triviale Randlösungen auszuschließen, gelte im vorliegenden Spezialfall $a\left(\theta\right) > c\left(\theta\right) > 0$ für alle Realisationen θ sowie $b > \frac{1}{\alpha_A} > 0$.

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial I_A} E\left[R\left(q^{fb}\left(\theta, I_A\right), \theta, I_A\right)\right] - \tfrac{\partial}{\partial I_A} w_A\left(I_A\right) \\ &= E\left[q^{fb}\left(\theta, I_A\right)\right] - \alpha_A I_A \\ \Rightarrow \quad I_A^{fb} &= \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\left(\theta, I_A\right)\right]. \end{aligned}$$

Auch in diesem Fall steigt die Menge bei steigendem Stückdeckungsbeitrag und steigender Investitionstätigkeit und sinkt bei steigender Preisreagibilität. Und ebenso wie bei einseitiger Investition durch den Produktionsbereich ist die Investition durch den Absatzbereich von der erwarteten Produktionsmenge abhängig und steigt bei sinkendem Investitionskostenfaktor α_A.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich durch Lösen der jeweiligen Gleichungssysteme das nachfolgende Korollar.

Korollar 2.1.1 (Referenzlösung bei einseitiger Investition)**.** *Im quadratisch-linearen Setting ergeben sich für die beiden Spezialfälle einseitiger Investitionen nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Bei ausschließlicher Investition des Produktionsbereichs P sind die Produktions- und Investitionspolitiken im Referenzfall durch

$$q^{fb} = \tfrac{\alpha_P}{b\alpha_P - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b} \qquad \textit{sowie} \qquad I_P^{fb} = \tfrac{1}{b\alpha_P - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

gegeben. Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb}, \theta, I_P^{fb}\right)\right] = \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P}{b\alpha_P - 1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.$$

(ii) Bei ausschließlicher Investition des Absatzbereichs A sind die Produktions- und Investitionspolitiken im Referenzfall durch

$$q^{fb} = \tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b} \qquad \textit{sowie} \qquad I_A^{fb} = \tfrac{1}{b\alpha_A - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

gegeben. Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb}, \theta, I^{fb}\right)\right] = \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A - 1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.$$

Besonders hervorzuheben ist die Informationsverarbeitungsfähigkeit: Die erwarteten Gewinne steigen bei erhöhter Unsicherheit der Märkte. Bemerkenswert ist dies, da

die Fähigkeit, von der Volatilität der beiden Märkte zu profitieren, nicht davon abhängt, ob symmetrisch investiert werden kann. Die Verarbeitung der über die beiden Märkte zugänglichen Information ist vielmehr unabhängig von der unternehmensinternen Ausgestaltung der Investitionsentscheidung.

Die in Korollar 2.1.1 vorgestellten Investitions- und Produktionspolitiken können statt durch Lösung der umformulierten Probleme ebenso auch durch die Betrachtung des Grenzübergangs für die Investitionskosten $\alpha_{-i} \to \infty$ aus der allgemeinen Lösung abgeleitet werden.[13] Darf bspw. nur der produzierende Bereich P investieren, so kann die Investitionstätigkeit des absetzenden Bereichs A durch sehr hohe Investitionskosten stark verringert werden. "Unendlich" hohe Investitionskosten ($\alpha_A \to \infty$) führen schließlich dazu, dass Bereich A gar nicht mehr investiert, Bereich P demnach also exklusiv investiert. Im umgekehrten Fall führen "unendlich" hohe Investitionskosten α_P zu alleiniger Investition des Absatzbereichs, da der Produktionsbereich die Investition einstellt.

In der zweiten Kategorie der Spezialfälle wird, wiederum ausgehend vom bisher behandelten allgemeinen Szenario, untersucht, wie sich unterschiedliche Volatilitäten der beiden Märkte, auf denen das Unternehmen agiert, auf die Ergebnisse auswirken. Es werden dazu die Auswirkungen

- eines deterministischen Rohstoffmarktes,
- eines deterministischen Absatzmarktes und
- eines deterministischen Gesamtmarktes

untersucht.

Im quadratisch-linearen Setting können durch passende Modellierung der Stückkosten $c(\theta)$, des Maximalpreises $a(\theta)$ und des Stückdeckungsbeitrages $d(\theta)$ diese Szenarien aus dem allgemeinen Modell abgeleitet werden:

Deterministischer Rohstoffmarkt: Agiert das Unternehmen auf einem deterministischen Rohstoffmarkt, so sind die Stückkosten $c(\theta)$ nicht von der Zufallsvariablen θ abhängig. Es gilt also $c(\theta) = c$. Die Kostenfunktion des Unternehmens ist damit nicht mehr von der Umwelt abhängig: $C(q, I_P)$. Des Weiteren gilt für den Deckungsbeitrag $d(\theta) = a(\theta) - c$. Die Gesamtvolatilität, der das

[13] Vgl. zum Grenzwertbegriff bspw. Heuser (2006) oder andere Lehrbücher der Analysis.

Unternehmen gegenübersteht, geht also allein auf die Volatilität des Absatzmarktes zurück.[14]

Außer unterschiedlichen Volatilitäten der Märkte bestehen zwischen dem allgemeinen und dem Szenario mit deterministischem Rohstoffmarkt also keine Unterschiede. Änderungen zwischen den Lösungen dieser Szenarien betreffen demnach ausschließlich die unter der Annahme unsicherer Stückkosten getroffen Entscheidungen. Da sich die diesen Entscheidungen zu Grunde liegenden Verteilungsannahmen unterscheiden. Mengen- und Investitionsentscheidungen werden im reduzierten Szenario mit einem deterministischen Rohstoffmarkt demnach gemäß nachfolgender Bedingungen erster Ordnung getroffen.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial q} R\left(q, \theta, I_A\right) - \tfrac{\partial}{\partial q} C\left(q, I_P\right) \\ &= \left(a\left(\theta\right) - bq + I_A\right) - \left(c - I_P\right) \\ \Rightarrow \quad & q^{fb}\left(\theta, I\right) = \tfrac{a(\theta) - c + I_P + I_A}{b} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} -\tfrac{\partial}{\partial I_P} E\left[C\left(q^{fb}\left(\theta, I\right), I_P\right)\right] - \tfrac{\partial}{\partial I_P} w_P\left(I_P\right) \\ &= E\left[q^{fb}\left(\theta, I\right)\right] - \alpha_P I_P \\ \Rightarrow \quad & I_P^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\left(\theta, I\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial I_A} E\left[R\left(q^{fb}\left(\theta, I\right), \theta, I_A\right)\right] - \tfrac{\partial}{\partial I_A} w_A\left(I_A\right) \\ &= E\left[q^{fb}\left(\theta, I\right)\right] - \alpha_A I_A \\ \Rightarrow \quad & I_A^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\left(\theta, I\right)\right]. \end{aligned}$$

Ebenso wie im Fall beidseitiger Unsicherheit über die Situation auf den Märkten, sind die Investitionsentscheidungen direkt von der erwarteten Produktionsmenge abhängig. Die Mengenentscheidung jedoch wird nur noch an den abhängig von der Umweltvariablen unterschiedlichen Maximalpreis $a\left(\theta\right)$ angepasst, da die Basisstückkosten keinen Schwankungen mehr unterliegen.

Deterministischer Absatzmarkt: Ist hingegen der Absatzmarkt deterministisch, so gilt $a\left(\theta\right) = a$ und damit $d\left(\theta\right) = a - c\left(\theta\right)$. Die Erlösfunktion $R\left(q, I_A\right)$

[14] Um triviale Randlösungen auszuschließen, gelte im vorliegenden Spezialfall $a\left(\theta\right) > c > 0$ für alle Realisationen θ sowie $b > \frac{1}{\alpha_P} + \frac{1}{\alpha_A}$ und $\alpha_i > 0$ für $i \in \{P, A\}$.

ist nicht mehr von der Umweltvariablen abhängig. In diesem Fall ist die Volatilität also ausschließlich auf den Rohstoffmarkt zurückzuführen.[15]

Analog zum vorhergehenden Fall lösen die Bedingungen erster Ordnung

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial q} R(q, I_A) - \tfrac{\partial}{\partial q} C(q, \theta, I_P) \\ &= (a - bq + I_A) - (c(\theta) - I_P) \\ \Rightarrow \quad & q^{fb}(\theta, I) = \tfrac{a - c(\theta) + I_P + I_A}{b} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} -\tfrac{\partial}{\partial I_P} E\left[C\left(q^{fb}(\theta, I), \theta, I_P\right)\right] - \tfrac{\partial}{\partial I_P} w_P(I_P) \\ &= E\left[q^{fb}(\theta, I)\right] - \alpha_P I_P \\ \Rightarrow \quad & I_P^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}(\theta, I)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial I_A} E\left[R\left(q^{fb}(\theta, I), I_A\right)\right] - \tfrac{\partial}{\partial I_A} w_A(I_A) \\ &= E\left[q^{fb}(\theta, I)\right] - \alpha_A I_A \\ \Rightarrow \quad & I_A^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}(\theta, I)\right] \end{aligned}$$

das reduzierte Problem mit einem deterministischen Absatzmarkt.

Deterministischer Gesamtmarkt: Eine etwas abweichende Modellierung liegt dem dritten Fall des deterministischen Gesamtmarktes zu Grunde. In diesem Fall gilt für den Stückdeckungsbeitrag $d(\theta) = a(\theta) - c(\theta) = d$. Es muss also gelten, dass die Volatilität von Stückkosten $c(\theta)$ und Maximalpreis $a(\theta)$ identisch sind. Dies wird modellendogen durch eine Trennung des deterministischen vom stochastischen Teil der Stückkosten und des Maximalpreises dargestellt. Für die Stückkosten gelte daher $c(\theta) = c + g(\theta)$, für den Maximalpreis $a(\theta) = a + g(\theta)$, mit einer Funktion g für die gilt: $E[g(\theta)] = 0$.[16] Es werden also Stückkosten- bzw. Maximalpreisfunktionen betrachtet, die einen Korrelationskoeffizienten von 1 aufweisen: $\rho(a(\theta), c(\theta)) = \rho(g(\theta) + a, g(\theta) + c) = \rho(g(\theta), g(\theta)) = 1$.[17] Damit gilt für die Varianzen von $a(\theta)$ und $c(\theta)$, sowie deren Kovarianz: $Var[a(\theta)] = Cov[a(\theta), c(\theta)] = Var[c(\theta)] = Var[g(\theta)]$. Es

[15] Um triviale Randlösungen auszuschließen, gelte im vorliegenden Spezialfall $a > c(\theta) > 0$ für alle Realisationen θ sowie $b > \frac{1}{\alpha_P} + \frac{1}{\alpha_A}$ und $\alpha_i > 0$ für $i \in \{P, A\}$.

[16] Es gilt $g : \Re^n \to \Re$ mit $E[g(\theta)] = \int_{\Re^n} g(\theta) f(\theta) d\theta = 0$.

[17] Der Pearsonsche Korrelationskoeffizient $\rho(\cdot, \cdot)$ ist ein Maß für den linearen Zusammenhang zweier Zufallsvariablen. Vgl. dazu bspw. Wilks (1963), Krengel (2000) oder Hartung u. a. (1995).

folgt also aus dem Wissen über die Realisierung auf einem der beiden Märkte direkt auch vollständige Information über die Realisierung auf dem anderen der beiden Märkte.[18]

Erlös- und Kostenfunktion sind wie auch im allgemeinen Fall von der Entwicklung der Umwelt abhängig, nicht jedoch der Gesamtgewinn $\Pi^{fb}\left(q^{fb}, I^{fb}\right)$. Die Bedingungen erster Ordnung, aus denen die Produktions- und Investitionsentscheidung abgeleitet werden, lauten demnach

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial q} R\left(q, \theta, I_A\right) - \tfrac{\partial}{\partial q} C\left(q, \theta, I_P\right) \\ &= \left(a + g\left(\theta\right) - bq + I_A\right) - \left(c + g\left(\theta\right) - I_P\right) \\ &= \left(a - bq + I_A\right) - \left(c - I_P\right) \\ \Rightarrow \quad & q^{fb}\left(I\right) = \tfrac{a - c + I_P + I_A}{b} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} -\tfrac{\partial}{\partial I_P} E\left[C\left(q^{fb}\left(I\right), \theta, I_P\right)\right] - \tfrac{\partial}{\partial I_P} w_P\left(I_P\right) \\ &= q^{fb}\left(I\right) - \alpha_P I_P \\ \Rightarrow \quad & I_P^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_P} q^{fb}\left(I\right) \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial I_A} E\left[R\left(q^{fb}\left(I\right), \theta, I_A\right)\right] - \tfrac{\partial}{\partial I_A} w_A\left(I_A\right) \\ &= q^{fb}\left(I\right) - \alpha_A I_A \\ \Rightarrow \quad & I_A^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_A} q^{fb}\left(I\right). \end{aligned}$$

Die Mengenentscheidung hängt, da auch der zu optimierende Gesamtgewinn nicht volatil ist, nicht von der Umweltvariablen ab. Die im allgemeinen Szenario auf der erwarteten Menge basierenden Investitionsentscheidungen hängen bei deterministischen Stückdeckungsbeiträgen also nicht mehr von Erwartungswertkalkülen bzgl. der Menge ab, sondern von der mit Sicherheit festgelegten Mengenentscheidung $q^{fb}\left(I\right)$. Obwohl das Unternehmen Wissen über die volatilen Teilmärkte für Rohstoffe und Endprodukte hat, fließt dieses Wissen nicht in die Entscheidungen ein. Die Unsicherheit der beiden Märkt hebt sich gegenseitig auf und wird damit für die Entscheidungen des Gesamtunternehmens irrelevant.

[18] Um triviale Randlösungen auszuschließen gelte im vorliegenden Spezialfall wie auch im allgemeinen Szenario, $a\left(\theta\right) > c\left(\theta\right) > 0$ für alle Realisationen θ, sowie $b > \frac{1}{\alpha_P} + \frac{1}{\alpha_A}$ und $\alpha_i > 0$ für $i \in \{P, A\}$.

Die Lösungen dieser drei Spezialfälle werden in nachfolgendem Korollar 2.1.2 dargestellt.

Korollar 2.1.2 (Referenzlösung bei partiell deterministischen Märkten)**.** *Im quadratisch-linearen Setting ergeben sich für die drei Spezialfälle der partiell deterministischen Märkte nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so sind die Produktions- und Investitionspolitiken im Referenzfall gegeben durch

$$q^{fb} = \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right) + \frac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \frac{\alpha_A}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right) \qquad \textit{und} \\ I_A^{fb} &= \frac{\alpha_P}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right). \end{aligned}$$

Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb}, \theta, I^{fb}\right)\right] = \frac{1}{2} \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right)^2 + \frac{Var[a(\theta)]}{2b}.$$

(ii) Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so sind die Produktions- und Investitionspolitiken im Referenzfall gegeben durch

$$q^{fb} = \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) + \frac{-(c(\theta) - E[c(\theta)])}{b}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \frac{\alpha_A}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \qquad \textit{und} \\ I_A^{fb} &= \frac{\alpha_P}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right). \end{aligned}$$

Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb}, \theta, I^{fb}\right)\right] = \frac{1}{2} \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{Var[c(\theta)]}{2b}.$$

(iii) Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so sind die Produktions- und Investitionspolitiken im Referenzfall gegeben durch

$$q^{fb} = \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} d$$

sowie

$$I_P^{fb} = \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d \qquad \textit{und} \qquad I_A^{fb} = \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d.$$

Damit ergibt sich der Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$\Pi^{fb}\left(q^{fb}, I^{fb}\right) = \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d^2.$$

In den ersten beiden Fällen profitiert das Unternehmen also im vollen Ausmaß von der Unsicherheit, die auf den beiden Märkten herrscht. Im Fall des deterministischen Gesamtmarktes profitiert das Unternehmen jedoch nicht von der Volatilität der beiden einzelnen Märkte, da die für das Unternehmen bestimmende Größe, der Stückdeckungsbeitrag, in der die Unsicherheit beider Märkte zusammenfließt, deterministisch ist. Der Flexibilitätsgewinn des Unternehmens verschwindet in diesem Fall also.

Kapitel 3

Verfahren

Auf Basis des im vorangegangenen Kapitel beschriebenen quadratisch-linearen Modells werden in diesem Kapitel nun einzelne Verfahren zur Produktions- und Investitionssteuerung beschrieben und einer ersten Analyse unterzogen. Es soll dabei vor allem auf die in der Praxis verwendeten und in der Literatur beschriebenen Verfahren eingegangen werden.[1] In den nachfolgenden Abschnitten soll dabei stärker auf die grundlegenden Eigenschaften als auf eine relative Performancebewertung der einzelnen Verfahren eingegangen werden.

Die betrachteten Verfahren lassen sich dabei anhand des Grades der Zentralisierung bzw. der Dezentralisierung gliedern. Die am stärksten zentral ausgerichteten Verfahren sind zweifellos die im Folgenden dargestellten beiden Mechanismen der zentralen Mengenplanung. Bei diesen Verfahren werden außer den Investitionsentscheidungen keinerlei Verfügungsrechte an die Bereiche delegiert. Auf der anderen Seite stellen verhandelte Verrechnungspreise das entgegengesetzte Extrem dar. Wie im Nachfolgenden noch genauer erläutert wird, können die beiden Bereiche bei diesem Verfahren weitestgehend autonom über die Produktion entscheiden. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es jedoch noch eine Vielzahl weiterer Verfahren. Insbesondere wird im Folgenden die Klasse der kostenbasierten Transferpreise näher betrachtet werden, bei denen die Zentrale zumindest durch die Vorgabe der Struktur und der Vergabe der entsprechenden Verfügungsrechte in die Entscheidungsabläufe eingreift.

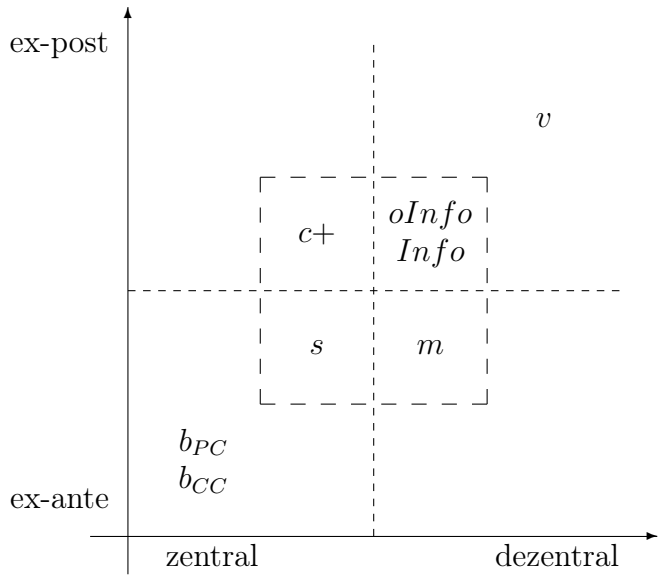
[1] Vgl. für einen Überblick über in der Praxis verwendete Verfahren bspw. Emmanuel und Mehafdi (1994, S. 34 ff.) oder Ewert und Wagenhofer (2005, S. 586). Eine Übersicht über Verrechnungspreismechanismen in der theoretischen Literatur ist bspw. in Böckem u. a. (2004) oder Pfaff und Pfeiffer (2004) zu finden.

Das zweite in den folgenden Abschnitten genutzte Gliederungsschema ist die Information, die zum Zeitpunkt der Entscheidung genutzt werden kann. Die durch die Zufallsvariable θ ausgedrückte unsichere Entwicklung der Umwelt hat Einfluss auf die beiden am Produktionsprozess beteiligten Märkte. Abhängig vom Zeitpunkt der Entscheidungen ist es möglich, Wissen über die Realisierung des Basispreises $a(\theta)$ auf dem Absatzmarkt bzw. der Basisstückkosten $c(\theta)$ auf dem Rohstoffmarkt in die Entscheidungen einfließen zu lassen. Um eine ideale Informationsverarbeitung zu gewährleisten, muss das Unternehmen also einen Steuerungsmechanismus etablieren, der Realisierungen dieser beiden Zufallsgrößen und damit die Realisierung des Basisdeckungsbeitrages $d(\theta)$ berücksichtigt.

In Abschnitt 3.1 werden die Verfahren kurz einander gegenübergestellt. Dabei sollen die Unterschiede der nachfolgend betrachteten Verfahren herausgestellt werden. Insbesondere soll zum einen darauf eingegangen werden, welche Einheiten das Recht haben, Entscheidungen über die Produktionsmenge oder den Verrechnungspreis zu treffen. Zum anderen wird dargestellt, welche Informationen zum Zeitpunkt der Entscheidungen im Unternehmen vorhanden sind und ob diese durch den angewandten Mechanismus im Sinne des Gesamtunternehmens verarbeitet werden können. Davon ausgehend wird kurz auf die daraus erwachsenden Grundkonflikte eingegangen. Anschließend werden dann die verschiedenen Verfahren vorgestellt und die induzierten Investitions- und Produktionsentscheidungen erläutert. Ebenso wird der mit diesen Entscheidungen maximal zu erwirtschaftende Gesamterfolg dargestellt. In Abschnitt 3.2 wird der zentrale Produktionsplanungsmechanismus vorgestellt. Dabei wird unterschieden, ob eine Cost- bzw. Revenue-Center Organisation vorliegt oder ob das Unternehmen in Profit-Centern organisiert ist. Abschnitt 3.3 stellt die Verfahren der kostenorientierten Verrechnungspreise vor. Diese gliedern sich abhängig vom Zeitpunkt der Preisentscheidung in ex-ante, ex-post Transferpreisverfahren sowie das Cost-Plus Verrechnungspreisverfahren auf. Im daran anschließenden Abschnitt 3.4 wird ein auf verhandelten Verrechnungspreisen basierendes Verfahren vorgestellt.

3.1 Klassifikation und Grundkonflikte

Wie oben schon kurz angedacht, kann eine Klassifikation der im Folgenden betrachteten Mechanismen zur Investitions- und Produktionssteuerung auf Basis zweier Merkmale geschehen: Anhand



v :	Verhandelte Verrechnungspreise
$oInfo$:	Ex-post Monopolpreise ohne Infosystem
$Info$:	Ex-post Monopolpreise mit Infosystem
$c+$:	Cost-Plus Verrechnungspreise
s :	Standardkostenbasierte Verrechnungspreise
m :	Ex-ante Monopolpreise
b_{PC} :	Mengenplanungsmechanismus bei Profit-Center Organisation
b_{CC} :	Mengenplanungsmechanismus bei Cost- bzw. Revenue-Center Organisation

Abbildung 3.1: Klassifikation der Steuerungsmechanismen

- des Grades der Zentralisierung und anhand
- der Entscheidungszeitpunkte.

Die betrachteten Verfahren unterscheiden sich bzgl. dieser Punkte teilweise erheblich voneinander. In Abbildung 3.1 sind alle Verfahren nach diesen Merkmalen klassifiziert. Die untersuchten Verfahren werden dabei schematisch geordnet.

Bei beiden zentralen Mengenplanungsmechanismen werden die Entscheidung über die Produktionsmenge und die Zuweisung des Gesamtgewinns an die beiden Bereiche durch die Zentrale getroffen. Diese maximiert mit ihren Entscheidungen den Gesamterfolg des Unternehmens. Da die Zentrale jedoch nicht zustandsabhängig steuern kann, fällt die Zentrale ihre Entscheidungen auf Basis von Erwartungswertkalkülen. Die Unterscheidung der beiden Mechanismen geschieht anhand der zu Grunde liegenden Organisationsstruktur: Es wird untersucht, wie ein zentraler

Planungsmechanismus im Rahmen einer Profit-Center und im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation wirkt. Bzgl. beider Klassifikationsmerkmale besetzen die zentralen Mengenplanungsmechanismen also einen Extrempunkt: Zum einen sind bis auf die Investitionsentscheidungen, die ob ihrer Spezifität nur durch den jeweiligen Bereich getroffen werden können, alle Entscheidungen bei der Zentrale konzentriert. Dies sind also die am stärksten zentralisierten Mechanismen. Zum anderen sind sämtliche Entscheidungen von Mengenfestlegung bis zur Entscheidung über die Aufteilung des Gesamterfolges auf die beiden Bereiche schon unter Unsicherheit über Realisierung der beiden Märkte gefallen. Keine der Entscheidungen wird also zu einem Zeitpunkt getroffen, an dem Informationen über die Situation auf den Märkten vorhanden sind. Es ist über diese Verfahren also nicht möglich, Informationen über die Umwelt und damit die beiden Märkte zu verarbeiten. Die beiden Mengenplanungsmechanismen sind also stark zentralisiert und führen zu Entscheidungen, die bereits ex-ante getroffen sind. In Abbildung 3.1 sind sie demnach in der linken unteren Ecke abgetragen.

Das entgegengesetzte Extrem stellen die verhandelten Verrechnungspreise dar. Außer den spezifischen Investitionen, über die ausschließlich durch den jeweiligen Bereich entschieden werden kann, werden alle anderen Entscheidungen durch Verhandlungen der beiden Bereiche untereinander festgelegt. Die einzige Einflussmöglichkeit, die der Zentrale bleibt, liegt in der Bestimmung der Verhandlungsmacht der beiden Bereiche untereinander. Diese Verhandlungsmacht kann die Zentrale bspw. durch eine entsprechende Ausstattung der Bereiche oder über die Auswahl der Abteilungsleiter selber festlegen. Die Abteilungsleiter handeln dann aus, wie sie den Gesamterfolg unter sich aufteilen und welche Menge sie produzieren werden. Da die beiden Bereiche zu einem Zeitpunkt miteinander verhandeln, an dem die Ausprägungen der beiden Märkte schon determiniert sind, können sie dieses Wissen über die Realisation der beiden Märkte in die Verhandlungen einfließen lassen. Neben der völligen Dezentralisierung der Entscheidungen über Menge und Erfolgsaufteilung ist somit sichergestellt, dass das gesamte im Unternehmen vorhandene Wissen über die Realisierung der Märkte in die Entscheidungen einfließen kann. In Abbildung 3.1 sind verhandelte Verrechnungspreise also den Mengenplanungsmechanismen diametral gegenübergestellt.

Weniger eindeutig ist die Einordnung der im Folgenden betrachteten kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren. Bei diesen Verfahren ist durch die Zentrale die Struktur des Entscheidungsfeldes vorgegeben. Die Zentrale bestimmt über den Zeitpunkt

der Preisfestlegung und, welche Unternehmenseinheit diesen Preis festsetzen kann. Ebenso vergibt sie das Recht, über die Menge zu entscheiden. Sie greift also über die Festlegung der Struktur schon in diese dezentralen Prozesse ein. Allen fünf Verrechnungspreisverfahren ist gemein, dass die Mengenentscheidung ex-post durch den Absatzbereich getroffen wird. Der Absatzbereich maximiert jedoch seinen Bereichserfolg und nicht den Gesamterfolg des Unternehmens. Durch den Zeitpunkt der Mengenentscheidung (ex-post nach Realisierung der Umwelt) kann der Absatzbereich allerdings Informationen über die Realisierungen der Umwelt in seine Entscheidung einfließen lassen. Die Verrechnungspreisverfahren unterscheiden sich demnach lediglich dadurch, wie der Transferpreis, mit dem das auszutauschende Zwischenprodukt bewertet wird, bestimmt wird.

Dabei kann zwischen nachfolgenden Verrechnungspreistypen unterschieden werden.

Standardkostenbasierte Verrechnungspreise: Bei standardkostenorientierten Transferpreisen entscheidet die Zentrale ex-ante über den Transferpreis. Die Preisentscheidung wird daher zwar zentral getroffen, jedoch lediglich auf Basis von Erwartungswertkalkülen.

Ex-ante Monopolpreise: Ebenso kann auch bei ex-ante Monopolpreisen, die vor Realisierung der Umwelt durch den Produktionsbereich bestimmt werden, kein Wissen über Umweltrealisierungen in die Preisentscheidung eingehen. Ein solcher Preis wird also dezentral auf Basis von Erwartungswerten gebildet.

Ex-post Monopolpreise mit Informationssystem: Auch ex-post Monopolpreise werden durch den Produktionsbereich bestimmt und werden daher dezentral festgelegt. Durch ein Informationssystem und die Festlegung des Preises erst ex-post, nachdem die Umwelt realisiert ist, kann Wissen über die Realisierung aller Märkte, auf denen das Unternehmen agiert, in den Preis einfließen.

Ex-post Monopolpreise ohne Informationssystem: Steht der preissetzenden Abteilung hingegen kein Informationssystem zur Verfügung, so kann sie maximal Wissen über die Realisierung des Rohstoffmarktes in die Preisentscheidung einfließen lassen.

Cost-Plus Verrechnungspreise: Einen besonderen Fall stellt das Cost-Plus Verrechnungspreisverfahren dar. Bei diesem Verfahren setzt sich der Transferpreis

aus den tatsächlich realisierten Stückkosten und einem Aufschlag zusammen. Der Aufschlag wird ex-ante durch die Zentrale vorgegeben. Über diesen Transferpreis können demnach Informationen über den Rohstoffmarkt verarbeitet werden.

Die betrachteten Verrechnungspreisverfahren haben also unterschiedlichste Fähigkeiten, Informationen über die Umweltentwicklung zu verarbeiten, und unterscheiden sich auch bzgl. des Grades der Dezentralisierung voneinander.

Im Rahmen der Auswahl eines der Verfahren zur Steuerung der Investitions- und Produktionstätigkeit ist nun die Fragestellung zu beantworten, welches der Verfahren im Konfliktfeld zwischen

- Investitionsanreizen,
- Mengensteuerung und
- Informationsverarbeitung

zu einem höheren erwarteten Gesamterfolg führt. Die Fähigkeit, Informationen zu verarbeiten, hängt stark vom Zeitpunkt der Entscheidungen ab, während die Investitionsanreize und Mengenentscheidung eher durch den Grad der Zentralisierung und die durch das Unternehmen gewählte Organisationsstruktur beeinflussbar sind. Diesen drei Aspekten wird in den nachfolgenden Einzelanalysen der genannten Verfahren besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Auch die Performance-Vergleiche der Verfahren basieren maßgeblich darauf, dass die Eigenschaften der Verfahren bzgl. der genannten Aspekte zueinander in Relation gestellt werden. Auf diese Weise kann genauer betrachtet werden, worauf die unterschiedlichen Wirkungen der nachfolgend beschriebenen Verfahren basieren.

3.2 Zentrale Produktionsplanung

Wird zur Unternehmenssteuerung das zentralisierte Verfahren der Produktionsmengenvorgabe herangezogen, so steuert die Zentrale die Produktionstätigkeit der Bereiche durch ex-ante gemachte Vorgaben. Die Zentrale kann auf Grund der fehlenden Verifikationsmöglichkeit der Umweltsituation keine zustandsbedingte Produktionsvorgaben machen. Die Zentrale legt also vor Realisierung der Umweltvariablen θ auf Basis von Erwartungswerten die von den Bereichen zu produzierende Menge q so

fest, dass der erwartete Gesamtunternehmenserfolg maximiert wird. Die beiden Bereiche haben dann die Möglichkeit, kostensenkende bzw. erlössteigernde spezifische Investitionen durchzuführen. Mit dieser Investitionsentscheidung maximieren beide Bereiche ihren jeweils erwarteten Bereichserfolg.

Der Bereichserfolg der beiden Abteilungen hängt jedoch maßgeblich von der implementierten Organisationsform ab: Werden die Bereiche als Profit-Center geführt, so werden die Bereichserfolge über eine γ-Teilungsregel determiniert. Alternativ werden die Bereichserfolge mit Hilfe von Budgetvorgaben festgelegt, falls die Bereiche als Cost- bzw. Revenue-Center organisiert sind.[2]

3.2.1 Cost- bzw. Revenue-Center Organisation

Sind die beiden Bereiche als Cost- bzw. Revenue-Center organisiert, so legt die Zentrale neben der Produktionsmenge q^{bCC} ein Budget δ^{bCC} fest. Über diese Zahlung δ^{bCC} sollen die Kosten des Produktionsbereichs zumindest teilweise gedeckt und die beim Absatzbereich A anfallenden Erlöse mindestens partiell an die Zentrale weitergeleitet werden. Lediglich die Entscheidungen über spezifische Investitionen werden von den Bereichen selbständig getroffen. Die Bereichserfolge setzen sich also aus der Zahlung δ^{bCC} und den anfallenden Kosten $C(\cdot)$ bzw. Erlösen $R(\cdot)$ zusammen.

$$\begin{aligned} \Pi_P^{bCC}(q, \theta, I_P, \delta) &= \delta - C(q, \theta, I_P) - w_P(I_P), \\ \Pi_A^{bCC}(q, \theta, I_A, \delta) &= R(q, \theta, I_A) - \delta - w_A(I_A). \end{aligned}$$

Produktionsbereichs P ist als Cost-Center organisiert. Die Entscheidungen des Produktionsbereichs P werden also ausschließlich durch die Kosten der Produktion sowie durch die von ihm zu tragenden Investitionskosten beeinflusst. Der Absatzbereich A ist dementsprechend als Revenue-Center organisiert. Grundlage seiner Entscheidungen ist der von ihm beeinflussbare Teil seines Bereichserfolges, also die Erlöse $R(\cdot)$ sowie die Investitionskosten seiner spezifischen Investitionen, die er allein tragen muss.

Die Abfolge der Entscheidungen im Rahmen des zentralen Mengenplanungsmechanismus ist in Abbildung 3.2 dargestellt. Sie orientiert sich an dem in Abbildung

[2] Zum Center-Konzept vgl. z. B. Anthony und Govindarajan (2003, S. 204 ff.), Zimmerman (2003, S. 196 ff.), Brickley u. a. (2004, S. 452 ff.), Ewert und Wagenhofer (2005, S. 408) oder Horngren u. a. (2006, S. 197 f.).

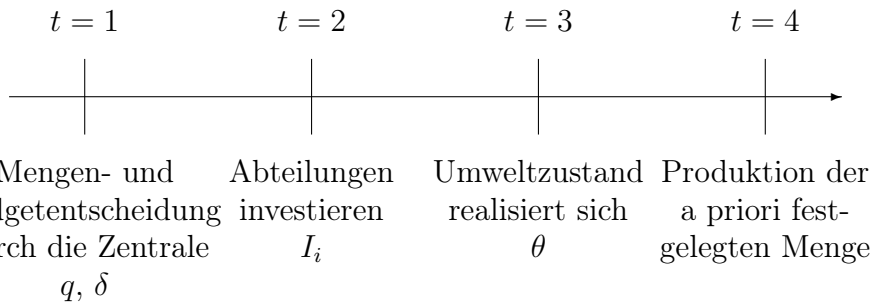


Abbildung 3.2: Handlungssequenz bei zentraler Mengenplanung und Cost- bzw. Revenue-Center Organisation

2.2 dargestellten Schema. Die Zentrale legt ex-ante vor Realisierung der Umwelt die Rahmenbedingungen der Produktion fest. Sie weist beiden Bereichen zum Zeitpunkt $t = 1$ ein Budget δ^{bCC} zu und legt die Menge q^{bCC} fest, die im Zusammenspiel der beiden Bereiche produziert wird. Die beiden Bereiche entscheiden zum Zeitpunkt $t = 2$ unter Unsicherheit über die Umweltrealisierung, aber mit der sicheren Information über die zu produzierende Menge und das ihnen jeweils zugewiesene Budget über kostenreduzierende bzw. erlössteigernde Investitionen I_i^{bCC}, bevor sich in $t = 3$ der Umweltzustand realisiert. Nach Realisierung der Umwelt wird zum Zeitpunkt $t = 4$ die bereits ex-ante festgelegte Menge q^{bCC} produziert, und sowohl der Unternehmenserfolg als auch die beiden Bereichserfolge werden realisiert. Die Bereichserfolge stehen also bereits ex-ante als Funktion der Umweltvariablen θ fest. Eine Reaktion auf verschiedene Realisierungen von θ ist somit nicht mehr möglich.

Mit dem Prinzip der Rückwärtsinduktion werden die zum Zeitpunkt $t = 2$ durch die Bereiche getätigten Investitionen bestimmt. Die Bereiche maximieren dabei jeweils ihren erwarteten Bereichserfolg.

$$\begin{aligned} I_P^{bCC}(q) &\in \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_P^{bCC}(q, \theta, I_P, \delta) \right] \right\} \\ &= \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{ \delta - E\left[C(q, \theta, I_P) \right] - w_P(I_P) \right\} \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_A^{bCC}(q) &\in \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_A^{bCC}(q, \theta, I_A, \delta) \right] \right\} \\ &= \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[R(q, \theta, I_A) \right] - \delta - w_A(I_A) \right\}. \end{aligned}$$

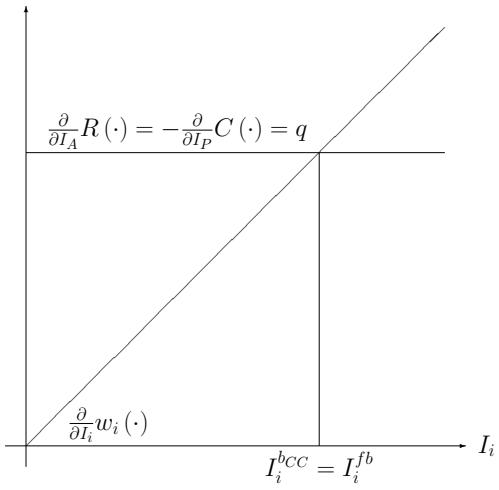


Abbildung 3.3: Investitionsentscheidung bei zentraler Mengenplanung und Cost- bzw. Revenue-Center Organisation

Auflösen der daraus resultierenden Bedingungen erster Ordnung ergibt die Investitionshöhe in Abhängigkeit der Produktionsmenge q.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\frac{\partial}{\partial I_P}\Pi_P^{bCC}\left(q,\theta,I_P^{bCC},\delta\right)\right] \\ &= -\frac{\partial}{\partial I_P}E\left[C\left(q,\theta,I_P^{bCC}\right)\right] - w'_P\left(I_P^{bCC}\right) \\ &= q - \alpha_P I_P^{bCC} \\ \Rightarrow\quad & I_P^{bCC}(q) = \tfrac{1}{\alpha_P}q \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\frac{\partial}{\partial I_P}\Pi_A^{bCC}\left(q,\theta,I_A^{bCC},\delta\right)\right] \\ &= \frac{\partial}{\partial I_A}E\left[R\left(q,\theta,I_A^{bCC}\right)\right] - w'_A\left(I_A^{bCC}\right) \\ &= q - \alpha_A I_A^{bCC} \\ \Rightarrow\quad & I_A^{bCC}(q) = \tfrac{1}{\alpha_A}q. \end{aligned}$$

Legt die Zentrale also zu Beginn der Handelsbeziehung, vor den Entscheidungen über die Investitionen, die Menge in Höhe der erwarteten Referenzmenge fest, $q^{bCC} = E\left[q^{fb}(\cdot)\right]$, so kann sie damit die First-Best Investitionshöhen induzieren. Da die Bereiche durch ihre Investitionstätigkeit keinen Einfluss auf die Höhe der Zahlung δ^{bCC} nehmen können, wählen sie ihre Investitionen unabhängig von dieser Zahlung. Abbildung 3.3 zeigt, dass die Investitionsentscheidungen dieses zentralen Mengenplanungsmechanismus bei gegebener Menge mit denen der Referenzlösung

übereinstimmen. Die Abbildung stellt, wie auch schon die entsprechenden Abbildungen in Kapitel 2 den Fall symmetrischer Investitionskosten $\alpha_P = \alpha_A$ dar.

Diese Investitionsentscheidungen antizipierend legt die Zentrale zum Zeitpunkt $t = 1$ die zu produzierende Menge fest. Sie orientiert sich dabei an der Maximierung des erwarteten Gesamtgewinns.

$$\begin{aligned} q^{bCC} &\in \arg\max_{q\in\Re_+} \left\{E\left[\Pi\left(q,\theta,I^{bCC}\left(q\right)\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+} \left\{E\left[R\left(q,\theta,I_A^{bCC}\left(q\right)\right) - C\left(q,\theta,I_P^{bCC}\left(q\right)\right)\right]\right. \\ &\qquad \left. - \textstyle\sum_{i\in\{P,A\}} w_i\left(I_i^{bCC}\left(q\right)\right)\right\}. \end{aligned}$$

Die daraus ableitbare Bedingung erster Ordnung ergibt schließlich die Mengenentscheidung der Zentrale. Diese Entscheidung ist in Abbildung 3.4 graphisch veranschaulicht. Die Graphik vernachlässigt dabei den Umwelteinfluss θ und verdeutlicht so, dass die Mengenentscheidung der Zentrale in einer sicheren Umwelt bei gegebenen Investitionen in Höhe der Referenzlösung getroffen wird.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\tfrac{d}{dq}\Pi\left(q^{bCC},\theta,I^{bCC}\left(q^{bCC}\right)\right)\right] \\ &= E\left[\tfrac{\partial}{\partial q}R\left(q^{bCC},\theta,I_A^{bCC}\left(q^{bCC}\right)\right) - \tfrac{\partial}{\partial q}C\left(q^{bCC},\theta,I_P^{bCC}\left(q^{bCC}\right)\right)\right] \\ &\quad + \tfrac{\partial}{\partial q}I_P^{bCC}\left(q^{bCC}\right)\tfrac{\partial}{\partial I_P}E\left[\Pi\left(q^{bCC},\theta,I^{bCC}\right)\right] \\ &\quad + \tfrac{\partial}{\partial q}I_A^{bCC}\left(q^{bPC}\right)\tfrac{\partial}{\partial I_A}E\left[\Pi\left(q^{bCC},\theta,I^{bCC}\right)\right] \\ &= E\left[\tfrac{\partial}{\partial q}R\left(q^{bCC},\theta,I_A^{bCC}\left(q^{bCC}\right)\right) - \tfrac{\partial}{\partial q}C\left(q^{bCC},\theta,I_P^{bCC}\left(q^{bCC}\right)\right)\right] \\ &= E\left[a\left(\theta\right)\right] - E\left[c\left(\theta\right)\right] + I_P^{bCC}\left(q^{bCC}\right) + I_A^{bCC}\left(q^{bCC}\right) + bq^{bCC} \\ \Rightarrow\quad q^{bCC} &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P^{bCC}\left(q^{bCC}\right)+I_A^{bCC}\left(q^{bCC}\right)}{b}. \end{aligned}$$

Die Zentrale setzt die zu produzierende Menge also umso höher fest, je höher der erwartete Basisdeckungsbeitrag $E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)\right] - E\left[c\left(\theta\right)\right]$ ausfällt. Auch die antizipierten Investitionsentscheidungen erhöhen die durch die Zentrale vorgegebene Menge. Im Gegensatz zur Referenzmenge $q^{fb}\left(\cdot\right)$ hängt die im Zuge der zentralen Mengenplanung vorgegebene Menge, entsprechend dem Entscheidungszeitpunkt, nicht von der Realisierung des Umweltzustandes ab, sondern berücksichtigt lediglich Erwartungswertkalküle.

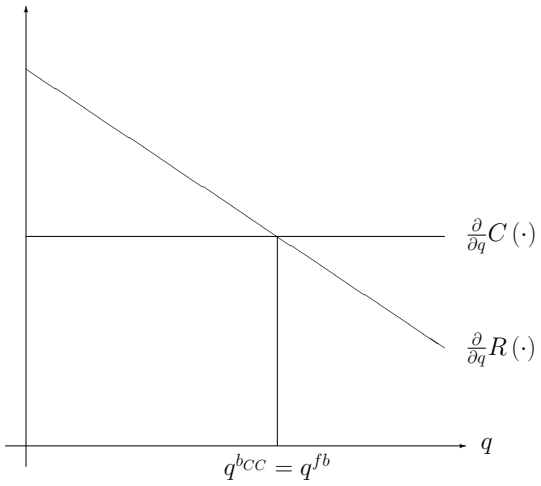


Abbildung 3.4: Mengenentscheidung bei zentraler Mengenplanung und Cost- bzw. Revenue-Center Organisation

Wie auch bei der Referenzlösung kann durch Lösen des Gleichungssystems nun die explizite Investitions- und Produktionspolitik angegeben werden:[3]

Satz 3.1 (Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation)**.** *Ist das Unternehmen als Cost- bzw. Revenue-Center organisiert und erfolgt die Unternehmenssteuerung über eine zentrale Mengenplanung, so ergeben sich die optimalen Investitions- und Produktionspolitiken zu*

$$\begin{aligned} I_P^{bCC} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{bCC} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$q^{bCC} = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Unternehmenserfolg in Höhe von

$$E\left[\Pi^{bCC}\left(q^{bCC},\theta,I^{bCC}\right)\right] = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Die Höhe des Budgets δ^{bCC} hat keinen Einfluss auf Investitions- und Produktionspolitiken oder auf erwarteten Unternehmenserfolg.

[3]Die Herleitungen aller Sätze dieses Kapitels sind in Anhang B zu finden. Eine Lösung für symmetrische Investitionskosten $\alpha_P = \alpha_A = 1$ ist auch bei Pfeiffer und Wagner (2007a,b) zu finden.

Unabhängig von der durch die Zentrale vorgegebenen Zahlung δ^{bCC} wählen die Bereiche Investitionen, die denen der Referenzlösung gleichen. Die Struktur der Bereichserfolge bewirkt, dass die Bereiche nicht nur die Kosten ihrer Investitionen in vollem Ausmaß tragen müssen, sondern bewirkt auch, dass die kostensenkende bzw. erlössteigernde Wirkung ihrer spezifischen Investition in vollem Ausmaß ihrem Erfolg zugerechnet wird. Die Bereiche wählen daher, abhängig von der durch die Zentrale vorgegebenen Menge, die im Sinne des Gesamtunternehmens optimale Investition. Durch eine Mengenvorgabe in Höhe der erwarteten Referenzlösung, kann die Zentrale so gesamterfolgsoptimierende Investitionen induzieren. Eine Unterinvestitionsproblematik, wie im nachfolgenden Abschnitt 3.2.2, entsteht also nicht.

Das Budget δ^{bCC} hat keinen Einfluss auf die Investitions- oder Produktionsentscheidung. Aus vorliegendem Modellrahmen kann die in der Literatur vorgeschlagene Regel, Budgets in Höhe der erwarteten Kosten bzw. Erlöse anzusetzen, also nicht abgeleitet werden.[4]

Im Gegensatz zur Referenzlösung ist neben den Investitions- hier auch die Produktionspolitik deterministisch. Alle Entscheidungen im Rahmen des zentralen Mengenplanungsmechanismus, also sowohl die Investitions- als auch die Mengenentscheidung, stehen bereits ex-ante fest, bevor sich der Umweltzustand realisiert. Als Konsequenz hieraus können Informationen, die der Zentrale oder den beiden Bereichen ex-post, nach Realisierung der Umwelt, zugehen, nicht mehr berücksichtigt werden. Das Unternehmen kann damit auch nicht mehr von der Volatilität der Märkte profitieren und erwirtschaftet unabhängig von Schwankungen der Märkte immer den gleichen erwarteten Unternehmenserfolg.

Wie auch in Kapitel 2 werden im Folgenden die in Abschnitt 2.4 vorgestellten Spezialfälle betrachtet.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Analog zum im Vorangegangenen betrachteten allgemeinen Fall können die Lösungen der Produktions- und Investitionsentscheidungen ermittelt werden. Wie auch schon beim allgemeinen Szenario wird die Investitionsentscheidung zum Zeitpunkt $t = 2$ durch den Produktionsbereich getroffen, der damit seinen erwarteten Bereichserfolg maximiert. Die Bedingung erster Ordnung zur

[4] Vgl. z. B. Anthony und Govindarajan (2003, S. 147 ff.).

Ermittlung der Investitionsentscheidung lautet demnach

$$w'_P\left(I_P^{b_{CC}}\right) = -E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P} C\left(q,\theta,I_P^{b_{CC}}\right)\right] \quad \Rightarrow \quad I_P^{b_{CC}}(q) = \tfrac{1}{\alpha_P} q.$$

Die Mengenentscheidung wird durch die Zentrale zum Zeitpunkt $t = 1$ getroffen. Sie maximiert mit dieser Entscheidung den erwarteten Gesamtgewinn.

$$0 \stackrel{!}{=} E\left[\tfrac{d}{dq}\Pi\left(q^{b_{CC}},\theta,I_P^{b_{CC}}\left(q^{b_{CC}}\right)\right)\right] \quad \Rightarrow \quad q^{b_{CC}} = \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P^{b_{CC}}\left(q^{b_{CC}}\right)}{b}.$$

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Völlig analog werden die Bestimmungsgleichungen bei einseitigen Investitionen des Absatzbereichs hergeleitet. Die Investition wird entsprechend

$$w'_A\left(I_A^{b_{CC}}\right) = E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_A} R\left(q,\theta,I_A^{b_{CC}}\right)\right] \quad \Rightarrow \quad I_A^{b_{CC}}(q) = \tfrac{1}{\alpha_A} q,$$

die Mengenentscheidung gemäß

$$0 \stackrel{!}{=} E\left[\tfrac{d}{dq}\Pi\left(q^{b_{CC}},\theta,I_A^{b_{CC}}\left(q^{b_{CC}}\right)\right)\right] \quad \Rightarrow \quad q^{b_{CC}} = \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{b_{CC}}\left(q^{b_{CC}}\right)}{b}$$

getroffen.

Weder die Beschränkung auf Investitionen des Produktionsbereichs, noch eine Beschränkung auf Investitionen des Absatzbereichs führen zu strukturell unterschiedlichen Ergebnissen im Vergleich zum allgemeinen Szenario. Da die Bereiche mit ihren Investitionen jeweils allein ihren eigenen Bereichserfolg beeinflussen, treten auch keine Effekte zweiter Ordnung auf. Lediglich die Zentrale trägt mit der adaptierten Mengenentscheidung dem geänderten Szenario Rechnung. Aus diesen Bestimmungsgleichungen lassen sich nun die expliziten Produktions- und Investitionsentscheidungen herleiten. Das nachfolgende Korollar 3.1.1 fasst diese zusammen.

Korollar 3.1.1 (Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue–Center Organisation bei einseitiger Investition)**.** *Für die beiden Spezialfälle der einseitigen Investitionen ergeben sich nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Bei ausschließlicher Investition des Produktionsbereichs P sind die Produktions- und Investitionspolitiken bei einer zentralen Mengenplanung

mit als Cost- bzw. Revenue-Center organisierten Bereichen durch

$$I_P^{bCC} = \frac{1}{b\alpha_P - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right] \qquad \textit{sowie} \qquad q^{bCC} = \frac{\alpha_P}{b\alpha_P - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

gegeben. Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{bCC}\left(q^{bCC}, \theta, I_P^{bCC}\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_P}{b\alpha_P - 1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right].$$

(ii) Bei ausschließlicher Investition des Absatzbereichs A sind die Produktions- und Investitionspolitiken bei einer zentralen Mengenplanung mit als Cost- bzw. Revenue-Center organisierten Bereichen durch

$$I_A^{bCC} = \frac{1}{b\alpha_A - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right] \qquad \textit{sowie} \qquad q^{bCC} = \frac{\alpha_A}{b\alpha_A - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

gegeben. Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{bCC}\left(q^{bCC}, \theta, I_A^{bCC}\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_A}{b\alpha_A - 1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Die Höhe des Budgets δ^{bCC} hat in keinem der beiden Fälle einen Einfluss auf Investitions- oder Produktionspolitiken oder auf den zu erwartenden Unternehmenserfolg.

Wie auch schon im allgemeinen Fall zeigt sich anhand der erwarteten Gesamterfolge, dass das Unternehmen von der Volatilität der Märkte nicht profitieren kann. Da sich die zeitliche Abfolge der Entscheidungen verglichen mit dem allgemeinen Szenario nicht geändert hat, finden weiterhin alle Entscheidungen unter Unsicherheit über die Realisierung der Märkte statt. Die dem Unternehmen ex-post zugehende Information über die Realisierungen der beiden Märkte kann also nicht verarbeitet werden.

Obige Überlegungen bzgl. der Informationsverarbeitungsfähigkeit machen deutlich, dass die drei in Abschnitt 2.4 behandelten Spezialfälle partiell deterministischer Märkte nur sehr beschränkt neue Erkenntnisse über die Funktionsweise dieses zentralen Mengensteuerungsverfahren bieten können. Bei keiner der Entscheidungen über die Investitionshöhe oder die Produktionsmenge fließt Wissen über die Realisierung auf einem der beiden Märkte ein. Alle Entscheidungen beruhen also ausschließlich auf Erwartungswertkalkülen. Erwartungswerte über deterministische Werte entsprechen aber den tatsächlichen Werten. In nachfolgendem Korollar 3.1.2 sei zur

Vergleichbarkeit und Vollständigkeit dennoch die Lösung des zentralen Mengenplanungsmechanismus für die drei Spezialfälle deterministischer Märkte angeführt.

Korollar 3.1.2 (Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation bei partiell deterministischen Märkten)**.** *Im quadratisch-linearen Setting ergeben sich für die drei Spezialfälle der partiell deterministischen Märkte nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so sind die Produktions- und Investitionspolitiken bei einer zentralen Mengenplanung mit als Cost- bzw. Revenue-Center organisierten Bereichen gegeben durch

$$\begin{aligned} I_P^{bCC} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right), \\ I_A^{bCC} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) \end{aligned}$$

und

$$q^{bCC} = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right).$$

Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{bCC}\left(q^{bCC},\theta,I^{bCC}\right)\right] = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2.$$

(ii) Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so sind die Produktions- und Investitionspolitiken bei einer zentralen Mengenplanung mit als Cost- bzw. Revenue-Center organisierten Bereichen gegeben durch

$$\begin{aligned} I_P^{bCC} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right), \\ I_A^{bCC} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \end{aligned}$$

und

$$q^{bCC} = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right).$$

Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{bCC}\left(q^{bCC},\theta,I^{bCC}\right)\right] = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2.$$

(iii) Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so sind die Produktions- und Investitionspolitiken bei einer zentralen Mengenplanung mit als Cost- bzw.

Revenue-Center organisierten Bereichen gegeben durch

$$\begin{aligned} I_P^{b_{CC}} &= \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d, \\ I_A^{b_{CC}} &= \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d \end{aligned}$$

und

$$q^{b_{CC}} = \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d.$$

Damit ergibt sich der Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$\Pi^{b_{CC}}\left(q^{b_{CC}}, I^{b_{CC}}\right) = \frac{\alpha_P\alpha_A}{2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)}d^2.$$

Die Höhe des Budgets $\delta^{b_{CC}}$ hat in keinem der drei Fälle einen Einfluss auf Investitions- oder Produktionspolitiken oder auf den zu erwartenden Unternehmenserfolg.

Wie oben bereits erläutert, ist es in keinem der Szenarien möglich, Informationen über die zumindest noch partiell unsicheren Märkte in die Entscheidungen zu integrieren und auf diesem Weg von der Unsicherheit zu profitieren. Im relativen Vergleich zur Referenzlösung ergeben sich jedoch Unterschiede. Korollar 2.1.2 zeigt, dass auch die Referenzlösung bei einem deterministischen Gesamtmarkt nicht von der Umweltunsicherheit, die auf den beiden Teilmärkten herrscht, profitiert. In diesem Fall führen also sowohl die Referenzlösung als auch die zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation zu demselben Ergebnis. Neben der optimalen Investitionssteuerung führt der zentrale Mechanismus in diesem Spezialfall auch zur optimalen Produktionsmenge und damit zum selben erwarteten Gesamterfolg. Im Referenzfall resultiert der Flexibilitätsgewinn in Höhe von 0 jedoch daraus, dass sich die Unsicherheit der beiden Märkte aufhebt. Bei dem behandelten Mechanismus mit zentraler Mengenplanung resultiert dies jedoch daraus, dass die Entscheidungen des Unternehmens noch vor Realisierung der Umwelt getroffen werden.

3.2.2 Profit-Center Organisation

Sind beide Bereiche hingegen, anders als im vorhergehenden Abschnitt 3.2.1, als Profit-Center organisiert, so wird dies über eine γ-Aufteilungsregel modelliert. Die-

se Form eines zentralen Mengenplanungsmechanismus ist auch von Hofmann und Pfeiffer (2006) untersucht worden. Im Gegensatz zu Hofmann und Pfeiffer (2006) wird im vorliegenden Modellrahmen jedoch auf eine stochastische Modellierung der Preisreagibilität verzichtet. Dadurch können die erreichten Ergebnisse besser mit den Ergebnissen der anderen vorgestellten Verfahren verglichen werden, da Faltungen der Erwartungen bzgl. der Preisreagibilität entfallen, ohne dass der Erklärungsgehalt dadurch eingeschränkt wird.[5]

Gemäß der γ-Aufteilungsregel wird der Deckungsbeitrag $DB(\cdot) := R(\cdot) - C(\cdot)$ des Gesamtunternehmens auf die beiden Bereiche aufgeteilt. Die Bereichserfolge sind damit durch die Differenz des Anteils $\gamma_i DB(\cdot)$ am Deckungsbeitrag und der Investitionskosten $w_i(\cdot)$ gegeben. Da der gesamte Unternehmenserfolg auf die Bereiche aufgeteilt wird, gilt für die Erfolgsfaktoren $\gamma_P + \gamma_A = 1$.[6]

$$\begin{aligned} \Pi_P^{b_{PC}}(q, \theta, I, \gamma_P) &= \gamma_P \cdot DB(q, \theta, I) - w_P(I_P), \\ \Pi_A^{b_{PC}}(q, \theta, I, \gamma_A) &= \gamma_A \cdot DB(q, \theta, I) - w_A(I_A). \end{aligned}$$

Die Höhe der Erfolgsanteile γ_i wird dabei von der Zentrale zu Beginn der Handelsbeziehung festgelegt. Die Bereiche müssen durch diese Aufteilung zwar weiterhin die Kosten ihrer spezifischen Investitionen alleine tragen, an der kostensenkenden bzw. erlössteigernden Wirkung ihrer Investition ist nun jedoch auch der jeweils andere Bereich beteiligt. Dies führt zum sog. Hold-Up Problem, und die Bereiche werden, wie weiter unten gezeigt, nicht in Höhe der Referenzlösung investieren.[7]

Die Abfolge der Entscheidungen ist in Abbildung 3.5 dargestellt. Neben den Erfolgsfaktoren $\gamma_i^{b_{PC}}$ gibt die Zentrale zu Beginn der Handelsbeziehung die zu produzierende Menge $q^{b_{PC}}$ vor. Ebenso wie die Zentrale diese Entscheidungen, legen auch die Bereiche ihre Investitionsentscheidung unter Unsicherheit über die Realisierung der Umwelt fest. Sie maximieren damit zum Zeitpunkt $t = 2$ ihren jeweiligen Bereichserfolg. Im Anschluss an die Realisierung des Umweltzustandes θ wird zum Zeitpunkt $t = 3$ die a priori festgelegte Menge produziert, wodurch sich der Gesamterfolg realisiert und auf die beiden Bereiche aufgeteilt wird.

[5] Abschnitt 3.2.2 behandelt also den Spezialfall $b(\theta) = b$ für alle Umweltzustände θ aus Hofmann und Pfeiffer (2006).

[6] Vgl. zur γ-Aufteilungsregel bspw. Hofmann und Pfeiffer (2006), sowie Abschnitt 3.4 über verhandelte Verrechnungspreise.

[7] Vgl. zum Hold-Up Problem z. B. Hart (1996) oder Schweizer (1999), oder auch Arya u. a. (2000), Böckem und Schiller (2004) oder Pfeiffer (2004).

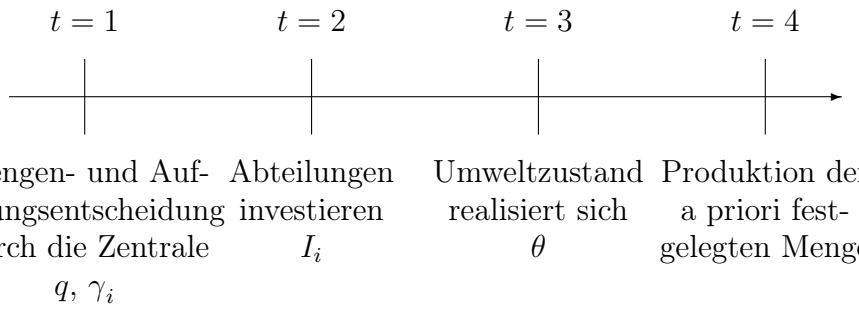


Abbildung 3.5: Handlungssequenz bei zentraler Mengenplanung und Profit-Center Organisation

Die beiden Bereiche entscheiden zum Zeitpunkt $t = 2$ also bereichserfolgsmaximierend über die Höhe ihrer Investitionen.

$$\begin{aligned} I_P^{bPC}(q,\gamma_P) &\in \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_P(q,\theta,I_P,\gamma_P)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{\gamma_P E\left[R(q,\theta,I_A)-C(q,\theta,I_P)\right]-w_P(I_P)\right\}, \\ I_A^{bPC}(q,\gamma_A) &\in \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_A(q,\theta,I_A,\gamma_A)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{\gamma_A E\left[R(q,\theta,I_A)-C(q,\theta,I_P)\right]-w_A(I_A)\right\}. \end{aligned}$$

Die hieraus abgeleiteten Bedingungen erster Ordnung führen zu nachfolgenden Investitionsentscheidungen. Die Investitionsentscheidungen sind abhängig von der zu produzierenden Menge q sowie des für die Abteilung relevanten Erfolgsanteils γ_i. Sie ist in Abbildung 3.6 graphisch veranschaulicht.[8]

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P}\Pi_P^{bPC}\left(q,\theta,I_P^{bPC},\gamma_P\right)\right] \\ &= -\gamma_P\tfrac{\partial}{\partial I_P}E\left[C\left(q,\theta,I_P^{bPC}\right)\right]-w_P'\left(I_P^{bPC}\right) \\ &= \gamma_P q-\alpha_P I_P^{bPC} \\ \Rightarrow\quad I_P^{bPC}(q) &= \tfrac{\gamma_P}{\alpha_P}q \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P}\Pi_A^{bPC}\left(q,\theta,I_A^{bPC},\gamma_A\right)\right] \\ &= \gamma_A\tfrac{\partial}{\partial I_A}E\left[R\left(q,\theta,I_A^{bPC}\right)\right]-w_A'\left(I_A^{bPC}\right) \\ &= \gamma_A q-\alpha_A I_A^{bPC} \\ \Rightarrow\quad I_A^{bPC}(q) &= \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A}q. \end{aligned}$$

[8]Die Graphik zeigt wiederum den Fall symmetrischer Investitionskosten $\alpha_P = \alpha_A$ bei gegebener Menge.

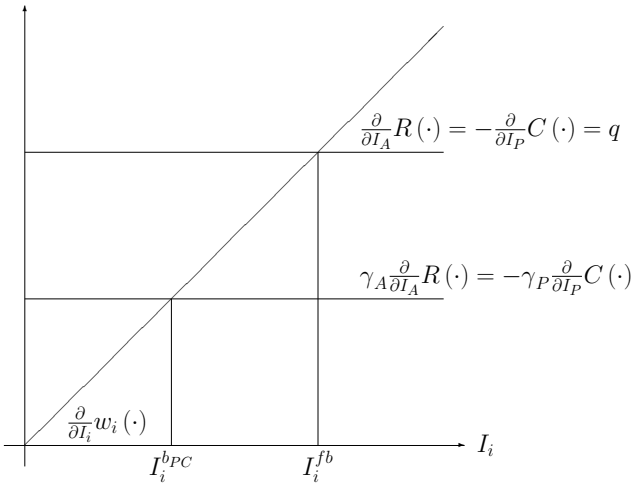


Abbildung 3.6: Investitionsentscheidung bei zentraler Mengenplanung und Profit-Center Organisation

Die Höhe der Investitionen ist direkt von der Erfolgsaufteilung γ_i abhängig. Auch wenn die Zentrale die Menge in Höhe der erwarteten First-Best Menge festlegen würde, so kann die Referenz-Investitionshöhe doch nicht erreicht werden: Die Bereiche sind über die Investitionskosten $w_i(\cdot)$ zwar vollständig an den Kosten der Investition beteiligt, auf Grund des anteilig verrechneten Gesamtdeckungsbeitrag an den aus der Investition resultierenden Rückflüssen jedoch nur zum Teil. Das daraus resultierende Hold-Up Problem führt zu ineffizienten Investitionsentscheidungen. Wie Abbildung 3.6 zeigt, investieren die Bereiche eines Unternehmens mit Profit-Center Organisation also keinesfalls in Höhe der Referenzlösung, sondern immer weniger.

Zum Zeitpunkt $t = 1$ legt die Zentrale die zu produzierende Menge q^{bPC} fest. Sie antizipiert dabei die Investitionsentscheidungen der Bereiche. Des Weiteren legt sie mit der Höhe der Erfolgsanteile γ_i die Aufteilung des Erfolges auf die Bereiche fest und bestimmt damit das Machtverhältnis der Bereiche untereinander. Die Zentrale nimmt über die Erfolgsfaktoren γ_i direkt Einfluss auf die Höhe und insbesondere auf das Verhältnis der Investitionen der Bereiche. Die Menge wird gesamterfolgsmaximierend festgelegt.

$$q^{bPC}(\gamma) \quad \in \quad \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi\left(q, \theta, I^{bPC}(q, \gamma) \right) \right] \right\}.$$

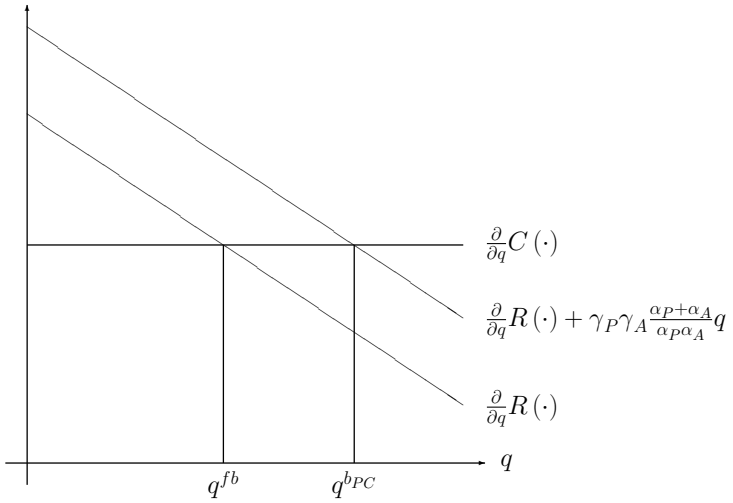


Abbildung 3.7: Mengenentscheidung bei zentraler Mengenplanung und Profit-Center Organisation

Die daraus resultierende Bedingung erster Ordnung liefert die Entscheidung der Zentrale.

$$
\begin{aligned}
0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad E\left[\tfrac{d}{dq}\Pi\left(q^{bPC},\theta,I^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma\right)\right)\right] \\
&= \quad E\left[\tfrac{\partial}{\partial q}R\left(q^{bPC},\theta,I_A^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma\right)\right)-\tfrac{\partial}{\partial q}C\left(q^{bPC},\theta,I_P^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma\right)\right)\right] \\
&\quad +\tfrac{\partial}{\partial q}I_P^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma_P\right)\tfrac{\partial}{\partial I_P}E\left[\Pi\left(q^{bPC},\theta,I^{bPC}\right)\right] \\
&\quad +\tfrac{\partial}{\partial q}I_A^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma_A\right)\tfrac{\partial}{\partial I_A}E\left[\Pi\left(q^{bPC},\theta,I^{bPC}\right)\right] \\
&= \quad E\left[\tfrac{\partial}{\partial q}R\left(q^{bPC},\theta,I_A^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma\right)\right)-\tfrac{\partial}{\partial q}C\left(q^{bPC},\theta,I_P^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma\right)\right)\right] \\
&\quad +\gamma_P\gamma_A\tfrac{\alpha_P+\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P}q^{bPC} \\
&= \quad E\left[a\left(\theta\right)\right]-E\left[c\left(\theta\right)\right]+I_P^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma_P\right)+I_A^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma_A\right)-bq^{bPC} \\
&\quad +\gamma_P\gamma_A\tfrac{\alpha_P+\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P}q^{bPC} \\
\Rightarrow \quad & q^{bPC}\left(\gamma\right)=\tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma_P\right)+I_A^{bPC}\left(q^{bPC},\gamma_A\right)}{b}+\tfrac{\gamma_P\gamma_A}{b}\tfrac{\alpha_P+\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P}q^{bPC}.
\end{aligned}
$$

Abbildung 3.7 stellt diese Mengenentscheidung dar. Die auszutauschende Menge steigt also in Abhängigkeit vom erwarteten Stückdeckungsbeitrag $E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)\right] - E\left[c\left(\theta\right)\right]$ und sinkt mit steigender Preisreagibilität b. Die Zentrale kann die Investitionsentscheidungen der Bereiche antizipieren und weiß daher, dass die Bereiche weniger als in der Referenzsituation investieren. Dieser Unterinvestitionsproblematik begegnet die Zentrale dadurch, dass sie eine Mengenentscheidung trifft, die bei fixer Investition zu einer Menge führt, welche die erwartete Menge der Refe-

renzsituation übertrifft. Auf diese Weise induziert die Zentrale höhere Investitionen, nimmt aber eine Verzerrung der Produktionsmenge in Kauf. Dieses Verhalten der Zentrale ist in Abbildung 3.7 anhand der, bei gegebenen Investitionen, höheren Mengenfestlegung zu erkennen.

Zeitgleich mit der Mengenentscheidung trifft die Zentrale die Entscheidung über die Aufteilung des Deckungsbeitrages auf die beiden Bereiche. Da der gesamte Deckungsbeitrag auf die Bereiche aufgeteilt wird gilt $\gamma_P + \gamma_A = 1$. Damit sei $\gamma := (\gamma_P, \gamma_A) := (\Gamma, 1-\Gamma)$. Die Zentrale entscheidet also gesamterfolgsmaximierend über Γ.

$$\Gamma^{b_{PC}} \quad \in \quad \arg\max_{\Gamma\in(0,1)} \left\{ E\left[\Pi\left(q^{b_{PC}}\left(\gamma\right), \theta, I^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}\left(\gamma\right), \gamma \right) \right) \right] \right\}.$$

Die sich daraus ergebende Bestimmungsgleichung führt zu

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad E\left[\tfrac{d}{d\Gamma} \Pi\left(q^{b_{PC}}\left(\gamma^{b_{PC}}\right), \theta, I^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}\left(\gamma^{b_{PC}}\right), \gamma^{b_{PC}} \right) \right) \right] \\ &= \quad \frac{\frac{\alpha_A \gamma_A^{b_{PC}} - \alpha_P \gamma_P^{b_{PC}}}{\alpha_A \alpha_P} \left(b - \frac{\left(\gamma_A^{b_{PC}}\right)^2}{\alpha_A} - \frac{\left(\gamma_P^{b_{PC}}\right)^2}{\alpha_P} \right)}{b - \frac{\left(2-\gamma_P^{b_{PC}}\right)\gamma_P^{b_{PC}}}{\alpha_P} - \frac{\left(2-\gamma_A^{b_{PC}}\right)\gamma_A^{b_{PC}}}{\alpha_A}} \left(q^{b_{PC}}\left(\gamma^{b_{PC}}\right) \right)^2 \\ \Rightarrow \quad &\Gamma^{b_{PC}} = \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P + \alpha_A}. \end{aligned}$$

Damit gilt

$$\begin{aligned} \gamma^{b_{PC}} \quad &= \quad \left(\gamma_P^{b_{PC}}, \gamma_A^{b_{PC}} \right) \quad = \quad \left(\Gamma^{b_{PC}}, 1 - \Gamma^{b_{PC}} \right) \\ &= \quad \left(\tfrac{\alpha_P}{\alpha_P + \alpha_A}, \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P + \alpha_A} \right). \end{aligned}$$

Die Aufteilung des Gesamtdeckungsbeitrages auf die Abteilungen wird von der Zentrale entsprechend den Investitionskosten so vorgenommen, dass der Bereich mit dem geringeren Investitionskostenfaktor α_i den größeren Anteil des Gesamtdeckungsbeitrages erhält. Da dieser Bereich damit auch in höherem Maße von der Wirkung seiner Investition profitiert, wird er mehr investieren als der Bereich mit dem höheren Investitionskostenfaktor. Auf Grund der konvexen Investitionskostenfunktion minimiert dieses Verhalten die gesamten Investitionskosten und ist daher im Interesse der Zentrale.

Durch Vorwärtsinduktion kann nun die optimale Investitions- und Produktionspolitik bestimmt werden, was zu nachfolgendem Resultat führt.[9]

[9] Eine explizite Lösung bei stochastischer Preisreagibilität b findet sich Hofmann und Pfeiffer (2006).

Satz 3.2 (Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Profit-Center Organisation)**.** *Ist das Unternehmen als Profit-Center organisiert und erfolgt die Unternehmenssteuerung über eine zentrale Mengenplanung, so ergeben sich die optimalen Investitions- und Produktionspolitiken zu*

$$\begin{aligned} I_P^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$q^{b_{PC}} = \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Unternehmenserfolg in Höhe von

$$E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}}\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right],$$

der über die beiden Erfolgsfaktoren

$$\gamma_P^{b_{PC}} = \frac{\alpha_A}{\alpha_P+\alpha_A} \qquad \textit{sowie} \qquad \gamma_A^{b_{PC}} = \frac{\alpha_P}{\alpha_P+\alpha_A}$$

auf die beiden Bereiche aufgeteilt wird. Daraus ergeben sich die nachfolgenden beiden erwarteten Bereichserfolge.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}},\gamma_P^{b_{PC}}\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\ E\left[\Pi_A^{v}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}},\gamma_A^{b_{PC}}\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Analog zum Mengenplanungsmechanismus bei Cost- bzw. Revenue-Center Organisation ist es auch im vorliegenden Fall des Mengenplanungsmechanismus im Rahmen einer Profit-Center Organisation nicht möglich, von der ex-post den Bereichen zugänglichen Information zu profitieren. Sowohl die bereits ex-ante getroffene Investitionsentscheidung als auch die Mengenentscheidung werden unter Unsicherheit über die Realisierung der Märkte auf Basis von Erwartungswertkalkülen gebildet. Wie bereits oben erwähnt, ist es bei Vorliegen einer Profit-Center Organisation für die Zentrale nicht möglich, die effizienten First-Best Investitionen zu induzieren. Daraus ergibt sich, dass die von Hofmann und Pfeiffer (2006) beobachtete Unterinvestitionsproblematik auf die Organisation als Profit-Center zurückzuführen ist. Im

Rahmen eines Mengenplanungsmechanismus ist es demnach vorteilhaft, statt einer Profit- eine Cost- bzw. Revenue-Center Struktur zu implementieren.

Entsprechend kann die Lösung für die beiden Szenarien einseitiger Investitionen entwickelt werden.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Dem Prinzip der Rückwärtsinduktion folgend wird zuerst die Investitionsentscheidung durch Bereich P getroffen.

$$w'_P\left(I_P^{b_{PC}}\right) = -\gamma_P E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P} C\left(q,\theta,I_P^{b_{PC}}\right)\right] \quad \Rightarrow \quad I_P^{b_{PC}}\left(q,\gamma_P\right) = \tfrac{\gamma_P}{\alpha_P} q.$$

Danach entscheidet die Zentrale über die Menge und die Aufteilung des Erfolges.

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad E\left[\tfrac{d}{dq}\Pi\left(q^{b_{PC}},\theta,I_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\gamma_P\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad & q^{b_{PC}}(\gamma) = \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\gamma_P\right)}{b} + \tfrac{\gamma_P\gamma_A}{b} q^{b_{PC}}. \end{aligned}$$

Der Verteilung des Deckungsbeitrages auf die beiden Bereiche kommt in diesem Szenario eine herausragende Bedeutung zu. Da nur einer der beiden Bereiche investiert, ist es durch die Wahl von $\gamma_P = 1$ und daraus resultierend $\gamma_A = 0$ möglich, die Investitionen der Referenzlösung zu implementieren. Mit der Wahl von $\gamma_P = 1$ wird dabei sichergestellt, dass die Investitionswirkungen des Produktionsbereichs, ebenso wie die Investitionskosten, allein Bereich P zufließen. Er hat damit den Anreiz, wie in der First-Best Lösung zu produzieren. Die Zentrale hat demnach kein Interesse mehr, durch die Produktionsentscheidung die Unterinvestition auszugleichen. Als Resultat legt sie die Menge in Höhe der erwarteten First-Best Mengenentscheidung fest. Dem Produktionsbereich wird durch diese Aufteilung der Gesamterfolg des Unternehmens zugesprochen, und er verfolgt somit dasselbe Ziel wie die Zentrale.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A: Investiert nur der Absatzbereich ist die Situation im Vergleich zum vorhergehenden Spezialfall genau umgekehrt. Die Investitionsentscheidung des Bereichs maximiert seinen Bereichserfolg.

$$w'_A\left(I_A^{b_{CC}}\right) = \gamma_A E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_A} R\left(q,\theta,I_A^{b_{PC}}\right)\right] \quad \Rightarrow \quad I_A^{b_{PC}}\left(q,\gamma_A\right) = \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A} q.$$

Über die Mengentscheidung berücksichtigt die Zentrale die mögliche Unterinvestition.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E\left[\tfrac{d}{dq}\Pi\left(q^{b_{PC}}, \theta, I_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, \gamma_A\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad q^{b_{PC}}(\gamma) &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\gamma_A\right)}{b} + \tfrac{\gamma_P\gamma_A}{b} q^{b_{PC}}. \end{aligned}$$

Durch die Wahl von $\gamma_A = 1$ und $\gamma_P = 0$ spricht sie jedoch dem investierenden Absatzbereich den gesamten Erfolg zu. Dieser investiert demnach in Höhe der Referenzlösung und die Mengenentscheidung entspricht der erwarteten Menge der First-Best Lösung.

In beiden Spezialfällen kann also durch entsprechende Verteilung des Gesamtunternehmenserfolges erreicht werden, dass in Höhe der Referenzlösung investiert wird und die Menge der erwarteten Referenzmenge entspricht. Dies ist auch in Korollar 3.2.1 festgehalten.

Korollar 3.2.1 (Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Profit-Center Organisation bei einseitiger Investition)**.** *Für die beiden Spezialfälle der einseitigen Investitionen ergeben sich nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Bei ausschließlicher Investition des Produktionsbereichs P sind die Produktions- und Investitionspolitiken bei einer zentralen Mengenplanung mit als Profit-Center organisierten Bereichen durch

$$I_P^{b_{PC}} = \tfrac{1}{b\alpha_P - 1} E\left[d(\theta)\right] \qquad \textit{sowie} \qquad q^{b_{PC}} = \tfrac{\alpha_P}{b\alpha_P - 1} E\left[d(\theta)\right]$$

gegeben. Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, \theta, I^{b_{PC}}\right)\right] = \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{b\alpha_P - 1} E^2\left[d(\theta)\right].$$

Der gesamte Deckungsbeitrag wird durch die Zentrale dem produzierenden Bereich P zugesprochen.

(ii) Bei ausschließlicher Investition des Absatzbereichs A sind die Produktions- und Investitionspolitiken bei einer zentralen Mengenplanung mit als Profit-Center organisierten Bereichen durch

$$I_A^{b_{PC}} = \tfrac{1}{b\alpha_A - 1} E\left[d(\theta)\right] \qquad \textit{sowie} \qquad q^{b_{PC}} = \tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A - 1} E\left[d(\theta)\right]$$

gegeben. Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}}\right)\right] \quad = \quad \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Der gesamte Deckungsbeitrag wird durch die Zentrale dem absetzenden Bereich A zugesprochen.

In beiden Fällen entspricht der Gewinn also dem Gewinn der Referenzsituation abzüglich des möglichen Flexibilitätsgewinnes. Insbesondere wird abweichend zur vorhergehend entwickelten allgemeinen Lösung in Höhe der Referenzlösung investiert. Dadurch ist es nicht mehr nötig, dass die Mengenentscheidung der Zentrale eine Unterinvestition ausgleicht, und die Menge wird so festgelegt, dass sie der erwarteten Menge der Referenzlösung entspricht. Analog zum allgemeinen Szenario können jedoch auch in diesen beiden eingeschränkten Situationen keine Informationen über die Umweltentwicklung in die Entscheidungen des Unternehmens einfließen, da alle Entscheidungen bereits vor der Realisierung der Umwelt getroffen sind.

Die im allgemeinen Fall beobachteten mangelhaften Investitionsanreize gehen also, wie auch schon dort bemerkt, auf die Organisationsform als Profit-Center zurück. Dadurch dass den investierenden Bereichen nur ein Bruchteil der Investitionswirkung, jedoch die vollen Investitionskosten zugesprochen werden, investieren sie weniger als in der Referenzlösung. Bekommt, wie in den beiden Spezialfällen, einer der beiden den vollen Erfolg, und damit die volle Investitionswirkung, zugesprochen, so investiert dieser Bereich in Höhe der Referenzlösung.

Eine Einschränkung auf partiell deterministische Märkte kann im Gegensatz zu den Beschränkungen auf einseitige Investitionen hingegen wenig neue Erkenntnis bringen. Die Analyse führt im Fall einer Profit-Center Organisation vielmehr zu ähnlichen Ergebnissen wie bei einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation. Auch bei einer Profit-Center Organisation fließt in keine der Entscheidungen über Investitionshöhe oder Produktionsmenge Wissen über die Realisierung auf einem der beiden Märkte ein. Die auf Erwartungswerten basierenden Entscheidungen können also lediglich dahingehend geändert werden, dass Erwartungswerte deterministischer Werte den tatsächlichen Werten entsprechen. In nachfolgendem Korollar 3.2.2 sind die Lösungen des zentralen Mengenplanungsmechanismus für die drei Spezialfälle deterministischer Märkte angeführt.

Korollar 3.2.2 (Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Profit-Center Organisation bei partiell deterministischen Märkten)**.** *Für die drei Spezialfälle der partiell deterministischen Märkte ergeben sich nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so sind die Produktions- und Investitionspolitiken bei einer zentralen Mengenplanung mit als Profit-Center organisierten Bereichen gegeben durch

$$\begin{aligned} I_P^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right), \\ I_A^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) \end{aligned}$$

und

$$q^{b_{PC}} = \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right).$$

Die Zentrale teilt den Deckungsbeitrag gemäß folgender Regel auf.

$$\gamma_P^{b_{PC}} = \frac{\alpha_A}{\alpha_P+\alpha_A} \qquad \textit{sowie} \qquad \gamma_A^{b_{PC}} = \frac{\alpha_P}{\alpha_P+\alpha_A}.$$

Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}}\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2,$$

der sich aus den nachfolgenden beiden erwarteten Bereichsgewinnen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}},\gamma_P^{b_{PC}}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2, \\ &E\left[\Pi_A^{v}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}},\gamma_A^{b_{PC}}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2. \end{aligned}$$

(ii) Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so sind die Produktions- und Investitionspolitiken bei einer zentralen Mengenplanung mit als Cost- bzw.

Revenue-Center organisierten Bereichen gegeben durch

$$\begin{aligned} I_P^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right), \\ I_A^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \end{aligned}$$

und

$$q^{b_{PC}} = \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right).$$

Die Zentrale teilt den Deckungsbeitrag gemäß folgender Regel auf.

$$\gamma_P^{b_{PC}} = \frac{\alpha_A}{\alpha_P+\alpha_A} \qquad \textit{sowie} \qquad \gamma_A^{b_{PC}} = \frac{\alpha_P}{\alpha_P+\alpha_A}.$$

Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}}\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2,$$

der sich aus den nachfolgenden beiden erwarteten Bereichsgewinnen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}},\gamma_P^{b_{PC}}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2, \\ &E\left[\Pi_A^{v}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}},\gamma_A^{b_{PC}}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2. \end{aligned}$$

(iii) Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so sind die Produktions- und Investitionspolitiken bei einer zentralen Mengenplanung mit als Cost- bzw. Revenue-Center organisierten Bereichen gegeben durch

$$\begin{aligned} I_P^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}d, \\ I_A^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}d \end{aligned}$$

und

$$q^{b_{PC}} = \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}d.$$

Die Zentrale teilt den Deckungsbeitrag gemäß folgender Regel auf.

$$\gamma_P^{b_{PC}} = \frac{\alpha_A}{\alpha_P+\alpha_A} \qquad \textit{sowie} \qquad \gamma_A^{b_{PC}} = \frac{\alpha_P}{\alpha_P+\alpha_A}.$$

Damit ergibt sich der erwartete Gesamterfolg des Unternehmens zu

$$\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, I^{b_{PC}}\right) = \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}d^2,$$

der sich aus den nachfolgenden beiden erwarteten Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$E\left[\Pi_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, I^{b_{PC}}, \gamma_P^{b_{PC}}\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}d^2,$$
$$E\left[\Pi_A^{v}\left(q^{b_{PC}}, I^{b_{PC}}, \gamma_A^{b_{PC}}\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}d^2.$$

Wie auch bei dem zentralen Mengenplanungsmechanismus im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation, so kann auch im Rahmen einer Profit-Center Organisation keine Information über die Märkte verarbeitet werden, da alle Entscheidungen bereits unter Unsicherheit getroffen wurden. Liegt jedoch ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so gleichen sich die Informationsverarbeitungsfähigkeiten von Referenzlösung und (beiden) zentralen Mengenplanungsmechanismen. In einem solchen Szenario wird auch in der Referenzlösung nicht von etwaigen Unsicherheiten auf den beiden Teilmärkten profitiert. Bei den zentralen Planungsmechanismen wird diese Unsicherheit generell nicht beachtet. Der Flexibilitätsgewinn verschwindet also in diesem Fall.

3.3 Dezentrale Steuerung über kostenorientierte Verrechnungspreise

Wird von der Zentrale zu Beginn der Handelsbeziehung die Entscheidung getroffen, einen kostenorientierten Verrechnungspreismechanismus zur Koordination des internen Warenaustauschs und zur Bestimmung der Bereichserfolge anzuwenden, so gibt die Zentrale Verfügungsrechte an die Bereiche ab. Neben der Delegation der Mengenfestlegung q an den Absatzbereich ist es möglich, einem Bereich oder beiden Bereichen gemeinsam das Recht zu übertragen, einen Transferpreis τ zu vereinba-

ren. Dieser Transferpreis ist dann pro ausgetauschter Einheit des Zwischenproduktes vom absetzenden Bereich A an den produzierenden Bereich P zu transferieren. Die Bereichserfolge setzten sich demnach wie folgt zusammen.

$$\begin{aligned}\Pi_P(q,\theta,I_P,\tau) &= \tau q - C(q,\theta,I_P) - w_P(I_P),\\ \Pi_A(q,\theta,I_A,\tau) &= R(q,\theta,I_A) - \tau q - w_A(I_A).\end{aligned}$$

Die Zentrale gibt bei allen kostenbasierten Verrechnungspreismechanismen mindestens die Struktur des Entscheidungsfeldes vor. Daneben behält sie bei einigen der im Nachfolgenden behandelten Verfahren das Recht, den zu transferierenden Verrechnungspreis zu beeinflussen. Die Mengenentscheidung wird jedoch bei allen kostenbasierten Verrechnungspreismechanismen an den Absatzbereich A übertragen. Die Mechanismen mit kostenorientierten Transferpreisen stellen demnach keine rein dezentrale Steuerung dar.

Die erste Unterscheidung der behandelten Verrechnungspreismechanismen erfolgt auf Grund des Zeitpunktes, an dem der Transferpreis bestimmt wird. Dadurch wird dem unterschiedlichen Informationsgrad bei der Preissetzung Rechnung getragen. Drei Kategorien können unterschieden werden:

Ex-ante Preissetzung: Der Transferpreis wird vollständig ex-ante, also vor Realisierung der Umweltsituation festgelegt. Er kann daher keinerlei direkte Information über die Situation auf den Märkten verarbeiten, sondern lediglich auf Grund von Erwartungswertkalkülen bzgl. der Marktentwicklung festgelegt werden.

Ex-post Preissetzung: Bei Verfahren mit ex-post Preissetzung wird der Transferpreis hingegen vollständig nach Realisierung der Umwelt festgelegt. Je nach Ausgestaltung eines Informationssystems kann demnach das im Unternehmen vorhandene Wissen über die Realisierung der Märkte in den Preis einfließen.

Kombinierte Preissetzung: Beim betrachteten Mechanismus dieser Kategorie erfolgt die Preissetzung in zwei Schritten: Die Grundstruktur des Preises, der sich aus den tatsächlichen Stückkosten und einem Aufschlag zusammensetzt, wird zusammen mit ebendiesem Aufschlag vor Realisierung der Umwelt festgelegt, während die tatsächliche Höhe erst mit der Realisierung der Umweltsituation und damit der tatsächlichen Stückkosten feststeht.

Unabhängig vom Zeitpunkt der Transferpreisvorgabe werden die Investitionsentscheidungen durch die Bereiche in der Innovationsphase unter Unsicherheit über die Entwicklung der Umwelt getroffen. Ebenso unabhängig von der Art der Festlegung des Transferpreises wird die Mengenentscheidung in der Produktionsphase durch den Absatzbereich A getroffen.[10] Diese Entscheidung erfolgt damit unter Sicherheit über die Situation auf den beiden Märkten. Die vom Absatzbereich angeforderte Menge q wird vom Produktionsbereich unter Vernachlässigung von Produktionsrestriktionen bereitgestellt. Dadurch kann der Einfluss der verschiedenen Transferpreismechanismen und die Wirkung der spezifischen Investitionen isoliert von weiteren Produktionsbeziehungen betrachtet werden.

Der Absatzbereich verfolgt bei allen im Folgenden betrachteten Verfahren das Ziel, seinen Bereichserfolg zu maximieren. Die Mengenentscheidung des Absatzbereichs ist daher unabhängig von der Art, auf die der Transferpreis bestimmt wird.

$$\begin{aligned} q(\theta, I_A, \tau) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \{\Pi_A(q, \theta, I_A, \tau)\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \{R(q, \theta, I_A) - \tau q\}. \end{aligned}$$

Die Wahl der Menge in Höhe von

$$q(\theta, I_A, \tau) = \frac{a(\theta) + I_A - \tau}{b}$$

lässt erste Aussagen über die Informationsverarbeitungsfähigkeiten der Verfahren zu. In die Mengenentscheidung selbst fließen nur Informationen über die Realisierung des Absatzmarktes ein. Das im Unternehmen vorhandene Wissen über die Realisierung der Kosten auf dem Rohstoffmarkt kann also nur über den Transferpreis τ in die Entscheidungen des Unternehmens einfließen. Wird nun der Transferpreis bereits ex-ante festgelegt, also bevor Informationen über die tatsächliche Situation auf den Märkten vorliegen, so kann die Situation des Rohstoffmarktes keine Beachtung mehr finden. Wird der Transferpreis hingegen ex-post unter Sicherheit bestimmt, so ist es möglich, dass die tatsächlichen Stückkosten über den Verrechnungspreis in die Mengenentscheidung einfließen. Die Informationsverarbeitung sollte bei Verfahren aus den zuletzt genannten Kategorien also tendenziell überlegen sein.

[10] Vgl. Abbildung 2.2.

3.3.1 Ex-ante Preissetzung

Wird der Transferpreis bereits ex-ante vor Realisierung der Märkten festgelegt, so ist bei einer weiteren Betrachtung danach zu unterscheiden, von welcher Unternehmenseinheit das Verfügungsrecht, den Transferpreis zu bestimmen, ausgeübt wird. Im Folgenden wird unterschieden zwischen einem

standardkostenorientierten Verrechnungspreis τ^s, der durch die Zentrale festgelegt wird, und einem

ex-ante Monopolpreis τ^m, der durch den Produktionsbereich P bestimmt wird.

Die Transferpreise beider Verfahren werden festgelegt, wenn weder die Preise auf dem Rohstoff-, noch die auf dem Absatzmarkt bekannt sind. In beiden Fällen können Informationen über die Umweltrealisierung also lediglich über die Mengenentscheidung, die durch Abteilung A getroffen wird, berücksichtigt werden. Die beiden Verfahren unterscheiden sich demnach lediglich hinsichtlich der Verteilung des Verfügungsrechts, den Transferpreis setzen zu dürfen. Die Zentrale maximiert mit ihrer Transferpreisentscheidung den erwarteten Gesamterfolg, der Produktionsbereich seinen erwarteten Bereichserfolg. In beiden Fällen können lediglich Informationen über die Verteilungseigenschaften der Umweltvariablen θ in die Entscheidung einfließen. Damit basiert die Preisentscheidung allein auf Erwartungswertkalkülen. Die Bestimmung der optimalen Investitions- und Produktionsentscheidung erfolgt im Gegensatz zur Transferpreisentscheidung in beiden Fällen gleichermaßen anhand der Maximierung der Bereichserfolge. In den Abbildungen 3.8 und 3.9 sind die unterschiedlichen Abfolgen der Entscheidung beider Verfahren einander gegenüber gestellt.

Dementsprechend wird zum Zeitpunkt $t = 4$ die Mengenentscheidung durch den Absatzbereich getroffen. Er maximiert damit zustandsabhängig seinen Bereichserfolg.

$$\begin{aligned} q(\theta, I_A, \tau) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \{\Pi_A(q, \theta, I_A, \tau)\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \{R(q, \theta, I_A) - \tau q\}. \end{aligned}$$

Im quadratisch-linearen Setting führt dies zu nachfolgender Bedingung erster Ordnung und der sich daraus ergebenden Mengenentscheidung.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dq} R(q, \theta, I_A) - \tau = (a(\theta) - bq + I_A) - \tau \\ \Rightarrow\quad q(\theta, I_A, \tau) &= \tfrac{a(\theta) + I_A - \tau}{b} = q^{fb}(\theta, I) - \tfrac{\tau - (c(\theta) - I_P)}{b}. \end{aligned}$$

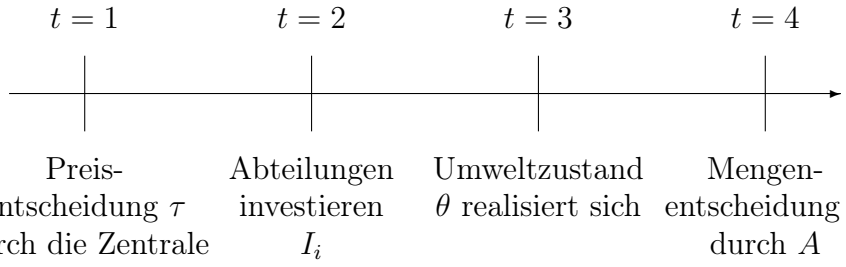


Abbildung 3.8: Handlungssequenz bei standardkostenbasierten Transferpreisen

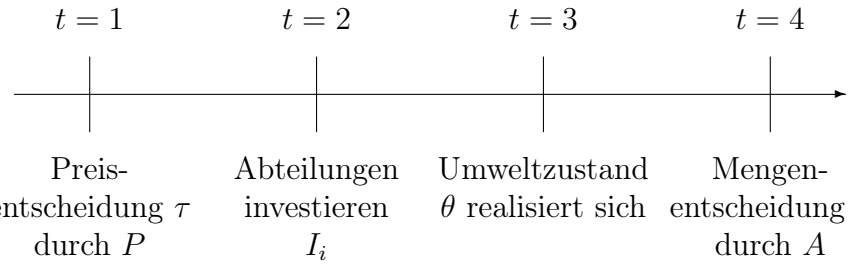


Abbildung 3.9: Handlungssequenz bei ex-ante Monopolpreisen

In die Mengenentscheidung fließen Informationen über die Realisierungen auf dem Absatzmarkt ein. Da in den Bereichserfolg der Absatzabteilung jedoch neben der Erlösfunktion nur der Transferpreis τ einfließt, können Informationen über den Rohstoffmarkt nur über den Transferpreis in die Mengenentscheidung einfließen. Die Mengenentscheidung ist von der Preisentwicklung am Rohstoffmarkt also vollständig isoliert. Dementsprechend weicht die Menge um einen Faktor abhängig vom Unterschied zwischen tatsächlich anfallenden Stückkosten $c(\theta) - I_P$ und Transferpreis τ von der Referenzmenge q^{fb} ab. Wird der Transferpreis also in Höhe der tatsächlich anfallenden Stückkosten festgelegt, wird die Referenzmenge produziert. Da die Transferpreise jedoch schon ex-ante, vor Realisierung der Umwelt, festgelegt werden, ist eine zustandsbedingte Steuerung nicht möglich und die bei Verrechnungspreisverfahren mit ex-ante Preissetzung produzierte Menge kann höchstens noch im Erwartungswert mit der First-Best Menge übereinstimmen.

Die zu produzierende Menge steigt mit steigendem maximal zu erlösendem Preis auf dem Abatzmarkt und bei zunehmenden erlössteigernden Investitionen. Hingegen sinkt die Menge, je höher die Preisreagibilität b ausfällt und je höher die vom produzierenden Bereich bezogenen Vorprodukte bewertet werden, also je höher der Transferpreis τ festgesetzt wird.

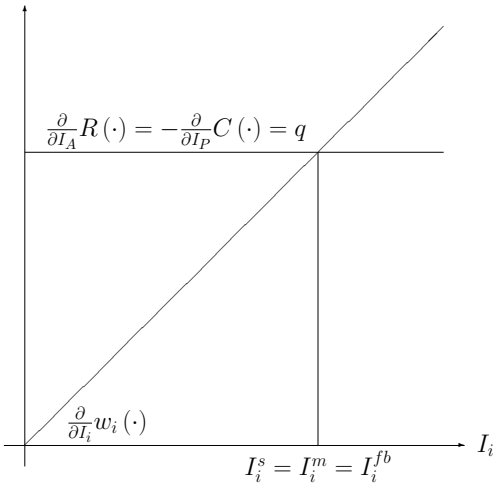


Abbildung 3.10: Investitionsentscheidung bei ex-ante Preissetzung

Diese Mengenentscheidung antizipierend legen die Bereiche zum Zeitpunkt $t = 2$ die Höhe ihrer spezifischen Investitionen fest. Sie haben zu diesem Zeitpunkt keine Informationen über die Umweltsituation und müssen daher auf Basis von Erwartungswerten entscheiden. Sie maximieren ihren erwarteten Bereichserfolg:

$$\begin{aligned} I_P(\tau) &\in \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A, \tau \right), \theta, I_P, \tau \right) \right] \right\} \\ &= \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{ E\left[\tau q\left(\theta, I_A, \tau \right) - C\left(q\left(\theta, I_A, \tau \right), \theta, I_P \right) \right] - w_P\left(I_P \right) \right\}, \\ I_A(\tau) &\in \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_A\left(q\left(\theta, I_A, \tau \right), \theta, I_A, \tau \right) \right] \right\} \\ &= \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[R\left(q\left(\theta, I_A, \tau \right), \theta, I_A \right) - \tau q\left(\theta, I_A, \tau \right) \right] - w_A\left(I_A \right) \right\}. \end{aligned}$$

Die Bestimmungsgleichungen der Investitionen ergeben sich demnach zu

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_P} E\left[\tau q\left(\theta, I_A, \tau \right) - C\left(q\left(\theta, I_A, \tau \right), \theta, I_P \right) \right] - w_P'\left(I_P \right) \\ &= -E\left[\tfrac{d}{dI_P} C\left(q\left(\theta, I_A, \tau \right), \theta, I_P \right) \right] - w_P'\left(I_P \right) \\ &= E\left[q\left(\theta, I_A, \tau \right) \right] - \alpha_P I_P \\ \Rightarrow \quad & I_P(\tau) = \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau \right) \right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_A} E\left[R\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), \theta, I_A\right) - \tau q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right] - w'_A\left(I_A\right) \\ &= E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_A} R\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), \theta, I_A\right)\right] - w'_A\left(I_A\right) \\ &= E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right] - \alpha_A I_A \\ \Rightarrow \quad & I_A\left(\tau\right) = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right]. \end{aligned}$$

Die Investitionen steigen also mit der Produktionsmenge und sinken auf Grund von Effekten zweiter Ordnung über die Mengenentscheidung dementsprechend bei steigendem Transferpreis. Wird nun die Menge in Höhe der erwarteten First-Best Menge festgelegt, was durch einen Transferpreis in Höhe der erwarteten tatsächlichen Stückkosten möglich ist, so können damit die First-Best Investitionshöhen induziert werden. Für den Fall symmetrischer Investitionskosten ist dies auch in Abbildung 3.10 verdeutlicht.

Unterschiede der Investitions- und Produktionspolitiken zwischen den Verfahren der standardkostenbasierten Verrechnungspreise und der ex-ante Monopolpreise resultieren ausschließlich aus unterschiedlichen Preisentscheidungen. Der standardkostenorientierte Verrechnungspreis τ^s wird von der Zentrale unter dem Kalkül der Maximierung des erwarteten Gesamterfolges festgelegt, der ex-ante Monopolpreis τ^m hingegen vom Produktionsbereich, der damit seinen Bereichserfolg maximiert.

$$\begin{aligned} \tau^s &\in \arg\max_{\tau \in \Re_+} \left\{E\left[\Pi\left(q\left(\theta, I_A\left(\tau\right), \tau\right), \theta, I\left(\tau\right)\right)\right]\right\}, \\ \tau^m &\in \arg\max_{\tau \in \Re_+} \left\{E\left[\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A\left(\tau\right), \tau\right), \theta, I_P\left(\tau\right), \tau\right)\right]\right\}. \end{aligned}$$

Die Preisentscheidung ergibt sich danach aus den folgenden Bedingungen.

$$\begin{aligned} \tau^s &= E\left[\tfrac{\partial}{\partial q} C\left(q\left(\theta, I_A\left(\tau^s\right), \tau^s\right), \theta, I_P\left(\tau^s\right)\right)\right] \\ &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P\left(\tau^s\right), \\ \tau^m &= E\left[\tfrac{\partial}{\partial q} C\left(q\left(\theta, I_A\left(\tau^m\right), \tau^m\right), \theta, I_P\left(\tau^m\right)\right)\right] - \tfrac{E\left[q\left(\theta, I_A\left(\tau^m\right), \tau^m\right)\right]}{E\left[\frac{d}{d\tau} q\left(\theta, I_A\left(\tau^m\right), \tau^m\right)\right]} \\ &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P\left(\tau^m\right) + \tfrac{\alpha_A b - 1}{\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A\left(\tau^m\right), \tau^m\right)\right]. \end{aligned}$$

Wird die Entscheidung über die Höhe des Transferpreises durch die Zentrale getroffen, so legt sie den Transferpreis den in Höhe der erwarteten Stückkosten unter Antizipation der vom Produktionsbereich getätigten Investitionen fest. Dadurch werden die First-Best Investitionen induziert und die im Erwartungswert produzierte Menge entspricht dem Erwartungswert der Referenzmenge $E\left[q^{fb}\left(\cdot\right)\right]$. Die

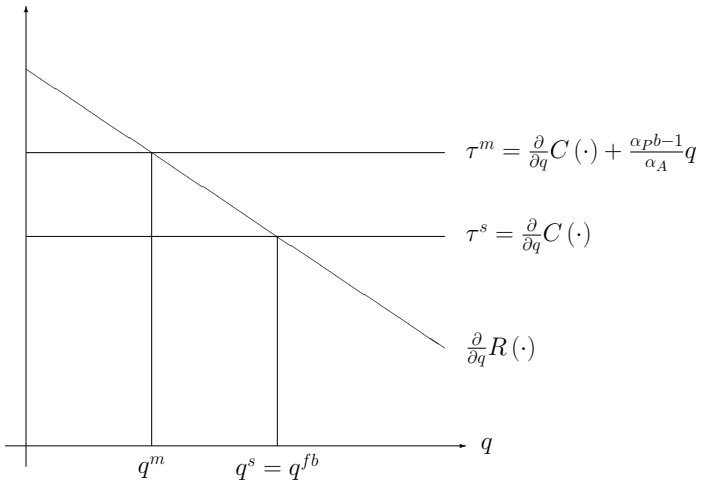


Abbildung 3.11: Mengenentscheidung bei ex-ante Preissetzung

Transferpreisregel entspricht, wenn von spezifischen Investitionen und Unsicherheit abstrahiert wird, einer bereits von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956) formulierten Regel, die Transferpreise entsprechend der Grenzkosten festzulegen. Als Konsequenz dieser Regel fließt der gesamte erwartete Deckungsbeitrag an den Absatzbereich, während der erwartete Deckungsbeitrag der Produktionsabteilung Null ist. Wird der Transferpreis hingegen durch den Produktionsbereich festgelegt, so besitzt dieser offensichtlich einen Anreiz, den Transferpreis höher anzusetzen, um einen positiven erwarteten Deckungsbeitrag zu erzielen. Dadurch wird jedoch induziert, dass die erwartete Produktionsmenge sinkt und infolgedessen auch nicht die ideale Investitionshöhe erreicht wird. Daraus ergibt sich, dass der erwartete Gesamterfolg aus einem System ex-ante festgelegter, monopolistischer Verrechnungspreise hinter dem aus standardkostenorientierten Verrechnungspreisen zurückbleibt. Abbildung 3.11 veranschaulicht diese Beobachtung für gegebene Investitionen.

Die Möglichkeiten zur Informationsverarbeitung können mit den nun festgelegten Transferpreisen besser betrachtet werden. Wie in den Abbildungen 3.8 und 3.9 deutlich wird, kann das Unternehmen bei ex-ante Verrechnungspreisverfahren Informationen über die Märkte lediglich über die Mengenentscheidung verarbeiten. Die Menge wird durch die Absatzabteilung in Höhe von

$$q(\theta, I_A, \tau) \quad = \quad \frac{a(\theta) + I_A - \tau}{b}$$

festgelegt. Informationen über die Kosten der Produktion werden also nur über die Höhe des Transferpreises berücksichtigt, der jedoch nur auf Erwartungswerten basiert. Ein Vergleich der aus den Verrechnungspreismechanismen resultierenden Mengen und der Referenzmenge zeigt deutlich die unterschiedlichen Informationsverarbeitungsmöglichkeiten auf.

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P+I_A}{b}, \\ q^{s} &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P+I_A}{b}, \\ q^{m} &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P+I_A}{b} - \tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A b} E\left[q^m\right]. \end{aligned}$$

Während die Referenzmenge Informationen über die Realisierungen am Rohstoffmarkt berücksichtigt, können die beiden ex-ante Verrechnungspreisverfahren diese Information nicht verarbeiten. Damit kann das Unternehmen nicht mehr optimal auf Schwankungen am Rohstoffmarkt reagieren. Der Vergleich der Mengen der beiden Verfahren mit ex-ante Preissetzung zeigt deutlich die Verzerrung durch monopolistische Preissetzung: Während standardkostenbasierte Verrechnungspreise lediglich die Möglichkeit verlieren; auf Kostenschwankungen zu reagieren; wird dieses Phänomen bei monopolpreisbasierten Verrechnungspreisen um eine weitere strukturelle Verzerrung erweitert: Der durch den Produktionsbereich vorgenommene Aufschlag auf den Monopolpreis induziert zwar eine Erhöhung des Bereichserfolgs des produzierenden Bereichs, führt jedoch zu einer Verringerung der Produktionstätigkeit. Daher kann über dieses monopolistische Verrechnungspreissystem niemals die Referenzlösung induziert werden.[11]

Im nachfolgenden Satz 3.3 werden die erzielten Ergebnisse zusammengefasst und die expliziten Investitions- und Produktionspolitiken einander gegenüber gestellt. Daraus können die jeweils induzierten erwarteten Unternehmenserfolge bestimmt werden.[12]

Satz 3.3 (Ex-ante Transferpreise)**.** *Erfolgt die Steuerung des Unternehmens auf Basis eines ex-ante festgelegten Transferpreises, so ergeben sich abhängig vom gewählten Verrechnungspreismechanismus die nachfolgenden Investitions- und Produktionspolitiken.*

[11] Ein detaillierter Vergleich der beiden Verfahren mit ex-ante Preissetzung ist in Abschnitt 4.1.3 zu finden.

[12] Der erste Teil des Satzes erweitert die Analysen von Lengsfeld und Schiller (2004) bei Auftreten von Erlösunsicherheit und Pfeiffer und Wagner (2007a,b) um asymmetrische Investitionskosten. Pfeiffer u. a. (2007) stellen eine allgemeine Lösung des ersten Teiles vor.

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise: *Wird der Transferpreis ex-ante durch die Zentrale auf Basis von Standardkosten festgelegt, so entspricht er den erwarteten Basiskosten abzüglich der Wirkung der kostensenkenden Investitionen.*

$$\tau^s = E\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Darauf basierend ergeben sich die nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{aligned} I_P^s &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^s &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$q^s = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b},$$

woraus ein erwarteter Unternehmenserfolg in Höhe von

$$E\left[\Pi^s\left(q^s,\theta,I^s\right)\right] = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b}$$

resultiert, der sich aus den beiden nachfolgenden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^s\left(q^s,\theta,I_P^s,\tau^s\right)\right] &= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b}, \\ E\left[\Pi_A^s\left(q^s,\theta,I_A^s,\tau^s\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise: *Wird der Transferpreis hingegen durch den Produktionsbereich festgelegt, so wird neben den tatsächlich zu erwartenden Stückkosten zusätzlich noch ein positiver Aufschlag verrechnet. Der sich daher ergebende Transferpreis τ^m in Höhe von*

$$\tau^m = E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

bewirkt die nachfolgenden Investitions- und Produktionsentscheidungen,

$$\begin{aligned} I_P^m &= \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^m &= \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$q^m = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b},$$

die einen erwarteten Gesamtgewinn in Höhe von

$$E\left[\Pi^m\left(q^m,\theta,I^m\right)\right] = \frac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{2(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b}$$

ergeben, der sich aus den beiden nachfolgenden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^m\left(q^m,\theta,I_P^m,\tau^m\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \frac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b}, \\ E\left[\Pi_A^m\left(q^m,\theta,I_A^m,\tau^m\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(b\alpha_A-1)}{(2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Es gilt:

$$\frac{\alpha_A\alpha_P^3(\alpha_A b-1)^2}{2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \geq 0.$$

Die bereits angesprochene verschlechterte Möglichkeit der Informationsverarbeitung schlägt sich auch in den erwarteten Unternehmenserfolgen nieder: Im Vergleich zur Referenzlösung kann das Unternehmen um einen Term abhängig von der Varianz der Kosten weniger von Umweltschwankungen profitieren. Auch die Verzerrungen durch die bereichserfolgsmaximierende Festlegung des Transferpreises τ^m schlägt sich im erwarteten Gesamterfolg nieder: Der Unternehmensgewinn reduziert sich um den positiven Term.

Analog lassen sich die aus Abschnitt 2.4 bekannten Problemfelder einseitiger Investitionen lösen.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Zuerst wird die Situation untersucht, in der lediglich der produzierende Bereich P investieren kann. Dabei wird, dem Prinzip der Rückwärtsinduktion folgend, zuerst die Produktionsmengenentscheidung betrachtet. Bei beiden ex-ante Mechanismen beruht diese Entscheidung auf demselben Kalkül.

$$0 \stackrel{!}{=} \frac{d}{dq}R\left(q,\theta\right)-\tau \quad\Rightarrow\quad q\left(\theta,\tau\right)=\frac{a(\theta)-\tau}{b}.$$

Da in die Produktionsmenge lediglich der Bereichserfolg der nicht investierenden Absatzabteilung einfließt, ist die Mengenentscheidung nur noch indirekt über den Transferpreis von der Investitionsentscheidung abhängig.

Die Investitionsentscheidung trifft der Produktionsbereich unter Unsicherheit.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_P} E\left[\tau q\left(\theta,\tau\right) - C\left(q\left(\theta,\tau\right),\theta,I_P\right)\right] - w_P'\left(I_P\right) \\ \Rightarrow\quad I_P\left(\tau\right) &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(\theta,\tau\right)\right]. \end{aligned}$$

Sie fällt genauso, wie im allgemeinen Szenario aus.

Die Transferpreisentscheidung wird abhängig von der Verteilung der Verfügungsrechte entweder durch die Zentrale oder den Produktionsbereich getroffen.

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise: Der standardkostenbasierte Transferpreis wird durch die Zentrale bestimmt.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E\left[\tfrac{d}{d\tau}\Pi\left(q\left(\theta,\tau^s\right),\theta,I_P\left(\tau^s\right)\right)\right] \\ \Rightarrow\quad \tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P\left(\tau^s\right). \end{aligned}$$

Der Transferpreis wird wie im allgemeinen Szenario festgelegt.

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise: Der ex-ante Monopolpreis hingegen wird durch den Produktionsbereich festgelegt.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E\left[\tfrac{d}{d\tau}\Pi_P\left(q\left(\theta,\tau^m\right),\theta,I_P\left(\tau^m\right),\tau^m\right)\right] \\ \Rightarrow\quad \tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P\left(\tau^m\right) + bE\left[q\left(\theta,\tau^m\right)\right]. \end{aligned}$$

Dieser weicht leicht vom Monopolpreis im allgemeinen Szenario ab. Der durch den Produktionsbereich festgelegte Aufschlag hängt nun nicht mehr von den Investitionskosten des Absatzbereichs ab.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Kann nur der Absatzbereich investieren, führt dies zu leichten Änderungen der Produktionsentscheidung gegenüber dem Szenario einseitiger Investition durch den Produktionsbereich.

$$0 \overset{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q,\theta,I_A\right) - \tau \quad\Rightarrow\quad q\left(\theta,I_A,\tau\right) = \tfrac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}.$$

Die Mengenentscheidung ist gleichlautend zur Entscheidung im allgemeinen Szenario. Der geänderten Investitionssituation wird über den Transferpreis Rechnung getragen.

Auch die Investitionsentscheidung des Absatzbereichs stimmt mit der im allgemeinen Szenario überein.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_A} E\left[R\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), \theta, I_A\right) - \tau q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right] - w'_A\left(I_A\right) \\ \Rightarrow \quad I_A\left(\tau\right) &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right]. \end{aligned}$$

Das Szenario, dass nur Bereich A investiert, beeinflusst also maßgeblich nur die Preisentscheidung.

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise: Die Zentrale maximiert mit dem Transferpreis τ^s den Gesamterfolg.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E\left[\tfrac{d}{d\tau}\Pi\left(q\left(\theta, \tau^s\right), \theta, I_A\left(\tau^s\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad \tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Sie wählt den Transferpreis so, dass er den erwarteten Stückkosten entspricht. Diese Entscheidung ist konsistent mit dem allgemeinen Szenario, in dem der Transferpreis den um die kostensenkende Investition I_P reduzierten erwarteten Stückkosten entspricht. Wird von Unsicherheit abstrahiert, so entspricht dies der schon von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956) postulierten Regel, den Transferpreis in Höhe der Grenzkosten festzulegen.

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise: Der produzierende Bereich hingegen würde einen anderen Transferpreis wählen.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E\left[\tfrac{d}{d\tau}\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A\left(\tau^m\right), \tau^m\right), \theta, \tau^m\right)\right] \\ \Rightarrow \quad \tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{b\alpha_A - 1}{\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A\left(\tau^m\right), \tau^m\right)\right]. \end{aligned}$$

Er ergänzt die erwarteten Stückkosten um einen Aufschlag, mit dem er verhindert, nicht ausreichend am Unternehmensgewinn beteiligt zu werden.

Die durch Lösen der Gleichungssysteme bestimmten Ergebnisse sind in Korollar 3.3.1 dargestellt.

Korollar 3.3.1 (Ex-ante Transferpreise bei einseitiger Investition)**.** *Für die beiden Spezialfälle der einseitigen Investitionen ergeben sich nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Bei ausschließlicher Investition des Produktionsbereichs P

a) führt das standardkostenbasierte Verrechnungspreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^s = E\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$I_P^s = \tfrac{1}{\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und

$$q^s = \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^s\left(q^s,\theta,I^s\right)\right] = \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b-1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^s\left(q^s,\theta,I_P^s,\tau^s\right)\right] &= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{\left(b\alpha_P-1\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b}, \\ E\left[\Pi_A^s\left(q^s,\theta,I_A^s,\tau^s\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{b\alpha_P^2}{\left(b\alpha_P-1\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

b) führt das ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^m = E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{\alpha_P b-1}{2\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$I_P^m = \tfrac{1}{2\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und

$$q^m = \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^m\left(q^m,\theta,I^m\right)\right] \quad = \quad \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3\alpha_P b-1)}{(2\alpha_P b-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^m\left(q^m,\theta,I_P^m,\tau^m\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{2b\alpha_P-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b}, \\ E\left[\Pi_A^m\left(q^m,\theta,I_A^m,\tau^m\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{b\alpha_P^2}{(2b\alpha_P-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

(ii) Bei ausschließlicher Investition des Absatzbereichs A

a) führt das standardkostenbasierte Verrechnungspreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^s \quad = \quad E\left[c\left(\theta\right)\right]$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$I_A^s \quad = \quad \tfrac{1}{\alpha_A b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und

$$q^s \quad = \quad \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^s\left(q^s,\theta,I^s\right)\right] \quad = \quad \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^s\left(q^s,\theta,I_P^s,\tau^s\right)\right] &= 0 - \tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b}, \\ E\left[\Pi_A^s\left(q^s,\theta,I_A^s,\tau^s\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

b) führt das ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^m \quad = \quad E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{1}{2}E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$I_A^m = \frac{1}{2}\frac{1}{\alpha_A b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und

$$q^m = \frac{1}{2}\frac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^m\left(q^m,\theta,I^m\right)\right] = \frac{3}{8}\frac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^m\left(q^m,\theta,I_P^m,\tau^m\right)\right] &= \frac{1}{4}\frac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \frac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b}, \\ E\left[\Pi_A^m\left(q^m,\theta,I_A^m,\tau^m\right)\right] &= \frac{1}{8}\frac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Die Analyse der Spezialfälle zeigt, dass die beiden wichtigsten Elemente der Lösungen des allgemeinen Szenarios erhalten bleiben. So ist es durch die Struktur des Entscheidungsfeldes nicht möglich, Wissen über die Realisierung des Rohstoffmarktes in die Entscheidungen einfließen zu lassen. Daher bleibt die Informationsverarbeitungsfähigkeit in beiden Spezialfällen identisch mit der des allgemeinen Szenarios. Der Flexibilitätsgewinn ist also gegenüber der Referenzlösung um einen Term abhängig von der Varianz der Stückkosten reduziert. Als zweiter Punkt bleibt erhalten, dass die Lösung des monopolpreisbasierten Mechanismus immer schlechter ist als die Lösung des standardkostenbasierten Mechanismus, da der Produktionsbereich das Recht, den Transferpreis festzulegen, ausnutzt. Er legt den Transferpreis so fest, dass die Lösung, im Vergleich zum standardkostenbasierten Mechanismus, für ihn vorteilhafter ausfällt.

Die Fähigkeit, Informationen zu verarbeiten, wird im Nachfolgenden anhand der drei Sonderfälle mit partiell deterministischen Märkten untersucht.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Sind die Stückkosten c nicht variabel, so entfällt insbesondere der Makel, dass durch die Preissetzung ex-ante in den Transferpreis keine Informationen über etwaige Realisierungen der Stückkosten einfließen können. Sind die Stückkosten deterministisch, verarbeiten die

ex-ante Transferpreisverfahren alle dem Unternehmen zugänglichen Informationen, und es ist daher zu erwarten, dass die Informationsverarbeitung der ex-ante Transferpreismechanismen in diesem Szenario der Referenzlösung entspricht.

Mit der Wahl der Menge maximiert der Absatzbereich seinen Bereichserfolg.

$$0 \quad \stackrel{!}{=} \quad \tfrac{d}{dq} R\left(q, \theta, I_A\right) - \tau \quad \Rightarrow \quad q\left(\theta, I_A, \tau\right) = \tfrac{a(\theta) + I_A - \tau}{b}.$$

Da in die Menge lediglich Informationen über den Absatzmarkt einfließen, ändert sich die Mengenentscheidung bei einem deterministischen Rohstoffmarkt gegenüber der Mengenentscheidung im allgemeinen Szenario nicht.

Auch die Investitionsentscheidungen, die wiederum auf der erwarteten Menge basieren, sind von der geänderten Volatilität der Märkte nicht beeinflusst.

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad \tfrac{d}{dI_P} E\left[\tau q\left(\theta, I_A, \tau\right) - C\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), I_P\right)\right] - w'_P\left(I_P\right) \\ \Rightarrow \quad & I_P\left(\tau\right) = \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad \tfrac{d}{dI_A} E\left[R\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), \theta, I_A\right) - \tau q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right] - w'_A\left(I_A\right) \\ \Rightarrow \quad & I_A\left(\tau\right) = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right]. \end{aligned}$$

Die Transferpreisentscheidungen hingegen sind durch die eingeschränkte Volatilität betroffen.

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise: Die Zentrale maximiert mit dem Transferpreis τ^s den erwarteten Gesamterfolg.

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad E\left[\tfrac{d}{d\tau} \Pi\left(q\left(\theta, I_A, \tau^s\right), \theta, I\left(\tau^s\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad & \tau^s = c - I_P\left(\tau^s\right). \end{aligned}$$

Der Transferpreis entspricht also den tatsächlich anfallenden Stückkosten, die aus den Basisstückkosten c und den kostensenkenden Investitionen des Produktionsbereichs bestehen. Dieser Transferpreis entspricht also, wenn von der spezifischen Investitionsproblematik abstrahiert wird, der

von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956) genannten Regel, den Transferpreis in Höhe der Grenzkosten festzulegen.

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise: Im Gegensatz dazu wählt der produzierende Bereich den Transferpreis so, dass damit sein erwarteter Bereichserfolg maximiert wird.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E\left[\tfrac{d}{d\tau}\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A\left(\tau^m\right), \tau^m\right), \theta, I_P\left(\tau^m\right), \tau^m\right)\right] \\ \Rightarrow \quad \tau^m &= c - I_P\left(\tau^m\right) + \tfrac{\alpha_A b - 1}{\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A\left(\tau^m\right), \tau^m\right)\right]. \end{aligned}$$

Er ergänzt die tatsächlichen Stückkosten um einen Aufschlag, mit dem er seinen Bereichsgewinn erhöht.

Beiden Verfahren ist also gemein, dass die induzierten Transferpreise nicht mehr auf Erwartungswerten beruhen, sondern auf den tatsächlich realisierten Stückkosten, die jedoch deterministisch sind.

Deterministischer Absatzmarkt: Ist hingegen nur der Absatzmarkt deterministisch, also der Maximalpreis a nicht volatil, hat dies Auswirkungen insbesondere auf die produzierte Menge. Diese wird durch den Absatzbereich festgelegt.

$$0 \overset{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q, I_A\right) - \tau \quad \Rightarrow \quad q\left(I_A, \tau\right) = \tfrac{a + I_A - \tau}{b}.$$

Die Wahl der Menge ist also nicht mehr durch die Entwicklung der Umwelt beeinflusst. Über diese Entscheidung kann also keine Information über die Umwelt verarbeitet werden. Alle weiteren Entscheidungen der ex-ante Verrechnungspreismechanismen werden unter Unsicherheit getroffen. Demnach ist es nicht möglich, über diese Mechanismen in diesem Szenario von der Umweltunsicherheit zu profitieren und die Entscheidungen des Unternehmens an die Umweltbegebenheiten anzupassen.

Die Investitionsentscheidungen werden bereichserfolgsoptimierend getroffen.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_P}\left(\tau q\left(I_A, \tau\right) - E\left[C\left(q\left(I_A, \tau\right), \theta, I_P\right)\right]\right) - w_P'\left(I_P\right) \\ \Rightarrow \quad I_P\left(\tau\right) &= \tfrac{1}{\alpha_P} q\left(I_A, \tau\right) \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_A}\left(R\left(q\left(I_A,\tau\right),I_A\right)-\tau q\left(I_A,\tau\right)\right)-w'_A\left(I_A\right) \\ \Rightarrow\quad I_A\left(\tau\right) &= \tfrac{1}{\alpha_A}q\left(I_A,\tau\right). \end{aligned}$$

Die Investitionen stehen in direktem Zusammenhang zur deterministischen Mengenentscheidung und beruhen daher auch nicht mehr auf Erwartungswerten, sondern auf der tatsächlichen Realisierung am Absatzmarkt.

Die Preisentscheidung wird entweder durch die Zentrale oder den produzierenden Bereich P getroffen.

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise: Die Zentrale maximiert den erwarteten Gesamterfolg.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E\left[\tfrac{d}{d\tau}\Pi\left(q\left(I_A\left(\tau^s\right),\tau^s\right),\theta,I\left(\tau^s\right)\right)\right] \\ \Rightarrow\quad \tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right]-I_P\left(\tau^s\right). \end{aligned}$$

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise: Der produzierende Bereich P maximiert seinen erwarteten Bereichserfolg.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E\left[\tfrac{d}{d\tau}\Pi_P\left(q\left(I_A\left(\tau^m\right),\tau^m\right),\theta,I_P\left(\tau^m\right),\tau^m\right)\right] \\ \Rightarrow\quad \tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right]-I_P\left(\tau^m\right)+\tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A}q\left(I_A\left(\tau^m\right),\tau^m\right). \end{aligned}$$

Wie auch im allgemeinen Szenario legt der Produktionsbereich einen Transferpreis über den erwarteten Stückkosten fest. Dieser basiert auf der produzierten Menge und nicht mehr, anders als im allgemeinen Szenario, auf der erwarteten Menge, da diese nun deterministisch ist.

Deterministischer Gesamtmarkt: Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, ist also der Stückdeckungsbeitrag deterministisch, so wird, wie in Abschnitt 2.4 gezeigt, in der Referenzsituation die auf den beiden Teilmärkten vorhandene Unsicherheit nicht verarbeitet. Der Flexibilitätsgewinn beträgt in der Referenzsituation also 0.

Wird eines der ex-ante Verfahren zur Unternehmenssteuerung verwendet, so wird lediglich über die Produktionsmenge Wissen über die Umwelt verarbeitet. Die Mengenentscheidung lautet im Fall des deterministischen Gesamtmarktes

also

$$0 \stackrel{!}{=} \frac{d}{dq} R\left(q, \theta, I_A\right) - \tau \quad \Rightarrow \quad q\left(\theta, I_A, \tau\right) = \frac{a+g(\theta)+I_A-\tau}{b}.$$

Die Investitionsentscheidungen werden unter Unsicherheit getroffen und lauten wie im allgemeinen Szenario.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \frac{d}{dI_P} E\left[\tau q\left(\theta, I_A, \tau\right) - C\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), \theta, I_P\right)\right] - w_P'\left(I_P\right) \\ \Rightarrow \quad I_P\left(\tau\right) &= \frac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \frac{d}{dI_A} E\left[R\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), \theta, I_A\right) - \tau q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right] - w_A'\left(I_A\right) \\ \Rightarrow \quad I_A\left(\tau\right) &= \frac{1}{\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right]. \end{aligned}$$

Ebenso wie die Investitionen werden auch die Transferpreise wie im allgemeinen Szenario festgelegt.

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise: Die Zentrale maximiert den Gesamterfolg.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\frac{d}{d\tau} \Pi\left(q\left(\theta, I_A\left(\tau^s\right), \tau^s\right), \theta, I\left(\tau^s\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad \tau^s &= c - I_P\left(\tau^s\right). \end{aligned}$$

Der Verrechnungspreis basiert auf den erwarteten tatsächlichen Stückkosten und ist damit unabhängig von den Schwankungen des Rohstoffmarktes.

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise: Der produzierende Bereich P maximiert seinen Bereichserfolg.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\frac{d}{d\tau} \Pi_P\left(q\left(\theta, I_A\left(\tau^m\right), \tau^m\right), \theta, I_P\left(\tau^m\right), \tau^m\right)\right] \\ \Rightarrow \quad \tau^m &= c - I_P\left(\tau^m\right) + \frac{\alpha_A b - 1}{\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A\left(\tau^m\right), \tau^m\right)\right]. \end{aligned}$$

Da beide Transferpreise keine Informationen über die Realisierung auf dem Rohstoffmarkt transportieren, bleibt die Mengenentscheidung abhängig von der Umweltrealisierung, die damit in die Unternehmenspolitik einfließt. Damit

kann die Informationsverarbeitung nicht optimal im Sinne der Zentrale sein, da die Referenzlösung in diesem Szenario keinerlei Informationen verarbeitet.

Im Zuge der Vorwärtsinduktion können aus den betrachteten Bedingungen erster Ordnung die Produktions- und Investitionsentscheidungen gewonnen werden.

Korollar 3.3.2 (Ex-ante Transferpreise bei partiell deterministischen Märkten)**.** *Für die drei Spezialfälle der partiell deterministischen Märkte ergeben sich nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor,

a) so führt das standardkostenbasierte Verrechnungspreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^s = c - \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{aligned} I_P^s &= \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right), \\ I_A^s &= \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) \end{aligned}$$

und

$$q^s = \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)+\frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^s\left(q^s,\theta,I^s\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \frac{Var[a(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^s\left(q^s,\theta,I_P^s,\tau^s\right)\right] &= -\frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2, \\ E\left[\Pi_A^s\left(q^s,\theta,I_A^s,\tau^s\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2+\frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

b) so führt das ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^m = c + \frac{\alpha_P b\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{aligned} I_P^m &= \frac{\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right), \\ I_A^m &= \frac{\alpha_P}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right) \end{aligned}$$

und

$$q^m = \frac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right) + \frac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^m\left(q^m, \theta, I^m\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(3b\alpha_A\alpha_P - 3\alpha_P - \alpha_A)}{\left(2b\alpha_A\alpha_P - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right)^2 + \frac{Var[a(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^m\left(q^m, \theta, I_P^m, \tau^m\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right)^2, \\ E\left[\Pi_A^m\left(q^m, \theta, I_A^m, \tau^m\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(b\alpha_A - 1)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right)^2 + \frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

(ii) Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor,

a) so führt das standardkostenbasierte Verrechnungspreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^s = E\left[c\left(\theta\right)\right] - \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{aligned} I_P^s &= \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right), \\ I_A^s &= \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \end{aligned}$$

und

$$q^s = \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right).$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^s\left(q^s, \theta, I^s\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2,$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^s\left(q^s,\theta,I_P^s,\tau^s\right)\right] &= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2, \\ E\left[\Pi_A^s\left(q^s,\theta,I_A^s,\tau^s\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2. \end{aligned}$$

b) so führt das ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^m = E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{\alpha_P b\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{aligned} I_P^m &= \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right), \\ I_A^m &= \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \end{aligned}$$

und

$$q^m = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right).$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^m\left(q^m,\theta,I^m\right)\right] = \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3b\alpha_P\alpha_A-3\alpha_P-\alpha_A)}{\left(2b\alpha_P\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2,$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^m\left(q^m,\theta,I_P^m,\tau^m\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2, \\ E\left[\Pi_A^m\left(q^m,\theta,I_A^m,\tau^m\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(b\alpha_A-1)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2. \end{aligned}$$

(iii) Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor,

a) so führt das standardkostenbasierte Verrechnungspreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^s = E\left[g\left(\theta\right)\right]+c-\tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{aligned} I_P^s &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d, \\ I_A^s &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d \end{aligned}$$

und

$$q^s = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d + \tfrac{g(\theta)-E[g(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^s\left(q^s,\theta,I^s\right)\right] = \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d^2 - \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den beiden nachfolgenden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^s\left(q^s,\theta,I_P^s,\tau^s\right)\right] &= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2 - 2\tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_A^s\left(q^s,\theta,I_A^s,\tau^s\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2 + \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

b) so führt das ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^m = E\left[g\left(\theta\right)\right] + c + \tfrac{\alpha_P b\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}d$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{aligned} I_P^m &= \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}d, \\ I_A^m &= \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}d \end{aligned}$$

und

$$q^m = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}d + \tfrac{g(\theta)-E[g(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^m\left(q^m,\theta,I^m\right)\right] = \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P b\alpha_A-3\alpha_P-\alpha_A)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2 - \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den beiden nachfolgenden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^m\left(q^m,\theta,I_P^m,\tau^m\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}d^2-2\tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_A^m\left(q^m,\theta,I_A^m,\tau^s\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(b\alpha_A-1)}{(2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A)^2}d^2+\tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Beachtenswert ist die Aufteilung des negativen Gesamtflexibilitätsgewinns auf die beiden Bereiche im Szenario mit einem deterministischen Gesamtmarkt. Während der Absatzbereich von der an die Umweltsituation angepassten Produktionsmenge profitiert, kann der Produktionsbereich über den Transferpreis nicht auf die Umwelt reagieren.

Allen betrachteten Szenarien ist also gemeinsam, dass der Produktionsbereich einen Transferpreis festlegt, der über den erwarteten tatsächlichen Stückkosten liegt, und damit zwar seinen Bereichserfolg, nicht jedoch den Gesamterfolg verbessert. Die drei Szenarien mit partiell deterministischen Märkten werfen ein neues Licht auf die Informationsverarbeitungsfähigkeiten der Verfahren. Während in der Referenzsituation auf die Unsicherheit auf beiden Märkten reagiert wird, reagieren die beiden Transferpreismechanismen nur auf die Unsicherheit auf dem Absatzmarkt. Ist dieser deterministisch, wird keine Umweltinformation verarbeitet. Ist der Gesamtmarkt deterministisch, sind also die Veränderungen auf Rohstoff- und Absatzmarkt absolut identisch und heben sich gegenseitig auf, so werden diese Veränderungen in der Referenzsituation nicht beachtet. Die beiden Transferpreismechanismen reagieren jedoch partiell auf diese Unsicherheit, indem die Produktionsmenge an die Umweltsituation angepasst wird. Dadurch kann zwar der Absatzbereich einen positiven Flexibilitätsgewinn erwirtschaften, der Produktionsbereich erwirtschaftet dadurch jedoch einen negativen Flexibilitätsgewinn, da er über den Transferpreis nicht auf die Umwelt reagieren kann. Im Gesamtergebnis führt höhere Unsicherheit auf dem Absatzmarkt daher zu einem geringeren erwarteten Gesamtergebnis.

3.3.2 Ex-post Preissetzung

Bei der zweiten betrachteten Klasse kostenorientierter Verrechnungspreismechanismen wird der Transferpreis ex-post nach Realisierung der Umwelt festgelegt. Da die Zentrale jedoch nicht zustandsbedingt steuern kann, hält der Produktionsbereich P das Recht, den Transferpreis festzulegen. Die zeitliche Abfolge der Entscheidungen ist angelehnt an Abbildung 2.2 und in Abbildung 3.12 dargestellt. Vor Realisierung

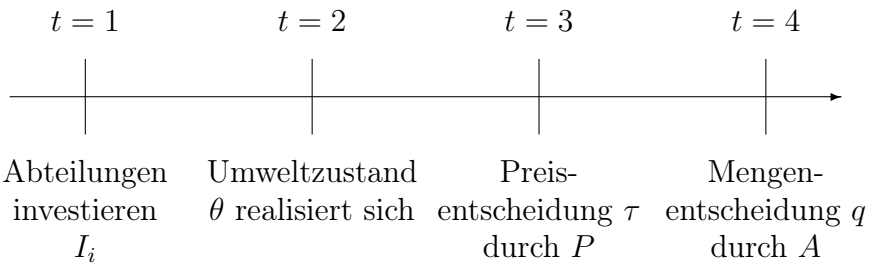


Abbildung 3.12: Handlungssequenz bei ex-post Preissetzung

der Umwelt entscheiden die beiden Bereiche nur noch über die Höhe der kostensenkenden bzw. erlössteigernden Investitionen I_i. Neben der Mengenentscheidung wird auch der Transferpreis erst dann festgelegt, wenn die Umweltvariable realisiert und damit θ bekannt ist. Hat der Produktionsbereich die Höhe des Transferpreises festgelegt, entscheidet schließlich der Absatzbereich über die zu produzierende Menge. Im Anschluss an diese Entscheidungen findet die Produktion statt, der Gesamtunternehmenserfolg realisiert sich und wird den beiden Bereichen anteilig zugeordnet.

Die im Nachfolgenden diskutierten Fälle unterscheiden sich hinsichtlich des Informationsstandes der Bereiche, die nach Realisierung der Umwelt entscheidenden. Es werden dabei die folgenden beiden Fälle unterschieden.

Vollständige Information: In diesem Fall stehen den entscheidenden Bereichen alle Informationen über die Umwelt zur Verfügung. Sowohl die Realisierung der Stückkosten auf dem Rohstoffmarkt als auch die Realisierung des Maximalpreises auf dem Absatzmarkt sind bekannt und können in die Entscheidungen einfließen. Die beiden Bereiche verfügen also über symmetrische Informationen.

Unvollständige Information: Dem gegenüber verfügen die Bereiche bei unvollständiger Information lediglich über Informationen über einen der beiden Märkte und sind damit asymmetrisch informiert: Die Produktionsabteilung P hat nur Informationen über den Rohstoffmarkt und damit über die Stückkosten $c(\theta)$, während die Absatzabteilung A nur über die Realisierung des Maximalpreises $a(\theta)$ auf dem Absatzmarkt informiert ist.

Eine Unterscheidung dieser beiden Szenarien ist z. B. sinnvoll, wenn die interagierenden Bereiche räumlich voneinander getrennt sind. In einem solchen Fall kann es sein, dass die Bereiche nur durch ein aufwändiges Informationssystem über Entwicklungen auf dem Markt informiert werden können, auf dem sie nicht direkt agieren.

Formal wird das Szenario der unvollständigen Information über zwei Umweltvariablen $\theta = (\theta_1, \theta_2)$ abgebildet: θ_1 beschreibt die Entwicklung auf dem Rohstoffmarkt und damit der Stückkosten $c(\theta_1)$. θ_2 hingegen beschreibt die Situation am Absatzmarkt und damit des Maximalpreises $a(\theta_2)$. Die beiden Zufallsvariablen $\widetilde{\theta_1}$ und $\widetilde{\theta_2}$ sind nicht notwendig unabhängig.[13] Zum Zeitpunkt $t = 2$ realisiert sich nun die gesamte Umweltvariable $\theta = (\theta_1, \theta_2)$. Der Produktionsbereich lernt daraufhin die Realisierung θ_1, der Absatzbereich die Realisierung θ_2.[14] Die Preisentscheidung durch P zum Zeitpunkt $t = 3$ sowie die Mengenentscheidung durch A zum Zeitpunkt $t = 4$ werden dann auf Basis dieses Wissens getroffen und müssen daher auf Basis von Erwartungswerten bzgl. der jeweils unbekannten Zufallsvariable getroffen werden. Anschließend findet die Produktion statt und der Gesamterfolg sowie die beiden Bereichserfolge realisieren sich.

Im Unterschied dazu lernen beide Bereiche im Falle vollständiger Information zum Zeitpunkt $t = 2$ beide Realisierungen und können ihre Entscheidungen auf diesem vollständigen Wissen über die Marktsituation treffen. Im Interesse einer besseren Lesbarkeit wird, soweit dies ohne Verständnisverlust möglich ist, auf die Darstellung der Indizes verzichtet.

Wie auch bei den betrachteten Verfahren mit ex-ante Preissetzung legt zum Zeitpunkt $t = 4$ die Absatzabteilung A die zu produzierende Menge q fest. Sie maximiert damit ihren Bereichserfolg.

$$\begin{aligned} q(\theta, I_A, \tau) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \{\Pi_A(q, \theta, I_A, \tau)\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \{R(q, \theta, I_A) - \tau q\}. \end{aligned}$$

Auf die Mengenentscheidung haben die beiden verschiedenen Informationsszenarien daher keinen Einfluss. Lediglich über den Transferpreis wird die zu produzierende Menge demnach von den verschiedenen Informationsszenarien beeinflusst. Wie ebenfalls schon oben beschrieben führt diese Maximierungsaufgabe zu nachfolgender Bedingung erster Ordnung, aus welcher dann die Mengenentscheidung des Bereichs

[13] Formal gilt: $\widetilde{\theta}$, $\widetilde{\theta_1}$ und $\widetilde{\theta_2}$ sind Zufallsvariablen auf Ω. Es sind daher Funktionen: $\widetilde{\theta} : \Omega \to \Re^n$, $\widetilde{\theta_1} : \Omega \to \Re^k$ und $\widetilde{\theta_2} : \Omega \to \Re^m$ mit $n = k + m \geq 2$.

[14] Auf die explizite Unterscheidung zwischen einer Zufallsvariablen $\widetilde{\theta}$ und ihrer Realisierung θ soll im Folgenden zu Gunsten der Lesbarkeit wieder verzichtet werden.

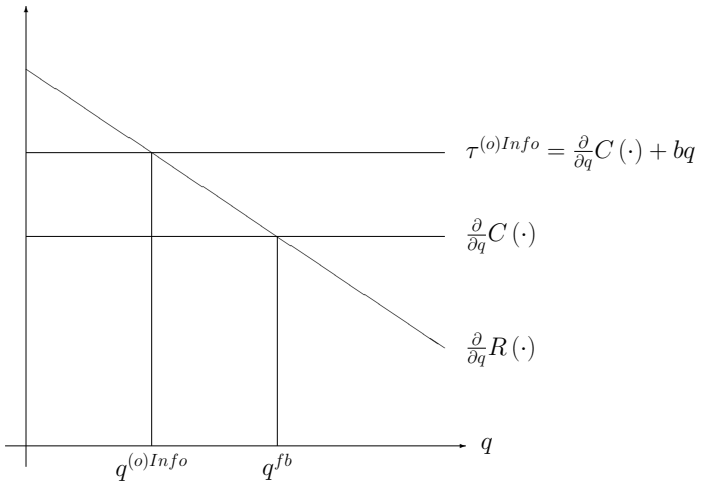


Abbildung 3.13: Mengenentscheidung bei ex-post Preissetzung

abgeleitet werden kann.

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad \tfrac{d}{dq} R(q, \theta_2, I_A) - \tau = (a(\theta_2) - bq + I_A) - \tau \\ \Rightarrow \quad & q(\theta_2, I_A, \tau) = \tfrac{a(\theta_2) + I_A - \tau}{b} = q^{fb}(\theta, I) - \tfrac{\tau - (c(\theta_1) - I_P)}{b}. \end{aligned}$$

Die Menge wird also bei ex-post Verrechnungspreisen analog zur Mengenentscheidung der ex-ante Transferpreissysteme festgelegt. Sie wird direkt nur auf die Realisierung auf dem Absatzmarkt und damit auf $a(\theta)$ konditioniert. Informationen über die Kostensituation können nur über den Transferpreis einfließen. Der Vergleich der Mengenentscheidung mit der zu produzierenden Menge im Referenzfall $q^{fb}(\cdot)$ zeigt, dass nur dann ex-post effizient produziert werden würde, wenn der Transferpreis τ in Höhe der tatsächlichen Stückkosten festgelegt werden würde. Da in diesem Fall der preissetzende Produktionsbereich P allerdings im Erwartungswert keinen Gewinn machen würde ist klar, dass in einem ex-post Monopolpreis-Setting der Transferpreis niemals in Höhe der tatsächlichen Stückkosten gesetzt werden wird. Damit kann in einem solchen Setting niemals ex-post gesamteffizient produziert werden. Abbildung 3.13 veranschaulicht die Mengenentscheidung wenn von Unsicherheit abstrahiert wird. Es wird eine Menge gewählt, die bei gegebenen Investitionen unterhalb der Referenzmenge liegt.

Zum Zeitpunkt $t = 3$, an dem die Produktionsabteilung über den Transferpreis entscheidet, kann sie die Mengenentscheidung des Absatzbereichs antizipieren. Sie kann damit die Reaktion der Absatzabteilung auf die Preisfestlegung schon bei der

Entscheidung berücksichtigen. Die zu antizipierende Mengenentscheidung ist jedoch von der Umweltentwicklung auf dem Absatzmarkt und damit vom Maximalpreis $a(\theta)$ direkt abhängig. Daher führen die beiden Informationsszenarien dazu, dass der Transferpreis auf Basis unterschiedlicher Informationen festgelegt wird: Im Fall vollständiger Information fließt Wissen über die Realisierung von $a(\theta)$ in die Preisentscheidung ein, im Falle imperfekter Information ist das nicht möglich. In diesem Fall kann lediglich der Erwartungswert über $a(\theta_2)$ unter der Vorraussetzung, dass θ_1 bekannt ist, einfließen: $E_{\theta_2}[a(\theta_2) \mid \theta_1]$.[15] Die beiden Szenarien führen also zu einer unterschiedlichen Informationsverarbeitung.

Der Transferpreise, der zum Zeitpunkt $t = 3$ durch den produzierenden Bereich P festgelegt wird, basiert nun auf den unterschiedlichen Informationsszenarien. Die folgenden beiden Fälle werden unterschieden.

Vollständige Information: Die Produktionsabteilung P legt den Transferpreis τ^{Info} unter vollständiger Information über die Realisierung auf dem Absatzmarkt und damit über $a(\theta_2)$ fest oder

Unvollständige Information: Nur die absetzende Abteilung A hat Informationen über die Realisierung des Absatzmarktes und demzufolge kann nur die Realisierung des Preises auf dem Rohstoffmarkt und damit $c(\theta_1)$ in den Transferpreis τ^{oInfo} einfließen.

In beiden Fällen maximiert der Produktionsbereich seinen Bereichserfolg.

$$\begin{aligned}
\tau^{Info}(\theta, I) &\in \arg\max_{\tau \in \Re_+} \{\Pi_P(q(\theta, I_A, \tau), \theta, I_P, \tau)\}, \\
\tau^{oInfo}(\theta, I) &\in \arg\max_{\tau \in \Re_+} \{E_{\theta_2}[\Pi_P(q(\theta_2, I_A, \tau), \theta_1, I_P, \tau) \mid \theta_1]\}.
\end{aligned}$$

Woraus nachfolgende Preisentscheidungen resultieren.

$$\begin{aligned}
\tau^{Info}(\theta, I) &= \tfrac{\partial}{\partial q} C\left(q\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right), \theta, I_P\right) + \tfrac{q\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right)}{-\frac{d}{d\tau} q\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right)} \\
&= (c(\theta) - I_P) + bq\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right), \\
\tau^{oInfo}(\theta, I) &= E_{\theta_2}\left[\tfrac{d}{dq} C\left(q\left(\theta_2, I_A, \tau^{oInfo}\right), \theta_1, I_P\right) \mid \theta_1\right] + \tfrac{E_{\theta_2}\left[q\left(\theta_2, I_A, \tau^{oInfo}\right) \mid \theta_1\right]}{-E_{\theta_2}\left[\frac{d}{d\tau} q\left(\theta_2, I_A, \tau^{oInfo}\right) \mid \theta_1\right]} \\
&= (c(\theta) - I_P) + bE_{\theta_2}\left[q\left(\theta_2, I_A, \tau^{oInfo}\right) \mid \theta_1\right].
\end{aligned}$$

[15] Vgl. zum bedingten Erwartungswert z. B. Casella und Berger (1990), Rice (1995), Galambos (1995), Billingsley (1995) oder Shiryaev (1996).

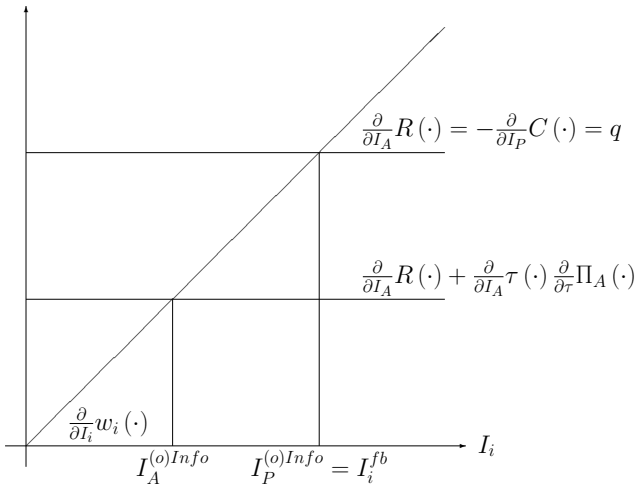


Abbildung 3.14: Investitionsentscheidung bei ex-post Preissetzung

Der optimale Transferpreis setzt sich also aus den tatsächlichen Stückkosten und einem positiven, von der nachgefragten Menge abhängigen Aufschlag zusammen. Die preissetzende Produktionsabteilung verrechnet die auf dem Rohstoffmarkt und durch Produktion des Zwischenproduktes entstehenden Kosten vollständig an den Absatzbereich weiter. Über den positiven Aufschlag erreicht sie, dass sie selbst einen positiven Deckungsbeitrag in Höhe von $\frac{q(\cdot)}{-\frac{d}{d\tau}q(\cdot)}q(\cdot)$ bzw. $\frac{E_{\theta_2}[q(\cdot)|\theta_1]}{-E_{\theta_2}\left[\frac{d}{d\tau}q(\cdot)|\theta_1\right]}q(\cdot)$ erwirtschaftet. Dabei nimmt die Produktionsabteilung in Kauf, dass dieses Verhalten den Gesamterfolg schmälert.

Die Auswirkungen eines Informationssystems, also die Unterschiede zwischen den Szenarien mit vollständiger und unvollständiger Information, zeigen sich vor allem, wenn der Preis auf dem Absatzmarkt sehr volatil, die Korrelation zwischen den Umweltvariablen θ_1 und θ_2 jedoch sehr gering ist: Während im Fall der vollständigen Information die Preisentscheidung auf den tatsächlich realisierten Maximalpreis $a(\theta_2)$ konditioniert werden kann, kann bei unvollständiger Information nur der bedingte Erwartungswert des Maximalpreises $E_{\theta_2}[a(\theta_2) \mid \theta_1]$ in die Entscheidung einfließen. Es kann also nur die Information über den Absatzmarkt verarbeitet werden, die über die Korrelation zwischen Maximalpreis und Basisstückkosten bekannt ist.

Die beiden Bereiche antizipieren nun diese Preisentscheidungen sowie die Mengenentscheidung und legen ihre Investitionen zum Zeitpunkt $t = 1$ unter vollständiger Unsicherheit über die Realisierung der Umweltsituation bereichserfolgsmaximierend fest. Beide Bereich haben also weder Informationen über die Realisierung der Stückkosten noch über die des Maximalpreises. Sie müssen sich daher vollständig auf

ihr Wissen über die Verteilungseigenschaften der Zufallsvariablen stützen. Ob den Abteilungen zu einem späteren Zeitpunkt Wissen über die Realisierung des zweiten Marktes bekannt wird, beeinflusst die Investitionsentscheidung also nicht. Die Investitionsentscheidungen gleichen sich daher in beiden Informationsszenarien.

$$\begin{aligned} I_P &\in \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_P \left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_P, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right]\right\}, \\ I_A &\in \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_A \left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right]\right\}. \end{aligned}$$

Aus den Bedingungen erster Ordnung können dann die Investition abgeleitet werden.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_P} E\left[\Pi_P \left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_P, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \\ &= -E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P} C\left(q\left(\cdot\right), \theta, I_P\right)\right] - w_P'\left(I_P\right) \\ &= E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] - \alpha_P I_P \\ \Rightarrow \quad I_P &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_A} E\left[\Pi_A \left(q\left(\theta, I_A \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \\ &= E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_A} R\left(q, \theta, I_A\right)\right] - w_A'\left(I_A\right) - E\left[\left(\tfrac{\partial}{\partial I_A} \tau\left(\theta, I\right)\right) \left(\tfrac{\partial}{\partial \tau} \Pi_A \left(q\left(\cdot\right), \theta, I_A, \tau\left(\cdot\right)\right)\right)\right] \\ &= E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] - \alpha_A I_A - \tfrac{1}{2} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad I_A &= \tfrac{1}{2\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right]. \end{aligned}$$

Die Erwartungen über die Höhe von Transferpreis und Menge sind unter beiden Informationsszenarien gleich hoch. Die Einführung eines Informationssystems hat daher keine Auswirkungen auf die Höhe der Investitionen. Die Ausstattung der Produktionsabteilung mit Monopolmacht, d. h. die vollständige Delegation der Entscheidungsgewalt über die Höhe des Transferpreises an die Produktionsabteilung mit der gleichzeitigen strukturellen Festlegung auf ex-post Transferpreise zeigt jedoch Auswirkungen: Zum einen hat, wie auch schon im ex-ante Fall, der Produktionsbereich ein Interesse daran, den Transferpreis über seinen tatsächlichen Stückkosten festzulegen, um die Investitionskosten zu decken und einen positiven Bereichserfolg zu erwirtschaften. Zum anderen führt die Festlegung des Transferpreises durch den produzierenden Bereich P ex-post zu einer deutlichen Verzerrung der Investitionswirkung.[16] Abbildung 3.14 stellt diese Investitionsentscheidung im bekannten Rahmen

[16] Ein detaillierter Vergleich der beiden Verfahren mit ex-post Preissetzung ist in Abschnitt 4.1.1 zu finden.

dar. Beachtenswert ist, dass $-\left(\frac{\partial}{\partial I_A}\tau\left(\cdot\right)\right)\left(\frac{\partial}{\partial\tau}\Pi_A\left(\cdot\right)\right)$ wegen $\frac{\partial}{\partial\tau}\Pi_A\left(\cdot\right) = -q\left(\cdot\right) < 0$ und $\frac{\partial}{\partial I_A}\tau\left(\cdot\right) = \frac{1}{2} > 0$ positiv ist.

Der nachfolgende Satz 3.4 gibt die durch die beiden ex-post Preissetzungsmechanismen induzierten Produktions- und Investitionspolitiken sowie die Transferpreise explizit an.[17]

Satz 3.4 (Ex-post Transferpreise)**.** *Erfolgt die Steuerung des Unternehmens auf Basis eines durch den Produktionsbereich ex-post festgelegten Transferpreises, so ergeben sich die nachfolgenden Investitions- und Produktionspolitiken abhängig von der Einführung eine Informationssystems.*

Vollständige Information: *Die Einführung eines Informationssystems versorgt den produzierenden Bereich mit Informationen über die Höhe des Maximalpreises auf dem Absatzmarkt. Er setzt basierend auf diesem umfassenden Wissen den Transferpreis in Höhe seiner tatsächlichen Stückkosten plus eines positiven Aufschlags fest und nutzt damit die Möglichkeit seine Entscheidung der Entwicklung beider Märkte anzupassen.*

$$\tau^{Info} \quad = \quad c\left(\theta\right) + \frac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2}.$$

Die absetzende Abteilung A fragt beim produzierenden Bereich P die Menge

$$q^{Info} \quad = \quad \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b}$$

nach, was schließlich Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned} I_P^{Info} &= \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{Info} &= \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

induziert und zu einem erwarteten Unternehmenserfolg in Höhe von

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{Info}\left(q^{Info},\theta,I^{Info}\right)\right] \\ = \quad & \frac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{2(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \frac{3}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \end{aligned}$$

[17] Eine implizite Darstellung der ex-post Monopolpreise bei perfekter Information findet sich bei Baldenius und Reichelstein (1998) und Baldenius u. a. (1999), eine explizite Darstellung bei stochastischer Preisreagibilität bei Pfeiffer (2002). Pfeiffer u. a. (2007) stellen ex-post Monopolpreise in einem verallgemeinerten Setting vor.

führt, der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi_P^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info},\tau^{Info}\right)\right] \\ = & \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{1}{2}\frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ & E\left[\Pi_A^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info},\tau^{Info}\right)\right] \\ = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{1}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Unvollständige Information: *Auf Grund des Fehlens eines Informationssystems kann der produzierende Bereich die Realisierung auf dem Absatzmarkt nicht verarbeiten. Sein Aufschlag auf seine tatsächlichen Stückkosten kann daher nur Informationen über die Entwicklung des Rohstoffmarktes in die Preisentscheidung einfließen lassen.*

$$\tau^{oInfo} = c\left(\theta\right) + \frac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2}.$$

Diese unterschiedlichen Informationsverarbeitungsmöglichkeiten spiegeln sich auch in der nachgefragten Menge

$$q^{oInfo} = \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2b}$$

wider. Die Investitionen der Bereiche betragen

$$\begin{aligned} I_P^{oInfo} &= \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{oInfo} &= \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und induzieren so einen erwarteten Gesamterfolg in Höhe von

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I^{oInfo}\right)\right] \\ = & \frac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{2(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{1}{4}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \end{aligned}$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi_P^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_P^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] \\ = & \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2b\alpha_P-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \frac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} - \frac{1}{2}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
& E\left[\Pi_A^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] \\
= \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
+ \quad & \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}+\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}.
\end{aligned}
$$

Die Einflüsse eines Informationssystems zeigen sich auch in dieser expliziten Darstellung der Produktions- und Investitionspolitiken sehr deutlich. Die im Erwartungswert übereinstimmenden Produktions- und Investitionsentscheidungen führen dazu, dass lediglich die Informationsverarbeitungsfähigkeit der beiden Verfahren sich unterscheidet. Abhängig von der Situation auf den Märkten kann das Unternehmen also entweder einen Flexibilitätsgewinn in Höhe von

$$
\tfrac{3}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} \quad = \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}
$$

bei Einführung eines Informationssystems oder in Höhe von

$$
\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b},
$$

wenn auf dieses Infosystem verzichtet wird, erreichen. Ein Vergleich der beiden Varianzen $Var\left[d\left(\theta\right)\right]$ und $Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right)\mid\theta_1\right]\right]$ entscheidet also über die Vorteilhaftigkeit der Einführung eines solchen Informationssystems. Die Untersuchungen in Abschnitt 4.1.1 zeigen, dass

$$
\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} \quad \leq \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}
$$

immer gilt und ein Informationssystem damit nicht im Interesse der Zentrale ist.

Analog zum obigen Vorgehen lassen sich die aus Abschnitt 2.4 bekannten Problemfelder einseitiger Investitionen lösen.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Kann ausschließlich der Produktionsbereich investieren, so ändert sich an der Struktur der Mengenentscheidung nichts. Sie basiert auf dem Maximalpreis $a\left(\theta\right)$, der in diesem Szenario jedoch nicht um erlössteigernde Investitionen erhöht werden kann, und dem Transferpreis τ.

$$
0 \quad \stackrel{!}{=} \quad \tfrac{d}{dq}R\left(q,\theta\right)-\tau \quad \Rightarrow \quad q\left(\theta,\tau\right)=\tfrac{a(\theta)-\tau}{b}.
$$

Der Transferpreis τ wird abhängig vom Informationsstand des Produktionsbereichs gewählt.

Vollständige Information: Hat der Produktionsbereich Wissen über die Realisierung des Absatzmarktes, so basiert der Aufschlag auf der tatsächlichen Produktionsmenge.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial\tau}\Pi_P\left(q\left(\theta,\tau^{Info}\right),\theta,I_P,\tau^{Info}\right) \\ \Rightarrow\quad \tau^{Info}\left(\theta,I_P\right) &= c\left(\theta\right)-I_P+bq\left(\theta,\tau^{Info}\right). \end{aligned}$$

Unvollständige Information: Andernfalls nutzt die preissetzende Abteilung die von ihr zu diesem Zeitpunkt erwartete Menge, um den Aufschlag zu bestimmen.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E_{\theta_2}\left[\tfrac{\partial}{\partial\tau}\Pi_P\left(q\left(\theta,\tau^{oInfo}\right),\theta,I_P,\tau^{oInfo}\right)\mid\theta_1\right] \\ \Rightarrow\quad \tau^{oInfo}\left(\theta,I_P\right) &= c\left(\theta\right)-I_P+bE_{\theta_2}\left[q\left(\theta,\tau^{oInfo}\right)\mid\theta_1\right]. \end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidung findet wieder unter Unsicherheit statt und ist damit unabhängig von späteren Informationsständen der Bereiche.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_P}E\left[\Pi_P\left(q\left(\theta,\tau\left(\theta,I_P\right)\right),\theta,I_P,\tau\left(\theta,I_P\right)\right)\right] \\ \Rightarrow\quad I_P &= \tfrac{1}{\alpha_P}E\left[q\left(\theta,\tau\left(\theta,I_P\right)\right)\right]. \end{aligned}$$

Wie auch im allgemeinen Szenario investiert der preissetzende Bereich P bei gegebener Menge in Höhe der Referenzlösung. Da der Absatzbereich in diesem Szenario nicht investiert, ist also die Gesamtinvestition bei gegebener Mengenentscheidung optimal.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A: Die Mengenentscheidung bei einseitiger Investition des Absatzbereichs stimmt mit der des allgemeinen Szenarios überein.

$$0 \overset{!}{=} \tfrac{d}{dq}R\left(q,\theta,I_A\right)-\tau \quad\Rightarrow\quad q\left(\theta,I_A,\tau\right)=\tfrac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}.$$

Die Auswirkungen des Sonderfalls einseitiger Investitionen können also nur über den Transferpreis in die Mengenentscheidung einfließen.

Die Reduktion auf einseitige Investitionen führt zu Transferpreisen, die aus den Stückkosten sowie einem Aufschlag bestehen. Auf die beiden Informationssze-

narien wirkt sich der Sonderfall der einseitigen Investition des Absatzbereichs gleichlautend aus.

Vollständige Information: Bei vollständiger Information ist der Aufschlag auf die Stückkosten zustandsabhängig.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial \tau}\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right), \theta, \tau^{Info}\right) \\ \Rightarrow \quad \tau^{Info}\left(\theta, I_A\right) &= c\left(\theta\right) + bq\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right). \end{aligned}$$

Unvollständige Information: Bei unvollständiger Information basiert der Aufschlag auf der bedingten Erwartung über die Menge.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E_{\theta_2}\left[\tfrac{\partial}{\partial \tau}\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right), \theta, \tau^{Info}\right) \mid \theta_1\right] \\ \Rightarrow \quad \tau^{oInfo}\left(\theta, I_A\right) &= c\left(\theta\right) + bE_{\theta_2}\left[q\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right) \mid \theta_1\right]. \end{aligned}$$

Die Höhe der Investitionen fließt also in beiden Informationsszenarien nur mehr über Effekte zweiter Ordnung durch Änderungen der Mengenentscheidung in die Preisentscheidung ein.

Die Investitionsentscheidung des Absatzbereichs ist in beiden Informationsszenarien identisch, da sie bereits vor Realisierung der Umwelt basierend auf Erwartungswertkalkülen getroffen wird.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_A}E\left[\Pi_A\left(q\left(\theta, I_A\tau\left(\theta, I_A\right)\right), \theta, I_A, \tau\left(\theta, I_A\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad I_A &= \tfrac{1}{2\alpha_A}E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I_A\right)\right)\right]. \end{aligned}$$

Die Investition des Absatzbereichs ist wie auch im allgemeinen Szenario bei gegebener Menge nicht optimal. Vielmehr verringert der Absatzbereich seine Investition um die Hälfte, da der Produktionsbereich seine Macht, den Preis festsetzen zu können, ausnutzt, um seinen Gewinn zu steigern. Der Absatzbereich kann daher nicht im vollen Ausmaß von seinen erlössteigernden Investitionen profitieren, muss aber dennoch die vollen Investitionskosten tragen. Im Ergebnis führt dies im Sonderfall der einseitigen Investition des Absatzbereichs dazu, dass ein Vergleich der Gesamtinvestition des Unternehmens mit der der Referenzlösung im Szenario der einseitigen Investition des Absatzbereichs schlechter ausfällt als im allgemeinen Szenario, da die bei gegebener

Menge effiziente Investition des Produktionsbereichs wegfällt und nur die uneffiziente Investitionsentscheidung des Absatzbereichs den Vergleich bestimmt.

In Korollar 3.4.1 sind die mit Hilfe der Vorwärtsinduktion ermittelten Lösungen der beiden Informationsszenarien für die Sonderfälle der einseitigen Investition dargestellt.

Korollar 3.4.1 (Ex-post Transferpreise bei einseitiger Investition)**.** *Erfolgt die Steuerung des Unternehmens auf Basis eines durch den Produktionsbereich ex-post festgelegten Transferpreises, so ergeben sich für die beiden Spezialfälle der einseitigen Investitionen die nachfolgenden Investitions- und Produktionspolitiken abhängig von der Einführung eines Informationssystems.*

(i) Bei ausschließlicher Investition des Produktionsbereichs P

a) führt das ex-post Transferpreisverfahren bei Einführung eines Informationssystems zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^{Info} \quad = \quad c(\theta) + \tfrac{\alpha_P b-1}{2\alpha_P b-1} E[d(\theta)] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2}$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$I_P^{Info} \quad = \quad \tfrac{1}{2\alpha_P b-1} E[d(\theta)]$$

und

$$q^{Info} \quad = \quad \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b-1} E[d(\theta)] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$E\left[\Pi^{Info}\left(q^{Info}, \theta, I^{Info}\right)\right] \quad = \quad \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3\alpha_P b-1)}{(2\alpha_P b-1)^2} E^2[d(\theta)] \quad + \quad \tfrac{3}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi_P^{Info}\left(q^{Info}, \theta, I_P^{Info}, \tau^{Info}\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{2b\alpha_P-1} E^2[d(\theta)] \quad + \quad \tfrac{1}{2}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ & E\left[\Pi_A^{Info}\left(q^{Info}, \theta, I_A^{Info}, \tau^{Info}\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{b\alpha_P^2}{(2b\alpha_P-1)^2} E^2[d(\theta)] \quad + \quad \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

b) führt das ex-post Transferpreisverfahren ohne die Einführung eines Informationssystems zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^{oInfo} \quad = \quad c\left(\theta_1\right) + \tfrac{\alpha_P b-1}{2\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2}$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$I_P^{oInfo} \quad = \quad \tfrac{1}{2\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und

$$q^{oInfo} \quad = \quad \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{oInfo}\left(q^{oInfo}, \theta, I^{oInfo}\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3\alpha_P b-1)}{\left(2\alpha_P b-1\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \end{aligned}$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi_P^{oInfo}\left(q^{oInfo}, \theta, I_P^{oInfo}, \tau^{oInfo}\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{2b\alpha_P-1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \quad \tfrac{Cov\left[d(\theta), E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} - \tfrac{1}{2}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \\ & E\left[\Pi_A^{oInfo}\left(q^{oInfo}, \theta, I_A^{oInfo}, \tau^{oInfo}\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{b\alpha_P^2}{\left(2b\alpha_P-1\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Cov\left[d(\theta), E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} + \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}. \end{aligned}$$

(ii) Bei ausschließlicher Investition des Absatzbereichs A

a) führt das ex-post Transferpreisverfahren bei Einführung eines Informationssystems zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^{Info} \quad = \quad c\left(\theta\right) + \tfrac{2\alpha_A b}{4\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2}$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$I_A^{Info} = \frac{1}{4\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und

$$q^{Info} = \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens von

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{Info}\left(q^{Info},\theta,I^{Info}\right)\right] \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_A(12\alpha_A b-1)}{(4\alpha_A b-1)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{3}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \end{aligned}$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi_P^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info},\tau^{Info}\right)\right] \\ = \; & \frac{4b\alpha_A^2}{(4b\alpha_A-1)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{1}{2}\frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ & E\left[\Pi_A^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info},\tau^{Info}\right)\right] \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_A}{4b\alpha_A-1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{1}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

b) führt das ex-post Transferpreisverfahren ohne die Einführung eines Informationssystems zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^{oInfo} = c\left(\theta_1\right) + \frac{2\alpha_A b}{4\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2}$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$I_A^{oInfo} = \frac{1}{4\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und

$$q^{oInfo} = \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens von

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I^{oInfo}\right)\right] \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_A(12\alpha_A b-1)}{(4\alpha_A b-1)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{1}{4}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \end{aligned}$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$
\begin{aligned}
& E\left[\Pi_P^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_P^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] \\
= \;& \tfrac{4b\alpha_A^2}{(4b\alpha_A-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
& + \;\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \\
& E\left[\Pi_A^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] \\
= \;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A}{4b\alpha_A-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
& + \;\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}+\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}.
\end{aligned}
$$

Der grundsätzliche Trade-Off zwischen den beiden Informationsszenarien bleibt also bestehen. Weiterhin ist die Einführung eines Informationssystems genau dann unvorteilhaft, wenn gilt

$$\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} \quad \geq \quad \tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}$$

was jedoch, wie in Abschnitt 4.1.1 gezeigt, immer der Fall ist.

Wird nur durch den Produktionsbereich investiert, so investiert das Unternehmen zwar bei gegebener Menge effizient, durch den Aufschlag, den der Produktionsbereich bei der Transferpreiswahl auf die Stückkosten aufschlägt, wird die Investition verglichen mit der Referenzlösung aber dennoch verzerrt.

Weitere interessante Einblicke in die Funktionsweise der beiden ex-post Monopolpreisverfahren können mit Hilfe der drei Sonderfälle mit partiell deterministischen Märkten gewonnen werden.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so hat dies insbesondere Auswirkungen auf die im allgemeinen Setting beobachteten bedingten Erwartungswerte bzgl. θ_2 unter der Bedingung, dass θ_1 bekannt ist: $E_{\theta_2}\left[\cdot \mid \theta_1\right]$. Da der Rohstoffmarkt deterministisch ist, kann durch Wissen über die Realisierung θ_1 keine Information über den Absatzmarkt und damit θ_2 transportiert werden. Also weder sind die Stückkosten volatil noch ist der Maximalpreis vom Rohstoffmarkt beeinflusst. Die betrachtete bedingte Erwartung ist daher in diesem Fall der einfache Erwartungswert $E\left[\cdot\right]$.

Die im Zuge der Rückwärtsinduktion bestimmte Menge lautet wie auch schon im allgemeinen Szenario.

$$0 \quad \stackrel{!}{=} \quad \frac{d}{dq} R\left(q, \theta, I_A\right) - \tau \quad \Rightarrow \quad q\left(\theta, I_A, \tau\right) = \frac{a(\theta) + I_A - \tau}{b}.$$

Vollständige Information: Die Preisentscheidung ist, wenn ein Informationssystem vorhanden ist und die preissetzende Abteilung demnach über vollständige Information bzgl. der Realisierungen der Märkte verfügt, abhängig von der tatsächlich produzierten Menge.

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad \frac{\partial}{\partial \tau} \Pi_P \left(q\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right), I_P, \tau^{Info}\right) \\ \Rightarrow \quad &\tau^{Info} = c - I_P + bq\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right). \end{aligned}$$

Unvollständige Information: Hat sie jedoch nur unvollständige Informationen, da ihr kein Informationssystem zur Verfügung steht, ist der Aufschlag über die tatsächlichen Stückkosten abhängig von der erwarteten Menge. Im Gegensatz zum allgemeinen Setting ist Abteilung P nicht in der Lage, über ihr Wissen um den Rohstoffmarkt auf die Realisierung des Absatzmarktes Rückschlüsse zu ziehen. Die bedingte Erwartung über die Menge gleicht in diesem Fall also dem klassischen Erwartungswert.

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad E_{\theta_2}\left[\frac{\partial}{\partial \tau} \Pi_P \left(q\left(\theta_2, I_A, \tau^{oInfo}\right), I_P, \tau^{oInfo}\right) \mid \theta_1\right] \\ \Rightarrow \quad &\tau^{oInfo} = c - I_P + bE\left[q\left(\theta, I_A, \tau^{oInfo}\right)\right]. \end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidungen sind unbeeinflusst von den Informationsszenarien oder der Unsicherheit des Rohstoffmarktes.

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad \frac{d}{dI_P} E\left[\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), I_P, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad &I_P = \frac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad \frac{d}{dI_A} E\left[\Pi_A\left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad &I_A = \frac{1}{2\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right]. \end{aligned}$$

Deterministischer Absatzmarkt: Gibt es auf dem Absatzmarkt keine Unsicherheit, entfallen die (bedingten) Erwartungswerte bzgl. der Zufallsvariablen θ_2.

Diese entsprechen dann der einzig möglichen Realisierung auf dem Absatzmarkt. Ein Informationssystem kann in einem solchen Szenario nicht sinnvoll sein, da ein Informationssystem ausschließlich durch den Produktionsbereich genutzt wird, der über ebendieses System Informationen über den Absatzmarkt erhält. Da dieser Markt nicht volatil ist, kann er auch keine Informationen erhalten. Das Informationssystem ist also überflüssig. Diese intuitive Argumentation wird durch die nachfolgende Modellanalyse bestätigt.

Die Mengenentscheidung ist bei deterministischem Absatzmarkt nicht volatil.

$$0 \quad \stackrel{!}{=} \quad \tfrac{d}{dq} R\left(q, I_A\right) - \tau \quad \Rightarrow \quad q\left(I_A, \tau\right) = \tfrac{a + I_A - \tau}{b}.$$

Etwaige Anpassungen an die Umweltsituation können ausschließlich über den Transferpreis τ vorgenommen werden.

Vollständige Information: Der durch Bereich P festgelegte Transferpreis τ setzt sich aus den tatsächlichen Stückkosten und einem auf der Menge basierenden Aufschlag zusammen. Dieser Aufschlag ist, wie auch die Menge selber, deterministisch.

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad \tfrac{\partial}{\partial \tau} \Pi_P \left(q\left(I_A, \tau^{Info}\right), \theta, I_P, \tau^{Info}\right) \\ \Rightarrow \quad &\tau^{Info} = c\left(\theta\right) - I_P + bq\left(I_A, \tau^{Info}\right). \end{aligned}$$

Unvollständige Information: Auch wenn der Produktionsbereich kein Informationssystem hat, so kennt er doch den deterministischen Wert des Maximalpreises und kann damit die Produktionsmenge antizipieren. Der Transferpreis wird damit in derselben Höhe festgelegt wie unter vollständiger Information.

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad E_{\theta_2}\left[\tfrac{\partial}{\partial \tau} \Pi_P \left(q\left(I_A, \tau^{oInfo}\right), \tau^{oInfo}, \theta_1, I_P\right) \mid \theta_1\right] \\ \Rightarrow \quad &\tau^{oInfo} = c\left(\theta\right) - I_P + bq\left(\tau^{oInfo}, I_A\right). \end{aligned}$$

Auch die Investitionsentscheidungen sind, wie im allgemeinen Szenario, unabhängig von der Einführung eines Informationssystems.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_P} E\left[\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_P, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad I_P &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_A} E\left[\Pi_A\left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad I_A &= \tfrac{1}{2\alpha_A} E\left[q\left(I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right]. \end{aligned}$$

Im Ergebnis führen die beiden Varianten der ex-post Monopolpreise bei einem deterministischen Absatzmarkt demnach zum gleichen Ergebnis.

Deterministischer Gesamtmarkt: Ist im dritten Volatilitätsszenario der Gesamtmarkt deterministisch, so ist die Unsicherheit auf den beiden Märkten für Rohstoffe und Fertigprodukte absolut gleichlautend. Für den Basisdeckungsbeitrag $d\left(\theta\right)$ gilt

$$\begin{aligned} d\left(\theta\right) &= a\left(\theta_2\right) - c\left(\theta_1\right) \\ &= \left(a + g\left(\theta_2\right)\right) - \left(c + g\left(\theta_1\right)\right) \\ &= a - c + g\left(\theta_2\right) - g\left(\theta_1\right) \\ &= d + g\left(\theta_2\right) - g\left(\theta_1\right) \\ &= d. \end{aligned}$$

Hat also eine Abteilung Wissen über die Realisierung auf einem der beiden Märkte, so kann sie daraus mit Sicherheit auf die Realisierung auf dem zweiten Markt Rückschlüsse ziehen, da gilt

$$g\left(\theta_2\right) = g\left(\theta_1\right).$$

Ein Informationssystem kann in einer solchen Umwelt keinen Einfluss haben. Dies wird in der nachfolgenden Analyse bestätigt.

Die Menge wird durch den Absatzbereich der Realisation des Absatzmarktes angepasst.

$$0 \stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q, \theta, I_A\right) - \tau \quad \Rightarrow \quad q\left(\theta, I_A, \tau\right) = \tfrac{a(\theta) + I_A - \tau}{b} = \tfrac{a + g(\theta) + I_A - \tau}{b}.$$

Die Transferpreise werden von der Produktionsabteilung bestimmt.

Vollständige Information: Hat Abteilung P volle Informationen über ein Informationssystem erhalten, so wählt sie nachfolgenden Transferpreis.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial \tau}\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right), \theta, I_P, \tau^{Info}\right) \\ \Rightarrow \quad \tau^{Info} &= c + g\left(\theta\right) - I_P + bq\left(\theta, I_A, \tau^{Info}\right). \end{aligned}$$

Unvollständige Information: Steht der preissetzenden Abteilung P kein Informationssystem zur Verfügung, so wählt sie einen Aufschlag, der von der bedingten Erwartung bzgl. der Menge abhängt.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} E_{\theta_2}\left[\tfrac{\partial}{\partial \tau}\Pi_P\left(q\left(\theta_2, I_A, \tau^{oInfo}\right), \theta, I_P, \tau^{oInfo}\right) \mid \theta_1\right] \\ \Rightarrow \quad \tau^{oInfo} &= c + g\left(\theta_1\right) - I_P + bE_{\theta_2}\left[q\left(\theta_2, I_A, \tau^{oInfo}\right) \mid \theta_1\right] \\ &= c + g\left(\theta_1\right) - I_P + bq\left(\theta_1, I_A, \tau^{oInfo}\right). \end{aligned}$$

Da sie über die Kosten auf dem Rohstoffmarkt informiert ist, also $g\left(\theta_1\right)$ kennt, kann sie die genaue Mengenentscheidung extrahieren. Der Produktionsabteilung ist auf Grund obiger Überlegungen bekannt, dass gilt: $E_{\theta_2}\left[q\left(\theta_2, I_A, \tau\right) \mid \theta_1\right] = q\left(\theta_1, I_A, \tau\right)$. Und damit ist auch die Preisentscheidung ohne Informationssystem von der tatsächlichen Mengenentscheidung abhängig.

Betrachtet man nun Preis- und Mengenentscheidung gemeinsam, so wird deutlich, dass die Mengenentscheidungen beider Verfahren nicht von Umweltschwankungen beeinflusst und damit deterministisch sind. Denn es gilt

$$\begin{aligned} q\left(\theta, I_A, \tau\right) &= \tfrac{a+g(\theta)+I_A-\tau}{b} \\ &= \tfrac{a+g(\theta)+I_A-(c+g(\theta)-I_P+bq(\tau,\theta,I_A))}{b} \\ &= \tfrac{d+I_A+I_P}{b} - q\left(\theta, I_A, \tau\right). \end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidungen werden bei beiden Informationsszenarien unter völliger Unsicherheit getroffen und stimmen daher überein.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_P} E\left[\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_P, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad I_P &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_A} E\left[\Pi_A\left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad I_A &= \tfrac{1}{2\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right]. \end{aligned}$$

Die beiden Verfahren führen bei einem deterministischen Gesamtmarkt also zur gleichen Lösung. Wie im Rahmen der Referenzlösung wird dabei keine Information über die Schwankung auf den beiden Partialmärkten verarbeitet.

In Korollar 3.4.2 sind die expliziten Lösungen der beiden ex-post Verrechnungspreisverfahren dargestellt, wenn partiell deterministische Märkte unterstellt werden.

Korollar 3.4.2 (Ex-post Transferpreise bei partiell deterministischen Märkten)**.** *Erfolgt die Steuerung des Unternehmens auf Basis eines durch den Produktionsbereich ex-post festgelegten Transferpreises, so ergeben sich für die drei Spezialfälle der partiell deterministischen Märkte die nachfolgenden Investitions- und Produktionspolitiken abhängig von der Einführung eine Informationssystems.*

(i) Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor,

a) so führt das ex-post Transferpreisverfahren bei Einführung eines Informationssystems zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^{Info} = c + \tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b - 1)}{4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right) + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{2}$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{aligned} I_P^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right), \\ I_A^{Info} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right) \end{aligned}$$

und

$$q^{Info} = \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right) + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{2b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens in Höhe von

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{Info}\left(q^{Info}, \theta, I^{Info}\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b - 4\alpha_A - \alpha_P)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right)^2 \quad + \quad \tfrac{3}{4}\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}, \end{aligned}$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{array}{lll} E\left[\Pi_P^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info},\tau^{Info}\right)\right] & & \\ = & \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 & + \quad \frac{1}{2}\frac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_A^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info},\tau^{Info}\right)\right] & & \\ = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 & + \quad \frac{1}{4}\frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{array}$$

b) so führt das ex-post Transferpreisverfahren ohne die Einführung eines Informationssystems zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau^{oInfo} \quad = \quad c+\frac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{array}{lll} I_P^{oInfo} & = & \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right), \\ I_A^{oInfo} & = & \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) \end{array}$$

und

$$q^{oInfo} \quad = \quad \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)+\frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens von

$$\begin{array}{lll} E\left[\Pi^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I^{oInfo}\right)\right] & & \\ = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 & + \quad \frac{Var[a(\theta)]}{2b}, \end{array}$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{array}{lll} E\left[\Pi_P^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_P^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] & & \\ = & \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2b\alpha_P-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2, & \\ E\left[\Pi_A^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] & & \\ = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 & + \quad \frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{array}$$

(ii) Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so führen beide ex-post Transferpreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau = c(\theta) + \frac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(a - E\left[c(\theta)\right]\right) + \frac{-(c(\theta)-E[c(\theta)])}{2}$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{aligned} I_P &= \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(a - E\left[c(\theta)\right]\right), \\ I_A &= \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(a - E\left[c(\theta)\right]\right) \end{aligned}$$

und

$$q = \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P}\left(a - E\left[c(\theta)\right]\right) + \frac{-(c(\theta)-E[c(\theta)])}{2b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens von

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi(q,\theta,I)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(a - E\left[c(\theta)\right]\right)^2 + \frac{3}{4}\frac{Var[c(\theta)]}{2b}, \end{aligned}$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi_P(q,\theta,I_P,\tau)\right] \\ &= \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(a - E\left[c(\theta)\right]\right)^2 + \frac{1}{2}\frac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_A(q,\theta,I_A,\tau)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(a - E\left[c(\theta)\right]\right)^2 + \frac{1}{4}\frac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

(iii) Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so führen beide ex-post Transferpreisverfahren zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\tau = c + g(\theta) + \frac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d$$

und als Ergebnis zu nachfolgenden Produktions- und Investitionspolitiken.

$$\begin{aligned} I_P &= \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d, \\ I_A &= \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d \end{aligned}$$

und

$$q = \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A b\alpha_P - 2\alpha_A - \alpha_P} d.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Gesamterfolg des Unternehmens von

$$\Pi(q, I) = \frac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b - 4\alpha_A - \alpha_P)}{2(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} d^2,$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E[\Pi_P(q, \theta, I_P, \tau)] &= \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b - 1)}{(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} d^2, \\ E[\Pi_A(q, \theta, I_A, \tau)] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A - 1)}{(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} d^2. \end{aligned}$$

Ein Informationssystem kann nur dann Auswirkungen auf das Ergebnis haben, wenn die Information, die über das Informationssystem transportiert werden soll, nicht schon vorher bekannt ist. Dieser Fall tritt aber ein, wenn entweder der Absatzmarkt, über den informiert werden soll, deterministisch ist, oder wenn über das Zusammenspiel zwischen Absatz- und Rohstoffmarkt sehr detaillierte Informationen vorliegen, wie im Fall deterministischer Deckungsbeiträge. Der Sonderfall eines deterministischen Rohstoffmarktes zeigt, dass ein Informationssystem lediglich zu einer anderen Aufteilung des Flexibilitätsgewinns zwischen den Bereichen führt, die jedoch für das Gesamtunternehmen unvorteilhaft ist.

3.3.3 Kombinierte Preissetzung: Cost-Plus Verrechnungspreise

Ein weiteres, in der Praxis häufig angewandtes Verfahren zur Bestimmung von Transferpreisen ist das Cost-Plus Verfahren.[18] Dabei wird der Transferpreis in zwei Stufen festgelegt: Unter Unsicherheit legt die Zentrale zu Beginn des Produktionsprozesses einen Aufschlagsatz δ fest. Diese Entscheidung basiert auf den Erwartungen der Zentrale über die Realisierung auf den Märkten. Der Transferpreis $\tau^{c+}(\theta, I_P, \delta) = c(\theta) - I_P + \delta$ ist dann die Summe aus diesem Zuschlagsatz und den tatsächlichen Stückkosten und steht demnach erst nach Realisierung der Umwelt vollständig fest.

[18] Vgl. z. B. Emmanuel und Mehafdi (1994) oder Eccles (1985).

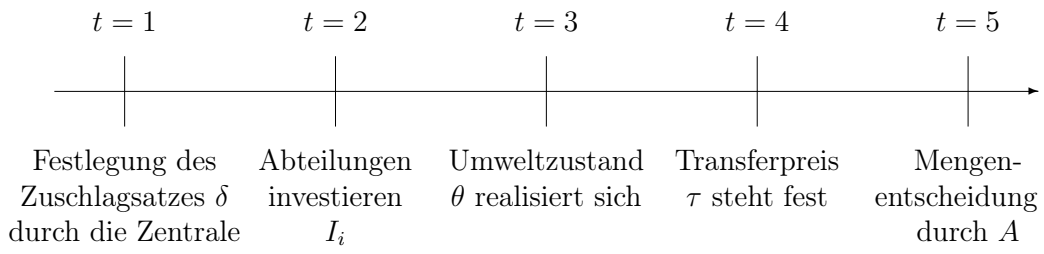


Abbildung 3.15: Handlungssequenz bei Cost-Plus Verrechnungspreisen

Ein solcher Transferpreis setzt jedoch voraus, dass die Zentrale ex-post in der Lage ist, die tatsächlichen Kosten messen zu können. Dazu bedarf es eines akkuraten Informationssystems, welches u. U. hohe Kosten verursachen kann.[19] Der Zentrale ist es jedoch nicht möglich, aus den tatsächlichen Stückkosten $c(\theta) - I_P$ auf die Basisstückkosten $c(\theta)$ sowie die Investitionshöhe I_P zurückzuschließen. Wäre dies möglich, so würde die Zentrale dem produzierenden Bereich einen Vertrag anbieten, der zu Investitionen in der gewünschten Höhe führen würde. Theoretisch wird diesem Umstand dadurch Rechnung getragen, dass die Zentral nicht die tatsächlichen Stückkosten beobachten kann, sondern die um einen Störterm ε verzerrten tatsächlichen Stückkosten $(c(\theta) - I_P) + \varepsilon$. Dabei gilt $E_\varepsilon[\varepsilon] = 0$. Im Folgenden wird der Störterm ε jedoch nicht weiter angeführt, da er keinerlei Auswirkungen auf das Verfahren der Cost-Plus Verrechnungspreise hat, sondern lediglich abbilden soll, dass die Zentrale nicht in der Lage ist, die getätigten Investitionen zu verifizieren.

Beim Cost-Plus Verfahren sind also ex-ante und ex-post Elemente der Preissetzung miteinander kombiniert. Es ist sichergestellt, dass alle der produzierenden Abteilung P anfallenden Kosten gedeckt sind und sie über den Zuschlagsatz am Gesamterfolg des Unternehmens partizipiert. Gleichzeitig wird sie jedoch von der auf den Märkten herrschenden Unsicherheit vollständig entbunden: Die Unsicherheit bzgl. der Höhe der Stückkosten wird über den Transferpreis von der Produktions- an die Absatzabteilung übertragen. Diese übernimmt damit vollständig das Risiko, dem das Unternehmen gegenüber steht.

In Abbildung 3.15 ist die Abfolge der Handlungen dargestellt. Entsprechend dieser Abbildung wird nach dem Prinzip der Rückwärtsinduktion zuerst die zum Zeitpunkt $t = 5$ durch den Absatzbereich A zu treffende Mengenentscheidung bestimmt. Die

[19] Zu den Kosten solcher Monitoring Systeme vgl. z. B. METAGroup (2001).

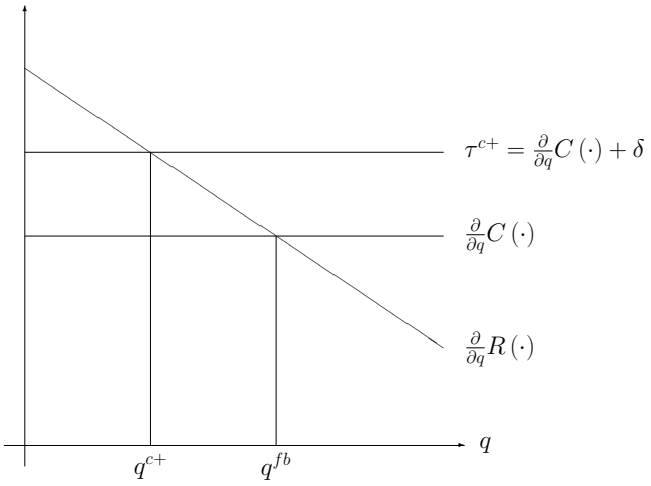


Abbildung 3.16: Mengenentscheidung bei Cost-Plus Verrechnungspreisen

Menge wird bereichserfolgsmaximierend festgelegt.

$$\begin{aligned} q^{c+}(\theta, I, \delta) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{ R(q, \theta, I_A) - \tau^{c+}(\theta, I_P, \delta)\, q \right\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{ \left(d(\theta) + I_P + I_A - \tfrac{1}{2} b q - \delta \right) q \right\}. \end{aligned}$$

Aus diesem Maximierungskalkül heraus ergibt sich die nachfolgende Bestimmungsgleichung.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dq} R(q^{c+}, \theta, I_A) - \tau^{c+}(\theta, I_P, \delta) \\ &= d(\theta) + I_P + I_A - \delta - b q^{c+} \\ \Rightarrow \quad q^{c+}(\theta, I, \delta) &= \tfrac{d(\theta) + I_P + I_A}{b} - \tfrac{\delta}{b} = q^{fb}(\theta, I) - \tfrac{\delta}{b}. \end{aligned}$$

Die Zentrale kann also durch Festlegung des Aufschlags in Höhe $\delta = 0$ die ex-post effiziente Mengenentscheidung induzieren. Die Zentrale bewirkt durch eine solche Entscheidung eine Festlegung des Transferpreises in Höhe der tatsächlichen Grenzkosten. Dies ist bei Abstraktion von Investitionsproblematik und Unsicherheit konsistent mit den neoklassischen Arbeiten von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956). Abbildung 3.16 stellt bei Vernachlässigung der Umweltunsicherheit diese Mengenentscheidung dar. Die verzerrende Wirkung des Aufschlags zeigt sich dabei deutlich.

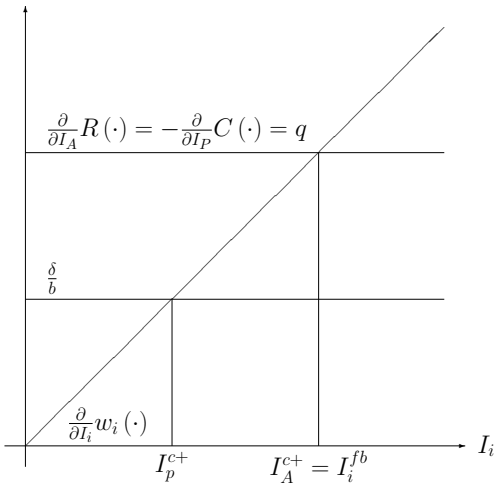


Abbildung 3.17: Investitionsentscheidung bei Cost-Plus Verrechnungspreisen

Die Bereiche entscheiden zum Zeitpunkt $t = 2$ unter Unsicherheit bereichserfolgsmaximierend über die Höhe ihrer Investitionen.

$$\begin{aligned} I_P^{c+}(\delta) &\in \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_P\left(q^{c+}(\theta, I, \delta), I_P, \delta \right) \right] \right\} \\ &= \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{ E\left[\delta q^{c+}(\theta, I, \delta) \right] - w_P(I_P) \right\} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} I_A^{c+}(\delta) &\in \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_A\left(q^{c+}(\theta, I, \delta), \theta, I_A, \delta \right) \right] \right\} \\ &= \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[R\left(q^{c+}(\theta, I, \delta), \theta, I_A \right) - \tau^{c+}(\theta, I_P, \delta)\, q^{c+}(\theta, I, \delta) \right] \right. \\ &\qquad \left. - w_A(I_A) \right\}. \end{aligned}$$

Die nachfolgenden Bestimmungsgleichungen sind in Abbildung 3.17 unter Vernachlässigung der Umweltunsicherheit, bei symmetrischen Investitionskosten und gegebener Menge verbildlicht. Sie lauten

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_P} E\left[\Pi_P\left(q^{c+}(\theta, I^{c+}, \delta), I_P^{c+}, \delta \right) \right] \\ &= E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P} \Pi_P\left(q^{c+}(\cdot), I_P^{c+}, \delta \right) \right] + E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P} q^{c+}(\theta, I^{c+}, \delta)\, \tfrac{\partial}{\partial q} \Pi_P\left(q(\cdot), I_P^{c+}, \delta \right) \right] \\ &= E\left[\tfrac{1}{b} \left(\tau^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}, \delta \right) - \tfrac{\partial}{\partial q} C\left(q^{c+}(\cdot), \theta, I_P^{c+} \right) \right) \right] - w_P'(I_P) \\ &= \tfrac{1}{b}\delta - \alpha_P I_P^{c+} \\ \Rightarrow \quad I_P^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_P} \tfrac{\delta}{b} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_A} E\left[\Pi_A\left(q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right), \theta, I_A^{c+}, \delta\right)\right] \\ &= E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_A}\Pi_A\left(q^{c+}\left(\cdot\right), \theta, I_A^{c+}, \delta\right) + \tfrac{\partial}{\partial I_A} q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right) \tfrac{\partial}{\partial q}\Pi_A\left(q^{c+}\left(\cdot\right), \theta, I_A^{c+}, \delta\right)\right] \\ &= E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_A} R\left(q^{c+}\left(\cdot\right), \theta, I_A^{c+}\right)\right] - w_A'\left(I_A^{c+}\right) \\ &= E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right)\right] - \alpha_A I_A^{c+} \\ \Rightarrow \quad I_A^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right)\right]. \end{aligned}$$

Bei symmetrischen Investitionskosten wird die Höhe der Summe der Investitionen durch den Zuschlagsatz δ nicht beeinflusst, sie entspricht in diesem Fall der halben Investitionshöhe im Referenzfall. Die Zentrale kann über den Zuschlagsatz Investitionsanreize aber derart setzten, dass sie eine bestimmte Verteilung der Investitionskosten auf die Abteilungen induziert: Verzichtet sie auf einen Zuschlagsatz, legt also $\delta = 0$ fest, so induziert sie zum einen die Produktion der ex-post effizienten Menge, zum anderen wird dadurch die gesamte Investition auf den Absatzbereich A verlagert. Um die Gesamt-Investitionskosten zu minimieren ist, wegen der konvexen Investitionskostenfunktionen, aber eine ausgeglichenere Verteilung der Investitionen günstiger.

Diesem Trade-Off zwischen ex-post effizienter Mengenfestlegung und optimaler Verteilung der Investitionskosten versucht die Zentrale bei Festlegung des Zuschlagsatzes zum Zeitpunkt $t = 1$ zu begegnen. Sie entscheidet dabei unter Unsicherheit gesamterfolgsmaximierend.

$$\delta^{c+} \quad \in \quad \arg\max_{\delta \in \Re_+} \left\{E\left[\Pi\left(q^{c+}\left(\theta, I^{c+}\left(\delta\right), \delta\right), \theta, I^{c+}\left(\delta\right)\right)\right]\right\}.$$

Die Bedingung erster Ordnung führt zu nachfolgendem Zuschlagsatz.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{d\delta} E\left[\Pi\left(q^{c+}\left(\theta, I^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right), \theta, I^{c+}\left(\delta^{c+}\right)\right)\right] \\ &= E\left[\tfrac{d}{d\delta} q^{c+}\left(\theta, I^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right) \tfrac{\partial}{\partial q}\Pi\left(q^{c+}\left(\cdot\right), \theta, I^{c+}\left(\cdot\right)\right)\right] \\ &\quad + \tfrac{\partial}{\partial \delta} I_P^{c+}\left(\delta^{c+}\right) E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P}\Pi\left(q^{c+}\left(\cdot\right), \theta, I^{c+}\left(\cdot\right)\right)\right] \\ &\quad + \tfrac{\partial}{\partial \delta} I_A^{c+}\left(\delta^{c+}\right) E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_A}\Pi\left(q^{c+}\left(\cdot\right), \theta, I^{c+}\left(\cdot\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad \delta^{c+} &= \tfrac{b(\alpha_A b - 1)}{b^2 \alpha_P \alpha_A - 1} E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)\right]. \end{aligned}$$

Der Zuschlagsatz δ wird so gewählt, dass im Optimum δ^{c+} der negative Einfluss auf den Gesamterfolg über die Mengenentscheidung dem positiven Einfluss auf den Gesamterfolg über die Investitionsentscheidungen gleicht. Die Grenzeinflüsse auf Handel und Investition stimmen also überein. Mit der Festlegung des Zuschlagsatzes δ^{c+} ist der Transferpreis $\tau^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right) = \left(c\left(\theta\right) - I_P^{c+}\left(\delta^{c+}\right)\right) + \delta^{c+}$ vollständig determiniert. Der Zuschlagsatz führt bei symmetrischen Investitionskosten zu, im Vergleich zum Produktionsbereich, höheren Investitionen des Absatzbereichs. Über die Transferpreisstruktur, tatsächliche Stückkosten plus Zuschlag, wird die gesamte Unsicherheit an den Absatzbereich weitergereicht. Der Produktionsbereich steht damit einem deterministischen Setting gegenüber, während der Absatzbereich die alleinige Verantwortung für die Reaktion auf die Märkte trägt, damit aber auch allein von deren Volatilität profitieren kann. Die Investitionsanreize des Produktionsbereichs werden dabei über den Zuschlagsatz gesteuert: Erst durch einen Zuschlagsatz $\delta^{c+} > 0$ kann die produzierenden Abteilung P einen positiven Bereichserfolg erwirtschaften.

Durch Vorwärtsinduktion können nun die optimalen Produktions- und Investitionspolitiken sowie der sie determinierende Zuschlagsatz und die daraus resultierenden Erfolge bestimmt werden.[20]

Satz 3.5 (Cost-Plus Transferpreis)**.** *Erfolgt die Unternehmenssteuerung auf Basis von Cost-Plus Verrechnungspreisen, so legt die Zentrale den Zuschlagsatz*

$$\delta^{c+} = \frac{\alpha_P \alpha_A b}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

fest, woraus sich die folgenden optimalen Investitions- und Produktionspolitiken ergeben.

$$\begin{aligned} I_P^{c+} &= \alpha_A \frac{1}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{c+} &= \alpha_P \frac{b^2\alpha_P\alpha_A - 1}{b\alpha_A - 1} \frac{1}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$q^{c+} = \frac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b} + \alpha_P\alpha_A \frac{b^2\alpha_P\alpha_A - 1}{b\alpha_A - 1} \frac{1}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right].$$

[20] Der vorliegende Satz präzisiert das Ergebnis von Pfeiffer (2002) für den Fall deterministischer Preisreagibilität und erweitert das Ergebnis von Lengsfeld und Schiller (2004) für den Fall von Erlösunsicherheit. Er präzisiert das Ergebnis von Pfeiffer u. a. (2007) für ein quadratisch-lineares Setting.

Aus diesen ergibt sich ein erwarteter Gesamtgewinn in Höhe von

$$E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+},\theta,I^{c+}\right)\right] = \frac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned}
&E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right]\\
&= \frac{\alpha_P\alpha_A^2\left(2b^3\alpha_P^2\alpha_A-2b\alpha_P-b\alpha_A+1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right],\\
&E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_A^{c+},\delta^{c+}\right)\right]\\
&= \frac{\alpha_A\alpha_P^2\left(b^2\alpha_P\alpha_A-1\right)^2}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Die explizite Darstellung der erwarteten Bereichserfolge verdeutlicht die schon oben genannte Beobachtung, dass die Unsicherheit auf den Märkten vom Absatzbereich A verarbeitet wird: Nur der Absatzbereich kann von der Volatilität der Märkte profitieren. Durch die vollständig an einen Bereich delegierte Aufgabe, der Unsicherheit der Märkte zu begegnen, kann dieser Bereich jedoch in optimaler Weise, also in derselben Höhe wie im Referenzfall, von den Schwankungen der Märkte profitieren.

Analog zum allgemeinen Szenario lassen sich die aus Abschnitt 2.4 bekannten Problemfelder einseitiger Investitionen lösen.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Kann nur der Produktionsbereich investieren, so tritt der Konflikt zwischen optimaler Investitions- und Produktionssteuerung sehr deutlich zu Tage. Die Mengenentscheidung wird analog zum allgemeinen Szenario getroffen.

$$\begin{aligned}
0 &\overset{!}{=} \frac{d}{dq}R\left(q^{c+},\theta\right)-\tau^{c+}\left(\theta,I_P,\delta\right)\\
\Rightarrow\quad q^{c+}\left(\theta,I_P,\delta\right) &= \frac{a(\theta)-\tau^{c+}(\theta,I_P,\delta)}{b} = \frac{d(\theta)+I_P}{b}-\frac{\delta}{b}.
\end{aligned}$$

Um optimal produzieren zu können, muss die Zentrale also auf den Zuschlagsatz verzichten.

Die investierende Abteilung P richtet die Höhe ihrer Investition jedoch ausschließlich an der Höhe des Zuschlagsatzes δ aus.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_P} E\left[\Pi_P\left(q^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}, \delta\right), I_P^{c+}, \delta\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{b}\delta - w_P'\left(I_P^{c+}\right) \\ \Rightarrow \quad & I_P^{c+}(\delta) = \tfrac{1}{\alpha_P}\tfrac{\delta}{b}. \end{aligned}$$

Um gesamterfolgsoptimale Investitionen durch den Produktionsbereich zu induzieren, muss die Zentrale den Zuschlagsatz so wählen, dass $\frac{\delta}{b}$ der erwarteten Referenzmenge entspricht.

Die Zentrale wählt im Ergebnis einen Zuschlagsatz, der zwischen diesen beiden Extrem-Positionen liegt.

$$\delta^{c+} = \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)\right].$$

Sie maximiert damit ihren erwarteten Gesamterfolg.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Kann jedoch nur der Absatzbereich investieren, so löst sich der oben beschriebene Konflikt der Zentrale auf.

Weiterhin würde der Verzicht der Zentrale auf einen Zuschlagsatz die Mengenentscheidung optimieren.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q^{c+}, \theta, I_A\right) - \tau^{c+}(\theta, \delta) \\ \Rightarrow \quad & q^{c+}(\theta, I_A, \delta) = \tfrac{a(\theta)+I_A-\tau^{c+}(\theta,\delta)}{b} = \tfrac{d(\theta)+I_A}{b} - \tfrac{\delta}{b}. \end{aligned}$$

Die Investition des Absatzbereichs bestimmt sich nun jedoch, anders als bei einseitiger Investition durch den Produktionsbereich, entgegengesetzt proportional zum Zuschlagsatz.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_A} E\left[\Pi_A\left(q^{c+}\left(\theta, I_A^{c+}, \delta\right), \theta, I_A^{c+}, \delta\right)\right] \\ &= E\left[q^{c+}\left(\theta, I_A^{c+}, \delta\right)\right] - w_A'\left(I_A^{c+}\right) \\ \Rightarrow \quad & I_A^{c+}\left(\delta^{c+}\right) = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{c+}\left(\theta, I_A^{c+}, \delta\right)\right]. \end{aligned}$$

Verzichtet die Zentrale also auf einen Zuschlag, so kann die Referenzinvestition auch durch das Cost-Plus Verfahren erreicht werden.

Es besteht aus Sicht der Zentrale also kein Grund mehr, einen Zuschlagsatz festzulegen. Sie wählt

$$\delta^{c+} \quad = \quad 0.$$

Im nachfolgenden Korollar 3.5.1 wird das Problemfeld für die Szenarien einseitiger Investition gelöst.

Korollar 3.5.1 (Cost-Plus Transferpreis bei einseitiger Investition)**.** *Für die beiden Sonderfälle einseitiger Investitionen ergeben sich nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Bei ausschließlicher Investition des Produktionsbereichs P legt die Zentrale den Zuschlagsatz

$$\delta^{c+} \quad = \quad \tfrac{b\alpha_P}{b^2\alpha_P^2+b\alpha_P-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

fest, woraus sich die folgenden optimalen Investitions- und Produktionspolitiken ergeben.

$$I_P^{c+} \quad = \quad \tfrac{1}{b^2\alpha_P^2+b\alpha_P-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und

$$q^{c+} \quad = \quad \tfrac{b\alpha_P^2}{b^2\alpha_P^2+b\alpha_P-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.$$

Daraus resultiert ein erwarteter Gesamtgewinn in Höhe von

$$E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+},\theta,I^{c+}\right)\right] \quad = \quad \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(\alpha_P b+1)}{b^2\alpha_P^2+b\alpha_P-1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\left(2\alpha_P^2b^2-1\right)}{\left(\alpha_P^2b^2-1+\alpha_P b\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\ E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{b^3\alpha_P^4}{\left(\alpha_P^2b^2-1+\alpha_P b\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

(ii) Bei ausschließlicher Investition des Absatzbereichs A legt die Zentrale den Zuschlagsatz

$$\delta^{c+} \quad = \quad 0$$

fest, woraus sich die folgenden optimalen Investitions- und Produktionspolitiken ergeben.

$$I_A^{c+} = \frac{1}{\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und

$$q^{c+} = \frac{\alpha_A}{\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.$$

Daraus resultiert ein erwarteter Gesamtgewinn in Höhe von

$$E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+},\theta,I^{c+}\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_A}{\alpha_A b-1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b},$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] &= 0, \\ E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A}{\alpha_A b-1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Bei einem deterministischen Absatzmarkt verzichtet die Zentrale auf einen Zuschlagsatz und spricht dem Absatzbereich den gesamten Unternehmenserfolg zu. Da er damit allein von der Produktion und Investition profitiert, wählt er diese gesamterfolgsoptimierend.

Nachfolgend wird die Auswirkung partiell deterministischer Märkte auf die Entscheidungen im Cost-Plus Verfahren untersucht.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Sind die Stückkosten deterministisch, so kann der Cost-Plus Verrechnungspreis nicht mehr als hybrid bezeichnet werden, da bereits nach der Investitionsentscheidung, aber noch vor Realisierung der Umwelt der Transferpreis vollständig determiniert ist. Die Mengenentscheidung

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \frac{d}{dq} R\left(q^{c+},\theta,I_A\right) - \tau^{c+}\left(I_P,\delta\right) \\ \Rightarrow\quad q^{c+}\left(\theta,I,\delta\right) &= \frac{a(\theta)+I_A-\tau^{c+}(I_P,\delta)}{b} = \frac{a(\theta)-c+I_P+I_A}{b} - \frac{\delta}{b} \end{aligned}$$

beruht demnach nur noch auf der unsicheren Realisierung des Absatzmarktes, während der Einfluss des Rohstoffmarktes deterministisch ist.

Die Investitionsentscheidungen fallen unbeeinflusst von der Informationsverarbeitung durch Transferpreis und Menge.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_P} E\left[\Pi_P\left(q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right), I_P^{c+}, \delta\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{b}\delta - w_P'\left(I_P^{c+}\right) \\ \Rightarrow \quad I_P^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_P}\tfrac{\delta}{b} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_A} E\left[\Pi_A\left(q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right), \theta, I_A^{c+}, \delta\right)\right] \\ &= E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right)\right] - w_A'\left(I_A^{c+}\right) \\ \Rightarrow \quad I_A^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right)\right]. \end{aligned}$$

Sie stehen bereits vor Realisierung der Umwelt fest.

Das aus dem allgemeinen Szenario bekannte Spannungsfeld zwischen Mengen- und Investitionssteuerung über den Zuschlagsatz bleibt auch bei deterministischen Stückkosten bestehen.

$$\delta^{c+} = \tfrac{b(\alpha_A b - 1)}{b^2 \alpha_P \alpha_A - 1} E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)\right].$$

Deterministischer Absatzmarkt: Auch die Lösung bei einem deterministischen Absatzmarkt ist der des allgemeinen Szenarios sehr ähnlich. Die Mengenentscheidung wird über den Transferpreis an die Entwicklung des Rohstoffmarktes angepasst, während der Absatzmarkt deterministisch ist.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q^{c+}, I_A\right) - \tau^{c+}\left(\theta, I_P, \delta\right) \\ \Rightarrow \quad q^{c+}\left(\theta, I, \delta\right) &= \tfrac{a + I_A - \tau^{c+}(\theta, I_P, \delta)}{b} = \tfrac{a - c(\theta) + I_P + I_A}{b} - \tfrac{\delta}{b}. \end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidungen fallen unter Unsicherheit und sind von unterschiedlichen Volatilitäten auf den Märkten nicht betroffen.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_P} E\left[\Pi_P\left(q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right), I_P^{c+}, \delta\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{b}\delta - w_P'\left(I_P^{c+}\right) \\ \Rightarrow \quad I_P^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_P}\tfrac{\delta}{b} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_A} E\left[\Pi_A\left(q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right), \theta, I_A^{c+}, \delta\right)\right] \\ &= E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right)\right] - w_A'\left(I_A^{c+}\right) \\ \Rightarrow \quad I_A^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right)\right]. \end{aligned}$$

Über den Zuschlagsatz versucht die Zentrale, das Spannungsfeld zwischen Investitions- und Produktionssteuerung zu lösen.

$$\delta^{c+} = \tfrac{b(\alpha_A b-1)}{b^2\alpha_P\alpha_A-1} E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)\right].$$

Auch der Zuschlagsatz ist unbeeinflusst durch das Volatilitätsszenario, da er bereits vor der Umweltrealisation feststeht.

Deterministischer Gesamtmarkt: Bei einem deterministischen Gesamtmarkt schließlich sind zwar sowohl der in die Mengenentscheidung einfließende Absatzmarkt als auch der Transferpreis stochastisch, da sich die Unsicherheit auf den beiden Partialmärkten jedoch gegenseitig aufhebt, ist die Menge selber deterministisch.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q^{c+}, \theta, I_A\right) - \tau^{c+}\left(\theta, I_P, \delta\right) \\ \Rightarrow \quad q^{c+}\left(I, \delta\right) &= \tfrac{a(\theta)+I_A-\tau^{c+}(\theta,I_P,\delta)}{b} = \tfrac{d+I_P+I_A}{b} - \tfrac{\delta}{b}. \end{aligned}$$

Auch über die beiden weiteren Entscheidungen über die Investitionen,

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_P} E\left[\Pi_P\left(q^{c+}\left(I^{c+}, \delta\right), I_P^{c+}, \delta\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{b}\delta - w_P'\left(I_P^{c+}\right) \\ \Rightarrow \quad I_P^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_P}\tfrac{\delta}{b} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_A} E\left[\Pi_A\left(q^{c+}\left(I^{c+}, \delta\right), \theta, I_A^{c+}, \delta\right)\right] \\ &= E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}, \delta\right)\right] - w_A'\left(I_A^{c+}\right) \\ \Rightarrow \quad I_A^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_A} q^{c+}\left(I^{c+}, \delta\right), \end{aligned}$$

und über die Höhe des Zuschlagsatzes

$$\delta^{c+} = \tfrac{b(\alpha_A b-1)}{b^2\alpha_P\alpha_A-1} q^{c+}\left(I^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)$$

fließt keine Information über die Realisierung eines der beiden Märkte in die Produktions- oder Investitionspolitik ein. Wie in der Referenzlösung reagiert das Unternehmen also auch hier nicht auf die Volatilität der Partialmärkte.

Diese Beobachtungen über das Cost-Plus Verfahren bei partiell deterministischen Märkten sind in Korollar 3.5.2 zusammengefasst.

Korollar 3.5.2 (Cost-Plus Transferpreis bei partiell deterministischen Märkten)**.** *Für die drei Spezialfälle der partiell deterministischen Märkte ergeben sich nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so legt die Zentrale den Zuschlagsatz

$$\delta^{c+} = \frac{b\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

fest, woraus sich die folgenden optimalen Investitions- und Produktionspolitiken ergeben.

$$\begin{aligned} I_P^{c+} &= \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right), \\ I_A^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) \end{aligned}$$

und

$$q^{c+} = \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)+\frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}.$$

Daraus resultiert ein erwarteter Gesamtgewinn in Höhe von

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+},\theta,I^{c+}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_Ab-1\right)}{\left(\alpha_Ab-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \frac{Var[a(\theta)]}{2b}, \end{aligned}$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2\left(2b^3\alpha_P^2\alpha_A-2b\alpha_P-b\alpha_A+1\right)}{\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2\left(\alpha_Ab-1\right)}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2, \\ &E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P^2\left(b^2\alpha_P\alpha_A-1\right)^2}{\left(\alpha_Ab-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

(ii) Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so legt die Zentrale den Zuschlagsatz

$$\delta^{c+} = \frac{b\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

fest, woraus sich die folgenden optimalen Investitions- und Produktionspolitiken ergeben.

$$\begin{aligned} I_P^{c+} &= \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right), \\ I_A^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \end{aligned}$$

und

$$q^{c+} = \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.$$

Daraus resultiert ein erwarteter Gesamtgewinn in Höhe von

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+},\theta,I^{c+}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_Ab-1\right)}{\left(\alpha_Ab-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{Var[c(\theta)]}{2b}, \end{aligned}$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2\left(2b^3\alpha_P^2\alpha_A-2b\alpha_P-b\alpha_A+1\right)}{\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2\left(\alpha_Ab-1\right)}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2, \\ &E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P^2\left(b^2\alpha_P\alpha_A-1\right)^2}{\left(\alpha_Ab-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

(iii) Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so legt die Zentrale den Zuschlagsatz

$$\delta^{c+} = \frac{\alpha_P\alpha_Ab}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}d$$

fest, woraus sich die folgenden optimalen Investitions- und Produktionspolitiken ergeben.

$$\begin{aligned} I_P^{c+} &= \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}d, \\ I_A^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}d \end{aligned}$$

und

$$q^{c+} = \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}d.$$

Daraus resultiert ein erwarteter Gesamtgewinn in Höhe von

$$E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+},\theta,I^{c+}\right)\right] = \frac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_Ab-1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}d^2,$$

der sich aus den nachfolgenden beiden Bereichserfolgen zusammensetzt.

$$E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] = \frac{\alpha_P\alpha_A^2\left(2b^3\alpha_P^2\alpha_A-2b\alpha_P-b\alpha_A+1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2,$$

$$E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] = \frac{\alpha_A\alpha_P^2\left(b^2\alpha_P\alpha_A-1\right)^2}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2.$$

Wie auch im allgemeinen Szenario ist die Informationsverarbeitung des Cost-Plus Verfahrens, unabhängig von der Volatilität der Märkte, optimal. Bemerkenswert bleibt dennoch, dass die Volatilität der Teilmärkte bei gleichzeitigem deterministischem Gesamtmarkt nicht in die Entscheidungen einfließt.

3.4 Dezentrale Steuerung über verhandelte Verrechnungspreise

Im Gegensatz zur zentralen Planung auf Basis von Mengenvorgaben durch die Zentrale, kann die Steuerung über verhandelte Verrechnungspreise als strikt dezentraler Steuerungsmechanismus gesehen werden. Sämtliche Entscheidungen, von den Investitionsentscheidungen über den Transferpreis bis zur Produktionsmengenfestlegung, sind an die Abteilungen delegiert.

Die beiden Bereiche verhandeln über die auszutauschende Menge und den dafür zu transferierenden Gegenwert unter Kenntnis des Umweltzustandes. Die Verhandlungen sind, konsistent mit der bisherigen Literatur,[21] über die sog. γ-Teilungsregel modelliert. Die Bereichserfolge setzen sich demnach aus einem Anteil am Gesamt-

[21] Vgl. z. B. Baldenius und Reichelstein (1998), Baldenius u. a. (1999) oder Hofmann und Pfeiffer (2006).

deckungsbeitrag und den Investitionskosten zusammen.

$$\begin{aligned}\Pi_P^v(q,\theta,I,\gamma_P) &= \gamma_P \cdot (R(q,\theta,I_A) - C(q,\theta,I_P)) - w_P(I_P),\\ \Pi_A^v(q,\theta,I,\gamma_A) &= \gamma_A \cdot (R(q,\theta,I_A) - C(q,\theta,I_P)) - w_A(I_A).\end{aligned}$$

Dabei wird der gesamte durch die Handelsbeziehung erwirtschaftete Deckungsbeitrag $DB(\cdot) = R(\cdot) - C(\cdot)$ auf die beiden Bereiche aufgeteilt, es gilt also $\gamma_P + \gamma_A = 1, \gamma_i \in [0,1]$. Die Aufteilungsfaktoren γ_i des Erfolges vor Investitionskosten auf die beiden Bereiche können als relative Verhandlungsmacht der beiden Bereichsleiter interpretiert werden. Empirische Studien zeigen, dass der Ausgang solcher Verhandlungen u. a. durch das Geschick der Verhandlungspartner, die Verifikationsmöglichkeit der Größen und dem Referenzpunkt der Verhandlungen stark beeinflusst wird.[22] Die Verhandlungsmacht kann ex-ante durch die Zentrale z. B. über die Personalpolitik, die Ressourcenverteilung oder die Vorgabe von Rahmenbedingungen der Verhandlungen beeinflusst werden. Die Verhandlungsmacht ist damit also modellendogen bestimmt und ist nicht mehr, wie bei Baldenius und Reichelstein (1998), ein exogener Parameter. Die Aufteilung des Erfolges auf die beiden Abteilungen ist dann das Ergebnis des Verhandlungsprozesses. Der Fall $\gamma_i = \frac{1}{2}$ ist dabei von besonderem Interesse, da er der Nash-Lösung des Rubinstein-Verhandlungsmodells entspricht.[23] Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Zentrale durch geeignete organisatorische Vorgaben die Aufteilungsregel perfekt kontrollieren und daher γ_i so wählen kann, dass durch diese Wahl der Gesamtunternehmenserfolg maximiert wird.

Die beiden Bereiche bestimmen also im Rahmen der Verhandlungen die Höhe der Produktionsmenge q. Da die Produktionsentscheidung zeitlich nach den Investitionsentscheidungen sowie unter Sicherheit über die Umweltsituation getroffen wird, ist die entscheidungsrelevante Größe beider Bereiche ein Vielfaches des Gesamtdeckungsbeitrages. Die Investitionskosten stellen im Zuge der Mengenentscheidung versunkene Kosten dar. Die Mengenentscheidung ist demnach unter den Bereichen nicht strittig und wird so getroffen, dass der Gesamtdeckungsbeitrag $DB(\cdot) = R(\cdot) - C(\cdot)$ maximiert wird. Damit einigen sich die Bereiche immer auf die ex-post effiziente

[22] Übersichten zu experimenteller Verhandlungstheorie sind u. a. in Sutton (1987) und Roth (1995) zu finden.

[23] Vgl. zum Rubinstein-Verhandlungsmodell Fudenberg und Tirole (1991, S. 113 ff.), zu verschiedenen Verhandlungsverfahren zur Bestimmung der Erfolgsanteile Edlin und Reichelstein (1996), sowie zu der gewählten Modellierung der Erfolgsanteile bspw. Baldenius und Reichelstein (1998) oder Hofmann und Pfeiffer (2006).

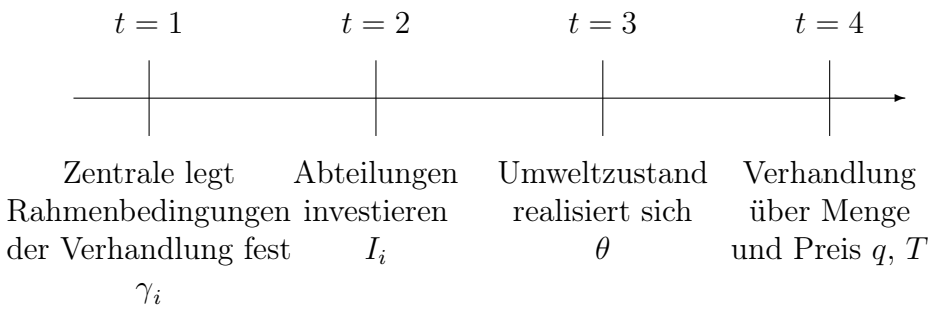


Abbildung 3.18: Handlungssequenz bei dezentraler Steuerung über verhandelte Verrechnungspreise

Menge $q^{fb}(\cdot)$. Der auf Basis der so getroffenen Mengenentscheidung auszutauschende Transferbetrag T ergibt sich dann als Lösung der Gleichung

$$T - C(q, \theta, I_P) = \Pi_P^v(q, \theta, I, \gamma_P)$$

bzw. äquivalent als Lösung von

$$R(q, \theta, I_A) - T = \Pi_A^v(q, \theta, I, \gamma_A).$$

Die zeitliche Abfolge der Entscheidungen ist in Abbildung 3.18 dargestellt. Zu Beginn der Handelsbeziehung legt die Zentrale, wie oben erläutert, durch die Ausgestaltung des Verhandlungsprozesses die Erfolgsanteile γ_i^v fest. Noch vor der Realisierung der Umwelt entscheiden die beiden Bereiche über die Höhe ihrer jeweiligen spezifischen Investition I_i^v, während die Mengenentscheidung über q^v von den Bereichen im Rahmen des Verhandlungsprozesses unter perfekter symmetrischer Information über die Kosten- und Erlössituation getroffen wird. Auf Basis dieser Entscheidungen wird der Transferbetrag T^v festgelegt und zwischen den Abteilungen ausgetauscht, wodurch die Bereichserfolge sowie der Gesamterfolg des Unternehmens realisiert werden.

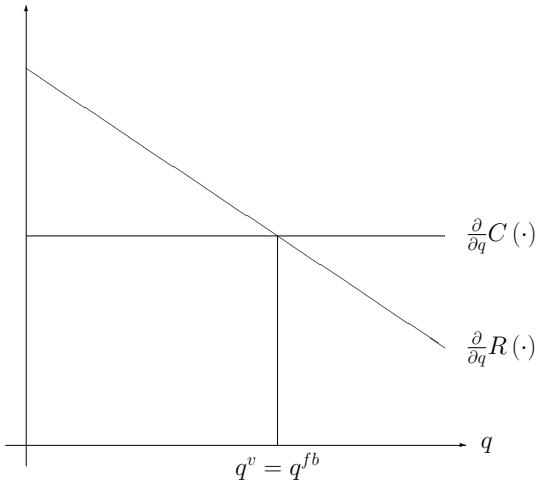


Abbildung 3.19: Mengenentscheidung bei dezentraler Steuerung über verhandelte Verrechnungspreise

Zum Zeitpunkt $t = 4$ handeln die beiden Bereiche also die zu produzierende Menge q aus. Sie maximieren damit jeweils ihren Bereichserfolg Π_i.

$$\begin{aligned} q^v(\theta, I) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \{\Pi_i(q, \theta, I, \gamma_i)\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \{\gamma_i(DB(q, \theta, I)) - w_i(I_i)\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \{DB(q, \theta, I)\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \{R(q, \theta, I_A) - C(q, \theta, I_P)\}. \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich dieselbe Bedingung erster Ordnung wie in der Referenzlösung.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \frac{\partial}{\partial q}(R(q^v, \theta, I_A) - C(q^v, \theta, I_P)) \\ &= (a(\theta) + I_A - bq^v) - (c(\theta) - I_P) \\ \Rightarrow \quad q^v(\theta, I) &= \frac{d(\theta) + I_P + I_A}{b} = q^{fb}(\theta, I). \end{aligned}$$

Da es im Interesse beider Bereiche ist, den Deckungsbeitrag zu maximieren, einigen sie sich auf die ex-post effiziente Menge $q^{fb}(\cdot)$, die bei der Wahl anderer als der effizienten Investitionen von der tatsächlich gewählten Menge in der Referenzsituation jedoch abweichen kann. Abbildung 3.19 stellt diese Entscheidungssituation graphisch dar.

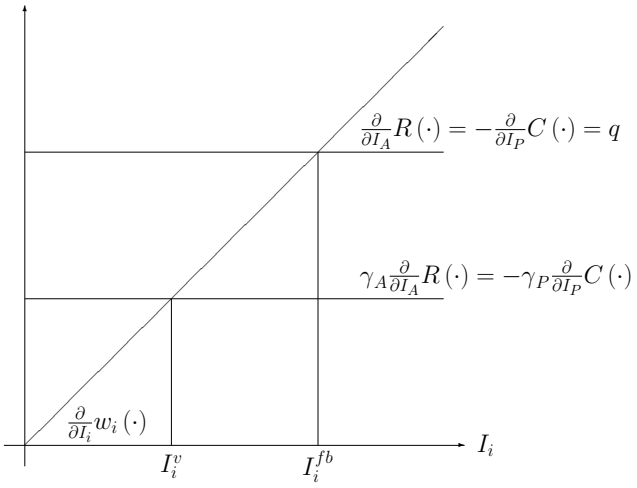


Abbildung 3.20: Investitionsentscheidung bei dezentraler Steuerung über verhandelte Verrechnungspreise

Diese Mengenentscheidung antizipierend entscheiden die Bereiche zum Zeitpunkt $t = 2$ über die Höhe ihrer spezifischen Investitionen. Sie maximieren mit dieser Entscheidung ihren jeweiligen Bereichserfolg.

$$\begin{aligned}
I_P^v(\gamma_P) &\in \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_P\left(q^v(\theta,I),\theta,I,\gamma_P\right)\right]\right\} \\
&= \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{\gamma_P E\left[DB\left(q^v(\theta,I),\theta,I\right)\right] - w_P(I_P)\right\}, \\
I_A^v(\gamma_A) &\in \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_A\left(q^v(\theta,I_A),\theta,I,\gamma_A\right)\right]\right\} \\
&= \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{\gamma_A E\left[DB\left(q^v(\theta,I),\theta,I\right)\right] - w_A(I_A)\right\}.
\end{aligned}$$

Daraus ergeben sich die Bestimmungsgleichungen der Investitionsentscheidungen über die Bedingungen erster Ordnung.

$$\begin{aligned}
0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_P}\left(\gamma_P E\left[DB\left(q^v(\theta,I^v),\theta,I^v\right)\right] - w_P(I_P^v)\right) \\
&= -\gamma_P E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P}C\left(q^v(\theta,I^v),\theta,I_P^v\right)\right] - w_P'(I_P^v) \\
&= \gamma_P E\left[q^v(\theta,I^v)\right] - \alpha_P I_P^v \\
\Rightarrow\quad I_P^v(\gamma_P) &= \tfrac{\gamma_P}{\alpha_P}E\left[q^v(\theta,I^v)\right]
\end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_A}\left(\gamma_A E\left[DB\left(q^v\left(\theta, I^v\right), \theta, I^v\right)\right] - w_A\left(I_A^v\right)\right) \\ &= \gamma_A E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_A} R\left(q^v\left(\theta, I^v\right), \theta, I_A^v\right)\right] - w_A'\left(I_A^v\right) \\ &= \gamma_A E\left[q^v\left(\theta, I^v\right)\right] - \alpha_A I_A^v \\ \Rightarrow \quad & I_A^v\left(\gamma_A\right) = \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A} E\left[q^v\left(\theta, I^v\right)\right]. \end{aligned}$$

Da die Abteilungen die Investitionskosten $w_i\left(I_i\right)$ vollständig alleine tragen müssen, an den Auswirkungen der Investitionen auf den Unternehmenserfolg jedoch nur zum Teil beteiligt sind, resultiert daraus ein beidseitiges Hold-Up Problem: Beide Bereiche reduzieren ihre Investitionen jeweils auf das γ_i-fache der effizienten Höhe, welche im Referenzfall erreicht wird. Abbildung 3.20 verdeutlicht diese Investitionsentscheidungen.

Die Zentrale kann zum Zeitpunkt $t = 1$ bspw. über die Ausgestaltung des Verhandlungsrahmens und die Auswahl der Bereichsleiter die Erfolgsanteile γ_i bestimmen. Da der gesamte Deckungsbeitrag auf die Bereiche aufgeteilt wird, gilt $\gamma_P + \gamma_A = 1$. Es sei $\gamma := (\gamma_P, \gamma_A) := (\Gamma, 1 - \Gamma)$. Die Zentrale entscheidet also gesamterfolgsmaximierend über Γ.

$$\Gamma^v \quad \in \quad \arg\max_{\Gamma \in (0,1)} \left\{E\left[\Pi\left(q^v\left(\theta, I^v\left(\gamma\right)\right), \theta, I^v\left(\gamma\right)\right)\right]\right\}.$$

Die Bestimmungsgleichung der Erfolgsanteile (d. h. von Γ) lautet demnach

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{d\Gamma} E\left[\Pi\left(q^v\left(\theta, I^v\left(\gamma\right)\right), \theta, I^v\left(\gamma\right)\right)\right] \\ &= \tfrac{(b\alpha_A - 1)(1-\gamma_P) - (b\alpha_P - 1)(1-\gamma_A)}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A \gamma_P - \gamma_A \alpha_P} E^2\left[q^v\left(\theta, I^v\left(\gamma\right)\right)\right] \\ \Rightarrow \quad & \Gamma^v = \tfrac{b\alpha_A - 1}{b(\alpha_P + \alpha_A) - 2}. \end{aligned}$$

Damit gilt

$$\begin{aligned} \gamma_P^v &= \Gamma^v &&= \tfrac{\alpha_A b - 1}{(\alpha_A + \alpha_P) b - 2} \qquad \text{und} \\ \gamma_A^v &= 1 - \Gamma^v &&= \tfrac{\alpha_P b - 1}{(\alpha_A + \alpha_P) b - 2}. \end{aligned}$$

Sind die Investitionen der beiden Abteilungen gleichwertig, gilt also $\alpha_P = \alpha_A$, so ist es für die Zentrale vorteilhaft, die Verhandlungsmacht gleichmäßig auf beide Bereiche zu verteilen, also $\gamma_i = \frac{1}{2}$ zu wählen. Im Falle unterschiedlich gewichteter Investitionen erhält der Bereich die größere Verhandlungsmacht, dessen Investition mit den geringeren Kosten verbunden ist. Gilt also $\alpha_i > \alpha_j$ so folgt $\gamma_j > \gamma_i$. Mit der Höhe der Erfolgsanteile wirkt die Zentrale damit steuernd auf die Höhe der Investitionen ein

und bevorzugt dabei die Investition, welche bei gleicher Investitionswirkung geringer Investitionskosten mit sich bringt.

Im Zuge der Vorwärtsinduktion können die Bestimmungsgleichungen nun aufgelöst und neben den expliziten Investitions- und Produktionspolitiken kann der erwartete Unternehmenserfolg angegeben werden.[24]

Satz 3.6 (Verhandelte Verrechnungspreise)**.** *Erfolgt die Unternehmenssteuerung dezentral über verhandelte Verrechnungspreise, so ergeben sich die optimalen Investitions- und Produktionspolitiken zu*

$$\begin{aligned} I_P^v &= \tfrac{\alpha_A}{(\alpha_A+\alpha_P)(\alpha_P b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^v &= \tfrac{\alpha_P}{(\alpha_A+\alpha_P)(\alpha_A b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$q^v = \tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-2)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Unternehmenserfolg in Höhe von

$$E\left[\Pi^v\left(q^v,\theta,I^v\right)\right] = \tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{2(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},$$

der über die beiden Erfolgsfaktoren

$$\gamma_P^v = \tfrac{\alpha_A b-1}{(\alpha_A+\alpha_P)b-2} \qquad \textit{sowie} \qquad \gamma_A^v = \tfrac{\alpha_P b-1}{(\alpha_A+\alpha_P)b-2}$$

auf die beiden Bereiche aufgeteilt wird. Daraus ergeben sich nachfolgenden beiden Bereichserfolge.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_P^v\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \gamma_P^v\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_A^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_A^v\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \gamma_A^v\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Mit einer derartigen dezentralen Unternehmenssteuerung über verhandelte Verrechnungspreise ist es demnach möglich, im Ausmaß der Referenzlösung von der Unsicherheit der Märkte zu profitieren. Da jedoch aus oben erläuterten Gründen die Investitionen hinter der effizienten Menge zurückbleiben, bleibt auch der von der

[24] Eine implizite Darstellung dieser verhandelten Verrechnungspreise mit exogen gegebenen Erfolgsanteilen findet sich bei Baldenius und Reichelstein (1998) und Baldenius u. a. (1999) oder bei Pfeiffer (2002). Eine explizite Lösung bei stochastischer Preisreagibilität bei Hofmann und Pfeiffer (2006).

Volatilität der Märkte unabhängige Teil des Unternehmenserfolges hinter der Referenzlösung zurück. Die Aufteilung des Erfolges auf die beiden Bereiche erfolgt im Fall symmetrischer Investitionskosten gleichmäßig auf die beiden Bereiche. Im Fall asymmetrischer Investitionskosten wird der Bereich mit niedrigeren Investitionskosten im Interesse des Gesamtunternehmens mit größerer Verhandlungsmacht ausgestattet, damit er mehr investiert als der andere Bereich.

Analog zum allgemeinen Szenario lassen sich die aus Abschnitt 2.4 bekannten Problemfelder einseitiger Investitionen lösen.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Unabhängig davon, ob nur einer der Bereiche investieren kann, wird die Menge so festgelegt, dass der Gesamtdeckungsbeitrag maximiert wird.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q^v, \theta\right) - \tfrac{d}{dq} C\left(q^v, \theta, I_P\right) \\ \Rightarrow \quad q^v\left(\theta, I_P\right) &= \tfrac{a(\theta) - c(\theta) + I_P}{b} = q^{fb}\left(\theta, I_P\right). \end{aligned}$$

Auch die Investitionsentscheidung wird durch Bereich P wie im beidseitigen Informationsfall getroffen.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_P}\left(\gamma_P E\left[DB\left(q^v\left(\theta, I_P^v\right), \theta, I_P^v\right)\right] - w_P\left(I_P^v\right)\right) \\ &= \gamma_P E\left[q^v\left(\theta, I_P^v\right)\right] - \alpha_P I_P^v \\ \Rightarrow \quad I_P^v\left(\gamma_P\right) &= \tfrac{\gamma_P}{\alpha_P} E\left[q^v\left(\theta, I_P^v\right)\right]. \end{aligned}$$

Die Investition des Produktionsbereichs ist von der erwarteten Menge abhängig. Er macht die Höhe der Investition abhängig vom Anteil, mit dem er am Gesamtdeckungsbeitrag beteiligt wird.

Für das Unternehmen ist es daher optimal, dem investierenden Produktionsbereich den Deckungsbeitrag zur Gänze zuzusprechen.

$$\gamma_P^v = 1 \qquad \text{und} \qquad \gamma_A^v = 0.$$

Damit kann die Zentrale Investition in Höhe der gesamterfolgsoptimalen Investition induzieren, was zusammen mit der ex-post effizienten Mengenentscheidung dazu führt, dass die Referenzlösung realisiert wird.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Ebenso wie bei einseitiger Investition durch den Produktionsbereich einigen sich die beiden Bereiche im Zuge der Verhandlungen auch bei einseitigen Investitionen des Absatzbereichs auf die ex-post effiziente Menge.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q^v, \theta, I_A\right) - \tfrac{d}{dq} C\left(q^v, \theta\right) \\ \Rightarrow \quad q^v\left(\theta, I_A\right) &= \tfrac{a(\theta) - c(\theta) + I_A}{b} = q^{fb}\left(\theta, I_A\right). \end{aligned}$$

Auch der Absatzbereich legt, wenn nur er investieren kann, seine Investition wie im Fall beidseitiger Investitionen fest.

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_A}\left(\gamma_A E\left[DB\left(q^v\left(\theta, I_A^v\right), \theta, I_A^v\right)\right] - w_A\left(I_A^v\right)\right) \\ &= \gamma_A E\left[q^v\left(\theta, I_A^v\right)\right] - \alpha_A I_A^v \\ \Rightarrow \quad I_A^v\left(\gamma_A\right) &= \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A} E\left[q^v\left(\theta, I_A^v\right)\right]. \end{aligned}$$

Auch in diesem Fall hat also die Zentrale ein Interesse daran, der investierenden Abteilung den gesamten Deckungsbeitrag zuzusprechen, um die effiziente Investitionshöhe zu erreichen.

$$\gamma_P^v = 0 \qquad \text{und} \qquad \gamma_A^v = 1.$$

Auch in diesem Fall induziert die Zentrale über die Aufteilungsregel die Referenzlösung.

Kann also nur einer der beiden Bereiche investieren, so ist es aus Sicht der Zentrale optimal, nur diesen Bereich am Deckungsbeitrag partizipieren zu lassen. Durch diese Aufteilung werden Investitionen in Höhe der Referenzlösung induziert. Da auch die Mengenentscheidung in beiden Sonderfällen einseitiger Investitionen ex-post effizient gefällt wird, kann demnach die Referenzlösung induziert werden.

Im nachfolgenden Korollar 3.6.1 werden die Ergebnisse der Vorwärtsinduktion der beiden Spezialfälle einseitiger Investitionen dargestellt.

Korollar 3.6.1 (Verhandelte Verrechnungspreise bei einseitiger Investition)**.** *Für die beiden Sonderfälle einseitiger Investitionen ergeben sich nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Bei ausschließlicher Investition des Produktionsbereichs P einigen sich die Bereiche als Ergebnis des Verhandlungsprozesses auf die Menge

$$q^v = \frac{\alpha_P}{\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.$$

Die optimale Investitionsentscheidung lautet

$$I_P^v = \frac{1}{\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Unternehmenserfolg in Höhe von

$$E\left[\Pi^v\left(q^v,\theta,I^v\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_P}{\alpha_P b-1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}.$$

Der gesamte Deckungsbeitrag und damit der gesamte Unternehmenserfolg wird durch die Zentrale dem produzierenden Bereich P zugesprochen.

(ii) Bei ausschließlicher Investition des Absatzbereichs A einigen sich die Bereiche als Ergebnis des Verhandlungsprozesses auf die Menge

$$q^v = \frac{\alpha_A}{\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.$$

Die optimale Investitionsentscheidung lautet

$$I_A^v = \frac{1}{\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Unternehmenserfolg in Höhe von

$$E\left[\Pi^v\left(q^v,\theta,I^v\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_A}{\alpha_A b-1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}.$$

Der gesamte Deckungsbeitrag und damit der gesamte Unternehmenserfolg wird durch die Zentrale dem absetzenden Bereich A zugesprochen.

Der jeweils investierende Bereich erhält den gesamten Deckungsbeitrag zugesprochen, womit der Bereichserfolg des nicht investierenden Bereichs immer verschwindet.

Auch die Sonderfälle der partiell deterministischen Märkte lassen sich analog zum allgemeinen Szenario lösen. Da außer der Mengenentscheidung keine den Gesamterfolg betreffenden Entscheidungen nach Realisierung der Umwelt getroffen werden, ist

auch nur diese von den unterschiedlichen Volatilitätsszenarien betroffen. Sowohl die Investitionsentscheidungen als auch die Entscheidung über die Aufteilung des Deckungsbeitrages werden unter Unsicherheit auf Basis von Erwartungswerten getroffen, welche auch über deterministische Marktvariablen gebildet werden können.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Ist der Rohstoffmarkt deterministisch, so sind die Kosten nicht von etwaigen Umweltrealisierungen abhängig.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q^v, \theta, I_A\right) - \tfrac{d}{dq} C\left(q^v, I_P\right) \\ \Rightarrow \quad q^v\left(\theta, I\right) &= \tfrac{a(\theta) - c + I_P + I_A}{b} = q^{fb}\left(\theta, I\right). \end{aligned}$$

Die Menge wird jedoch an die auf dem Absatzmarkt vorhandene Unsicherheit angepasst.

Deterministischer Absatzmarkt: Ist hingegen der Absatzmarkt deterministisch, so sind nur die Kosten von der Umweltvariablen θ abhängig.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q^v, I_A\right) - \tfrac{d}{dq} C\left(q^v, \theta, I_P\right) \\ \Rightarrow \quad q^v\left(\theta, I\right) &= \tfrac{a - c(\theta) + I_P + I_A}{b} = q^{fb}\left(\theta, I\right). \end{aligned}$$

Die noch vorhandene Unsicherheit wird über die Stückkosten $c\left(\theta\right)$ verarbeitet.

Deterministischer Gesamtmarkt: Bei einem deterministischen Gesamtmarkt schließlich sind zwar die Realisierungen auf den beiden Teilmärkte jeweils unsicher, der Stückdeckungsbeitrag jedoch ist deterministisch.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dq} R\left(q^v, \theta, I_A\right) - \tfrac{d}{dq} C\left(q^v, \theta, I_P\right) \\ \Rightarrow \quad q^v\left(I\right) &= \tfrac{a - c + I_P + I_A}{b} = q^{fb}\left(I\right). \end{aligned}$$

Demnach wird auch über die Menge, welche direkt vom Stückdeckungsbeitrag abhängt, keine Information verarbeitet.

Unabhängig von der Realisierung der Umwelt werden schließlich die Investitionsentscheidungen so getroffen wie auch im allgemeinen Szenario.

$$\begin{aligned} 0 &\overset{!}{=} \tfrac{d}{dI_P}\left(\gamma_P E\left[DB\left(q^v\left(\theta, I^v\right), \theta, I^v\right)\right] - w_P\left(I_P^v\right)\right) \\ &= \gamma_P E\left[q^v\left(\theta, I^v\right)\right] - \alpha_P I_P^v \\ \Rightarrow \quad I_P^v\left(\gamma_P\right) &= \tfrac{\gamma_P}{\alpha_P} E\left[q^v\left(\theta, I^v\right)\right], \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{d}{dI_A}\left(\gamma_A E\left[DB\left(q^v\left(\theta, I^v\right), \theta, I^v\right)\right] - w_A\left(I_A^v\right)\right) \\ &= \gamma_A E\left[q^v\left(\theta, I^v\right)\right] - \alpha_A I_A^v \\ \Rightarrow \quad I_A^v\left(\gamma_A\right) &= \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A} E\left[q^v\left(\theta, I^v\right)\right]. \end{aligned}$$

Lediglich der Erwartungswert über die Mengenentscheidung ist abhängig vom Volatilitätsszenario. Bei deterministischem Gesamtmarkt ist nämlich auch die Mengenentscheidung deterministisch. Die Investitionsentscheidungen beruhen also nicht mehr auf Erwartungswertkalkülen, sondern auf dem sicheren Wissen über die tatsächliche Handelsmenge.

Die Entscheidung der Zentrale über die Aufteilung des Deckungsbeitrages stimmt schließlich mit der im allgemeinen Szenario vollständig überein.

$$\gamma_P^v = \tfrac{\alpha_A b-1}{(\alpha_A+\alpha_P)b-2} \qquad \text{und} \qquad \gamma_A^v = \tfrac{\alpha_P b-1}{(\alpha_A+\alpha_P)b-2}.$$

Die Lösung des Produktions- und Investitionsprogramms wird mit Hilfe der Vorwärtsinduktion für die drei Sonderfälle der partiell deterministischen Märkte einzeln bestimmt. In Korollar 3.6.2 sind diese Lösungen zusammengefasst.

Korollar 3.6.2 (Verhandelte Verrechnungspreise bei partiell deterministischen Märkten)**.** *Für die drei Spezialfälle der partiell deterministischen Märkte ergeben sich nachfolgende Produktions- und Investitionspolitiken.*

(i) Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so einigen sich die Bereiche als Ergebnis des Verhandlungsprozesses auf die Menge

$$q^v = \tfrac{\alpha_P\alpha_A(b(\alpha_A+\alpha_P)-2)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right) + \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b},$$

die nachfolgende optimale Investitionsentscheidungen induziert.

$$\begin{aligned} I_P^v &= \tfrac{\alpha_A}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right), \\ I_A^v &= \tfrac{\alpha_P}{(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right). \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Unternehmenserfolg in Höhe von

$$E\left[\Pi^v\left(q^v, \theta, I^v\right)\right] = \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right)^2 + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b},$$

der über die beiden Erfolgsfaktoren

$$\gamma_P^v = \frac{\alpha_A b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2} \qquad \textit{sowie} \qquad \gamma_A^v = \frac{\alpha_P b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}$$

auf die beiden Bereiche aufgeteilt wird. Daraus ergeben sich nachfolgende Bereichserfolge.

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi_P^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_P^v\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \gamma_P^v\frac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_A^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_A^v\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \gamma_A^v\frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

(ii) Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so einigen sich die Bereiche als Ergebnis des Verhandlungsprozesses auf die Menge

$$q^v = \frac{\alpha_P\alpha_A(b(\alpha_A+\alpha_P)-2)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)+\frac{-(c(\theta)-E[c(\theta)])}{b},$$

die nachfolgende optimale Investitionsentscheidungen induziert.

$$\begin{aligned} I_P^v &= \frac{\alpha_A}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \\ I_A^v &= \frac{\alpha_P}{(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right). \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Unternehmenserfolg in Höhe von

$$E\left[\Pi^v\left(q^v,\theta,I^v\right)\right] = \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{Var[c(\theta)]}{2b},$$

der über die beiden Erfolgsfaktoren

$$\gamma_P^v = \frac{\alpha_A b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2} \qquad \textit{sowie} \qquad \gamma_A^v = \frac{\alpha_P b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}$$

auf die beiden Bereiche aufgeteilt wird. Daraus ergeben sich nachfolgende Bereichserfolge.

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi_P^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_P^v\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \gamma_P^v\frac{Var[c(\theta)]}{2b}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi_A^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_A^v\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 \quad + \quad \gamma_A^v\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

(iii) Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so einigen sich die Bereiche als Ergebnis des Verhandlungsprozesses auf die Menge

$$q^v \quad = \quad \tfrac{\alpha_P\alpha_A(b(\alpha_A+\alpha_P)-2)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}d,$$

die nachfolgende optimale Investitionsentscheidungen induziert.

$$\begin{aligned} I_P^v \quad &= \quad \tfrac{\alpha_A}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}d \\ I_A^v \quad &= \quad \tfrac{\alpha_P}{(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}d. \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich ein erwarteter Unternehmenserfolg in Höhe von

$$E\left[\Pi^v\left(q^v,I^v\right)\right] \quad = \quad \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)}d^2,$$

der über die beiden Erfolgsfaktoren

$$\gamma_P^v \quad = \quad \tfrac{\alpha_A b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2} \qquad \textit{sowie} \qquad \gamma_A^v \quad = \quad \tfrac{\alpha_P b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}$$

auf die beiden Bereiche aufgeteilt wird. Daraus ergeben sich nachfolgende Bereichserfolge.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^v\left(q^v,I^v,\gamma_P^v\right)\right] \quad &= \quad \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2}d^2, \\ E\left[\Pi_A^v\left(q^v,I^v,\gamma_A^v\right)\right] \quad &= \quad \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2}d^2. \end{aligned}$$

Wie im allgemeinen Szenario profitiert das Unternehmen auch in jeder der drei Sonderfälle im Ausmaß der Referenzlösung von den Schwankungen der Märkte.

Kapitel 4

Vergleiche

In diesem Abschnitt werden die in Kapitel 3 vorgestellten Verfahren miteinander verglichen. Es werden Situationen identifiziert, in denen die Vorteilhaftigkeit eines der Verfahren gegenüber allen oder einigen der anderen Verfahren eindeutig nachgewiesen wird. Dabei steht zum einen im Vordergrund, in welchem Maße die Verfahren in der Lage sind, Investitionsanreize zu setzen, zum anderen wird die Fähigkeit zur Informationsverarbeitung untersucht. Die verschiedenen Verfahren zur Produktions- und Investitionssteuerung werden der in Kapitel 2 vorgestellten Referenzlösung gegenübergestellt und an dieser gemessen.

Neben einem Vergleich der auf Basis des allgemeinen Szenarios entwickelten Lösungen werden die vorgestellten Verfahren im Rahmen der fünf aus Abschnitt 2.4 bekannten Szenarien verglichen. Dadurch wird ein genauerer Blick auf die Haupteigenschaften möglich, von denen die Ergebnisse bestimmt werden. Nicht jedoch bei allen Vergleichen, die folgen, können durch Untersuchungen der Verfahren im Rahmen der Spezialfälle weitere Erkenntnisse gewonnen werden. Daher werden die nachfolgenden Untersuchungen nur fallweise auf die betrachteten Sonderfälle ausgedehnt.

Im Folgenden wird zuerst untersucht, wann Mechanismen der dezentralen Steuerung einander überlegen sind. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit werden dazu die in Kapitel 3 ausführlich beschriebenen und erläuterten funktionalen Abhängigkeiten der Entscheidungen einzelner Verfahren zueinander weitestgehend nicht angeführt. In Abschnitt 4.1 werden die kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren einander gegenübergestellt, in Abschnitt 4.2 wird der Mechanismus der verhandelten Verrechnungspreise mit den kostenbasierten Verrechnungspreisen verglichen. Anschließend

wird in Abschnitt 4.3 die Frage untersucht, welche Organisationsform für das Unternehmen vorteilhaft ist, wenn die Produktionssteuerung über eine zentrale Mengenvorgabe geschieht. In Abschnitt 4.4 schließlich wird die grundlegende Fragestellung behandelt, ob bzw. wann es im Interesse des Gesamtunternehmens ist, eine dezentrale Unternehmenssteuerung einer zentralen Planung vorzuziehen (und vice versa).

4.1 Zur Wahl eines Mechanismus der dezentralen Steuerung: Kostenbasierte Verrechnungspreise

Ist die grundsätzliche Entscheidung getroffen, zur Unternehmenssteuerung einen dezentralen Mechanismus einzusetzen und auf diese Weise von im Unternehmen vorhandenem Wissen über die Realisierungen der Umwelt und damit der Märkte zu profitieren, so stellt sich die Frage nach der konkreten Ausgestaltung eines solchen dezentralen Mechanismus. In Praxis und Theorie liegt das Hauptaugenmerk auf der Anwendung von Verrechnungspreisen. Aus empirischen Studien zum Einsatz von Verrechnungspreisen ist bekannt, dass seit Jahrzehnten eine fast unüberschaubare Vielzahl unterschiedlicher Mechanismen zur Anwendung kommt.[1] Verrechnungspreisverfahren werden dabei üblicherweise in markt-, verhandlungs- und kostenbasierte Verfahren unterschieden. Unterschiedlichen Studie zufolge verwenden zwischen 30 und 85 % aller Unternehmen kostenbasierte Verrechnungspreisverfahren.[2] Jedoch umfasst auch die Menge der kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren noch eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden.[3]

In diesem Abschnitt soll der in der Literatur noch weitgehend unbeantworteten Frage nachgegangen werden, unter welchen Umständen welche kostenbasierte Verfahren einander über- bzw. unterlegen sind. Dazu werden die in Abschnitt 3.3 in einem einheitlichen Modellrahmen beschriebenen Verfahren einander gegenübergestellt. Das Hauptaugenmerk wird dabei auf der Fähigkeit der einzelnen Verfahren liegen, ex-ante die richtigen Anreize zur spezifischen Investitionstätigkeit zu setzen sowie ex-post optimal auf die Schwankungen der Kosten auf dem Rohstoffmarkt sowie des Preises auf dem Absatzmarkt zu reagieren.

[1] Vgl. dazu z.B. Emmanuel und Mehafdi (1994), Tang (1997) oder Ewert und Wagenhofer (2005).
[2] Vgl. dazu Emmanuel und Mehafdi (1994).
[3] Vgl. z. B. Ewert und Wagenhofer (2005).

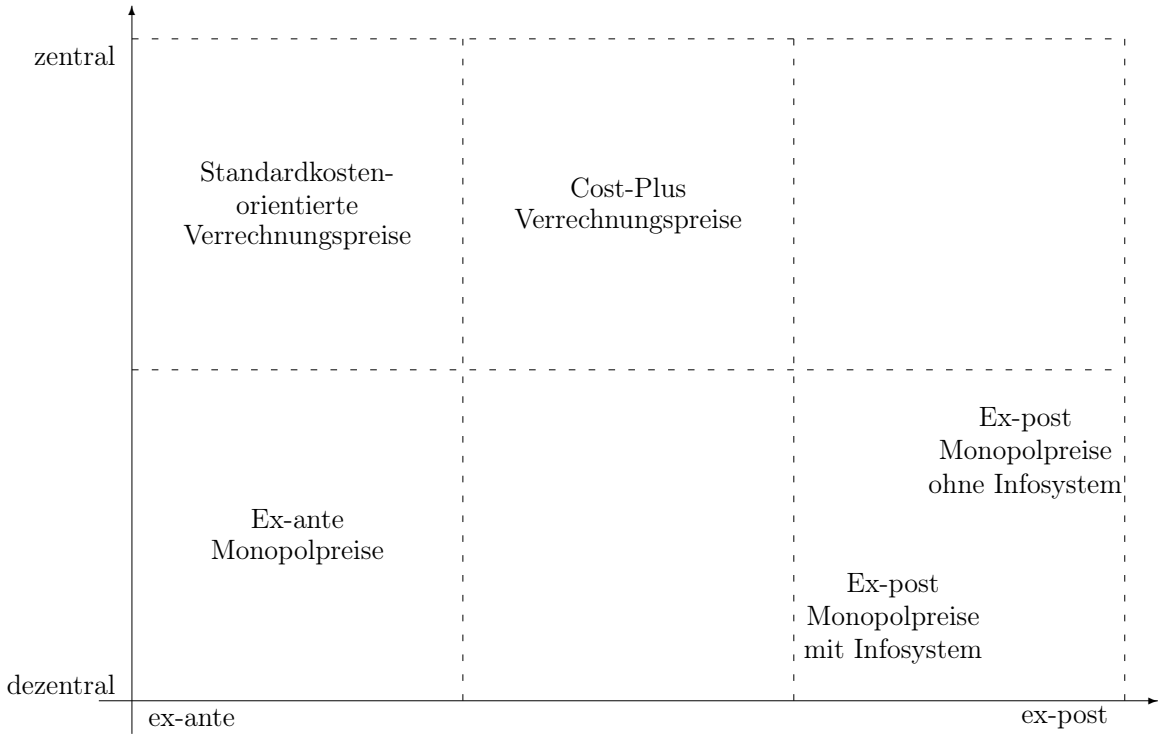


Abbildung 4.1: Kostenbasierte Verrechnungspreisverfahren

In Abbildung 4.1 sind die 5 betrachteten kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren dargestellt. Die Einteilung ist dabei anhand der Festlegung des Verrechnungspreises vorgenommen. Dieser kann entweder zentral durch die Unternehmenszentrale vorgegeben werden oder aber dezentral durch den Produktionsbereich. Des Weiteren muss unterschieden werden, zu welchem Zeitpunkt die Preisentscheidung getroffen wird: Bereits ex-ante, also bevor sich die Umweltsituation realisiert hat, oder ex-post, nachdem dies geschehen ist und Wissen hierüber in die Preisentscheidung einfließen kann.

Während die Zuordnung sowohl bzgl. zentraler oder dezentraler Transferpreisbestimmung sowie Zeitpunkt der Bestimmung beim standardkostenbasierten Verrechnungspreisverfahren sowie den drei Monopolpreisverfahren eindeutig möglich ist, ist das Cost-Plus Verfahren ein hybrider Mechanismus. Der Transferpreis im Cost-Plus Verfahren setzt sich aus den tatsächlichen Stückkosten unter Beachtung der Investitionen $c(\theta) - I_P$ sowie einem Aufschlag δ zusammen. Die tatsächlichen Stückkosten stehen dabei erst nach Realisierung der Umwelt fest, während der Aufschlagsatz bereits ex-ante durch die Zentrale festgelegt wird.

4.1.1 Ex-post Transferpreise

In einem ersten Vergleich sollen die beiden in Abschnitt 3.3.2 vorgestellten Verfahren mit ex-post Preissetzung näher betrachtet werden. Die beiden vorgestellten Verfahren unterscheiden sich dahingehend, ob dem preissetzenden Bereich P zum Zeitpunkt der Transferpreisfestlegung Informationen über die Realisierung des Maximalpreises auf dem Absatzmarkt vorliegen und Bereich A zum Zeitpunkt der Mengenentscheidung Informationen über die Realisierung der Stückkosten auf dem Rohstoffmarkt hat oder nicht. Dieser Unterschied kann mit Hilfe eines Informationssystems, welches beiden Bereichen Informationen über die beiden betroffenen Märkte zukommen lässt, modelliert werden. Während im Szenario der vollständigen Information beide Bereich im Anschluss an die Realisierung der Umwelt Informationen über die beiden Märkte erhalten, erhalten sie im zweiten Szenario nur Informationen über die Realisierung eines Marktes. Der Produktionsbereich lernt die Kostenrealisation $c(\theta)$, der Absatzbereich die Realisation des Maximalpreises $a(\theta)$. Diese unterschiedlichen Informationsstände bewirken nun eine unterschiedliche Informationsverarbeitung durch die Bereiche.

Da die Investitionsentscheidungen bereits vor der Realisierung der Umwelt getroffen werden, haben die unterschiedlichen Informationsszenarien natürlich keine Auswirkung.

$$\begin{array}{llllll} I_P^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] & \text{und} & I_A^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\ I_P^{Info} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{Info}\right] & \text{und} & I_A^{Info} & = & \frac{1}{\alpha_A}\frac{1}{2} E\left[q^{Info}\right], \\ I_P^{oInfo} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{oInfo}\right] & \text{und} & I_A^{oInfo} & = & \frac{1}{\alpha_A}\frac{1}{2} E\left[q^{oInfo}\right]. \end{array}$$

Bei gegebener Menge investiert der Produktionsbereich bei beiden Informationsszenarien also in Höhe der Referenzlösung, während der Absatzbereich ebenfalls bei beiden Szenarien nur die Hälfte der Referenzinvestition tätigt.

Die Mengenentscheidung beruht wie bei allen kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren auf der Maximierung des Bereichserfolges der Absatzabteilung.

$$q(\theta, I_A, \tau) = \frac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}.$$

Die Absatzabteilung kann also unabhängig vom aktuellen Informationsszenario lediglich ihr Wissen über die Realisierung des Absatzmarktes in die Mengenentschei-

dung einfließen lassen. Ein Informationssystem, das den absetzenden Bereich A mit Informationen über den Rohstoffmarkt versieht, hat keinerlei Auswirkungen und sollte daher nicht eingerichtet werden. Unterschiedliche Fähigkeiten der beiden Verfahren, Informationen zu verarbeiten, beruhen also auf der Preissetzung des Produktionsbereichs P.

$$\begin{aligned}\tau^{Info} &= c(\theta) - I_P^{Info} + bq^{Info},\\ \tau^{oInfo} &= c(\theta) - I_P^{oInfo} + bE_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right].\end{aligned}$$

Die Mengenentscheidungen unterscheiden sich demnach basierend auf diesen unterschiedlichen Transferpreisen.

$$\begin{aligned}q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b},\\ q^{Info} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{Info}+I_A^{Info}}{b} - q^{Info} = \tfrac{a(\theta)+I_A^{Info}-\tau^{Info}}{b},\\ q^{oInfo} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{oInfo}+I_A^{oInfo}}{b} - E_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right] = \tfrac{a(\theta)+I_A^{oInfo}-\tau^{oInfo}}{b}.\end{aligned}$$

Beide Mengen q^{Info} und q^{oInfo} werden durch die Transferpreisvorgabe des Produktionsbereichs gegenüber der Referenzlösung verzerrt. Während im Szenario mit vollständiger Information die Produktionsabteilung jedoch in der Lage ist, die Mengenentscheidung des Absatzbereichs perfekt zu antizipieren, kann sie dies im Fall unvollständiger Information nicht. Die Transferpreise der beiden Szenarien, die sich bei beiden Szenarien aus den tatsächlichen Stückkosten und einem von der antizipierten Menge abhängigen Aufschlag zusammensetzen, unterscheiden sich demnach also. Im Szenario mit vollständiger Information ist die tatsächliche Menge Teil des Aufschlagssatzes, im Szenario unvollständiger Information nur die bedingte Erwartung der Menge. Infolgedessen können im zweiten Szenario nur die Informationen über die Realisierung des Absatzmarktes in die Entscheidung einfließen, die über die Realisierung des Rohstoffmarktes und das Wissen über den Zusammenhang der beiden Märkte, also über die Verteilungseigenschaften von Maximalpreis und Basisstückkosten, gewonnen werden können. Beide Mengenentscheidungen stimmen jedoch im Erwartungswert überein, sodass der Unterschied der beiden Szenarien ausschließlich in der Fähigkeit, Informationen zu verarbeiten, begründet liegt.

Diese Beobachtungen spiegeln sich auch in den tatsächlich induzierten Investitions- und Produktionsentscheidungen wider.

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_A^{fb} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{Info} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{oInfo} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}, \\ q^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b}, \\ q^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Ein Vergleich der Mengenentscheidungen der ex-post Verrechnungspreismechanismen mit der Referenzmenge verdeutlicht die Informationsverarbeitungsfähigkeiten. Die Menge q^{Info} wird zwar an die Realisierung des Stückdeckungsbeitrages $d\left(\theta\right)$ angepasst, jedoch nicht im selben Ausmaß wie die Referenzlösung. Im Szenario unvollständiger Information ist die Anpassung an die Realisierung der Umwelt durch die bedingte Erwartung gegenüber der Referenzlösung verzerrt.

Als Ergebnis der unterschiedlichen Informationsszenarien unterscheiden sich die durch die ex-post Verrechnungspreisverfahren induzierten erwarteten Gesamterfolge voneinander.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A b\alpha_P-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}. \end{aligned}$$

Der Flexibilitätsgewinn des Szenarios mit vollständiger Information ist ein Bruchteil des Flexibilitätsvorteils der Referenzlösung. Die Reduktion des Flexibilitätsvorteils durch die imperfekte Informationsverarbeitung unterscheidet sich schließlich zwi-

schen beiden ex-post Verfahren. Während der erwartete Gesamterfolg beim Szenario mit vollständiger Information sich um ein Vielfaches der Varianz des Stückdeckungsbeitrages verringert, verringert sich der erwartete Gesamterfolg beim Szenario mit unvollständiger Information nur um ein Vielfaches der Varianz der bedingten Erwartung $E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]$, einer Zufallsvariablen nur mehr bzgl. θ_1. Für das Gesamtunternehmen ist es also vorteilhaft, auf ein Informationssystem zu verzichten.

Werden jedoch die beiden erwarteten Bereichserfolge betrachtet, so zeigen sich die Auswirkungen des Informationssystems deutlich.

Erwarteter Erfolg der Produktionsabteilung:

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^{Info}\right] &= \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{1}{2}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_P^{oInfo}\right] &= \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{1}{2}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{2}\tfrac{Var\left[d(\theta)-E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}. \end{aligned}$$

Erwarteter Erfolg der Absatzabteilung:

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_A^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P^2(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &\quad + \tfrac{1}{2}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_A^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P^2(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &\quad + \tfrac{1}{2}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} + \tfrac{1}{2}\tfrac{Var\left[d(\theta)-E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}. \end{aligned}$$

Die Einführung eines Informationssystems verschiebt Teile des Flexibilitätsgewinns zu Gunsten des Produktionsbereichs. Der Absatzbereich, der das Verfügungsrecht über die Menge hält, ist also nicht in der Lage, von seinem zusätzlichen Wissen über die Realisierung der Kosten zu profitieren. Wie oben gesehen lässt er dieses Wissen auch nicht in seine Mengenentscheidung einfließen. Der Produktionsbereich hingegen, der den Transferpreis festlegt, ist in der Lage, aus dem zusätzlichen Wissen über die Realisierung des Maximalpreises Nutzen zu ziehen und somit von der Volatilität des Absatzmarktes stärker zu profitieren. Dem Gesamtunternehmen entgeht durch diese Verschiebung jedoch ein Teil des Gesamterfolges.

Die Beobachtungen zur Vorteilhaftigkeit eines der Verfahren sind in nachfolgendem Satz 4.1 zusammengefasst.

Satz 4.1 (Ex-post Monopolpreise: Einführung vs. Einsparung eines Infosystems.)**.** *Ein Vergleich von ex-post Monopolpreisen mit Informationssystem und ex-post Monopolpreisen ohne Informationssystem zeigt, dass es für das Gesamtunternehmen in*

keinem Fall vorteilhaft ist, dem preissetzenden Produktionsbereich P über die Einführung eines Informationssystems Informationen über die Preisrealisierung auf dem Absatzmarkt zugänglich zu machen.

Die obigen Untersuchungen zeigen, dass es genau dann vorteilhaft ist, auf die Einführung eines Informationssystems zu verzichten, wenn gilt

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right].$$

Sowohl $d\left(\theta\right)$ als auch $E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]$ sind Zufallsvariablen. Über den Operator $E_{\theta_2}\left[\cdot\right]$ wird jedoch die Zufallsvariable $d\left(\theta\right)$ von Unsicherheit über θ_2 befreit. Damit ist klar, dass $d\left(\theta\right)$ volatiler ist als $E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]$ und damit eine höhere Varianz hat. Diese Ungleichung ist demnach, wie auch in Anhang C gezeigt, immer erfüllt. Anhand der in Abschnitt 2.4 vorgestellten Sonderfälle mit partiell deterministischer Märkten wird diese Beobachtung näher erläutert. Aus einem Vergleich der beiden expost Verrechnungspreisverfahren im Rahmen der Sonderfälle einseitiger Investitionen können keine neuen Einsichten gewonnen werden, da beide Verfahren dieselben Investitionsentscheidungen induzieren und sich auch die tatsächlichen Investitionen beider Verfahren gleichen.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Sind die Stückkosten deterministisch, so können aus dem Wissen über die Stückkosten keine Rückschlüsse über die Realisierungen auf dem Absatzmarkt, d. h. über die Realisierung des Maximalpreises gezogen werden. Die beiden Märkte sind also vollkommen unabhängig. Dies führt dazu, dass die bedingte Erwartung $E_{\theta_2}\left[a\left(\theta_2\right) \mid \theta_1\right]$ mit der allgemeinen Erwartung $E\left[a\left(\theta\right)\right]$ über den Maximalpreis übereinstimmt ist. Der bedeutsame mathematische Unterschied zwischen diesen beiden Ausdrücken besteht darin, dass der allgemeine Erwartungswert $E\left[a\left(\theta\right)\right]$ ein Skalar, also eine feste, deterministische Größe ist, die bedingte Erwartung $E_{\theta_2}\left[a\left(\theta_2\right) \mid \theta_1\right]$ hingegen eine Zufallsvariable bzgl. θ_1 ist.

Damit unterscheiden sich die durch den Produktionsbereich festgelegten Verrechnungspreise insofern, als dass bei Vorliegen eines Informationssystems die Realisierung des Absatzmarktes in die Preisentscheidung einfließt, andernfalls nicht. Im Gegensatz zum allgemeinen Setting ist der Aufschlag, wenn kein Informationssystem vorhanden ist, also nicht mehr von der bedingten Erwartung

bzgl. der Menge abhängig.

$$\begin{aligned}\tau^{Info} &= c(\theta) - I_P^{Info} + bq^{Info},\\ \tau^{oInfo} &= c(\theta) - I_P^{oInfo} + bE\left[q^{oInfo}\right].\end{aligned}$$

Diese veränderte Informationsverarbeitung über den Transferpreis zeigt sich auch in der gehandelten Menge und schließlich im erwarteten Unternehmenserfolg. Wegen $E_{\theta_2}\left[d(\theta) \mid \theta_1\right] = E_{\theta_2}\left[a(\theta_2) - c \mid \theta_1\right] = E_{\theta_2}\left[a(\theta_2) \mid \theta_1\right] - c = E\left[a(\theta)\right] - c$ ist die bedingte Erwartung $E_{\theta_2}\left[d(\theta) \mid \theta_1\right]$ also keine Zufallsvariable mehr und ist somit auch nicht mehr volatil. Für ihre Varianz gilt in diesem Fall also: $Var\left[E_{\theta_2}\left[d(\theta) \mid \theta_1\right]\right] = 0$. Für die Varianz des Stückdeckungsbeitrages gilt jedoch: $Var\left[d(\theta)\right] = Var\left[a(\theta_2) - c\right] = Var\left[a(\theta_2)\right]$. Damit gilt für die erwarteten Gesamterfolge der beiden Verfahren bei einem deterministischen Rohstoffmarkt

$$\begin{aligned}E\left[\Pi^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b - 4\alpha_A - \alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2}\left(E\left[a(\theta_2)\right] - c\right)^2\\ &\quad + \tfrac{Var[a(\theta_2)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[a(\theta_2)]}{2b},\\ E\left[\Pi^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b - 4\alpha_A - \alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2}\left(E\left[a(\theta_2)\right] - c\right)^2\\ &\quad + \tfrac{Var[a(\theta_2)]}{2b}.\end{aligned}$$

Der Verzicht auf ein Informationssystem ist also vorteilhaft, wenn gilt

$$Var\left[a(\theta_2)\right] \geq 0,$$

was jedoch offensichtlich immer erfüllt ist. Bei einem deterministischen Rohstoffmarkt ist es für das Unternehmen also von Nachteil, wenn es dem Produktionsbereich Informationen über den Absatzmarkt zur Verfügung stellt.

Hat der Produktionsbereich nämlich Informationen über die Realisierungen des Absatzmarktes, so kann er diese Information zu seinem Vorteil ausnutzen und damit seinen Anteil am Flexibilitätsgewinn erhöhen.

$$\begin{aligned}E\left[\Pi_P^{Info}\right] &= \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b - 1)}{(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2}\left(E\left[a(\theta)\right] - c\right)^2 + \tfrac{1}{2}\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b},\\ E\left[\Pi_P^{oInfo}\right] &= \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2b\alpha_P - 1)}{(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2}\left(E\left[a(\theta)\right] - c\right)^2.\end{aligned}$$

Im Gegensatz dazu verringert sich jedoch der Flexibilitätsgewinn des Absatzbereichs.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_A^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2+\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}-\tfrac{3}{4}\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_A^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2+\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Es zeigt sich jedoch, dass der Zugewinn des Produktionsbereichs geringer ausfällt als der Verlust beim Absatzbereich. Die Informationsverarbeitung des Produktionsbereichs ist also im Sinne des Gesamtunternehmens nicht wünschenswert.

Deterministischer Absatzmarkt: Ist der Absatzmarkt deterministisch, so gilt für den Maximalpreis $a\left(\theta\right) = a, \forall\theta$. Dies ist jedoch beiden Bereichen schon a priori bekannt, da beide Bereiche Wissen über die Verteilungseigenschaften der Zufallsvariablen haben. Da der Produktionsbereich also schon a priori über die Realisierung auf dem Absatzmarkt informiert ist, ist es für ihn nicht möglich, aus einem Informationssystem einen weiteren Vorteil zu ziehen: Ein Informationssystem, das keine neuen Informationen transportiert, ist unnötig. Das Informationssystem kann, wie auch aus Korollar 3.4.2 ersichtlich, in diesem Fall also keinen Einfluss auf die Entscheidungen haben.

Deterministischer Gesamtmarkt: Auch in diesem Szenario kann ein Informationssystem keinen Nutzen haben. Da die volatilen Anteile von Basisstückkosten und Maximalpreis identisch sind, bedeutet Wissen über die Realisierung auf einem der beiden Märkte gleichzeitig auch Wissen über die Realisierung des anderen Marktes. Mit einem Informationssystem kann daher auch in diesem Fall keine zusätzliche Information kommuniziert werden.

Wird wieder von den betrachteten Sonderfällen abstrahiert, so lässt sich zusammenfassen, dass ein Informationssystem, welches den preissetzenden Produktionsbereich mit Informationen über die Realisierung des Maximalpreises informiert, durch diesen Bereich zu seinem alleinigen Vorteil egoistisch ausgenutzt wird. Einen Teil des andernfalls beim Absatzbereich A anfallenden Flexibilitätsgewinnes schlägt er so seinem Bereichsgewinn zu. Für das Gesamtunternehmen geht auf diese Weise aber ein Teil des Flexibilitätsgewinnes verloren, da der Produktionsbereich weniger effizient auf die Schwankungen am Absatzmarkt reagiert als der Absatzbereich. Die Informationsverarbeitung sollte also durch die von der zu verarbeitenden Information direkt

betroffenen Abteilung erfolgen. Im vorliegenden Fall ist dies der Absatzbereich A, der über die Erlösfunktion $R(\cdot)$ direkt von den Schwankungen des Maximalpreises betroffen ist. Die Einführung eines Informationssystems hat im für das Unternehmen günstigsten Fall (wenn z. B. der Gesamtmarkt oder der Absatzmarkt deterministisch sind) keine Auswirkungen auf den erwarteten Gesamterfolg, kann jedoch in einem schlechteren Fall zu einer Reduktion des möglichen Flexibilitätsgewinnes führen. Gesamterfolgsoptimierend ist daher eine Isolation des Produktionsbereichs von Informationen über die Realisierung auf dem Absatzmarkt.

4.1.2 Ex-post vs. Cost-Plus Transferpreise

Auf Grund ihrer verwandten Struktur soll als nächstes ein Vergleich zwischen ex-post Monopolpreisen und Cost-Plus Verrechnungspreisen vorgenommen werden. Als Ergebnis der ex-post Monopolpreisverfahren wird ein Transferpreis gewählt, der sich ebenso wie der Transferpreis des Cost-Plus Verfahrens aus den tatsächlichen Stückkosten und einem Aufschlag zusammensetzt.

$$\begin{aligned}
\tau^{Info} &= c(\theta) - I_P^{Info} + bq^{Info}, \\
\tau^{oInfo} &= c(\theta) - I_P^{oInfo} + bE_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right], \\
\tau^{c+} &= c(\theta) - I_P^{c+} + \delta^{c+}.
\end{aligned}$$

Während der Aufschlag δ^{c+} des Cost-Plus Verrechnungspreises jedoch ex-ante durch die Zentrale festgelegt wird, wird der Aufschlag der beiden ex-post Mechanismen durch den preissetzenden Produktionsbereich bestimmt. Der Produktionsbereich kann diesen Aufschlag ex-post festlegen.

Die Entscheidung über die Menge wird bei allen drei Verfahren abhängig vom Transferpreis ex-post durch den Absatzbereich getroffen.

$$q(\theta, I_A, \tau) = \tfrac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}.$$

Unterschiedliche Mengenentscheidungen beruhen also ausschließlich auf der Wahl eines anderen Transferpreises. Die drei in diesem Abschnitt betrachteten Transfer-

preise führen demnach zu nachfolgenden Mengenentscheidungen.

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\
q^{Info} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{Info}+I_A^{Info}}{b} - q^{Info}, \\
q^{oInfo} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{oInfo}+I_A^{oInfo}}{b} - E_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right], \\
q^{c+} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{c+}+I_A^{c+}}{b} - \tfrac{\delta^{c+}}{b}.
\end{aligned}$$

Die erwartete Menge weicht sowohl beim Cost-Plus Verrechnungspreis als auch bei den ex-post Monopolpreisen von der erwarteten Menge im Referenzfall ab. Ein wichtiger Unterschied besteht jedoch darin, wie die Realisierungen der Märkte Einfluss auf die Mengenentscheidungen nehmen. Während bei der Menge q^{c+} des Cost-Plus Verfahrens die Realisierungen von Maximalpreis $a(\theta)$ und Basisstückkosten $c(\theta)$ im selben Ausmaß einfließen wie im Referenzfall, wird die Mengenentscheidung der ex-post Monopolpreismechanismen über den Abschlag q^{Info} bzw. $E_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right]$ durch Veränderungen der Umwelt beeinflusst. Die Informationsverarbeitung der Menge weicht bei den ex-post Mechanismen also von derjenigen des Referenzfalls ab.

Die Investitionsentscheidungen beider Bereiche werden wieder zum gleichen Zeitpunkt vor Realisierung der Umwelt getroffen und können daher bei allen drei Mechanismen keine Informationen über die Umwelt enthalten.

$$\begin{aligned}
I_P^{fb} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\
I_P^{Info} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{Info}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{Info} = \tfrac{1}{\alpha_A}\tfrac{1}{2} E\left[q^{Info}\right], \\
I_P^{oInfo} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{oInfo}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{oInfo} = \tfrac{1}{\alpha_A}\tfrac{1}{2} E\left[q^{oInfo}\right], \\
I_P^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_P}\tfrac{\delta^{c+}}{b} \quad \text{und} \quad I_A^{c+} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{c+}\right].
\end{aligned}$$

Der Produktionsbereich legt bei allen drei Mechanismen seine Investitionshöhe abhängig vom erwarteten Aufschlag auf den Transferpreis bzw. vom erwarten Abschlag von der Mengenentscheidung fest. Der Absatzbereich trifft seine Investitionsentscheidung in Abhängigkeit von der erwarteten Menge. Seine Investitionsentscheidung liegt bei ex-post Monopolpreisen bei gegebener Menge bei der Hälfte der Investition im Referenzfall.

Im Fall der Cost-Plus Verrechnungspreise werden die Investitionen durch die Höhe des Zuschlagssatzes δ^{c+} bestimmt. Verzichtet die Zentrale auf einen Zuschlagsatz, so investiert der Absatzbereich ideal, der Produktionsbereich hingegen gar nicht. Im

entgegengesetzten Fall kann die Zentrale einen Aufschlagsatz in Abhängigkeit von der erwarteten Referenzmenge festlegen. In diesem Fall induziert sie damit Investitionen in Höhe der Referenzlösung beim Produktionsbereich, der Absatzbereich hingegen investiert gar nicht.

Der Aufschlag auf die tatsächlichen Stückkosten, der von der preissetzenden Unternehmenseinheit gewählt wird, unterscheidet sich strukturell zwischen Cost-Plus und ex-post Verrechnungspreisen. Die Zentrale versucht, mit dem Aufschlagsatz δ^{c+} einen Ausgleich zwischen der Investitionstätigkeit der beiden Bereiche und der Produktion zu finden. Der Produktionsbereich hingegen maximiert ohne Rücksicht auf den Absatzbereich nur seinen Bereichserfolg.

Eine Aussage über die Vorteilhaftigkeit eines der drei Verfahren kann aus den tatsächlich induzierten Investition- und Produktionsentscheidungen gewonnen werden.

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{c+} &= \tfrac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+\alpha_P\alpha_A b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_A^{fb} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{Info} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{oInfo} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{c+} &= \tfrac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \tfrac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidungen der Bereiche zeigen ein differenziertes Bild. Der Absatzbereich investiert bei Cost-Plus Verrechnungspreisen mehr als bei ex-post Monopolpreisen, der Produktionsbereich investiert, vice versa, bei ex-post Monopolpreisen mehr als bei Steuerung über Cost-Plus Verrechnungspreise. Dies führt dazu, dass die tatsächliche Gesamtinvestitionshöhe abhängig von den Investitionskostenparametern α_i und der Preisreagibilität b teilweise bei ex-post Monopolpreisen, teilweise bei Cost-Plus Verrechnungspreisen höher ausfällt. Stehen die beiden Abteilungen jedoch gleich hohen Investitionskosten gegenüber, gilt also $\alpha_P = \alpha_A = \alpha$, so führen Cost-Plus Verrechnungspreise jedenfalls zu höheren Investitionen.

Ein Vergleich der tatsächlichen Mengenentscheidungen wiederum führt zu einem eindeutigen Ergebnis.

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b},\\
q^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b},\\
q^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2b},\\
q^{c+} &= \tfrac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.
\end{aligned}$$

Der durch die Zentrale gewählte Aufschlagsatz δ^{c+} über den tatsächlichen Stückkosten führt zu einer höheren erwarteten Produktion als bei ex-post Verrechnungspreisen. Des Weiteren zeigt sich an den tatsächlich induzierten Mengenentscheidungen die oben schon genannte verzerrte Reaktion auf die Umweltrealisierung durch den zustandsabhängigen Aufschlag bei den ex-post Monopolpreisen.

Auf Basis dieser Beobachtungen liegt der Schluss nahe, dass das Cost-Plus Verfahren den beiden ex-post Monopolpreisverfahren überlegen ist.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A b\alpha_P-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b},\\
E\left[\Pi^{c+}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Diese Vermutung kann anhand des erwarteten Gesamterfolges bestätigt werden. Satz 4.2 fasst dies zusammen.[4]

Satz 4.2 (Ex-post Monopolpreise vs. Cost-Plus Verrechnungspreise)**.** *Unabhängig von der Einführung eines Informationssystems werden ex-post Monopolpreise durch Cost-Plus Verrechnungspreise immer dominiert.*

Satz 4.2 präzisiert ein Ergebnis von Pfeiffer (2002). Anders als bei Pfeiffer (2002) wird im vorliegenden Fall jedoch von einer deterministischen Preisreagibilität b ausgegangen. Dadurch wird es möglich, die Überlegenheit des Cost-Plus Verfahrens nicht nur ab einem Schwellenwert, sondern generell zu zeigen, da Faltungen der Erwartungen bzgl. der Preisreagibilität entfallen.

[4]Dieser Satz präzisiert ein Ergebnis von Pfeiffer (2002) für den Fall deterministischer Preisreagibilität , welches zeigt, dass Cost-Plus Verrechnungspreise gegenüber ex-post Monopolpreisen mit Informationssystem dominieren, wenn ein Schwellenwert überschritten wird. Pfeiffer u. a. (2007) formulieren diese Bedingung für Fall den allgemeinen formulierter Koste- und Erlösfunktionen.

Das Ergebnis aus Satz 4.2 ändert sich auch nicht, wenn statt beidseitiger Investitionen nur die beiden Fälle einseitiger Investitionen betrachtet werden.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Kann ausschließlich Bereich P investieren, so werden bei gegebener Menge bei den beiden ex-post Transferpreisverfahren Gesamtinvestitionen in Höhe der Referenzlösung getätigt, während die Investition des Cost-Plus Verfahrens vom durch die Zentrale bestimmten Aufschlag δ^{c+} abhängen.

$$\begin{aligned} I_P^{Info} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{Info}\right], \\ I_P^{oInfo} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{oInfo}\right], \\ I_P^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_P}\delta^{c+}. \end{aligned}$$

Um eine optimale Investitionssteuerung zu erreichen, müsste die Zentrale den Zuschlagsatz in Höhe der erwarteten Referenzmenge festsetzen. Auch die tatsächlich durch die ex-post Verfahren induzierte Investition übersteigt die beim Cost-Plus Verfahren.

$$\begin{aligned} I_P^{Info} &= \tfrac{1}{2b\alpha_P - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{oInfo} &= \tfrac{1}{2b\alpha_P - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{c+} &= \tfrac{1}{b\alpha_P(b\alpha_P+1)-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Dass das Cost-Plus Verfahren dennoch überlegen ist, ist also auf die beim Cost-Plus Verfahren überlegene Produktionssteuerung zurückzuführen. Die Mengenentscheidungen werden wie unten beschrieben festgelegt.

$$\begin{aligned} q^{Info} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{Info}}{b} - q^{Info}, \\ q^{oInfo} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{oInfo}}{b} - E_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right], \\ q^{c+} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{c+}}{b} - \tfrac{\delta^{c+}}{b}. \end{aligned}$$

Bei gegebener Investition sind die Abweichungen von der Referenzmenge auf die jeweiligen Aufschlagsätze zurückzuführen. Während der Aufschlag jedoch beim Cost-Plus Verfahren durch die Zentrale bestimmt wird, wird er bei den beiden ex-post Mechanismen durch den Produktionsbereich festgelegt. Um bei gegebener Investition die Referenzmenge zu induzieren, müsste die Zentrale also auf einen Zuschlagsatz verzichten. Die Zentrale steht also bei der

Festlegung des Zuschlagsatzes im Spannungsfeld zwischen Produktions- und Investitionssteuerung. Im Ergebnis wird beim Cost-Plus Verrechnungspreis im Erwartungswert mehr produziert als bei den ex-post Verrechnungspreisen.

$$\begin{aligned} q^{Info} &= \tfrac{\alpha_P}{2b\alpha_P-1}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b}, \\ q^{oInfo} &= \tfrac{\alpha_P}{2b\alpha_P-1}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2b}, \\ q^{c+} &= \tfrac{b\alpha_P^2}{b\alpha_P(b\alpha_P+1)-1}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}. \end{aligned}$$

Durch seine bereichserfolgsoptimierende Entscheidung über den Verrechnungspreis verzerrt der Produktionsbereich die Mengenfestlegung so stark, dass dies auch durch die in diesem Setting optimale Investitionsentscheidung nicht mehr ausgeglichen werden kann. Der erwartete Gesamtgewinn des Cost-Plus Verfahrens ist auch in diesem reduzierten Setting höher.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3b\alpha_P-1)}{(2b\alpha_P-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3b\alpha_P-1)}{(2b\alpha_P-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \\ E\left[\Pi^{c+}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(b\alpha_P+1)}{b\alpha_P(b\alpha_P+1)-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Die Überlegenheit des Cost-Plus Verfahrens beruht also maßgeblich auf der Fähigkeit der Zentrale, die unterschiedlichen Auswirkungen ihrer Preisentscheidung auf die Investitions- und Produktionsentscheidung auszugleichen. Der Produktionsbereich hingegen maximiert bei der Wahl des Zuschlagsatzes lediglich seinen Bereichserfolg und lässt dabei die Effekte auf die Absatzabteilung außer Acht.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{2b\alpha_P-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{1}{2}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_P^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{2b\alpha_P-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} - \tfrac{1}{2}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \\ E\left[\Pi_P^{c+}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\left(2b^2\alpha_P^2-1\right)}{\left(b\alpha_P(b\alpha_P+1)-1\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Im Ergebnis führt dies dazu, dass der deterministische Teil des Bereichserfolges des Produktionsbereichs bei den beiden ex-post Monopolpreismechanismen dem des Cost-Plus Verfahrens immer überlegen ist. Diese Beobachtung kann im allgemeinen Setting nicht in gemacht werden.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Kann hingegen nur der Absatzbereich investieren, so ist die Überlegenheit des Cost-Plus Verfahrens ein-

deutig. In diesem Fall hat die Zentrale kein Interesse daran, dass der Produktionsbereich Gewinn macht, und verzichtet daher auf einem Zuschlagsatz. Der Absatzbereich ist damit allein verantwortlich für die Produktions- und Investitionssteuerung und erhält den gesamten Unternehmenserfolg zugesprochen. Damit handelt er auch im Interesse des Gesamtunternehmens und trifft die Entscheidungen wie in der Referenzlösung.

Bei den ex-post Monopolpreismechanismen hingegen kann der Produktionsbereich über den Transferpreis erzwingen, am Unternehmenserfolg beteiligt zu werden. Dadurch werden jedoch die Produktions- und Investitionsentscheidung des Absatzbereichs gegenüber der Referenzlösung verzerrt. In diesem Setting ist die Überlegenheit des Cost-Plus Verfahrens daher evident.

4.1.3 Ex-ante Transferpreise

In einem weiteren Schritt werden die strukturell ebenfalls verwandten ex-ante Mechanismen miteinander verglichen: Standardkostenbasierte Verrechnungspreise und ex-ante Monopolpreise. Aus den in Abschnitt 3.3.1 vorgestellten Ergebnissen können erste Schlüsse gezogen werden.

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\ I_P^{s} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{s}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{s} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{s}\right], \\ I_P^{m} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{m}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{m} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{m}\right]. \end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidungen werden bei beiden ex-ante Verfahren nach demselben Kalkül getroffen und sind damit bei gegebener Menge identisch und stimmen mit der Referenzlösung überein.

Die Mengenentscheidung wird wie bei allen kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren abhängig vom Transferpreis getroffen.

$$q\left(\theta, I_A, \tau\right) = \tfrac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}.$$

Mengenunterschiede sind daher auf unterschiedliche Transferpreise τ zurückzuführen. Die Transferpreise wiederum unterscheiden sich durch die Unternehmenseinheit,

die das Verfügungsrecht hält, den Transferpreis zu bestimmen.

$$\begin{aligned} \tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P^s, \\ \tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P^m + \tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A} E\left[q^m\right]. \end{aligned}$$

Im Falle der standardkostenorientierten Verrechnungspreise behält die Zentrale das Recht, den Transferpreis festzulegen, für sich, während sie dieses Recht im Fall der ex-ante Monopolpreise auf den Produktionsbereich überträgt. Der Produktionsbereich nutzt in diesem Fall die ihm übertragene Verhandlungsmacht zu seinem Vorteil aus und legt, im Gegensatz zum zentral vorgegebenen Transferpreis τ^s, einen Transferpreis τ^m über seinen erwarteten Stückkosten fest.

Da beide Transferpreise jedoch bereits ex-ante, vor Realisierung der Umwelt festgelegt werden, können über den Transferpreis keine Informationen über die Kostensituation in die Entscheidungen einfließen. Beide ex-ante Verfahren berücksichtigen die Realisierung der Umwelt also lediglich über die Mengenentscheidung. Der Absatzbereich lässt jedoch ausschließlich sein Wissen über den Absatzmarkt $a\left(\theta\right)$ in die Mengenentscheidung einfließen. Die Realisierung der Kosten $c\left(\theta\right)$ bleibt also unberücksichtigt.

Die produzierten Mengen beider Verfahren weichen auf Grund des unterschiedlich festgelegten Transferpreises voneinander ab.

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\ q^s &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^s+I_A^s}{b} = \tfrac{a(\theta)+I_A^s-\tau^s}{b}, \\ q^m &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^m+I_A^m}{b} - \tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A b} E\left[q^m\right] = \tfrac{a(\theta)+I_A^m-\tau^m}{b}. \end{aligned}$$

Während die erwartete Menge beim Verfahren der standardkostenbasierten Verrechnungspreise der erwarteten Referenzmenge entspricht, wird die durch den ex-ante Monopolpreismechanismus induzierte erwartete Menge durch den Aufschlag verzerrt.

Der höhere durch den Produktionsbereich festgelegte Transferpreises τ^m führt also zu einer geringeren Produktion und als Effekt zweiter Ordnung damit zu geringerer

Investition als bei standardkostenorientierten Verrechnungspreisen.

$$\begin{array}{rclcrcl}
I_P^{fb} & = & \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], & \text{und} & I_A^{fb} & = & \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{s} & = & \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], & \text{und} & I_A^{s} & = & \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{m} & = & \frac{\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], & \text{und} & I_A^{m} & = & \frac{\alpha_P}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right],
\end{array}$$

und

$$\begin{array}{rcll}
q^{fb} & = & \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] & + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}, \\
q^{s} & = & \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] & + \frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}, \\
q^{m} & = & \frac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] & + \frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}.
\end{array}$$

Durch die zentrale Preisvorgabe τ^s werden also Investitionen induziert, die denen der Referenzlösung entsprechen, und eine Menge gewählt, die im Erwartungswert mit der Referenzmenge übereinstimmt. Hingegen führt der Monopolpreis τ^m zu Gunsten des Produktionsbereichs zu einer Verschiebung des Gesamterfolges. Infolgedessen wird jedoch im Erwartungswert nicht mehr optimal produziert und damit auch weniger als in der Referenzlösung investiert.

Ex-ante Monopolpreise profitieren also im gleichen Ausmaß wie standardkostenbasierte Verrechnungspreise von der Unsicherheit der Märkte, führen jedoch zu geringerer Produktion und geringeren Investitionen. Die erwarteten Gesamterfolge spiegeln dies wieder.

$$\begin{array}{rcll}
E\left[\Pi^{fb}\right] & = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] & + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{s}\right] & = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] & + \frac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{m}\right] & = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] & + \frac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b}.
\end{array}$$

Der Flexibilitätsgewinn $\left(Var\left[d\left(\theta\right)\right]-Var\left[c\left(\theta\right)\right]\right)/2b$ beider ex-ante Verfahren ist gleich hoch. Zusammenfassend führen diese Beobachtungen zu nachfolgendem Satz 4.3.

Satz 4.3 (Standardkostenbasierte Verrechnungspreise vs. ex-ante Monopolpreise)**.** *Transferpreise, die von der Zentrale auf Basis von Standardkosten ex-ante festgelegt werden, dominieren immer gegenüber Monopolpreisen, die ex-ante durch den Produktionsbereich festgelegt werden.*

Der Vergleich der beiden ex-ante Mechanismen im allgemeinen Szenario zeigt zwei Haupterkenntnisse. Zum einen ist das Unternehmen bei beiden Verfahren nicht in der Lage, Unsicherheit am Rohstoffmarkt zu Gunsten des Unternehmens zu verarbeiten. Da diese Eigenschaft jedoch beiden Verfahren in gleichem Maße fehlt kann eine Analyse auf Basis der in Abschnitt 2.4 vorgestellten Szenarien nur bedingt neue Erkenntnisse bringen. Zum anderen zeigt sich, dass im Fall von ex-ante Monopolpreisen die Monopolmacht des Produktionsbereichs von diesem egoistisch ausgenutzt wird. Eine Betrachtung der beiden Verfahren im Rahmen der drei Spezialfälle deterministischer Märkte verdeutlicht die Informationsverarbeitungsfähigkeit beider Verfahren.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Die Verarbeitung der Unsicherheit auf beiden Märkten kann theoretisch über die Mengenentscheidung geschehen.

$$q(\theta, I_A, \tau) \quad = \quad \tfrac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}.$$

Würde der Transferpreis in Höhe der tatsächlichen Stückkosten $c(\theta) - I_P$ festgesetzt werden, so könnte bei gegebenen Investitionen die Referenzmenge produziert werden. Ist der Rohstoffmarkt nun deterministisch, so sind die tatsächlichen Stückkosten nicht mehr volatil und damit allen Unternehmenseinheiten bekannt. Die Transferpreise, die auf Basis der erwarteten Stückkosten festgelegt werden, basieren damit auch auf den realisierten Stückkosten. Die Informationsverarbeitung beider Verfahren entspricht in einem solchen Szenario der Referenzlösung.

Deterministischer Absatzmarkt: Anders ist die Situation bei einem deterministischen Absatzmarkt. In die Mengenentscheidung kann nur die Unsicherheit des Absatzmarktes einfließen, der in diesem Szenario nicht volatil ist. Bei einem deterministischen Absatzmarkt ist der Flexibilitätsgewinn der beiden ex-ante Verrechnungspreismechanismen also trotz eines volatilen Rohstoffmarktes null.

Deterministischer Gesamtmarkt: Ist der Gesamtmarkt deterministisch, wirkt sich die nicht optimale Informationsverarbeitung noch fataler auf den Gesamterfolg aus. Während in die Mengenentscheidung der Referenzlösung keine Informationen über die Umwelt einfließen, passt der Absatzbereich seine Mengenentscheidung an den volatilen Maximalpreis an. Er reagiert also bereichserfolgsoptimierend auf die ihm zur Verfügung stehenden Informationen. Da die

Transferpreise unter Unsicherheit festgelegt werden, ist dies der einzige Zeitpunkt, an dem das Unternehmen auf die Unsicherheit der Märkte reagiert. Daraus ergeben sich nachfolgende Bereichserfolge.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^s\right] &= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2 - \tfrac{Var[g(\theta)]}{b}, \\ E\left[\Pi_P^m\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}d^2 - \tfrac{Var[g(\theta)]}{b}, \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_A^s\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2 + \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_A^m\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(b\alpha_A-1)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2 + \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Während also der Absatzbereich davon profitieren kann, dass er die Mengenentscheidung an die Realisierung des Absatzmarktes anpasst, führt diese Informationsverarbeitung zu Flexibilitätsverlusten beim Produktionsbereich, der seine Preisentscheidung unter Unsicherheit trifft. Im Ergebnis führt dies zu einem negativen Flexibilitätsgewinn des Gesamtunternehmens.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^s\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d^2 - \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi^m\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{\left(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2 - \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Die Möglichkeit, auf die Umweltrealisierung zu reagieren, nutzt der Absatzbereich also egoistisch aus, um damit seinen Bereichserfolg zu erhöhen. Er nimmt damit aber eine Reduktion des Gesamterfolges in Kauf.

Das zweite Hauptresultat der Untersuchung im allgemeinen Szenario ist die Überlegenheit einer zentralen Preisentscheidung gegenüber dem ex-ante Monopolpreis. Dieses Resultat ist unabhängig davon, ob die Märkte partiell deterministisch sind oder nur einer der beiden Bereiche investiert. Es gründet darauf, dass der Produktionsbereich durch eine Festlegung des Preises über seinen erwarteten Grenzkosten verhindern will, Verlust zu machen. Er nutzt seine Monopolmacht über den Preis dazu aus, auf Kosten der Zentrale einen höheren Bereichsgewinn zu erwirtschaften. Das dabei der Verlust des Absatzbereichs höher ist als sein Zugewinn, fließt nicht in seine Entscheidung ein.

Es zeigt sich also, als Ergebnis der Sätze 4.2 und 4.3, dass die Zentrale, wenn möglich, das Recht, den Transferpreis festzulegen, nicht delegieren, sondern die Preisent-

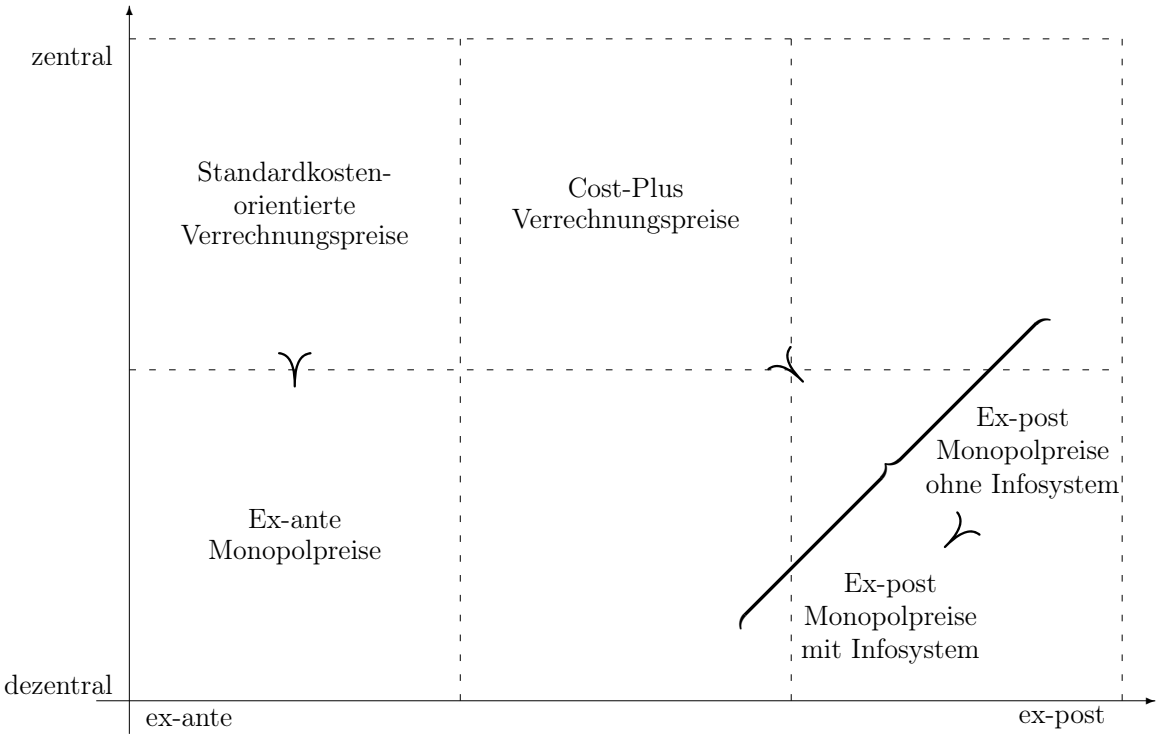


Abbildung 4.2: Vergleich der kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren

scheidung gesamterfolgsoptimierend selber treffen sollte. Dies wird auch anhand von Graphik 4.2 deutlich, in der die Ergebnisse der Sätze 4.1 bis 4.3 dargestellt sind.

Die graphische Veranschaulichung zeigt deutlich, dass Entscheidungen, die zentral getroffen werden können c. p. für das Unternehmen vorteilhafter sind. Dies zeigt die Überlegenheit des zentralen standardkostenorientierten Verrechnungspreismechanismus gegenüber dem ähnlichen ex-ante Monopolpreismechanismus sowie die Überlegenheit des Cost-Plus Verfahrens gegenüber den Verfahren mit ex-post Monopolpreisfestlegung, welche ebenfalls im Ergebnis einen Cost-Plus Transferpreis bewirken.

4.1.4 Ex-ante vs. Cost-Plus Transferpreise

Abschließend sollen noch die Verfahren mit ex-ante Preissetzung mit jenen mit ex-post Preissetzung verglichen werden. Davor sei jedoch auf die unterschiedlichen Anforderungen hingewiesen, die durch die Verfahren mit zentraler Preissetzung an das

Rechnungswesen eines Unternehmens gestellt werden.[5] Der basierend auf Standardkosten ex-ante festgelegte Transferpreis τ^s kann durch das Rechnungswesen relativ leicht verifiziert werden, da er auf Erwartungen über die Kostenrealisierung beruht. Hingegen ist es für das Rechnungswesen des Unternehmens schwieriger, die tatsächlichen Kosten, also die realisierten Kosten $c(\theta)+I_P$, zu beobachten. Der Transferpreis τ^{c+} kann aber nur dann verifiziert werden, wenn die Ist-Kosten beobachtbar sind. Ist eine Verifikation der Ist-Kosten durch das Rechnungswesen möglich, so können Cost-Plus Verrechnungspreise verwendet werden, wenn diese den Verfahren mit ex-ante Preissetzung überlegen sind. Ist eine Verifikation der Ist-Kosten nicht möglich, so bleibt ein Vergleich zwischen ex-post und ex-ante Verrechnungspreisen, um das für das Unternehmen vorteilhafteste Verfahren zu wählen.

Ist eine derartige Verifikation der Ist-Kosten möglich, so hat das Unternehmen die Wahl zwischen einem Cost-Plus Transferpreis, bei dem der Transferpreis erst nach Realisierung der Umwelt vollständig determiniert ist, und den beiden ex-ante Verrechnungspreismechanismen. Wie bereits in Abschnitt 4.1.3 diskutiert, induzieren beide ex-ante Mechanismen bei gegebener Menge Investitionen in Höhe der Referenzlösung.

$$\begin{array}{lllllll}
I_P^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] & \text{und} & I_A^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\
I_P^{s} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{s}\right] & \text{und} & I_A^{s} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{s}\right], \\
I_P^{m} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{m}\right] & \text{und} & I_A^{m} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{m}\right], \\
I_P^{c+} & = & \frac{1}{\alpha_P} \frac{\delta^{c+}}{b} & \text{und} & I_A^{c+} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{c+}\right].
\end{array}$$

Die Investitionswirkung der Cost-Plus Verrechnungspreise kann demnach nicht besser sein als die der ex-ante Verrechnungspreise.

Die Mengenentscheidung

$$q(\theta, I_A, \tau) = \frac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}$$

[5] Vgl. dazu z. B. Baldenius und Reichelstein (1998) oder Zimmerman (2003).

wird abhängig vom Transferpreis

$$\begin{aligned}\tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P^s,\\ \tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P^m + \tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A} E\left[q^m\right],\\ \tau^{c+} &= c\left(\theta\right) - I_P^{c+} + \delta^{c+}\end{aligned}$$

getroffen. Die Transferpreise unterscheiden sich deutlich voneinander. Während die beiden bereits ex-ante festgelegten Verrechnungspreise τ^s und τ^m nur auf Erwartungen über die Umwelt basieren, fließen in den Cost-Plus Verrechnungspreis τ^{c+} die tatsächlichen Kosten ein. Hingegen besteht der standardkostenbasierte Verrechnungspreis τ^s aus den erwarteten Grenzkosten und entspricht demnach der von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956) postulierten Regel zur Transferpreisfestlegung unter Vernachlässigung der Investitionsproblematik und der Unsicherheit auf den Märkten. Die beiden anderen Transferpreise sind jeweils durch einen Aufschlag verzerrt. Während die Produktionsabteilung den Transferpreis τ^m so wählt, dass sie einen positiven Bereichserfolg erzielt, erreicht die Zentrale durch Festlegung eines positiven Zuschlags δ^{c+}, dass der Produktionsbereich überhaupt einen Anreiz hat, kostensenkende Investitionen durchzuführen.

$$\delta^{c+} = \tfrac{b(\alpha_A b-1)}{b^2\alpha_P\alpha_A-1} E\left[q^{c+}\right].$$

Die unterschiedlichen Mengenentscheidungen sind, wie oben schon erwähnt, also ausschließlich durch unterschiedliche Preisentscheidungen verursacht.

$$\begin{aligned}q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b},\\ q^s &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^s+I_A^s}{b} = \tfrac{a(\theta)+I_A^s-\tau^s}{b},\\ q^m &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^m+I_A^m}{b} - \tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A b} E\left[q^m\right] = \tfrac{a(\theta)+I_A^m-\tau^m}{b},\\ q^{c+} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{c+}+I_A^{c+}}{b} - \tfrac{\delta^{c+}}{b} = \tfrac{a(\theta)+I_A^{c+}-\tau^{c+}}{b}.\end{aligned}$$

Die Aufschläge der Transferpreise zeigen sich in Verzerrungen der Mengenentscheidungen. Die erwarteten Mengen der drei Verfahren stimmen auch bei endogen gegebenen Investitionen nicht überein. Insbesondere jedoch ist an der Mengenentscheidung klar erkennbar, welche Informationen über die Umwelt in die Entscheidungen einfließen und in welchem Ausmaß. Die Cost-Plus Menge q^{c+} basiert genau wie die Referenzmenge q^{fb} auf dem tatsächlichen Stückdeckungsbeitrag $d\left(\theta\right) = a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right)$.

Damit fließen Informationen über beide Märkte in die Mengenentscheidung ein. Die Mengen, die durch die ex-ante Verfahren induziert werden, können hingegen nur von Erwartungen über die Kosten und damit den Rohstoffmarkt beeinflusst sein. Es fließen also nur Informationen über den Absatzmarkt in die Entscheidung ein.

Aus Investitions- und Produktionsentscheidungen können nun die tatsächlich induzierten Politiken gewonnen werden.

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{s} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{m} &= \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{c+} &= \tfrac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_A^{fb} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{s} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{m} &= \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{c+} &= \tfrac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \tfrac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}, \\ q^{s} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}, \\ q^{m} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}, \\ q^{c+} &= \tfrac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}. \end{aligned}$$

Wie bereits erwähnt führen Investitionsentscheidungen in Zusammenhang mit der im Erwartungswert optimalen Mengenfestlegung bei standardkostenbasierten Verrechnungspreisen zu Investitionen in Höhe der Referenzlösung. Standardkostenbasierte Verrechnungspreise dominieren daher ex-ante Monopolpreise und in einer sicheren Umwelt auch Cost-Plus Verrechnungspreise. Ein Vergleich zwischen Cost-Plus Verrechnungspreisen und ex-ante Monopolpreisen fällt nicht so eindeutig aus. Welches Verfahren höhere Gesamtinvestitionen oder eine höhere erwartete Produktionsmenge induziert, hängt von den Investitionskosten α_i und der Preisreagibilität b ab.

Ein Vergleich der erwarteten Gesamterfolge schließlich zeigt die Vorteile der Verfahren deutlich.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{s}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{m}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{c+}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Die Informationsverarbeitung im Fall der Cost-Plus Verrechungspreise entspricht derjenigen im Referenzfall. Das Unternehmen kann in diesem Fall also ex-post effizient von der Volatilität der Märkte profitieren. Diese überlegene Informationsverarbeitung beruht maßgeblich auf der Struktur des Transferpreises.

Im Fall der ex-ante Verrechnungspreise fließen Informationen bzgl. der Stückkosten lediglich über Erwartungen in die Entscheidung über den Transferpreis ein. Cost-Plus Verrechnungspreise hingegen basieren auf den tatsächlichen Stückkosten. Zusammen mit der über die Mengenentscheidung berücksichtigten Realisierung des Maximalpreises kann der Absatzbereich in vollem Ausmaß von der Volatilität der Märkte profitieren, da ihm über den Transferpreis die gesamte Verantwortung für die Reaktion auf die Entwicklung der Märkte übertragen ist. Dementsprechend liegt der Vorteil des Cost-Plus Verfahrens in der ex-post effizienten Nutzung der Volatilität und dem im Vergleich zur Referenzlösung effizienten Flexibilitätsgewinn $\frac{Var[d(\theta)]}{2b}$.

Im Gegensatz dazu setzt das Verfahren auf Basis standardkostenbasierter Verrechnungspreise effiziente Investitionsanreize und führt zu einer Mengenentscheidung, welche derjenigen im Referenzfall im Erwartungswert gleicht. Lediglich die Informationsverarbeitung ist nicht effizient.

Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Vorteilhaftigkeit eines der Verfahren eng mit der Höhe des möglichen Flexibilitätsvorteils zusammenhängt. Agiert das Unternehmen auf sicheren Märkten, fällt die Varianz also weg, so sind standardkostenbasierte Verrechnungspreise immer überlegen. Ist hingegen der Rohstoffmarkt stark volatil, gilt also $Var\left[c\left(\theta\right)\right] \gg 0$, so wird eher das Cost-Plus Verfahren überlegen sein.

Das ex-ante Monopolpreisverfahren schließlich induziert bei gegebener Menge zwar die effizienten Investitionsentscheidungen, führt aber im Vergleich zu standardkostenbasierten Verrechnungspreisen zu geringerer Produktion. Ex-ante Monopolpreise

sind standardkostenbasierten Verrechnungspreisen daher immer unterlegen. Welches der beiden Verfahren, ex-ante Monopolpreise oder Cost-Plus Verrechnungspreise, zu einem höheren erwarteten Gesamterfolg führt, hängt von den Investitionskosten α_i und der Preisreagibilität b sowie der Volatilität der Märkte ab.

Diese Beobachtungen werden im nachfolgenden Satz 4.4 konkretisiert.[6]

Satz 4.4 (Ex-ante vs. Cost-Plus Verrechnungspreise)**.** *Ein Vergleich der ex-ante Verrechnungspreismechanismen mit dem Verfahren der Cost-Plus Verrechnungspreise führt zu nachfolgendem Ergebnis.*

$E[\Pi^s]$ ***vs.*** $E[\Pi^{c+}]$***:*** *Eine Steuerung anhand von Cost-Plus Verrechnungspreisen ist einer dezentralen Unternehmenssteuerung auf Basis von standardkostenbasierten Verrechnungspreisen genau dann überlegen, wenn gilt*

$$Var[c(\theta)] \quad \geq \quad \frac{\alpha_P^2 \alpha_A^3 b^3}{(\alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A)(\alpha_A b - 1)\left(b^2 \alpha_P^2 \alpha_A + \alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A\right)} E^2[d(\theta)] \quad \geq \quad 0.$$

$E[\Pi^m]$ ***vs.*** $E[\Pi^{c+}]$***:*** *Eine Steuerung anhand von Cost-Plus Verrechnungspreisen ist einer dezentralen Unternehmenssteuerung auf Basis von ex-ante Monopolpreisen genau dann überlegen, wenn gilt*

$$Var[c(\theta)] \quad \geq \quad -\alpha_P^2 \alpha_A b \frac{\alpha_A^3 b^4 \alpha_P^2 - 2\alpha_A^3 b^3 \alpha_P + \alpha_A^3 b^2 - 2\alpha_A^2 b^3 \alpha_P^2 + 3\alpha_P \alpha_A b + b^2 \alpha_P^2 \alpha_A - \alpha_P}{(2\alpha_P \alpha_A b - 2\alpha_P - \alpha_A)^2 (\alpha_A b - 1)\left(b^2 \alpha_P^2 \alpha_A + \alpha_P \alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A\right)} E^2[d(\theta)].$$

Mit steigender Varianz der Stückkosten nimmt die Bedeutung dieser Varianz für den Gesamtunternehmenserfolg zu. Ab einem gewissen Schwellenwert überwiegt die Bedeutung dieser Varianz den Nutzen, den das Unternehmen aus den effizienten Investitionsanreizen im Fall der standardkostenbasierten Verrechnungspreise ziehen kann. Je volatiler die Stückkosten sind, desto wichtiger ist es für das Unternehmen, Informationen über die Umwelt effizient zu verarbeiten. Bei verhältnismäßig schwach volatilen Stückkosten sind effiziente Investitionsanreize wichtiger. Der vorangegangene Satz 4.4 verallgemeinert das von Lengsfeld und Schiller (2004) vorgestellte Kernergebnis für den Fall, dass neben Kosten- auch Erlösunsicherheit vorliegt. Der Vergleich zwischen ex-ante monopolpreisbasierten Verrechnungspreisen und Cost-Plus Verrechnungspreisen zeigt, dass Aussagen über die Vorteilhaftigkeit eines der

[6] Der erste Teil dieses Satzes verallgemeinert das Kernergebnis von Lengsfeld und Schiller (2004) für den Fall von Erlösunsicherheit. Pfeiffer u. a. (2007) zeigen diesen Teil des Satzes für verallgemeinerte Kosten- und Erlösfunktionen.

beiden Verfahren nicht unabhängig von den Investitionskosten α_i und der Preisreagibilität b getätigt werden können.

Anhand der Sonderfälle partiell deterministischer Märkte können diese Überlegungen bestätigt werden.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Wird der Sonderfall betrachtet, dass der Rohstoffmarkt deterministisch ist, so beruht der Transferpreis bei allen drei Verfahren auf den deterministischen tatsächlichen Stückkosten.

$$\begin{aligned}\tau^s &= c - I_P^s,\\ \tau^m &= c - I_P^m + \tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A} E\left[q^m\right],\\ \tau^{c+} &= c - I_P^{c+} + \delta^{c+}.\end{aligned}$$

Informationen können also lediglich über die Mengenentscheidung verarbeitet werden. Diese ist jedoch bei allen kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren identisch.

$$q\left(\theta, I_A, \tau\right) = \tfrac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}.$$

Alle drei Verfahren verarbeiten also dieselbe Information. In der weiteren Beurteilung spielt die Fähigkeit, Investitionsanreize setzen zu können, eine entscheidende Rolle. Wie aber oben schon beschrieben ist die Investitionssteuerung der ex-ante Mechanismen jener des Cost-Plus Verfahren überlegen. Im Ergebnis muss jedenfalls das Verfahren der standardkostenorientierten Verrechnungspreise dem Cost-Plus Verfahren überlegen sein. Wann das ex-ante Monopolpreisverfahren dem Cost-Plus Verfahren überlegen ist, ist hingegen immer noch von Investitionskostenparametern und Preisreagibilität abhängig. Diese Beobachtungen sind auch an den erwarteten Gesamtgewinnen bei deterministischem Rohstoffmarkt ablesbar.

$$\begin{aligned}E\left[\Pi^s\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 &+ \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b},\\ E\left[\Pi^m\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{\left(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 &+ \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b},\\ E\left[\Pi^{c+}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 &+ \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}.\end{aligned}$$

Die Flexibilitätsgewinne aller drei Verfahren sind identisch. Der zweite Teil des erwarteten Gesamtgewinns bei standardkostenorientierten Verrechnungspreisen gleicht hingegen dem der Referenzlösung, während die der anderen beiden

Verfahren davon abweichen. Die Frage nach der Vorteilhaftigkeit dieser drei Verfahren ist in diesem Setting also unabhängig von der Volatilität der Märkte beantwortbar.

Deterministischer Absatzmarkt: Ist hingegen der Absatzmarkt deterministisch, so treten die Unterschiede der Informationsverarbeitung noch deutlicher zu Tage. Da die ex-ante Mechanismen auf Grund der Preissetzung noch vor Realisierung der Umwelt nicht auf die Realisierungen der Umwelt auf dem Rohstoffmarkt eingehen können, bleibt ihnen nur die Reaktion auf den Absatzmarkt. Ist dieser jedoch deterministisch, können sie keine Information verarbeiten. Anders hingegen das Cost-Plus Verfahren. Dieses Verfahren kann im Ausmaß der Referenzlösung von der Unsicherheit der Märkte profitieren und daher einen von der Varianz der Stückkosten abhängigen Flexibilitätsgewinn erwirtschaften. Tritt bei einem hochvolatilen Rohstoffmarkt die effiziente Anreizsetzung in den Hintergrund, wird also eine gute Informationsverarbeitung für das Unternehmen immer wichtiger, so wird das Cost-Plus Verfahren den ex-ante Transferpreismechanismen zunehmend überlegen. Dieses Setting verdeutlicht nur die schon im allgemeinen Setting gemachten Beobachtungen.

Deterministischer Gesamtmarkt: Liegt nun ein deterministischer Gesamtmarkt vor, indem sich die Veränderungen der beiden Partialmärkte stets ausgleichen, so zeigt sich ein schon aus Abschnitt 4.1.3 bekannter weiterer Effekt. Die beiden ex-ante Mechanismen können die vorhandene Information nur asymmetrisch nutzen, sie verarbeiten in einem solchen Szenario die Informationen auf dem Rohstoffmarkt, ohne die gleichlautenden Veränderungen des Absatzmarktes zu berücksichtigen. Der für das Gesamtunternehmen ausschlaggebende Stückdeckungsbeitrag ist hingegen deterministisch, weswegen es im Interesse der Zentrale ist, keinerlei Informationen zu verarbeiten. Die Informationsverarbeitung der ex-ante Mechanismen ist daher aus Sicht der Zentrale nachteilig. Dies zeigt sich auch anhand der erwarteten Gesamterfolge.

$$
\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d^2, \\
E\left[\Pi^{s}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d^2 - \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{m}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}d^2 - \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{c+}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}d^2.
\end{aligned}
$$

Anstatt wie in der Referenzsituation und im Cost-Plus Verfahren die Unsicherheit der Partialmärkte zu vernachlässigen, führt die suboptimale Informationsverarbeitung der ex-ante Mechanismen zu einem Flexibilitätsverlust. Je unsicherer die Partialmärkte sind, desto höher wird dieser Verlust. Infolgedessen gilt wieder, dass die richtige Informationsverarbeitung des Cost-Plus Verfahrens wichtiger wird als die effizienten Investitionsanreize der ex-ante Mechanismen, wenn die Unsicherheit auf dem Rohstoffmarkt hoch genug wird.

Auch die beiden Sonderfälle der einseitigen Investition führen zu beachtenswerten Ergebnissen.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Hat nur Bereich P die Möglichkeit zu investieren, so zeigt ein Vergleich zwischen Cost-Plus Verfahren und ex-ante Monopolpreisverfahren, dass das Cost-Plus Verfahren immer überlegen ist. Dazu seien die Transferpreisentscheidungen

$$\begin{aligned} \tau^{m} &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P^{m} + bE\left[q^{m}\right], \\ \tau^{c+} &= c\left(\theta\right) - I_P^{c+} + \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{c+}\right] \end{aligned}$$

sowie die Investitions- und Preisentscheidungen

$$\begin{aligned} I_P^{m} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{m}\right] \quad \text{und} \quad q^{m} = \tfrac{a(\theta) - E[c(\theta)] + I_P^{m}}{b} - E\left[q^{m}\right], \\ I_P^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha_P}\tfrac{1}{b\alpha_P} E\left[q^{c+}\right] \quad \text{und} \quad q^{c+} = \tfrac{a(\theta) - c(\theta) + I_P^{c+}}{b} - \tfrac{1}{b\alpha_P} E\left[q^{c+}\right] \end{aligned}$$

wiederholt. In einem derart reduzierten Setting wählt die Zentrale einen Aufschlagsatz δ^{c+} für den gilt

$$\delta^{c+} = \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{c+}\right].$$

Dabei gilt $1 > \frac{1}{b\alpha_P}$.[7] Während also die Investitionsentscheidung durch das Cost-Plus Verrechnungspreisverfahren bei gegebener Menge geringer ausfällt als bei ex-ante Monopolpreisen, so wird die erwartete Mengenentscheidung bei gegebener Investition hingegen durch das Verfahren der ex-ante Monopolpreise stärker verzerrt als durch das Cost-Plus Verfahren. Die Unternehmenserfolge

[7] Vgl. Abschnitt 2.4.

lassen sich wie auch im allgemeinen Setting berechnen.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{m}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3b\alpha_P-1)}{(2b\alpha_P-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi^{c+}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(b\alpha_P+1)}{b\alpha_P(b\alpha_P+1)-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Die Informationsverarbeitung des Cost-Plus Verfahrens ist also immer überlegen. Des Weiteren zeigt sich wie auch schon beim Vergleich von ex-post Verrechnungspreisen mit dem Cost-Plus Verfahren in Abschnitt 4.1.2, dass die Zentrale besser in der Lage ist, zwischen Investitions- und Produktionssteuerung im Interesse des Gesamtunternehmens abzuwägen. Das Cost-Plus Verfahren erwirtschaftet in diesem Setting also sowohl einen höheren Flexibilitätsgewinn als auch einen höheren Gewinn unter Sicherheit.

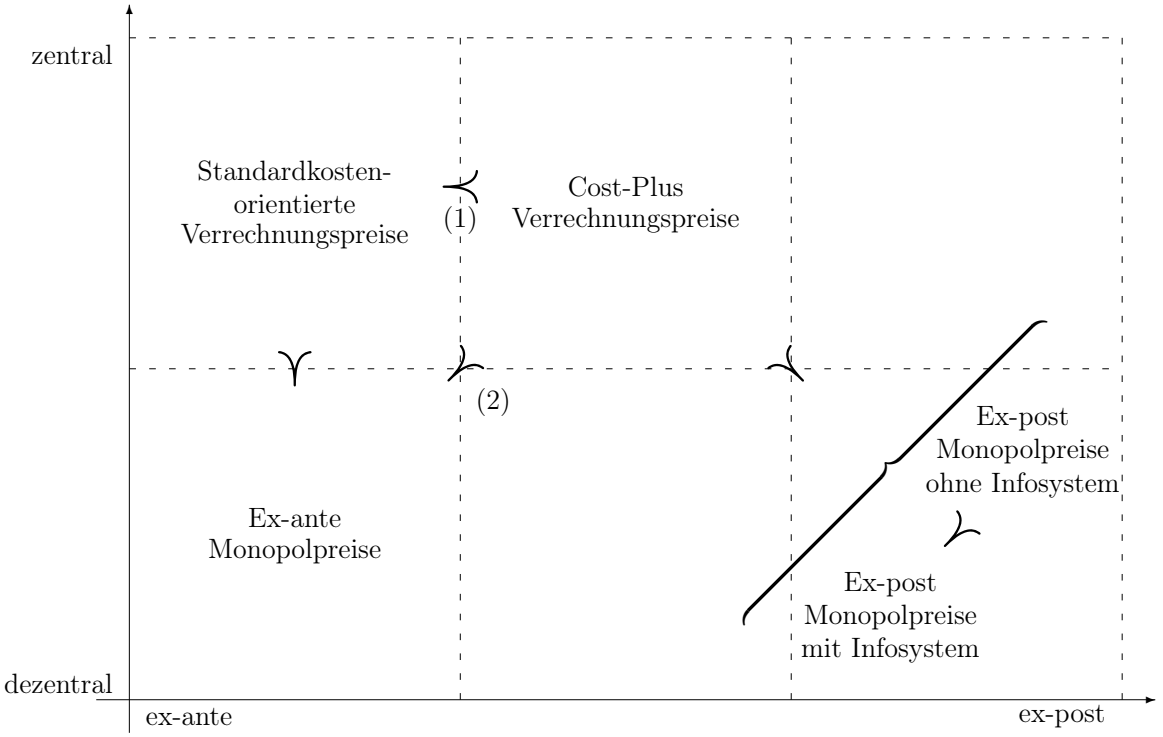
Hingegen führt ein Vergleich von Cost-Plus und standardkostenorientiertem Verrechnungspreissystem weiterhin zu einer Bedingung abhängig von der Varianz der Stückkosten: Standardkostenorientierte Verrechnungspreise sind Cost-Plus Verrechnungspreisen überlegen, wenn gilt

$$Var\left[c\left(\theta\right)\right] \leq \tfrac{\alpha_P^2 b^2}{(b\alpha_P-1)\left(b^2\alpha_P^2+b\alpha_P-1\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Dies ist konsistent mit den Beobachtungen im allgemeinen Szenario.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A: Kann nur Bereich A investieren, so führt das Cost-Plus Verfahren wie in Abschnitt 3.3.3 beschrieben zu einer Reproduktion der First-Best Lösung. Infolgedessen ist es den beiden anderen Verfahren unabhängig von Investitionskosten, Preisreagibilität oder Informationsverarbeitungsfähigkeiten in diesem Setting immer überlegen.

Die Ergebnisse dieses Abschnitts ergänzen Abbildung 4.2. Abbildung 4.3 stellt die Zusammenhänge der Überlegenheiten für den Fall dar, dass die Zentrale in der Lage ist, die tatsächlich angefallenen Stückkosten zu verifizieren. Es wurde die in Satz 4.4 vorgestellte Beziehung zwischen ex-ante und Cost-Plus Verrechnungspreisen ergänzt.



$$
\begin{aligned}
(1) \quad &\Leftrightarrow \quad Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\
&\qquad \geq \quad \frac{b^3\alpha_P^2\alpha_A^3}{\left(b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A-1\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
(2) \quad &\Leftrightarrow \quad Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\
&\qquad \geq \quad -\alpha_P^2\alpha_A b \frac{\alpha_A^3 b^4\alpha_P^2-2\alpha_A^3 b^3\alpha_P+\alpha_A^3 b^2-2\alpha_A^2 b^3\alpha_P^2+3\alpha_P\alpha_A b+b^2\alpha_P^2\alpha_A-\alpha_P}{\left(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2\left(\alpha_A b-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}
$$

Abbildung 4.3: Vergleich der kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren bei Verifikation der Ist-Kosten

4.1.5 Ex-ante vs. ex-post Transferpreise

Ist der Zentrale eine Verifikation der Ist-Kosten nicht möglich, so bleibt ihr die Wahl zwischen den ex-ante Mechanismen und den ex-post Mechanismen. Im Gegensatz zum Cost-Plus Verfahren sind die beiden ex-post Verfahren, wie aus Abschnitt 3.3.2 bekannt, jedoch nicht in der Lage, im Sinne der Zentrale optimal auf die Realisierung der Umwelt zu reagieren.

Ein Vergleich der vier Verfahren soll zuerst die Investitionswirkung einander gegenüberstellen.

$$\begin{array}{llllll}
I_P^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] & \text{und} & I_A^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\
I_P^{s} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{s}\right] & \text{und} & I_A^{s} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{s}\right], \\
I_P^{m} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{m}\right] & \text{und} & I_A^{m} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{m}\right], \\
I_P^{Info} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{Info}\right] & \text{und} & I_A^{Info} & = & \frac{1}{\alpha_A}\frac{1}{2} E\left[q^{Info}\right], \\
I_P^{oInfo} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{oInfo}\right] & \text{und} & I_A^{oInfo} & = & \frac{1}{\alpha_A}\frac{1}{2} E\left[q^{oInfo}\right].
\end{array}$$

Zumindest der Produktionsbereich investiert bei gegebener Menge sowohl bei exante als auch bei ex-post Verrechnungspreisen in Höhe der Referenzlösung. Der Absatzbereich hingegen reduziert seine Investition bei gegebener Menge um die Hälfte, wenn der Transferpreis erst nach der Realisierung der Umwelt festgelegt wird.

Da die Mengenentscheidung

$$q\left(\theta, I_A, \tau\right) \quad = \quad \frac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}$$

unabhängig vom Zeitpunkt der Transferpreisvorgabe ist, sind unterschiedliche Mengen ausschließlich auf unterschiedliche Preise zurückzuführen.

$$\begin{array}{lll}
\tau^{s} & = & E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P^{s}, \\
\tau^{m} & = & E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P^{m} + \frac{\alpha_A b-1}{\alpha_A} E\left[q^{m}\right], \\
\tau^{Info} & = & c\left(\theta\right) - I_P^{Info} + bq^{Info}, \\
\tau^{oInfo} & = & c\left(\theta\right) - I_P^{oInfo} + bE_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right].
\end{array}$$

Die vier Transferpreise können zum einen anhand des Zeitpunktes, an dem sie festgelegt werden, unterschieden werden, zum anderen anhand der preissetzenden Einheit. Der standardkostenorientierte Verrechnungspreis wird gesamterfolgsoptimierend durch die Zentrale, die anderen drei werden bereichserfolgsoptimierend durch den Produktionsbereich festgelegt. Während die Zentrale einen Preis wählt, der bei Abstraktion von Umweltunsicherheit und der Investitionsproblematik der Regel von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956) entspricht, wählt der Produktionsbereich in allen drei Fällen einen Preis, der im Erwartungswert über den durch die Zentrale gewählten erwarteten Stückkosten liegt. Ob der Transferpreis hingegen lediglich auf Erwartungen über die Realisierung der Stückkosten beruht oder auf den

tatsächlichen Stückkosten, liegt am Zeitpunkt, an dem über den Preis entschieden wird: Vor bzw. nach Realisierung der Umwelt.

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\
q^{s} &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^{s}+I_A^{s}}{b} = \tfrac{a(\theta)+I_A^{s}-\tau^{s}}{b}, \\
q^{m} &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^{m}+I_A^{m}}{b} - \tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A b} E\left[q^{m}\right] = \tfrac{a(\theta)+I_A^{m}-\tau^{m}}{b}, \\
q^{Info} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{Info}+I_A^{Info}}{b} - q^{Info} = \tfrac{a(\theta)+I_A^{Info}-\tau^{Info}}{b}, \\
q^{oInfo} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{oInfo}+I_A^{oInfo}}{b} - E_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right] = \tfrac{a(\theta)+I_A^{oInfo}-\tau^{oInfo}}{b}.
\end{aligned}$$

Während die Mengenentscheidung der beiden ex-post Mechanismen also auf dem realisierten Stückdeckungsbeitrag $d(\theta) = a(\theta) - c(\theta)$ beruht, basiert die Mengenfestlegung der ex-ante Mechanismen auf der Differenz zwischen realisiertem Maximalpreis und erwarteten Basisstückkosten $a(\theta) - E[c(\theta)]$. Die im Unternehmen vorhandenen Informationen fließen bei ex-ante Transferpreisen also nur partiell in die Mengenentscheidung ein: Informationen über den Rohstoffmarkt können über ex-ante Transferpreise nicht verarbeitet werden.

Diese Beobachtungen bestätigen sich anhand der tatsächlichen Investitions- und Produktionsentscheidungen.

$$\begin{aligned}
I_P^{fb} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_P^{s} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_P^{m} &= \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_P^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d(\theta)\right], \\
I_P^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d(\theta)\right]
\end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned}
I_A^{fb} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_A^{s} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_A^{m} &= \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_A^{Info} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d(\theta)\right], \\
I_A^{oInfo} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d(\theta)\right]
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b},\\
q^{s} &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b},\\
q^{m} &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b},\\
q^{Info} &= \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b},\\
q^{oInfo} &= \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Woraus sich die erwarteten Gesamterfolge ergeben.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{s}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{m}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{Info}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A b\alpha_P-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{1}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{oInfo}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{1}{4}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}.
\end{aligned}$$

Zusammenfassend lässt sich die Wahl zwischen ex-post und ex-ante Verrechnungspreisen auf die Frage reduzieren, ob es für das Unternehmen wichtiger ist, durch die ex-ante Mechanismen die richtigen Investitionsanreize zu setzen oder durch die ex-post Mechanismen die Unsicherheit beider Märkte bei den Entscheidungen zu berücksichtigen.

Diese Überlegungen führen zu Satz 4.5, in dem sie formalisiert werden.[8]

Satz 4.5 (Ex-ante vs. ex-post Verrechungspreise)**.** *Ein Vergleich der ex-ante mit den ex-post Verrechnungspreismechanismen führt zu nachfolgendem Ergebnis.*

$E\left[\Pi^{s}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{Info}\right]$*: Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von standardkostenbasierten Verrechnungspreisen ist einer Steuerung auf Basis von ex-post Monopolpreisen mit Informationssystem genau dann überlegen, wenn gilt*

$$\begin{aligned}
&Var\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4}Var\left[d\left(\theta\right)\right]\\
\leq\ &\alpha_P^2\alpha_A^2 b\frac{4\alpha_P\alpha_A b^2+5\alpha_P b-1}{(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)(4\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right].
\end{aligned}$$

[8] Die ersten beiden Teile dieses Satzes werden von Pfeiffer u. a. (2007) für den Fall allgemein formulierter Erlös- und Kostenfunktionen beschrieben.

$E[\Pi^s]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{oInfo}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von standardkostenbasierten Verrechnungspreisen ist einer Steuerung auf Basis von ex-post Monopolpreisen ohne Informationssystem genau dann überlegen, wenn gilt*

$$\begin{aligned} & Var\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\ \leq \quad & \alpha_P^2 \alpha_A^2 b \tfrac{4\alpha_P\alpha_A b^2 + 5\alpha_P b - 1}{(\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A)(4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Es gilt:

$$\alpha_P^2 \alpha_A^2 b \tfrac{4\alpha_P\alpha_A b^2 + 5\alpha_P b - 1}{(\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A)(4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} \quad \geq \quad 0.$$

$E[\Pi^m]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{Info}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von ex-ante Monopolpreisen ist einer Steuerung auf Basis von ex-post Monopolpreisen mit Informationssystem genau dann überlegen, wenn gilt*

$$\begin{aligned} & Var\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\ \leq \quad & \alpha_P^2 \alpha_A b \tfrac{28\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2 - 16\alpha_P\alpha_A^2 b - 29\alpha_P^2\alpha_A b + \alpha_A^2 + 7\alpha_P\alpha_A + \alpha_P^2}{(2\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_P - \alpha_A)^2(4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

$E[\Pi^m]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{oInfo}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von ex-ante Monopolpreisen ist einer Steuerung auf Basis von ex-post Monopolpreisen ohne Informationssystem genau dann überlegen, wenn gilt*

$$\begin{aligned} & Var\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\ \leq \quad & \alpha_P^2 \alpha_A b \tfrac{28\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2 - 16\alpha_P\alpha_A^2 b - 29\alpha_P^2\alpha_A b + \alpha_A^2 + 7\alpha_P\alpha_A + \alpha_P^2}{(2\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_P - \alpha_A)^2(4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Es gilt:

$$\alpha_P^2 \alpha_A b \tfrac{28\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2 - 16\alpha_P\alpha_A^2 b - 29\alpha_P^2\alpha_A b + \alpha_A^2 + 7\alpha_P\alpha_A + \alpha_P^2}{(2\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_P - \alpha_A)^2(4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} \quad \geq \quad 0.$$

Es ist also möglich, dass eine akkurate Reaktion auf die Volatilität der Märkte für das Unternehmen wichtiger sein kann als eine effiziente Investitionsanreizsetzung. Im vorangegangenen Satz 4.5 spielt jedoch das Zusammenspiel der beiden Märkte eine wesentliche Rolle. Neben der Varianz der Stückkosten wird die Vorteilhaftigkeit der Verfahren auch durch die Varianz des Stückdeckungsbeitrages bzw. der bedingten Erwartung $E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]$ darüber bestimmt. Damit ist die Beantwortung der Frage nach der Vorteilhaftigkeit stark durch das Zusammenspiel der beiden Märkte beeinflusst.

Die Auswirkungen anderer Marktkonstellationen treten im Rahmen der Sonderfälle der partiell deterministischen Märkte deutlicher zu Tage.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so sind die Basisstückkosten des Unternehmens nicht mehr volatil. Damit stimmt die einzig mögliche Realisierung der Basisstückkosten mit ihrem Erwartungswert überein. Folglich basieren die Preisentscheidungen der ex-ante und ex-post Mechanismen auf denselben Stückkosten.

$$\begin{aligned}
\tau^{s} &= c - I_P^{s}, \\
\tau^{m} &= c - I_P^{m} + \tfrac{\alpha_A b - 1}{\alpha_A} E\left[q^{m}\right], \\
\tau^{Info} &= c - I_P^{Info} + b q^{Info}, \\
\tau^{oInfo} &= c - I_P^{oInfo} + b E\left[q^{oInfo}\right].
\end{aligned}$$

Der Vorteil der ex-post Mechanismen, dass sie Informationen auch über den Rohstoffmarkt verarbeiten können, entfällt also. Informationen über den Absatzmarkt jedoch können von allen Mechanismen verarbeitet werden. Aus Abschnitt 3.3.2 ist bekannt, dass ein Informationssystem, welches den Produktionsbereich zum Zeitpunkt der Preisentscheidung mit Informationen über den Absatzmarkt versorgt, von diesem egoistisch ausgenutzt wird, wodurch der Flexibilitätsgewinn des Gesamtunternehmens sinkt. Die vorhandene Information wird also nur durch die anderen drei Verfahren im Sinne der Zentrale verarbeitet. Dies zeigen auch die erwarteten Gesamterfolge.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{s}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{m}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A b\alpha_P-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Liegt also keine Unsicherheit auf dem Rohstoffmarkt vor, so tritt die Fähigkeit zur Informationsverarbeitung bei der Beurteilung der Vorteilhaftigkeit in den Hintergrund. Bemerkenswert ist in diesem Fall vielmehr, ob die Preisentscheidung zusammen mit der Investitionsentscheidung vor Realisierung der Umwelt oder nach Realisierung der Umwelt und damit auch nach der Investitionsentscheidung getroffen wird. Demnach ändern sich die Ergebnisse aus Satz 4.5

dahingehend, dass beide ex-ante Mechanismen beiden ex-post Mechanismen in einem Setting mit deterministischem Rohstoffmarkt überlegen sind.

Deterministischer Absatzmarkt: Liegt hingegen ein deterministischer Absatzmarkt vor, so treten die unterschiedlichen Fähigkeiten, die Umweltunsicherheit zu verarbeiten, deutlicher hervor. Der maßgebliche Unterschied zwischen ex-post und ex-ante Transferpreismechanismen besteht darin, ob die Volatilität des Rohstoffmarktes verarbeitet wird oder nicht. Ein deterministischer Absatzmarkt führt nun dazu, dass die ex-ante Verfahren keine Umweltunsicherheit verarbeiten können, die ex-post Verfahren demnach alleine in der Lage sind, auf Schwankungen der Umwelt zu reagieren.

Deterministischer Gesamtmarkt: Ähnlich zeigt sich bei einem deterministischen Gesamtmarkt, dass die ex-post Mechanismen zwar nicht immer in der Lage sind, im Ausmaß der Referenzlösung von der Umweltunsicherheit zu profitieren, jedoch entspricht ihr Flexibilitätsgewinn einem Vielfachen des Flexibilitätsgewinns des Referenzfalls. Hingegen verarbeiten die ex-ante Mechanismen Unsicherheit auf den Märkten asymmetrisch, was in diesem Spezialfall zu einem negativen Flexibilitätsgewinn führt.

Eine Betrachtung des Sonderfalls der einseitigen Investition durch den Produktionsbereich führt zu einer weiteren Verdeutlichung der unterschiedlichen Informationsverarbeitungsfähigkeiten. Die Investitionsentscheidung aller vier Verfahren entspricht bei gegebener Menge der Referenzlösung, da nur die Investitionen des Absatzbereichs bei gegebener Menge nicht der Referenzlösung entsprochen hätten. Der Term, den der Produktionsbereich in diesem Szenario einseitiger Investitionen nun auf die (erwarteten) Kosten aufschlägt, ist bei allen drei Monopolpreisverfahren strukturell identisch.

$$\begin{aligned}
\tau^{s} &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P^{s}, \\
\tau^{m} &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P^{m} + bE\left[q^{m}\right], \\
\tau^{Info} &= c\left(\theta\right) - I_P^{Info} + bq^{Info}, \\
\tau^{oInfo} &= c\left(\theta\right) - I_P^{oInfo} + bE_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right].
\end{aligned}$$

Bei gegebener Investition und Menge führt dies also zu denselben erwarteten Transferpreisen und infolgedessen zu denselben erwarteten Mengen.

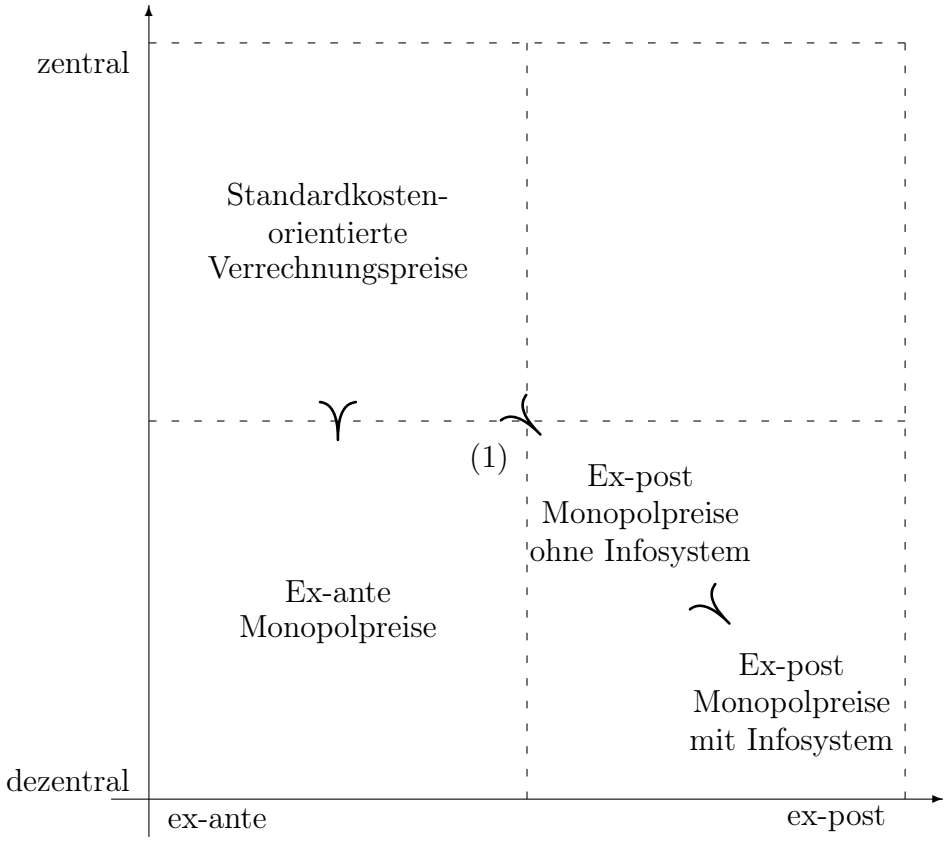
$$\begin{aligned}
q^s &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^s+I_A^s}{b}, \\
q^m &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^m+I_A^m}{b} - E\left[q^m\right], \\
q^{Info} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{Info}+I_A^{Info}}{b} - q^{Info}, \\
q^{oInfo} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{oInfo}+I_A^{oInfo}}{b} - E_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right].
\end{aligned}$$

Im Ergebnis führt dies dazu, dass sich die drei Monopolpreisverfahren nur im Hinblick auf ihre Informationsverarbeitungsfähigkeiten unterscheiden.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^s\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{b\alpha_P-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^m\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3b\alpha_P-1)}{(2b\alpha_P-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3b\alpha_P-1)}{(2b\alpha_P-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3b\alpha_P-1)}{(2b\alpha_P-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}.
\end{aligned}$$

Diese unterschiedlichen Informationsverarbeitungsfähigkeiten sind oben für das Szenario beidseitiger Investitionen ausführlich dargestellt, und lassen sich auf diesen Sonderfall leicht übertragen. Da aus dem Szenario exklusiver Investitionen des Absatzbereichs keine neuen Erkenntnisse gewonnen werden können, wird auf eine Gegenüberstellung der Wirkungsweisen von ex-ante und ex-post Transferpreisverfahren in diesem Setting verzichtet.

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Zusammenhänge zwischen ex-ante und ex-post Verrechnungspreismethoden für den Fall, dass die Zentrale nicht in der Lage ist, die tatsächlich angefallenen Stückkosten zu verifizieren, sind in Abbildung 4.4 dargestellt. Diese Abbildung stellt das Gegenstück zu Abbildung 4.3 dar und ergänzt Abbildung 4.2 um das in Satz 4.5 vorgestellte Ergebnis des Vergleichs zwischen standardkostenbasierten Verrechnungspreisen und ex-post Verrechnungspreisen ohne Informationssystem. Die beiden anderen Verfahren – ex-post Monopolpreise mit Informationssystem und ex-ante Monopolpreise – werden, wie in den Abschnitten 4.1.1 und 4.1.3 gezeigt, jeweils dominiert. Vergleiche mit diesen Verfahren werden daher aus Gründen der Übersichtlichkeit in dieser Abbildung nicht dargestellt.



$$(1) \quad \Leftrightarrow \quad \tfrac{1}{4} Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] - Var\left[c\left(\theta\right)\right] > -\frac{b\alpha_P^2\alpha_A^2\left(4b^2\alpha_P\alpha_A+5b\alpha_P-1\right)}{\left(b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(4b\alpha_P\alpha_A-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]$$

Abbildung 4.4: Vergleich der kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren ohne Verifikation der Ist-Kosten

4.1.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

In den Abschnitten 4.1.1 bis 4.1.5 wurden, basierend auf dem in Kapitel 2 vorgestellten Modellrahmen, die Wirkungsweisen unterschiedlicher kostenbasierter Verrechnungspreisverfahren untersucht. Aus empirischen Studien ist schon lange bekannt, dass in den meisten divisionalisierten Unternehmen kostenbasierte Verrechnungspreise zum Einsatz kommen.[9] Dabei umfassen kostenbasierte Verrechnungspreise eine relativ heterogene Menge verschiedener Typen. So kann zwischen istkostenbasierten und standardkostenbasierten Verrechnungspreisen unterschieden werden oder zwischen Verrechnungspreisen, die durch die Zentrale oder den Produktionsbe-

[9] Vgl. z. B. Grabski (1985) oder Emmanuel und Mehafdi (1994).

reich festgelegt werden. Aus der bisherigen akademischen Literatur geht dabei nicht hervor, welche Vorteile die unterschiedlichen Verfahren besitzen und wann welches Verfahren zum Einsatz kommen sollte.

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die in Abschnitt 3.3 vorgestellten kostenbasierten Verrechnungspreise insbesondere auf ihre Fähigkeit untersucht, ex-ante optimale Anreize zur spezifischen Investitionstätigkeit zu induzieren sowie ex-post eine optimale Informationsverarbeitung im Rahmen der Produktionstätigkeit zu gewährleisten. Dabei stand die Identifikation von Bedingungen im Vordergrund, unter denen einzelne Verfahren anderen überlegen sind. Verallgemeinert man die gefundenen Bedingungen, so lassen sich Leitlinien formulieren, wie kostenbasierte Verrechnungspreissysteme abhängig von der Situation des Unternehmens ausgestaltet werden sollten.

Zentrale Entscheidungen: Unabhängig vom Zeitpunkt einer Entscheidung und dem damit einhergehenden Informationsstand über die Entwicklung der Umweltbedingungen auf den Märkten ist es für das Unternehmen c. p. immer vorteilhaft, Entscheidungen durch die Zentrale treffen zu lassen. Die beiden Bereiche maximieren mit ihren Entscheidungen nicht den Erfolg des gesamten Unternehmens, sondern nur ihren Bereichserfolg. Nur in Ausnahmefällen führt dies zu dezentralen Entscheidungen, die im Interesse des Gesamtunternehmens sind. Im Gegensatz dazu bildet die Maximierung des Gesamterfolges das Entscheidungskalkül der Zentrale.

Das Cost-Plus Verfahren, bei dem der Aufschlagsatz δ durch die Zentral festgelegt wird, dominiert die beiden ex-post Monopolpreismechanismen, deren Transferpreise ebenfalls die Form eines Cost-Plus Verrechnungspreises haben, jedoch durch den Produktionsbereich bestimmt sind. Ebenso wird das ex-ante Monopolpreisverfahren durch das Verfahren standardkostenorientierter Verrechnungspreise dominiert.

Investitionsanreize: Sind für das Unternehmen akkurat gesetzte Investitionsanreize wichtig, so wird es ein Verrechnungspreisverfahren implementieren, bei welchem der Transferpreis bereits ex-ante, also vor der Realisierung der Umwelt feststeht.

Standardkostenbasierte Verrechnungspreise induzieren etwa Investitionen in Höhe der Referenzlösung und dominieren in diesem Sinne ex-post Monopolpreise oder Cost-Plus Verrechnungspreise.

Informationsverarbeitung: Ist es hingegen wichtig, auf die Schwankungen der Märkte in besonderem Maße zu reagieren, bspw. bei einem stark volatilen Rohstoffmarkt, so wird das Unternehmen Entscheidungen, wenn möglich, erst nach Realisierung der Umwelt treffen. Es wird demnach eher Transferpreisverfahren mit ex-post Verrechnungspreisen einsetzen.

So werden bei einem sehr unsicheren Markt für Rohstoffe, auf dem die Basisstückkosten sehr variabel sind, ex-ante Monopolpreise und standardkostenorientierte Verrechnungspreise sowohl durch ex-post Monopolpreise als auch durch Cost-Plus Verrechnungspreise dominiert.

Informationssysteme: Über die vorliegende Analyse kann die Einführung eines Informationssystems nicht begründet werden. Vielmehr zeigt die Untersuchung, dass Unternehmen Flexibilitätsverluste hinnehmen müssen, wenn eine Abteilung Informationen über die Situation eines Marktes hat, auf dem sie nicht direkt agiert. Für das Unternehmen ist es vorteilhafter, lediglich den Bereich auf Schwankungen der Umwelt reagieren zu lassen, der direkt von diesen Schwankungen betroffen ist.

Werden Transferpreise nach Realisierung der Umweltsituation durch den Produktionsbereich festgelegt, so ist es im Interesse der Zentrale, dem preissetzenden Bereich zum Zeitpunkt der Preisentscheidung keine Informationen über den Absatzmarkt zur Verfügung zu stellen.

Aus diesen vier Leitlinien lassen sich Hypothesen generieren, welche mit Hilfe von kontigenztheoretischen Konstrukten empirisch untersucht werden könnten:[10]

- So sollten bspw. in Unternehmen, welche einem hoch volatilem Markt für Rohstoffe gegenüberstehen eher Cost-Plus Verrechnungspreise, in Unternehmen, welche auf einem stabilen Rohstoffmarkt agieren eher standardkostenorientierte Verrechnungspreise zu beobachten sein.
- In einem Unternehmen mit hohen transaktionsspezifischen Investitionen sollten tendenziell standardkostenbasierte Transferpreise beobachtbar sein und nicht Cost-Plus Verrechnungspreise.
- Informationssysteme sollten nur dann beobachtbar sein, wenn der Bereichsgewinn direkt von der Größe abhängt, über die informiert wird.

[10] Vgl. zur Kontingenztheorie und deren Konstrukten, wie etwa der Spezifität von Investitionen oder Umweltunsicherheit, bspw. Chenhall (2003), oder Luft und Shields (2003).

Insgesamt konnten mit der obigen Analyse erstaunlich stabile Resultate hinsichtlich der Frage nach der optimalen Ausgestaltung von kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren erzielt werden. Diese Resultate ermöglichen es, ein besseres Verständnis dafür zu bekommen, welche Faktoren für die Auswahl des "richtigen" kostenbasierten Verrechnungspreises maßgeblich sein können.

4.2 Zur Wahl eines Mechanismus der dezentralen Steuerung: Verhandelte vs. kostenbasierte Verrechnungspreise

Neben kostenbasierten Verrechnungspreisen werden empirischen Untersuchungen zufolge in der Praxis besonders verhandelte Verrechnungspreise genutzt, um eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von Verrechnungspreisen zu realisieren.[11] Die Unternehmenszentrale gibt bei einer Entscheidung für eine Unternehmenssteuerung auf Basis von verhandelten Verrechnungspreisen zu Beginn der Handelsbeziehung ihre Verfügungsrechte über Preis und Menge an beide Bereiche ab, die sich dann im Rahmen von Verhandlungen auf eine Produktionspolitik einigen müssen. Im Gegensatz zu kostenbasierten Verrechnungspreisverfahren gibt die Zentrale im Rahmen eines verhandlungsbasierten Transferpreismechanismus die Verfügungsrechte en bloc an die beiden Bereiche gemeinsam ab. Sie kann damit das Ergebnis der Handelsbeziehung nur mehr über die Ausgestaltung des Verhandlungsprozesses beeinflussen.

In diesem Abschnitt wird nun der Mechanismus der verhandelten Verrechnungspreise mit den Verfahren der kostenbasierten Verrechnungspreise verglichen. Besonderes Augenmerk liegt dabei, wie auch in Abschnitt 4.1, auf der Informationsverarbeitungsfähigkeit sowie der Investitions- und Produktionswirkung der betrachteten Verfahren.

Eine Gegenüberstellung der Produktions- und Investitionsentscheidungen, welche durch den Mechanismus der verhandelten Verrechnungspreise induziert werden, mit jenen der Referenzlösung gibt einen ersten Überblick über die Leistungsfähigkeit

[11] Vgl. z.B. Emmanuel und Mehafdi (1994).

des Mechanismus.[12] Bei gegebenen Investitionen einigen sich die Bereiche im Verhandlungsprozess auf die Menge q^v, die der ex-post effizienten Menge q^{fb}, also der Referenzmenge, entspricht.

$$q^v(\theta, I) = \frac{a(\theta)-c(\theta)+I_P+I_A}{b} = q^{fb}(\theta, I).$$

Abweichungen des erwarteten Gesamtergebnisses sind also Konsequenz einer nicht optimalen Investitionspolitik. Die Bereiche maximieren unter Unsicherheit ihren jeweiligen Bereichserfolg, der sich im Rahmen der verhandelten Verrechnungspreise auf Grund der γ-Teilungsregel ergibt. Die Bereiche müssen zwar zur Gänze die Investitionskosten ihrer spezifischen Investition tragen, profitieren von der Investitionswirkung jedoch nur zum Teil.

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}(\theta, I)\right] \quad \text{und} \quad I_A^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}(\theta, I)\right], \\ I_P^{v} &= \tfrac{\gamma_P}{\alpha_P} E\left[q^{v}(\theta, I)\right] \quad \text{und} \quad I_A^{v} = \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A} E\left[q^{v}(\theta, I)\right]. \end{aligned}$$

Die resultierende Unterinvestitionsproblematik führt im Ergebnis, verglichen mit der Referenzlösung, zu Unterproduktion und einer Verringerung des zu erwarteten Gesamterfolges. Da aber die Verhandlungen über Mengenentscheidung und den dementsprechenden Transferbetrag erst nach Realisierung der Umweltsituation stattfinden, profitiert das Unternehmen jedoch im Ausmaß der Referenzlösung von der Unsicherheit der Märkte.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d(\theta)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi^{v}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)} E^2\left[d(\theta)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

An den erwarteten Gesamterfolgen ist diese Informationsverarbeitungsfähigkeit klar ablesbar. Um zu einem für das Gesamtunternehmen besseren Ergebnis zu kommen, muss also die perfekte Informationsverarbeitung der verhandelten Verrechnungspreise durch effizientere Investitionsanreize eines anderen Verfahrens überwogen werden.

[12] Vgl. auch die Abschnitte 2.3 und 3.4.

4.2.1 Verhandelte vs. ex-ante Transferpreise

Ein Vergleich des Mechanismus der verhandelten Verrechnungspreise mit ex-ante festgelegten Transferpreisen zeigt diesen Trade-Off zwischen perfekter Informationsverarbeitung und perfekten Investitionsanreizen sehr deutlich. Bei gegebener Menge werden die Investitionen der Bereiche bei beiden ex-ante Transferpreisverfahren effizient in Höhe der Referenzlösung festgelegt.

$$\begin{aligned}
I_P^{fb} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\
I_P^{s} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{s}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{s} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{s}\right], \\
I_P^{m} &= \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q^{m}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{m} = \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{m}\right], \\
I_P^{v} &= \tfrac{\gamma_P^v}{\alpha_P} E\left[q^{v}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{v} = \tfrac{\gamma_A^v}{\alpha_A} E\left[q^{v}\right].
\end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidungen der beiden ex-ante Verrechnungspreismechanismen sind demnach denen der verhandelten Verrechnungspreise bei gegebener Menge immer überlegen.

Von der Referenzlösung abweichende Investitionen der ex-ante Verfahren basieren also ausschließlich auf Abweichungen der erwarteten Produktionsmenge von der erwarteten Referenzmenge. Die Mengenentscheidung wird bei diesen Verfahren entsprechend nachfolgender Regel getroffen.

$$q\left(\theta, I_A, \tau\right) = \tfrac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}.$$

Da bei beiden ex-ante Mechanismen der Transferpreis bereits vor Realisierung der Umwelt festgelegt wird, fließen in die Mengenentscheidung keine Informationen über die Realisierung auf dem Rohstoffmarkt ein. Das im Unternehmen vorhandene Wissen über die Realisierung der Kosten bleibt daher bei den ex-ante Verrechnungspreisverfahren ungenutzt, während verhandelte Verrechnungspreise diese Informationen in die Mengenentscheidung einfließen lassen.

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\
q^{s} &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^{s}+I_A^{s}}{b} = \tfrac{a(\theta)+I_A^{s}-\tau^{s}}{b}, \\
q^{m} &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^{m}+I_A^{m}}{b} - \tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A b} E\left[q^{m}\right] = \tfrac{a(\theta)+I_A^{m}-\tau^{m}}{b}, \\
q^{v} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{v}+I_A^{v}}{b}.
\end{aligned}$$

Bei Anwendung von ex-ante Monopolpreisen kommt hinzu, dass die Festlegung des Transferpreises nicht gesamterfolgsmaximierend, sondern durch den Produktionsbereich erfolgt, welcher damit seinen Bereichserfolg gegenüber einem standardkostenbasierten Verrechnungspreis erhöht. Dies führt zu Unterproduktion und infolge dessen zu Unterinvestition. Während standardkostenbasierte Verrechnungspreise also zu einer Produktionsmenge führen, die derjenigen der Referenzlösung im Erwartungswert entspricht, wird bei ex-ante Monopolpreisen im Erwartungswert weniger produziert als in der Referenzlösung. Bei verhandelten Verrechnungspreisen hingegen einigen sich die Bereiche darauf, bei gegebener Investition in Höhe der Referenzmenge zu produzieren, da sie mit dieser Entscheidung den aufteilbaren Gesamtdeckungsbeitrag maximieren.

Diese Beobachtungen werden durch einen Vergleich der tatsächlich induzierten Investitions- und Produktionspolitiken bestätigt.

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{s} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{m} &= \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{v} &= \tfrac{\alpha_A}{(\alpha_A+\alpha_P)(\alpha_P b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_A^{fb} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{s} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{m} &= \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{v} &= \tfrac{\alpha_P}{(\alpha_A+\alpha_P)(\alpha_A b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}, \\ q^{s} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}, \\ q^{m} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}, \\ q^{v} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-2)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}. \end{aligned}$$

Verhandelte Verrechnungspreise sind also im Vergleich zu den beiden ex-ante Transferpreismechanismen in der Lage, nicht nur Information über den Absatzmarkt in die Mengenentscheidung einfließen zu lassen, sondern auch Informationen über die Realisierung der Kosten. Im Gegensatz dazu führen standardkostenbasierte Ver-

rechnungspreise zu einer Mengenentscheidung, die im Erwartungswert der Referenzmenge entspricht und damit in einem sicheren Umfeld zu einer perfekten Produktionsmengensteuerung führt. Ebenso liegen die durch standardkostenbasierte Verrechnungspreise induzierten Investitionen in Höhe der Referenzlösung. Stehen beide Bereiche gleich hohen Investitionskosten $\alpha_P = \alpha_A$ gegenüber, so führen auch monopolpreisbasierte ex-ante Verrechnungspreise zu höheren Investitionen und einer im Erwartungswert höheren Mengenentscheidung als verhandelte Verrechnungspreise.

Das Verfahren der verhandelten Verrechnungspreise wird also bei hochvolatilem Umfeld überlegen sein, während die ex-ante Mechanismen bei hoher Bedeutung der Investitionen für den Gesamterfolg über das Verfahren der verhandelten Verrechnungspreise dominieren werden. Dabei ist insbesondere die Volatilität des Rohstoffmarktes bedeutsam, dessen Realisierungen bei den Entscheidungen der ex-ante Transferpreise nicht berücksichtigt werden können.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{m}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{s}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{v}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Ein Vergleich der erwarteten Gesamterfolge konkretisiert diese Überlegungen.[13]

Satz 4.6 (Verhandelte vs. ex-ante Verrechnungspreise)**.** *Ein Vergleich der ex-ante Verrechnungspreismechanismen mit dem Mechanismus der verhandelten Verrechnungspreise führt zu nachfolgendem Ergebnis.*

$E\left[\Pi^{v}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{s}\right]$***:*** *Eine Unternehmenssteuerung auf Basis von verhandelten Verrechnungspreisen ist gegenüber einer Steuerung auf Basis von standardkostenorientierten Transferpreisen, die durch die Zentrale festgelegt werden überlegen, wenn gilt*

$$Var\left[c\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad \tfrac{b^2\alpha_P^2\alpha_A^2}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad 0.$$

[13] Der erste Teil des Satzes erweitert die Aussagen von Baldenius und Reichelstein (1998), Baldenius u. a. (1999) und Pfeiffer (2002) für den Fall modellendogener Erfolgsfaktoren γ_i^v.

$E[\Pi^v]$ ***vs.*** $E[\Pi^m]$***:*** *Eine Unternehmenssteuerung auf Basis von verhandelten Verrechnungspreisen ist gegenüber einer Steuerung auf Basis von ex-ante monopolpreisbasierten Transferpreisen, die durch den Produktionsbereich festgelegt werden überlegen, wenn gilt*

$$\begin{aligned} & Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\ \geq \quad & \frac{-b\alpha_P^2\alpha_A\left(\alpha_P^2b^3\alpha_A^2-2\alpha_P^2b^2\alpha_A-6\alpha_A^2b^2\alpha_P+\alpha_P^2b+6\alpha_P\alpha_Ab+\alpha_A^2b+\alpha_A^3b^3\alpha_P-\alpha_P\right)}{\left(\alpha_P+\alpha_A\right)\left(\alpha_Pb-1\right)\left(\alpha_Ab-1\right)\left(2\alpha_P\alpha_Ab-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Dabei gilt

$$\begin{aligned} & \frac{b^2\alpha_P^2\alpha_A^2}{\left(\alpha_P+\alpha_A\right)\left(\alpha_Pb-1\right)\left(\alpha_Ab-1\right)\left(\alpha_P\alpha_Ab-\alpha_P-\alpha_A\right)} \\ \geq \quad & -b\alpha_P^2\alpha_A\frac{\alpha_P^2b^3\alpha_A^2-2\alpha_P^2b^2\alpha_A-6\alpha_A^2b^2\alpha_P+\alpha_P^2b+6\alpha_P\alpha_Ab+\alpha_A^2b+\alpha_A^3b^3\alpha_P-\alpha_P}{\left(\alpha_P+\alpha_A\right)\left(\alpha_Pb-1\right)\left(\alpha_Ab-1\right)\left(2\alpha_P\alpha_Ab-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2}. \end{aligned}$$

Satz 4.6 bestätigt die oben genannte Intuition. Ist die Varianz der Stückkosten groß genug, so sind die Informationsverarbeitungsfähigkeiten der verhandelten Verrechnungspreise wichtiger als die perfekten Investitionsanreize der ex-ante Verfahren. Hat der Produktionsbereich das Recht, den Transferpreis festzulegen, so nutzt er dieses Recht zu seinen Gunsten aus und legt den Transferpreis über den erwarteten Stückkosten fest. Als Resultat kommt es zu Unterinvestitionen und einer ineffizienten Produktionsentscheidung. Je nach Höhe der Varianz der Stückkosten ist es also möglich, dass verhandelte Verrechnungspreise zwar über ex-ante Monopolpreise dominieren, jedoch von standardkostenbasierten Verrechnungspreisen übertroffen werden.

Der Hauptvorteil der ex-ante Mechanismen gegenüber dem Verfahren der verhandelten Verrechnungspreise ist die optimale Investitionsanreizsetzung. Verhandelte Verrechnungspreise führen demgegenüber zu Unterinvestition. Aus Abschnitt 3.4 ist jedoch bekannt, dass bei beiden Szenarien einseitiger Investition der investierende Bereich bei verhandelten Verrechnungspreisen den gesamten Deckungsbeitrag zugesprochen erhält, demnach im vollen Ausmaß von seinen Investitionen profitiert und damit in Höhe der Referenzlösung investiert. Zusammen mit der ex-post effizienten Mengenfestlegung führt dies dazu, dass verhandelte Verrechnungspreise in den Szenarien einseitiger Investitionen die Referenzlösung replizieren. Damit dominieren die verhandelten Verrechnungspreise in diesem Szenario alle anderen Verfahren zur Investitions- und Produktionssteuerung, insbesondere auch die beiden ex-ante Transferpreismechanismen.

Der Vorteil der verhandelten Verrechnungspreise ist also ausschließlich in der überlegenen Informationsverarbeitung zu suchen. Werden nun die Sonderfälle der partiell deterministischen Märkte betrachtet, so kann untersucht werden worauf diese verbesserte Informationsverarbeitung beruht.

Sind die Basisstückkosten deterministisch, so ermöglichen die beiden ex-ante Mechanismen eine Informationsverarbeitung im Ausmaß der Referenzlösung. Die ex-ante Mechanismen sind, wie aus Abschnitt 3.3.1 bekannt, zwar in der Lage, die Realisierungen der Unsicherheit auf dem Absatzmarkt in die Entscheidungen einfließen zu lassen, nicht jedoch Veränderungen des Rohstoffmarktes zu verarbeiten. Ist nun dieser Rohstoffmarkt deterministisch, so entfällt dieser Makel und die beiden ex-ante Mechanismen profitieren im Ausmaß der Referenzlösung von der Unsicherheit. Damit gleichen sich aber auch die Informationsverarbeitungsfähigkeiten von ex-ante und verhandelten Verrechnungspreisen.

Ein Vergleich dieser Verfahren führt auf Basis der veränderten erwarteten Gesamterfolge,

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{s}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 &+ \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{m}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 &+ \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{v}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 &+ \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b},
\end{aligned}$$

zu der Feststellung, dass standardkostenbasierte Verrechnungspreise in diesem Setting immer gegenüber verhandelten Verrechnungspreisen überlegen sind. Hingegen dominieren ex-ante Monopolpreise nur, wenn nachfolgende, von den Investitionskosten α_i sowie der Preisreagibilität b abhängige Ungleichung erfüllt ist.

$$\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2} \geq \tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)}.$$

Die beiden anderen Sonderfälle, mit deterministischem Absatz- bzw. Gesamtmarkt, tragen zum Verständnis der unterschiedlichen Wirkungen nicht bei und werden daher nicht weiter aufgeführt.

4.2.2 Verhandelte vs. ex-post Transferpreise

Im Gegensatz zu ex-ante Verrechnungspreisen ist es bei einer Unternehmenssteuerung über ex-post Transferpreise möglich, auch Informationen über die Realisierun-

gen der Kosten in die Entscheidungen des Unternehmens einfließen zu lassen. Die Informationsverarbeitung der ex-post Mechanismen ist denen der ex-ante Mechanismen bedingt überlegen. Andererseits führt die ex-post Preissetzung durch den produzierenden Bereich zu einer stärkeren Verzerrung der Investitionswirkungen.[14] Lediglich der produzierende Bereich investiert bei gegebener Menge in Höhe der Referenzlösung, der absetzende Bereich reduziert seine Investitionstätigkeit in Erwartung der durch den Produktionsbereich zu treffenden Preisentscheidung, mit der dieser die Aufteilung des Gesamtgewinns zu seinen Gunsten beeinflusst. Die Investitionsentscheidungen werden durch die Bereiche entsprechend nachfolgender Regel getroffen.

$$
\begin{array}{llllll}
I_P^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] & \text{und} & I_A^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\
I_P^{Info} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{Info}\right] & \text{und} & I_A^{Info} & = & \frac{1}{\alpha_A} \frac{1}{2} E\left[q^{Info}\right], \\
I_P^{oInfo} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{oInfo}\right] & \text{und} & I_A^{oInfo} & = & \frac{1}{\alpha_A} \frac{1}{2} E\left[q^{oInfo}\right], \\
I_P^{v} & = & \frac{\gamma_P^v}{\alpha_P} E\left[q^{v}\right] & \text{und} & I_A^{v} & = & \frac{\gamma_A^v}{\alpha_A} E\left[q^{v}\right],
\end{array}
$$

Die durch eines der ex-post Verrechnungspreisverfahren induzierte Investition des Produktionsbereichs entspricht bei gegebener Menge der Investition der Referenzsituation und kann damit nicht geringer ausfallen als die Investition bei verhandelten Verrechnungspreisen. Der Absatzbereich hingegen investiert sowohl bei ex-post Transferpreisen als auch bei verhandelten Verrechnungspreisen nicht optimal. Bei gegebener Menge übersteigt die Investition des Absatzbereichs bei ex-post Transferpreisen diejenige bei verhandelten Verrechnungspreisen, wenn gilt $\gamma_A \leq \frac{1}{2}$. Erhält der Absatzbereich bei Anwendung des Verfahrens der verhandelten Verrechnungspreise also weniger als die Hälfte des Gesamtunternehmenserfolgs, so investiert er weniger als bei ex-post Monopolpreisen.[15] Damit ist auch die Gesamtinvestitionshöhe in diesem Fall bei ex-post Verrechnungspreisen höher. Lediglich wenn die γ-Teilungsregel anders als o. g. gewählt wird, kann die durch verhandelte Verrechnungspreise induzierte Gesamtinvestitionshöhe bei gegebener Menge abhängig von den Investitionskosten höher ausfallen als bei ex-post Monopolpreisen.[16]

[14] Vgl. dazu auch Abschnitt 3.3.2.

[15] Die Zentrale legt die γ-Aufteilungsregel jedenfalls dann so fest, dass diese Bedingung erfüllt ist, wenn die Investitionskosten des produzierenden Bereichs maximal so hoch sind wie die des absetzenden Bereichs, wenn also gilt $\alpha_P \leq \alpha_A$. Vgl. dazu auch Satz 3.6.

[16] Genauer gilt: Ex-post Verrechnungspreise induzieren bei gegebener Menge höhere Gesamtinvestitionen, wenn gilt: $\frac{\alpha_P}{2(\alpha_P - \alpha_A)} \geq \gamma_A^v$. Diese Ungleichung ist jedenfalls erfüllt für $\alpha_A \geq \frac{1}{2}\alpha_P$.

Da durch verhandelte Verrechnungspreise bei gegebenen Investitionen immer die ex-post effiziente Mengenentscheidung getroffen wird, kann die Mengenentscheidung der ex-post Verrechnungspreise nicht besser sein als die der verhandelten Verrechnungspreise.

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b},\\
q^{Info} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{Info}+I_A^{Info}}{b} - q^{Info} = \tfrac{a(\theta)+I_A^{Info}-\tau^{Info}}{b},\\
q^{oInfo} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{oInfo}+I_A^{oInfo}}{b} - E_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right] = \tfrac{a(\theta)+I_A^{oInfo}-\tau^{oInfo}}{b},\\
q^{v} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{v}+I_A^{v}}{b}.
\end{aligned}$$

Tatsächlich gilt, dass der Erwartungswert der durch die ex-post Verrechnungspreisverfahren festgelegten Menge bei gegebenen Investitionen der Hälfte der erwarteten Referenzmenge und damit der Hälfte der durch verhandelte Verrechnungspreise festgelegten erwarteten Menge entspricht.

$$\begin{aligned}
E\left[q^{Info}\right] &= E\left[q^{oInfo}\right]\\
= \tfrac{1}{2}E\left[q^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}E\left[q^{v}\right]\\
= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P+I_A}{b}.
\end{aligned}$$

Auflösen der inneren Abhängigkeiten führt zu den aus den Sätzen 2.1, 3.1, 3.2 und 3.4 bekannten Investitions- und Produktionspolitiken.

$$\begin{aligned}
I_P^{fb} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{v} &= \tfrac{\alpha_A}{(\alpha_A+\alpha_P)(\alpha_P b-1)}E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned}
I_A^{fb} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_A^{Info} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_A^{oInfo} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_A^{v} &= \tfrac{\alpha_P}{(\alpha_A+\alpha_P)(\alpha_A b-1)}E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b},\\
q^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b},\\
q^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2b},\\
q^{v} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-2)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)}E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.
\end{aligned}$$

An den tatsächlichen Investitions- und Mengenentscheidungen bestätigt sich oben beschriebenes Bild. Welches der Verfahren höhere Investitionen induziert, liegt an den Investitionskostenparametern α_i sowie der Preisreagibilität b. Liegen symmetrische Investitionskosten $\alpha_P = \alpha_A$ vor, so führen verhandelte Verrechnungspreise sowohl zu höheren Einzel- als auch Gesamtinvestitionen. Hingegen ist auch die erwartete tatsächliche Mengenentscheidung, die durch verhandelte Verrechnungspreise induziert wird, immer höher als die erwartete tatsächlichen Menge bei ex-post Verrechnungspreisen.

Um beurteilen zu können, unter welchen Umständen die Verfahren einander überlegen sind, müssen nun die aus diesen Verfahren resultierenden erwarteten Gesamtunternehmenserfolge einander gegenüber gestellt werden.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A b\alpha_P-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b},\\
E\left[\Pi^{v}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Es zeigt sich, dass das Verfahren der verhandelten Verrechnungspreise fähig ist, auf die Realisierung der Umwelt gesamterfolgsmaximierend zu reagieren, während dies bei beiden ex-post Mechanismen nicht gelingt. Des Weiteren zeigt ein Vergleich der auch in einer sicheren Umwelt erwirtschafteten Teile der Gewinne, dass verhandelte Verrechnungspreise auch ohne diesen Flexibilitätsvorteil zu einem besseren Ergebnis führen. Daraus ergibt sich der nachfolgende Satz 4.7.

Satz 4.7 (Verhandelte vs. ex-post Verrechnungspreise)**.** *Eine Unternehmenssteuerung auf Basis von verhandelten Verrechnungspreisen dominiert immer gegenüber einer Steuerung auf Basis von ex-post Verrechnungspreisen.*

Weder führen ex-post Verrechnungspreise zu einer besseren Informationsverarbeitung, noch zu einer verbesserten Unternehmenssteuerung im Fall von Sicherheit auf den Märkten.

Durch die Aufteilung des Gesamterfolges des Unternehmens über die γ-Teilungsregel ist es im Interesse beider Bereiche, gesamterfolgsoptimierend zu produzieren. Da sie jedoch die gesamten Kosten ihrer spezifischen Investitionen alleine tragen müssen, jedoch nur zum γ_i-fachen an der Wirkung ihrer Investitionen partizipieren, reduzieren sie ihre Investitionstätigkeit. Im Vergleich dazu führen ex-post Verrechnungspreise zwar unter Umständen zu höheren Investitionen, jedoch führt die durch den Absatzbereich festgelegte Menge zu deutlicher Unterproduktion. Verhandelte Verrechnungspreise führen zwar unter Umständen zu geringeren Investitionen, durch die im Sinne der Zentrale perfekte Mengenfestlegung wird dies jedoch wieder ausgeglichen.

Kann, wie in Abschnitt 2.4 beschrieben, nur einer der beiden Bereich investieren, so führt dies bei verhandelten Verrechnungspreisen, wie auch im vorangegangenen Abschnitt erläutert, zur Reproduktion der Referenzlösung. Es ist daher nicht möglich, dass eines der beiden ex-post Verfahren das Verfahren der verhandelten Verrechnungspreise dominiert.

Werden jedoch die drei Fälle der partiell deterministischen Märkte betrachtet, so fällt auf, dass die ex-post Verfahren unter gewissen Umständen die Unsicherheit der Märkte im Interesse des Gesamtunternehmens verarbeiten können.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Bei einem deterministischen Rohstoffmarkt zeigt die Analyse aus Abschnitt 3.3.2, dass das ex-post Transferpreisverfahren ohne Informationssystem zu einem Verrechnungspreis führt, der nur auf Erwartungen über die Realisation der Umwelt basiert, da der Produktionsbereich keine Informationen über die Realisation der Umwelt auf dem Absatzmarkt hat. Die Umweltsituation ist also lediglich in der Mengenentscheidung verarbeitet. Hingegen basiert der Verrechnungspreis bei Einführung eines Informationssystems auf Informationen über den Absatzmarkt. Dies führt für das Gesamtunternehmen, wie auch in Abschnitt 4.1 beschrieben, zu einem Flexibilitätsverlust im Vergleich zum ex-post Verfahren ohne Informationssystem.

Beim ex-post Monopolpreisverfahren ohne Informationssystem ist im Szenario mit einem deterministischen Rohstoffmarkt also der Absatzbereich allein

für die Reaktion auf die Umweltrealisation verantwortlich. Er passt seine Entscheidung im Sinne der Zentrale an die Umwelt an und profitiert damit im Ausmaß der Referenzlösung von der Volatilität der Umwelt.

Verhandelte Verrechnungspreise führen dennoch im Endergebnis weiterhin zu einer besseren Produktions- und Investitionssteuerung.

Deterministischer Absatzmarkt: Liegt hingegen ein deterministischer Absatzmarkt vor, so führen die beiden ex-post Verfahren, wie aus Abschnitt 4.1 bekannt, zwar zu derselben Informationsverarbeitung, jedoch ist neben der unvorteilhafteren Investitions- und Produktionswirkung auch die Informationsverarbeitung der beiden ex-post Verfahren dem Verfahren verhandelter Verrechnungspreise unterlegen.

Deterministischer Gesamtmarkt: Bei einem deterministischen Gesamtmarkt mit gleichzeitig volatilen Partialmärkten wird weder in der Referenzlösung noch bei den in diesem Abschnitt verglichenen Verfahren von der Volatilität der beiden Märkte profitiert, da der für das Gesamtunternehmen ausschlaggebende Stückdeckungsbeitrag deterministisch ist. Dies gilt sowohl für die ex-post Verfahren, deren Flexibilitätsgewinn im allgemeinen Szenario stets auf der Varianz der Stückdeckungsbeiträge (oder bedingter Erwartungen darüber) beruht. Wird das Investitions- und Produktionsproblem über verhandelte Verrechnungspreise gelöst, so basiert die Mengenentscheidung wie auch in der Referenzlösung auf der Maximierung des Gesamtdeckungsbeitrages, welcher in diesem Szenario aber deterministisch ist. Informationen verarbeitet in diesem Szenario also keines der drei Verfahren.

4.2.3 Verhandelte vs. Cost-Plus Transferpreise

Ein Vergleich zwischen verhandelten Transferpreisen und Cost-Plus Verrechnungspreisen schließt die Vergleiche zwischen kostenbasierten und verhandelten Verrechnungspreisen ab. Wie schon aus Abschnitt 3.3 bekannt, ist das Cost-Plus Verfahren das einzige Verfahren kostenorientierter Verrechnungspreise, dass im Ausmaß der Referenzlösung von der Unsicherheit der Märkte profitieren kann. Da über die Mengenentscheidung auch bei verhandelten Verrechnungspreisen eine perfekte Informationsverarbeitung erreicht wird, gleichen sich die Informationsverarbeitungsfähigkeiten der beiden in diesem Abschnitt betrachteten Verfahren.

Während sich die beiden Bereiche jedoch bei Verhandlungen auf die ex-post effiziente Mengenentscheidung einigen, um so den unter ihnen aufteilbaren Gesamterfolg zu maximieren, wird die Mengenentscheidung bei Cost-Plus Transferpreisen durch den Aufschlagsatz δ^{c+} verzerrt.

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\ q^{c+} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{c+}+I_A^{c+}}{b} - \tfrac{\delta^{c+}}{b} = \tfrac{a(\theta)+I_A^{c+}-\tau^{c+}}{b}, \\ q^{v} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{v}+I_A^{v}}{b}. \end{aligned}$$

Nur wenn die Zentrale auf einen Zuschlagsatz verzichtet, kann sie erreichen, dass die ex-post effiziente Menge bei gegebenen Investitionen gehandelt wird.

Für einen Vergleich der Investitionswirkungen der beiden Verfahren soll zuerst von der vereinfachenden Annahme gleich hoher Investitionskosten α_i ausgegangen werden: $\alpha_A = \alpha_P = \alpha$.

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \tfrac{1}{\alpha}E\left[q^{fb}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{fb} = \tfrac{1}{\alpha}E\left[q^{fb}\right], \\ I_P^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha}\tfrac{\delta^{c+}}{b} \quad \text{und} \quad I_A^{c+} = \tfrac{1}{\alpha}E\left[q^{c+}\right], \\ I_P^{v} &= \tfrac{\gamma_P^v}{\alpha}E\left[q^{v}\right] \quad \text{und} \quad I_A^{v} = \tfrac{\gamma_A^v}{\alpha}E\left[q^{v}\right]. \end{aligned}$$

Für diesen Spezialfall ergeben sich demnach die nachfolgenden Gesamtinvestitionen.

$$\begin{aligned} I_P^{fb} + I_A^{fb} &= \tfrac{2}{\alpha}E\left[q^{fb}\right] = \tfrac{2}{\alpha}E\left[q^{fb}\right], \\ I_P^{c+} + I_A^{c+} &= \tfrac{1}{\alpha}\left(\tfrac{\delta^{c+}}{b} + E\left[q^{c+}\right]\right) = \tfrac{1}{\alpha}E\left[q^{fb}\right], \\ I_P^{v} + I_A^{v} &= \tfrac{1}{\alpha}E\left[q^{v}\right] = \tfrac{1}{\alpha}E\left[q^{fb}\right]. \end{aligned}$$

Die Höhe der Gesamtinvestitionen ist in diesem Fall sowohl bei Cost-Plus Verrechnungspreisen als auch bei verhandelten Verrechnungspreisen unabhängig von der Aufteilung des Gesamterfolges. Beide Verfahren induzieren lediglich die Hälfte der Investitionen der Referenzlösung. Die beiden Verfahren unterscheiden sich also in der Gesamtwirkung der Investitionen nicht. Durch die Aufteilungsregeln der beiden Verfahren kann die Zentrale aber Einfluss auf die Verteilung der Investitionssumme auf die beiden Bereiche nehmen. Während eine Aufteilung im Rahmen der verhandelten Verrechnungspreise jedoch keine Verzerrung der Mengenentscheidung mit sich bringt, führt lediglich der Aufschlagsatz $\delta^{c+} = 0$ zur ex-post effizienten Mengenentscheidung. Verglichen mit einer Aufteilung der Investitionen auf beide Bereiche führt

eine solch einseitige Verteilung der Investitionen aber auf Grund der Konvexität der Investitionskosten zu höheren Investitionskosten.

Verhandelte Verrechnungspreise induzieren also, anders als Cost-Plus Verrechnungspreise, immer die effiziente Menge und verteilen, bei Vorliegen einer effiziente Mengenentscheidung, die Investitionskosten günstiger. Beim Verfahren der verhandelten Transferpreise steht der Zentrale, technisch gesehen, ein Freiheitsgrad mehr zur Verfügung als bei Cost-Plus Verrechnungspreisen, da die Zentrale mit der Wahl der Erfolgsfaktoren γ_i^v lediglich die Aufteilung der Gesamtinvestition auf die Bereiche beeinflusst, die Menge jedoch schon gesamterfolgsoptimierend im Sinne der Zentrale bestimmt wurde.

$$q^v \quad \in \quad \arg\max_{q\in\Re_+} \left\{DB\left(q,\theta,I\right)\right\}.$$

Beim Cost-Plus Verfahren hingegen beeinflusst die Wahl des Zuschlagsatzes δ^{c+} sowohl die Mengenentscheidung als auch die Aufteilung der Investition auf die Bereiche. Daher liegt es nahe, von einer Vorteilhaftigkeit der verhandelten Verrechnungspreise gegenüber Cost-Plus Verrechnungspreisen auszugehen. Diese Vermutung soll für den allgemeinen Fall asymmetrischer Investitionskosten α_i bestätigt werden.

Für den allgemeinen Fall der asymmetrischen Investitionskosten $\alpha_P \neq \alpha_A$ werden die Investitionen folgendermaßen festgelegt.

$$\begin{array}{lcllcl}
I_P^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] & \text{und} & I_A^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\
I_P^{c+} & = & \frac{1}{\alpha_P} \frac{\delta^{c+}}{b} & \text{und} & I_A^{c+} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{c+}\right], \\
I_P^{v} & = & \frac{\gamma_P^v}{\alpha_P} E\left[q^{v}\right] & \text{und} & I_A^{v} & = & \frac{\gamma_A^v}{\alpha_A} E\left[q^{v}\right].
\end{array}$$

Zusammen mit der bereits beschriebenen Mengenentscheidung führt dies zu den folgenden, schon aus den Sätzen 2.1, 3.5 und 3.6 bekannten Investitions- und Produktionspolitiken.

$$\begin{array}{lcl}
I_P^{fb} & = & \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{c+} & = & \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{v} & = & \frac{\alpha_A}{(\alpha_A+\alpha_P)(\alpha_P b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{array}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_A^{fb} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{c+} &= \tfrac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \tfrac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{v} &= \tfrac{\alpha_P}{(\alpha_A+\alpha_P)(\alpha_A b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}, \\ q^{c+} &= \tfrac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}, \\ q^{v} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-2)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}. \end{aligned}$$

Daraus ergeben sich nachfolgende erwartete Gesamtgewinne.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi^{c+}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi^{v}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Ein Vergleich dieser erwarteten Gewinne führt schließlich zu Satz 4.8.[17]

Satz 4.8 (Verhandelte vs. Cost-Plus Verrechnungspreise)**.** *Eine Unternehmenssteuerung auf Basis von verhandelten Verrechnungspreisen dominiert immer gegenüber einer Steuerung auf Basis von Cost-Plus Verrechnungspreisen.*

Beide Verfahren haben dieselben Informationsverarbeitungsfähigkeiten und profitieren daher im gleichen Ausmaß von der Volatilität der Märkte.

Wie schon oben erwähnt führt die γ-Aufteilungsregel der verhandelten Verrechnungspreise zu einer optimalen Produktionsmengenentscheidung, während der Aufschlagsatz δ die Mengenentscheidung des Cost-Plus Verfahrens verzerrt. Im Gegensatz dazu induziert keines der beiden Verfahren perfekte Investitionsanreize, sondern führt bei gleich hohen Investitionskosten zu einer Reduktion der Investitionstätigkeit um die Hälfte. Ein Vergleich der durch die tatsächlichen Mengen- und Investitionsentscheidungen induzierten erwarteten Gesamterfolge zeigt schließlich, dass verhandelte Verrechnungspreise zu für das Gesamtunternehmen günstigeren Produktions- und Investitionspolitiken führen.

[17] Dieser Satz präzisiert ein Ergebnis von Pfeiffer (2002) für den Fall modellendogener Erfolgsfaktoren γ_i^v.

Die Sonderfälle der partiell deterministischen Märkte können für einen Vergleich dieser beiden Verfahren keine weiteren Aufschlüsse geben. Da sich die Informationsverarbeitungsfähigkeiten der beiden Verfahren im allgemeinen Szenario gleichen, führen auch die partiell deterministischen Szenarien zu denselben Flexibilitätsgewinnen für dass Gesamtunternehmen. Lediglich die Aufteilung des Flexibilitätsgewinnes unter den Bereichen unterscheidet sich. Während bei verhandelten Verrechnungspreisen der Flexibilitätsgewinn als Teil des erwarteten Deckungsbeitrages mittels der γ-Teilungsregel auf die Bereiche verteilt wird, führt die Struktur des Cost-Plus Transferpreises dazu, dass der Produktionsbereich kein Risiko mehr trägt, damit aber auch nicht am Flexibilitätsgewinn beteiligt ist. Dieser fällt also vollständig beim Absatzbereich an. Auch diese unterschiedliche Aufteilung des Flexibilitätsgewinnes ist unabhängig davon, ob einer der Märkte oder der Gesamtmarkt partiell deterministisch ist.

Ein wenig mehr Einsicht versprechen die Sonderfälle der einseitigen Investitionen. Beim Verfahren der verhandelten Verrechnungspreise führen die Szenarien einseitiger Investitionen dazu, dass dem investierenden Bereich der Deckungsbeitrag allein zugesprochen wird, damit dieser Bereich im vollen Ausmaß von der Wirkung seiner Investition profitieren kann und somit die Investition in Höhe der Referenzlösung festlegt. Unabhängig davon wird die Mengenentscheidung im Rahmen der Verhandlungen in Höhe der Referenzmenge festgelegt. Damit führen verhandelte Verrechnungspreise unabhängig davon, welcher Bereich investiert, bei einseitiger Investition zur Replikation der Referenzlösung.

Beim Cost-Plus Verfahren legen die Bereiche ihre Investitionen abhängig vom Aufschlagsatz δ fest. Mit Hilfe dieses Aufschlagsatzes kann die Zentrale die Investitionsentscheidung der Bereiche also steuern. Da jedoch auch die Mengenentscheidung von der Wahl des Aufschlagsatzes abhängig ist, ist die Zentrale bei der Wahl des Aufschlages in einem Zielkonflikt: Sie muss zur optimalen Mengensteuerung einen möglichst geringen Aufschlag δ wählen, während zur Investitionssteuerung bei beidseitigen Investitionen ein anderer Aufschlag optimal wäre.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Kann nun nur der Produktionsbereich investieren, tritt dieser Zielkonflikt deutlich hervor: Um Investitionen in Höhe der Referenzlösung zu induzieren, müsste ein Aufschlagsatz in Höhe von $\delta = bE\left[q^{fb}\right]$ gewählt werden. Dadurch würde die erwartete Produktionsmenge jedoch verschwinden. Um in Höhe der Referenzmenge zu pro-

duzieren, müsste der Aufschlag $\delta = 0$ betragen. Die Zentrale wählt also einen Aufschlagsatz zwischen diesen beiden Extremen. Damit kann sie keinesfalls die Referenzlösung replizieren.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A: Kann hingegen nur der Absatzbereich investieren, so entsteht kein Zielkonflikt. Der zur optimalen Mengensteuerung führende Aufschlag $\delta = 0$ induziert auch Investitionen in Höhe der Referenzlösung. Infolgedessen führt dies dazu, dass dem Produktionsbereich weder Risiko noch eine Entscheidung aufgebürdet wird, und er infolgedessen nicht am Erfolg des Unternehmens beteiligt ist. Sein Bereichserfolg verschwindet. Der Absatzbereich erhält also den gesamten Unternehmenserfolg und handelt damit auch im Sinne der Zentrale gesamterfolgsoptimierend.

Im Ergebnis dominieren verhandelte Verrechnungspreise bei einseitiger Investition Cost-Plus Verrechnungspreise also zumindest schwach. Im Fall einseitiger Investition durch den Absatzbereich führen sie zum selben Ergebnis: der Referenzlösung. Bei einseitiger Investition durch den Produktionsbereich sind verhandelte Verrechnungspreise überlegen.

4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

In den drei vorangegangenen Abschnitten 4.2.1 bis 4.2.3 wurde untersucht, unter welchen Voraussetzungen ein verhandlungsbasierter Mechanismus zur Investitions- und Produktionssteuerung gegenüber kostenbasierten Verrechnungspreismechanismen überlegen ist. Ausgehend von den in Kapitel 3 dargestellten Eigenschaften wurden dabei Grenzwerte bestimmt, die im vorliegenden Modellrahmen eindeutige Aussagen über die Vorteilhaftigkeit eines der Verfahren zulassen. In besonderem Maße wurde dabei, wie auch im vorhergehenden Abschnitt 4.1, auf die Fähigkeit, Informationen über die Umwelt zu verarbeiten sowie richtige Investitionsanreize zu setzen, eingegangen.

Aus den so entwickelten Ergebnissen lassen sich verallgemeinernde Leitlinien für die Entscheidung: verhandlungsbasierter vs. kostenbasierter Verrechnungspreis ableiten.

Volatilität des Rohstoffmarktes: Je volatiler der Rohstoffmarkt ist, desto wichtiger ist es für das Unternehmen, Informationen über Preisrealisierungen auf

diesem Markt zu verarbeiten. Eine Entscheidung zwischen einer Investitions- und Produktionssteuerung über ex-ante Verrechnungspreisverfahren und über verhandlungsbasierte Verrechnungspreise wird also bei hoher Volatilität des Rohstoffmarktes auf Grund der besseren Informationsverarbeitungsfähigkeit für die verhandelten Verrechnungspreise fallen. Bei schwach volatilem oder deterministischem Rohstoffmarkt überwiegen hingegen die perfekten Investitionsanreize der ex-ante Verfahren.

Dezentrale Entscheidungen: Unabhängig davon, ob bei einem Cost-Plus Verrechnungspreis der Aufschlagsatz bereits ex-ante durch die Zentrale oder bei den beiden ex-post Transferpreisverfahren durch den Produktionsbereich gewählt wird, ist es für das Unternehmen vorteilhafter, auf Cost-Plus Systeme zur Investitions- und Produktionssteuerung zu verzichten und beiden Bereichen gemeinsam die Entscheidung über Preis und Menge zu überlassen. Können die beiden Bereiche über die Mengen- und Preisentscheidung verhandeln, können sie ihr Wissen über die Realisierung der beiden Märkte vollständig in die Entscheidung einbringen und somit ex-post effizient von der Unsicherheit der Märkte profitieren. Des Weiteren einigen sich die beiden Bereich im Rahmen von Verhandlungen auf die ex-post effiziente Menge. Im Gegensatz dazu kann weder die Informationsverarbeitung noch die Mengenentscheidung bei allen drei betrachteten Cost-Plus Systemen besser sein.

Entscheidet sich das Unternehmen also für eine Steuerung über Mengen und Preise, die erst ex-post festgelegt werden, so sollte es den beiden Bereichen auch überlassen sein, über die Aufteilung des Unternehmenserfolges frei zu verhandeln, ohne dabei an strukturelle Vorgaben durch die Zentrale gebunden zu sein. Vernachlässigt wird in den vorangegangenen Abschnitte jedoch, dass bei Verhandlungen mitunter hohe Transaktionskosten anfallen, die das Vorkommen von ex-post und Cost-Plus Transferpreisen in der Praxis erklären können.[18]

Einseitige Investitionen: Kann nur einer der beiden Bereiche investieren, so degeneriert der verhandlungsbasierte Verrechnungspreismechanismus. In diesem Fall sollte dem investierenden Bereich die gesamte Verhandlungsmacht übertragen werden. Er kann damit seine Investition sowie die Menge im eigenen

[18] Vgl. zu empirischen Befunden z. B. Emmanuel und Mehafdi (1994), Tang (1997) oder Ewert und Wagenhofer (2005).

Interesse und dem Interesse der Zentral optimal festlegen und damit die Referenzlösung reproduzieren. Einseitige Investitionsszenarien sollten also dazu führen, dass die investierende Abteilung gegenüber der nicht investierenden Abteilung im internen Handel mit deutlich größerer Macht ausgestattet ist.[19]

Wie auch schon in Abschnitt 4.1.6 lassen sich aus diesen Überlegungen Hypothesen ableiten, die empirisch zu untersuchen sind.

- Unternehmen, welche in Umgebungen mit hochvolatilen Rohstoffmärkten agieren, sollten eher verhandelte als ex-ante Verrechnungspreismechanismen implementiert haben.
- In Unternehmen, welche ex-post oder Cost-Plus Verrechnungspreise implementiert haben, sollten durch den vorliegenden Modellrahmen nicht erfasste Hindernisse für die Implementierung von verhandelten Verrechnungspreisen vorliegen.
- Gibt es nur einen Bereich, der strategische Investitionen tätigt, so sollte vermehrt zu beobachten sein, dass dieser Bereich gegenüber vor- bzw. nachgelagerten Bereichen weisungsbefugt ist.

Die obigen Analysen zeigen insbesondere, dass nur in wenigen Fällen aus dem vorliegenden Modell heraus erklärt werden kann, weswegen kostenbasierte Verrechnungspreise verhandelten vorgezogen werden. Diese Schlussfolgerungen sind konsistent mit z. B. Baldenius und Reichelstein (1998). Daher sind weitere Untersuchungen, die diesem Phänomen Rechnung tragen, notwendig.

4.3 Zur Wahl der Organisationsform bei zentraler Produktionsplanung

Hat die Zentrale zu Beginn der Handelsbeziehung das Verfügungsrecht über die Mengenentscheidung nicht an einen der Bereiche delegiert, so kann von einer zentralen (Mengen-)Planung des Produktionsprozesses gesprochen werden. Eine derartige Planung ist sowohl im Rahmen einer Profit- als auch einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation möglich. In diesem Abschnitt soll untersucht werden, inwieweit durch

[19] Diese Überlegungen sind konsistent mit Hart (1996) sowie den schon von Baldenius und Reichelstein (1998) und Hofmann und Pfeiffer (2006) vorgestellten Lösungen.

die Wahl einer Organisationsform Produktions- und Investitionsentscheidungen beeinflusst werden. Dazu werden die beiden in Abschnitt 3.2 vorgestellten Verfahren der zentralen Planung einander gegenüber gestellt.

Die beiden behandelten Verfahren unterscheiden sich hinsichtlich der den Bereichen zugewiesenen Anteile am Gesamtunternehmenserfolg. Bei der Organisationsform Profit-Center wird den beiden Bereichen ein Anteil am Gesamtunternehmensdeckungsbeitrag zugewiesen. Beide Bereiche partizipieren somit an den kostensenkenden bzw. erlössteigernden Investitionen des jeweils anderen Bereichs, können im Gegenzug jedoch auch nicht die volle Wirkung ihrer eigenen Investitionen für sich verbuchen. Eine Beteilung an den Investitionskosten des anderen Bereichs findet nicht statt. Diese Organisationsform steht damit im Kontrast zum Prinzip der „Controllability“, demzufolge die Bereiche nur an solchen Größen gemessen werden sollen, die sie auch selber beeinflussen können.[20] Im Gegensatz dazu sind die Bereiche im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation lediglich für den Teil des Gesamtdeckungsbeitrages verantwortlich, den sie auch alleine beeinflussen können. Der Produktionsbereich wird also an den Produktionskosten, der Absatzbereich an den Erlösen gemessen. Damit beeinflussen die durch die Bereiche festzulegenden Investitionen jeweils ausschließlich den eigenen Bereichserfolg.

Die wichtigste Gemeinsamkeit beider Verfahren ist die identische Fähigkeit zur Informationsverarbeitung. Unabhängig von der Organisationsform des Unternehmens sind sämtliche Entscheidungen bereits vor Realisierung der Umweltsituation getroffen.[21] In die Investitions- und Mengenentscheidung können also lediglich Erwartungen über die Realisierung der Märkte einfließen.

Aussagen über die Vorteilhaftigkeit einer der beiden Organisationsformen lassen sich also lediglich anhand der Investition- und Produktionsmengenentscheidung treffen. Wie bereits oben erwähnt führt die unterschiedliche Aufteilung des Gesamtdeckungsbeitrags zu einer anderen Zuordnung der Investitionswirkungen. Demzufolge ist zu erwarten, dass die im Rahmen der Profit-Center Organisation getroffenen Investitionsentscheidungen im Vergleich zur Referenzsituation zu Unterinvestitionen führen, da die Bereiche nicht in vollem Ausmaß von ihrer Investition profitieren. Im Rahmen der Cost- bzw. Revenue-Center Organisation hingegen können beide Bereiche von

[20] Vgl. zum Prinzip der Controllability z. B. Epstein und Manzoni (1998), Pfaff und Pfeiffer (2001), Baker (2002), Hofmann und Pfeiffer (2003) oder Pelster (2007).

[21] Vgl. dazu auch die Handlungssequenzen in den Abbildungen 3.2 und 3.5.

der Wirkung ihrer Investition allein profitieren. Ein Vergleich der Investitionsentscheidungen aus Abschnitt 3.2 bestätigt diese Vermutung.

$$\begin{array}{lllllll} I_P^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] & \text{und} & I_A^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\ I_P^{b_{CC}} & = & \frac{1}{\alpha_P} q^{b_{CC}} & \text{und} & I_A^{b_{CC}} & = & \frac{1}{\alpha_A} q^{b_{CC}}, \\ I_P^{b_{PC}} & = & \frac{\gamma_P}{\alpha_P} q^{b_{PC}} & \text{und} & I_A^{b_{PC}} & = & \frac{\gamma_A}{\alpha_A} q^{b_{PC}}. \end{array}$$

Während im Rahmen der Cost- bzw. Revenue-Center Organisation bei gegebener Menge in Höhe der Referenzlösung investiert wird, reduzieren beide Bereiche ihre Investitionen, wenn sie nur einen Teil der Investitionswirkung für sich beanspruchen können.

Bei beiden Organisationsformen wird die Mengenentscheidung durch die Zentrale unter dem Kalkül der Gesamterfolgsmaximierung getroffen. Die Mengenentscheidung ist dabei abhängig von den durch die Bereiche festgelegten Investitionen.

$$\begin{array}{lll} q^{fb} & = & \frac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\ q^{b_{PC}} & = & \frac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{b_{PC}}+I_P^{b_{PC}}}{b} + \frac{\gamma_P\gamma_A}{b}\frac{\alpha_P+\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P} q^{b_{PC}}, \\ q^{b_{CC}} & = & \frac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P^{b_{CC}}+I_A^{b_{CC}}}{b}. \end{array}$$

Die Auswirkungen der Unterinvestitionsproblematik im Rahmen der Profit-Center Organisation versucht die Zentrale durch eine entsprechende Mengenentscheidung abzumildern. Die Zentrale legt die Menge $q^{b_{PC}}$ so fest, dass diese Menge bei gegebenen Investitionen über der zentralen Mengenentscheidung im Cost- bzw. Revenue-Center liegt. Damit liegt sie bei gegebenen Investitionen auch höher als die erwartete Referenzmenge.

Durch Auflösen der inneren Abhängigkeiten wird die Wechselwirkung zwischen Unterinvestition und Überproduktion anhand der tatsächlich induzierten Investitions- und Produktionspolitiken gezeigt.

$$\begin{array}{lll} I_P^{fb} & = & \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{b_{PC}} & = & \frac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_P^{b_{CC}} & = & \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{array}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_A^{fb} &= \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{bPC} &= \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{bCC} &= \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}, \\ q^{bPC} &= \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ q^{bCC} &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Während im Rahmen der Cost- bzw. Revenue-Center Organisation im Ausmaß der Referenzlösung investiert wird, und demzufolge die Mengenentscheidung auch der erwarteten Referenzmenge entspricht, führt die Aufteilung des Gesamterfolges mittel γ-Teilungsregel zu schlechteren Ergebnissen. Es wird weniger investiert als im Referenzfall, und auch die Mengenentscheidung liegt unterhalb der erwarteten Referenzmenge.

Da beide zentralen Verfahren keinerlei Informationen über die Realisierungen der Umwelt verarbeiten, ist es demnach nicht möglich, dass eine Profit-Center Organisation im Rahmen einer zentralen Produktionssteuerung einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation überlegen ist. Dies ist in nachfolgendem Satz 4.9 zusammengefasst.

Satz 4.9 (Organisationsformen zentraler Planung)**.** *Wird das Unternehmen über eine zentrale Mengenplanung gesteuert, so ist eine Cost- bzw. Revenue-Center Organisation einer Profit-Center Organisation immer überlegen.*

Ähnlich dem vorangegangenen Vergleich zwischen ex-post und Cost-Plus Verrechnungspreisen, gleichen sich die Informationsverarbeitungsfähigkeiten der beiden in diesem Abschnitt verglichenen Verfahren der Unternehmenssteuerung. Im Gegensatz zum genannten Vergleich ist in diesem Fall jedoch keines der beiden Verfahren in der Lage, auf die Realisation der beiden Märkte zu reagieren und damit von der Unsicherheit der Märkte zu profitieren. Diese Beobachtung ändert sich auch nicht unter den drei Szenarien der partiell deterministischen Märkte, die somit keine neuen Erkenntnisse bergen. Zu bemerken ist lediglich, dass im Szenario eines deterministischen Gesamtmarktes die zentrale Planung im Rahmen einer Cost- bzw. Profit-Center Organisation zum selben Ergebnis wie die Referenzlösung führt. In diesem

Szenario spielt der Zeitpunkt, an dem die Mengenentscheidung durch die Zentrale getroffen wird, keine Rolle, da sie sowohl im Rahmen der Referenzlösung als auch bei der zentralen Planung im Rahmen einer Cost- bzw. Profit-Center Organisation auf Basis der Maximierung des Gesamtdeckungsbeitrages getroffen wird. Dieser zu Grunde liegende Gesamtdeckungsbeitrag ist jedoch in diesem Szenario deterministisch.

Andere Volatilitätsszenarien ändern also nichts an der relativen Performance der beiden Verfahren. Hingegen kann, wie aus Abschnitt 3.2.2 bekannt, bei beiden Szenarien einseitiger Investition auch bei einer Profit-Center Organisation über eine zentrale Mengensteuerung erreicht werden, dass der investierende Bereich im Sinne des Gesamtunternehmens optimal handelt. Dazu muss, wie auch schon bei den verhandelten Verrechnungspreisen, dem investierenden Bereich der Gesamtdeckungsbeitrag überantwortet werden: $\gamma_i = 1$. Damit profitiert der investierende Bereich in vollem Ausmaß von seiner Investition und wählt diese in Höhe der Referenzlösung. Die Mengenentscheidung der Zentrale wird im allgemeinen Szenario als Ausgleich zur Unterinvestition so gewählt, dass bei gegebener Investition überproduziert wird. Im Sonderfall einseitiger Investition kann sie dann jedoch, wie auch bei Vorliegen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation in Höhe der erwarteten Referenzentscheidung gewählt werden. Damit führen die beiden zentralen Mechanismen im Fall, dass nur einer der Bereiche investieren darf, zur selben Lösung. Im Fall eines deterministischen Gesamtmarktes entspricht dies dann der Referenzlösung.

Zentrale Schlussfolgerung dieses Abschnittes ist, dass es nicht vorteilhaft ist, die Bereiche anteilig am gesamten Deckungsbeitrag (Erlöse minus Kosten) zu entlohnen, wenn über ihre Investitionsentscheidung lediglich die Möglichkeit gegeben ist, auf einen Teil des Deckungsbeitrages (Erlöse oder Kosten) Einfluss zu nehmen. Eine derartige γ-Teilungsregel führt zu Unterinvestition, da die Bereiche nicht im vollen Ausmaß von ihren deckungsbeitragssteigernden Investitionen profitieren. Wird das Unternehmen also über eine zentrale Mengenplanung gesteuert, so sollten die Bereiche als Cost- bzw. Revenue-Center an dem durch sie beeinflussbaren Teil des Deckungsbeitrages beurteilt werden.

4.4 Zentrale Planung vs. dezentrale Steuerung

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten untersucht wurde, welche Organisationsform vorteilhaft ist, wenn das Unternehmen zentral bzw. dezentral steuert, soll dieser Abschnitt die Frage beantworten, unter welchen Umständen das Unternehmen zentral gesteuert werden sollte und wann es sinnvoll ist, Verfügungsrechte an die Bereiche abzugeben und dezentral über Verrechnungspreise zu steuern. Es wird gezeigt, dass die Ausnutzung dezentral im Unternehmen vorhandener Information nicht zwingend im Sinne des Unternehmens ist, und es werden Situationen identifiziert, in denen ein Verzicht auf vorhandene Information vorteilhaft im Sinne des Gesamtunternehmens ist.

Wie auch schon in den vorangegangenen Abschnitten wird in Abschnitt 4.4.1 zuerst die Vorteilhaftigkeit der Mechanismen der zentralen Planung im Vergleich zu ex-ante Verrechnungspreisen untersucht. In den Abschnitten 4.4.2 und 4.4.3 wird dieser Vergleich mit ex-post und Cost-Plus Verrechnungspreisen durchgeführt, bevor in Abschnitt 4.4.4 verhandelte Verrechnungspreise mit den Methoden der zentralen Planung verglichen werden.

4.4.1 Zentrale Planung vs. ex-ante Verrechnungspreise

Zuerst werden die Verfahren der ex-ante festgelegten Transferpreise mit den Mechanismen der zentralen Mengenplanung verglichen. Dazu werden zuerst die bereits in Kapitel 3 behandelten Investitions- und Produktionspolitiken miteinander verglichen.

Die Investitionsentscheidungen der Verfahren werden zum selben Zeitpunkt bereichserfolgsmaximierend getroffen. Die Bedingungen erster Ordnung führen zu einer Festlegung der Investitionstätigkeit in Abhängigkeit von der zu produzierenden Menge.

$$
\begin{array}{llllll}
I_P^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] & \text{und} & I_A^{fb} & = \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\
I_P^{b_{CC}} & = & \frac{1}{\alpha_P} q^{b_{CC}} & \text{und} & I_A^{b_{CC}} & = \frac{1}{\alpha_A} q^{b_{CC}}, \\
I_P^{b_{PC}} & = & \frac{\gamma_P}{\alpha_P} q^{b_{PC}} & \text{und} & I_A^{b_{PC}} & = \frac{\gamma_A}{\alpha_A} q^{b_{PC}}, \\
I_P^{s} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{s}\right] & \text{und} & I_A^{s} & = \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{s}\right], \\
I_P^{m} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{m}\right] & \text{und} & I_A^{m} & = \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{m}\right].
\end{array}
$$

Bei exogen gegebener Mengenentscheidung führen also, wie auch schon oben erwähnt, die beiden Verfahren der ex-ante Preissetzung sowie die zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation zu Investitionsentscheidungen, die denen der Referenzlösung gleichen. Einzig der im Rahmen einer Profit-Center Organisation eingesetzte zentrale Planungsmechanismus führt zu ineffizienten Investitionsentscheidungen. Die Bereiche, welche über die Investitionen entscheiden, sind in diesem Fall nur anteilig an der deckungsbeitragssteigernden Wirkung ihrer Investitionen beteiligt, während sie die Investitionskosten in voller Höhe alleine tragen müssen. Die beiden Bereiche investieren also weniger als die gesamterfolgsoptimale Menge.

Anders als die Investitionsentscheidungen werden die Mengenentscheidungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten getroffen. Im Rahmen der Transferpreisverfahren ist die Mengenentscheidung dabei an den absetzenden Bereich A delegiert, der unter Sicherheit die Menge bereichserfolgsoptimierend festlegt. Werden die zentralen Planungsmechanismen zur Unternehmenssteuerung verwendet, so entscheidet die Zentrale noch vor Realisierung der Umwelt über die Menge. Sie maximiert mit dieser Entscheidung den Gesamterfolg.

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\
q^{bCC} &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P^{bCC}+I_A^{bCC}}{b}, \\
q^{bPC} &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{bPC}+I_P^{bPC}}{b} + \tfrac{\gamma_P\gamma_A}{b}\tfrac{\alpha_P+\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P}q^{bPC}, \\
q^{s} &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^{s}+I_A^{s}}{b} = \tfrac{a(\theta)+I_A^{s}-\tau^{s}}{b}, \\
q^{m} &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^{m}+I_A^{m}}{b} - \tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A b}E\left[q^m\right] = \tfrac{a(\theta)+I_A^{m}-\tau^{m}}{b}.
\end{aligned}$$

Wie schon aus den Abschnitten 4.1.3 und 4.3 bekannt, wird die Mengenentscheidung sowohl des zentralen Planungsmechanismus bei Profit-Center Organisation als auch des ex-ante Monopolpreisverfahrens verzerrt. Wird nun von exogen gegebenen Investitionen ausgegangen, so zeigt sich, dass die erwartete Menge bei monopolpreisbasierten Verrechnungspreisen unter, bei zentraler Planung im Rahmen einer Profit-Center Organisation über der erwarteten Referenzmenge liegt. Bei standardkostenorientierten Verrechnungspreisen und bei einer zentralen Mengenplanung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation, kann die Zentrale die Menge hingegen so festlegen, dass sie im Erwartungswert der Referenzmenge entspricht. Die Reduktion der erwarteten Produktionsmenge im Rahmen des monopolpreisbasierten Verrechnungspreismechanismus ist ein Ergebnis der Delegation von Ver-

fügungsrechten: Der die Menge festsetzende Absatzbereich reagiert auf den durch den Produktionsbereich suboptimal festgelegten Transferpreis und optimiert mit der Mengenentscheidung seinen Bereichserfolg. Die Überproduktion im Rahmen der zentralen Planung in einer Profit-Center Organisation wird von der Zentrale gewählt, um auf die aus Gesamtunternehmenssicht ineffizienten Investitionsentscheidungen der Bereiche zu reagieren und diese auszugleichen.

Ein erster Überblick über die Fähigkeiten der betrachteten Verfahren, Informationen zu verarbeiten, kann aus den oben aufgeführten Mengenentscheidungen gewonnen werden. Während die Referenzmenge q^{fb} von tatsächlichem Maximalpreis $a(\theta)$ und tatsächlichen Kosten $c(\theta)$ abhängt, fließt in die Mengenentscheidung der Verrechnungspreissysteme q^s und q^m nur noch die Realisierung des Maximalpreises ein. Die Mengenentscheidung der zentralen Mechanismen $q^{b_{PC}}$ und $q^{b_{CC}}$ ist schließlich völlig unabhängig von der Realisierung der Umwelt da die Zentrale die Mengenentscheidung bereits ex-ante vor Realisierung der Umwelt trifft.

Auflösen der Abhängigkeiten führt zu den in den Sätzen 2.1, 3.3, 3.1 und 3.2 genannten Investitions- und Produktionspolitiken.

$$\begin{aligned}
I_P^{fb} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_P^{b_{CC}} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_P^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d(\theta)\right], \\
I_P^{s} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_P^{m} &= \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right]
\end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned}
I_A^{fb} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_A^{b_{CC}} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_A^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d(\theta)\right], \\
I_A^{s} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right], \\
I_A^{m} &= \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d(\theta)\right]
\end{aligned}$$

und

$$
\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b},\\
q^{b_{CC}} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], &\\
q^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], &\\
q^{s} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b},\\
q^{m} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}.
\end{aligned}
$$

Wie schon oben beschrieben gleicht die produzierte Menge der Referenzlösung im Erwartungswert den Mengen, die aus standardkostenbasierten Verrechnungspreisen und zentraler Mengenplanung im Cost- bzw. Revenue-Center resultieren. Demnach führen diese drei Verfahren auch zu denselben Investitionsentscheidungen. Die Mengenentscheidung des monopolpreisbasierten Verrechnungspreisverfahrens führt im Erwartungswert zu geringerer Produktion als im Referenzfall und damit auch zu geringerer Investitionstätigkeit. Über die Mengenentscheidung der zentralen Planung bei Profit-Center Organisation versucht die Zentrale zwar, die geringeren Investitionen auszugleichen, im Endeffekt jedoch wird im Erwartungswert weniger produziert als in der Referenzlösung und demzufolge auch weniger investiert.

Aus den oben genannten Investitions- und Produktionspolitiken resultieren dann erwartete Gesamterfolge in nachfolgender Höhe.

$$
\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{b_{CC}}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], &\\
E\left[\Pi^{b_{PC}}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], &\\
E\left[\Pi^{s}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{m}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}
$$

Keines der vier betrachteten Verfahren ist also in der Lage, die Umweltunsicherheit in vollem Umfang zu nutzen. Lediglich die beiden Transferpreisverfahren profitieren über ihre Mengenentscheidung von der Volatilität der Umwelt. Die Vorteilhaftigkeit der beiden Verrechnungspreismechanismen vor den zentralen Mechanismen hängt also entscheidend davon ab, wie hoch der Flexibilitätsgewinn der Verrechnungspreisverfahren ausfällt.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich der nachfolgende Satz 4.10.[22]

Satz 4.10 (Zentrale Planung vs. ex-ante Verrechungspreise)**.** *Ein Vergleich der zentralen Planungsmechanismen mit den ex-ante Verrechnungspreismechanismen führt zu nachfolgendem Ergebnis.*

$E\left[\Pi^{s}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{b_{CC}}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von standardkostenbasierten Verrechnungspreisen ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt*

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right]-Var\left[c\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad 0.$$

$E\left[\Pi^{m}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{b_{CC}}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von ex-ante Monopolpreisen ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt*

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right]-Var\left[c\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad \frac{\alpha_P^3\alpha_A b(\alpha_A b-1)^2}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Dabei gilt

$$\frac{\alpha_P^3\alpha_A b(\alpha_A b-1)^2}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad 0.$$

$E\left[\Pi^{s}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{b_{PC}}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von standardkostenbasierten Verrechnungspreisen ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Profit-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt*

$$\begin{aligned} & Var\left[d\left(\theta\right)\right]-Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\ \geq \quad & \frac{-\alpha_P^2\alpha_A^2 b}{(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Dabei gilt

$$\frac{-\alpha_P^2\alpha_A^2 b}{(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \leq \quad 0.$$

$E\left[\Pi^{m}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{b_{PC}}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von ex-ante Monopolpreisen ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Profit-*

[22] Der erste Teil des Satzes erweitert das Kernergebnis von Pfeiffer und Wagner (2007a,a) für den Fall asymmetrischer Investitionskosten.

Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt

$$\begin{aligned} & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\ \geq \quad & \frac{\alpha_P^2\alpha_A b\left(\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2+\alpha_P\alpha_A^3 b^2-5\alpha_P\alpha_A^2 b-2\alpha_P^2\alpha_A b+4\alpha_P\alpha_A+\alpha_P^2+\alpha_A^2\right)}{\left(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Bei symmetrischen Investitionskosten $\alpha_P = \alpha_A$ gilt

$$\alpha_P^2\alpha_A b\frac{\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2+\alpha_P\alpha_A^3 b^2-5\alpha_P\alpha_A^2 b-2\alpha_P^2\alpha_A b+4\alpha_P\alpha_A+\alpha_P^2+\alpha_A^2}{\left(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad 0.$$

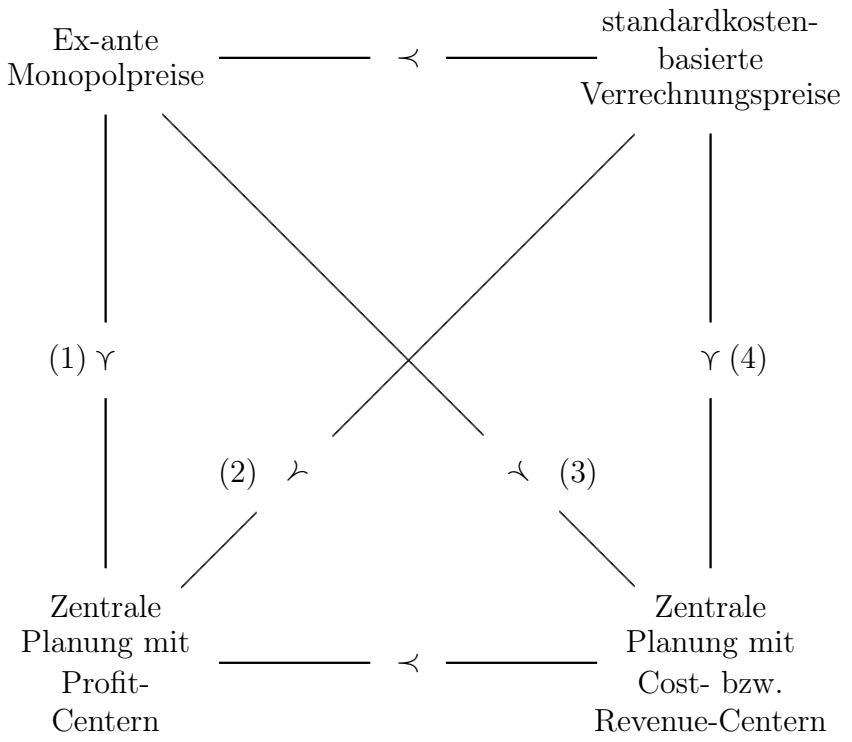
Ist der Flexibilitätsgewinn, den die beiden ex-ante Verrechnungspreisverfahren erwirtschaften, hoch genug, so dominieren sie immer gegenüber Mechanismen der zentralen Mengenplanung. Eine Übersicht über die in den Sätzen 4.10 sowie 4.3 und 4.9 gewonnenen Erkenntnisse ist in Abbildung 4.5 dargestellt.

Da die Grundidee der Überlegenheit jedoch bei allen vier Vergleichen dieselbe ist, sei sie im Folgenden nur anhand eines Vergleichs von standardkostenbasierten Verrechnungspreise mit dem Mengenplanungsmechanismus bei Cost- bzw. Revenue-Center Organisation näher beleuchtet.[23] Dieser Vergleich ist auch deswegen reizvoll, da hier die unterschiedlichen Informationsverarbeitungsfähigkeiten der beiden betrachteten Verfahren unabhängig von verzerrten Investitionsentscheidungen durch die Bereiche (beim zentralen Planungsmechanismus bei Vorliegen einer Profit-Center Organisation) oder einer verzerrten Preisentscheidung (durch den Produktionsbereich P beim ex-ante Monopolpreisverfahren) betrachtet werden können.

Diese beiden Verfahren induzieren, wie oben gezeigt, die gleichen Investitionspolitiken und führen zu Produktionsmengenentscheidungen, die im Erwartungswert übereinstimmen. Welches der Verfahren vorteilhafter ist, hängt also von den unterschiedlichen Fähigkeiten ab, die über die Märkte vorhandenen Informationen in Entscheidungen einfließen zu lassen und das Unternehmen dadurch von der Volatilität der Märkte profitieren zu lassen.

Im Referenzfall wird die Mengenentscheidung im Interesse der Zentrale so festgelegt, dass der Gesamterfolg maximiert wird. Dadurch wird die Mengenentscheidung abhängig von der Realisierung der Erlöse $a\left(\theta\right)$ und Kosten $c\left(\theta\right)$, also abhängig vom

[23] Um die Bezeichnung zu erleichtern, sei im folgenden Teil dieses Abschnitts mit „zentraler Mengenplanung“ die zentrale Mengenplanung in einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation gemeint.



$$
\begin{aligned}
(1) \quad \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\
& \geq \quad \frac{\alpha_P^2\alpha_A b\left(\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2+\alpha_P\alpha_A^3 b^2-5\alpha_P\alpha_A^2 b-2\alpha_P^2\alpha_A b+4\alpha_P\alpha_A+\alpha_P^2+\alpha_A^2\right)}{\left(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
(2) \quad \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\
& \geq \quad \frac{-\alpha_P^2\alpha_A^2 b}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
(3) \quad \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\
& \geq \quad \frac{\alpha_P^3\alpha_A b(\alpha_A b-1)^2}{\left(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
(4) \quad \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\
& \geq \quad 0
\end{aligned}
$$

Abbildung 4.5: Zentrale Planung vs. ex-ante Verrechnungspreise

Deckungsbeitrag $d\left(\theta\right)$ getroffen. Diese Anpassung an die Realisierungen der Basisstückkosten schlägt sich auch im zu erwartenden Gesamterfolg nieder: In der Referenzsituation kann das Unternehmen von der Volatilität beider Märkte profitieren und einen Flexibilitätsvorteil in Höhe von

$$\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \quad = \quad \frac{Var[a(\theta)]}{2b} - 2\frac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{2b} + \frac{Var[c(\theta)]}{2b}$$

erreichen. Das Unternehmen profitiert also neben der Volatilität der Märkte auch von deren Zusammenspiel: Der erwartete Unternehmenserfolg hängt auch von der Kovarianz von Basispreis $a(\theta)$ und Stückkosten $c(\theta)$ ab.

Wird der dezentrale standardkostenbasierte Verrechnungspreismechanismus zur Investitions- und Produktionssteuerung verwendet, so entscheidet die Absatzabteilung A über die Höhe der zu produzierenden Menge. Der Erfolg der Absatzabteilung ist dabei von der tatsächlichen Kostensituation abgekoppelt und wird lediglich über die Transferpreisvorgabe von den Kosten beeinflusst. Da der Transferpreis von der Zentrale jedoch schon vor Realisierung der Umweltsituation festgelegt wird, können auch auf diesem Weg nur Erwartungen über die Kostenentwicklung in die Mengenentscheidung einfließen. Als Konsequenz ist die Mengenentscheidung nur der Entwicklung auf dem Absatzmarkt angepasst und der durch dieses Verfahren maximal zu erwartende Gesamterfolg ist um einen Term bzgl. der Varianz der Kosten reduziert. Dem Unternehmen entgeht also der Flexibilitätsgewinn, den es aus dem Wissen über die Realisierung der Stückkosten erzielen könnte.

Beim dezentralen Mengenplanungsmechanismus wird die zu produzierende Menge bereits zu Beginn der Handelsbeziehung festgelegt. Die Mengenentscheidung wird daher lediglich auf Basis von Erwartungswerten getroffen. Neben der Investitionsentscheidung ist bei diesem Mechanismus also auch die Mengenentscheidung schon ex-ante festgelegt. Damit ist es nicht mehr möglich, auf die Realisierungen der Umwelt einzugehen. Das Unternehmen verliert also jeden Flexibilitätsgewinn, den es durch Ausnutzen des im Unternehmen vorhandenen Wissens erzielen könnte. Damit ist auch der erwartete Unternehmenserfolg von Einflüssen der volatilen Umwelt befreit.

Dezentrale standardkostenbasierte Verrechnungspreise dominieren also über eine zentrale Mengenplanung im Cost- bzw. Revenue-Center, wenn gilt

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad Var\left[c\left(\theta\right)\right].$$

Ist der Absatzmarkt volatil, gilt also $Var\left[a\left(\theta\right)\right] > 0$, d. h. der Maximalpreis $a(\theta)$ variiert abhängig vom Umweltzustand θ, so ist dies äquivalent zu nachfolgender Bedingung.

$$\widehat{\beta} \quad := \quad \tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{Var[a(\theta)]} \quad \leq \quad \tfrac{1}{2}.$$

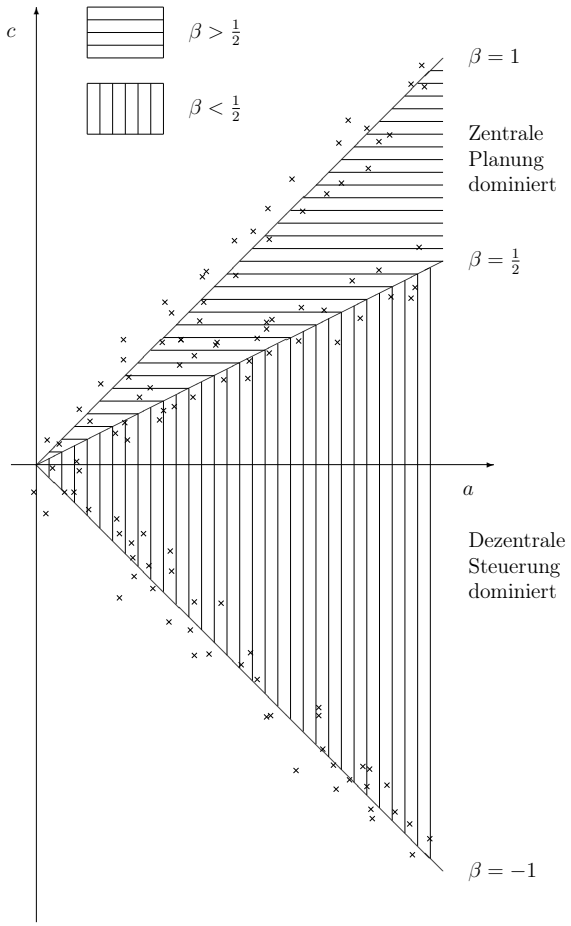


Abbildung 4.6: Zentralisierung vs. Dezentralisierung und Regressionsanalyse

Daraus lässt sich ein gänzlich neuer Aspekt der Frage Zentralisierung vs. Dezentralisierung gewinnen: Wird ein linearer Zusammenhang zwischen Basisstückkosten $c(\theta)$ und Basispreis $a(\theta)$,

$$c(\theta) \quad = \quad \beta a(\theta) \quad + \quad \kappa,$$

mit dem Koeffizienten β und einer Konstanten κ unterstellt, so kann über ein lineares Regressionsmodell,

$$c(\theta) \quad = \quad \beta a(\theta) \quad + \quad \kappa \quad + \quad \xi,$$

dieser Zusammenhang näher untersucht werden ($\xi \sim N(0, \sigma^2)$ ist ein normalverteilter Störterm[24]).

[24]Vgl. dazu bspw. Patel und Read (1996) oder Casella und Berger (1990).

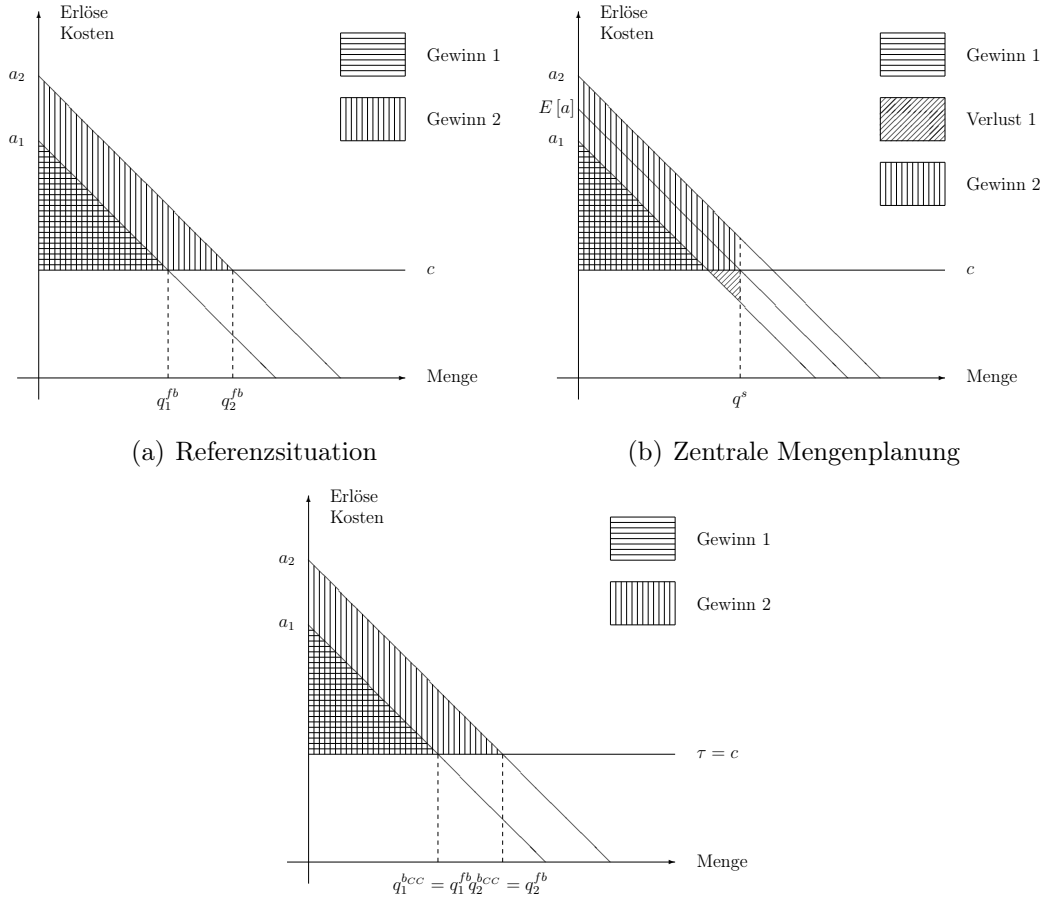
Liegen vergangenheitsbezogene Daten zu Basispreis und Stückkosten vor, so kann der Regressionsparameter β über die Methode der kleinsten Quadrate geschätzt werden. Der Schätzer des Regressionskoeffizienten β entspricht dann genau diesem genannten Grenzwert $\widehat{\beta}$.[25] Damit kann die Vorteilhaftigkeit von zentraler oder dezentraler Unternehmenssteuerung in einem weiteren Zusammenhang gesehen werden. Eine zentrale Planung über einen Mengenplanungsmechanismus dominiert eine dezentrale Steuerung über standardkostenbasiert Verrechnungspreise, wenn die geschätzte Steigung der Basisstückkosten $\widehat{\beta}$ in Abhängigkeit des Basispreises kleiner als $\frac{1}{2}$ ist. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 4.6 anhand dreier möglicher Schätzergebnisse dargestellt.

Verdeutlicht wird dieser Einblick an Hand der schon bekannten Sonderfälle partiell deterministischer Märkte.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Wird von Kostenunsicherheit abstrahiert und lediglich der Maximalpreis $a(\theta)$ variiert, liegt also ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so ist es möglich, über das Verfahren der standardkostenorientierten Verrechnungspreise die Referenzlösung zu implementieren. Über einen zentralen Mengenplanungsmechanismus ist dies nicht möglich. In Abbildung 4.7 ist diese Situation verdeutlicht. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird von nur zwei Umweltzuständen ausgegangen und von Investitionen der Bereiche abgesehen.

Bei dezentraler Steuerung über standardkostenbasierte Verrechnungspreise wird die Mengenentscheidung durch den Absatzbereich so getroffen, dass die Grenzerlöse $a(\theta) - bq^s$ dem Transferpreis τ entsprechen. Der Transferpreis τ wird aber in Höhe der erwarteten Stückkosten c festgelegt. Die über das Transferpreisverfahren festgelegte Menge entspricht daher der ex-post effizienten Menge aus der Referenzsituation, die so gewählt wird, dass Grenzerlöse $a(\theta) - bq^{fb}$ und Stückkosten c identisch sind. Die Flexibilitätsverluste dieses Verrechnungspreismechanismus basieren auf dem bereits zu Beginn der Handelsbeziehung festgelegten, auf den erwarteten Kosten $E[c(\theta)]$ basierenden Transferpreis, der nicht mehr der wahren Kostensituation angepasst werden kann. Sind die Kosten nun nicht mehr volatil, so entspricht der Erwartungswert $E[c(\theta)] = c(\theta) = c$ den tatsächlichen Kosten. Über die Mengenentscheidung

[25] Vgl. zur linearen Regression und der Methode der kleinsten Quadrate z.B. Greene (1993), Hansen (1993), Winker (1997) oder Berndt (1991).



(a) Referenzsituation

(b) Zentrale Mengenplanung

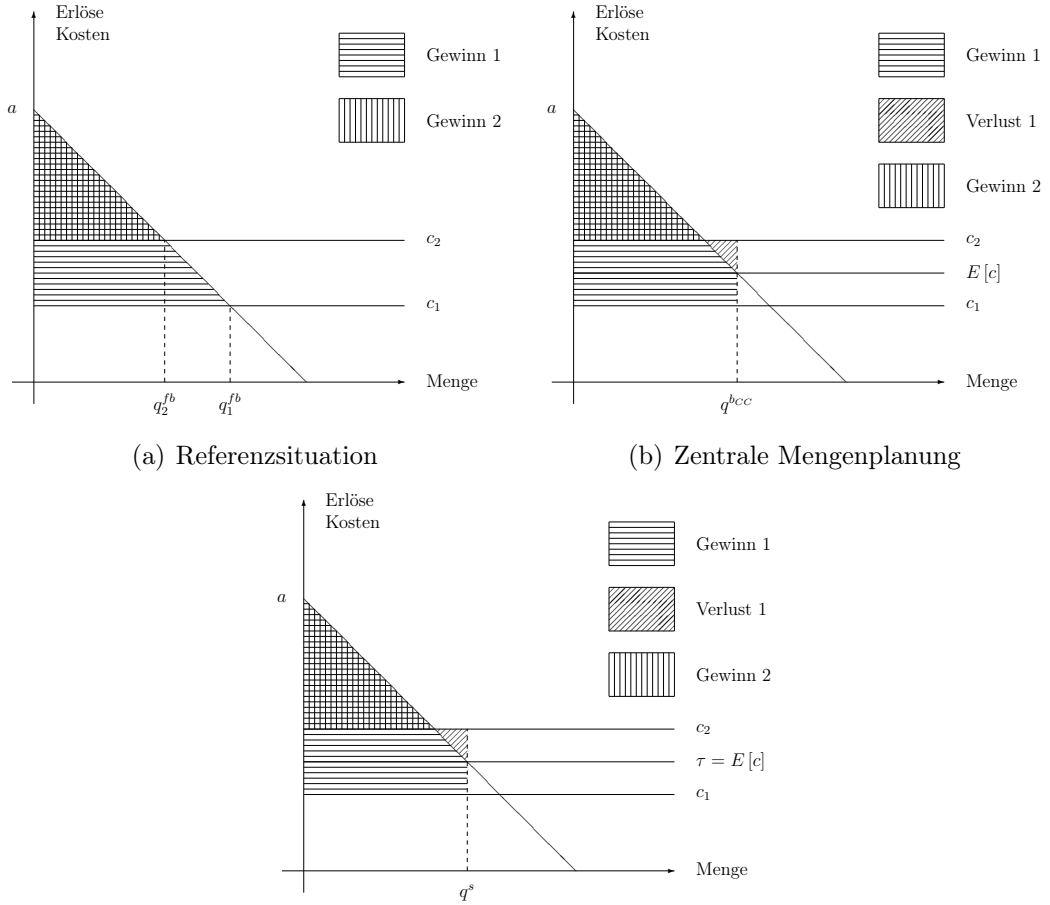
(c) Verrechnungspreise

Abbildung 4.7: Zentralisierung vs. Dezentralisierung bei deterministischem Rohstoffmarkt

des Absatzbereichs fließen damit alle Informationen, die das Unternehmen über die Kosten- und Erlössituation hat, in die Mengenentscheidung ein.

Wird hingegen zentral geplant, so wird die Menge so gewählt, dass der erwartete Grenzerlös $E[a(\theta)] - bq^{bCC}$ den erwarteten Kosten $E[c(\theta)] = c(\theta) = c$ entspricht. Der zentrale Mengenplanungsmechanismus vernachlässigt also weiterhin alle vorhandene Information und kann daher nicht zu ex-post effizienten Entscheidungen führen.

Der erwartete Gesamtunternehmenserfolg ist jeweils den schraffierten Flächen der Abbildung 4.7 zu entnehmen. Es ist leicht zu erkennen, dass das Unternehmen bei zentraler Planung im Umweltzustand 1 für jede Einheit, die mehr produziert wird als $q_1^{fb} < q_1^{bCC}$, einen Verlust erwirtschaftet. Damit kann diese Mengenentscheidung nicht ex-post effizient sein.



(a) Referenzsituation

(b) Zentrale Mengenplanung

(c) Verrechnungspreise

Abbildung 4.8: Zentralisierung vs. Dezentralisierung bei deterministischem Absatzmarkt

Deterministischer Absatzmarkt: Ist hingegen nur der Absatzmarkt deterministisch, also der Maximalpreis $a(\theta)$ unabhängig von der Umweltentwicklung, so haben beide Verfahren dieselbe Informationsverarbeitungskapazität. Beide Verfahren verfehlen jedoch das Ergebnis der Referenzlösung.

Im Referenzfall trifft die Zentrale unter perfekter Information die Mengenentscheidung so, dass die deterministischen Grenzerlöse $a - bq^{fb}$ den Stückkosten $c(\theta)$ entsprechen. Wird hingegen über Verrechnungspreise gesteuert, so wird die Mengenentscheidung vom Produktionsbereich so getroffen, dass damit die deterministischen Grenzerlöse dem Transferpreis entsprechen. Der Transferpreis jedoch wird von der Zentrale unter Unsicherheit so festgelegt, dass er den erwarteten Kosten entspricht. Wird über einen zentralen Mengenplanungsmechanismus gesteuert, so wählt die Zentrale die Menge so, dass die

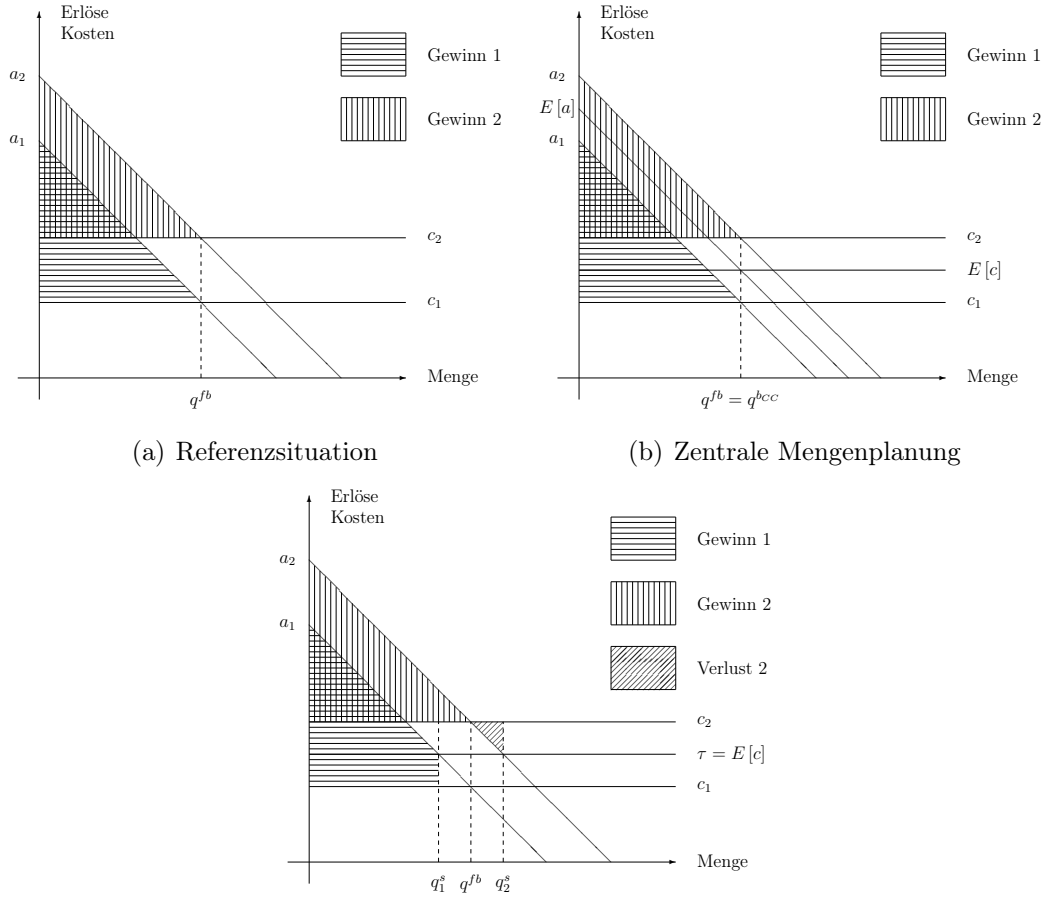
deterministischen Grenzerlöse $a - bq^{bCC}$ den erwarteten Stückkosten $E[c(\theta)]$ entsprechen und trifft damit Mengenentscheidung so, wie durch das Verfahren standardkostenbasierter Verrechnungspreise getroffen werden würde. Im Umweltzustand 2 macht das Unternehmen also mit beiden Mechanismen für jede Einheit, die mehr als $q_2^{fb} < q_2^{bCC} = q_2^s$ produziert wird, Verluste. Diese Situation ist in Abbildung 4.8 dargestellt.

Deterministischer Gesamtmarkt: Wird hingegen von einem deterministischen Basisdeckungsbeitrag d ausgegangen, mit gleichzeitig variierenden Basisstückkosten $c(\theta)$ und Maximalpreis $a(\theta)$, so induziert der zentrale Mengenplanungsmechanismus die Referenzlösung, nicht jedoch der dezentrale auf Standardkosten basierende Verrechnungspreismechanismus. In Abbildung 4.9 ist diese Situation verdeutlicht. Wiederum wird von nur zwei Umweltzuständen ausgegangen und von Investitionen der Bereiche abgesehen.

Unter perfekter Information wird im Referenzfall die Mengenentscheidung so getroffen, dass die Grenzerlöse $a(\theta) - bq^{fb}$ den Stückkosten $c(\theta)$ entsprechen. Die Mengenentscheidung ist demnach direkt vom Basisdeckungsbeitrag $d(\theta) = d$ abhängig und variiert, da dieser konstant ist, nicht.

Mit Hilfe des zentralen Mengenplanungsmechanismus wird die Mengenentscheidung allein basierend auf Erwartungswerten getroffen. Die erwarteten Grenzerlöse $E[a(\theta)] - bq^{bCC}$ entsprechen den erwarteten Stückkosten $E[c(\theta)]$ ab. Die Mengenfestlegung hängt also direkt vom erwarteten Basisdeckungsbeitrag $E[d(\theta)]$. Da aber der Basisdeckungsbeitrag in diesem Szenario konstant ist, entspricht der erwartete Deckungsbeitrag dem tatsächlichen Basisdeckungsbeitrag $E[d(\theta)] = d$. Daher ist die Mengenfestlegung des zentralen Mengenplanungsmechanismus für diesen Fall ex-post effizient.

Die Mengenentscheidung des dezentralen standardkostenbasierten Verrechnungspreismechanismus hingegen basiert auf den tatsächlichen Grenzerlösen $a(\theta) - bq^s$ und dem Transferpreis, der jedoch auf den erwarteten Stückkosten $E[c(\theta)]$ beruht. Die Mengenentscheidung wird daher der tatsächlichen Preiserwartung angepasst, jedoch nicht der Variation der Kosten, weswegen sie nicht ex-post effizient sein kann. Das Unternehmen macht demnach bei dezentraler Steuerung über standardkostenbasierte Verrechnungspreise im Umweltzustand 2 für jede Einheit, die mehr produziert wird als $q_2^{fb} < q_2^s$, einen Verlust.



(a) Referenzsituation

(b) Zentrale Mengenplanung

(c) Verrechnungspreise

Abbildung 4.9: Zentralisierung vs. Dezentralisierung bei deterministischem Gesamtmarkt

Es zeigt sich also, dass die Frage, ob im Unternehmen vorhandene Information im Zuge einer dezentralen Steuerung genutzt werden soll, in hohem Maße davon abhängt, wie die Unsicherheit auf den beiden Märkten strukturiert ist. Es wurden Situationen identifiziert, in denen es für das Unternehmen vorteilhaft ist, durch eine delegierte Mengenentscheidung vom Wissen der Absatzabteilung zu profitieren, es wurden aber auch Situationen beschrieben, in denen es für das Unternehmen vorteilhaft ist, darauf zu verzichten, dezentral vorhandene Information zu nutzen. Überlegungen, auf die Ausnutzung von Informationen zu verzichten, sind insbesondere dann ratsam, wenn das Unternehmen wie im vorliegenden Fall nicht in der Lage ist, die Informationen über beide Märkte in dezentralen Entscheidungen zu verarbeiten, sondern Informationen nur über einen der Märkte, in diesem Fall den Absatzmarkt, in die dezentralen Entscheidungen einfließen kann.

Die vorangegangenen Untersuchungen waren auf einen Vergleich zwischen standardkostenbasierten Verrechnungspreisen mit einem zentralen Mengenplanungsmechanismus im Rahmen einer Cost- bzw. Profit-Center Organisation beschränkt. Das grundlegende Ergebnis, dass bei der Wahl zwischen einem zentralen Mengenplanungsmechanismus und einem ex-ante Transferpreismechanismus zu berücksichtigen ist, wie die Volatilitäten der beiden Märkte miteinander im Verhältnis stehen, kann jedoch auch auf die beiden nicht betrachteten Verfahren übertragen werden. Bei einem erweiterten Vergleich müssen jedoch außer den Informationsverarbeitungsfähigkeiten noch die Unterproduktion des ex-ante Monopolpreisverfahrens und die Unterinvestition und Überproduktion des Mengenplanungsmechanismus im Rahmen einer Profit-Center Organisation beachtet werden. Die Vorteilhaftigkeit eines der Verfahren kann daher nicht ausschließlich von einer besseren Informationsverarbeitung abhängen.

Im Gegensatz zu den betrachteten Szenarien partiell deterministischer Märkte bieten die beiden Sonderfälle einseitiger Investitionen keine besonderen neuen Einsichten. Bemerkenswert ist lediglich, dass in diesen beiden Szenarien, wie schon in Abschnitt 4.3 beschrieben, die beiden zentralen Mengenplanungsmechanismen zu denselben Entscheidungen führen. Über die im Rahmen einer Profit-Center Organisation durch die Zentrale festgelegte γ-Aufteilungsregel wird der gesamte Deckungsbeitrag der investierenden Abteilung zu gesprochen. Diese investiert infolgedessen optimal, weswegen die Zentrale auf die ausgleichende Überproduktion verzichtet. Beide zentralen Mechanismen sind damit identisch. Die Eigenschaften der Investitions- und Mengenentscheidungen der anderen drei Verfahren ändern sich hingegen nicht.

4.4.2 Zentrale Planung vs. ex-post Verrechnungspreise

Auch ein Vergleich der ex-post Monopolpreise mit den Mechanismen der zentralen Planung beginnt mit einem Vergleich der aus Kapitel 3 bekannten Investitions- und Produktionsmengenentscheidungen. Eine Gegenüberstellung der Investitionsentscheidungen bei gegebener Menge zeigt ein schon aus Abschnitt 4.2.2 bekanntes

Bild.

$$\begin{array}{llllll}
I_P^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] & \text{und} & I_A^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\
I_P^{b_{CC}} & = & \frac{1}{\alpha_P} q^{b_{CC}} & \text{und} & I_A^{b_{CC}} & = & \frac{1}{\alpha_A} q^{b_{CC}}, \\
I_P^{b_{PC}} & = & \frac{\gamma_P}{\alpha_P} q^{b_{PC}} & \text{und} & I_A^{b_{PC}} & = & \frac{\gamma_A}{\alpha_A} q^{b_{PC}}, \\
I_P^{Info} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{Info}\right] & \text{und} & I_A^{Info} & = & \frac{1}{\alpha_A} \frac{1}{2} E\left[q^{Info}\right], \\
I_P^{oInfo} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{oInfo}\right] & \text{und} & I_A^{oInfo} & = & \frac{1}{\alpha_A} \frac{1}{2} E\left[q^{oInfo}\right].
\end{array}$$

Bei Anwendung der ex-post Transferpreise gleichen die Investitionsentscheidungen des Produktionsbereichs bei gegebener Menge jener der Referenzsituation. Der Absatzbereich hingegen investiert nur halb so viel wie in der Referenzsituation. Im Vergleich mit der Investitionswirkung der beiden zentralen Mechanismen zeigt sich, dass im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation beide Bereiche mehr investieren als bei ex-post Monopolpreisen und damit auch die Gesamtinvestitionssumme höher ist. Wird im Rahmen einer Profit-Center Organisation beiden Bereichen ein Teil des Gesamterfolges zugeteilt, so ist nicht möglich, dass der produzierende Bereich effizient investiert. Er investiert dann bei gegebener Menge weniger als bei beiden ex-post Monopolpreismechnismen. Jedoch wird bei einer Aufteilung des Gesamterfolges, die dem absetzenden Abteilung A mehr als die Hälfte des Gesamterfolges zuteilt, der absetzende Bereich mehr investieren als bei den beiden ex-post Transferpreismechanismen. In Summe lässt sich daher abhängig von den Investitionskosten α_i und der Aufteilung des Gesamterfolges auf die Bereiche eine Bedingung formulieren, wann bei gegebener Menge durch die zentrale Planung höhere Gesamtinvestitionen induziert werden als durch die ex-post Mechanismen, wenn die γ-Aufteilungsregel wie in Abschnitt 3.2.2 gewählt wurde ($\gamma_P^{b_{PC}} = \frac{\alpha_A}{\alpha_P+\alpha_A}$ und $\gamma_A^{b_{PC}} = \frac{\alpha_P}{\alpha_P+\alpha_A}$).

$$\begin{array}{lllll}
I_P^{Info} + I_A^{Info} & \leq & I_P^{b_{PC}} + I_A^{b_{PC}} & & \\
\Leftrightarrow \quad \frac{1}{\alpha_P} + \frac{1}{\alpha_A}\frac{1}{2} & \leq & \frac{\gamma_P}{\alpha_P} + \frac{\gamma_A}{\alpha_A} & = & \frac{\alpha_A^2+\alpha_P^2}{(\alpha_P+\alpha_A)\alpha_P\alpha_A} \\
\Leftrightarrow \quad \alpha_P \geq 3\alpha_A. & & & &
\end{array}$$

Wenn die Investitionskosten des produzierenden Bereichs α_P also mehr als dreimal so hoch sind wie die des absetzenden Bereichs α_A wird der Gesamterfolg im zentralen Mechanismus deutlich zu Gunsten des Absatzbereichs verschoben. Dadurch investiert dieser Bereich im zentralen Setting deutlich mehr als bei Anwendung der

Transferpreise und gleicht damit den Nachteil der nicht effizienten Investition des Produktionsbereichs wieder aus.

Werden die durch die Verfahren induzierten Mengenentscheidungen bei gegebener Investition betrachtet, so fällt wie auch schon im vorangegangenen Abschnitt die überlegene Informationsverarbeitung ins Auge.

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\
q^{bCC} &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P^{bCC}+I_A^{bCC}}{b}, \\
q^{bPC} &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{bPC}+I_P^{bPC}}{b} + \tfrac{\gamma_P\gamma_A}{b}\tfrac{\alpha_P+\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P}q^{bPC}, \\
q^{Info} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{Info}+I_A^{Info}}{b} - q^{Info} = \tfrac{a(\theta)+I_A^{Info}-\tau^{Info}}{b}, \\
q^{oInfo} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{oInfo}+I_A^{oInfo}}{b} - E_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right] = \tfrac{a(\theta)+I_A^{oInfo}-\tau^{oInfo}}{b}.
\end{aligned}$$

Im Gegensatz zu den zentralen Mechanismen, die keinerlei Information über die Realisierungen der Umwelt in die Mengenentscheidung einfließen lassen, reagieren beide ex-post Transferpreismechanismen auf die Realisierungen der Umwelt auf beiden betroffenen Märkten. Die ex-post Monopolpreismechanismen sind also in der Lage, von der Volatilität der Märkte zu profitieren. Werden hingegen die erwarteten Mengenentscheidungen betrachtet, so zeigt sich, dass beide ex-post Mechanismen suboptimale Mengenentscheidungen treffen. Im Vergleich zur erwarteten Referenzmenge reduziert sich die erwartete Menge um die Hälfte.

Es zeigt sich also, dass die ex-post Verrechnungspreismechanismen zwar besser von der Unsicherheit der Märkte profitieren können, jedoch verglichen mit den Ergebnissen eines zentralen Planungsmechanismus in einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation zu wenig investieren und zu einer im Erwartungswert zu geringen Produktionsmenge führen. Im Vergleich mit dem zentralen Planungsmechanismus im Rahmen einer Profit-Center Organisation ist bei einer stark asymmetrischen Verteilung der Investitionskosten zwar eine höhere Gesamtinvestition möglich, jedoch kann die Zentrale durch eine Festlegung der Menge (bei fixen Investitionen) über der Referenzmenge die dennoch zu geringe Investitionshöhe wieder ausgleichen, während der Absatzbereich, bei den Transferpreisverfahren seinen Bereichserfolg maximierend, auch die zu produzierende Menge zu gering ansetzt. Es ist also davon auszugehen, dass die zentralen Planungsmechanismen zumindest bei deterministischen Märkten einer Steuerung über ex-post Monopolpreise überlegen sind. Im Gegensatz dazu

werden stark volatile Märkte zu einer Überlegenheit der ex-post Transferpreismechanismen führen.

Bevor diese Überlegungen jedoch in Satz 4.11 präzisiert werden, sollen bei einem Blick auf die tatsächlich durchgeführten Investitions- und Mengenentscheidungen die oben genannten Beobachtungen verdeutlicht werden.

$$\begin{aligned}
I_P^{fb} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{bCC} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{bPC} &= \tfrac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned}
I_A^{fb} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_A^{bCC} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_A^{bPC} &= \tfrac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_A^{Info} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_A^{oInfo} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right].
\end{aligned}$$

Die Investitionen der zentralen Planung bei Cost- bzw. Revenue-Center Organisation entsprechen den Referenzinvestitionen und können daher nicht übertroffen werden. Ein Vergleich zwischen der Investitionswirkung der ex-post Mechanismen und des zentralen Planungsmechanismus bei Profit-Center Organisation zeigt, dass bei asymmetrischen Investitionskosten die Investitionen der zentralen Planung die der ex-post Mechanismen durchaus übersteigen können. Liegen hingegen symmetrische Investitionskosten $\alpha_P = \alpha_A$ vor, so übersteigen sowohl die Einzel- als auch die Gesamtinvestitionen der ex-post Mechanismen jene des zentralen Mechanismus. Diese Beobachtung steht gewissermaßen in Konflikt zu den obigen Beobachtungen. Jedoch fließt in die tatsächlich Investitionsentscheidung neben den obigen Überlegungen über die unterschiedlichen Entscheidungskalküle auch die anders festgelegte Produktionsmenge ein. Im Fall symmetrischer Investitionskosten, der bei gegebener Menge zu höheren Investitionen der ex-post Transferpreismechanismen führt, kann die Zentrale durch die Festlegung der Menge die Unterinvestitionsproblematik ab-

mildern. Dadurch kommt es im Endeffekt zu höheren Investitionen der Bereiche im Rahmen der zentralen Planung.

Ein Vergleich der Mengenentscheidungen bestätigt diese Beobachtung.

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b},\\
q^{b_{CC}} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
q^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
q^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b},\\
q^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Die Zentrale legt die Menge $q^{b_{PC}}$ so fest, dass sie im Erwartungswert über den Mengenentscheidungen der ex-post Mechanismen q^{Info} und q^{oInfo} liegt. Die mit der erwarteten Referenzmenge übereinstimmende Menge $q^{b_{CC}}$ liegt jedoch über der erwarteten Menge $q^{b_{PC}}$.

An der tatsächlichen Mengenentscheidung kann auch die Fähigkeit der Informationsverarbeitung abgelesen werden. Die zentralen Mechanismen verarbeiten gar keine Information, während die ex-post Mechanismen Informationen über beide Märkte in die Mengenentscheidung einfließen lassen. Die Unterscheidung der ex-post Mechanismen, die in Abschnitt 4.1.1 näher beleuchtet wurde, beruht einzig auf dem Wissen, das die produzierende Abteilung in ihre Preisentscheidung einfließen lassen kann.

Deutlicher noch als an der Mengenentscheidung zeigt sich die Informationsverarbeitungskapazität der Verfahren am maximal zu erwartenden Gesamterfolg.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{b_{CC}}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right],\\
E\left[\Pi^{b_{PC}}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right],\\
E\left[\Pi^{Info}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A b\alpha_P-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{oInfo}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}.
\end{aligned}$$

Die ex-post Mechanismen profitieren, wenn auch nicht im höchst möglichen Ausmaß, von der Volatilität der Märkte und sind dabei den zentralen Mechanismen überlegen. Die zentralen Mechanismen sind hingegen, wie schon oben angedeutet, überlegen,

wenn die Märkte keinerlei Volatilität aufweisen. Die ex-post Monopolpreismechanismen sind den zentralen Mechanismen also genau dann überlegen, wenn die beiden Märkte ein gewisses Maß an Volatilität erreichen.

Diese Überlegungen konkretisiert der nachfolgende Satz 4.11.

Satz 4.11 (Zentrale Planung vs. ex-post Verrechungspreise)**.** *Ein Vergleich der zentralen Planungsmechanismen mit den monopolpreisbasierten ex-post Mechanismen führt zu nachfolgendem Ergebnis.*

$E\left[\Pi^{Info}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{b_{CC}}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von ex-post Monopolpreisen mit Informationssystem ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt*

$$\begin{aligned} & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\ \geq \quad & \frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^2\alpha_A\alpha_P+5b\alpha_P-1\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad 0. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{oInfo}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{b_{CC}}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von ex-post Monopolpreisen ohne Informationssystem ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt*

$$\begin{aligned} & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\ \geq \quad & \frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^2\alpha_A\alpha_P+5b\alpha_P-1\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad 0. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{Info}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{b_{PC}}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von ex-post Monopolpreisen mit Informationssystem ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Profit-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt*

$$\begin{aligned} & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\ \geq \quad & \frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4\alpha_A b^2\alpha_P^2+4\alpha_A^2 b^2\alpha_P-7\alpha_A b\alpha_P+5b\alpha_P^2+3\alpha_A\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P^2+\alpha_A^2 b\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad 0. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{oInfo}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{b_{PC}}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von ex-post Monopolpreisen ohne Informationssystem ist einer zentralen Planung*

im Rahmen einer Profit-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt

$$\begin{aligned} & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\ \geq \quad & \frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4\alpha_A b^2\alpha_P^2 + 4\alpha_A^2 b^2\alpha_P - 7\alpha_A b\alpha_P + 5b\alpha_P^2 + 3\alpha_A\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P^2 + \alpha_A^2 b\alpha_P - \alpha_A\alpha_P - \alpha_P^2 - \alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad 0. \end{aligned}$$

Satz 4.11 bestätigt also die oben genannte Beobachtung, dass die Transferpreismechanismen den zentralen Mechanismen überlegen sind, wenn die Varianz der Märkte gewisse Schwellenwerte übersteigt. Aus den Abschnitten 3.3.2 und 4.1.1, in dem die beiden ex-post Monopolpreisverfahren beschrieben und miteinander verglichen werden, ist bekannt, dass diese beiden Monopolpreisverfahren jeweils von der Volatilität des Gesamtmarktes, also von der Varianz eines Terms abhängig vom Stückdeckungsbeitrages $d\left(\theta\right)$ profitieren. Bei Vorliegen eines Informationssystems ist dieser Flexibilitätsgewinn dann ein Vielfaches des Flexibilitätsgewinns der Referenzlösung.

Es ist daher leicht verständlich, dass das grundlegende Ergebnis des vorangegangenen Kapitels auch bei partiell deterministischen Märkten bestehen bleibt. So lange der Gesamtmarkt unsicher ist, so lange profitieren die beiden ex-post Mechanismen von ihrer überlegenen Informationsverarbeitungsfähigkeit. Die Vorteilhaftigkeit von zentraler Mengenplanung oder dezentraler Steuerung über ex-post Monopolpreise hängt davon ab, ob die Volatilität der Märkte für das Unternehmen so wichtig ist, dass es auf die überlegene Investitions- und Produktionssteuerung der zentralen Mechanismen verzichten kann. Nur wenn der Gesamtmarkt deterministisch ist, das Unternehmen also nicht von der Volatilität der beiden Partialmärkte profitieren kann, kann eine generelle Vorteilhaftigkeit der zentralen Mechanismen festgestellt werden. Aus Abschnitt 4.1.1 ist bekannt, dass der Flexibilitätsgewinn des ex-post Monopolpreisverfahrens ohne Informationssystem dem mit Informationssystem immer überlegen ist. So ist einsehbar, dass die vorangehenden Überlegungen auch auf das ex-post Monopolpreisverfahren ohne Informationssystem übertragbar sind.

Neben den Informationsverarbeitungsfähigkeiten unterscheiden sich die beiden Klassen der hier verglichenen Verfahren, wie oben bereits beschrieben, insbesondere hinsichtlich der Investitionsentscheidungen. Einen genaueren Blick auf diese Unterschiede bieten die beiden Sonderfälle einseitiger Investitionen.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Wird nur durch den produzierenden Bereich P investiert, so führt dies bei gegebener Menge zu optimaler Investition bei allen vier Verfahren. Während die beiden ex-post

Monopolpreismechanismen und der zentrale Mengenplanungsmechanismus bei Cost- bzw. Revenue-Center Organisation jedoch auch im allgemeinen Setting zu optimalen Investitionen des Produktionsbereichs führen, ist die optimale Investitionsentscheidung im Rahmen der zentralen Mengenplanung bei einem Profit-Center eine Folge davon, dass dem investierenden Bereich der gesamte Unternehmensdeckungsbeitrag zugesprochen wird.

Die vier hier verglichenen Verfahren ändern sich in diesem Szenario also lediglich bzgl. der Mengenentscheidung. Während die beiden Planungsmechanismen durch die zentrale Mengenentscheidung ex-ante jedoch im Erwartungswert in Höhe der Referenzlösung produzieren, wird die Mengenentscheidung der ex-post Mechanismen durch die Monopolmacht des produzierenden Bereichs verzerrt. Zwar generieren die beiden ex-post Mechanismen wegen der erst nach Realisierung der Umweltsituation getroffenen Mengenentscheidung einen höheren Flexibilitätsgewinn, durch die bereichserfolgsoptimale Preisentscheidung wird jedoch nicht gesamterfolgsoptimal produziert, und der auch in einer sicheren Umgebung erzielte Anteil des Gesamterfolges fällt bei beiden zentralen Mechanismen höher aus als bei beiden ex-post Mechanismen.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A: Investiert hingegen nur der absetzende Bereich A, so zeigen sich die unterschiedlichen Investitionswirkungen der vier Verfahren deutlich. Während beide zentralen Mechanismen bei gegebener Menge optimal investieren, führt der durch den Produktionsbereich festgesetzte Preis zu einer Verzerrung der erlössteigernden Investitionen. Neben der Mengenentscheidung wird durch die einseitige Entscheidung über den Transferpreis in diesem Sonderfall, wie auch im allgemeinen Szenario, die Investitionsentscheidung des Absatzbereichs verzerrt. Im Ergebnis fällt der zu erwartenden Erfolg bei beiden zentralen Mechanismen, wenn von Unsicherheit auf den Märkten abstrahiert wird, deutlich höher aus als bei den beiden ex-post Mechanismen. Bei hoher Unsicherheit auf den Märkten tritt dieser Vorteil jedoch zu Gunsten der besseren Informationsverarbeitung in den Hintergrund.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die zentralen Mengenplanungsmechanismen dominieren, wenn sich die Unsicherheit auf den beiden Märkten gegenseitig aufhebt, der Gesamtmarkt also deterministisch ist. In diesem Fall wiegen die Verzerrungen, die sich bei Investitions- und Mengenentscheidung durch den Absatzbereich infolge des durch den Produktionsbereich festgelegten ex-post Monopolpreises er-

geben, schwerer als die fehlende Möglichkeit der zentralen Verfahren, sich auf die Umwelt einzustellen. Sind die Märkte hingegen unterschiedlich volatil, so kann der Flexibilitätsvorteil der ex-post Verfahren die Vorteile der zentralen Planung aufheben.

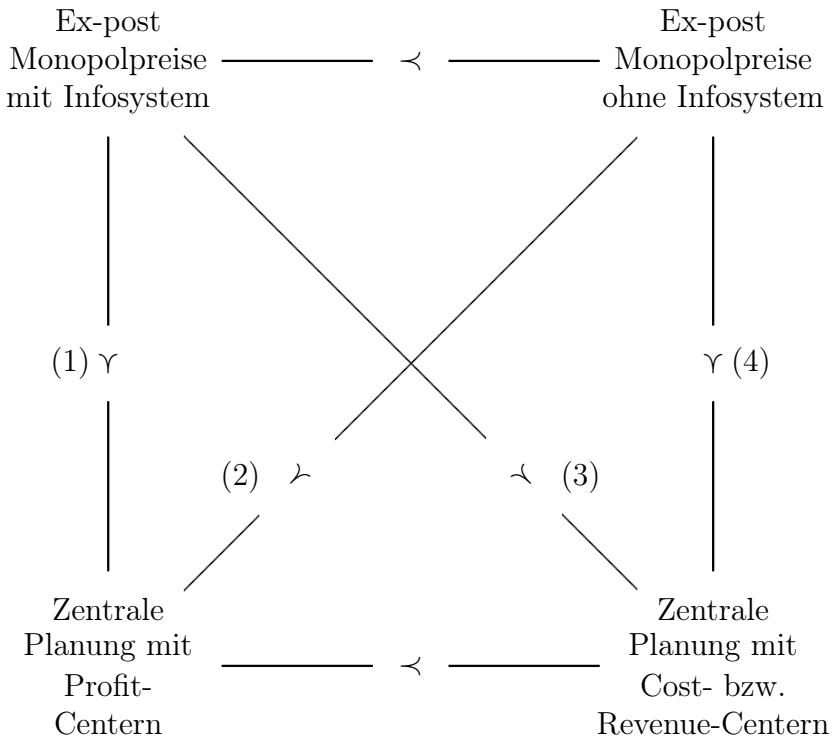
Aus dem vorangegangenen Satz 4.11 kann damit zusammen mit den Ergebnissen der Sätze 4.1 und 4.9 eine komplette Übersicht über die Vorteilhaftigkeit der in diesem Abschnitt behandelten Verfahren gegeben werden. Abbildung 4.10 stellt diese Zusammenhänge abschließend dar.

4.4.3 Zentrale Planung vs. Cost-Plus Verrechnungspreise

Ein Vergleich von Cost-Plus Verrechnungspreisen mit den Mechanismen der zentralen Planung schließt die Vergleiche mit den kostenbasierten Verrechnungspreisen schließlich ab. Wie aus Abschnitt 3.3.3 bekannt ist eines der wichtigsten Merkmale der Cost-Plus Verrechnungspreise die perfekte Informationsverarbeitungsfähigkeit dieses Verfahrens. Diese Fähigkeit zeigt sich insbesondere in der Wahl der Handelsmenge.

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\
q^{b_{CC}} &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P^{b_{CC}}+I_A^{b_{CC}}}{b}, \\
q^{b_{PC}} &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{b_{PC}}+I_P^{b_{PC}}}{b} + \tfrac{\gamma_P\gamma_A}{b}\tfrac{\alpha_P+\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P}q^{b_{PC}}, \\
q^{c+} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{c+}+I_A^{c+}}{b} - \tfrac{\delta^{c+}}{b} = \tfrac{a(\theta)+I_A^{c+}-\tau^{c+}}{b}.
\end{aligned}$$

Zwar führt ein positiver Aufschlagsatz δ^{c+} zu einer Reduktion der Menge bei gegebenen Investitionen gegenüber der Referenzlösung, jedoch ist die Menge in optimaler Weise an die Realisierung der beiden betroffenen Märkte angepasst: Es fließen sowohl der tatsächliche Maximalpreis $a(\theta)$ als Realisierung des Absatzmarktes als auch die tatsächlichen Stückkosten $c(\theta)$ als Realisierung des Rohstoffmarktes in die Mengenentscheidung ein. Die beiden zentralen Mechanismen hingegen verarbeiten keinerlei Informationen in der Mengenentscheidung, sondern führen zu einer Produktionsmengenfestlegung auf Basis von Erwartungswertkalkülen. Bei gegebenen Investitionen hingegen entspricht die Menge des zentralen Planungsmechanismus $q^{b_{CC}}$ bei Cost- bzw. Revenue-Center Organisation der erwarteten Referenzmenge q^{fb} und ist demnach bei deterministischen Märkten die bessere Wahl. Diese Beobachtungen zeigen



$$
\begin{aligned}
(1) \quad \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\
& \geq \frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4\alpha_A b^2\alpha_P^2+4\alpha_A^2 b^2\alpha_P-7\alpha_A b\alpha_P+5b\alpha_P^2+3\alpha_A\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P^2+\alpha_A^2 b\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
(2) \quad \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\
& \geq \frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4\alpha_A b^2\alpha_P^2+4\alpha_A^2 b^2\alpha_P-7\alpha_A b\alpha_P+5b\alpha_P^2+3\alpha_A\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P^2+\alpha_A^2 b\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
(3) \quad \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\
& \geq \frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^2\alpha_A\alpha_P+5b\alpha_P-1\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
(4) \quad \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\
& \geq \frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^2\alpha_A\alpha_P+5b\alpha_P-1\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}
$$

Abbildung 4.10: Zentrale Planung vs. ex-post Verrechnungspreise

sich auch an den tatsächlich induzierten Mengenentscheidungen.

$$
\begin{aligned}
q^{fb} &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}, \\
q^{bCC} &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
q^{bPC} &= \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
q^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \frac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.
\end{aligned}
$$

Die tatsächlichen durch die Verfahren induzierten Investitionsentscheidungen zeigen, dass lediglich der auf einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation basierende zentrale Mechanismus zu optimalen Investitionen führt. Sowohl der zweite zentrale als auch das Cost-Plus Verfahren führen zu Unterinvestition.

$$\begin{aligned}
I_P^{fb} \quad & \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{b_{CC}} \quad & \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{b_{PC}} \quad & \tfrac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{c+} \quad & \tfrac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned}
I_A^{fb} \quad & \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_A^{b_{CC}} \quad & \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_A^{b_{PC}} \quad & \tfrac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_A^{c+} \quad & \tfrac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \tfrac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right].
\end{aligned}$$

Die Investitionen des Produktionsbereichs bei einer zentralen Mengenplanung im Rahmen der Profit-Center Organisation fallen dabei höher aus als jene bei Anwendung des Cost-Plus Verfahrens. Welches der Verfahren jedoch höhere Investitionen des Absatzbereichs oder Gesamtinvestitionen induziert, kann nicht unabhängig von den Investitionskosten α_i beantwortet werden.

Aus den genannten Investitions- und Produktionspolitiken resultieren dann die nachfolgenden erwarteten Gesamterfolge.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &&+ \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{b_{CC}}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\
E\left[\Pi^{b_{PC}}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\
E\left[\Pi^{c+}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &&+ \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Wiederum zeigt sich die perfekte Informationsverarbeitung des Cost-Plus Verfahrens und die im Fall deterministischer Märkte perfekte Steuerung durch den zentralen Mechanismus in einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation. Der dezentrale Cost-Plus Mechanismus kann gegenüber diesem zentralen Planungsmechanismus also nur dann überlegen sein, wenn das Unternehmen von der Volatilität der Märkte

in ausreichendem Umfang profitieren kann. Ebensolche Überlegungen treffen auf die Überlegenheit des Cost-Plus Verfahrens gegenüber der zentralen Planung in einer Profit-Center Organisation zu. Da dieses zentrale Planungsverfahren jedoch auch im Fall sicherer Märkte zu ineffizienten Entscheidungen führt, werden mehr Fälle identifiziert werden können, in denen das Cost-Plus Verfahren überlegen ist. Diese Überlegungen sind in Satz 4.12 zusammengefasst und präzisiert.

Satz 4.12 (Zentrale Planung vs. Cost-Plus Verrechungspreise)**.** *Ein Vergleich der zentralen Planungsmechanismen mit dem Verfahren der Cost-Plus Verrechnungspreise führt zu nachfolgendem Ergebnis.*

$E\left[\Pi^{c+}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{b_{CC}}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von Cost-Plus Verrechnungspreisen ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt*

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \geq \quad \frac{\alpha_A^3 \alpha_P^2 b^3}{\left(\alpha_A b-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right].$$

$E\left[\Pi^{c+}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{b_{PC}}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von Cost-Plus Verrechnungspreisen ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Profit-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt*

$$\begin{aligned} & Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\ \geq \quad & \frac{\alpha_A^2 \alpha_P^2 b\left(\alpha_A^2 b^2-\alpha_A b+1\right)}{\left(\alpha_A b-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Es gilt:

$$\begin{aligned} & \frac{\alpha_A^3 \alpha_P^2 b^3}{\left(\alpha_A b-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} \\ \geq \quad & \frac{\alpha_A^2 \alpha_P^2 b\left(\alpha_A^2 b^2-\alpha_A b+1\right)}{\left(\alpha_A b-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} \quad \geq \quad 0. \end{aligned}$$

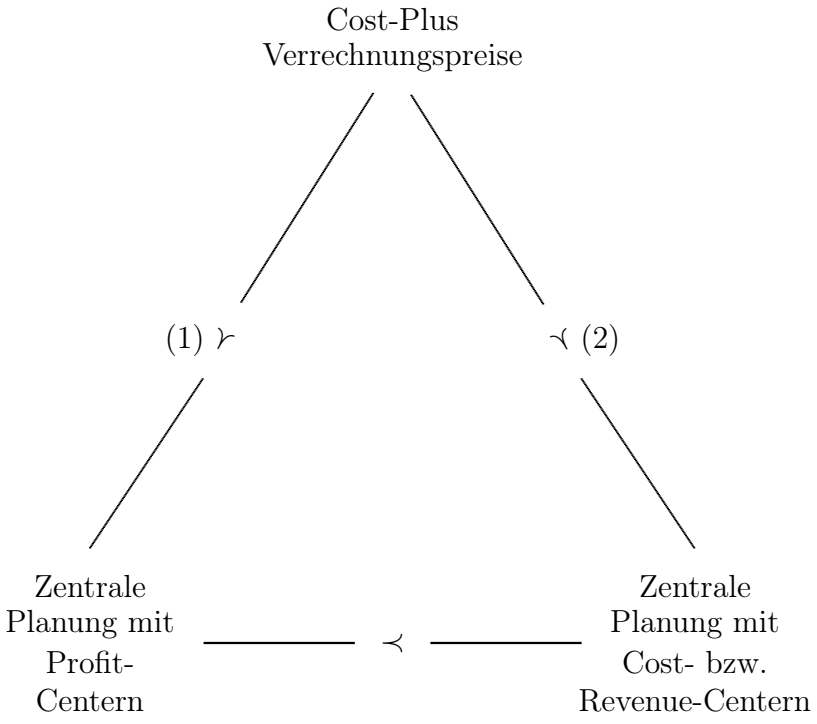
Das Verfahren der Cost-Plus Verrechnungspreise ist den zentralen Planungsmechanismen also überlegen, wenn die Varianz des Basisdeckungsbeitrages jeweils einen gewissen Schwellenwert übersteigt. Beide zentralen Mechanismen sind also besser als der dezentrale Mechanismus in der Lage, in einem sicheren Umfeld die richtigen Investitions- und Produktionsentscheidungen zu treffen bzw. zu induzieren. Diese Feststellung gilt auch dann, wenn die drei Sonderfälle der partiell deterministischen

Märkte betrachtet werden. Ist auch nur einer der drei Partialmärkte stochastisch, so kann das Unternehmen über das System der Cost-Plus Verrechnungspreise von dieser Volatilität profitieren. Nur im Fall, dass sich die Volatilität von Absatz- und Rohstoffmarkt aufhebt und der Gesamtmarkt damit deterministisch ist, kann das Unternehmen nicht von dieser Volatilität profitieren. Ebenso wie im vorangegangenen Abschnitt 4.4.2 dominiert das mit dezentralen Elementen ausgestattete Cost-Plus Verfahren über die beiden zentralen Mechanismen, wenn eine hohe Volatilität auf den Märkten dem Unternehmen große Chancen bietet. Vice versa dominieren die zentralen Planungsmechanismen, wenn durch eine dezentrale Unternehmenssteuerung keine oder nur vernachlässigbare Information verarbeitet werden kann. In diesem Fall ist die im Sinne der Zentral bessere Investitions- und Produktionssteuerung bedeutsamer.

Aus den Abschnitten 3.2 und 3.3.3 ist bekannt, dass sich die Steuerungswirkungen einzelner in diesem Abschnitt betrachteter Verfahren teils erheblich ändern, wenn nur eine der beiden Abteilungen investieren kann.

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Ist diese Investition auf den produzierenden Bereich beschränkt, so führt dies wie in Abschnitt 3.3.3 beschrieben dazu, dass die Zentrale bei der Festlegung des Aufschlags δ im Cost-Plus Verfahren zwischen Investitions- und Produktionssteuerung abwägen muss. Sie kann in dieser Situation also weder die Investitions- noch die Mengenentscheidung der Referenzlösung replizieren. Die zentralen Mechanismen hingegen führen in diesem Setting beide zu effizienten Investitionsentscheidungen. Die unterschiedlichen Fähigkeiten – perfekte Informationsverarbeitung auf der einen, perfekte Investitionssteuerung auf der anderen Seite – treten in diesem Szenario noch deutlicher zu Tage.

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A: Im zweiten Szenario einseitiger Investition, besteht dieser Gegensatz zwischen Investitions- und Mengensteuerung nicht mehr. Die Zentrale überträgt in diesem Setting beim Cost-Plus Verfahren den gesamten Unternehmensgewinn an den investierenden Bereich A, der dementsprechend auch im Sinne der Zentrale investiert. Im Ergebnis führt dies also zu perfekter Investitionstätigkeit ohne Abstriche bei der perfekten Informationsverarbeitungsfähigkeit. Das Cost-Plus Verfahren repliziert also die First-Best Lösung. Die zentralen Mechanismen, die zwar in diesem Setting beide in Höhe der Referenzlösung investieren, aber unter Unsicher-



$$
\begin{aligned}
(1) \quad &\Leftrightarrow \quad Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&\geq \quad \frac{\alpha_A^2 \alpha_P^2 b\left(-\alpha_A b+1+\alpha_A^2 b^2\right)}{\left(\alpha_A b-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
(2) \quad &\Leftrightarrow \quad Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&\geq \quad \frac{\alpha_A^3 \alpha_P^2 b^3}{\left(\alpha_A b-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}
$$

Abbildung 4.11: Zentrale Planung vs. Cost-Plus Verrechnungspreise

heit über die Menge entscheiden, können also keinesfalls besser sein als das Cost-Plus Verfahren.

Abbildung 4.11 fasst die Überlegungen des vorangegangenen Abschnitts zusammen und veranschaulicht die Überlegenheiten der betrachteten Verfahren graphisch.

4.4.4 Zentrale Planung vs. verhandelte Verrechnungspreise

Ein Vergleich zwischen verhandelten Verrechnungspreisen und den Mechanismen der zentralen Planung schließt diesen Abschnitt ab. Wie auch in den vorangegangenen Abschnitten soll zuerst ein Blick auf die Investitions- und Produktionspolitiken einen

Eindruck über die unterschiedlichen Wirkungen der Verfahren vermitteln.

$$\begin{array}{llllll} I_P^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] & \text{und} & I_A^{fb} & = & \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\ I_P^{bCC} & = & \frac{1}{\alpha_P} q^{bCC} & \text{und} & I_A^{bCC} & = & \frac{1}{\alpha_A} q^{bCC}, \\ I_P^{bPC} & = & \frac{\gamma_P^{bPC}}{\alpha_P} q^{bPC} & \text{und} & I_A^{bPC} & = & \frac{\gamma_A^{bPC}}{\alpha_A} q^{bPC}, \\ I_P^{v} & = & \frac{\gamma_P^{v}}{\alpha_P} E\left[q^{v}\right] & \text{und} & I_A^{v} & = & \frac{\gamma_A^{v}}{\alpha_A} E\left[q^{v}\right]. \end{array}$$

Wird die Mengenentscheidung als gegeben angenommen, so zeigt ein Blick auf die aus den Bedingungen erster Ordnung abgeleiteten Investitionsentscheidungen durchaus Ähnlichkeiten. Die perfekten Investitionsanreize des zentralen Mechanismus bei Cost- bzw. Revenue-Center Organisation wurden schon mehrmals thematisiert. Bei den beiden anderen in diesem Abschnitt betrachteten Verfahren hingegen ähneln sich die Investitionsentscheidungen. Beiden Verfahren ist gemein, dass die als Profit-Center organisierten Bereiche zwar zur Gänze die Kosten der den Gesamterfolg verbessernden Investitionen tragen müssen, jedoch nur zu einem Anteil γ_i von der Wirkung ihrer Investitionen profitieren. Die Bereiche reduzieren also bei beiden Verfahren ihre Investitionen. Stehen die Bereiche nun den gleichen Investitionskosten $\alpha_P = \alpha_A$ gegenüber, so investieren sie zusammen nur halb so viel wie in der Referenzlösung.

Ein Vergleich der Mengenentscheidungen zeigt wieder das bekannte Bild.

$$\begin{array}{lll} q^{fb} & = & \frac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\ q^{bCC} & = & \frac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P^{bCC}+I_A^{bCC}}{b}, \\ q^{bPC} & = & \frac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{bPC}+I_P^{bPC}}{b} + \frac{\gamma_P\gamma_A}{b}\frac{\alpha_P+\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P} q^{bPC}, \\ q^{v} & = & \frac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{v}+I_A^{v}}{b}. \end{array}$$

Die Mengenentscheidung der zentralen Mechanismen wird unter Unsicherheit auf Basis von Erwartungswertkalkülen gebildet. Können die beiden Bereiche hingegen die Menge aushandeln, so einigen sie sich auf die Menge, welche den Gesamterfolg des Unternehmens, den sie untereinander aufteilen können, maximiert. Sie einigen sich damit bei gegebenen Investitionen darauf, die Menge wie im Referenzfall festzulegen.

Auflösung der inneren Abhängigkeiten führt zu den aus den Sätzen 2.1, 3.1, 3.2 und 3.6 bekannten Investitions- und Produktionspolitiken.

$$\begin{aligned}
I_P^{fb} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{bCC} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{bPC} &= \tfrac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_P^{v} &= \tfrac{\alpha_A}{(\alpha_A+\alpha_P)(\alpha_P b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned}
I_A^{fb} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_A^{bCC} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_A^{bPC} &= \tfrac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
I_A^{v} &= \tfrac{\alpha_P}{(\alpha_A+\alpha_P)(\alpha_A b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] &&+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}, \\
q^{bCC} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
q^{bPC} &= \tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\
q^{v} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-2)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)} E\left[d\left(\theta\right)\right] &&+ \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.
\end{aligned}$$

Im Vergleich von verhandelten Verrechnungspreisen und dem zentralen Planungsmechanismus in einer Profit-Center Organisation zeigt sich, dass die Mengenwahl q^{bPC} der Zentrale zu mehr Produktion führt als dies bei verhandelten Verrechnungspreisen zu erwarten ist. Ebenso werden sowohl höhere Einzel- als auch Gesamtinvestitionen als durch das dezentrale System der verhandelten Verrechnungspreise induziert. Eine überlegene Investitionssteuerung und eine Mengenentscheidung, die der Referenzmenge im Erwartungswert entspricht, werden auch durch den zweiten zentralen Planungsmechanismus, der zentralen Mengenplanung im Cost- bzw. Revenue-Center, erreicht. Die beiden zentralen Mechanismen sind den verhandelten Verrechnungspreisen also lediglich im Hinblick auf die Fähigkeit, Informationen über die Märkte zu verarbeiten, unterlegen.

Diese Beobachtungen zeigen sich in den erwarteten Gesamterfolgen bestätigt.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{bCC}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right],\\
E\left[\Pi^{bPC}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right],\\
E\left[\Pi^{v}\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Durch den Mechanismus der verhandelten Verrechnungspreise kann das Unternehmen von der Unsicherheit profitieren, bei zentraler Planung ist dies nicht möglich. Bei hoch volatilen Märkten werden verhandelte Verrechnungspreise demnach überlegen sein, wo hingegen schwach volatile oder deterministische Märkte immer durch zentrale Planungsmechanismen dominiert werden.

Diese Vermutung wird durch nachfolgenden Satz 4.13 verdeutlicht.[26]

Satz 4.13 (Zentrale Planung vs. verhandelte Verrechungspreise)**.** *Ein Vergleich der zentralen Planungsmechanismen mit dem Verfahren der verhandelten Verrechnungspreise führt zu nachfolgendem Ergebnis.*

$E\left[\Pi^{v}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{bCC}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von verhandelten Verrechnungspreisen ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt*

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \geq \tfrac{\alpha_P^2\alpha_A^2b^2}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right].$$

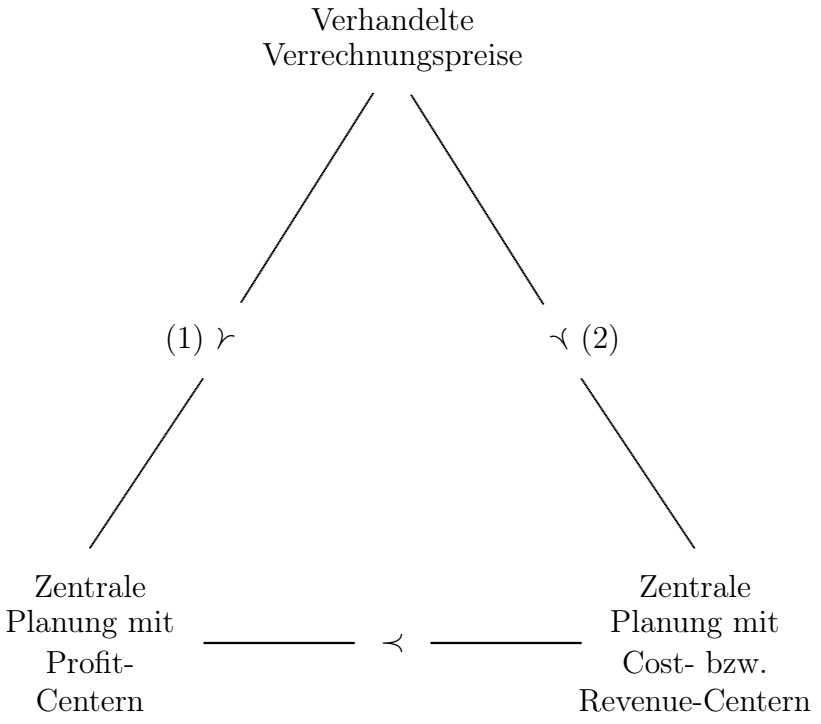
$E\left[\Pi^{v}\right]$ ***vs.*** $E\left[\Pi^{bPC}\right]$***:*** *Eine dezentrale Unternehmenssteuerung auf Basis von verhandelten Verrechnungspreisen ist einer zentralen Planung im Rahmen einer Profit-Center Organisation genau dann überlegen, wenn gilt*

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \geq \tfrac{\alpha_A^2\alpha_P^2b}{\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_A b-1)(\alpha_P b-1)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Es gilt:

$$\begin{aligned}
&\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A^2b^2}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)}\\
&\geq \tfrac{\alpha_A^2\alpha_P^2b}{\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_A b-1)(\alpha_P b-1)} \geq 0.
\end{aligned}$$

[26] Der zweite Teil dieses Satzes präzisiert das Ergebnis von Hofmann und Pfeiffer (2006) für den Fall deterministischer Preisreagibilität.



$$
\begin{aligned}
(1) \quad &\Leftrightarrow \quad Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&\geq \quad \frac{\alpha_A^2 \alpha_P^2 b}{\left(b\alpha_A\alpha_P^2 + b\alpha_A^2\alpha_P - \alpha_A\alpha_P - \alpha_P^2 - \alpha_A^2\right)(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_A b-1)(\alpha_P b-1)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
(2) \quad &\Leftrightarrow \quad Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&\geq \quad \frac{\alpha_P^2 \alpha_A^2 b^2}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}
$$

Abbildung 4.12: Zentrale Planung vs. verhandelte Verrechnungspreise

Wie auch im vorangegangenen Abschnitt werden die Grundaussagen dieses Vergleichs durch Einschränkungen der Volatilität der Märkte nicht beeinträchtigt. So lange der Gesamtmarkt volatil ist, Unsicherheit der beiden Teilmärkte sich also nicht gegenseitig aufhebt, kann über den Mechanismus der verhandelten Verrechnungspreise von der Unsicherheit der Märkte profitiert werden. Hingegen bewirken die beiden zentralen Planungsmechanismen eine bessere Investitions- und Produktionssteuerung, so dass unter Sicherheit die zentralen Mechanismen überlegen sind. Auch bei eingeschränkter Volatilität auf den Märkten gilt also: Je größer die Unsicherheit auf den Märkten ist, desto mehr kann das Unternehmen von einer dezentralen Steuerung über verhandelte Verrechnungspreise profitieren. Ist das Umfeld eher deterministisch, so kann das Unternehmen durch die zentrale Koordination bzw. Entscheidung von der besseren Investitions- und Mengenfestlegung mehr profitieren.

Anders jedoch als im vorherigen Abschnitt kann im Fall einseitiger Investitionen eine eindeutige Empfehlung gegeben werden. Der Mechanismus der verhandelten Verrechnungspreise setzt im Grunde, wie auch eines der beiden zentralen Verfahren, eine Profit-Center Organisation voraus. Kann nun nur einer der beiden Bereich investieren, so ist es für die Zentrale sowohl beim zentralen Mechanismus als auch bei verhandelten Verrechnungspreisen vorteilhaft, diesem Bereich den gesamten Deckungsbeitrag zuzusprechen. Damit muss er nicht nur die Investitionskosten alleine tragen, sondern profitiert auch von der Investitionswirkung in voller Höhe und investiert damit im Sinne der Zentrale optimal. Beim zweiten zentralen Mechanismus investieren die Bereiche unabhängig vom Szenario in Höhe der Referenzlösung. Bei beiden eingeschränkten Fällen wird demnach optimal investiert und im Erwartungswert optimal produziert. Die drei betrachteten Verfahren unterscheiden sich demnach lediglich bzgl. der Informationsverarbeitung. Über das System der verhandelten Verrechnungspreise kann das Unternehmen im Ausmaß der Referenzlösung von der Umweltunsicherheit profitieren, der Flexibilitätsgewinn $Var\left[d\left(\theta\right)\right]/2b$ ist jedenfalls nicht negativ. Damit sind verhandelte Verrechnungspreise im Rahmen dieser beiden Sonderfälle gegenüber den beiden zentralen Mechanismen jedenfalls überlegen.

Ähnlich zu Abbildung 4.11 wird nun in Abbildung 4.12 dargestellt, unter welchen Voraussetzungen die in diesem Abschnitt betrachteten Verfahren einander überlegen sind. Dazu werden die Ergebnisse der Sätze 4.9 und 4.13 graphisch dargestellt.

4.4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zum Abschluss dieses Kapitels 4 wurde in den vorangegangenen Abschnitten 4.4.1 bis 4.4.4 der Frage nachgegangen, unter welchen Umständen eine zentrale Unternehmenssteuerung einer dezentralen überlegen ist. Außer den Überlegungen von Pfeiffer und Wagner (2007b) und Pfeiffer und Wagner (2007a) finden sich in der aktuellen Literatur unvollständiger Verträge keine Analysen dieser grundlegenden Fragestellung. Diesem Missstand ist durch die vorliegenden Analysen Rechnung getragen. Den im vorliegenden Modellrahmen behandelten dezentralen Verrechnungspreis Mechanismen wurden zwei verschiedenen Verfahren der zentralen Produktionsplanung gegenübergestellt. Wie auch schon in vorangegangenen Abschnitten wurde dabei insbesondere auf die Fähigkeit eingegangen, richtige Investitionsanreize zu setzen sowie die vorhandenen Informationen im Sinne der Zentrale zu verarbeiten.

Aus den in den vorangegangenen Abschnitten entwickelten und in den entsprechenden Sätzen dargestellten Ergebnissen lassen sich nachfolgende drei Leitlinie als Verallgemeinerungen der konkreten Ergebnisse ableiten.

Interaktion der Märkte: Bei der Wahl zwischen einem zentralen und einem dezentralen Mechanismus zur Unternehmenssteuerung ist der Interaktion der Märkte eine besondere Bedeutung beizumessen. Abhängig davon, wie sich die Volatilität auf den beiden betroffenen Märkten zueinander verhält, kann ein zentraler einem dezentralen Mechanismus überlegen sein und vice versa.

An Hand des Vergleichs zwischen standardkostenbasierten Transferpreisen und einem Mengenplanungsmechanismus im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation wurde gezeigt, dass als treibender Einflussfaktor der Vorteilhaftigkeit eine asymmetrische Informationsverarbeitung identifiziert werden kann: Bei standardkostenbasierten Verrechnungspreisen und ex-ante Monopolpreisen können Informationen über den Absatzmarkt, nicht jedoch den Rohstoffmarkt verarbeitet werden. Der konkret betrachtete Vergleich zwischen einer dezentralen, auf Standardkosten basierenden Steuerung und einer zentralen Mengenplanung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation lässt sich also derart zusammenfassen, dass die dezentrale Steuerung überlegen ist, wenn von einer geringen positiven oder negativen Interaktion zwischen Basispreis und Stückkosten auszugehen ist. Mit Hilfe einer linearen Regression lässt sich bspw. aus vergangenheitsbezogenen Daten bestimmen, wie die beiden betroffenen Märkte miteinander interagieren. Auf Basis einer solchen Untersuchung kann dann ein Steuerungsinstrument gewählt werden.

Bei der Entscheidung zwischen anderen Transferpreisverfahren und den zentralen Mechanismen spielt die Interaktion der beiden Märkte hingegen keine Rolle, da diese Verfahren symmetrisch auf die Umweltsituation reagieren und sowohl Realisierungen des Rohstoffmarktes als auch des Absatzmarktes in die Entscheidungen einfließen lassen.

Informationsverarbeitung vs. Investitionssteuerung Abhängig davon, ob entweder akkurate Investitionsanreize oder eine möglichst gute Informationsverarbeitung für das Unternehmen wichtiger sind, muss sich die Zentrale des Unternehmens zwischen einem der zentralen und dezentralen Mechanismen zur Investitions- und Produktionssteuerung entscheiden.

Sowohl beim hybriden Cost-Plus Verfahren als auch bei den beiden ex-post Transferpreisverfahren wird ein positiver, von Varianztermen bzgl. des Stückdeckungsbeitrages abhängiger Flexibilitätsgewinn erzielt. Im Gegensatz dazu ist bei beiden zentralen Planungsmechanismen der Flexibilitätsgewinn zwar Null, doch werden zumindest im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation Anreize für perfekte Investitionen gesetzt.

Einseitige Investitionen: Kann nur eine der beiden Abteilungen des Unternehmens investieren, so ändern sich die Investitionsanreize der dezentralen Mechanismen teilweise massiv. Dies muss bei der Auswahl eines Steuerungsmechanismus berücksichtigt werden.

Während es für die Zentrale bei verhandelten Verrechnungspreisen immer optimal ist, dem investierenden Bereich den gesamten Unternehmenserfolg zuzusprechen und damit zu effizienten Investitionen zu bringen, so führen Cost-Plus Verrechnungspreise nur bei exklusiven Investitionen des Absatzbereichs zur Reproduktion der Referenzlösung. Die beiden ex-post Monopolpreis hingegen führen nur bei exklusiven Investitionen des Produktionsbereichs zu effizienten Investitionen bei gegebener Menge. Auf Grund der Monopolmacht, die der Produktionsbereich über den Preis hat, wird jedoch nicht die optimale Menge gehandelt und daher im Ergebnis nicht optimal investiert.

Insbesondere die erste der hier genannten Leitlinien bietet sich für eine empirische Überprüfung an. So ließen sich als Ergebnis der vorangegangenen theoretischen Überlegungen nachfolgende Hypothesen aufstellen, die mit Hilfe empirischer Untersuchungen überprüft werden können.

- In einem Umfeld, in dem die Preisentwicklungen der beiden Märkte für Rohstoffe und Endprodukte geringe positive oder negative Korrelation aufweisen, sollten statt eines zentralen Mengenplanungsmechanismus eher dezentrale auf Standardkosten basierende Transferpreise beobachtbar sein.

- In Unternehmen mit hohen transaktionsspezifischen Investitionen sollten tendenziell zentrale Mengenplanungsmechanismen implementiert sein anstelle von hybriden oder ex-post Transferpreisen.

- Agiert ein Unternehmen hingegen in einem hochvolatilen Umfeld, so sollten eher hybride oder ex-post Transferpreissysteme als zentrale Mengenplanungsmechanismen installiert sein.

Im vorangegangenen Abschnitt wurde das inzwischen wohlbekannte Ergebnis, dass die Entscheidung zwischen zentralen Mengenplanungsmechanismen und dezentralen Transferpreissystemen Ergebnis einer Abwägung zwischen Informationsverarbeitungsfähigkeiten und korrekten Investitionsanreizen ist, erweitert. Es wurde gezeigt, dass auch das Zusammenspiel der Märkte einen entscheidenden Einfluss auf die Auswahl der Verfahren hat. Die kontroverse Diskussion Zentralisierung vs. Dezentralisierung ist damit um einen weiteren wichtigen Punkt erweitert.

4.5 Überblick über die Ergebnisse

In diesem abschließenden Abschnitt werden die Erkenntnisse der vorangegangenen vier Abschnitte 4.1 bis 4.4 kurz aufbereitet und zusammenfassend dargestellt. Dabei wird, wie auch schon im bisherigen Verlauf der Untersuchung, auf die gesetzten Investitionsanreize einerseits und die durch die Verfahren induzierten Mengenentscheidungen andererseits eingegangen. Neben der Entscheidung über die erwartete Produktionshöhe wird mit der Mengenentscheidung auch die Informationsverarbeitungsfähigkeit des Verfahrens bestimmt.

Nachfolgender Gegenüberstellung kann gesammelt entnommen werden, welche Investitionsanreize die unterschiedlichen Verfahren induzieren.

$$
\begin{array}{llllll}
I_P^{fb} & = \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}\right] & \text{und} & I_A^{fb} & = \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}\right], \\
I_P^{b_{CC}} & = \frac{1}{\alpha_P} q^{b_{CC}} & \text{und} & I_A^{b_{CC}} & = \frac{1}{\alpha_A} q^{b_{CC}}, \\
I_P^{b_{PC}} & = \frac{\gamma_P^{b_{PC}}}{\alpha_P} q^{b_{PC}} & \text{und} & I_A^{b_{PC}} & = \frac{\gamma_A^{b_{PC}}}{\alpha_A} q^{b_{PC}}, \\
I_P^{s} & = \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{s}\right] & \text{und} & I_A^{s} & = \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{s}\right], \\
I_P^{m} & = \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{m}\right] & \text{und} & I_A^{m} & = \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{m}\right], \\
I_P^{Info} & = \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{Info}\right] & \text{und} & I_A^{Info} & = \frac{1}{\alpha_A} \frac{1}{2} E\left[q^{Info}\right], \\
I_P^{oInfo} & = \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{oInfo}\right] & \text{und} & I_A^{oInfo} & = \frac{1}{\alpha_A} \frac{1}{2} E\left[q^{oInfo}\right], \\
I_P^{c+} & = \frac{1}{\alpha_P} \frac{\delta^{c+}}{b} & \text{und} & I_A^{c+} & = \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{c+}\right], \\
I_P^{v} & = \frac{\gamma_P^{v}}{\alpha_P} E\left[q^{v}\right] & \text{und} & I_A^{v} & = \frac{\gamma_A^{v}}{\alpha_A} E\left[q^{v}\right].
\end{array}
$$

Wird die Mengenentscheidung als gegeben angenommen, sind aus dieser Übersicht die Unterschiede deutlich erkennbar. Während die beiden ex-ante Transferpreisverfahren ebenso wie einer der beiden Mengensteuerungsmechanismen Investitionen in

Höhe der Referenzlösung induzieren, weichen die Gesamtinvestitionen, also die Summe der beiden einzelnen Investitionen, teilweise erheblich von der Referenzlösung ab. Unter der Annahme, dass die Investitionskosten beider Abteilungen identisch sind, führen bspw. verhandelte Verrechnungspreise ebenso wie der zweite Mengenplanungsmechanismus zu Gesamtinvestitionen, die nur halb so hoch sind wie in der Referenzlösung.

Zusammenfassend lassen sich aus dieser Darstellung zwei Beobachtungen ablesen. Zum einen führt eine anteilige Beteiligung der Bereiche am Gesamtdeckungsbeitrag des Unternehmens, wie bei verhandelten Verrechnungspreisen sowie einem der beiden Mengeplanungsmechanismen, dazu, dass die Bereiche ihre Investitionen reduzieren, da sie auch nur noch anteilig an der durch ihre Investition induzierte Investitionswirkung beteiligt sind. Zum anderen zeigt sich, dass die Investitionsentscheidung bei den Verfahren besser ausfällt, bei denen möglichst viele Entscheidungen bereits ex-ante vor Realisierung der Umwelt getroffen werden, wie bei standardkostenbasierten Verrechnungspreisen oder ex-ante Monopolpreisen, bei denen nur die Mengenentscheidung unter Unsicherheit getroffen wird, oder wie beim zweiten Mengenplanungsmechanismus, bei dem alle Entscheidungen auf Erwartungswerten über die Realisierung der Umwelt basieren. Steht hingegen, wie bei den weiteren Transferpreismechanismen, eine Entscheidung erst nach Realisierung der Umweltsituation fest, so können darüber zwar Informationen über die Realisierungen der Umwelt verarbeitet werden, jedoch nur zu Lasten verschlechterter Investitionsanreize.

Unterschiedliche Informationsverarbeitungsfähigkeiten können über die bei gegebener Investition getroffenen Mengenentscheidungen abgelesen werden. Der nachfolgende Überblick soll zum einen über die Informationsverarbeitung informieren, zum anderen darstellen, ob die Mengenentscheidung durch die gewählte Verteilung der Verfügungsrechte gegenüber der Referenzlösung verzerrt wird.

$$
\begin{aligned}
q^{fb} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b}, \\
q^{b_{CC}} &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P^{b_{CC}}+I_A^{b_{CC}}}{b}, \\
q^{b_{PC}} &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{b_{PC}}+I_P^{b_{PC}}}{b} + \tfrac{\gamma_P\gamma_A}{b}\tfrac{\alpha_P+\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P}q^{b_{PC}}, \\
q^{s} &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^{s}+I_A^{s}}{b}, \\
q^{m} &= \tfrac{a(\theta)-E[c(\theta)]+I_P^{m}+I_A^{m}}{b} - \tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A b}E\left[q^m\right],
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
q^{Info} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{Info}+I_A^{Info}}{b} - q^{Info},\\
q^{oInfo} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{oInfo}+I_A^{oInfo}}{b} - E_{\theta_2}\left[q^{oInfo} \mid \theta_1\right],\\
q^{c+} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{c+}+I_A^{c+}}{b} - \tfrac{\alpha_A b-1}{b^2\alpha_P\alpha_A-1} E\left[q^{c+}\right],\\
q^{v} &= \tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{v}+I_A^{v}}{b}.
\end{aligned}
$$

Die Informationsverarbeitung kann nur bei den Verfahren optimal sein, bei denen Wissen über beide Märkte in die Entscheidung über die Menge einfließt. Bei den beiden zentralen Mengenplanungsmechanismen wird unter Unsicherheit über die Menge entschieden, demnach ist es nicht möglich, die Menge an Realisierungen der Umwelt anzupassen. Bei den Transferpreismechanismen wird die Mengenentscheidung hingegen unter Sicherheit getroffen, sodass zumindest die Realisierung des Absatzmarktes berücksichtigt wird. Optimal kann die Informationsverarbeitung in diesem Fall jedoch nur dann sein, wenn auch das ex-post vorhandene Wissen über die Realisierung des Rohstoffmarktes in die Mengenentscheidung einfließt. Dies ist jedoch bei den beiden ex-ante Verrechnungspreismechanismen nicht der Fall. Auf Grund dieser asymmetrischen Informationsverarbeitung können, wie in Abschnitt 4.4.1 beschrieben, Situationen auftreten, in denen es für das Unternehmen vorteilhaft sein kann auf, die Verarbeitung von Wissen, das im Unternehmen vorhanden ist zu verzichten. Wird die über die beiden Märkte vorhandene Information hingegen symmetrisch verarbeitet, ist ein solcher Verzicht per se unvorteilhaft.

Neben einem Einblick in die Informationsverarbeitung der Verfahren bietet obige Aufstellung auch einen Überblick darüber, inwieweit durch die betrachteten Verfahren die erwartete Mengenentscheidung (bei gegebener Investitionshöhe) gegenüber der Referenzlösung verzerrt wird. Bei den vier Transferpreisverfahren, bei denen sich der Transferpreis aus einem Aufschlag und den (erwarteten) Stückkosten ergibt, passt die über die Menge entscheidende Abteilung A ihre Entscheidung an und wählt eine Produktionsmenge, die unter der Referenzmenge liegt. Beim zentralen Mengenplanungsmechanismus im Rahmen einer Profit-Center Organisation antizipiert die Zentrale, die über die Produktionsmenge entscheidet, dass die beiden Bereiche unterinvestieren werden, und legt zum Ausgleich eine Menge vor, die (bei gegebener Investitionshöhe) über der Referenzmenge liegt. Im Rahmen der drei anderen Verfahren wird die Menge so gewählt, dass sie (bei gegebener Investitionshöhe) im Erwartungswert mit der Menge im Referenzfall übereinstimmt. Bei verhandelten Verrechnungspreisen und dem zweiten zentralen Planungsmechanismus liegt dies daran, dass zur Mengenfestlegung der (erwartete) Gesamtdeckungsbeitrag ma-

ximiert wird, beim standardkostenorientierten Verrechnungspreismechanismus zwar der Deckungsbeitrag der Absatzabteilung maximiert wird, dieser wegen der Preisentscheidung der Zentrale aber im Erwartungswert mit dem Gesamtdeckungsbeitrag übereinstimmt.

Die tatsächlich induzierten Investitionen ergeben sich nun durch Auflösen aus den oben genannten Investitions- und Mengenentscheidungen. Für einen abschließenden Vergleich sind diese nachfolgend gegenübergestellt.

$$
\begin{aligned}
I_P^{fb} &= \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right], & I_A^{fb} &= \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{bCC} &= \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right], & I_A^{bCC} &= \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{bPC} &= \frac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P\left(\alpha_P+\alpha_A\right)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E\left[d\left(\theta\right)\right], & I_A^{bPC} &= \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P\left(\alpha_P+\alpha_A\right)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{s} &= \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right], & I_A^{s} &= \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{m} &= \frac{\alpha_A}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right], & I_A^{m} &= \frac{\alpha_P}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{Info} &= \frac{2\alpha_A}{4b\alpha_A\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right], & I_A^{Info} &= \frac{\alpha_P}{4b\alpha_A\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{oInfo} &= \frac{2\alpha_A}{4b\alpha_A\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right], & I_A^{oInfo} &= \frac{\alpha_P}{4b\alpha_A\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{c+} &= \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right], & I_A^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I_P^{v} &= \frac{\alpha_A}{\left(\alpha_A+\alpha_P\right)\left(\alpha_P b-1\right)}E\left[d\left(\theta\right)\right], & I_A^{v} &= \frac{\alpha_P}{\left(\alpha_A+\alpha_P\right)\left(\alpha_A b-1\right)}E\left[d\left(\theta\right)\right].
\end{aligned}
$$

Die Summe der Investitionen der beiden Bereiche ergibt die Gesamtinvestition des Unternehmens.

$$
\begin{aligned}
I^{fb} &= I_P^{fb}+I_A^{fb} &&= \frac{\alpha_A+\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I^{bCC} &= I_P^{bCC}+I_A^{bCC} &&= \frac{\alpha_A+\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I^{bPC} &= I_P^{bPC}+I_A^{bPC} &&= \frac{\alpha_A^2+\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I^{v} &= I_P^{v}+I_A^{v} &&= \frac{1}{\alpha_A b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I^{s} &= I_P^{s}+I_A^{s} &&= \frac{\alpha_A+\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I^{m} &= I_P^{m}+I_A^{m} &&= \frac{\alpha_A+\alpha_P}{2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I^{Info} &= I_P^{Info}+I_A^{Info} &&= \frac{2\alpha_A+\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I^{oInfo} &= I_P^{oInfo}+I_A^{oInfo} &&= \frac{2\alpha_A+\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right],\\
I^{c+} &= I_P^{c+}+I_A^{c+} &&= \frac{1}{b\alpha_A-1}\frac{\left(b^2\alpha_P\alpha_A-1\right)\alpha_P+(b\alpha_A-1)\alpha_A}{(b^2\alpha_P\alpha_A-1)\alpha_P+(b\alpha_P-1)\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right].
\end{aligned}
$$

Eine solche Darstellung bezieht nun neben den unterschiedlichen direkten Investiti-

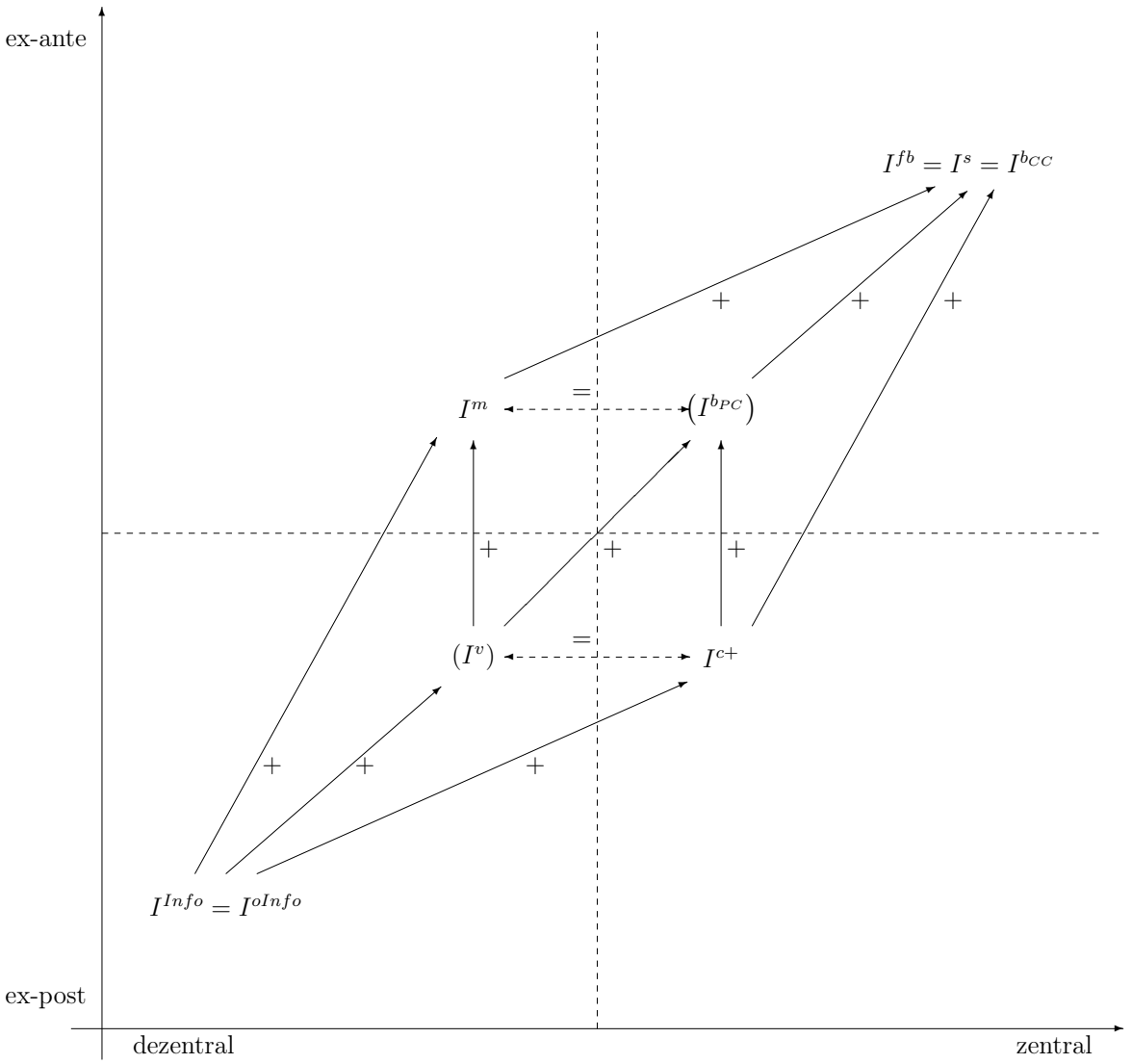


Abbildung 4.13: Überblick über die Investitionsentscheidungen der Verfahren

onsanreizen, welche oben schon beschrieben sind, auch die indirekten Auswirkungen der verschiedenen Mengenentscheidung auf die Investitionstätigkeit ein. Das Ergebnis eines Vergleichs dieser Gesamtinvestitionen ist in Abbildung 4.13 dargestellt. Die in vorangegangener Tabelle genannten Gesamtinvestitionen wurden dafür miteinander verglichen und in ein zweidimensionales Schema abgetragen. Dabei wurde zum einen danach differenziert, wie stark die Verfahren jeweils zentralisiert bzw. dezentralisiert sind, und zu welchem Zeitpunkt Entscheidungen der Verfahren getroffen werden. Zu beachten ist jedoch, dass bei den Vergleichen mit verhandelten Verrechnungspreisen sowie dem Mengenplanungsmechanismus bei Vorliegen einer

Profit-Center Organisation ein Vergleich der Gesamtinvestitionen auf der Voraussetzung symmetrischer Investitionskosten $\alpha_P = \alpha_A$ beruht. Alle anderen Vergleiche gelten auch für unterschiedliche Investitionskosten. Ist die Gesamtinvestition eines Verfahrens der eines anderen Verfahrens überlegen, so ist dies in Abbildung 4.13 dadurch gekennzeichnet, dass ein mit einem „+“ bezeichneter Pfeil von dem Verfahren mit geringerer Gesamtinvestition zu dem Verfahren mit höherer Gesamtinvestition zeigt. Führen zwei Verfahren bei symmetrischen Investitionskosten zu identischen Gesamtinvestitionen, so ist dies durch einen mit einem „=“ bezeichneten gestrichelten Doppelpfeil dargestellt.

Als Ergebnis dieses Vergleichs lässt sich zusammenfassen, dass die Investitionstätigkeit des Gesamtunternehmens steigt,

- wenn Entscheidungen früher getroffen werden und
- wenn Entscheidungen zentral (statt dezentral) getroffen werden.

Bezogen auf die Transferpreismechanismen bedeutet dies, dass die Transferpreismechanismen zu höheren Investitionen führen, bei denen der Transferpreis durch die Zentrale statt durch den Produktionsbereich P bzw. ex-ante statt ex-post festgelegt wird. Für die Auswahl eines Steuerungsmechanismus ist diese Beobachtung von zentraler Bedeutung, neben der Fähigkeit, die Informationen der beiden Märkte zu verarbeiten und eine effiziente erwartete Produktionsentscheidung zu treffen.

Mit Hilfe der oben dargestellten Investitions- und Mengenentscheidung kann der aus diesen jeweiligen Entscheidungen resultierende Gesamtgewinn berechnet werden. In ihm kumulieren die verschiedenen Einflüsse auf die Investitions- und Mengenfestlegung.

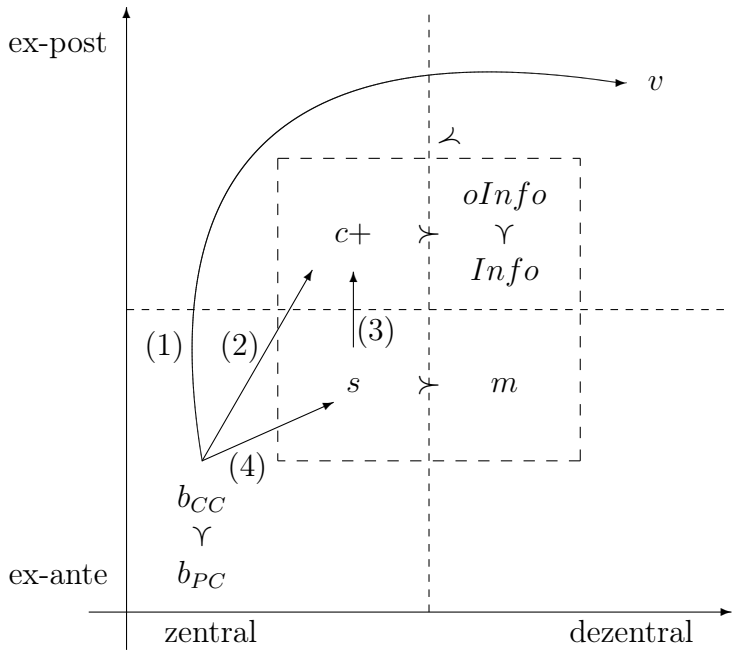
$$
\begin{aligned}
E\left[\Pi^{fb}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &&+ \quad \frac{Var\left[d\left(\theta\right)\right]}{2b},\\
E\left[\Pi^{b_{CC}}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right],\\
E\left[\Pi^{b_{PC}}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P\left(\alpha_P+\alpha_A\right)}{b\alpha_A\alpha_P\left(\alpha_A+\alpha_P\right)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right],\\
E\left[\Pi^{s}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &&+ \quad \frac{Var\left[d\left(\theta\right)\right]}{2b}-\frac{Var\left[c\left(\theta\right)\right]}{2b},\\
E\left[\Pi^{m}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A\left(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A\right)}{\left(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &&+ \quad \frac{Var\left[d\left(\theta\right)\right]}{2b}-\frac{Var\left[c\left(\theta\right)\right]}{2b},
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
E\left[\Pi^{Info}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P\left(12\alpha_A b\alpha_P - 4\alpha_A - \alpha_P\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \frac{Var\left[d\left(\theta\right)\right]}{2b} - \frac{1}{4}\frac{Var\left[d\left(\theta\right)\right]}{2b},\\
E\left[\Pi^{oInfo}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P\left(12\alpha_A\alpha_P b - 4\alpha_A - \alpha_P\right)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \frac{Var\left[d\left(\theta\right)\right]}{2b} - \frac{1}{4}\frac{Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right)\mid\theta_1\right]\right]}{2b},\\
E\left[\Pi^{c+}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A + \alpha_A b - 1\right)}{\left(b\alpha_A - 1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_A\alpha_P - \alpha_P - \alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \frac{Var\left[d\left(\theta\right)\right]}{2b},\\
E\left[\Pi^{v}\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A\left(\left(\alpha_P + \alpha_A\right)b - 1\right)}{\left(\alpha_P + \alpha_A\right)\left(\alpha_P b - 1\right)\left(\alpha_A b - 1\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \frac{Var\left[d\left(\theta\right)\right]}{2b}.
\end{aligned}
$$

Die Verzerrung der Investitionsentscheidungen und die von der erwarteten Referenzmenge abweichenden Mengenentscheidungen zeigen sich im ersten Teil des jeweiligen Gesamterfolges, der auch bei vollständiger Sicherheit auf den beiden Märkten bestehen bleibt. Am zweiten Teil, dem Flexibilitätsgewinn des Unternehmens, ist ablesbar, wie gut das Unternehmen von der Unsicherheit der beiden Märkte profitieren kann.

Einige der gewonnenen Erkenntnisse sind in Abbildung 4.14 in einem Überblick dargestellt. Abbildung 4.14 stellt wichtige Erkenntnisse der vorangegangenen Arbeit in der schon aus Abschnitt 3.1 bekannten Übersicht dar. Die grundlegende Erkenntnisse der vorangegangenen Abschnitte lassen sind daran sehr deutlich ablesen. Zum einen ist dargestellt, dass ein Informationssystem für die preissetzende Produktionsabteilung bei einem ex-post Monopolpreismechanismus wegen der verzerrten Informationsverarbeitung nicht vorteilhaft ist ($oInfo \succ Info$). Ebenso leicht lässt sich ablesen, dass bei einem zentralen Mengenplanungsmechanismus eine Cost- bzw. Revenue-Center Organisation einer Profit-Center Organisation auf Grund der besseren Investitionsanreize immer überlegen ist ($b_{CC} \succ b_{PC}$). Des Weiteren zeigt sich deutlich, dass kostenbasierte Verrechnungspreisverfahren, die in der Lage sind, dieselben Umweltinformationen zu verarbeiten, den Verfahren überlegen sind, bei denen die Preisentscheidung zentral und nicht dezentral getroffen wurde ($s \succ m$ und $c+ \succ Info$ bzw. $c+ \succ oInfo$). Schließlich dominieren, wie auch in Abschnitt 4.2.3 erläutert, die verhandelten Verrechnungspreise gegenüber Cost-Plus Verrechnungspreisen ($v \succ c+$), was natürlich die Dominanz von verhandelten Verrechnungspreisen über die beiden ex-post Mechanismen induziert.

Auch Erkenntnisse über die Informationsverarbeitungsfähigkeiten der verschiedenen Verfahren sind Abbildung 4.14 zu entnehmen. So zeigen die vier eingezeichneten Pfeile an, dass die Überlegenheit von einem Verfahren zum anderen wechselt, wenn die genannte Varianz einen gewissen Schwellenwert überschreitet. So sind z. B. verhandelte und Cost-Plus Verrechnungspreise erst bei deutlich steigender Varianz des Gesamtmarktes $Var\left[d\left(\theta\right)\right]$ einer zentralen Mengenplanung in einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation überlegen (1, 2). Cost-Plus Verrechnungspreise domi-



(1): $Var\left[d\left(\theta\right)\right]$ (2): $Var\left[d\left(\theta\right)\right]$ (3): $Var\left[c\left(\theta\right)\right]$ (4): $Var\left[d\left(\theta\right)\right] - Var\left[c\left(\theta\right)\right]$

Abbildung 4.14: Überblick über die Dominanz der Verfahren

nieren hingegen über standardkostenbasierte Verrechnungspreise, wenn die Varianz des Rohstoffmarktes, die bei den ex-ante Verfahren missachtet wird, einen gewissen Schwellenwert übersteigt (3). Wie aus Abschnitt 4.4.1 bekannt, sind standardkostenbasierte Verrechnungspreise schließlich den zentralen Mengenplanungsmechanismen überlegen, wenn der Varianzterm $Var\left[d\left(\theta\right)\right] - Var\left[c\left(\theta\right)\right]$ groß genug wird (4).

Zusammenfassend lassen sich die Erkenntnisse der vorangegangenen vier Abschnitte in wenigen, inzwischen wohlbekannten Leitlinien zusammenfassen.

Investitionsanreize: Sind für das Unternehmen die spezifischen Investitionen der Bereiche von maßgeblicher Bedeutung, so sollte das Unternehmen Investitionsanreize so setzen, dass die beiden Bereiche bei gegebener Menge optimal im Sinne der Zentrale investieren. Dies kann bspw. bei Transferpreisverfahren über eine möglichst frühe Preisentscheidung oder über einen Mengenplanungsmechanimus bei einer entsprechenden Organisationsform passieren.

Informationsverarbeitung: Ist das Unternehmen hingegen in einem sehr volatilen Marktumfeld tätig, so kann es von dieser Unsicherheit der Märkte profitieren. Dazu ist es jedoch notwendig, möglichst viele Entscheidungen des Un-

ternehmens erst nach Realisierung der Umwelt zu treffen und so vom Wissen der beiden Abteilungen über die Realisierung der beiden Märkte zu profitieren. Dabei ist zu beachten, ob die Organisationsstruktur des Unternehmens dazu geeignet ist, Informationen über die Realisierungen der beiden Märkte gleichermaßen in die Entscheidungen einfließen zu lassen oder ob dies nicht möglich ist.

Interaktion der Märkte: Ist eine solche symmetrische Informationsverarbeitung nicht möglich, so spielt bei der Auswahl eines Verfahrens zur Investitions- und Produktionssteuerung die Interaktion der beiden Märkte eine wichtige Rolle. Abhängig von diesem Zusammenspiel kann eine dezentrale Steuerung einer zentralen Planung überlegen sein oder vice versa.

Profit- vs. Cost- bzw. Revenue-Center: Die Untersuchungen über die Vorteilhaftigkeit der zentralen Mengenplanung in verschiedenen Organisationsformen des Unternehmens haben gezeigt, dass es nicht vorteilhaft ist, die Bereiche an Teilergebnissen des Unternehmens zu beteiligen, welche durch die Bereiche nicht beeinflusst werden können. Auf diesem Hintergrund sollte das Unternehmen bei Anwendung eines zentralen Mengenplanungsmechanismus in Form von Cost- bzw. Revenue-Centern organisiert sein.

Exklusive Investitionen: Kann nur einer der beiden Bereiche investieren, so kann es von Vorteil sein, wie bspw. bei verhandelten Verrechnungspreisen, diesem Bereich den gesamten Unternehmenserfolg zuzuschreiben. Der investierende Bereich handelt auf diese Weise optimal im Sinne der Zentrale. Der zweite Bereich ist, da er weder Gewinn noch Verlust macht, indifferent und entscheidet sich demnach im Interesse der Zentrale.

Die Auswahl eines Mechanismus zur Investitions- und Produktionssteuerung hängt also von vielen verschiedenen Faktoren ab und muss abhängig von der Situation, der das Unternehmen gegenübersteht, neu bewertet werden. Dabei muss neben der Organisationsform des Unternehmens auch die äußere Situation, wie z. B. das Verhältnis der Märkte, auf denen das Unternehmen agiert, zueinander, berücksichtigt werden.

Kapitel 5

Zusammenfassung

Die sich aus der Akzeptanz sachlicher und personeller Koordination als Aufgabe einer Unternehmensleitung ergebenden Fragestellungen nach der Ausgestaltung von Koordinationsmechanismen sind in der aktuellen Literatur weder theoretisch noch empirisch ausreichend beantwortet. Die vorliegende Arbeit hat im Rahmen dieser Fragestellungen einen Teilbeitrag zu einem besseren Verständnis der in Literatur und Praxis beachteten Koordinationsmechanismen geleistet.

Dazu wurde ein zweistufiger Produktionsprozess in einer unsicheren Umgebung im Kontext unvollständiger Verträge betrachtet, bei dem die beiden Abteilungen die Möglichkeit haben, spezifische Investitionen zur Steigerung des Wertes ihrer Handelsbeziehung zu tätigen. Die vorliegende Arbeit hat auf Basis dieses, in Kapitel 2 näher beschriebenen Modells in Kapitel 3 unterschiedliche Verfahren zur Produktions- und Investitionssteuerung untersucht und in Kapitel 4 miteinander verglichen. Insbesondere auf drei nachfolgend erläuterte sich in diesem Zusammenhang ergebende Teilfragestellungen wurden besonders eingegangen.

Die schon auf Untersuchungen von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956) zurückgehende Frage, ob zur Unternehmenssteuerung zentrale Planungsmechanismen oder dezentrale Verrechnungspreismechanismen zur Anwendung kommen sollten, wurde unter Einbeziehung von Umweltunsicherheit und einer spezifischen Investitionsproblematik neuerlich erläutert. Anders als die neoklassischen Arbeiten von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956) oder die agency-theoretischen Analysen von Amershi und Cheng (1990), Banker und Datar (1992) oder Wagenhofer (1994) negierte diese Arbeit die Äquivalenz von zentraler Planung und dezentraler Steuerung mittels standardkostenbasierter Transferpreise. In Einklang mit der Arbeit von Vaysman (1996) wurde gezeigt, dass unter Umständen sowohl eine zentrale

Mengenplanung als auch eine dezentrale Steuerung über Transferpreise überlegen sein kann. Dabei wurde in Abschnitt 4.4.1 insbesondere auf die Rolle der beiden den Produktionsprozess beeinflussenden Märkte hingewiesen: Bei hoher positiver Korrelation der beiden Märkte dominiert eine zentrale Planung, bei schwach positiver oder negativer Korrelation ein standardkostenbasierter Verrechnungspreismechanismus. Mit Hilfe einer linearen Regression, so wurde in diesem Abschnitt gezeigt, ist es möglich, Aussagen über die Vorteilhaftigkeit eines der beiden Verfahren zu treffen. Damit wurde die noch immer aktuelle Debatte „Prices vs. Quantities“ um einen neuen methodischen Ansatzpunkt bereichert, mit dem sich diese Frage unternehmensspezifisch beantworten ließe. Des Weiteren wurde mit diesem Punkt darauf hingewiesen, dass bei Delegation von Entscheidungen an dezentrale Unternehmenseinheiten auf das Zusammenspiel der externen Märkte geachtet werden sollte und nicht nur ein eventueller dezentraler Informationsvorsprung vor der Zentrale Beachtung finden sollte.

Ein zweites neues Ergebnis der Analysen betrifft die Frage nach der Organisationsform des Unternehmens, wenn ein zentraler Planungsmechanismus zur Investitions- und Produktionssteuerung herangezogen wird. Hofmann und Pfeiffer (2006) untersuchen die vorausgehend beschriebenen Fragestellung „zentrale Planung vs. dezentrale Steuerung“ anhand eines zentralen Mengenplanungsmechanismus auf Basis einer Profit-Center Organisation, wie sie in Abschnitt 3.2.2 beschrieben ist. Ergänzend dazu wurde in der vorliegenden Arbeit in Abschnitt 3.2.1 ein zentraler Mengenplanungsmechanismus beschrieben, der eine Cost- bzw. Revenue-Center Organisation voraussetzt. Auf Basis dieser beiden Abschnitte ist es dann möglich, nach einem Vergleich in Abschnitt 4.3, eine Empfehlung bzgl. der Organisationsform bei zentraler Planung zu geben. So ist es, jedenfalls im vorliegenden Setting, vorteilhaft, die Abteilungen im Rahmen eines zentralen Planungsmechanismus nur an solchen Größen zu entlohnen, auf die sie auch Einfluss ausüben können.[1] Werden die Bereiche jedoch wie bei einer Profit-Center Organisation nur partiell an den von Ihnen beeinflussbaren Determinanten des Gesamterfolges beteiligt, so zerstört dies Investitionsanreize, da die Bereiche zwar die gesamten Kosten der Investitionen alleine tragen müssen, jedoch nur partiell an deren Wirkung beteiligt sind.

Ein weiteres Ergebnis der vorangehenden Untersuchungen betrifft die Situation, wenn das Unternehmen, unabhängig von den vorhergehenden Überlegungen, vor

[1] Vgl. zum Prinzip der Controllability z. B. Epstein und Manzoni (1998), Pfaff und Pfeiffer (2001), Baker (2002), Hofmann und Pfeiffer (2003) oder Pelster (2007).

der Frage steht, welches der kostenbasierten Verrechnungspreissysteme implementiert werden soll. Die Analysen aus Kapitel 4 zeigen dann, dass die Auswahl eines solchen Verrechnungspreismechanismus im Spannungsfeld zwischen richtigen Investitionsanreizen und hochwertiger Informationsverarbeitung getroffen werden muss.

Die Investitionstätigkeit der Bereiche steigt ceteris paribus, je früher die Entscheidung über die Höhe des Transferpreises gefallen ist. So investieren die Bereiche bspw. bei standardkostenbasierten Verrechnungspreisen, die bereits ex-ante feststehen, mehr als bei den ex-post Monopolpreisen oder dem hybriden Cost-Plus System. Des Weiteren zeigt die Analyse, dass es unabhängig von Umwelteinflüssen und Timing für das Unternehmen vorteilhaft ist, der Zentrale das Verfügungsrecht über die Festlegung des Transferpreises zuzuweisen und es nicht an die Bereiche zu delegieren: So werden ex-post Monopolpreise durch das Cost-Plus Verfahren dominiert und ex-ante Monopolpreise durch standardkostenbasierte Verrechnungspreise.

Eine bessere Informationsverarbeitung wird hingegen durch eine möglichst späte Festsetzung des Transferpreises erreicht. Wenig überraschend zeigte sich, dass Mechanismen, bei denen der Transferpreis erst ex-post, nach Realisierung der Umwelt bestimmt wird, solchen Mechanismen im Hinblick auf die Informationsverarbeitung überlegen sind, bei denen der Transferpreis bereits vor Realisierung der Umwelt feststeht und damit keine Informationen über die aktuelle Situation auf den Märkten enthalten kann.

Im Spannungsfeld zwischen Investitionsanreizen und Informationsverarbeitung wurde gezeigt, dass abhängig von der Volatilität der Märkte und der Bedeutung der Investitionen für das Unternehmen zwischen perfekten Investitionsanreizen und guter Informationsverarbeitung gewählt werden muss. Je höher die Volatilität der Märkte ist, desto wichtiger wird dabei die akkurate Informationsverarbeitung. Bei sehr unsicheren Märkten sollten also eher Cost-Plus oder ex-post Transferpreise beobachtbar sein. Dieses Ergebnis wird in gewisser Weise durch die Bestimmungen der OECD konterkariert, die grundsätzlich die tatsächlichen Kosten als Transferpreisgrundlage vorsehen und nur bei häufig bzw. stark schwankenden Kosten Erwartungswerte bzgl. der Kosten als Grundlage zur Transferpreisbildung vorsehen.[2]

[2]Siehe OECD (1996, S. II-15): „Some costs, for example costs of materials, labour, and transport will vary over a period and in such a case it may be appropriate to average the costs over the period.“ Die Richtlinien der OECD setzten jedoch voraus, dass der Transferpreis dem „Arm's length principle“ entspricht und beziehen sich ausschließlich auf Transferpreise, die zwischen zwei Bereichen eines Unternehmens verrechnet werden, die unterschiedlichen Steuerbehörden unterstehen.

Ein interessantes weiteres Ergebnis betrifft die Einführung eines Informationssystems bei asymmetrisch informierten Bereichen, wenn die beiden Bereiche also jeweils nur Informationen über die Realisierung auf dem Markt haben, auf dem sie direkt agieren (wenn also der Produktionsbereich nur Informationen über den Rohstoffmarkt, der Absatzbereich nur Informationen über den Absatzmarkt hat). Die Einführung eines Informationssystems, das den preissetzenden Produktionsbereich mit Informationen über die Realisierung auf dem Absatzmarkt versorgt, bewirkt in einem solchen Setting, dass der Produktionsbereich diese zusätzliche Information egoistisch ausnutzt. Der preissetzende Bereich erhöht zwar seinen eigenen Flexibilitätsgewinn, schmälert jedoch stärker den Flexibilitätsgewinn des Absatzbereichs, sodass das Ergebnis des Gesamtunternehmens geringer ausfällt als ohne ein solches Informationssystem. Daran wurde gezeigt, dass eine defensive Informationspolitik im Interesse des Unternehmens sein kann. Erhält nämlich ein mit (partieller) Monopolmacht ausgestatteter Bereich Informationen, die seinen Bereichserfolg nicht direkt beeinflussen, so kann er diese Informationen zum Schaden des anderen Bereichs und des Gesamtunternehmens egoistisch ausnutzen.

Abschließend betrachtet bietet die vorliegende Arbeit einen Gesamtüberblick über die gängigen, in Theorie und Praxis beachteten Verfahren zur Koordination von Investitions- und Produktionsentscheidungen. Zwar wurden schon früher verschiedenen Verfahren miteinander verglichen, von Pfeiffer u. a. (2007) wurde dabei jedoch die Möglichkeit einer zentralen Unternehmenssteuerung vollständig ausgeblendet, von anderen, wie Baldenius und Reichelstein (1998), Baldenius u. a. (1999), Hofmann und Pfeiffer (2006) oder Pfeiffer und Wagner (2007a), wurden nur Vergleiche einzelner Verfahren betrachtet. Die verbleibenden Lücken wurden nun durch die vorliegende Arbeit geschlossen, in der alle Verfahren in einem einheitlichen Modellrahmen einander gegenüberstellt wurden.

Anhang A

Beweise zu Kapitel 2: Modell

Beweis zu Satz 2.1: Referenzlösung

Die Mengenentscheidung wird nach Realisierung der Umweltsituation zustandsabhängig getroffen.

$$\begin{aligned} q^{fb}(\theta, I) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \{\Pi(q, \theta, I)\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \{R(q, \theta, I_A) - C(q, \theta, I_P)\} \\ &= \left\{ \tfrac{a(\theta) - c(\theta) + I_P + I_A}{b} \right\}. \end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidung durch die Abteilungen wird unter Unsicherheit über die Realisierung der Umwelt gesamterfolgsmaximierend getroffen.

$$\begin{aligned} I_i^{fb} &\in \arg\max_{I_i \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi\left(q^{fb}(\theta, I), \theta, I\right)\right] \right\} \\ &= \arg\max_{I_i \in \Re_+} \left\{ E\left[DB\left(q^{fb}(\theta, I), \theta, I\right)\right] - \textstyle\sum_{i \in \{P,A\}} w_i(I_i) \right\} \\ &= \left\{ \tfrac{1}{\alpha_i} E\left[q^{fb}(\theta, I)\right] \right\}. \end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die expliziten Bestimmungsgleichungen angegeben.

$$I_i^{fb} = \tfrac{1}{\alpha_i} E\left[q^{fb}\left(\theta, I^{fb}\right)\right] = \tfrac{1}{\alpha_i} E\left[\tfrac{a(\theta) - c(\theta) + I_P^{fb} + I_A^{fb}}{b}\right] = \tfrac{E[a(\theta)] - E[c(\theta)] + I_P^{fb} + I_A^{fb}}{\alpha_i b}.$$

Daraus ergibt sich die optimale Investitionsentscheidung im Zuge der Vorwärtsinduktion zu

$$I_P^{fb} = \frac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \text{und} \quad I_A^{fb} = \frac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und die optimale Produktionsmenge zu

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \frac{a(\theta)-c(\theta)+I_P^{fb}+I_A^{fb}}{b} = \frac{d(\theta)+\frac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]+\frac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}. \end{aligned}$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lässt sich einfach der erwartete Gesamterfolg herleiten

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb},\theta,I^{fb}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{fb}\left(\theta,I^{fb}\right),\theta,I^{fb}\right) - \textstyle\sum_{i\in\{P,A\}} w_i\left(I_i^{fb}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Damit ist Satz 2.1 bewiesen.

Beweis zu Korollar 2.1.1: Referenzlösung bei einseitiger Investition

Die Aussagen von Korollar 2.1.1 können auf zwei Arten hergeleitet werden. Zum einen ergeben sie sich durch Betrachtung des Grenzübergangs $\alpha_P \to \infty$ bzw. $\alpha_A \to \infty$ aus Satz 2.1:

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P:

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \lim_{\alpha_A\to\infty} \frac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{1}{b\alpha_P-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad \text{und} \\ I_A^{fb} &= \lim_{\alpha_A\to\infty} \frac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] = 0 \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \lim_{\alpha_A\to\infty}\left(\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}\right) \\ &= \frac{\alpha_P}{b\alpha_P-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb},\theta,I^{fb}\right)\right] &= \lim_{\alpha_A\to\infty}\left(\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}\right) \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{b\alpha_P-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A:

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &= \lim_{\alpha_P\to\infty}\tfrac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] = 0 \qquad \text{und} \\ I_A^{fb} &= \lim_{\alpha_P\to\infty}\tfrac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{1}{b\alpha_A-1}E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \lim_{\alpha_P\to\infty}\left(\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}\right) \\ &= \tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb},\theta,I^{fb}\right)\right] &= \lim_{\alpha_P\to\infty}\left(\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}\right) \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Zum anderen können sie wie auch Satz 2.1 aus den veränderten Erlös- und Kostenfunktionen hergeleitet werden:

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Die Mengenentscheidung wird nach Realisierung der Umweltsituation zustandsabhängig getroffen.

$$\begin{aligned} q^{fb}\left(\theta,I_P\right) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{\Pi\left(q,\theta,I_P\right)\right\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{R\left(q,\theta\right)-C\left(q,\theta,I_P\right)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{a(\theta)-c(\theta)+I_P}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidung durch die Abteilungen wird unter Unsicherheit über die Realisierung der Umwelt gesamterfolgsmaximierend getroffen.

$$\begin{aligned} I_P^{fb} &\in \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi\left(q^{fb}\left(\theta,I_P\right),\theta,I_P\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[DB\left(q^{fb}\left(\theta,I_P\right),\theta,I_P\right)\right]-w_P\left(I_P\right)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{1}{\alpha_P}E\left[q^{fb}\left(\theta,I_P\right)\right]\right\}. \end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die expliziten Bestimmungsgleichungen angegeben.

$$I_P^{fb} = \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{fb}(\theta, I_P)\right] = \frac{1}{\alpha_P} E\left[\frac{a(\theta)-c(\theta)+I_P}{b}\right] = \frac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_P}{\alpha_P b}.$$

Daraus ergibt sich die optimale Investitionsentscheidung im Zuge der Vorwärtsinduktion zu

$$I_P^{fb} = \frac{1}{b\alpha_P - 1} E\left[d(\theta)\right]$$

und die optimale Produktionsmenge zu

$$q^{fb} = \frac{a(\theta)-c(\theta)+I_P}{b} = \frac{d(\theta)+\frac{1}{b\alpha_P-1}E[d(\theta)]}{b} = \frac{\alpha_P}{b\alpha_P-1} E\left[d(\theta)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lässt sich einfach der erwartete Gesamterfolg herleiten

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb}, \theta, I_A^{fb}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{fb}\left(\theta, I_P^{fb}\right), \theta, I_P^{fb}\right) - w_P\left(I_P^{fb}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P}{b\alpha_P-1} E^2\left[d(\theta)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A: Die Mengenentscheidung wird nach Realisierung der Umweltsituation zustandsabhängig getroffen.

$$\begin{aligned} q^{fb}(\theta, I_A) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{\Pi(q, \theta, I_A)\right\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{R(q, \theta, I_A) - C(q, \theta)\right\} \\ &= \left\{\frac{a(\theta)-c(\theta)+I_A}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Die Investitionsentscheidung durch die Abteilungen wird unter Unsicherheit über die Realisierung der Umwelt gesamterfolgsmaximierend getroffen.

$$\begin{aligned} I_A^{fb} &\in \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi\left(q^{fb}(\theta, I_A), \theta, I_A\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[DB\left(q^{fb}(\theta, I_A), \theta, I_A\right)\right] - w_A(I_A)\right\} \\ &= \left\{\frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}(\theta, I_A)\right]\right\}. \end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die expliziten Bestimmungsgleichungen angegeben.

$$I_A^{fb} = \frac{1}{\alpha_A} E\left[q^{fb}(\theta, I_A)\right] = \frac{1}{\alpha_A} E\left[\frac{a(\theta)-c(\theta)+I_A}{b}\right] = \frac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A}{\alpha_A b}.$$

Daraus ergibt sich die optimale Investitionsentscheidung im Zuge der Vorwärtsinduktion zu

$$I_A^{fb} = \frac{1}{b\alpha_A - 1} E\left[d(\theta)\right]$$

und die optimale Produktionsmenge zu

$$q^{fb} = \frac{a(\theta)-c(\theta)+I_A}{b} = \frac{d(\theta)+\frac{1}{b\alpha_A-1}E[d(\theta)]}{b} = \frac{\alpha_A}{b\alpha_A-1} E\left[d(\theta)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lässt sich einfach der erwartete Gesamterfolg herleiten

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb}, \theta, I_A^{fb}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{fb}\left(\theta, I_A^{fb}\right), \theta, I_A^{fb}\right) - w_A\left(I_A^{fb}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A}{b\alpha_A-1} E^2\left[d(\theta)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Damit ist Korollar 2.1.1 bewiesen.

Beweis zu Korollar 2.1.2: Referenzlösung bei partiell deterministischen Märkten

Korollar 2.1.2 lässt sich aus Satz 2.1 herleiten.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so gilt

$$c(\theta) = c \quad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d(\theta)\right] = E\left[a(\theta) - c(\theta)\right] = E\left[a(\theta) - c\right] = E\left[a(\theta)\right] - c$$

bzw.

$$Var\left[d(\theta)\right] = Var\left[a(\theta) - c(\theta)\right] = Var\left[a(\theta) - c\right] = Var\left[a(\theta)\right].$$

Die Investitionsentscheidungen ergeben sich demnach zu

$$I_P^{fb} = \frac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

und

$$I_A^{fb} = \frac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right),$$

die Produktionsentscheidung zu

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) + \frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}. \end{aligned}$$

Für den erwarteten Gesamterfolg gilt demzufolge

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb},\theta,I^{fb}\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Deterministischer Absatzmarkt: Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so gilt

$$a\left(\theta\right) = a \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = E\left[a-c\left(\theta\right)\right] = a-E\left[c\left(\theta\right)\right]$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a-c\left(\theta\right)\right] = Var\left[c\left(\theta\right)\right].$$

Die Investitionsentscheidungen ergeben sich demnach zu

$$I_P^{fb} = \frac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

und

$$I_A^{fb} = \frac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right),$$

die Produktionsentscheidung zu

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A - \alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A - \alpha_P} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) + \frac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b}. \end{aligned}$$

Für den erwarteten Gesamterfolg gilt demzufolge

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb}, \theta, I^{fb}\right)\right] &= \frac{1}{2} \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A - \alpha_P} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2} \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A - \alpha_P} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Deterministischer Gesamtmarkt: Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so gilt

$$\begin{aligned} d\left(\theta\right) &= a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right) \\ &= \left(a + g\left(\theta\right)\right) - \left(c + g\left(\theta\right)\right) \\ &= a - c = d \qquad\qquad \forall \quad \theta. \end{aligned}$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right)\right] = E\left[a - c\right] = a - c = d$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a - c\right] = 0.$$

Die Investitionsentscheidungen ergeben sich demnach zu

$$I_P^{fb} = \frac{\alpha_A}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A - \alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_A}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A - \alpha_P} d$$

und

$$I_A^{fb} = \frac{\alpha_P}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A - \alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_P}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A - \alpha_P} d,$$

die Produktionsentscheidung zu

$$\begin{aligned} q^{fb} &= \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A - \alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P \alpha_A}{\alpha_A \alpha_P b - \alpha_A - \alpha_P} d. \end{aligned}$$

Für den erwarteten Gesamterfolg gilt demzufolge

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{fb}\left(q^{fb},\theta,I^{fb}\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}d^2. \end{aligned}$$

Damit ist Korollar 2.1.2 bewiesen.

Anhang B

Beweise zu Kapitel 3: Verfahren

Beweis zu Satz 3.1: Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue-Center Organisation

Die Investitionsentscheidung durch die Abteilungen wird unter Unsicherheit über die Realisierung der Umwelt zum Zeitpunkt $t = 2$ bereichserfolgsmaximierend getroffen.

$$\begin{aligned} I_P^{bCC}(q) &\in \arg\max_{I_P \in \Re_+} \{E[\Pi_P(q, \theta, I_P)]\} \\ &= \arg\max_{I_P \in \Re_+} \{\delta - C(q, \theta, I_P) - w_P(I_P)\} \\ &= \left\{\tfrac{1}{\alpha_P} q\right\} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} I_A^{bCC}(q) &\in \arg\max_{I_P \in \Re_+} \{E[\Pi_A(q, \theta, I_A)]\} \\ &= \arg\max_{I_P \in \Re_+} \{R(q, \theta, I_A) - \delta - w_A(I_A)\} \\ &= \left\{\tfrac{1}{\alpha_A} q\right\}. \end{aligned}$$

Auch die Mengenentscheidung wird vor Realisierung der Umweltsituation getroffen. Im Gegensatz zu den Investitionen wird diese Entscheidung jedoch durch die Zentrale

getroffen, die damit den Gesamterfolg optimiert.

$$\begin{aligned} q^{bCC} &\in \arg\max_{q\in\Re_+} \left\{\Pi\left(q,\theta,I^{bCC}\left(q\right)\right)\right\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+} \left\{R\left(q,\theta,I_A^{bCC}\left(q\right)\right) - C\left(q,\theta,I_P^{bCC}\left(q\right)\right) \right. \\ &\qquad\qquad \left. - \textstyle\sum_{i\in\{P,A\}} w_i \left(I_i^{bCC}\left(q\right)\right)\right\} \\ &= \left\{\frac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{bCC}(q)+I_P^{bCC}(q)}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die expliziten Bestimmungsgleichungen angegeben.

$$I_i^{bCC}\left(q^{bCC}\right) = \tfrac{1}{\alpha_i} q^{bCC} = \frac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{bCC}\left(q^{bCC}\right)+I_P^{bCC}\left(q^{bCC}\right)}{\alpha_i b}.$$

Daraus ergeben sich die optimalen Investitionsentscheidungen zu

$$\begin{aligned} I_P^{bCC} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] \qquad \text{und} \\ I_A^{bCC} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und die optimale Produktionsmenge zu

$$\begin{aligned} q^{bCC} &= \frac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{bCC}\left(q^{bCC}\right)+I_P^{bCC}\left(q^{bCC}\right)}{b} \\ &= \frac{E[d(\theta)]+\frac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]+\frac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lässt sich durch einfaches Einsetzen der erwartete Gesamterfolg herleiten.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{bCC}\left(q^{bCC},\theta,I^{bCC}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{bCC},\theta,I^{bCC}\right)\right] - \textstyle\sum_{i\in\{P,A\}} w_i \left(I_i^{bCC}\right) \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Damit ist Satz 3.1 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.1.1: Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue– Center Organisation bei einseitiger Investition

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Die Investitionsentscheidung durch Abteilung P wird unter Unsicherheit über die Realisierung der Umwelt zum Zeitpunkt $t = 2$ bereichserfolgsmaximierend getroffen.

$$\begin{aligned} I_P^{bCC}(q) &\in \arg\max_{I_P \in \Re_+} \{E[\Pi_P(q, \theta, I_P)]\} \\ &= \arg\max_{I_P \in \Re_+} \{\delta - C(q, \theta, I_P) - w_P(I_P)\} \\ &= \left\{\tfrac{1}{\alpha_P} q\right\}. \end{aligned}$$

Auch die Mengenentscheidung wird vor Realisierung der Umweltsituation getroffen. Im Gegensatz zur Investitionsentscheidung wird diese Entscheidung jedoch durch die Zentrale getroffen, die damit den Gesamterfolg optimiert.

$$\begin{aligned} q^{bCC} &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{\Pi\left(q, \theta, I_P^{bCC}(q)\right)\right\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{R(q, \theta) - C\left(q, \theta, I_P^{bCC}(q)\right) - w_P\left(I_P^{bCC}(q)\right)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{E[a(\theta)] - E[c(\theta)] + I_P^{bCC}(q)}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die expliziten Bestimmungsgleichungen angegeben.

$$I_P^{bCC}\left(q^{bCC}\right) = \tfrac{1}{\alpha_P} q^{bCC} = \tfrac{E[a(\theta)] - E[c(\theta)] + I_P^{bCC}\left(q^{bCC}\right)}{\alpha_P b}.$$

Daraus ergibt sich die optimale Investitionsentscheidung zu

$$I_P^{bCC} = \tfrac{1}{\alpha_P b - 1} E[d(\theta)],$$

die optimale Produktionsmenge zu

$$\begin{aligned} q^{bCC} &= \tfrac{E[a(\theta)] - E[c(\theta)] + I_P^{bCC}\left(q^{bCC}\right)}{b} \\ &= \tfrac{E[d(\theta)] + \frac{1}{\alpha_P b - 1} E[d(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b - 1} E[d(\theta)]. \end{aligned}$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lässt sich durch einfaches Einsetzen der erwartete Gesamterfolg herleiten

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{bCC}\left(q^{bCC},\theta,I_P^{bCC}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{bCC},\theta,I_P^{bCC}\right)\right]-w_P\left(I_P^{bCC}\right) \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Die Investitionsentscheidung durch Abteilung A wird unter Unsicherheit über die Realisierung der Umwelt zum Zeitpunkt $t=2$ bereichserfolgsmaximierend getroffen.

$$\begin{aligned} I_A^{bCC}\left(q\right) &\in \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_A\left(q,\theta,I_A\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{R\left(q,\theta,I_A\right)-\delta-w_A\left(I_A\right)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{1}{\alpha_A}q\right\}. \end{aligned}$$

Auch die Mengenentscheidung wird vor Realisierung der Umweltsituation getroffen. Im Gegensatz zur Investitionsentscheidung wird diese Entscheidung jedoch durch die Zentrale getroffen, die damit den Gesamterfolg optimiert.

$$\begin{aligned} q^{bCC} &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{\Pi\left(q,\theta,I_A^{bCC}\left(q\right)\right)\right\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{R\left(q,\theta,I_A^{bCC}\left(q\right)\right)-C\left(q,\theta\right)-w_A\left(I_A^{bCC}\left(q\right)\right)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{bCC}(q)}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die expliziten Bestimmungsgleichungen angegeben.

$$I_A^{bCC}\left(q^{bCC}\right) = \tfrac{1}{\alpha_A}q^{bCC} = \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{bCC}\left(q^{bCC}\right)}{\alpha_A b}.$$

Daraus ergibt sich die optimale Investitionsentscheidung zu

$$I_A^{bCC} = \tfrac{1}{\alpha_A b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right],$$

die optimale Produktionsmenge zu

$$\begin{aligned} q^{bCC} &= \tfrac{E[a(\theta)]-E[c(\theta)]+I_A^{bCC}\left(q^{bCC}\right)}{b} \\ &= \tfrac{E[d(\theta)]+\frac{1}{\alpha_A b-1}E[d(\theta)]}{b} = \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lässt sich durch einfaches Einsetzen der erwartete Gesamterfolg herleiten

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{bCC}\left(q^{bCC},\theta,I_A^{bCC}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{bCC},\theta,I_A^{bCC}\right)\right]-w_A\left(I_A^{bCC}\right) \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Damit ist Korollar 3.1.1 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.1.2: Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Cost- bzw. Revenue- Center Organisation bei partiell deterministischen Märkten

Korollar 3.1.2 lässt sich aus Satz 3.1 herleiten.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so gilt

$$c\left(\theta\right) = c \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\right] = E\left[a\left(\theta\right)\right]-c$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\right] = Var\left[a\left(\theta\right)\right].$$

Die Investitionsentscheidungen ergeben sich demnach zu

$$\begin{aligned} I_P^{bCC} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) \qquad \text{und} \\ I_A^{bCC} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right), \end{aligned}$$

die Produktionsentscheidung zu

$$q^{bCC} = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right).$$

Für den erwarteten Gesamterfolg gilt demzufolge

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{bCC}\left(q^{bCC},\theta,I^{bCC}\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2. \end{aligned}$$

Deterministischer Absatzmarkt: Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so gilt

$$a\left(\theta\right) = a \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = E\left[a-c\left(\theta\right)\right] = a-E\left[c\left(\theta\right)\right]$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a-c\left(\theta\right)\right] = Var\left[c\left(\theta\right)\right].$$

Die Investitionsentscheidungen ergeben sich demnach zu

$$\begin{aligned} I_P^{bCC} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \qquad \text{und} \\ I_A^{bCC} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right), \end{aligned}$$

die Produktionsentscheidung zu

$$q^{bCC} = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right).$$

Für den erwarteten Gesamterfolg gilt demzufolge

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{bCC}\left(q^{bCC},\theta,I^{bCC}\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2. \end{aligned}$$

Deterministischer Gesamtmarkt: Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so gilt

$$\begin{aligned} d\left(\theta\right) &= a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right) \\ &= \left(a+g\left(\theta\right)\right)-\left(c+g\left(\theta\right)\right) \\ &= a-c=d \qquad\qquad \forall \quad \theta. \end{aligned}$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad E\left[a-c\right] \quad = \quad a-c \quad = \quad d$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[a-c\right] \quad = \quad 0.$$

Die Investitionsentscheidungen ergeben sich demnach zu

$$\begin{array}{rcccll} I_P^{b_{CC}} & = & \frac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] & = & \frac{\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}d & \text{und} \\ I_A^{b_{CC}} & = & \frac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] & = & \frac{\alpha_P}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}d, & \end{array}$$

die Produktionsentscheidung zu

$$q^{b_{CC}} \quad = \quad \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}d.$$

Für den erwarteten Gesamterfolg gilt demzufolge

$$\begin{array}{rcl} E\left[\Pi^{b_{CC}}\left(q^{b_{CC}},I^{b_{CC}}\right)\right] & = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P b-\alpha_A-\alpha_P}d^2. \end{array}$$

Damit ist Korollar 3.1.2 bewiesen.

Beweis zu Satz 3.2: Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Profit-Center Organisation

Auch bei einem zentralen Mengenplanungsmechanismus im Rahmen einer Profit-Center Organisation werden sämtliche Entscheidungen unter Unsicherheit getroffen. Die Bereiche maximieren zum Zeitpunkt $t = 2$ mit ihrer Investitionsentscheidung ihren Bereichserfolg.

$$\begin{array}{rcl} I_P^{b_{PC}}\left(q,\gamma_P\right) & \in & \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_P\left(q,\theta,I,\gamma_P\right)\right]\right\} \\ & = & \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{\gamma_P\left(R\left(q,\theta,I_A\right)-C\left(q,\theta,I_P\right)\right)-w_P\left(I_P\right)\right\} \\ & = & \left\{\frac{\gamma_P}{\alpha_P}q\right\} \end{array}$$

und

$$\begin{aligned} I_A^{b_{PC}}(q,\gamma_A) &\in \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_A(q,\theta,I,\gamma_A)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{\gamma_A\left(R(q,\theta,I_A)-C(q,\theta,I_P)\right)-w_A(I_A)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{\gamma_A}{\alpha_A}q\right\}. \end{aligned}$$

Auch die Mengenentscheidung wird vor Realisierung der Umweltsituation getroffen. Diese Entscheidung trifft jedoch die Zentrale, die damit ihren Gesamterfolg optimiert.

$$\begin{aligned} q^{b_{PC}}(\gamma) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{\Pi\left(q,\theta,I^{b_{PC}}(q,\gamma)\right)\right\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{R\left(q,\theta,I_A^{b_{PC}}(q,\gamma)\right)-C\left(q,\theta,I_P^{b_{PC}}(q,\gamma)\right)\right. \\ &\qquad\left.-\textstyle\sum_{i\in\{P,A\}}w_i\left(I_i^{b_{PC}}(q,\gamma)\right)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{E[d(\theta)]+I_P^{b_{PC}}+I_A^{b_{PC}}}{b}+\tfrac{\alpha_A\gamma_P(1-\gamma_P)+\alpha_P\gamma_A(1-\gamma_A)}{b\alpha_P\alpha_A}q\right\} \\ &= \left\{\tfrac{E[d(\theta)]+I_P^{b_{PC}}+I_A^{b_{PC}}}{b}+\tfrac{\gamma_P\gamma_A}{b}\tfrac{\alpha_P+\alpha_A}{\alpha_A\alpha_P}q\right\}. \end{aligned}$$

Auflösen der inneren Abhängigkeiten führt zu nachfolgenden Investitions- und Produktionsentscheidungen abhängig von der Wahl der Erfolgsfaktoren γ_i durch die Zentrale.

$$\begin{aligned} I_P^{b_{PC}} &= \tfrac{\gamma_P\alpha_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_A\gamma_P(2-\gamma_P)-\alpha_P\gamma_A(2-\gamma_A)}E\left[d(\theta)\right], \\ I_A^{b_{PC}} &= \tfrac{\gamma_A\alpha_P}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_A\gamma_P(2-\gamma_P)-\alpha_P\gamma_A(2-\gamma_A)}E\left[d(\theta)\right], \\ q^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_A\gamma_P(2-\gamma_P)-\alpha_P\gamma_A(2-\gamma_A)}E\left[d(\theta)\right]. \end{aligned}$$

Die Zentrale entscheidet schließlich zum Zeitpunkt $t=1$ über die Aufteilung des Gesamtdeckungsbeitrages auf die beiden Bereiche. Da der Deckungsbeitrag vollständig auf die beiden Bereiche aufgeteilt wird gilt $\gamma_P+\gamma_A=1$. Mit der Definition $\gamma:=(\gamma_P,\gamma_A):=(\Gamma,1-\Gamma)$ maximiert die Zentrale dann mit ihrer Wahl von Γ ihren erwarteten Gesamterfolg.

$$\Gamma \in \arg\max_{\Gamma\in(0,1)}\left\{E\left[\Pi\left(q^{b_{PC}}(\gamma),\theta,I^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}(\gamma),\gamma\right)\right)\right]\right\}.$$

Die Bedingung erster Ordnung lautet demnach

$$\begin{aligned}
0 \quad \stackrel{!}{=} \quad & E\left[\frac{\partial q^{bPC}\left(\gamma^{bPC}\right)}{\partial \Gamma}\frac{\partial \Pi\left(q^{bPC}(\cdot),\theta,I^{bPC}(\cdot)\right)}{\partial q}\right] \\
& +E\left[\frac{\partial q^{bPC}\left(\gamma^{bPC}\right)}{\partial \Gamma}\frac{\partial I_P^{bPC}\left(q^{bPC}(\cdot),\gamma_P^{bPC}\right)}{\partial q}\frac{\partial \Pi\left(q^{bPC}(\cdot),\theta,I^{bPC}(\cdot)\right)}{\partial I_P}\right] \\
& +E\left[\frac{\partial I_P^{bPC}\left(q^{bPC}(\cdot),\gamma_P^{bPC}\right)}{\partial \Gamma}\frac{\partial \Pi\left(q^{bPC}(\cdot),\theta,I^{bPC}(\cdot)\right)}{\partial I_P}\right] \\
& +E\left[\frac{\partial q^{bPC}\left(\gamma^{bPC}\right)}{\partial \Gamma}\frac{\partial I_A^{bPC}\left(q^{bPC}(\cdot),\gamma_A^{bPC}\right)}{\partial q}\frac{\partial \Pi\left(q^{bPC}(\cdot),\theta,I^{bPC}(\cdot)\right)}{\partial I_A}\right] \\
& +E\left[\frac{\partial I_A^{bPC}\left(q^{bPC}(\cdot),\gamma_A^{bPC}\right)}{\partial \Gamma}\frac{\partial \Pi\left(q^{bPC}(\cdot),\theta,I^{bPC}(\cdot)\right)}{\partial I_A}\right] \\
= \quad & \frac{1}{\alpha_P}q\left(1-\gamma_P^{bPC}\right)q+\frac{-1}{\alpha_A}q\left(1-\gamma_A^{bPC}\right)q \\
= \quad & \left(\frac{1-\gamma_P^{bPC}}{\alpha_P}-\frac{1-\gamma_A^{bPC}}{\alpha_A}\right)q^2.
\end{aligned}$$

Auflösen führt dann zu nachfolgenden Erfolgsfaktoren.

$$\gamma^{bPC} \quad = \quad \left(\gamma_P^{bPC},\gamma_A^{bPC}\right) \quad = \quad \left(\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P},\frac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\right).$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die expliziten Bestimmungsgleichungen angegeben. Daraus ergeben sich die optimalen Investitionsentscheidungen

$$\begin{aligned}
I_P^{bPC} \quad &= \quad \frac{\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}\alpha_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_A\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}\left(2-\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}\right)-\alpha_P\gamma_A(2-\gamma_A)}E\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&= \quad \frac{\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}\alpha_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_A\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}\left(2-\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}\right)-\alpha_P\frac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\left(2-\frac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\right)}E\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&= \quad \frac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned}
I_A^{bPC} \quad &= \quad \frac{\gamma_A\alpha_P}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_A\gamma_P(2-\gamma_P)-\alpha_P\gamma_A(2-\gamma_A)}E\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&= \quad \frac{\gamma_A\alpha_P}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_A\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}\left(2-\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}\right)-\alpha_P\frac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\left(2-\frac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\right)}E\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&= \quad \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

und die optimale Produktionsmenge zu

$$\begin{aligned} q^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_A\gamma_P(2-\gamma_P)-\alpha_P\gamma_A(2-\gamma_A)}E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_A\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}\left(2-\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}\right)-\alpha_P\frac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\left(2-\frac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\right)}E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lassen sich durch einfaches Einsetzen die erwarteten Erfolge herleiten.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}}\right)\right]-\textstyle\sum_{i\in\{P,A\}}w_i\left(I_i^{b_{PC}}\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\ E\left[\Pi_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}},\gamma_P\right)\right] &= E\left[\gamma_P DB\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}}\right)\right]-w_P\left(I_P^{b_{PC}}\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\ E\left[\Pi_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}},\gamma_A\right)\right] &= E\left[\gamma_A DB\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}}\right)\right]-w_A\left(I_A^{b_{PC}}\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Damit ist Satz 3.1 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.2.1: Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Profit-Center Organisation bei einseitiger Investition

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Der Produktionsbereich maximiert zum Zeitpunkt $t = 2$ mit seiner Investitionsentscheidung seinen Bereichserfolg.

$$\begin{aligned} I_P^{b_{PC}}\left(q,\gamma_P\right) &\in \arg\max\nolimits_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_P\left(q,\theta,I_P,\gamma_P\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max\nolimits_{I_P\in\Re_+}\left\{\gamma_P\left(R\left(q,\theta\right)-C\left(q,\theta,I_P\right)\right)-w_P\left(I_P\right)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{\gamma_P}{\alpha_P}q\right\}. \end{aligned}$$

Auch die Mengenentscheidung wird vor Realisierung der Umweltsituation getroffen. Diese Entscheidung trifft jedoch die Zentrale, die damit ihren Gesam-

terfolg optimiert.

$$\begin{aligned} q^{b_{PC}}(\gamma_P) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{\Pi\left(q,\theta,I_P^{b_{PC}}(q,\gamma_P)\right)\right\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{R(q,\theta)-C\left(q,\theta,I_P^{b_{PC}}(q,\gamma_P)\right)\right. \\ &\qquad\qquad \left.-w_P\left(I_P^{b_{PC}}(q,\gamma_P)\right)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{E[d(\theta)]+I_P^{b_{PC}}}{b}-\tfrac{\gamma_P(1-\gamma_P)}{b}\tfrac{1}{\alpha_P}q\right\}. \end{aligned}$$

Auflösen der inneren Abhängigkeiten führt zu nachfolgenden Investitions- und Produktionsentscheidungen abhängig von der Wahl der Erfolgsfaktoren γ_i durch die Zentrale.

$$\begin{aligned} I_P^{b_{PC}} &= \tfrac{\gamma_P}{\alpha_P b-\gamma_P^2}E[d(\theta)], \\ q^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b-\gamma_P^2}E[d(\theta)]. \end{aligned}$$

Die Zentrale entscheidet schließlich zum Zeitpunkt $t=1$ über die Aufteilung des Gesamtdeckungsbeitrages auf die beiden Bereiche. Da der Deckungsbeitrag vollständig auf die beiden Bereiche aufgeteilt wird gilt $\gamma_P+\gamma_A=1$. Mit der Definition $\gamma:=(\gamma_P,\gamma_A):=(\Gamma,1-\Gamma)$ maximiert die Zentrale dann mit ihrer Wahl von Γ ihren erwarteten Gesamterfolg.

$$\Gamma \in \arg\max_{\Gamma\in(0,1)}\left\{E\left[\Pi\left(q^{b_{PC}}(\gamma_P),\theta,I_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}(\gamma_P),\gamma_P\right)\right)\right]\right\}.$$

Die Bedingung erster Ordnung lautet demnach

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{\partial q^{b_{PC}}\left(\gamma_P^{b_{PC}}\right)}{\partial\Gamma}\tfrac{\partial\Pi\left(q^{b_{PC}}(\cdot),\theta,I_P^{b_{PC}}(\cdot)\right)}{\partial q} \\ &\quad +\tfrac{\partial q^{b_{PC}}\left(\gamma_P^{b_{PC}}\right)}{\partial\Gamma}\tfrac{\partial I_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}(\cdot),\gamma_P^{b_{PC}}\right)}{\partial q}\tfrac{\partial\Pi\left(q^{b_{PC}}(\cdot),\theta,I_P^{b_{PC}}(\cdot)\right)}{\partial I_P} \\ &\quad +\tfrac{\partial I_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}(\cdot),\gamma_P^{b_{PC}}\right)}{\partial\Gamma}\tfrac{\partial\Pi\left(q^{b_{PC}}(\cdot),\theta,I_P^{b_{PC}}(\cdot)\right)}{\partial I_P} \\ &= \tfrac{1}{\alpha_P}q(\cdot)\left(1-\gamma_P^{b_{PC}}\right)q(\cdot) \\ &= \tfrac{1-\gamma_P^{b_{PC}}}{\alpha_P}\left(q(\cdot)\right)^2. \end{aligned}$$

Auflösen führt dann zu nachfolgenden Erfolgsfaktoren.

$$\gamma^{b_{PC}} = \left(\gamma_P^{b_{PC}},\gamma_A^{b_{PC}}\right) = (1,0).$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die expliziten Bestimmungsgleichungen angegeben. Daraus ergeben sich

die optimale Investitionsentscheidung

$$I_P^{b_{PC}} \quad = \quad \tfrac{\gamma_P}{\alpha_P b - \gamma_P^2} E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad \tfrac{1}{\alpha_P b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und die optimale Produktionsmenge zu

$$q^{b_{PC}} \quad = \quad \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b - \gamma_P^2} E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lassen sich durch einfaches Einsetzen die erwarteten Erfolge herleiten.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, \theta, I_P^{b_{PC}}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{b_{PC}}, \theta, I_P^{b_{PC}}\right)\right] - w_P\left(I_P^{b_{PC}}\right) \\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b - 1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\
E\left[\Pi_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, \theta, I_P^{b_{PC}}, \gamma_P\right)\right] &= E\left[\gamma_P DB\left(q^{b_{PC}}, \theta, I_P^{b_{PC}}\right)\right] - w_P\left(I_P^{b_{PC}}\right) \\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b - 1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\
E\left[\Pi_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, \theta, I_P^{b_{PC}}\right)\right] &= E\left[\gamma_A DB\left(q^{b_{PC}}, \theta, I_P^{b_{PC}}\right)\right] \\
&= 0.
\end{aligned}$$

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Der Absatzbereich maximiert zum Zeitpunkt $t = 2$ mit seiner Investitionsentscheidung seinen Bereichserfolg.

$$\begin{aligned}
I_A^{b_{PC}}\left(q, \gamma_A\right) &\in \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{E\left[\Pi_A\left(q, \theta, I_A, \gamma_A\right)\right]\right\} \\
&= \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{\gamma_A\left(R\left(q, \theta, I_A\right) - C\left(q, \theta\right)\right) - w_A\left(I_A\right)\right\} \\
&= \left\{\tfrac{\gamma_A}{\alpha_A} q\right\}.
\end{aligned}$$

Auch die Mengenentscheidung wird vor Realisierung der Umweltsituation getroffen. Diese Entscheidung trifft jedoch die Zentrale, die damit ihren Gesamterfolg optimiert.

$$\begin{aligned}
q^{b_{PC}}\left(\gamma_A\right) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{\Pi\left(q, \theta, I_A^{b_{PC}}\left(q, \gamma_A\right)\right)\right\} \\
&= \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{R\left(q, \theta, I_A^{b_{PC}}\left(q, \gamma_A\right)\right) - C\left(q, \theta\right)\right. \\
&\qquad\qquad \left. - w_A\left(I_A^{b_{PC}}\left(q, \gamma_A\right)\right)\right\} \\
&= \left\{\tfrac{E[d(\theta)] + I_P^{b_{PC}}}{b} - \tfrac{\gamma_A(1-\gamma_A)}{\alpha_A}\tfrac{1}{\alpha_P} q\right\}.
\end{aligned}$$

Auflösen der inneren Abhängigkeiten führt zu nachfolgenden Investitions- und Produktionsentscheidungen abhängig von der Wahl der Erfolgsfaktoren γ_i durch die Zentrale.

$$\begin{aligned} I_P^{b_{PC}} &= \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A b - \gamma_A(2-\gamma_A)} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ q^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b - \gamma_A(2-\gamma_A)} E\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Die Zentrale entscheidet schließlich zum Zeitpunkt $t = 1$ über die Aufteilung des Gesamtdeckungsbeitrages auf die beiden Bereiche. Da der Deckungsbeitrag vollständig auf die beiden Bereiche aufgeteilt wird gilt $\gamma_P + \gamma_A = 1$. Mit der Definition $\gamma := (\gamma_P, \gamma_A) := (\Gamma, 1-\Gamma)$ maximiert die Zentrale dann mit ihrer Wahl von Γ ihren erwarteten Gesamterfolg.

$$\Gamma \in \arg\max_{\Gamma\in(0,1)} \left\{ E\left[\Pi\left(q^{b_{PC}}\left(\gamma_A\right), \theta, I_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}\left(\gamma_A\right), \gamma_A\right)\right)\right]\right\}.$$

Die Bedingung erster Ordnung lautet demnach

$$\begin{aligned} 0 \overset{!}{=}\ & \frac{\partial q^{b_{PC}}\left(\gamma_A^{b_{PC}}\right)}{\partial\Gamma} \frac{\partial\Pi\left(q^{b_{PC}}(\cdot), \theta, I_A^{b_{PC}}(\cdot)\right)}{\partial q} \\ & + \frac{\partial q^{b_{PC}}\left(\gamma_A^{b_{PC}}\right)}{\partial\Gamma} \frac{\partial I_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}(\cdot), \gamma_A^{b_{PC}}\right)}{\partial q} \frac{\partial\Pi\left(q^{b_{PC}}(\cdot), \theta, I_A^{b_{PC}}(\cdot)\right)}{\partial I_A} \\ & + \frac{\partial I_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}(\cdot), \gamma_A^{b_{PC}}\right)}{\partial\Gamma} \frac{\partial\Pi\left(q^{b_{PC}}(\cdot), \theta, I_A^{b_{PC}}(\cdot)\right)}{\partial I_A} \\ =\ & -\tfrac{1}{\alpha_A} q\left(\cdot\right)\left(1-\gamma_A^{b_{PC}}\right) q\left(\cdot\right) \\ =\ & \tfrac{-\left(1-\gamma_A^{b_{PC}}\right)}{\alpha_A} \left(q\left(\cdot\right)\right)^2. \end{aligned}$$

Auflösen führt dann zu nachfolgenden Erfolgsfaktoren.

$$\gamma^{b_{PC}} = \left(\gamma_P^{b_{PC}}, \gamma_A^{b_{PC}}\right) = (0,1).$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die expliziten Bestimmungsgleichungen angegeben. Daraus ergeben sich die optimalen Investitionsentscheidungen

$$I_P^{b_{PC}} = \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A b - \gamma_A(2-\gamma_A)} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und die optimale Produktionsmenge zu

$$q^{b_{PC}} = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b - \gamma_A(2-\gamma_A)} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right].$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lassen sich durch einfaches Einsetzen die erwarteten Erfolge herleiten

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I_A^{b_{PC}}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{b_{PC}},\theta,I_A^{b_{PC}}\right)\right]-w_A\left(I_A^{b_{PC}}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right],\\
E\left[\Pi_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I_A^{b_{PC}},\gamma_P\right)\right] &= E\left[\gamma_P DB\left(q^{b_{PC}},\theta,I_A^{b_{PC}}\right)\right]\\
&= 0,\\
E\left[\Pi_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I_A^{b_{PC}},\gamma_A\right)\right] &= E\left[\gamma_A DB\left(q^{b_{PC}},\theta,I_A^{b_{PC}}\right)\right]-w_A\left(I_A^{b_{PC}}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right].
\end{aligned}$$

Damit ist Korollar 3.2.1 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.2.2: Zentrale Mengenplanung im Rahmen einer Profit-Center Organisation bei partiell deterministischen Märkten

Korollar 3.2.2 lässt sich aus Satz 3.2 herleiten.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so gilt

$$c\left(\theta\right) = c \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\right] = E\left[a\left(\theta\right)\right]-c$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\right] = Var\left[a\left(\theta\right)\right].$$

Die Investitionsentscheidungen reduzieren sich infolgedessen zu

$$\begin{aligned}
I_P^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E\left[d\left(\theta\right)\right]\\
&= \tfrac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} I_A^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right). \end{aligned}$$

Die Produktionsentscheidung degeneriert zu

$$\begin{aligned} q^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right). \end{aligned}$$

Die Wahl der Erfolgsfaktoren bleibt unverändert.

$$\begin{aligned} \gamma^{b_{PC}} &= \left(\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}, \frac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\right) \\ &= \left(\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}, \frac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\right). \end{aligned}$$

Für die erwarteten Erfolg gilt demzufolge

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, \theta, I^{b_{PC}}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2, \\ & E\left[\Pi_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, \theta, I^{b_{PC}}, \gamma_P\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2, \\ & E\left[\Pi_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, \theta, I^{b_{PC}}, \gamma_A\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2. \end{aligned}$$

Deterministischer Absatzmarkt: Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so gilt

$$a\left(\theta\right) = a \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = E\left[a-c\left(\theta\right)\right] = a-E\left[c\left(\theta\right)\right]$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[a-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[c\left(\theta\right)\right].$$

Die Investitionsentscheidungen reduzieren sich infolgedessen zu

$$\begin{aligned} I_P^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} \left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} I_A^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} \left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right). \end{aligned}$$

Die Produktionsentscheidung degeneriert zu

$$\begin{aligned} q^{b_{PC}} &= \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} \left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right). \end{aligned}$$

Die Wahl der Erfolgsfaktoren bleibt unverändert.

$$\gamma^{b_{PC}} \quad = \quad \left(\frac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}, \frac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\right).$$

Für die erwarteten Erfolg gilt demzufolge

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}}\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} \left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2, \\ &E\left[\Pi_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}},\gamma_P\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2} \left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2, \\ &E\left[\Pi_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}},\theta,I^{b_{PC}},\gamma_A\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2} \left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2. \end{aligned}$$

Deterministischer Gesamtmarkt: Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so gilt

$$\begin{aligned} d(\theta) &= a(\theta) - c(\theta) \\ &= (a + g(\theta)) - (c + g(\theta)) \\ &= a - c = d \qquad \forall \quad \theta. \end{aligned}$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E[d(\theta)] \quad = \quad E[a(\theta) - c(\theta)] \quad = \quad E[a - c] \quad = \quad a - c \quad = \quad d$$

bzw.

$$Var[d(\theta)] \quad = \quad Var[a(\theta) - c(\theta)] \quad = \quad Var[a - c] \quad = \quad 0.$$

Die Investitionsentscheidungen reduzieren sich infolgedessen zu

$$\begin{aligned} I_P^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E[d(\theta)] \\ &= \tfrac{\alpha_A^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} d \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} I_A^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E[d(\theta)] \\ &= \tfrac{\alpha_P^2}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} d. \end{aligned}$$

Die Produktionsentscheidung degeneriert zu

$$\begin{aligned} q^{b_{PC}} &= \tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E[d(\theta)] \\ &= \tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} d. \end{aligned}$$

Die Wahl der Erfolgsfaktoren bleibt unverändert.

$$\gamma^{b_{PC}} \quad = \quad \left(\tfrac{\alpha_A}{\alpha_A+\alpha_P}, \tfrac{\alpha_P}{\alpha_A+\alpha_P}\right).$$

Für die erwarteten Erfolg gilt demzufolge

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, I^{b_{PC}}\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E^2[d(\theta)] \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} d^2, \end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
E\left[\Pi_P^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, I^{b_{PC}}, \gamma_P\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^3(b\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)-2\alpha_P-\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}d^2, \\
E\left[\Pi_A^{b_{PC}}\left(q^{b_{PC}}, I^{b_{PC}}, \gamma_A\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^3\alpha_A(b\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P-2\alpha_A)}{\left(b\alpha_P\alpha_A(\alpha_P+\alpha_A)-\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A^2\right)^2}d^2.
\end{aligned}
$$

Damit ist Korollar 3.2.2 bewiesen.

Beweis zu Satz 3.3: Ex-ante Transferpreise

Entsprechend des im Text erläuterten Vorgehens wird zum Zeitpunkt $t = 4$ von der Absatzabteilung eine Entscheidung über die Produktionsmenge getroffen.

$$
\begin{aligned}
q\left(\theta, I_A, \tau\right) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{\Pi_A\left(q, \theta, I_A, \tau\right)\right\} \\
&= \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{R\left(q, \theta, I_A\right) - \tau q\right\} \\
&= \left\{\tfrac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}\right\}.
\end{aligned}
$$

Dem Prinzip der Rückwärtsinduktion folgend wird die Investitionshöhe zum Zeitpunkt $t = 2$ von den Bereichsleitern unter Unsicherheit bereichserfolgsmaximal festgelegt.

$$
\begin{aligned}
I_P\left(\tau\right) &\in \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_P\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), \theta, I_P, \tau\right)\right]\right\} \\
&= \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\tau q\left(\theta, I_A, \tau\right) - C\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), \theta, I_P\right)\right] - w_P\left(I_P\right)\right\}, \\
&= \left\{\tfrac{1}{\alpha_P}E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right]\right\}
\end{aligned}
$$

und

$$
\begin{aligned}
I_A\left(\tau\right) &\in \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_A\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), \theta, I_A, \tau\right)\right]\right\} \\
&= \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[R\left(q\left(\theta, I_A, \tau\right), \theta, I_A\right) - \tau q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right] - w_A\left(I_A\right)\right\}. \\
&= \left\{\tfrac{1}{\alpha_A}E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\right)\right]\right\}.
\end{aligned}
$$

Abhängig vom Transferpreis τ lauten die Investitions- und Produktionsentscheidungen demnach

$$\begin{aligned} q &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau\right)+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}, \\ I_P &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P}\tfrac{1}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau\right) \qquad \text{und} \\ I_A &= \tfrac{1}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau\right). \end{aligned}$$

Entsprechend der Verteilung der Verfügungsrechte entscheidet zum Zeitpunkt $t=1$ entweder die Zentrale über den Transferpreis τ^s oder die Produktionsabteilung über τ^m. Beide maximieren dabei jeweils ihren erwarteten relevanten Gewinn.

$$\begin{aligned} \tau^s &\in \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi\left(q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right),\theta,I\left(\tau\right)\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{E\left[DB\left(q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right),\theta,I\left(\tau\right)\right)-\textstyle\sum_{i=P,A}w_i\left(I_i\left(\tau\right)\right)\right]\right\}, \\ \tau^m &\in \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_P\left(q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right),\theta,I_P\left(\tau\right),\tau\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{E\left[\tau q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right)-C\left(q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right),\theta,I_P\left(\tau\right)\right)\right]\right. \\ &\qquad\qquad \left.-w_P\left(I_P\left(\tau\right)\right)\right\}. \end{aligned}$$

Aus den daraus resultierenden Bedingungen erster Ordnung

$$\begin{aligned} \tau^s: \quad 0 &\overset{!}{=} E\left[\tfrac{\partial I_A(\tau)}{\partial\tau}\tfrac{\partial q(\theta,I_A(\cdot),\tau)}{\partial I_A}\tfrac{\partial\Pi(q(\cdot),\theta,I(\cdot))}{\partial q}\right]+E\left[\tfrac{\partial q(\theta,I_A(\cdot),\tau)}{\partial\tau}\tfrac{\partial\Pi(q(\cdot),\theta,I(\cdot))}{\partial q}\right] \\ &\quad +E\left[\tfrac{\partial I_P(\tau)}{\partial\tau}\tfrac{\partial\Pi(q(\cdot),\theta,I(\cdot))}{\partial I_P}\right]+E\left[\tfrac{\partial I_A(\tau)}{\partial\tau}\tfrac{\partial\Pi(q(\cdot),\theta,I(\cdot))}{\partial I_A}\right] \\ &= -\tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}\left(\tau-\left(E\left[c\left(\theta\right)\right]-I_P\left(\tau\right)\right)\right) \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \tau^m: \quad 0 &\overset{!}{=} E\left[\tfrac{\partial I_A(\tau)}{\partial\tau}\tfrac{\partial q(\theta,I_A(\cdot),\tau)}{\partial I_A}\tfrac{\partial\Pi_P(q(\cdot),\theta,I_P(\cdot),\tau)}{\partial q}\right]+E\left[\tfrac{\partial q(\theta,I_A(\cdot),\tau)}{\partial\tau}\tfrac{\partial\Pi_P(q(\cdot),\theta,I_P(\cdot),\tau)}{\partial q}\right] \\ &\quad +E\left[\tfrac{\partial I_P(\tau)}{\partial\tau}\tfrac{\partial\Pi_P(q(\cdot),\theta,I_P(\cdot),\tau)}{\partial I_P}\right]+E\left[\tfrac{\partial\Pi_P(q(\cdot),\theta,I_P(\cdot),\tau)}{\partial\tau}\right] \\ &= -\tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}\left(\tau-\left(E\left[c\left(\theta\right)\right]-I_P\left(\tau\right)\right)\right)+E\left[q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right)\right] \end{aligned}$$

ergeben sich dann die beiden Transferpreise τ^s und τ^m.

$$\begin{aligned} \tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right]-I_P\left(\tau\right), \\ \tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right]-I_P\left(\tau\right)+\tfrac{\alpha_A b-1}{\alpha_A}E\left[q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right)\right]. \end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden dann für beide Verfahren die inneren Abhängigkeiten aufgelöst.

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise führen demnach zu nachfolgendem Transferpreis

$$\tau^s = E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

der Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned} I_P^s &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P}\tfrac{1}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau^s\right) \\ &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P}\tfrac{1}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\left(E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right) \\ &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_A^s &= \tfrac{1}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau^s\right) \\ &= \tfrac{1}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\left(E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right) \\ &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned} q^s &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau^s\right)+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\left(E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right)+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b} \end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^s\left(q^s,\theta,I^s\right)\right] &= E\left[DB\left(q^s,\theta,I^s\right)\right]-\textstyle\sum_{i\in\{P,A\}} w_i\left(I_i^s\right) \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_P^s\left(q^s,\theta,I_P^s,\tau^s\right)\right] &= \tau^s q^s - C\left(q^s,\theta,I_P^s\right)-w_P\left(I_P^s\right) \\ &= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]-\tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b}, \\ E\left[\Pi_A^s\left(q^s,\theta,I_A^s,\tau^s\right)\right] &= R\left(q^s,\theta,I_A^s\right)-\tau^s q^s-w_A\left(I_A^s\right) \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise hingegen führen zu nachfolgendem Transferpreis

$$\tau^m = E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{\alpha_P b\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

der Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned} I_P^m &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P} \tfrac{1}{\alpha_A b - 1} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \tau\right) \\ &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P} \tfrac{1}{\alpha_A b - 1} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \left(E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{\alpha_P b\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right) \\ &= \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_A^m &= \tfrac{1}{\alpha_A b - 1} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \tau\right) \\ &= \tfrac{1}{\alpha_A b - 1} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \left(E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{\alpha_P b\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right) \\ &= \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und eine Mengenentscheidung in Höhe von

$$\begin{aligned} q^m &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b - 1} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \tau\right) + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b - 1} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \left(E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{\alpha_P b\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right) + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^m\left(q^m, \theta, I^m\right)\right] &= E\left[DB\left(q^m, \theta, I^m\right)\right] - \textstyle\sum_{i \in \{P,A\}} w_i\left(I_i^m\right) \\ &= \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P \alpha_A (3\alpha_P b\alpha_A - 3\alpha_P - \alpha_A)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_P^m\left(q^m, \theta, I_P^m, \tau^m\right)\right] &= \tau^m q^m - C\left(q^m, \theta, I_P^m\right) - w_P\left(I_P^m\right) \\ &= \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{Cov[a(\theta), c(\theta)]}{b}, \\ E\left[\Pi_A^m\left(q^m, \theta, I_A^m, \tau^m\right)\right] &= R\left(q^m, \theta, I_A^m\right) - \tau^m q^m - w_A\left(I_A^m\right) \\ &= \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P^2 \alpha_A (b\alpha_A - 1)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Damit ist Satz 3.3 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.3.1: Ex-ante Transferpreise bei einseitiger Investition

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Entsprechend des im Text erläuterten Vorgehens wird zum Zeitpunkt $t = 4$ von der Absatzabteilung eine Entscheidung über die Produktionsmenge getroffen.

$$\begin{aligned} q(\theta,\tau) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\{\Pi_A(q,\theta,\tau)\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\{R(q,\theta)-\tau q\} \\ &= \left\{\tfrac{a(\theta)-\tau}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Dem Prinzip der Rückwärtsinduktion folgend wird die Investitionshöhe zum Zeitpunkt $t = 2$ vom Bereichsleiter des Produktionsbereichs unter Unsicherheit bereichserfolgsmaximal festgelegt.

$$\begin{aligned} I_P(\tau) &\in \arg\max_{I_P\in\Re_+}\{E[\Pi_P(q(\theta,\tau),\theta,I_P,\tau)]\} \\ &= \arg\max_{I_P\in\Re_+}\{E[\tau q(\theta,\tau)-C(q(\theta,\tau),\theta,I_P)]-w_P(I_P)\} \\ &= \left\{\tfrac{1}{\alpha_P}E[q(\theta,\tau)]\right\}. \end{aligned}$$

Abhängig vom Transferpreis τ lauten die Investitions- und Produktionsentscheidungen demnach

$$\begin{aligned} q &= \tfrac{1}{b}(E[a(\theta)]-\tau)+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b} \qquad \text{und} \\ I_P &= \tfrac{1}{b\alpha_P}(E[a(\theta)]-\tau). \end{aligned}$$

Entsprechend der Verteilung der Verfügungsrechte entscheidet zum Zeitpunkt $t = 1$ entweder die Zentrale über den Transferpreis τ^s oder die Produktionsabteilung über τ^m. Beide maximieren dabei jeweils ihren erwarteten relevanten Gewinn.

$$\begin{aligned} \tau^s &\in \arg\max_{\tau\in\Re_+}\{E[\Pi(q(\theta,\tau),\theta,I_P(\tau))]\} \\ &= \arg\max_{\tau\in\Re_+}\{E[DB(q(\theta,\tau),\theta,I_P(\tau))-w_P(I_P(\tau))]\}, \\ \tau^m &\in \arg\max_{\tau\in\Re_+}\{E[\Pi_P(q(\theta,\tau),\theta,I_P(\tau),\tau)]\} \\ &= \arg\max_{\tau\in\Re_+}\{E[\tau q(\theta,\tau)-C(q(\theta,\tau),\theta,I_P(\tau))]-w_P(I_P(\tau))\}. \end{aligned}$$

Aus den daraus resultierenden Bedingungen erster Ordnung

$$\begin{aligned}
\tau^s: \quad 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\tfrac{\partial q(\theta,\tau)}{\partial \tau}\tfrac{\partial \Pi(q(\cdot),\theta,I_P(\cdot))}{\partial q}\right] + E\left[\tfrac{\partial I_P(\tau)}{\partial \tau}\tfrac{\partial \Pi(q(\cdot),\theta,I_P(\cdot))}{\partial I_P}\right] \\
&= -\tfrac{1}{b}\left(\tau - \left(E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P\left(\tau\right)\right)\right), \\
\tau^m: \quad 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\tfrac{\partial q(\theta,\tau)}{\partial \tau}\tfrac{\partial \Pi_P(q(\cdot),\theta,I_P(\cdot),\tau)}{\partial q}\right] + E\left[\tfrac{\partial I_P(\tau)}{\partial \tau}\tfrac{\partial \Pi_P(q(\cdot),\theta,I_P(\cdot),\tau)}{\partial I_P}\right] \\
&\quad + E\left[\tfrac{\partial \Pi_P(q(\cdot),\theta,I_P(\cdot),\tau)}{\partial \tau}\right] \\
&= -\tfrac{1}{b}\left(\tau - \left(E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P\left(\tau\right)\right)\right) + E\left[q\left(\theta,\tau\right)\right],
\end{aligned}$$

ergeben sich dann die beiden Transferpreise τ^s und τ^m.

$$\begin{aligned}
\tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P\left(\tau\right) \qquad \text{und} \\
\tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - I_P\left(\tau\right) + bE\left[q\left(\theta, I_A\left(\tau\right),\tau\right)\right].
\end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden dann für beide Verfahren die inneren Abhängigkeiten aufgelöst.

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise führen demnach zu nachfolgendem Transferpreis

$$\tau^s = E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{1}{\alpha_P b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

der Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned}
I_P^s &= \tfrac{1}{b\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \tau^s\right) \\
&= \tfrac{1}{b\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \left(E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{1}{\alpha_P b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right) \\
&= \tfrac{1}{\alpha_P b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned}
q^s &= \tfrac{1}{b}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \tau^s\right) + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \\
&= \tfrac{1}{b}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \left(E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{1}{\alpha_P b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right) + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \\
&= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b}
\end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen können der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{s}\left(q^{s},\theta,I_{P}^{s}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{s},\theta,I_{P}^{s}\right)\right]-w_{P}\left(I_{P}^{s}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_{P}}{\alpha_{P}b-1}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi_{P}^{s}\left(q^{s},\theta,I_{P}^{s},\tau^{s}\right)\right] &= \tau^{s}q^{s}-C\left(q^{s},\theta,I_{P}^{s}\right)-w_{P}\left(I_{P}^{s}\right)\\
&= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_{P}}{\left(\alpha_{P}b-1\right)^{2}}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]-\tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b},\\
E\left[\Pi_{A}^{s}\left(q^{s},\theta,\tau^{s}\right)\right] &= R\left(q^{s},\theta\right)-\tau^{s}q^{s}\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{b\alpha_{P}^{2}}{\left(\alpha_{P}b-1\right)^{2}}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise hingegen führen zu nachfolgendem Transferpreis

$$\tau^{m} = E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{\alpha_{P}b-1}{2\alpha_{P}b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

der Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned}
I_{P}^{m} &= \tfrac{1}{b\alpha_{P}}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau^{m}\right)\\
&= \tfrac{1}{b\alpha_{P}}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\left(E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{\alpha_{P}b-1}{2\alpha_{P}b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right)\\
&= \tfrac{1}{2\alpha_{P}b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned}
q^{m} &= \tfrac{1}{b}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau^{m}\right)+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}\\
&= \tfrac{1}{b}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\left(E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{\alpha_{P}b-1}{2\alpha_{P}b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right)+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}\\
&= \tfrac{\alpha_{P}}{2\alpha_{P}b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}
\end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{m}\left(q^{m},\theta,I_{P}^{m}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{m},\theta,I_{P}^{m}\right)\right]-w_{P}\left(I_{P}^{m}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_{P}(3\alpha_{P}b-1)}{\left(2\alpha_{P}b-1\right)^{2}}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi_{P}^{m}\left(q^{m},\theta,I_{P}^{m},\tau^{m}\right)\right] &= \tau^{m}q^{m}-C\left(q^{m},\theta,I_{P}^{m}\right)-w_{P}\left(I_{P}^{m}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_{P}}{2\alpha_{P}b-1}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]-\tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b},
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_A^m\left(q^m,\theta,\tau^m\right)\right] &= R\left(q^m,\theta\right)-\tau^m q^m \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{b\alpha_P^2}{\left(2\alpha_P b-1\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Entsprechend des im Text erläuterten Vorgehens wird zum Zeitpunkt $t=4$ von der Absatzabteilung eine Entscheidung über die Produktionsmenge getroffen.

$$\begin{aligned} q\left(\theta,I_A,\tau\right) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{\Pi_A\left(q,\theta,I_A,\tau\right)\right\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{R\left(q,\theta,I_A\right)-\tau q\right\} \\ &= \left\{\tfrac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Dem Prinzip der Rückwärtsinduktion folgend wird die Investitionshöhe zum Zeitpunkt $t=2$ vom Bereichsleiter des Absatzbereichs unter Unsicherheit bereichserfolgsmaximal festgelegt.

$$\begin{aligned} I_A\left(\tau\right) &\in \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_A\left(q\left(\theta,I_A,\tau\right),\theta,I_A,\tau\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[R\left(q\left(\theta,I_A,\tau\right),\theta,I_A\right)-\tau q\left(\theta,I_A,\tau\right)\right]-w_A\left(I_A\right)\right\}. \\ &= \left\{\tfrac{1}{\alpha_A}E\left[q\left(\theta,I_A,\tau\right)\right]\right\}. \end{aligned}$$

Abhängig vom Transferpreis τ lauten die Investitions- und Produktionsentscheidungen demnach

$$\begin{aligned} q &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau\right)+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b} \qquad \text{und} \\ I_A &= \tfrac{1}{\alpha_A b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau\right). \end{aligned}$$

Entsprechend der Verteilung der Verfügungsrechte entscheidet zum Zeitpunkt $t=1$ entweder die Zentrale über den Transferpreis τ^s oder die Produktionsabteilung über τ^m. Beide maximieren dabei jeweils ihren erwarteten relevanten Gewinn.

$$\begin{aligned} \tau^s &\in \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi\left(q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right),\theta,I_A\left(\tau\right)\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{E\left[DB\left(q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right),\theta,I_A\left(\tau\right)\right)-w_A\left(I_A\left(\tau\right)\right)\right]\right\}, \\ \tau^m &\in \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_P\left(q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right),\theta,\tau\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{E\left[\tau q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right)-C\left(q\left(\theta,I_A\left(\tau\right),\tau\right),\theta\right)\right]\right\}. \end{aligned}$$

Aus den daraus resultierenden Bedingungen erster Ordnung

$$\begin{aligned}
\tau^s: \quad 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\frac{\partial I_A(\tau)}{\partial \tau}\frac{\partial q(\theta,I_A(\cdot),\tau)}{\partial I_A}\frac{\partial \Pi(q(\cdot),\theta,I_A(\cdot))}{\partial q}\right] + E\left[\frac{\partial q(\theta,I_A(\cdot),\tau)}{\partial \tau}\frac{\partial \Pi(q(\cdot),\theta,I_A(\cdot))}{\partial q}\right] \\
&\quad + E\left[\frac{\partial I_A(\tau)}{\partial \tau}\frac{\partial \Pi(q(\cdot),\theta,I_A(\cdot))}{\partial I_A}\right] \\
&= -\frac{\alpha_A}{b\alpha_A - 1}\left(\tau - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right), \\
\tau^m: \quad 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\frac{\partial I_A(\tau)}{\partial \tau}\frac{\partial q(\theta,I_A(\cdot),\tau)}{\partial I_A}\frac{\partial \Pi_P(q(\cdot),\theta,\tau)}{\partial q}\right] + E\left[\frac{\partial q(\theta,I_A(\cdot),\tau)}{\partial \tau}\frac{\partial \Pi_P(q(\cdot),\theta,\tau)}{\partial q}\right] \\
&\quad + E\left[\frac{\partial \Pi_P(q(\cdot),\theta,\tau)}{\partial \tau}\right] \\
&= -\frac{\alpha_A}{b\alpha_A - 1}\left(\tau - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) + E\left[q\left(\theta, I_A\left(\tau\right),\tau\right)\right],
\end{aligned}$$

ergeben sich dann die beiden Transferpreise τ^s und τ^m.

$$\begin{aligned}
\tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right] \qquad \text{und} \\
\tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right] + \frac{\alpha_A b - 1}{\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A\left(\tau\right),\tau\right)\right].
\end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden dann für beide Verfahren die inneren Abhängigkeiten aufgelöst.

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise führen demnach zu nachfolgendem Transferpreis

$$\tau^s = E\left[c\left(\theta\right)\right]$$

der Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned}
I_A^s &= \frac{1}{\alpha_A b - 1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \tau^s\right) \\
&= \frac{1}{\alpha_A b - 1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \\
&= \frac{1}{\alpha_A b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned}
q^s &= \frac{\alpha_A}{\alpha_A b - 1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - \tau^s\right) + \frac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \\
&= \frac{\alpha_A}{\alpha_A b - 1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) + \frac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \\
&= \frac{\alpha_A}{\alpha_A b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b}
\end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{s}\left(q^{s},\theta,I_{A}^{s}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{s},\theta,I_{A}^{s}\right)\right]-w_{A}\left(I_{A}^{s}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_{A}}{\alpha_{A}b-1}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi_{P}^{s}\left(q^{s},\theta,\tau^{s}\right)\right] &= \tau^{s}q^{s}-C\left(q^{s},\theta\right)\\
&= 0-\tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b},\\
E\left[\Pi_{A}^{s}\left(q^{s},\theta,I_{A}^{s},\tau^{s}\right)\right] &= R\left(q^{s},\theta,I_{A}^{s}\right)-\tau^{s}q^{s}-w_{A}\left(I_{A}^{s}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_{A}}{\alpha_{A}b-1}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise hingegen führen zu nachfolgendem Transferpreis

$$\tau^{m} = E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{1}{2}E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

der Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned}
I_{A}^{m} &= \tfrac{1}{\alpha_{A}b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau^{m}\right)\\
&= \tfrac{1}{\alpha_{A}b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\left(E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{1}{2}E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{1}{\alpha_{A}b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]
\end{aligned}$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned}
q^{m} &= \tfrac{\alpha_{A}}{\alpha_{A}b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\tau^{m}\right)+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}\\
&= \tfrac{\alpha_{A}}{\alpha_{A}b-1}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-\left(E\left[c\left(\theta\right)\right]+\tfrac{1}{2}E\left[d\left(\theta\right)\right]\right)\right)+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_{A}}{\alpha_{A}b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}
\end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{m}\left(q^{m},\theta,I_{A}^{m}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{m},\theta,I_{A}^{m}\right)\right]-w_{A}\left(I_{A}^{m}\right)\\
&= \tfrac{3}{8}\tfrac{\alpha_{A}}{\alpha_{A}b-1}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi_{P}^{m}\left(q^{m},\theta,\tau^{m}\right)\right] &= \tau^{m}q^{m}-C\left(q^{m},\theta\right)\\
&= \tfrac{1}{4}\tfrac{\alpha_{A}}{\alpha_{A}b-1}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]-\tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b},
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_A^m\left(q^m,\theta,I_A^m,\tau^m\right)\right] &= R\left(q^m,\theta,I_A^m\right)-\tau^m q^m-w_A\left(I_A^m\right) \\ &= \tfrac{1}{8}\tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Damit ist Korollar 3.3.1 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.3.2: Ex-ante Transferpreise bei partiell deterministischen Märkten

Korollar 3.3.2 lässt sich aus Satz 3.3 herleiten.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so gilt

$$c\left(\theta\right) = c \quad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\right] = E\left[a\left(\theta\right)\right]-c$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\right] = Var\left[a\left(\theta\right)\right].$$

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise führen infolgedessen zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{aligned} \tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right]-\tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= c-\tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) \end{aligned}$$

der Investitionen in Höhe von

$$I_P^s = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

sowie

$$I_A^s = \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned} q^s &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) + \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b} \end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^s\left(q^s,\theta,I^s\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b} \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\ & E\left[\Pi_P^s\left(q^s,\theta,I_P^s,\tau^s\right)\right] \\ &= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b} \\ &= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2, \\ & E\left[\Pi_A^s\left(q^s,\theta,I_A^s,\tau^s\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b} \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise hingegen führen demnach zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{aligned} \tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{\alpha_P b\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= c + \tfrac{\alpha_P b\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) \end{aligned}$$

der Investitionen in Höhe von

$$I_P^m = \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

sowie

$$I_A^m = \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned} q^m &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right) + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^m\left(q^m, \theta, I^m\right)\right] \\ = \; & \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P b\alpha_A - 3\alpha_P - \alpha_A)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b} \\ = \; & \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P b\alpha_A - 3\alpha_P - \alpha_A)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right)^2 + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\ & E\left[\Pi_P^m\left(q^m, \theta, I_P^m, \tau^m\right)\right] \\ = \; & \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{Cov[a(\theta), c(\theta)]}{b} \\ = \; & \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right)^2, \\ & E\left[\Pi_A^m\left(q^m, \theta, I_A^m, \tau^m\right)\right] \\ = \; & \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(b\alpha_A - 1)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b} \\ = \; & \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(b\alpha_A - 1)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right] - c\right)^2 + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Deterministischer Absatzmarkt: Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so gilt

$$a\left(\theta\right) = a \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right)\right] = E\left[a - c\left(\theta\right)\right] = a - E\left[c\left(\theta\right)\right]$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a - c\left(\theta\right)\right] = Var\left[c\left(\theta\right)\right].$$

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise führen infolgedessen zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{aligned} \tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \end{aligned}$$

der Investitionen in Höhe von

$$I_P^s = \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

sowie

$$I_A^s = \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned} q^s &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi^s\left(q^s,\theta,I^s\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{Var[c(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2, \\ &E\left[\Pi_P^s\left(q^s,\theta,I_P^s,\tau^s\right)\right] \\ &= -\frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \frac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b} \\ &= -\frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2, \\ &E\left[\Pi_A^s\left(q^s,\theta,I_A^s,\tau^s\right)\right] \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[a(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2. \end{aligned}$$

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise hingegen führen demnach zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{aligned} \tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right] + \frac{\alpha_P b\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= E\left[c\left(\theta\right)\right] + \frac{\alpha_P b\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \end{aligned}$$

der Investitionen in Höhe von

$$I_P^m = \frac{\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A-2\alpha_P-\alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

sowie

$$I_A^m = \frac{\alpha_P}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_P}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned} q^m &= \frac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) \end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^m\left(q^m, \theta, I^m\right)\right] \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P \alpha_A (3\alpha_P b\alpha_A - 3\alpha_P - \alpha_A)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{Var[c(\theta)]}{2b} \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P \alpha_A (3\alpha_P b\alpha_A - 3\alpha_P - \alpha_A)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2, \\ & E\left[\Pi_P^m\left(q^m, \theta, I_P^m, \tau^m\right)\right] \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \frac{Cov[a(\theta), c(\theta)]}{b} \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2, \\ & E\left[\Pi_A^m\left(q^m, \theta, I_A^m, \tau^m\right)\right] \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2 \alpha_A (b\alpha_A - 1)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[a(\theta)]}{2b} \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2 \alpha_A (b\alpha_A - 1)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2}\left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2. \end{aligned}$$

Deterministischer Gesamtmarkt: Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so gilt

$$\begin{aligned} d\left(\theta\right) &= a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right) \\ &= \left(a + g\left(\theta\right)\right) - \left(c + g\left(\theta\right)\right) \\ &= a - c = d \qquad \forall \quad \theta. \end{aligned}$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right)\right] = E\left[a - c\right] = a - c = d$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a - c\right] = 0.$$

Standardkostenorientierte Verrechnungspreise führen infolgedessen zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{aligned}\tau^s &= E\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d \\ &= c + E\left[g\left(\theta\right)\right] - \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d \\ &= c - \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d\end{aligned}$$

der Investitionen in Höhe von

$$I_P^s = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d$$

sowie

$$I_A^s = \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned}q^s &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d + \tfrac{g(\theta)-E[g(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d + \tfrac{g(\theta)}{b}\end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned}&E\left[\Pi^s\left(q^s, I^s\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b} \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}d^2 - \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_P^s\left(q^s, \theta, I_P^s, \tau^s\right)\right] \\ &= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{Cov[a(\theta),c(\theta)]}{b} \\ &= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A^2}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2 - 2\tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_A^s\left(q^s, \theta, I_A^s, \tau^s\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b} \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(\alpha_A b-1)}{\left(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}d^2 + \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}.\end{aligned}$$

Ex-ante monopolpreisbasierte Verrechnungspreise hingegen führen demnach zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{aligned}\tau^m &= E\left[c\left(\theta\right)\right] + \tfrac{\alpha_P b\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= c + E\left[g\left(\theta\right)\right] + \tfrac{\alpha_P b\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} d \\ &= c + \tfrac{\alpha_P b\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} d\end{aligned}$$

der Investitionen in Höhe von

$$I_P^m = \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} d$$

sowie

$$I_A^m = \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} d$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned}q^m &= \tfrac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{a(\theta) - E[a(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} d + \tfrac{g(\theta) - E[g(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} d + \tfrac{g(\theta)}{b}\end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned}&E\left[\Pi^m\left(q^m, I^m\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P \alpha_A (3\alpha_P b\alpha_A - 3\alpha_P - \alpha_A)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b} \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P \alpha_A (3\alpha_P b\alpha_A - 3\alpha_P - \alpha_A)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} d^2 - \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_P^m\left(q^m, \theta, I_P^m, \tau^m\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{Cov[a(\theta), c(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P \alpha_A}{2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A} d^2 - 2\tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_A^m\left(q^m, \theta, I_A^m, \tau^m\right)\right] \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2 \alpha_A (b\alpha_A - 1)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[a(\theta)]}{2b} \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2 \alpha_A (b\alpha_A - 1)}{\left(2\alpha_P b\alpha_A - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2} d^2 + \tfrac{Var[g(\theta)]}{2b}.\end{aligned}$$

Damit ist Korollar 3.3.2 bewiesen.

Beweis zu Satz 3.4: Ex-post Transferpreise

Die Rückwärtsinduktion erfolgt wie im Text beschrieben. Zum Zeitpunkt $t = 4$ wählt die Absatzabteilung die zu produzierende Menge.

$$\begin{aligned} q(\theta, I_A, \tau) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \{\Pi_A(q, \theta, I_A, \tau)\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \{R(q, \theta, I_A) - \tau q\} \\ &= \left\{ \tfrac{a(\theta) + I_A - \tau}{b} \right\}. \end{aligned}$$

Alle weiteren Entscheidungen hängen davon ab, ob die Produktionsabteilung zum Zeitpunkt $t = 3$ der Preisentscheidung bereits vollständige Information über den Umweltzustand $\theta = (\theta_1, \theta_2)$ hat oder nicht. Dementsprechend werden die Transferpreise τ^{Info} bzw. τ^{oInfo} bereichserfolgsmaximal festgelegt.

$$\begin{aligned} \tau^{Info}(\theta, I) &\in \arg\max_{\tau \in \Re_+} \{\Pi_P(q(\theta, I_A, \tau), \theta, I_P, \tau)\} \\ &= \arg\max_{\tau \in \Re_+} \{\tau q(\theta, I_A, \tau) - C(q(\theta, I_A, \tau), \theta, I_P) - w_P(I_P)\} \\ &= \{c(\theta) - I_P + bq(\theta, I_A, \tau)\} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \tau^{oInfo}(\theta_1, I) &\in \arg\max_{\tau \in \Re_+} \{E_{\theta_2}[\Pi_P(q(\theta_2, I_A, \tau), \theta_1, I_P, \tau) \mid \theta_1]\} \\ &= \arg\max_{\tau \in \Re_+} \{E_{\theta_2}[\tau q(\theta_2, I_A, \tau) - C(q(\theta_2, I_A, \tau), \theta_1, I_P) \mid \theta_1] \\ &\qquad\qquad - w_P(I_P)\} \\ &= \{c(\theta_1) - I_P + bE_{\theta_2}[q(\theta_2, I_A, \tau) \mid \theta_1]\}. \end{aligned}$$

Durch einfaches Einsetzen werden Preis- und Mengenentscheidung beider Verfahren in Abhängigkeit der Investitionen formuliert.

Vollständige Information:

$$\begin{aligned} q^{Info} &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)] + I_P + I_A}{b} + \tfrac{1}{2}\tfrac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b} \qquad \text{und} \\ \tau^{Info} &= \tfrac{a(\theta) + c(\theta) - I_P + I_A}{2}. \end{aligned}$$

Unvollständige Information:

$$\begin{aligned} q^{oInfo} &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+I_P+I_A}{b} + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{1}{2}\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b} \qquad \text{und} \\ \tau^{oInfo} &= \tfrac{E_{\theta_2}[a(\theta_2)|\theta_1]+c(\theta_1)-I_P+I_A}{2}. \end{aligned}$$

Unter Antizipation der Preis- und Mengenentscheidung treffen die Abteilungen zum Zeitpunkt $t = 1$ ihre Investitionsentscheidung. Da diese unter Unsicherheit stattfindet, hat ein Informationssystem keinen Einfluss.

$$\begin{aligned} I_P &\in \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_P \left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_P, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{ E\left[\tau\left(\theta, I\right) q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right) - C\left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_P\right)\right] \right. \\ &\qquad \left. - w_P\left(I_P\right)\right\} \\ &= \left\{ \tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right]\right\} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} I_A &\in \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_A \left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[R\left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right), \theta, I_A\right) - \tau\left(\theta, I\right) q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right] \right. \\ &\qquad \left. - w_A\left(I_A\right)\right\} \\ &= \left\{ \tfrac{1}{2}\tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I\right)\right)\right]\right\}. \end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die Investitions-, Preis- und Mengenpolitiken explizit bestimmt. Dabei wird unterschieden, ob beide Bereiche durch ein Informationssystem vollständige Information über die Märkte haben, oder ob kein solches Informationssystem besteht und die Information der Bereiche demzufolge unvollständig ist.

Vollständige Information: Die Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned} I_P^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{Info} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

führen zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\begin{aligned}\tau^{Info} &= \tfrac{a(\theta)+c(\theta)-I_P+I_A}{2} \\ &= \tfrac{a(\theta)+c(\theta)-\frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]+\frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]}{2} \\ &= c\left(\theta\right)+\tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2}\end{aligned}$$

und nachfolgender Mengenentscheidung.

$$\begin{aligned}q^{Info} &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+I_P+I_A}{b}+\tfrac{1}{2}\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+\frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]+\frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]}{b}+\tfrac{1}{2}\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b}.\end{aligned}$$

Der erwartete Gesamterfolg und die beiden erwarteten Bereichserfolge betragen demnach

$$\begin{aligned}&E\left[\Pi^{Info}\left(q^{Info},\theta,I^{Info}\right)\right] \\ &= E\left[DB\left(q^{Info},\theta,I^{Info}\right)\right]-\textstyle\sum_{i\in\{P,A\}}w_i\left(I_i^{Info}\right) \\ &= \tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{2(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{3}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_P^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info},\tau^{Info}\right)\right] \\ &= \tau^{Info}q^{Info}-C\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info}\right)-w_P\left(I_P^{Info}\right) \\ &= \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{1}{2}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_A^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info},\tau^{Info}\right)\right] \\ &= R\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info}\right)-\tau^{Info}q^{Info}-w_A\left(I_A^{Info}\right) \\ &= \tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{2(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.\end{aligned}$$

Unvollständige Information: Die Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned}I_P^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{oInfo} &= \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]\end{aligned}$$

führen zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\begin{aligned}
\tau^{oInfo} &= \tfrac{E_{\theta_2}[a(\theta_2)|\theta_1]+c(\theta_1)-I_P+I_A}{2} \\
&= \tfrac{E_{\theta_2}[a(\theta_2)|\theta_1]+c(\theta_1)-\frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]+\frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]}{2} \\
&= c(\theta_1)+\tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]+\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2}
\end{aligned}$$

und nachfolgender Mengenentscheidung.

$$\begin{aligned}
q^{oInfo} &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+I_P+I_A}{b}+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b} \\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+\frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]+\frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]}{b} \\
&\quad +\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b} \\
&= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E[d(\theta)]+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b}.
\end{aligned}$$

Der erwartete Gesamterfolg und die beiden erwarteten Bereichserfolge betragen demnach

$$\begin{aligned}
&E\left[\Pi^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I^{oInfo}\right)\right] \\
&= E\left[DB\left(q^{oInfo},\theta,I^{oInfo}\right)\right]-\textstyle\sum_{i\in\{P,A\}}w_i\left(I_i^{oInfo}\right) \\
&= \tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{2(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2[d(\theta)]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \\
&E\left[\Pi_P^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_P^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] \\
&= \tau^{oInfo}q^{oInfo}-C\left(q^{oInfo},\theta,I_P^{oInfo}\right)-w_P\left(I_P^{oInfo}\right) \\
&= \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2[d(\theta)]+\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \\
&E\left[\Pi_A^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] \\
&= R\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo}\right)-\tau^{oInfo}q^{oInfo}-w_A\left(I_A^{oInfo}\right) \\
&= \tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{2(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2[d(\theta)]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}+\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}.
\end{aligned}$$

Damit ist Satz 3.4 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.4.1: Ex-post Transferpreise bei einseitiger Investition

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Die Rückwärtsinduktion erfolgt wie im Text beschrieben. Zum Zeitpunkt $t = 4$ wählt die Absatzabteilung die zu produzierende Menge.

$$\begin{aligned} q(\theta,\tau) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\{\Pi_A(q,\theta,\tau)\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\{R(q,\theta)-\tau q\} \\ &= \left\{\tfrac{a(\theta)-\tau}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Alle weiteren Entscheidungen hängen davon ab, ob die Produktionsabteilung zum Zeitpunkt $t = 3$ der Preisentscheidung bereits vollständige Information über den Umweltzustand $\theta = (\theta_1, \theta_2)$ hat oder nicht. Dementsprechend werden die Transferpreise τ^{Info} bzw. τ^{oInfo} bereichserfolgsmaximal festgelegt.

$$\begin{aligned} \tau^{Info}(\theta, I_P) &\in \arg\max_{\tau\in\Re_+}\{\Pi_P(q(\theta,\tau),\theta,I_P,\tau)\} \\ &= \arg\max_{\tau\in\Re_+}\{\tau q(\theta,\tau)-C(q(\theta,\tau),\theta,I_P)-w_P(I_P)\} \\ &= \{c(\theta)-I_P+bq(\theta,\tau)\} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \tau^{oInfo}(\theta_1, I_P) &\in \arg\max_{\tau\in\Re_+}\{E_{\theta_2}[\Pi_P(q(\theta_2,\tau),\theta_1,I_P,\tau)\mid\theta_1]\} \\ &= \arg\max_{\tau\in\Re_+}\{E_{\theta_2}[\tau q(\theta_2,\tau)-C(q(\theta_2,\tau),\theta_1,I_P)\mid\theta_1] \\ &\qquad\qquad -w_P(I_P)\} \\ &= \{c(\theta_1)-I_P+bE_{\theta_2}[q(\theta_2,\tau)\mid\theta_1]\}. \end{aligned}$$

Durch einfaches Einsetzen werden Preis- und Mengenentscheidung beider Verfahren in Abhängigkeit der Investitionen formuliert.

Vollständige Information:

$$\begin{aligned} q^{Info} &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+I_P}{b}+\tfrac{1}{2}\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \qquad \text{und} \\ \tau^{Info} &= \tfrac{a(\theta)+c(\theta)-I_P}{2}. \end{aligned}$$

Unvollständige Information:

$$\begin{aligned} q^{oInfo} &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+I_P}{b} + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{1}{2}\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b} \qquad \text{und} \\ \tau^{oInfo} &= \tfrac{E_{\theta_2}[a(\theta_2)|\theta_1]+c(\theta_1)-I_P}{2}. \end{aligned}$$

Unter Antizipation der Preis- und Mengenentscheidung trifft die Produktionsabteilung zum Zeitpunkt $t = 1$ ihre Investitionsentscheidung. Da diese unter Unsicherheit stattfindet, hat ein Informationssystem keinen Einfluss.

$$\begin{aligned} I_P &\in \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{E\left[\Pi_P\left(q\left(\theta, \tau\left(\theta, I_P\right)\right), \theta, I_P, \tau\left(\theta, I_P\right)\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_P \in \Re_+} \left\{E\left[\tau\left(\theta, I_P\right) q\left(\theta, \tau\left(\theta, I_P\right)\right) - C\left(q\left(\theta, \tau\left(\theta, I_P\right)\right), \theta, I_P\right)\right] \right. \\ &\qquad \left. - w_P\left(I_P\right)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{1}{\alpha_P} E\left[q\left(\theta, \tau\left(\theta, I_P\right)\right)\right]\right\}. \end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die Investitions-, Preis- und Mengenpolitiken explizit bestimmt. Dabei wird unterschieden, ob beide Bereiche durch ein Informationssystem vollständige Information über die Märkte haben, oder ob kein solches Informationssystem besteht und die Information der Bereiche demzufolge unvollständig ist.

Vollständige Information: Die Investition in Höhe von

$$I_P^{Info} = \tfrac{1}{2\alpha_P b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

führt zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\begin{aligned} \tau^{Info} &= \tfrac{a(\theta)+c(\theta)-I_P}{2} \\ &= \tfrac{a(\theta)+c(\theta)-\frac{1}{2\alpha_P b-1}}{2} \\ &= c\left(\theta\right) + \tfrac{\alpha_P b-1}{2\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2} \end{aligned}$$

und nachfolgender Mengenentscheidung.

$$\begin{aligned} q^{Info} &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+I_P}{b} + \tfrac{1}{2}\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+\frac{1}{2\alpha_P b-1}}{b} + \tfrac{1}{2}\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Der erwartete Gesamterfolg und die beiden erwarteten Bereichserfolge betragen demnach

$$\begin{aligned}
&E\left[\Pi^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info}\right)\right]\\
&= E\left[DB\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info}\right)\right]-w_P\left(I_P^{Info}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3\alpha_P b-1)}{(2\alpha_P b-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{3}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
&E\left[\Pi_P^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info},\tau^{Info}\right)\right]\\
&= \tau^{Info}q^{Info}-C\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info}\right)-w_P\left(I_P^{Info}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{1}{2}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
&E\left[\Pi_A^{Info}\left(q^{Info},\theta,\tau^{Info}\right)\right]\\
&= R\left(q^{Info},\theta\right)-\tau^{Info}q^{Info}\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{b\alpha_P^2}{(2\alpha_P b-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Unvollständige Information: Die Investition in Höhe von

$$I_P^{oInfo} = \tfrac{1}{2\alpha_P b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

führt zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\begin{aligned}
\tau^{oInfo} &= \tfrac{E_{\theta_2}[a(\theta_2)|\theta_1]+c(\theta_1)-I_P}{2}\\
&= \tfrac{E_{\theta_2}[a(\theta_2)|\theta_1]+c(\theta_1)-\frac{1}{2\alpha_P b-1}E[d(\theta)]}{2}\\
&= c\left(\theta_1\right)+\tfrac{\alpha_P b-1}{2\alpha_P b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2}
\end{aligned}$$

und nachfolgender Mengenentscheidung.

$$\begin{aligned}
q^{oInfo} &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+I_P}{b}+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b}\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+\frac{1}{2\alpha_P b-1}E[d(\theta)]}{b}+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b}\\
&= \tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b}.
\end{aligned}$$

Der erwartete Gesamterfolg und die beiden erwarteten Bereichserfolge betragen demnach

$$\begin{aligned}
&E\left[\Pi^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_P^{oInfo}\right)\right]\\
&= E\left[DB\left(q^{oInfo},\theta,I^{oInfo}\right)\right]-w_P\left(I_P^{oInfo}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3\alpha_P b-1)}{(2\alpha_P b-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b},\\
&E\left[\Pi_P^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_P^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right]\\
&= \tau^{oInfo}q^{oInfo}-C\left(q^{oInfo},\theta,I_P^{oInfo}\right)-w_P\left(I_P^{oInfo}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{2\alpha_P b-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b},\\
&E\left[\Pi_A^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,\tau^{oInfo}\right)\right]\\
&= R\left(q^{oInfo},\theta\right)-\tau^{oInfo}q^{oInfo}\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{b\alpha_P^2}{(2\alpha_P b-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}+\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}.
\end{aligned}$$

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Die Rückwärtsinduktion erfolgt wie im Text beschrieben. Zum Zeitpunkt $t=4$ wählt die Absatzabteilung die zu produzierende Menge.

$$\begin{aligned}
q\left(\theta,I_A,\tau\right) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{\Pi_A\left(q,\theta,I_A,\tau\right)\right\}\\
&= \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{R\left(q,\theta,I_A\right)-\tau q\right\}\\
&= \left\{\tfrac{a(\theta)+I_A-\tau}{b}\right\}.
\end{aligned}$$

Alle weiteren Entscheidungen hängen davon ab, ob die Produktionsabteilung zum Zeitpunkt $t=3$ der Preisentscheidung bereits vollständige Information über den Umweltzustand $\theta=(\theta_1,\theta_2)$ hat oder nicht. Dementsprechend werden die Transferpreise τ^{Info} bzw. τ^{oInfo} bereichserfolgsmaximal festgelegt.

$$\begin{aligned}
\tau^{Info}\left(\theta,I_A\right) &\in \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{\Pi_P\left(q\left(\theta,I_A,\tau\right),\theta,\tau\right)\right\}\\
&= \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{\tau q\left(\theta,I_A,\tau\right)-C\left(q\left(\theta,I_A,\tau\right),\theta\right)\right\}\\
&= \left\{c\left(\theta\right)+bq\left(\theta,I_A,\tau\right)\right\}
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}\tau^{oInfo}(\theta_1, I_A) &\in \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{E_{\theta_2}\left[\Pi_P\left(q\left(\theta_2, I_A, \tau\right), \theta_1, \tau\right) \mid \theta_1\right]\right\} \\ &= \arg\max_{\tau\in\Re_+}\left\{E_{\theta_2}\left[\tau q\left(\theta_2, I_A, \tau\right) - C\left(q\left(\theta_2, I_A, \tau\right), \theta_1\right) \mid \theta_1\right]\right\} \\ &= \left\{c\left(\theta_1\right) + bE_{\theta_2}\left[q\left(\theta_2, I_A, \tau\right) \mid \theta_1\right]\right\}.\end{aligned}$$

Durch einfaches Einsetzen werden Preis- und Mengenentscheidung beider Verfahren in Abhängigkeit der Investitionen formuliert.

Vollständige Information:

$$\begin{aligned}q^{Info} &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+I_A}{b} + \tfrac{1}{2}\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \qquad \text{und} \\ \tau^{Info} &= \tfrac{a(\theta)+c(\theta)+I_A}{2}.\end{aligned}$$

Unvollständige Information:

$$\begin{aligned}q^{oInfo} &= \tfrac{1}{2}\tfrac{E[d(\theta)]+I_A}{b} + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} - \tfrac{1}{2}\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b} \qquad \text{und} \\ \tau^{oInfo} &= \tfrac{E_{\theta_2}[a(\theta_2)|\theta_1]+c(\theta_1)+I_A}{2}.\end{aligned}$$

Unter Antizipation der Preis- und Mengenentscheidung trifft die Absatzabteilung zum Zeitpunkt $t = 1$ ihre Investitionsentscheidung. Da diese unter Unsicherheit stattfindet, hat ein Informationssystem keinen Einfluss.

$$\begin{aligned}I_A &\in \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_A\left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I_A\right)\right), \theta, I_A, \tau\left(\theta, I_A\right)\right)\right]\right\} \\ &= \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[R\left(q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I_A\right)\right), \theta, I_A\right)\right.\right. \\ &\qquad \left.\left. -\tau\left(\theta, I_A\right) q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I_A\right)\right)\right] - w_A\left(I_A\right)\right\} \\ &= \left\{\tfrac{1}{2}\tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q\left(\theta, I_A, \tau\left(\theta, I_A\right)\right)\right]\right\}.\end{aligned}$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die Investitions-, Preis- und Mengenpolitiken explizit bestimmt. Dabei wird unterschieden, ob beide Bereiche durch ein Informationssystem vollständige Information über die Märkte haben, oder ob kein solches Informationssystem besteht und die Information der Bereiche demzufolge unvollständig ist.

Vollständige Information: Die Investition in Höhe von

$$I_A^{Info} = \frac{1}{4\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

führt zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\begin{aligned}\tau^{Info} &= \frac{a(\theta)+c(\theta)+I_A}{2} \\ &= \frac{a(\theta)+c(\theta)+\frac{1}{4\alpha_A b-1}E[d(\theta)]}{2} \\ &= c\left(\theta\right)+\frac{2\alpha_A b}{4\alpha_A b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2}\end{aligned}$$

und nachfolgender Mengenentscheidung.

$$\begin{aligned}q^{Info} &= \frac{1}{2}\frac{E[d(\theta)]+I_A}{b}+\frac{1}{2}\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{E[d(\theta)]+\frac{1}{4\alpha_A b-1}E[d(\theta)]}{b}+\frac{1}{2}\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A b-1}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b}.\end{aligned}$$

Der erwartete Gesamterfolg und die beiden erwarteten Bereichserfolge betragen demnach

$$\begin{aligned}&E\left[\Pi^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info}\right)\right] \\ &= E\left[DB\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info}\right)\right]-w_A\left(I_A^{Info}\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A(12\alpha_A b-1)}{(4\alpha_A b-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{3}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_P^{Info}\left(q^{Info},\theta,\tau^{Info}\right)\right] \\ &= \tau^{Info}q^{Info}-C\left(q^{Info},\theta\right) \\ &= \frac{4b\alpha_A^2}{(4\alpha_A b-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{1}{2}\frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_A^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info},\tau^{Info}\right)\right] \\ &= R\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info}\right)-\tau^{Info}q^{Info}-w_A\left(I_A^{Info}\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A}{4\alpha_A b-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{1}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b}.\end{aligned}$$

Unvollständige Information: Die Investition in Höhe von

$$I_A^{oInfo} = \frac{1}{4\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

führt zu einem Transferpreis in Höhe von

$$\begin{aligned}\tau^{oInfo} &= \frac{E_{\theta_2}[a(\theta_2)|\theta_1]+c(\theta_1)+I_A}{2} \\ &= \frac{E_{\theta_2}[a(\theta_2)|\theta_1]+c(\theta_1)+\frac{1}{4\alpha_A b-1}E[d(\theta)]}{2} \\ &= c(\theta_1)+\frac{2\alpha_A b}{4\alpha_A b-1}E[d(\theta)]+\frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2}\end{aligned}$$

und nachfolgender Mengenentscheidung.

$$\begin{aligned}q^{oInfo} &= \frac{1}{2}\frac{E[d(\theta)]+I_A}{b}+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\frac{1}{2}\frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{E[d(\theta)]+\frac{1}{4\alpha_A b-1}E[d(\theta)]}{b}+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\frac{1}{2}\frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A b-1}E[d(\theta)]+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\frac{1}{2}\frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b}.\end{aligned}$$

Der erwartete Gesamterfolg und die beiden erwarteten Bereichserfolge betragen demnach

$$\begin{aligned}&E\left[\Pi^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo}\right)\right] \\ &= E\left[DB\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo}\right)\right]-w_A\left(I_A^{oInfo}\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A(12\alpha_A b-1)}{(4\alpha_A b-1)^2}E^2[d(\theta)]+\frac{Var[d(\theta)]}{2b}-\frac{1}{4}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_P^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,\tau^{oInfo}\right)\right] \\ &= \tau^{oInfo}q^{oInfo}-C\left(q^{oInfo},\theta\right) \\ &= \frac{4b\alpha_A^2}{(4\alpha_A b-1)^2}E^2[d(\theta)]+\frac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}-\frac{1}{2}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_A^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] \\ &= R\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo}\right)-\tau^{oInfo}q^{oInfo}-w_A\left(I_A^{oInfo}\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A}{4\alpha_A b-1}E^2[d(\theta)]+\frac{Var[d(\theta)]}{2b}-\frac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}+\frac{1}{4}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}.\end{aligned}$$

Damit ist Korollar 3.4.1 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.4.2: Ex-post Transferpreise bei partiell deterministischen Märkten

Korollar 3.4.2 lässt sich aus Satz 3.4 herleiten.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so gilt

$$c(\theta) = c \quad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E[d(\theta)] = E[a(\theta) - c(\theta)] = E[a(\theta) - c] = E[a(\theta)] - c$$

bzw.

$$Var[d(\theta)] = Var[a(\theta) - c(\theta)] = Var[a(\theta) - c] = Var[a(\theta)].$$

Abhängig von der Einführung eines Informationssystems führt dies zu nachfolgenden Investitions- und Produktionsentscheidungen.

Vollständige Information: Haben beide Bereiche symmetrische Informationen, so führt dies zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{aligned} \tau^{Info} &= c(\theta) + \tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E[d(\theta)] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2} \\ &= c + \tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} (E[a(\theta)] - c) + \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{2} \end{aligned}$$

der Investitionen in Höhe von

$$I_P^{Info} = \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E[d(\theta)] = \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} (E[a(\theta)] - c)$$

sowie

$$I_A^{Info} = \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E[d(\theta)] = \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} (E[a(\theta)] - c)$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned} q^{Info} &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E[d(\theta)] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b} \\ &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} (E[a(\theta)] - c) + \tfrac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{2b} \end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{array}{lll}
E\left[\Pi^{Info}\left(q^{Info},\theta,I^{Info}\right)\right] & & \\
= & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] & + \quad \frac{3}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\
= & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 & + \quad \frac{3}{4}\frac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi_P^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info},\tau^{Info}\right)\right] & & \\
= & \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] & + \quad \frac{1}{2}\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\
= & \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 & + \quad \frac{1}{2}\frac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi_A^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info},\tau^{Info}\right)\right] & & \\
= & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] & + \quad \frac{1}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\
= & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 & + \quad \frac{1}{4}\frac{Var[a(\theta)]}{2b}.
\end{array}$$

Unvollständige Information: Haben die Bereiche hingegen asymmetrische Informationen, so führt dies zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{array}{rcl}
\tau^{oInfo} & = & c\left(\theta_1\right)+\frac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2} \\
& = & c+\frac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)
\end{array}$$

der Investitionen in Höhe von

$$I_P^{oInfo} \quad = \quad \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

sowie

$$I_A^{oInfo} \quad = \quad \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{array}{rcl}
q^{oInfo} & = & \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\frac{1}{2}\frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b} \\
& = & \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)+\frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}
\end{array}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned}
&E\left[\Pi^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I^{oInfo}\right)\right]\\
=\;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}\\
=\;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2+\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b},\\
&E\left[\Pi_P^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_P^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right]\\
=\;& \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2b\alpha_P-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}\\
=\;& \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2b\alpha_P-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2,\\
&E\left[\Pi_A^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right]\\
=\;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]\\
&+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}+\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}\\
=\;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2+\tfrac{Var[a(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Deterministischer Absatzmarkt: Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so gilt

$$a\left(\theta\right) \;=\; a \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] \;=\; E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] \;=\; E\left[a-c\left(\theta\right)\right] \;=\; a-E\left[c\left(\theta\right)\right]$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \;=\; Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] \;=\; Var\left[a-c\left(\theta\right)\right] \;=\; Var\left[c\left(\theta\right)\right].$$

Vollständige Information: Haben beide Bereiche symmetrische Informationen, so führt dies zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{aligned}
\tau^{Info} &= c\left(\theta\right)+\tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2}\\
&= c\left(\theta\right)+\tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)+\tfrac{-(c(\theta)-E[c(\theta)])}{2}
\end{aligned}$$

der Investitionen in Höhe von

$$I_P^{Info} \;=\; \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] \;=\; \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

sowie

$$I_A^{Info} = \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned} q^{Info} &= \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) + \frac{-(c(\theta)-E[c(\theta)])}{2b} \end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{Info}\left(q^{Info},\theta,I^{Info}\right)\right] \\ = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{3}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{3}{4}\frac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\ & E\left[\Pi_P^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info},\tau^{Info}\right)\right] \\ = & \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{1}{2}\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ = & \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{1}{2}\frac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\ & E\left[\Pi_A^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info},\tau^{Info}\right)\right] \\ = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{1}{4}\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ = & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{1}{4}\frac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Unvollständige Information: Haben die Bereiche hingegen asymmetrische Informationen, so führt dies zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{aligned} \tau^{oInfo} &= c\left(\theta_1\right) + \frac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2} \\ &= c\left(\theta_1\right) + \frac{2\alpha_A(b\alpha_P-1)}{4b\alpha_P\alpha_A-2\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta_1\right)\right]\right) + \frac{-(c(\theta_1)-E[c(\theta_1)])}{2} \end{aligned}$$

der Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned} I_P^{oInfo} &= \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}\left(a-E\left[c\left(\theta_1\right)\right]\right) \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} I_A^{oInfo} &= \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P} \left(a - E\left[c\left(\theta_1\right)\right]\right) \end{aligned}$$

und eine Mengenentscheidung von

$$\begin{aligned} q^{oInfo} &= \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b} - \frac{1}{2}\frac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1] - E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P} \left(a - E\left[c\left(\theta_1\right)\right]\right) + \frac{1}{2}\frac{-(c(\theta_1) - E[c(\theta_1)])}{b} \end{aligned}$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{oInfo}\left(q^{oInfo}, \theta, I^{oInfo}\right)\right] \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b - 4\alpha_A - \alpha_P)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{1}{4}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b - 4\alpha_A - \alpha_P)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} \left(a - E\left[c\left(\theta_1\right)\right]\right)^2 + \frac{3}{4}\frac{Var[c(\theta_1)]}{2b}, \\ & E\left[\Pi_P^{oInfo}\left(q^{oInfo}, \theta, I_P^{oInfo}, \tau^{oInfo}\right)\right] \\ = \; & \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2b\alpha_P - 1)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \frac{Cov\left[d(\theta), E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} - \frac{1}{2}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} \\ = \; & \frac{2\alpha_P\alpha_A^2(2b\alpha_P - 1)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} \left(a - E\left[c\left(\theta_1\right)\right]\right)^2 + \frac{1}{2}\frac{Var[c(\theta_1)]}{2b}, \\ & E\left[\Pi_A^{oInfo}\left(q^{oInfo}, \theta, I_A^{oInfo}, \tau^{oInfo}\right)\right] \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A - 1)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{Cov\left[d(\theta), E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} + \frac{1}{4}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} \\ = \; & \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A - 1)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} \left(a - E\left[c\left(\theta_1\right)\right]\right)^2 + \frac{1}{4}\frac{Var[c(\theta_1)]}{2b}. \end{aligned}$$

Deterministischer Gesamtmarkt: Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so gilt

$$\begin{aligned} d\left(\theta\right) &= a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right) \\ &= \left(a + g\left(\theta\right)\right) - \left(c + g\left(\theta\right)\right) \\ &= a - c = d \qquad\qquad \forall \quad \theta. \end{aligned}$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad E\left[a-c\right] \quad = \quad a-c \quad = \quad d$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[a-c\right] \quad = \quad 0.$$

Vollständige Information: Haben beide Bereiche symmetrische Informationen, so führt dies zu nachfolgendem Transferpreis

$$\begin{aligned}\tau^{Info} &= c\left(\theta\right)+\tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2}\\ &= c\left(\theta\right)+\tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d\end{aligned}$$

der Investitionen in Höhe von

$$I_P^{Info} \quad = \quad \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d$$

sowie

$$I_A^{Info} \quad = \quad \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d$$

und eine Mengenentscheidung von

$$q^{Info} \quad = \quad \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{2b} \quad = \quad \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$\begin{aligned}&E\left[\Pi^{Info}\left(q^{Info},I^{Info}\right)\right]\\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \tfrac{3}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}\\ &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2}d^2,\\ &E\left[\Pi_P^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_P^{Info},\tau^{Info}\right)\right]\\ &= \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \tfrac{1}{2}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}\\ &= \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2\alpha_P b-1)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2}d^2,\end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
& E\left[\Pi_A^{Info}\left(q^{Info},\theta,I_A^{Info},\tau^{Info}\right)\right] \\
= \;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} \\
= \;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}d^2.
\end{aligned}
$$

Unvollständige Information: Haben die Bereiche hingegen asymmetrische Informationen, so führt dies zu nachfolgendem Transferpreis

$$
\begin{aligned}
\tau^{oInfo} &= c\left(\theta_1\right)+\tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{2} \\
&= c\left(\theta_1\right)+\tfrac{2\alpha_A(\alpha_P b-1)}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d
\end{aligned}
$$

der Investitionen in Höhe von

$$
I_P^{oInfo} = \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{2\alpha_A}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d
$$

sowie

$$
I_A^{oInfo} = \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d
$$

und eine Mengenentscheidung von

$$
\begin{aligned}
q^{oInfo} &= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]-E[d(\theta)]}{b} \\
&= \tfrac{2\alpha_A\alpha_P}{4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P}d
\end{aligned}
$$

induziert. Durch Einsetzen kann der erwartete Gesamterfolg, sowie die beiden erwarteten Bereichserfolge berechnet werden.

$$
\begin{aligned}
& E\left[\Pi^{oInfo}\left(q^{oInfo},I^{oInfo}\right)\right] \\
= \;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
& +\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} \\
= \;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}d^2, \\
& E\left[\Pi_P^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_P^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] \\
= \;& \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2b\alpha_P-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
& +\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}-\tfrac{1}{2}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} \\
= \;& \tfrac{2\alpha_P\alpha_A^2(2b\alpha_P-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}d^2,
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
& E\left[\Pi_A^{oInfo}\left(q^{oInfo},\theta,I_A^{oInfo},\tau^{oInfo}\right)\right] \\
= \;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
& +\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Cov\left[d(\theta),E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}+\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} \\
= \;& \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A(4b\alpha_A-1)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}d^2.
\end{aligned}
$$

Damit ist Korollar 3.4.2 bewiesen.

Beweis zu Satz 3.5: Cost-Plus Transferpreis

Unter Berücksichtigung der Investitions- und Preisentscheidung trifft der Absatzbereich zum Zeitpunkt $t = 5$ die Mengenentscheidung.

$$
\begin{aligned}
q^{c+}\left(\theta,I_A,\tau\right) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{\Pi_A\left(q,\theta,I_A,\tau\right)\right\} \\
&= \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{R\left(q,\theta,I_A\right)-\tau^{c+}\left(\theta,I_P,\delta\right)q\right\} \\
&= \arg\max_{q\in\Re_+}\left\{\left(d\left(\theta\right)+I_P+I_A-\tfrac{1}{2}bq-\delta\right)q\right\} \\
&= \left\{\tfrac{d(\theta)+I_P+I_A}{b}-\tfrac{\delta}{b}\right\}.
\end{aligned}
$$

Bevor sich die Umweltsituation realisiert entscheiden die beiden Bereiche über ihre Investitionen.

$$
\begin{aligned}
I_P^{c+}\left(\delta\right) &\in \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_P\left(q^{c+}\left(\theta,I,\delta\right),I_P,\delta\right)\right]\right\} \\
&= \arg\max_{I_P\in\Re_+}\left\{E\left[\delta q^{c+}\left(\theta,I,\delta\right)\right]-w_P\left(I_P\right)\right\} \\
&= \left\{\tfrac{1}{\alpha_P}\tfrac{\delta}{b}\right\}
\end{aligned}
$$

und

$$
\begin{aligned}
I_A^{c+}\left(\delta\right) &\in \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[\Pi_A\left(q^{c+}\left(\theta,I,\delta\right),\theta,I_A,\delta\right)\right]\right\} \\
&= \arg\max_{I_A\in\Re_+}\left\{E\left[R\left(q^{c+}\left(\theta,I,\delta\right),\theta,I_A\right)-\tau^{c+}\left(\theta,I_P,\delta\right)q^{c+}\left(\theta,I,\delta\right)\right]\right. \\
&\qquad\qquad \left.-w_A\left(I_A\right)\right\} \\
&= \left\{\tfrac{1}{\alpha_A}E\left[q^{c+}\left(\theta,I,\delta\right)\right]\right\}.
\end{aligned}
$$

Zum Zeitpunkt $t = 1$ entscheidet schließlich die Zentrale unter Antizipation der durch die Bereiche zu treffenden Entscheidungen über die Höhe des Zuschlagssat-

zes.

$$\delta^{c+} \quad \in \quad \arg\max_{\delta\in\Re_+} \left\{E\left[\Pi\left(q^{c+}\left(\theta, I^{c+}\left(\delta\right), \delta\right), \theta, I^{c+}\left(\delta\right)\right)\right]\right\}.$$

Die sich daraus ergebende Bedingung erster Ordnung[1]

$$\begin{aligned} 0 \quad &\stackrel{!}{=} \quad E\left[\tfrac{\partial}{\partial\delta} I_A\left(\delta^{c+}\right) \tfrac{\partial}{\partial I_A} q\left(\theta, I\left(\cdot\right), \delta^{c+}\right) + \tfrac{\partial}{\partial\delta} q\left(\theta, I\left(\cdot\right), \delta^{c+}\right)\right] \delta^{c+} \\ &\quad + \left(\tfrac{\partial}{\partial\delta} I_P\left(\delta^{c+}\right)\right) E\left[q\left(\theta, I\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)\right] \\ &= \quad \left(\left(-\tfrac{b\alpha_P - 1}{(b\alpha_A - 1)\alpha_P}\tfrac{1}{b}\right)\left(\tfrac{1}{b}\right) + \left(-\tfrac{1}{b}\right)\right)\delta^{c+} + \left(\tfrac{1}{\alpha_P}\tfrac{1}{b}\right) E\left[q\left(\theta, I\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)\right] \end{aligned}$$

kann dann nach δ aufgelöst werden.

$$\delta^{c+} \quad = \quad \tfrac{b(\alpha_A b - 1)}{b^2\alpha_P\alpha_A - 1} E\left[q^{c+}\left(\theta, I^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)\right].$$

Im folgenden Schritt der Vorwärtsinduktion werden die Bestimmungsgleichungen durch Auflösen der inneren Abhängigkeiten ermittelt. Der Zuschlagsatz in Höhe von

$$\delta^{c+} \quad = \quad \tfrac{b\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

induziert Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned} I_P^{c+} \quad &= \quad \tfrac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right], \\ I_A^{c+} \quad &= \quad \tfrac{b^2\alpha_P\alpha_A - 1}{b\alpha_A - 1} \tfrac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

und führt zu nachfolgender Mengenentscheidung.

$$q^{c+} \quad = \quad \tfrac{b^2\alpha_P\alpha_A - 1}{b\alpha_A - 1} \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergeben sich die nachfolgenden erwarteten Erfolge.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+}, \theta, I^{c+}\right)\right] \quad &= \quad E\left[DB\left(q^{c+}, \theta, I^{c+}\right)\right] - \textstyle\sum_{i\in\{P,A\}} w_i\left(I_i^{c+}\right) \\ &= \quad \tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A + \alpha_A b - 1\right)}{2(b\alpha_A - 1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_A\alpha_P - \alpha_P - \alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+}, I^{c+}, \delta^{c+}\right)\right] \quad &= \quad E\left[\tau^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}, \delta^{c+}\right) q^{c+} - C\left(q^{c+}, \theta, I_P^{c+}\right)\right] - w_P\left(I_P^{c+}\right) \\ &= \quad \tfrac{\alpha_P\alpha_A^2\left(2b^3\alpha_P^2\alpha_A - 2b\alpha_P - b\alpha_A + 1\right)}{2(b\alpha_A - 1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\ E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+}, \theta, I^{c+}, \delta^{c+}\right)\right] \quad &= \quad E\left[R\left(q^{c+}, \theta, I_A^{c+}\right) - \tau^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}, \delta^{c+}\right) q^{c+}\right] - w_A\left(I_A^{c+}\right) \\ &= \quad \tfrac{\alpha_A\alpha_P^2\left(b^2\alpha_P\alpha_A - 1\right)^2}{2(b\alpha_A - 1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

[1] Vgl. hierzu den Satz über die Ableitung impliziter Funktionen bei z. B. Heuser (2004, S. 295 ff.).

Damit ist Satz 3.5 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.5.1: Cost-Plus Transferpreis bei einseitiger Investition

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Unter Berücksichtigung der Investitions- und Preisentscheidung trifft der Absatzbereich zum Zeitpunkt $t = 5$ die Mengenentscheidung.

$$\begin{aligned} q^{c+}(\theta, I_P, \tau) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \{\Pi_A(q, \theta, \tau)\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \{R(q, \theta) - \tau^{c+}(\theta, I_P, \delta) q\} \\ &= \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{\left(d(\theta) + I_P - \tfrac{1}{2} b q - \delta\right) q\right\} \\ &= \left\{\tfrac{d(\theta) + I_P}{b} - \tfrac{\delta}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Bevor sich die Umweltsituation realisiert entscheidet der Produktionsbereich über seine Investition.

$$\begin{aligned} I_P^{c+}(\delta) &\in \arg\max_{I_P \in \Re_+} \{E[\Pi_P(q^{c+}(\theta, I_P, \delta), I_P, \delta)]\} \\ &= \arg\max_{I_P \in \Re_+} \{E[\delta q^{c+}(\theta, I_P, \delta)] - w_P(I_P)\} \\ &= \left\{\tfrac{1}{\alpha_P} \tfrac{\delta}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Zum Zeitpunkt $t = 1$ entscheidet schließlich die Zentrale unter Antizipation der durch die Bereiche zu treffenden Entscheidungen über die Höhe des Zuschlagssatzes.

$$\delta^{c+} \in \arg\max_{\delta \in \Re_+} \left\{E\left[\Pi\left(q^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}(\delta), \delta\right), \theta, I_P^{c+}(\delta)\right)\right]\right\}.$$

Die sich daraus ergebende Bedingung erster Ordnung

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} E\left[\tfrac{\partial}{\partial \delta} q^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}(\cdot), \delta^{c+}\right)\right] \delta^{c+} \\ &\quad + \left(\tfrac{\partial}{\partial \delta} I_P^{c+}\left(\delta^{c+}\right)\right) E\left[q^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)\right] \\ &= \left(-\tfrac{1}{b}\right) \delta^{c+} + \left(\tfrac{1}{\alpha_P} \tfrac{1}{b}\right) E\left[q^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)\right] \end{aligned}$$

kann dann nach δ aufgelöst werden.

$$\delta^{c+} = \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}\left(\delta^{c+}\right), \delta^{c+}\right)\right].$$

Im folgenden Schritt der Vorwärtsinduktion werden die Bestimmungsgleichungen durch Auflösen der inneren Abhängigkeiten ermittelt. Der Zuschlagsatz in Höhe von

$$\delta^{c+} = \frac{b\alpha_P}{b^2\alpha_P^2 + b\alpha_P - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

induziert Investitionen in Höhe von

$$I_P^{c+} = \frac{1}{b^2\alpha_P^2 + b\alpha_P - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

und führt zu nachfolgender Mengenentscheidung.

$$q^{c+} = \frac{b\alpha_P^2}{b^2\alpha_P^2 + b\alpha_P - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergeben sich die nachfolgenden erwarteten Erfolge.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+}, \theta, I_P^{c+}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{c+}, \theta, I_P^{c+}\right)\right] - w_P\left(I_P^{c+}\right) \\
&= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P(\alpha_P b + 1)}{b^2\alpha_P^2 + b\alpha_P - 1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+}, I_P^{c+}, \delta^{c+}\right)\right] &= E\left[\tau^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}, \delta^{c+}\right) q^{c+} - C\left(q^{c+}, \theta, I_P^{c+}\right)\right] \\
&\quad - w_P\left(I_P^{c+}\right) \\
&= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\left(2\alpha_P^2 b^2 - 1\right)}{\left(\alpha_P^2 b^2 - 1 + \alpha_P b\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\
E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+}, \theta, I_P^{c+}, \delta^{c+}\right)\right] &= E\left[R\left(q^{c+}, \theta\right) - \tau^{c+}\left(\theta, I_P^{c+}, \delta^{c+}\right) q^{c+}\right] \\
&= \frac{1}{2}\frac{b^3\alpha_P^4}{\left(\alpha_P^2 b^2 - 1 + \alpha_P b\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Unter Berücksichtigung der Investitions- und Preisentscheidung trifft der Absatzbereich zum Zeitpunkt $t = 5$ die Mengenentscheidung.

$$\begin{aligned}
q^{c+}\left(\theta, I_A, \tau\right) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{\Pi_A\left(q, \theta, I_A, \tau\right)\right\} \\
&= \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{R\left(q, \theta, I_A\right) - \tau^{c+}\left(\theta, \delta\right) q\right\} \\
&= \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{\left(d\left(\theta\right) + I_A - \frac{1}{2}bq - \delta\right) q\right\} = \left\{\frac{d(\theta) + I_A}{b} - \frac{\delta}{b}\right\}.
\end{aligned}$$

Bevor sich die Umweltsituation realisiert entscheidet der Absatzbereich über seine Investition.

$$\begin{aligned} I_A^{c+}(\delta) &\in \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_A\left(q^{c+}(\theta, I_A, \delta), \theta, I_A, \delta \right) \right] \right\} \\ &= \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{ E\left[R\left(q^{c+}(\theta, I_A, \delta), \theta, I_A \right) \right.\right. \\ &\qquad \left.\left. -\tau^{c+}(\theta, I_P, \delta)\, q^{c+}(\theta, I_A, \delta) \right] - w_A(I_A) \right\}. \\ &= \left\{ \tfrac{1}{\alpha_A} E\left[q^{c+}(\theta, I_A, \delta) \right] \right\}. \end{aligned}$$

Zum Zeitpunkt $t = 1$ entscheidet schließlich die Zentrale unter Antizipation der durch die Bereiche zu treffenden Entscheidungen über die Höhe des Zuschlagssatzes.

$$\delta^{c+} \in \arg\max_{\delta \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi\left(q^{c+}\left(\theta, I_A^{c+}(\delta), \delta \right), \theta, I_A^{c+}(\delta) \right) \right] \right\}.$$

Die sich ergebende Bedingung erster Ordnung liefert den Zuschlagsatz δ.

$$0 \stackrel{!}{=} E\left[\left(\tfrac{\partial}{\partial \delta} I_A(\delta)\, \tfrac{\partial}{\partial I_A} q\left(\theta, I_A(\cdot), \delta \right) + \tfrac{\partial}{\partial \delta} q\left(\theta, I_A(\cdot), \delta \right) \right) \delta \right] = \delta^{c+}.$$

Im folgenden Schritt der Vorwärtsinduktion werden die Bestimmungsgleichungen durch Auflösen der inneren Abhängigkeiten ermittelt. Der Zuschlagsatz in Höhe von

$$\delta^{c+} = 0$$

induziert Investitionen in Höhe von

$$I_A^{c+} = \tfrac{1}{\alpha_A b - 1} E\left[d(\theta) \right]$$

und führt zu nachfolgender Mengenentscheidung.

$$q^{c+} = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b - 1} E\left[d(\theta) \right] + \tfrac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b}.$$

Daraus ergeben sich die nachfolgenden erwarteten Erfolge.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+}, \theta, I_A^{c+} \right) \right] &= E\left[DB\left(q^{c+}, \theta, I_A^{c+} \right) \right] - w_A\left(I_A^{c+} \right) \\ &= \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b - 1} E^2\left[d(\theta) \right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+},\delta^{c+}\right)\right] &= E\left[\tau^{c+}\left(\theta,\delta^{c+}\right)q^{c+}-C\left(q^{c+},\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A^2\left(2b^3\alpha_P^2\alpha_A-2b\alpha_P-b\alpha_A+1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\ E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_A^{c+},\delta^{c+}\right)\right] &= E\left[R\left(q^{c+},\theta,I_A^{c+}\right)-\tau^{c+}\left(\theta,\delta^{c+}\right)q^{c+}\right]-w_A\left(I_A^{c+}\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A}{\alpha_Ab-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Damit ist Korollar 3.5.1 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.5.2: Cost-Plus Transferpreis bei partiell deterministischen Märkten

Korollar 3.5.2 lässt sich aus Satz 3.5 herleiten.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so gilt

$$c\left(\theta\right) = c \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\right] = E\left[a\left(\theta\right)\right]-c$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\right] = Var\left[a\left(\theta\right)\right].$$

Infolgedessen gilt für den Zuschlagsatz

$$\begin{aligned} \delta^{c+} &= \frac{b\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{b\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right), \end{aligned}$$

woraus Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned} I_P^{c+} &= \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right), \\ I_A^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \frac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \frac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) \end{aligned}$$

und die Mengenentscheidung

$$\begin{aligned} q^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \frac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1} \frac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) + \frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b} \end{aligned}$$

folgen. Daraus ergeben sich die nachfolgenden erwarteten Erfolge.

$$\begin{aligned} &E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+},\theta,I^{c+}\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_Ab-1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_Ab-1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \frac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\ &E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+},I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A^2\left(2b^3\alpha_P^2\alpha_A-2b\alpha_P-b\alpha_A+1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A^2\left(2b^3\alpha_P^2\alpha_A-2b\alpha_P-b\alpha_A+1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2, \\ &E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_A^{c+},\delta^{c+}\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_A\alpha_P^2\left(b^2\alpha_P\alpha_A-1\right)^2}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{\alpha_A\alpha_P^2\left(b^2\alpha_P\alpha_A-1\right)^2}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Deterministischer Absatzmarkt: Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so gilt

$$a\left(\theta\right) = a \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = E\left[a-c\left(\theta\right)\right] = a-E\left[c\left(\theta\right)\right]$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[a-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[c\left(\theta\right)\right].$$

Für den Zuschlagsatz gilt demnach

$$\begin{aligned}\delta^{c+} &= \frac{b\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right]\\ &= \frac{b\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right),\end{aligned}$$

woraus Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned}I_P^{c+} &= \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right]\\ &= \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right),\\ I_A^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right]\\ &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)\end{aligned}$$

und die Mengenentscheidung

$$\begin{aligned}q^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}\\ &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A-1}{b\alpha_A-1}\frac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)+\frac{-(c(\theta)-E[c(\theta)])}{b}\end{aligned}$$

folgen. Daraus ergeben sich die nachfolgenden erwarteten Erfolge.

$$\begin{aligned}&E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+},\theta,I^{c+}\right)\right]\\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_Ab-1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}\\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_Ab-1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{Var[c(\theta)]}{2b},\\ &E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+},I_P^{c+},\delta^{c+}\right)\right]\\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A^2\left(2b^3\alpha_P^2\alpha_A-2b\alpha_P-b\alpha_A+1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]\\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A^2\left(2b^3\alpha_P^2\alpha_A-2b\alpha_P-b\alpha_A+1\right)}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2,\\ &E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+},\theta,I_A^{c+},\delta^{c+}\right)\right]\\ &= \frac{\alpha_A\alpha_P^2\left(b^2\alpha_P\alpha_A-1\right)^2}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}\\ &= \frac{\alpha_A\alpha_P^2\left(b^2\alpha_P\alpha_A-1\right)^2}{2(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P-\alpha_A\right)^2}\left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{Var[c(\theta)]}{2b}.\end{aligned}$$

Deterministischer Gesamtmarkt: Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so gilt

$$\begin{aligned} d(\theta) &= a(\theta) - c(\theta) \\ &= (a + g(\theta)) - (c + g(\theta)) \\ &= a - c = d \qquad \forall \quad \theta. \end{aligned}$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E[d(\theta)] \quad = \quad E[a(\theta) - c(\theta)] \quad = \quad E[a - c] \quad = \quad a - c \quad = \quad d$$

bzw.

$$Var[d(\theta)] \quad = \quad Var[a(\theta) - c(\theta)] \quad = \quad Var[a - c] \quad = \quad 0.$$

Demzufolge gilt für den Zuschlagsatz

$$\begin{aligned} \delta^{c+} &= \frac{b\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E[d(\theta)] \\ &= \frac{b\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} d, \end{aligned}$$

woraus Investitionen in Höhe von

$$\begin{aligned} I_P^{c+} &= \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E[d(\theta)] \\ &= \frac{\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} d, \\ I_A^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A - 1}{b\alpha_A - 1} \frac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E[d(\theta)] \\ &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A - 1}{b\alpha_A - 1} \frac{\alpha_P}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} d \end{aligned}$$

und die Mengenentscheidung

$$\begin{aligned} q^{c+} &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A - 1}{b\alpha_A - 1} \frac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} E[d(\theta)] + \frac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{b^2\alpha_P\alpha_A - 1}{b\alpha_A - 1} \frac{\alpha_P\alpha_A}{b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P - \alpha_A} d \end{aligned}$$

folgen. Daraus ergeben sich die nachfolgenden erwarteten Erfolge.

$$
\begin{aligned}
& E\left[\Pi^{c+}\left(q^{c+}, I^{c+}\right)\right] \\
= \quad & \frac{\alpha_P \alpha_A \left(b^2 \alpha_P \alpha_A + \alpha_A b - 1\right)}{2(b\alpha_A - 1)\left(b^2 \alpha_P^2 \alpha_A + b\alpha_A \alpha_P - \alpha_P - \alpha_A\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\
= \quad & \frac{\alpha_P \alpha_A \left(b^2 \alpha_P \alpha_A + \alpha_A b - 1\right)}{2(b\alpha_A - 1)\left(b^2 \alpha_P^2 \alpha_A + b\alpha_A \alpha_P - \alpha_P - \alpha_A\right)} d^2, \\
& E\left[\Pi_P^{c+}\left(q^{c+}, I_P^{c+}, \delta^{c+}\right)\right] \\
= \quad & \frac{\alpha_P \alpha_A^2 \left(2b^3 \alpha_P^2 \alpha_A - 2b\alpha_P - b\alpha_A + 1\right)}{2(b\alpha_A - 1)\left(b^2 \alpha_P^2 \alpha_A + b\alpha_P \alpha_A - \alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
= \quad & \frac{\alpha_P \alpha_A^2 \left(2b^3 \alpha_P^2 \alpha_A - 2b\alpha_P - b\alpha_A + 1\right)}{2(b\alpha_A - 1)\left(b^2 \alpha_P^2 \alpha_A + b\alpha_P \alpha_A - \alpha_P - \alpha_A\right)^2} d^2, \\
& E\left[\Pi_A^{c+}\left(q^{c+}, I_A^{c+}, \delta^{c+}\right)\right] \\
= \quad & \frac{\alpha_A \alpha_P^2 \left(b^2 \alpha_P \alpha_A - 1\right)^2}{2(b\alpha_A - 1)\left(b^2 \alpha_P^2 \alpha_A + b\alpha_P \alpha_A - \alpha_P - \alpha_A\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \quad + \quad \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\
= \quad & \frac{\alpha_A \alpha_P^2 \left(b^2 \alpha_P \alpha_A - 1\right)^2}{2(b\alpha_A - 1)\left(b^2 \alpha_P^2 \alpha_A + b\alpha_P \alpha_A - \alpha_P - \alpha_A\right)^2} d^2.
\end{aligned}
$$

Damit ist Korollar 3.5.2 bewiesen.

Beweis zu Satz 3.6: Verhandelte Verrechnungspreise

Entsprechend dem im Text erläuterten Vorgehen einigen sich die Bereiche zum Zeitpunkt $t = 4$ auf die Menge

$$
\begin{aligned}
q^v\left(\theta, I\right) \quad \in \quad & \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{\Pi_i\left(q, \theta, I, \gamma_i\right)\right\} \\
= \quad & \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{\gamma_i\left(DB\left(q, \theta, I\right)\right) - w_i\left(I_i\right)\right\} \\
= \quad & \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{DB\left(q, \theta, I\right)\right\} \\
= \quad & \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{R\left(q, \theta, I_A\right) - C\left(q, \theta, I_P\right)\right\} \\
= \quad & \left\{\frac{d(\theta) + I_P + I_A}{b}\right\}.
\end{aligned}
$$

Die spezifischen Investitionen der Bereiche werden gemäß des Prinzips der Rückwärtsinduktion abgeleitet.

$$\begin{aligned} I_i^v(\gamma_i) &\in \arg\max_{I_i \in \Re_+} \left\{ E\left[\Pi_i\left(q^v(\theta, I), \theta, I, \gamma_i\right)\right] \right\} \\ &= \arg\max_{I_i \in \Re_+} \left\{ \gamma_i E\left[DB\left(q^v(\theta, I), \theta, I\right)\right] - w_i(I_i) \right\} \\ &= \left\{ \tfrac{\gamma_i}{\alpha_i} E\left[q^v(\theta, I)\right] \right\}. \end{aligned}$$

Abhängig von den Erfolgsfaktoren lauten die Investitions- und Produktionsentscheidungen demnach

$$\begin{aligned} q^v &= \tfrac{\alpha_P \alpha_A}{b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P\gamma_A - \alpha_A\gamma_P} E\left[d(\theta)\right] + \tfrac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b}, \\ I_P^v &= \tfrac{\alpha_A \gamma_P}{b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P\gamma_A - \alpha_A\gamma_P} E\left[d(\theta)\right] \qquad \text{und} \\ I_A^v &= \tfrac{\alpha_P \gamma_A}{b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P\gamma_A - \alpha_A\gamma_P} E\left[d(\theta)\right]. \end{aligned}$$

Die aus Sicht der Zentrale optimale Verteilung über die Erfolgsanteile $\gamma := (\gamma_P, \gamma_A) := (\Gamma, 1-\Gamma)$

$$\Gamma^v \in \arg\max_{\Gamma \in (0,1)} \left\{ E\left[\Pi\left(q^v(\theta, I^v(\gamma)), \theta, I^v(\gamma)\right)\right] \right\}$$

ergibt sich gemäß der Bedingung erster Ordnung

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial\Gamma} I_P(\gamma^v)\, E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P}\Pi\left(q(\cdot), \theta, I(\cdot)\right)\right] + \tfrac{\partial}{\partial\Gamma} I_A(\gamma^v)\, E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_A}\Pi\left(q(\cdot), \theta, I(\cdot)\right)\right] \\ &= \left(\tfrac{(b\alpha_A - 1)\left(1-\gamma_P^v\right) - (b\alpha_P - 1)\left(1-\gamma_A^v\right)}{b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P\gamma_A^v - \alpha_A\gamma_P^v} \right) E^2\left[q\left(\theta, I(\gamma^v)\right)\right] \end{aligned}$$

zu

$$\gamma^v = (\gamma_P^v, \gamma_A^v) = \left(\tfrac{\alpha_A b - 1}{b(\alpha_A + \alpha_P) - 2}, \tfrac{\alpha_P b - 1}{b(\alpha_A + \alpha_P) - 2} \right).$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die tatsächliche Investitions- und Produktionsentscheidungen bestimmt. Daraus ergeben sich die optimalen Investitionsentscheidungen

$$\begin{aligned} I_P^v &= \tfrac{\alpha_A\gamma_P}{b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P\gamma_A - \alpha_A\gamma_P} E\left[d(\theta)\right] \\ &= \tfrac{\alpha_A\gamma_P}{b\alpha_P\alpha_A - \alpha_P \frac{\alpha_A b - 1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2} - \alpha_A \frac{\alpha_A b - 1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}} E\left[d(\theta)\right] \\ &= \tfrac{\alpha_A}{(\alpha_P b - 1)(\alpha_A + \alpha_P)} E\left[d(\theta)\right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} I_A^v &= \frac{\alpha_P\gamma_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P\gamma_A-\alpha_A\gamma_P}E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_P\gamma_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P\frac{{\alpha_A}^{b-1}}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}-\alpha_A\frac{{\alpha_A}^{b-1}}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}}E\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &= \frac{\alpha_P}{(\alpha_Ab-1)(\alpha_A+\alpha_P)}E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

sowie die optimale Mengenentscheidung

$$\begin{aligned} q^v &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P\gamma_A-\alpha_A\gamma_P}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A}{b\alpha_P\alpha_A-\alpha_P\frac{{\alpha_A}^{b-1}}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}-\alpha_A\frac{{\alpha_A}^{b-1}}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A(b(\alpha_A+\alpha_P)-2)}{(\alpha_Pb-1)(\alpha_Ab-1)(\alpha_A+\alpha_P)}E\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}. \end{aligned}$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lassen sich durch einfaches Einsetzen die erwarteten Gesamterfolge herleiten.

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^v\left(q^v,\theta,I^v\right)\right] &= E\left[DB\left(q^v,\theta,I^v\right)\right]-\textstyle\sum_{i\in\{P,A\}}w_i\left(I_i^v\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_Pb-1)(\alpha_Ab-1)(\alpha_A+\alpha_P)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_P^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_P^v\right)\right] &= E\left[\gamma_PDB\left(q^v,\theta,I^v\right)\right]-w_P\left(I_P^v\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_Pb-1)(\alpha_Ab-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\gamma_P^v\frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_A^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_A^v\right)\right] &= E\left[\gamma_ADB\left(q^v,\theta,I^v\right)\right]-w_A\left(I_A^v\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_Pb-1)(\alpha_Ab-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]+\gamma_A^v\frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Damit ist Satz 3.6 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.6.1: Verhandelte Verrechnungspreise bei einseitiger Investition

Exklusive Investitionen des Produktionsbereichs P: Entsprechend dem im Text erläuterten Vorgehen einigen sich die Bereiche zum Zeitpunkt $t = 4$

auf die Menge

$$\begin{aligned} q^v(\theta, I_P) &\in \arg\max_{q\in\Re_+}\{\Pi_i(q,\theta,I_P,\gamma_i)\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\{\gamma_i(DB(q,\theta,I_P)) - w_P(I_P)\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\{DB(q,\theta,I_P)\} \\ &= \arg\max_{q\in\Re_+}\{R(q,\theta) - C(q,\theta,I_P)\} \\ &= \left\{\tfrac{d(\theta)+I_P}{b}\right\}. \end{aligned}$$

Die spezifischen Investitionen des Produktionsbereichs werden gemäß des Prinzips der Rückwärtsinduktion abgeleitet.

$$\begin{aligned} I_P^v(\gamma_P) &\in \arg\max_{I_P\in\Re_+}\{E[\Pi_i(q^v(\theta,I_P),\theta,I_P,\gamma_P)]\} \\ &= \arg\max_{I_P\in\Re_+}\{\gamma_P E[DB(q^v(\theta,I_P),\theta,I_P)] - w_P(I_P)\} \\ &= \left\{\tfrac{\gamma_P}{\alpha_P}E[q^v(\theta,I_P)]\right\}. \end{aligned}$$

Abhängig von den Erfolgsfaktoren lauten die Investitions- und Produktionsentscheidungen demnach

$$\begin{aligned} q^v &= \tfrac{\alpha_P}{\alpha_P b-\gamma_P}E[d(\theta)] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \qquad \text{und} \\ I_P^v &= \tfrac{\gamma_P}{\alpha_P b-\gamma_P}E[d(\theta)]. \end{aligned}$$

Die aus Sicht der Zentrale optimale Verteilung über die Erfolgsanteile $\gamma := (\gamma_P, \gamma_A) := (\Gamma, 1-\Gamma)$

$$\Gamma^v \in \arg\max_{\Gamma\in(0,1)}\{E[\Pi(q^v(\theta, I_P^v(\gamma)),\theta, I_P^v(\gamma))]\}$$

ergibt sich gemäß der Bedingung erster Ordnung

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial\Gamma}I_P^v(\gamma^v)\,E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P}\Pi(q^v(\cdot),\theta,I_P^v(\cdot))\right] \\ &= \left(\tfrac{1-\gamma_P^v}{\alpha_P}\right)E^2[q(\theta, I(\gamma^v))] \end{aligned}$$

zu

$$\gamma^v = (\gamma_P^v, \gamma_A^v) = (1,0)$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die tatsächliche Investitions- und Produktionsentscheidungen bestimmt.

Daraus ergeben sich die optimale Investitionsentscheidung

$$I_P^v = \frac{\gamma_P}{\alpha_P b - \gamma_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{1}{\alpha_P b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

sowie die optimale Mengenentscheidung

$$q^v = \frac{\alpha_P}{\alpha_P b - \gamma_P} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b} = \frac{\alpha_P}{\alpha_P b - 1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta) - E[d(\theta)]}{b}.$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lassen sich durch einfaches Einsetzen die erwarteten Gesamterfolge herleiten.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^v\left(q^v, \theta, I_P^v\right)\right] &= E\left[DB\left(q^v, \theta, I_P^v\right)\right] - w_P\left(I_P^v\right) \\
&= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P}{\alpha_P b - 1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi_P^v\left(q^v, \theta, I_P^v, \gamma_P^v\right)\right] &= E\left[\gamma_P DB\left(q^v, \theta, I_P^v\right)\right] - w_P\left(I_P^v\right) \\
&= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P}{\alpha_P b - 1} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi_A^v\left(q^v, \theta, I_P^v, \gamma_A^v\right)\right] &= E\left[\gamma_A DB\left(q^v, \theta, I_P^v\right)\right] \\
&= 0.
\end{aligned}$$

Exklusive Investitionen des Absatzbereichs A**:** Entsprechend dem im Text erläuterten Vorgehen einigen sich die Bereiche zum Zeitpunkt $t = 4$ auf die Menge

$$\begin{aligned}
q^v\left(\theta, I_A\right) &\in \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{\Pi_i\left(q, \theta, I_A, \gamma_i\right)\right\} \\
&= \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{\gamma_i\left(DB\left(q, \theta, I_A\right)\right) - w_A\left(I_A\right)\right\} \\
&= \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{DB\left(q, \theta, I_A\right)\right\} \\
&= \arg\max_{q \in \Re_+} \left\{R\left(q, \theta, I_A\right) - C\left(q, \theta\right)\right\}. \\
&= \left\{\frac{d(\theta) + I_A}{b}\right\}.
\end{aligned}$$

Die spezifischen Investitionen der Bereiche werden gemäß des Prinzips der Rückwärtsinduktion abgeleitet.

$$\begin{aligned}
I_A^v\left(\gamma\right) &\in \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{E\left[\Pi_A\left(q^v\left(\theta, I_A\right), \theta, I_A, \gamma_A\right)\right]\right\} \\
&= \arg\max_{I_A \in \Re_+} \left\{\gamma_i E\left[DB\left(q^v\left(\theta, I_A\right), \theta, I_A\right)\right] - w_A\left(I_A\right)\right\}, \\
&= \left\{\frac{\gamma_A}{\alpha_A} E\left[q^v\left(\theta, I_A\right)\right]\right\}.
\end{aligned}$$

Abhängig von den Erfolgsfaktoren lauten die Investitions- und Produktionsentscheidungen demnach

$$\begin{aligned} q^v &= \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-\gamma_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \qquad \text{und} \\ I_A^v &= \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A b-\gamma_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] \end{aligned}$$

Die aus Sicht der Zentrale optimale Verteilung über die Erfolgsanteile $\gamma := (\gamma_P, \gamma_A) := (\Gamma, 1-\Gamma)$

$$\Gamma^v \in \arg\max_{\Gamma\in(0,1)} \left\{E\left[\Pi\left(q^v\left(\theta, I_A^v\left(\gamma\right)\right), \theta, I_A^v\left(\gamma\right)\right)\right]\right\}$$

ergibt sich gemäß der Bedingung erster Ordnung

$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{!}{=} \tfrac{\partial}{\partial\Gamma} I_P^v\left(\gamma^v\right) E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_P}\Pi\left(q^v\left(\cdot\right), \theta, I_A^v\left(\cdot\right)\right)\right] \\ &\quad + \tfrac{\partial}{\partial\Gamma} I_A^v\left(\gamma^v\right) E\left[\tfrac{\partial}{\partial I_A}\Pi\left(q^v\left(\cdot\right), \theta, I_A^v\left(\cdot\right)\right)\right] \\ &= \left(\tfrac{-b\left(1-\gamma_A^v\right)}{\alpha_A b-\gamma_A^v}\right) E^2\left[q^v\left(\theta, I_A^v\left(\gamma^v\right)\right)\right] \end{aligned}$$

zu

$$\gamma^v = (\gamma_P^v, \gamma_A^v) = (0,1).$$

Im Zuge der Vorwärtsinduktion werden die inneren Abhängigkeiten aufgelöst und die tatsächliche Investitions- und Produktionsentscheidungen bestimmt. Daraus ergeben sich die optimale Investitionsentscheidung

$$I_A^v = \tfrac{\gamma_A}{\alpha_A b-\gamma_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{1}{\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right]$$

sowie die optimale Mengenentscheidung

$$q^v = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-\gamma_A} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} = \tfrac{\alpha_A}{\alpha_A b-1} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \tfrac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b}.$$

Aus diesen Bestimmungsgleichungen lassen sich durch einfaches Einsetzen die erwarteten Gesamterfolge herleiten.

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{v}\left(q^{v},\theta,I_{A}^{v}\right)\right] &= E\left[DB\left(q^{v},\theta,I_{A}^{v}\right)\right]-w_{A}\left(I_{A}^{v}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_{A}}{\alpha_{A}b-1}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi_{P}^{v}\left(q^{v},\theta,I_{A}^{v},\gamma_{P}^{v}\right)\right] &= E\left[\gamma_{P}DB\left(q^{v},\theta,I_{A}^{v}\right)\right]\\
&= 0,\\
E\left[\Pi_{A}^{v}\left(q^{v},\theta,I_{A}^{v},\gamma_{A}^{v}\right)\right] &= E\left[\gamma_{A}DB\left(q^{v},\theta,I^{v}\right)\right]-w_{A}\left(I_{A}^{v}\right)\\
&= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_{A}}{\alpha_{A}b-1}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]+\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Damit ist Korollar 3.6.1 bewiesen.

Beweis zu Korollar 3.6.2: Verhandelte Verrechnungspreise bei partiell deterministischen Märkten

Korollar 3.6.2 lässt sich aus Satz 3.6 herleiten.

Deterministischer Rohstoffmarkt: Liegt ein deterministischer Rohstoffmarkt vor, so gilt

$$c\left(\theta\right) = c \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right)-c\right] = E\left[a\left(\theta\right)\right]-c$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right)-c\right] = Var\left[a\left(\theta\right)\right].$$

Die Investitionsentscheidungen reduzieren sich infolgedessen zu

$$I_{P}^{v} = \tfrac{\alpha_{A}}{(\alpha_{P}b-1)(\alpha_{A}+\alpha_{P})}E\left[d\left(\theta\right)\right] = \tfrac{\alpha_{A}}{(\alpha_{P}b-1)(\alpha_{A}+\alpha_{P})}\left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)$$

und

$$I_A^v \quad = \quad \frac{\alpha_P}{(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad \frac{\alpha_P}{(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right).$$

Die Produktionsentscheidung degeneriert zu

$$\begin{aligned} q^v &= \frac{\alpha_P \alpha_A (b(\alpha_A+\alpha_P)-2)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P \alpha_A (b(\alpha_A+\alpha_P)-2)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right) + \frac{a(\theta)-E[a(\theta)]}{b}. \end{aligned}$$

Die Wahl der Erfolgsfaktoren bleibt unverändert.

$$\gamma^v \quad = \quad \left(\frac{\alpha_A b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}, \frac{\alpha_P b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}\right).$$

Für die erwarteten Erfolge gilt demzufolge

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^v\left(q^v,\theta,I^v\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A \alpha_P (b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A \alpha_P (b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \frac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_P^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_P^v\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P \alpha_A^2 (b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \gamma_P^v \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P \alpha_A^2 (b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \gamma_P^v \frac{Var[a(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_A^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_A^v\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2 \alpha_A (b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \gamma_A^v \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2 \alpha_A (b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} \left(E\left[a\left(\theta\right)\right]-c\right)^2 + \gamma_A^v \frac{Var[a(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Deterministischer Absatzmarkt: Liegt ein deterministischer Absatzmarkt vor, so gilt

$$a\left(\theta\right) \quad = \quad a \qquad \forall \quad \theta.$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad E\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad E\left[a-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad a-E\left[c\left(\theta\right)\right]$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[a\left(\theta\right)-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[a-c\left(\theta\right)\right] \quad = \quad Var\left[c\left(\theta\right)\right].$$

Die Investitionsentscheidungen reduzieren sich infolgedessen zu

$$I_P^v \quad = \quad \frac{\alpha_A}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E\left[d\left(\theta\right)\right] \quad = \quad \frac{\alpha_A}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} \left(a-E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)$$

und

$$I_A^v = \frac{\alpha_P}{(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_P}{(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right).$$

Die Produktionsentscheidung degeneriert zu

$$\begin{aligned} q^v &= \frac{\alpha_P\alpha_A(b(\alpha_A+\alpha_P)-2)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A(b(\alpha_A+\alpha_P)-2)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right) + \frac{-(c(\theta)-E[c(\theta)])}{b}. \end{aligned}$$

Die Wahl der Erfolgsfaktoren bleibt unverändert.

$$\gamma^v = \left(\frac{\alpha_A b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}, \frac{\alpha_P b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}\right).$$

Für die erwarteten Erfolge gilt demzufolge

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^v\left(q^v,\theta,I^v\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \frac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_P^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_P^v\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \gamma_P^v\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \gamma_P^v\frac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi_A^v\left(q^v,\theta,I^v,\gamma_A^v\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \gamma_A^v\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} \left(a - E\left[c\left(\theta\right)\right]\right)^2 + \gamma_A^v\frac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Deterministischer Gesamtmarkt: Liegt ein deterministischer Gesamtmarkt vor, so gilt

$$\begin{aligned} d\left(\theta\right) &= a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right) \\ &= \left(a + g\left(\theta\right)\right) - \left(c + g\left(\theta\right)\right) \\ &= a - c = d \qquad\qquad \forall \quad \theta. \end{aligned}$$

Damit gilt für den Erwartungswert und die Varianz

$$E\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right)\right] = E\left[a - c\right] = a - c = d$$

bzw.

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = Var\left[a\left(\theta\right) - c\left(\theta\right)\right] = Var\left[a - c\right] = 0.$$

Die Investitionsentscheidungen reduzieren sich infolgedessen zu

$$I_P^v = \frac{\alpha_A}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_A}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} d$$

und

$$I_A^v = \frac{\alpha_P}{(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E\left[d\left(\theta\right)\right] = \frac{\alpha_P}{(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} d.$$

Die Produktionsentscheidung degeneriert zu

$$\begin{aligned} q^v &= \frac{\alpha_P\alpha_A(b(\alpha_A+\alpha_P)-2)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{d(\theta)-E[d(\theta)]}{b} \\ &= \frac{\alpha_P\alpha_A(b(\alpha_A+\alpha_P)-2)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} d. \end{aligned}$$

Die Wahl der Erfolgsfaktoren bleibt unverändert.

$$\gamma^v = \left(\frac{\alpha_A b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}, \frac{\alpha_P b-1}{b(\alpha_A+\alpha_P)-2}\right).$$

Für die erwarteten Erfolge gilt demzufolge

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^v\left(q^v, I^v\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)} d^2, \\ E\left[\Pi_P^v\left(q^v, I^v, \gamma_P^v\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \gamma_P^v\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A^2(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} d^2, \\ E\left[\Pi_A^v\left(q^v, I^v, \gamma_A^v\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \gamma_A^v\frac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A(b(\alpha_P+\alpha_A)-1)}{(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_A+\alpha_P)^2} d^2. \end{aligned}$$

Damit ist Korollar 3.6.2 bewiesen.

Anhang C

Beweise zu Kapitel 4: Vergleiche

Beweis zu Satz 4.1: Ex-post Monopolpreise: Einführung vs. Einsparung eines Infosystems.

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{Info}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A b\alpha_P-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d(\theta)\right] \\ &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} \qquad \text{und} \\ E\left[\Pi^{oInfo}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d(\theta)\right] \\ &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}. \end{aligned}$$

Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert demnach

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{Info}(\cdot)\right] \geq E\left[\Pi^{oInfo}(\cdot)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[d(\theta)\right] \leq Var\left[E_{\theta_2}\left[d(\theta)\mid\theta_1\right]\right]. \end{aligned}$$

Wegen der Definition der Varianz und des Satzes der totalen Erwartung gilt.[1]

$$\begin{aligned} Var\left[d(\theta)\right] &= E\left[d^2(\theta)\right] &- E^2\left[d(\theta)\right] \\ &= E\left[E_{\theta_2}\left[d^2(\theta)\mid\theta_1\right]\right] &- E^2\left[E_{\theta_2}\left[d(\theta)\mid\theta_1\right]\right]. \end{aligned}$$

[1] Vgl. z.B. Karr (1993) oder Galambos (1995).

Durch Erweitern folgt

$$\begin{aligned} Var\left[d\left(\theta\right)\right] &= E\left[E_{\theta_2}\left[d^2\left(\theta\right) \mid \theta_1\right] - E^2_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right] + E^2_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\ &\quad -E^2\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\ &= E\left[E_{\theta_2}\left[d^2\left(\theta\right) \mid \theta_1\right] - E^2_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\ &\quad + \left(E\left[E^2_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] - E^2\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right]\right). \end{aligned}$$

Aus den Definitionen der Varianz sowie der bedingten Varianz folgt nun[2]

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] = E\left[Var_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] + Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right].$$

Daher gilt

$$Var\left[d\left(\theta\right)\right] \geq Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right].$$

Damit ist Satz 4.1 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.2: Ex-post Monopolpreise vs. Cost-Plus Verrechnungspreise

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{Info}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P\left(12\alpha_A b\alpha_P - 4\alpha_A - \alpha_P\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &\quad + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi^{oInfo}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P\left(12\alpha_A\alpha_P b - 4\alpha_A - \alpha_P\right)}{\left(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &\quad + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} \qquad \text{und} \\ E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A + \alpha_A b - 1\right)}{\left(b\alpha_A - 1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A + b\alpha_A\alpha_P - \alpha_P - \alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &\quad + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Der Flexibilitätsgewinn des Verfahrens der Cost-Plus Verrechnungspreise ist höher als bei beiden ex-post Monopolpreisverfahren, da immer gilt $Var\left[\cdot\right] \geq 0$. Es bleibt

[2] Vgl. z.B. Billingsley (1995) oder Steyer (2003).

zu zeigen, dass gilt

$$\begin{aligned} 0 &\leq \frac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} - \frac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2} \\ &= \frac{-\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^4\alpha_A^2\alpha_P^2-8b^3\alpha_A^2\alpha_P+5b^3\alpha_A\alpha_P^2+4b^2\alpha_A^2+b^2\alpha_A\alpha_P-b\alpha_A-5b\alpha_P+1\right)}{(b\alpha_A-1)(2\alpha_A+\alpha_P-4b\alpha_A\alpha_P)^2\left(-\alpha_A b^2\alpha_P^2-\alpha_A b\alpha_P+\alpha_P+\alpha_A\right)}. \end{aligned}$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$ ist diese Ungleichung jedoch erfüllt. Damit ist Satz 4.2 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.3: Standardkostenbasierte Verrechnungspreise vs. ex-ante Monopolpreise

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^s\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{Var[c(\theta)]}{2b} \quad \text{und} \\ E\left[\Pi^m\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert demnach

$$E\left[\Pi^s\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^m\left(\cdot\right)\right] \quad \Leftrightarrow \quad \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} \geq \frac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}.$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$ gilt jedoch

$$0 \leq \frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} - \frac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2} = \frac{\alpha_A\alpha_P^3(b\alpha_A-1)^2}{(b\alpha_A\alpha_P-\alpha_A-\alpha_P)(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}.$$

Damit ist Satz 4.3 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.4: Ex-ante vs. Cost-Plus Verrechnungspreise

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^s\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &+ \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \frac{Var[c(\theta)]}{2b}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b} \qquad \text{und} \\ E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{s}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{c+}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert demnach

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right]-E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] \\ = \;& \tfrac{1}{2}\tfrac{b^2\alpha_P^2\alpha_A^3}{(b\alpha_A-1)(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right]\geq E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[c\left(\theta\right)\right] \;\leq\; \tfrac{b^3\alpha_P^2\alpha_A^3}{(b\alpha_A-1)(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Wegen $b>\frac{1}{\alpha_A}+\frac{1}{\alpha_P}$ gilt dabei

$$\tfrac{b^3\alpha_P^2\alpha_A^3}{(b\alpha_A-1)(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} \;\geq\; 0.$$

$E\left[\Pi^{m}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{c+}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right]-E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] \\ = \;& -\tfrac{1}{2}\alpha_P^2\alpha_A\tfrac{\alpha_A^3b^4\alpha_P^2-2\alpha_A^3b^3\alpha_P+\alpha_A^3b^2-2\alpha_A^2b^3\alpha_P^2+3\alpha_P\alpha_Ab+b^2\alpha_P^2\alpha_A-\alpha_P}{(2\alpha_P\alpha_Ab-2\alpha_P-\alpha_A)^2(\alpha_Ab-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+\alpha_P\alpha_Ab-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & -\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right]\geq E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\ & \leq \; -\alpha_P^2\alpha_Ab\tfrac{\alpha_A^3b^4\alpha_P^2-2\alpha_A^3b^3\alpha_P+\alpha_A^3b^2-2\alpha_A^2b^3\alpha_P^2+3\alpha_P\alpha_Ab+b^2\alpha_P^2\alpha_A-\alpha_P}{(2\alpha_P\alpha_Ab-2\alpha_P-\alpha_A)^2(\alpha_Ab-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+\alpha_P\alpha_Ab-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Kann nur der Produktionsbereich investieren, so gilt

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P}{b\alpha_P-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(3b\alpha_P-1)}{(2b\alpha_P-1)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b} \qquad \text{und}\\
E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P(b\alpha_P+1)}{b\alpha_P(b\alpha_P+1)-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Ein Vergleich von ex-ante monopolpreisbasiertem und Cost-Plus Verfahren kommt wegen $b > \frac{1}{\alpha_P}$ demnach zu nachfolgendem Ergebnis.

$$\begin{aligned}
0 &\geq E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right]-E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right]\\
&= -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2 b(b\alpha_P-1)^2}{(2b\alpha_P-1)^2\left(b^2\alpha_P^2+b\alpha_P-1\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Es gilt in diesem Fall also immer

$$E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right].$$

Kann hingegen nur der Absatzbereich investieren, so gilt

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b},\\
E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{3}{8}\tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b} \qquad \text{und}\\
E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A}{b\alpha_A-1}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] &+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Offensichtlich gilt in diesem Fall immer

$$E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right]$$

und wegen

$$E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right]$$

auch

$$E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right].$$

Damit ist Satz 4.4 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.5: Ex-ante vs. ex-post Verrechungspreise

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{Info}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A b\alpha_P-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} \qquad \text{und} \\
E\left[\Pi^{oInfo}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}.
\end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{s}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{Info}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned}
&E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right]-E\left[\Pi^{Info}\left(\cdot\right)\right] \\
=\;& \tfrac{1}{2}\alpha_P^2\alpha_A^2\tfrac{4\alpha_P\alpha_A b^2+5\alpha_P b-1}{(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)(4\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&+\tfrac{\frac{1}{4}Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Es gilt also

$$\begin{aligned}
&E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right]\geq E\left[\Pi^{Info}\left(\cdot\right)\right] \\
\Leftrightarrow\;& Var\left[c\left(\theta\right)\right]-\tfrac{1}{4}Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&\leq \alpha_P^2\alpha_A^2 b\tfrac{4\alpha_P\alpha_A b^2+5\alpha_P b-1}{(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)(4\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right].
\end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{s}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{oInfo}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned}
&E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right]-E\left[\Pi^{oInfo}\left(\cdot\right)\right] \\
=\;& \tfrac{1}{2}\alpha_P^2\alpha_A^2\tfrac{4\alpha_P\alpha_A b^2+5\alpha_P b-1}{(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)(4\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\
&+\tfrac{\frac{1}{4}Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]-Var[c(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{oInfo}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\ & \leq \quad \alpha_P^2 \alpha_A^2 b \tfrac{4\alpha_P\alpha_A b^2 + 5\alpha_P b - 1}{\left(\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A\right)\left(4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$ gilt dabei

$$\alpha_P^2 \alpha_A^2 b \tfrac{4\alpha_P\alpha_A b^2 + 5\alpha_P b - 1}{\left(\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A\right)\left(4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} \quad \geq \quad 0.$$

$E\left[\Pi^{m}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{Info}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] - E\left[\Pi^{Info}\left(\cdot\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\alpha_P^2\alpha_A \tfrac{28\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2 - 16\alpha_P\alpha_A^2 b - 29\alpha_P^2\alpha_A b + \alpha_A^2 + 7\alpha_P\alpha_A + \alpha_P^2}{\left(2\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2\left(4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \tfrac{\frac{1}{4}Var[d(\theta)] - Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{Info}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & \leq \quad \alpha_P^2\alpha_A b \tfrac{28\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2 - 16\alpha_P\alpha_A^2 b - 29\alpha_P^2\alpha_A b + \alpha_A^2 + 7\alpha_P\alpha_A + \alpha_P^2}{\left(2\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2\left(4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{m}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{oInfo}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] - E\left[\Pi^{oInfo}\left(\cdot\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\alpha_P^2\alpha_A \tfrac{28\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2 - 16\alpha_P\alpha_A^2 b - 29\alpha_P^2\alpha_A b + \alpha_A^2 + 7\alpha_P\alpha_A + \alpha_P^2}{\left(2\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_P - \alpha_A\right)^2\left(4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P\right)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \tfrac{\frac{1}{4}Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right] - Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{oInfo}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[c\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\ & \leq \quad \alpha_P^2 \alpha_A b \tfrac{28\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2 - 16\alpha_P\alpha_A^2 b - 29\alpha_P^2\alpha_A b + \alpha_A^2 + 7\alpha_P\alpha_A + \alpha_P^2}{(2\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_P - \alpha_A)^2 (4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$ gilt dabei

$$\alpha_P^2 \alpha_A b \tfrac{28\alpha_P^2\alpha_A^2 b^2 - 16\alpha_P\alpha_A^2 b - 29\alpha_P^2\alpha_A b + \alpha_A^2 + 7\alpha_P\alpha_A + \alpha_P^2}{(2\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_P - \alpha_A)^2 (4\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} \quad \geq \quad 0.$$

Damit ist Satz 4.5 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.6: Verhandelte vs. ex-ante Verrechnungspreise

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &\quad + \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}, \\ E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b - 3\alpha_P - \alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b - 2\alpha_P - \alpha_A)^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &\quad + \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b} \qquad \text{und} \\ E\left[\Pi^{v}\left(\cdot\right)\right] &= \tfrac{1}{2} \tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &\quad + \quad \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{s}\right]$ vs. $E\left[\Pi^{v}\right]$: Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] - E\left[\Pi^{v}\left(\cdot\right)\right] \\ = \quad & -\tfrac{1}{2} \tfrac{b\alpha_A^2\alpha_P^2}{(\alpha_A+\alpha_P)(b\alpha_A-1)(b\alpha_P-1)(\alpha_A+\alpha_P-b\alpha_A\alpha_P)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{v}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[c\left(\theta\right)\right] \quad \leq \quad \frac{b^{2}\alpha_{P}^{2}\alpha_{A}^{2}}{(\alpha_{P}+\alpha_{A})(\alpha_{P}b-1)(\alpha_{A}b-1)(\alpha_{P}\alpha_{A}b-\alpha_{P}-\alpha_{A})}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$ gilt

$$\frac{b^{2}\alpha_{P}^{2}\alpha_{A}^{2}}{(\alpha_{P}+\alpha_{A})(\alpha_{P}b-1)(\alpha_{A}b-1)(\alpha_{P}\alpha_{A}b-\alpha_{P}-\alpha_{A})} \quad \geq \quad 0.$$

$E\left[\Pi^{m}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{v}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] - E\left[\Pi^{v}\left(\cdot\right)\right] \\ = \quad & -\frac{1}{2}\frac{\alpha_{A}\alpha_{P}^{2}\left(b^{3}\alpha_{A}^{3}\alpha_{P}+b^{3}\alpha_{A}^{2}\alpha_{P}^{2}-6b^{2}\alpha_{A}^{2}\alpha_{P}-2b^{2}\alpha_{A}\alpha_{P}^{2}+b\alpha_{A}^{2}+6b\alpha_{A}\alpha_{P}+b\alpha_{P}^{2}-\alpha_{P}\right)}{(\alpha_{A}+\alpha_{P})(b\alpha_{A}-1)(b\alpha_{P}-1)(2\alpha_{P}\alpha_{A}b-2\alpha_{P}-\alpha_{A})^{2}}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & -\frac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

Es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{v}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\ & \leq \quad \frac{-b\alpha_{P}^{2}\alpha_{A}\left(\alpha_{P}^{2}b^{3}\alpha_{A}^{2}-2\alpha_{P}^{2}b^{2}\alpha_{A}-6\alpha_{A}^{2}b^{2}\alpha_{P}+\alpha_{P}^{2}b+6\alpha_{P}\alpha_{A}b+\alpha_{A}^{2}b+\alpha_{A}^{3}b^{3}\alpha_{P}-\alpha_{P}\right)}{(\alpha_{P}+\alpha_{A})(\alpha_{P}b-1)(\alpha_{A}b-1)(2\alpha_{P}\alpha_{A}b-2\alpha_{P}-\alpha_{A})^{2}}E^{2}\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$ gilt dabei

$$\begin{aligned} 0 \quad \leq \quad & \frac{b^{2}\alpha_{P}^{2}\alpha_{A}^{2}}{(\alpha_{P}+\alpha_{A})(\alpha_{P}b-1)(\alpha_{A}b-1)(\alpha_{P}\alpha_{A}b-\alpha_{P}-\alpha_{A})} \\ & -\frac{-b\alpha_{P}^{2}\alpha_{A}\left(\alpha_{P}^{2}b^{3}\alpha_{A}^{2}-2\alpha_{P}^{2}b^{2}\alpha_{A}-6\alpha_{A}^{2}b^{2}\alpha_{P}+\alpha_{P}^{2}b+6\alpha_{P}\alpha_{A}b+\alpha_{A}^{2}b+\alpha_{A}^{3}b^{3}\alpha_{P}-\alpha_{P}\right)}{(\alpha_{P}+\alpha_{A})(\alpha_{P}b-1)(\alpha_{A}b-1)(2\alpha_{P}\alpha_{A}b-2\alpha_{P}-\alpha_{A})^{2}} \\ = \quad & \frac{b\alpha_{A}\alpha_{P}^{3}(b\alpha_{A}-1)^{2}}{(b\alpha_{A}\alpha_{P}-\alpha_{A}-\alpha_{P})(\alpha_{A}+2\alpha_{P}-2b\alpha_{A}\alpha_{P})^{2}}. \end{aligned}$$

Damit ist Satz 4.6 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.7: Verhandelte vs. ex-post Verrechnungspreise

Die Investitionsentscheidungen der Bereiche lauten

$$\begin{array}{lcllcl} I_P^{(o)Info} & = & \frac{1}{\alpha_P} E\left[q^{(o)Info}\right] & \text{und} & I_A^{(o)Info} & = & \frac{1}{\alpha_A}\frac{1}{2} E\left[q^{(o)Info}\right], \\ I_P^{v} & = & \frac{\gamma_P^v}{\alpha_P} E\left[q^{v}\right] & \text{und} & I_A^{v} & = & \frac{\gamma_A^v}{\alpha_A} E\left[q^{v}\right]. \end{array}$$

Die Gesamtinvestitionen betragen demnach

$$\begin{array}{lcl} I_P^{(o)Info} + I_A^{(o)Info} & = & \left(\frac{1}{\alpha_P} + \frac{1}{\alpha_A}\frac{1}{2}\right) E\left[q^{(o)Info}\right], \\ I_P^{v} + I_A^{v} & = & \left(\frac{\gamma_P^v}{\alpha_P} + \frac{\gamma_A^v}{\alpha_A}\right) E\left[q^{v}\right]. \end{array}$$

Bei gegebener Menge investiert der Absatzbereich bei Steuerung über ex-post Monopolpreise also mehr als bei verhandelten Verrechnungspreisen, wenn gilt

$$0 \overset{!}{\leq} I_A^{(o)Info} - I_A^{v} = \frac{1}{\alpha_A}\frac{1}{2} E\left[q\right] - \frac{\gamma_A^v}{\alpha_A} E\left[q\right] = \frac{1}{\alpha_A}\left(\frac{1}{2} - \gamma_A^v\right).$$

Diese Ungleichung ist für $\gamma_A^v \leq \frac{1}{2}$ erfüllt. Mit $\gamma_A^v = \frac{\alpha_P b - 1}{(\alpha_A + \alpha_P) b - 2}$ gilt

$$\frac{1}{2} \geq \frac{\alpha_P b - 1}{(\alpha_A + \alpha_P) b - 2} \quad \Leftrightarrow \quad \alpha_A \geq \alpha_P.$$

Wenn gilt $\alpha_A \leq \alpha_P$ führen ex-post Monopolpreise zu höheren Gesamtinvestitionen als verhandelte Verrechnungspreise, wenn gilt

$$\begin{array}{rcl} 0 \overset{!}{\leq} & \left(I_P^{(o)Info} + I_A^{(o)Info}\right) - \left(I_P^{v} + I_A^{v}\right) & \\ = & \left(\frac{1}{\alpha_P} + \frac{1}{\alpha_A}\frac{1}{2}\right) E\left[q\right] - \left(\frac{\gamma_P^v}{\alpha_P} + \frac{\gamma_A^v}{\alpha_A}\right) E\left[q\right] = & \frac{\alpha_P - 2(\alpha_P - \alpha_A)\gamma_A^v}{2\alpha_A \alpha_P} E\left[q\right] \end{array}$$

Es gilt jedoch

$$\alpha_P - 2\left(\alpha_P - \alpha_A\right)\gamma_A^v \geq \alpha_P - 2\left(\alpha_P - \alpha_A\right) = 2\alpha_A - \alpha_P$$

was für $\alpha_A \geq \frac{1}{2}\alpha_P$ erfüllt ist.

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{Info}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A b\alpha_P-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d(\theta)\right] \\
&+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{oInfo}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2}E^2\left[d(\theta)\right] \\
&+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}-\tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} \qquad \text{und} \\
E\left[\Pi^{v}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)}E^2\left[d(\theta)\right] \\
&+ \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Verhandelte Verrechnungspreise führen also wegen $Var[\cdot] \geq 0$ jedenfalls zu einem höheren Flexibilitätsgewinn. Es bleibt zu zeigen, dass gilt

$$\begin{aligned}
0 &\leq \tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)}-\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b-4\alpha_A-\alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b-2\alpha_A-\alpha_P)^2} \\
&= \tfrac{\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^3\alpha_A^2\alpha_P+4b^3\alpha_A\alpha_P^2-11b^2\alpha_A\alpha_P+5b^2\alpha_P^2+3b\alpha_A-5b\alpha_P+1\right)}{(\alpha_A+\alpha_P)(b\alpha_A-1)(b\alpha_P-1)(2\alpha_A+\alpha_P-4b\alpha_A\alpha_P)^2}.
\end{aligned}$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A}+\frac{1}{\alpha_P}$ ist diese Ungleichung jedoch erfüllt. Damit ist Satz 4.7 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.8: Verhandelte vs. Cost-Plus Verrechnungspreise

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned}
E\left[\Pi^{c+}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d(\theta)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}, \\
E\left[\Pi^{v}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)}E^2\left[d(\theta)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}.
\end{aligned}$$

Die erwarteten Flexibilitätsgewinne sind bei beiden Verfahren also gleich hoch. Es bleibt zu zeigen, dass gilt

$$\begin{aligned}
0 &\leq \tfrac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)}-\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} \\
&= \tfrac{b\alpha_A^2\alpha_P^2}{(\alpha_A+\alpha_P)(b\alpha_P-1)\left(\alpha_A b^2\alpha_P^2+\alpha_A b\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}.
\end{aligned}$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$ ist diese Ungleichung jedoch erfüllt. Damit ist Satz 4.8 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.9: Organisationsformen zentraler Planung

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{b_{CC}}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d(\theta)\right] && \text{und} \\ E\left[\Pi^{b_{PC}}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E^2\left[d(\theta)\right]. \end{aligned}$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$ gilt jedoch

$$\begin{aligned} 0 &\leq \tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} - \tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} \\ &= \tfrac{\alpha_A^2\alpha_P^2}{(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)}. \end{aligned}$$

Damit ist Satz 4.9 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.10: Zentrale Planung vs. ex-ante Verrechungspreise

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{b_{CC}}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d(\theta)\right], \\ E\left[\Pi^{b_{PC}}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E^2\left[d(\theta)\right], \\ E\left[\Pi^{s}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d(\theta)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b} && \text{und} \\ E\left[\Pi^{m}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A(3\alpha_P\alpha_A b-3\alpha_P-\alpha_A)}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2}E^2\left[d(\theta)\right] + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^s\right]$ vs. $E\left[\Pi^{b_{CC}}\right]$: Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{s}(\cdot)\right] - E\left[\Pi^{b_{CC}}(\cdot)\right] \\ = \; & \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{bCC}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{Var[c(\theta)]}{2b} \quad \geq \quad 0. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{m}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{bCC}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] - E\left[\Pi^{bCC}\left(\cdot\right)\right] \\ = \quad & -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^3\alpha_A(\alpha_A b-1)^2}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & +\tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{m}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{bCC}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\ & \geq \quad \tfrac{\alpha_P^3\alpha_A b(\alpha_A b-1)^2}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Dabei gilt wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$

$$\tfrac{\alpha_P^3\alpha_A b(\alpha_A b-1)^2}{(2\alpha_P\alpha_A b-2\alpha_P-\alpha_A)^2(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)} \quad \geq \quad 0.$$

$E\left[\Pi^{s}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{bPC}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] - E\left[\Pi^{bPC}\left(\cdot\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A^2}{(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & +\tfrac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{s}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{bPC}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - Var\left[c\left(\theta\right)\right] \\ & \geq \quad \tfrac{-\alpha_P^2\alpha_A^2 b}{(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Dabei gilt wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$

$$\frac{-\alpha_P^2\alpha_A^2 b}{(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} \leq 0.$$

$E[\Pi^m]$ **vs.** $E\left[\Pi^{b_{PC}}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E[\Pi^m(\cdot)] - E\left[\Pi^{b_{PC}}(\cdot)\right] \\ = \; & -\frac{1}{2}\alpha_P^2\alpha_A\frac{\alpha_P^2\alpha_A^2b^2+\alpha_P\alpha_A^3b^2-5\alpha_P\alpha_A^2b-2\alpha_P^2\alpha_Ab+4\alpha_P\alpha_A+\alpha_P^2+\alpha_A^2}{(2\alpha_P\alpha_Ab-2\alpha_P-\alpha_A)^2\left(\alpha_P^2\alpha_Ab+\alpha_P\alpha_A^2b-\alpha_P\alpha_A-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)}E^2[d(\theta)] \\ & +\frac{Var[d(\theta)]-Var[c(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E[\Pi^m(\cdot)] \geq E\left[\Pi^{b_{PC}}(\cdot)\right] \\ \Leftrightarrow \; & Var[d(\theta)] - Var[c(\theta)] \\ & \geq \frac{\alpha_P^2\alpha_Ab\left(\alpha_P^2\alpha_A^2b^2+\alpha_P\alpha_A^3b^2-5\alpha_P\alpha_A^2b-2\alpha_P^2\alpha_Ab+4\alpha_P\alpha_A+\alpha_P^2+\alpha_A^2\right)}{(2\alpha_P\alpha_Ab-2\alpha_P-\alpha_A)^2\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)}E^2[d(\theta)]. \end{aligned}$$

Bei symmetrischen Investitionskosten $\alpha_P = \alpha_A = \alpha$ gilt wegen $b > \frac{2}{\alpha}$

$$\begin{aligned} 0 & \leq \frac{\alpha_P^2\alpha_Ab\left(\alpha_P^2\alpha_A^2b^2+\alpha_P\alpha_A^3b^2-5\alpha_P\alpha_A^2b-2\alpha_P^2\alpha_Ab+4\alpha_P\alpha_A+\alpha_P^2+\alpha_A^2\right)}{(2\alpha_P\alpha_Ab-2\alpha_P-\alpha_A)^2\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} \\ & = b\alpha\frac{b\alpha-2}{(2b\alpha-3)^2}. \end{aligned}$$

Damit ist Satz 4.10 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.11: Zentrale Planung vs. ex-post Verrechungspreise

Die Investitionsentscheidungen der Bereiche lauten

$$\begin{array}{llllll} I_P^{b_{CC}} & = \frac{1}{\alpha_P}q^{b_{CC}} & \text{und} & I_A^{b_{CC}} & = \frac{1}{\alpha_A}q^{b_{CC}}, \\ I_P^{b_{PC}} & = \frac{\gamma_P^{b_{PC}}}{\alpha_P}q^{b_{PC}} & \text{und} & I_A^{b_{PC}} & = \frac{\gamma_A^{b_{PC}}}{\alpha_A}q^{b_{PC}}, \\ I_P^{(o)Info} & = \frac{1}{\alpha_P}E\left[q^{(o)Info}\right] & \text{und} & I_A^{(o)Info} & = \frac{1}{\alpha_A}\frac{1}{2}E\left[q^{(o)Info}\right]. \end{array}$$

Die Gesamtinvestitionen betragen demnach

$$\begin{aligned} I_P^{b_{CC}} + I_A^{b_{CC}} &= \left(\tfrac{1}{\alpha_P} + \tfrac{1}{\alpha_A}\right) q^{b_{CC}}, \\ I_P^{b_{PC}} + I_A^{b_{PC}} &= \left(\tfrac{\gamma_P^{b_{PC}}}{\alpha_P} + \tfrac{\gamma_A^{b_{PC}}}{\alpha_A}\right) q^{b_{PC}}, \\ I_P^{(o)Info} + I_A^{(o)Info} &= \left(\tfrac{1}{\alpha_P} + \tfrac{1}{\alpha_A}\tfrac{1}{2}\right) E\left[q^{(o)Info}\right]. \end{aligned}$$

Bei gegebener Menge übersteigt demnach die Gesamtinvestition der ex-post Monopolpreis Verfahren diejenige der zentralen Mengenplanung im Profit-Center, wenn mit $\gamma^{b_{PC}} = \left(\gamma_P^{b_{PC}}, \gamma_A^{b_{PC}}\right) = \left(\frac{\alpha_A}{\alpha_P+\alpha_A}, \frac{\alpha_P}{\alpha_P+\alpha_A}\right)$ gilt

$$\begin{aligned} 0 \overset{!}{\leq} & \left(I_P^{(o)Info} + I_A^{(o)Info}\right) - \left(I_P^{b_{PC}} + I_A^{b_{PC}}\right) \\ = & \left(\tfrac{1}{\alpha_P} + \tfrac{1}{\alpha_A}\tfrac{1}{2}\right) E[q] - \left(\tfrac{\gamma_P^{b_{PC}}}{\alpha_P} + \tfrac{\gamma_A^{b_{PC}}}{\alpha_A}\right) E[q] \quad = \quad \tfrac{\alpha_P - 2(\alpha_P-\alpha_A)\gamma_A^{b_{PC}}}{2\alpha_A\alpha_P} E[q] \\ = & \tfrac{\alpha_P - 2(\alpha_P-\alpha_A)\frac{\alpha_P}{\alpha_P+\alpha_A}}{2\alpha_A\alpha_P} \quad = \quad \tfrac{3\alpha_A-\alpha_P}{2\alpha_A(\alpha_A+\alpha_P)} E[q] \end{aligned}$$

Für $\alpha_P \geq 3\alpha_A$ ist diese Ungleichung erfüllt.

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{b_{CC}}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b - \alpha_P - \alpha_A} E^2[d(\theta)], \\ E\left[\Pi^{b_{PC}}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P) - \alpha_A\alpha_P - \alpha_P^2 - \alpha_A^2} E^2[d(\theta)], \\ E\left[\Pi^{Info}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A b\alpha_P - 4\alpha_A - \alpha_P)}{(4\alpha_A b\alpha_P - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} E^2[d(\theta)] \qquad \text{und} \\ &\quad + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} \\ E\left[\Pi^{oInfo}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(12\alpha_A\alpha_P b - 4\alpha_A - \alpha_P)}{(4\alpha_A\alpha_P b - 2\alpha_A - \alpha_P)^2} E^2[d(\theta)] \\ &\quad + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b} \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{Info}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{b_{CC}}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{Info}(\cdot)\right] - E\left[\Pi^{b_{CC}}(\cdot)\right] \\ = & \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A^2\left(4\alpha_A\alpha_P b^2 + 5\alpha_P b - 1\right)}{(\alpha_A+\alpha_P-b\alpha_A\alpha_P)(2\alpha_A+\alpha_P-4b\alpha_A\alpha_P)^2} E^2[d(\theta)] \\ & + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{Info}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{bCC}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4}Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & \geq \quad \tfrac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^2\alpha_A\alpha_P+5b\alpha_P-1\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Dabei gilt wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$

$$\tfrac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^2\alpha_A\alpha_P+5b\alpha_P-1\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} \quad \geq \quad 0.$$

$E\left[\Pi^{oInfo}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{bCC}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{oInfo}\left(\cdot\right)\right] - E\left[\Pi^{bCC}\left(\cdot\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P^2\alpha_A^2\left(4\alpha_A\alpha_P b^2+5\alpha_P b-1\right)}{\left(\alpha_A+\alpha_P-b\alpha_A\alpha_P\right)\left(2\alpha_A+\alpha_P-4b\alpha_A\alpha_P\right)^2}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{oInfo}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{bCC}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] - \tfrac{1}{4}Var\left[E_{\theta_2}\left[d\left(\theta\right) \mid \theta_1\right]\right] \\ & \geq \quad \tfrac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^2\alpha_A\alpha_P+5b\alpha_P-1\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Dabei gilt wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$

$$\tfrac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^2\alpha_A\alpha_P+5b\alpha_P-1\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(\alpha_A b\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} \quad \geq \quad 0.$$

$E\left[\Pi^{Info}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{bPC}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{Info}\left(\cdot\right)\right] - E\left[\Pi^{bPC}\left(\cdot\right)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2}\tfrac{-\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^2\alpha_A^2\alpha_P+4b^2\alpha_A\alpha_P^2-7b\alpha_A\alpha_P+5b\alpha_P^2+3\alpha_A\right)}{\left(4\alpha_A b\alpha_P-2\alpha_A-\alpha_P\right)^2\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{Info}(\cdot)\right] \geq E\left[\Pi^{bPC}(\cdot)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[d(\theta)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[d(\theta)\right] \\ & \geq \quad \frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4\alpha_A b^2\alpha_P^2 + 4\alpha_A^2 b^2\alpha_P - 7\alpha_A b\alpha_P + 5b\alpha_P^2 + 3\alpha_A\right)}{(4\alpha_A b\alpha_P - 2\alpha_A - \alpha_P)^2\left(\alpha_A b\alpha_P^2 + \alpha_A^2 b\alpha_P - \alpha_A\alpha_P - \alpha_P^2 - \alpha_A^2\right)} E^2\left[d(\theta)\right]. \end{aligned}$$

Dabei gilt wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$

$$\frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4\alpha_A b^2\alpha_P^2 + 4\alpha_A^2 b^2\alpha_P - 7\alpha_A b\alpha_P + 5b\alpha_P^2 + 3\alpha_A\right)}{(4\alpha_A b\alpha_P - 2\alpha_A - \alpha_P)^2\left(\alpha_A b\alpha_P^2 + \alpha_A^2 b\alpha_P - \alpha_A\alpha_P - \alpha_P^2 - \alpha_A^2\right)} \quad \geq \quad 0.$$

$E\left[\Pi^{oInfo}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{bPC}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{oInfo}(\cdot)\right] - E\left[\Pi^{bPC}(\cdot)\right] \\ = \quad & \tfrac{1}{2} \frac{-\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4b^2\alpha_A^2\alpha_P + 4b^2\alpha_A\alpha_P^2 - 7b\alpha_A\alpha_P + 5b\alpha_P^2 + 3\alpha_A\right)}{(4\alpha_A b\alpha_P - 2\alpha_A - \alpha_P)^2\left(b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A + \alpha_P) - \alpha_A\alpha_P - \alpha_P^2 - \alpha_A^2\right)} E^2\left[d(\theta)\right] \\ & + \frac{Var[d(\theta)]}{2b} - \tfrac{1}{4}\frac{Var\left[E_{\theta_2}[d(\theta)|\theta_1]\right]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{oInfo}(\cdot)\right] \geq E\left[\Pi^{bPC}(\cdot)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[d(\theta)\right] - \tfrac{1}{4} Var\left[E_{\theta_2}\left[d(\theta) \mid \theta_1\right]\right] \\ & \geq \quad \frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4\alpha_A b^2\alpha_P^2 + 4\alpha_A^2 b^2\alpha_P - 7\alpha_A b\alpha_P + 5b\alpha_P^2 + 3\alpha_A\right)}{(4\alpha_A b\alpha_P - 2\alpha_A - \alpha_P)^2\left(\alpha_A b\alpha_P^2 + \alpha_A^2 b\alpha_P - \alpha_A\alpha_P - \alpha_P^2 - \alpha_A^2\right)} E^2\left[d(\theta)\right]. \end{aligned}$$

Dabei gilt wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$

$$\frac{b\alpha_A^2\alpha_P^2\left(4\alpha_A b^2\alpha_P^2 + 4\alpha_A^2 b^2\alpha_P - 7\alpha_A b\alpha_P + 5b\alpha_P^2 + 3\alpha_A\right)}{(4\alpha_A b\alpha_P - 2\alpha_A - \alpha_P)^2\left(\alpha_A b\alpha_P^2 + \alpha_A^2 b\alpha_P - \alpha_A\alpha_P - \alpha_P^2 - \alpha_A^2\right)} \quad \geq \quad 0.$$

Damit ist Satz 4.11 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.12: Zentrale Planung vs. Cost-Plus Verrechungspreise

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{b_{CC}}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A}E^2\left[d(\theta)\right], \\ E\left[\Pi^{b_{PC}}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2}E^2\left[d(\theta)\right] \qquad \text{und} \\ E\left[\Pi^{c+}(\cdot)\right] &= \tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_P\alpha_A\left(b^2\alpha_P\alpha_A+\alpha_A b-1\right)}{(b\alpha_A-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d(\theta)\right] \\ &\quad + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{c+}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{b_{CC}}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{c+}(\cdot)\right] - E\left[\Pi^{b_{CC}}(\cdot)\right] \\ = \; & -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A^3\alpha_P^2b^2}{(\alpha_A b-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)(b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A)}E^2\left[d(\theta)\right] \\ & + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{c+}(\cdot)\right] \geq E\left[\Pi^{b_{PC}}(\cdot)\right] \\ \Leftrightarrow \; & Var\left[d(\theta)\right] \\ & \geq \tfrac{\alpha_A^3\alpha_P^2b^3}{(\alpha_A b-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)(b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A)}E^2\left[d(\theta)\right]. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{c+}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{b_{PC}}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{c+}(\cdot)\right] - E\left[\Pi^{b_{PC}}(\cdot)\right] \\ = \; & -\tfrac{1}{2}\tfrac{\alpha_A^2\alpha_P^2\left(\alpha_A^2b^2-\alpha_A b+1\right)}{\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)(\alpha_A b-1)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)}E^2\left[d(\theta)\right] \\ & + \tfrac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{c+}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & \geq \quad \frac{\alpha_A^2\alpha_P^2 b\left(\alpha_A^2 b^2-\alpha_A b+1\right)}{\left(\alpha_A b-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$ gilt dabei

$$\begin{aligned} & \frac{\alpha_A^3\alpha_P^2 b^3}{\left(\alpha_A b-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)} \\ \geq \quad & \frac{\alpha_A^2\alpha_P^2 b\left(\alpha_A^2 b^2-\alpha_A b+1\right)}{\left(\alpha_A b-1\right)\left(b^2\alpha_P^2\alpha_A+b\alpha_A\alpha_P-\alpha_P-\alpha_A\right)\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)} \quad \geq \quad 0. \end{aligned}$$

Damit ist Satz 4.12 bewiesen.

Beweis zu Satz 4.13: Zentrale Planung vs. verhandelte Verrechungspreise

Die erwarteten Gesamterfolge betragen

$$\begin{aligned} E\left[\Pi^{b_{CC}}\left(\cdot\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A}{\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A} E^2\left[d\left(\theta\right)\right], \\ E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(\cdot\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_A\alpha_P(\alpha_P+\alpha_A)}{b\alpha_A\alpha_P(\alpha_A+\alpha_P)-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \qquad \text{und} \\ E\left[\Pi^{v}\left(\cdot\right)\right] &= \frac{1}{2}\frac{\alpha_P\alpha_A((\alpha_P+\alpha_A)b-1)}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ &\quad + \quad \frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{v}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{b_{CC}}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{v}\left(\cdot\right)\right] - E\left[\Pi^{b_{CC}}\left(\cdot\right)\right] \\ = \quad & -\frac{1}{2}\frac{\alpha_P^2\alpha_A^2 b}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_P b-1)(\alpha_A b-1)(\alpha_P\alpha_A b-\alpha_P-\alpha_A)} E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & + \frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{v}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & \geq \quad \frac{\alpha_P^2\alpha_A^2b^2}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_Pb-1)(\alpha_Ab-1)(\alpha_P\alpha_Ab-\alpha_P-\alpha_A)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

$E\left[\Pi^{c+}\right]$ **vs.** $E\left[\Pi^{b_{PC}}\right]$**:** Ein Vergleich der zu maximal zu erwartenden Gesamterfolge liefert

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{v}\left(\cdot\right)\right] - E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(\cdot\right)\right] \\ = \quad & -\frac{1}{2}\frac{\alpha_A^2\alpha_P^2}{\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_Ab-1)(\alpha_Pb-1)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & +\frac{Var[d(\theta)]}{2b}. \end{aligned}$$

es gilt also

$$\begin{aligned} & E\left[\Pi^{v}\left(\cdot\right)\right] \geq E\left[\Pi^{b_{PC}}\left(\cdot\right)\right] \\ \Leftrightarrow \quad & Var\left[d\left(\theta\right)\right] \\ & \geq \quad \frac{\alpha_A^2\alpha_P^2b}{\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_Ab-1)(\alpha_Pb-1)}E^2\left[d\left(\theta\right)\right]. \end{aligned}$$

Wegen $b > \frac{1}{\alpha_A} + \frac{1}{\alpha_P}$ gilt dabei

$$\begin{aligned} & \frac{\alpha_P^2\alpha_A^2b^2}{(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_Pb-1)(\alpha_Ab-1)(\alpha_P\alpha_Ab-\alpha_P-\alpha_A)} \\ \geq \quad & \frac{\alpha_A^2\alpha_P^2b}{\left(b\alpha_A\alpha_P^2+b\alpha_A^2\alpha_P-\alpha_A\alpha_P-\alpha_P^2-\alpha_A^2\right)(\alpha_P+\alpha_A)(\alpha_Ab-1)(\alpha_Pb-1)} \quad \geq \quad 0. \end{aligned}$$

Damit ist Satz 4.13 bewiesen.

Literaturverzeichnis

[Amershi und Cheng 1990] Amershi, Amin H. ; Cheng, Peter: Intrafirm Resource Allocation: The Economics of Transfer Pricing and Cost Allocations in Accounting. In: *Contemporary Accounting Research* 7 (1990), S. 61 – 99

[Anctil und Dutta 1999] Anctil, Regina M. ; Dutta, Sunil: Negotiated Transfer Pricing and Divisional vs. Firm-Wide Performance Evaluation. In: *The Accounting Review* 74 (1999), Nr. 1, S. 87 – 104

[Anthony und Govindarajan 2003] Anthony, Robert N. ; Govindarajan, Vijay: *Management Control Systems*. 11. Chicago : Irwin, 2003

[Arya u. a. 2000] Arya, Anil ; Fellingham, John ; Glover, Jonathan ; Sivaramakrishnan, K.: Capital Budgeting, the Hold-up Problem, and Information System Design. In: *Management Science* 46 (2000), Nr. 2, S. 205 – 216

[Baker 2002] Baker, George: Distortion and Risk in Optimal Incentive Contracts. In: *Journal of Human Resources* 37 (2002), Nr. 4, S. 728 – 751

[Baldenius 2000] Baldenius, Tim: Intrafirm Trade, Bargaining Power, and Specific Investments. In: *Review of Accounting Studies* 5 (2000), Nr. 1, S. 27 – 56

[Baldenius u. a. 2004] Baldenius, Tim ; Melumad, Nahum D. ; Reichelstein, Stefan: Integrating Managerial and Tax Objectives in Transfer Pricing. In: *The Accounting Review* 79 (2004), Nr. 3, S. 591 – 615

[Baldenius und Reichelstein 1998] Baldenius, Tim ; Reichelstein, Stefan: Alternative Verfahren zur Bestimmung innerbetrieblicher Verrechnungspreise. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 50 (1998), S. 236 – 259

[Baldenius und Reichelstein 2006] Baldenius, Tim ; Reichelstein, Stefan: External and Internal Pricing in Multidivisional Firms. In: *Journal of Accounting Research* 44 (2006), Nr. 1, S. 1 – 28

[Baldenius u. a. 1999] Baldenius, Tim ; Reichelstein, Stefan ; Sahay, Savita A.: Negotiated versus Cost-Based Transfer Pricing. In: *Review of Accounting Studies* 4 (1999), Nr. 2, S. 67 – 91

[Banker und Datar 1992] Banker, Rajiv D. ; Datar, Srikant M.: Optimal Transfer Pricing Under Postcontract Information. In: *Contemporary Accounting Research* 8 (1992), Nr. 2, S. 329 – 352

[Böckem u. a. 2004] Böckem, Sabine ; Lengsfeld, Stephan ; Schiller, Ulf: *Spieltheoretische Analyse der Verrechnungspreisgestaltung.* S. 241 – 268. In: Scherm, Ewald (Hrsg.) ; Pietsch, Gotthard (Hrsg.): *Controlling - Theorien und Konzeptionien.* München : Vahlen, 2004

[Böckem und Schiller 2004] Böckem, Sabine ; Schiller, Ulf: Transfer Pricing and Hold-Ups in Supply Chains. In: *German Economic Review* 5 (2004), Nr. 2, S. 211 – 230

[Beißel 2005] Beissel, Jörg: Verrechnungspreise und wertorientierte Konzernsteuerung bei der Deutschen Lufthansa AG. In: *Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis* 57 (2005), Nr. 2, S. 119 – 136

[Berndt 1991] Berndt, Ernst R.: *The practice of econometrics: classic and contemporary.* Reading : Addison-Wesley, 1991

[Billingsley 1995] Billingsley, Patrick: *Probability and Measure.* 3. New York : Wiley, 1995

[Borkowski 1999] Borkowski, Susan C.: International Managerial Performance Evaluation: A Five Country Comparison. In: *Journal of International Business Studies* 30 (1999), Nr. 3, S. 533 – 555

[Boyns u. a. 1999] Boyns, Trevor ; Edwards, John R. ; Emmanuel, Clive: A Longitudinal Study of the Determinants of Transfer Pricing change. In: *Management Accounting Research* 10 (1999), Nr. 2, S. 85 – 108

[Brüggelambert 2005] Brüggelambert, Gregor: Anmerkungen zur Theorie und Praxis der steuerlichen Gestaltung von Verrechnungspreisen - Abschließend erläutert am Beispiel der Henkel KGaA. In: *Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis* 57 (2005), Nr. 2, S. 176 – 200

[Brickley u. a. 2004] Brickley, James A. ; Smith, Clifford W. ; Zimmerman, Jerold L.: *Managerial Economics and Organizational Architecture*. 3. Boston : Irwin, 2004

[Camman 1929] Camman, Eric A.: Interdepartmental Profits. In: *Journal of Accountancy* 48 (1929), S. 37 – 44

[Casella und Berger 1990] Casella, George ; Berger, Roger L.: *Statistical Inference*. Belmont : Duxbury Press, 1990

[Chatterjee und Samuelson 1983] Chatterjee, Kalyan ; Samuelson, William: Bargaining under Incomplete Information. In: *Operations Research* 31 (1983), Nr. 5, S. 835 – 851

[Chenhall 2003] Chenhall, Robert: Management Control Systems Design Within its Organizational Context: Findings From Contingency-based Research and Directions for the Future. In: *Accounting, Organizations and Society* 28 (2003), Nr. 2, S. 127 – 168

[Coase 1937] Coase, Ronald H.: The Nature of the Firm. In: *Economica* 4 (1937), Nr. 16, S. 386 – 405

[Coenenberg 2003] Coenenberg, Adolf G.: *Kostenrechnung und Kostenanalyse*. 5. Stuttgart : Schäffer Poeschel, 2003

[Cook 1955] Cook, Paul W.: Decentralization and the Transfer-Price Problem. In: *Journal of Business* 28 (1955), Nr. 2, S. 87 – 94

[Eccles 1985] Eccles, Robert: *The Transfer Pricing Problem: A Theory for Practice*. Lexington : Lexington Books, 1985

[Edlin und Reichelstein 1995] Edlin, Aaron S. ; Reichelstein, Stefan: Specific Investment Under Negotiated Transfer Pricing: An Efficiency Result. In: *Accounting Review* 70 (1995), Nr. 2, S. 275 – 291

[Edlin und Reichelstein 1996] Edlin, Aaron S. ; Reichelstein, Stefan: Holdups, Standard Breach Remedies, and Optimal Investment. In: *American Economic Review* 86 (1996), Nr. 3, S. 478 – 501

[Emmanuel und Mehafdi 1994] Emmanuel, Clive ; Mehafdi, Messaoud: *Transfer Pricing*. London : Academic Press, 1994

[Epstein und Manzoni 1998] Epstein, Marc ; Manzoni, Jean-Francois: Implementing Corporate Strategy: From Tableaux de Bord to Balanced Scorecards. In: *European Management Journal* 16 (1998), Nr. 2, S. 190 – 203

[Ernst & Young 2005] Ernst & Young: *2005 - 2006 Global Transfer Pricing Survey - Global Transfer Pricing Trends, Practices, and Analysis, November 2005*. ey.com/transferpricingsurvey. 2005

[Ewert und Wagenhofer 2005] Ewert, Ralf ; Wagenhofer, Alfred: *Interne Unternehmensrechnung*. 6. Berlin : Springer, 2005

[Feinschreiber 2004] Feinschreiber, Robert: *Transfer Pricing Methods*. Hoboken : Wiley, 2004

[Fudenberg und Tirole 1991] Fudenberg, Drew ; Tirole, Jean: *Game Theory*. Cambridge : MIT Press, 1991

[Galambos 1995] Galambos, Janos: *Advanced Probability Theory*. 2. New York : Dekker, 1995

[Gibbons 1992] Gibbons, Robert: *A Primer in Game Theory*. New York : Harvester Wheatsheaf, 1992

[Gnedenko 1991] Gnedenko, Boris V.: *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie*. Berlin : Akademie-Verlag, 1991

[Grabski 1985] Grabski, Severin V.: Transfer Pricing in Complex Organizations: A Review and Integration of Recent Empirical and Analytical Research. In: *Journal of Accounting Literature* 4 (1985), S. 33 – 71

[Greene 1993] Greene, William H.: *Econometric Analysis*. 3. New Jersey : Pearson Education International, 1993

[Grossman und Hart 1986] Grossman, Sanford J. ; Hart, Oliver D.: The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration. In: *Journal of Political Economy* 94 (1986), Nr. 4, S. 691 – 719

[Güth 1992] Güth, Werner: *Spieltheorie und ökonomisch (Bei)Spiele*. Berlin : Springer, 1992

[Göx und Schiller 2007] Göx, Robert F. ; Schiller, Ulf: *An Economic Perspective on Transfer Pricing*. S. 673 – 695. In: Chapman, Christopher S. (Hrsg.) ;

HOPWOOD, Anthony G. (Hrsg.) ; SHIELDS, Michael D. (Hrsg.): *Handbook of Management Accounting Research (Vol. 2).* Amsterdam : Elsevier, 2007

[Hansen 1993] HANSEN, Gerd: *Quantitative Wirtschaftsforschung.* München : Vahlen, 1993

[Harris u. a. 1982] HARRIS, M. ; KRIEBEL, C. H. ; RAVIV, A.: Asymmetric Information, Incentives and Intrafirm Resource Allocation. In: *Management Science* 28 (1982), Nr. 6, S. 604 – 620

[Hart 1996] HART, Oliver D.: *Firms, Contracts, and Financial Structure.* Oxford : Clarendon Press, 1996

[Hartung u. a. 1995] HARTUNG, Joachim ; ELPELT, Bärbel ; KLÖSENER, Karl-Heinz: *Statistik.* 10. München : Oldenbourg, 1995

[Hax 1965] HAX, Herbert: *Die Koordination von Entscheidungen - ein Beitrag zur betriebswirtschaftlichen Organisationslehre.* Köln : Heymann, 1965

[Heuser 2004] HEUSER, Harro: *Lehrbuch der Analysis - Teil 2.* 13. Stuttgart : Teubner, 2004

[Heuser 2006] HEUSER, Harro: *Lehrbuch der Analysis - Teil 1.* 16. Stuttgart : Teubner, 2006

[Hirshleifer 1956] HIRSHLEIFER, Jack: On the Economics of Transfer Pricing. In: *The Journal of Business* 29 (1956), Nr. 3, S. 172 – 184

[Hofmann und Pfeiffer 2003] HOFMANN, Christian ; PFEIFFER, Thomas: Kongruenz und Divergenz von Erfolgsrechnungen für Planungs- und Steuerungszwecke. In: *Wirtschaftswissenschaftliches Studium* 2003 (2003), Nr. 7, S. 389 – 393

[Hofmann und Pfeiffer 2006] HOFMANN, Christian ; PFEIFFER, Thomas: Verfügungsrechte und spezifische Investitionen: Steuerung über Budgets oder Verrechnungspreise? In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 58 (2006), Nr. 4, S. 426 – 454

[Holler und Illig 1996] HOLLER, Manfred J. ; ILLIG, Gerhard: *Einführung in die Spieltheorie.* Berlin : Springer, 1996

[Holmström und Tirole 1989] HOLMSTRÖM, Bengt R. ; TIROLE, Jean: *The Theory of the Firm.* Bd. 1. S. 61 – 133. In: SCHMALENSEE, Richard (Hrsg.) ; WILLIG,

Robert (Hrsg.): *Handbook of Industrial Organization* Bd. 1. Amsterdam : Elsevier Press, 1989

[Holmström und Tirole 1991] Holmström, Bengt R. ; Tirole, Jean: Transfer Pricing and Organizational Form. In: *Journal of Law, Economics and Organization* 7 (1991), Nr. 2, S. 201 – 228

[Hope und Fraser 2003] Hope, Jeremy ; Fraser, Robin: *Beyond Budgeting: How Managers Can Break Free from the Annual Performance Trap*. Boston : Harvard Business School Press, 2003

[Horngren u. a. 2006] Horngren, Charles T. ; Datar, Srikant M. ; Foster, George: *Cost Accounting - A Managerial Emphasis*. 12. Upper Saddle River : Pearson, 2006

[Hyde und Choe 2005] Hyde, Charles E. ; Choe, Chongwoo: Keeping Two Sets of Books: The Relationship Beween Tax and Incentive Transfer Prices. In: *Journal of Economics and Management Strategy* 14 (2005), Nr. 1, S. 165 – 186

[Karr 1993] Karr, Alan F.: *Probability*. New York : Springer, 1993

[Korn u. a. 2001] Korn, Evelyn ; Lengsfeld, Stephan ; Schiller, Ulf: *Controlling*. S. 377 – 427. In: Jost, Peter-J. (Hrsg.): *Die Spieltheorie in der Betriebswirtschaftslehre*. Stuttgart : Schäffer-Poeschel, 2001

[Krengel 2000] Krengel, Ulrich: *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik*. 5. Braunschweig : Vieweg, 2000

[Laux und Liermann 2005] Laux, Helmut ; Liermann, Felix: *Grundlagen der Organisation: Die Steuerung von Entscheidungen als Grundproblem der Betriebswirtschaftslehre*. Berlin : Springer, 2005

[Lengsfeld 2005] Lengsfeld, Stephan: Verrechnungspreise und Organisationsstrukturen in multinationalen Unternehmen - Zum Erkenntnisstand formaltheoretischer Analysen. In: *Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis* 57 (2005), Nr. 2, S. 137 – 155

[Lengsfeld 2006] Lengsfeld, Stephan: Anreizwirkungen kostenbasierter Verrechnungspreise und die Vergabe von Verfügungsrechten für Investitionen. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 58 (2006), Nr. 4, S. 426 – 454

[Lengsfeld und Schiller 2004] Lengsfeld, Stephan ; Schiller, Ulf: *Transfer Pricing Based on Actual versus Standard Costs*. 2004. – Arbeitspapier

[Luft und Shields 2003] Luft, Joan ; Shields, Michael D.: Mapping Management Accounting: Graphics and Guidelines for Theory-consistent Empirical Research. In: *Accounting, Organizations and Society* 28 (2003), Nr. 2, S. 169 – 249

[Macho u. a. 2007] Macho, Roland ; Steiner, Gerhard ; Ruess, Stefan: *Verrechnungspreise kompakt - Transfer Pricing in der Gestaltungs- und Prüfungspraxis*. Wien : Linde, 2007

[Mankiw 1999] Mankiw, N. G.: *Grundzüge der Volkswirtschaftslehre*. Stuttgart : Schäffer-Poeschel, 1999

[Martini 2007] Martini, Jan T.: *Verrechnungspreise zur Koordination und Erfolgsermittlung*. Wiesbaden : Deutscher Universitäts-Verlag, 2007

[Mas-Colell u. a. 1995] Mas-Colell, Andreu ; Whinston, Michael D. ; Green, Jerry R.: *Microeconomic Theory*. New York : Oxford University Press, 1995

[McAulay und Tomkins 1992] McAulay, L. ; Tomkins, C. R.: A Review of the Contemporary Transfer Pricing Literature with Recommendations for Future Research. In: *British Journal of Management* 3 (1992), Nr. 2, S. 101 – 122

[Melumad u. a. 1992] Melumad, Nahum D. ; Mookherjee, Dilip ; Reichelstein, Stefan: A Theory of Responsibility Centers. In: *Journal of Accounting and Economics* 15 (1992), Nr. 4, S. 445 – 484

[Melumad u. a. 1995] Melumad, Nahum D. ; Mookherjee, Dilip ; Reichelstein, Stefan: Hierarchical Decentralization of Incentive Contracts. In: *RAND Journal of Economics* 26 (1995), Nr. 4, S. 654 – 672

[Merchant und Shields 1993] Merchant, Kenneth A. ; Shields, Michael D.: Commentary on When and Why to Measure Costs Less Accurately to Improve Decision Making. In: *Accounting Horizons* 7 (1993), Nr. 2, S. 76 – 81

[METAGroup 2001] METAGroup: The Impact of OS/Platform Selection on the Cost of ERP Implementation, Use and Management / METAGroup. 2001. – Forschungsbericht

[Milgrom und Roberts 1992] Milgrom, Paul ; Roberts, John: *Economics, Organization and Management*. New Jersey : Prentice Hall, 1992

[Myerson 1979] Myerson, Roger B.: Incentive Compatibility and the Bargaining Problem. In: *Econometrica* 47 (1979), Nr. 1, S. 61 – 74

[Neus 1997] Neus, Werner: Verrechnungspreise - Rekonstruktion des Marktes innerhalb der Unternehmung? In: *Die Betriebswirtschaft* 57 (1997), Nr. 1, S. 38 – 47

[OECD 1996] OECD: *Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations*. Paris : OECD Publishing, 1996. – (Update March 1996)

[Osborn und Rubinstein 1994] Osborn, Martin J. ; Rubinstein, Ariel: *A Course in Game Theory*. Cambridge : MIT Press, 1994

[Patel und Read 1996] Patel, Jagdish K. ; Read, Campbell B.: *Handbook of the Normal Distribution*. New York : Marcel Dekker, 1996

[Pelster 2007] Pelster, Clemens: *Das Controllability-Prinzip im Spannungsfeld von Theorie und Praxis. Eine empirische Untersuchung zur Verantwortung von Managern*. Wiesbaden : Deutscher Universitätsverlag, 2007

[Pfaff und Pfeiffer 2001] Pfaff, Dieter ; Pfeiffer, Thomas: *Controlling*. S. 359 – 394. In: Jost, Peter-Jürgen (Hrsg.): *Die Prinzipal-Agenten-Theorie in der Betriebswirtschaftslehre*. Stuttgart : Schäffer-Poeschel, 2001

[Pfaff und Pfeiffer 2004] Pfaff, Dieter ; Pfeiffer, Thomas: Verrechnungspreise und ihre formaltheoretische Analyse: Zum State of the Art. In: *Die Betriebswirtschaft* 64 (2004), Nr. 3, S. 296 – 319

[Pfeiffer 2002] Pfeiffer, Thomas: Kostenbasierte oder verhandlungsorientierte Verrechnungspreise? Weiterführende Überlegungen zur Leistungsfähigkeit der Verfahren. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 72 (2002), Nr. 12, S. 1269 – 1296

[Pfeiffer 2003] Pfeiffer, Thomas: *Corporate-Governance-Strukturen interner Märkte*. Wiesbaden : Deutscher Universitäts-Verlag, 2003

[Pfeiffer 2004] Pfeiffer, Thomas: The Value of Information in the Hold-Up Problem. In: *German Economic Review* 5 (2004), Nr. 2, S. 177 – 203

[Pfeiffer u. a. 2007] Pfeiffer, Thomas ; Lengsfeld, Stephan ; Schiller, Ulf ; Wagner, Joachim: *Cost Based Transfer Pricing*. 2007. – Arbeitspapier – `http://ssrn.com/abstract=1024112`

[Pfeiffer und Wagner 2007a] Pfeiffer, Thomas ; Wagner, Joachim: Internal Markets or Hierachies: Transfer Prices or Budgets? In: *Journal of Economics and Business* 59 (2007), Nr. 3, S. 241 – 255

[Pfeiffer und Wagner 2007b] Pfeiffer, Thomas ; Wagner, Joachim: Die Rekonstruktion interner Märkte, das Dilemma der pretialen Lenkung und spezifische Investitionsprobleme. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 59 (2007), Nr. 8, S. 958 – 981

[Pindyck 2003] Pindyck, Robert S.: *Mikroökonomie.* München : Pearson Studium, 2003

[Rice 1995] Rice, John A.: *Mathematical Statistics and Data Analysis.* Belmont : Duxbury Press, 1995

[Roth 1995] Roth, Alvin E.: *Bargaining Experiments.* Kap. 4, S. 253 – 348. In: Kagel, John H. (Hrsg.) ; Roth, Alvin E. (Hrsg.): *Handbook of Experimental Economics.* Princeton : Princeton University, 1995

[Sahay 2003] Sahay, Savita A.: Transfer Pricing Based on Actual Cost. In: *Journal of Management Accounting Research* 15 (2003), S. 177 – 192

[Schmalenbach 1909] Schmalenbach, Eugen: Über Verrechnungspreise. In: *Zeitschrift für Handelswissenschaftliche Forschung* 3 (1909), S. 165 – 185

[Schmalenbach 1947] Schmalenbach, Eugen: *Pretiale Wirtschaftslenkung - Band 1: Die optimale Geltungszahl.* Bremen-Horn : Industrie- und Handelsverlag Walter Dorn, 1947

[Schmalenbach 1948] Schmalenbach, Eugen: *Pretiale Wirtschaftslenkung - Band 2: Pretiale Lenkung des Betriebes.* Bremen-Horn : Industrie- und Handelsverlag Walter Dorn, 1948

[Schmid und Trede 2006] Schmid, Friedrich ; Trede, Mark: *Finanzmarktstatistik.* Berlin : Springer, 2006

[Schweizer 1999] Schweizer, Urs: *Vertragstheorie.* Tübingen : Mohr Siebeck, 1999

[Shiryaev 1996] Shiryaev, Albert N.: *Probability.* New York : Springer, 1996

[Steyer 2003] Steyer, Rolf: *Wahrscheinlichkeit und Regression.* Berlin : Springer, 2003

[Sutton 1987] Sutton, John: Bargaining Experiments. In: *European Economic Review* 31 (1987), Nr. 2, S. 272 – 284

[Tang 1997] Tang, Roger: *Intrafirm Trade and Global Transfer Pricing Regulations*. Westport : Quorum Books, 1997

[Trost 1998] Trost, Stefan: *Koordination mit Verrechnungspreisen*. Wiesbaden : Deutscher Universitäts-Verlag, 1998

[Vaysman 1996] Vaysman, Igor: A Model of Cost-based Transfer Pricing. In: *Review of Accounting Studies* 1 (1996), Nr. 2, S. 73 – 108

[Wagenhofer 1994] Wagenhofer, Alfred: Transfer Pricing Under Asymmetric Information - An Evaluation of Alternative Methods. In: *European Accounting Review* 3 (1994), Nr. 1, S. 71 – 103

[Weitzman 1974] Weitzman, Martin L.: Prices vs. Quantities. In: *The Review of Economic Studies* 41 (1974), Nr. 4, S. 477 – 491

[Wilks 1963] Wilks, Samuel S.: *Mathematical Statistics*. 2. New York : Wiley, 1963

[Williamson 1967] Williamson, Oliver E.: Hierarchical Control and Optimum Firm Size. In: *The Journal of Political Economy* 75 (1967), Nr. 2, S. 123 – 138

[Williamson 1983] Williamson, Oliver E.: *Markets and Hierarchies - Analysis and Antitrust Implications*. New York : The Free Press, 1983

[Williamson 1985] Williamson, Oliver E.: *The Economic Institutions of Capitalism*. New York : The Free Press, 1985

[Winker 1997] Winker, Peter: *Empirische Wirtschaftsforschung*. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 1997 (Springer-Lehrbuch)

[Zimmerman 2003] Zimmerman, Jerold: *Accounting for Decision Making and Control*. 4. Boston : McGraw-Hill/Irwin, 2003

[Zingales 1998] Zingales, Luigi: *Corporate Governance*. S. 497 – 503. In: Newman, Peter (Hrsg.): *The New Palgrave Dictionary of Economics and the Law*. London : Macmillan, 1998

Zusammenfassung

Bereits seit Beginn des letzten Jahrhunderts wird in der betriebswirtschaftlichen Fachliteratur die Frage nach der adäquaten Ausgestaltung von Mechanismen zur Unternehmenssteuerung nachgedacht.

Schon von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956) wurde die Frage diskutiert, ob das Unternehmen eher zentral durch Vorgaben der Unternehmensführung oder dezentral durch Entscheidungen einzelner Unternehmensbereiche gesteuert werden sollte. Im von Schmalenbach (1909) und Hirshleifer (1956) untersuchten Modellrahmen wurde dabei jedoch die Äquivalenz von zentraler Planung über Mengenvorgaben und dezentraler Steuerung über Verrechnungspreise gezeigt. Dieses Dilemma der pretialen Lenkung konnte auch durch agency-theoretische Analysen, welche auf diesen neoklassischen Untersuchungen aufbauen, nicht adäquat gelöst werden. Die vorliegende Arbeit untersucht erneut dieses Dilemma der pretialen Lenkung in einer Welt unvollständiger Verträge. Dabei wird auf dem schon von Baldenius und Reichelstein (1998) und Baldenius u. a. (1999) adaptierten Modellrahmen aufgebaut. Es wird gezeigt, dass eine zentrale Mengenplanung im Vergleich zu einer dezentralen Steuerung mit Verrechnungspreisen überlegen ist, wenn eine hinreichend positive Korrelation zwischen Kosten- und Erlösentwicklung besteht. Das bisher in der Diskussion vernachlässigte Verhältnis der Märkte, auf denen das Unternehmen agiert, rückt damit in den Mittelpunkt der Überlegungen.

Neben dieser grundlegenden Fragestellung soll dem Missstand Rechnung getragen werden, dass es in der aktuellen Verrechnungspreisliteratur an einer Übersicht über die gängigen in Theorie und Praxis betrachteten Transferpreismechanismen mangelt. Dazu werden die gebräuchlichsten Verfahren an einen einheitlichen Modellrahmen angepasst, untersucht und miteinander verglichen. Schon vorhandene Vergleiche in der Literatur werden dabei berücksichtigt. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Entscheidung, welcher Steuerungsmechanismus implementiert werden sollte, im Spannungsfeld zwischen optimaler Informationsverarbeitung und akkurater Investitionsanreize getroffen werden muss.

Abstract

The question how to design an appropriate mechanism for corporate management has already been discussed in literature since the beginning of the last century.

The question how to design an appropriate mechanism for corporate management has already been discussed in literature since the beginning of the last century.

Even Schmalenbach (1909) and Hirshleifer (1956) have been discussing the question of whether the company should be controlled more centrally by the company's management or decentrally by individual divisions. Within the model framework, considered by Schmalenbach (1909) and Hirshleifer (1956), the equivalence of both mechanisms, central planning and decentralized decision making, was demonstrated. But even some agency-theoretical analysis, building upon these neoclassical investigations, could not adequately resolve this dilemma of pretial control either. This paper examines again the dilemma of pretial control in a world of incomplete contracts by building on the model framework already adapted by Baldenius and Reichelstein (1998) and Baldenius et al. (1999). It is shown that a central planning outperforms decentralized decisions achieved by transfer pricing, if a sufficiently positive correlation between costs and revenues is observed. This relationship between the company's outside markets has been neglected in the discussion up to now.

Apart from this fundamental question this paper takes another important aspect into account. The current literature is lacking an overview of the current transfer pricing mechanisms considered in theory and practice. In order to take account of these questions the most common mechanisms are adapted to a consistent model framework. Within this framework the mechanisms are examined, explained and compared with each and comparisons that are already available in literature are taken into consideration. The results show that the decision on which control mechanism to implement has to be made by considering optimal information processing and accurate investment incentives.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Joachim Wagner

E-Mail: Joachim.Wagner@UniVie.ac.at

Studium

2004 - 2008	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Controlling der Universität Wien
2004 - 2008	Doktoratsstudium der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften an der Universität Wien
2000 - 2004	Studentischer Mitarbeiter an der Universität Ulm.
1999 - 2004	Studium der Wirtschaftsmathematik an der Universität Ulm Abschluss: Diplom-Wirtschaftsmathematiker (Note „sehr gut“)
1990 - 1999	Hildegardis-Schule Bochum Abschluss: Abitur (Note 1,9)

Veröffentlichungen

Pfeiffer, Thomas ; Lengsfeld, Stephan ; Schiller, Ulf ; Wagner, Joachim: Cost Based Transfer Pricing. 2007. - Unveröffentlichtes Arbeitspapier - http://ssrn.com/abstract=1024112

Pfeiffer, Thomas ; Wagner, Joachim: Internal markets or hierachies: Transfer prices or budgets? In: Journal of Economics and Business 59 (2007), Nr. 3, S. 241 - 255

Pfeiffer, Thomas ; Wagner, Joachim: Die Rekonstruktion eines Marktes innerhalb der Unternehmung und die Interaktion externer Märkte - Das Dilemma der pretialen Lenkung bei unvollständiger Information. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium - Zeitschrift für Ausbildung und Hochschulkontakt 9 (2007), S. 448 - 454

Pfeiffer, Thomas ; Wagner, Joachim: Die Rekonstruktion interner Märkte, das Dilemma der pretialen Lenkung und spezifische Investitionsprobleme. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 59 (2007), Nr. 8, S. 958 - 981

Wagner, Joachim: Ausbildung und Einkommen in Ost- und Westdeutschland. Eine empirische Analyse anhand des sozioökonomischen Panels. Saarbrücken : Verlag Dr. Müller, 2007. - Zugleich Diplomarbeit

Vorträge

2007	Jahrestagung der GOR Society, Saarbrücken
2005	Jahrestagung der EURO Working Group on Distributed Decision Making, Insbruck
2004 - 2007	Vorträge vor internationalen Gästen am Lehrstuhl für Controlling, Wien

Lehre

Leiter der Veranstaltung „Spreadsheet Accounting“ (gemeinsam mit Beatrix Schönthaler, Paul Legerer oder Johannes Dietrich) im Wintersemester 05/06, Sommersemester 06, Sommersemester 07 und Sommersemester 08

Leiter der Veranstaltung „Instrumente des Controlling“ (gemeinsam mit Johannes Dietrich) im Sommersemester 08

Mitarbeit bei den Lehrveranstaltungen „Wertorientierte Unternehmenssteuerung“, „Anreizsysteme“, „Seminar Controlling“ und

„Controlling mit SAP“ von Wintersemester 04/05 bis Sommersemester 08

Tutor zur Veranstaltung „Allgemeine Informatik“ von Wintersemester 99/00 bis Sommersemester 04

Wien, im Februar 2008