6 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden Modelle entwickelt, mittels derer für Supply Chains verschiedener Kettenlängen optimale Preis- und/oder Mengenkombinationen hinsichtlich der Deckungsbeitragsmaximierung unter verschiedenen Modellannahmen ermittelt wurden. Den Modellen lagen die folgenden wesentlichen Unterscheidungen zugrunde:

- lineare Nachfragefunktion gegenüber multiplikativer Nachfragefunktion und
- innerhalb der Betrachtung von linearer und multiplikativer Nachfragefunktion jeweils zwischen deterministischer und stochastischer Marktnachfrage.

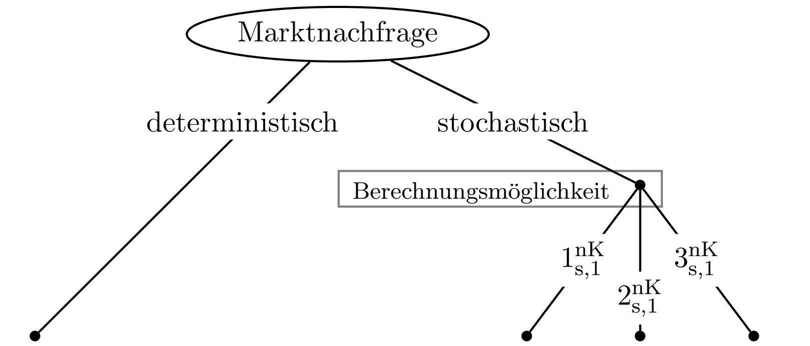
Zunächst wurde eine einstufige Supply Chain (integriertes Unternehmen) betrachtet, um in die Problematik einzuführen. Dabei wurde jeweils für eine lineare und eine multiplikative Nachfragefunktion bei einer deterministischen Marktnachfrage ein Modell vorgestellt, mit dem die optimale Preis-/Mengenkombination eines Herstellers bestimmt werden kann, der seine Produkte direkt an die Konsumenten verkauft. Das Modell wurde zum einen algebraisch gelöst, zum anderen wurde es beispielhaft illustriert.

In gleicher Weise wurde sodann für die einstufige Supply Chain eine stochastische Marktnachfrage betrachtet. Dazu wurde das deterministische Modell um Nachfrageschocks erweitert, die die Unsicherheit der stochastischen Marktnachfrage darstellen. Des Weiteren wurden Strafkosten für die Beseitigung von Restposten und für den Ausgleich von Fehlmengen eingeführt. Für die Lösung des stochastischen Modells wurden drei Berechnungsmöglichkeiten betrachtet, um aufbauend auf dem deterministischen Modell sukzessive zur Modellformulierung bei einer stochastischen Marktnachfrage zu gelangen. Die Berechnungsmöglichkeiten sind hier noch einmal aufgeführt:

- Berechnungsmöglichkeit $1_{\mathrm{s},1}^{\mathrm{nK}}$: Berechnung von optimalem Preis und optimaler Menge unter Vernachlässigung der Unsicherheit;
- Berechnungsmöglichkeit $2_{\mathrm{s},1}^{\mathrm{nK}}$: Berechnung der optimalen Menge bei einem exogen gegebenen Preis;
- Berechnungsmöglichkeit $3_{\mathrm{s},1}^{\mathrm{nK}}$: Berechnung des optimalen Preises und der optimalen Menge.

Die Berechnungsmöglichkeiten wurden auch deshalb gewählt, um die jeweils daraus resultierenden Ergebnisse vergleichen und Rückschlüsse auf die Anwendbarkeit der einzelnen Berechnungsmöglichkeiten ziehen zu können.

Die sich für eine einstufige Supply Chain aus der deterministischen und der stochastischen Marktnachfrage sowie der angewandten Berechnungsmöglichkeiten ergebenden (Modell-)Alternativen werden in Abb. 6.1 als Baum grafisch dargestellt.[700] Diese gelten sowohl für eine lineare als auch für eine multiplikative Nachfragefunktion. In Abb. 6.1 werden weiterhin werden die Berechnungsmöglichkeiten durch Haken markiert, die für den Hersteller bei einer deterministischen bzw. bei einer stochastischen Marktnachfrage sowie bei einer linearen bzw. bei einer multiplikativen Nachfragefunktionen vorzugswürdig wären.



Stufe	Nachfrage-funktion	deterministisch	$1^{nK}_{s,1}$	$2^{nK}_{s,1}$	$3^{nK}_{s,1}$
1 (Hersteller)	linear	✓		✓	✓
	multiplikativ	✓			✓

Abb. 6.1: Baumstruktur einer eingliedrigen Kette für eine lineare und eine multiplikative Nachfragefunktion mit Darstellung der vorzugswürdigen Berechnungsmöglichkeiten

Da bei einer deterministischen Marknachfrage nur eine Lösungsmöglichkeit für das Modell vorgestellt wurde, gibt es hier nur einen Endknoten. Der Hersteller wird deshalb sowohl bei einer linearen als auch bei einer multiplikativen Nachfragefunktion diesen Lösungsweg wählen.

Bei einer stochastischen Marktnachfrage, bei der drei verschiedene Berechnungsmöglichkeiten vorgestellt wurden, konnte nur für Berechnungsmöglichkeit $1^{nK}_{s,1}$ eine vollständige algebraische Lösung angegeben werden. Es wurden deshalb für jede der drei Berechnungsmöglichkeiten und jeweils für eine lineare und eine multiplikative Nachfragefunktion sechs numerische Beispiele mit unterschiedlichen Parameterwerten gewählt. Jeder der verwendeten Parameterwerte sollte die Auswirkungen der Veränderung eines bestimmten Faktors auf das Ergebnis der jeweiligen Berechnungsmöglichkeit illustrieren.

Abhängig von der betrachteten Nachfragefunktion konnten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden: Im Vergleich zur Berechnungsmöglichkeit $1^{nK}_{s,1}$ konnten für eine lineare Nachfragefunktion für die Berechnungsmöglichkeiten $2^{nK}_{s,1}$ und $3^{nK}_{s,1}$ nahezu gleich hohe Deckungsbeitragssteigerungen erreicht werden, die abhängig vom gewählten Beispiel zwischen 0,01 % und 7,58 % betrugen. Bei einer multiplikativen Nachfragefunktion hingegen unterschieden sich

[700] Jede bearbeitete Alternative wird durch einen Endknoten repräsentiert.

die Deckungsbeitragssteigerungen in Abhängigkeit von der angewandten Berechnungsmöglichkeit. Hier konnte für jedes Beispiel durch Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},1}$ der höchste Deckungsbeitrag erzielt werden, der bis zu 36 % höher war als bei Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},1}$. Die für den Hersteller jeweils zu wählende Berechnungsmöglichkeit ist für beide Nachfragefunktionen in Abb. 6.1 durch einen Haken dargestellt.

Aufbauend auf einer Supply Chain mit der Länge $L = 1$ wurde sodann in gleicher Weise eine Kette mit der Länge $L = 2$ untersucht. Da die Kette nun aus zwei Stufen besteht, musste bezüglich der Informationsverfügbarkeit zwischen lokal und global verfügbaren Informationen unterschieden werden.[701] Bei global verfügbaren Informationen wurde zudem danach differenziert, ob die Kettenglieder eine Kooperation eingehen oder nicht. In Abb. 6.2 ist der daraus resultierende Baum mit den betrachteten Berechnungsmöglichkeiten dargestellt.

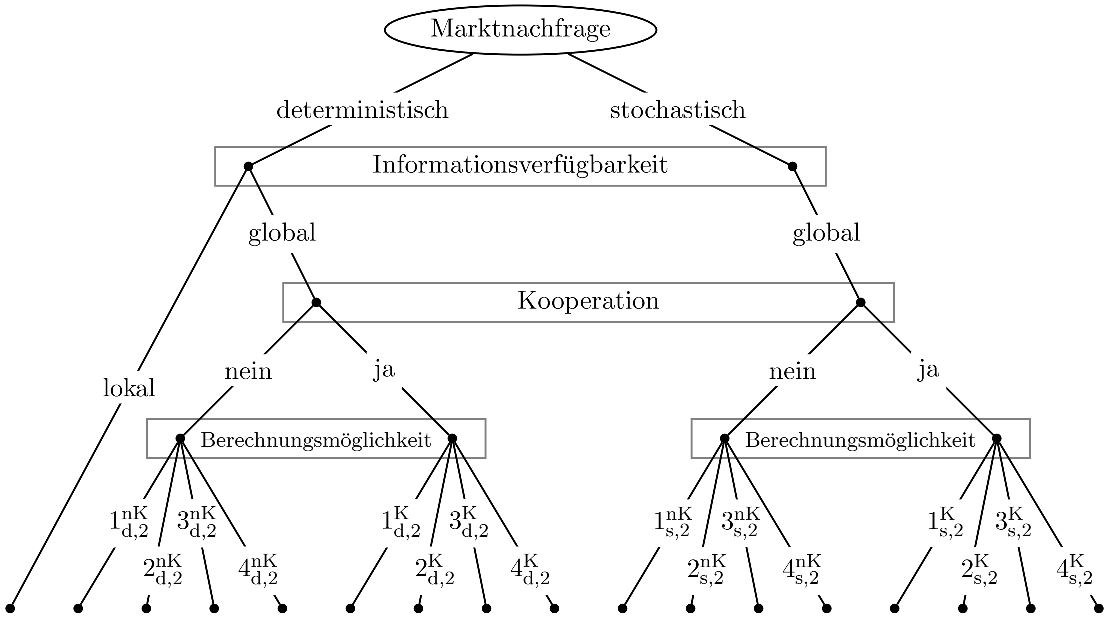


Abb. 6.2: Baumstruktur einer zweigliedrigen Kette für eine lineare und eine multiplikative Nachfragefunktion

Um die Stärke der Verhandlungsposition jeder einzelnen Stufe innerhalb der Kette berücksichtigen zu können, wurde für jede Stufe ein neuer Parameter Π_i^{Min}, $i \in [1, L]$, eingeführt. Dieser drückt die Stärke der Verhandlungsposition durch den geforderten Mindestgewinn eines Kettengliedes aus.

Bei einer deterministischen Marktnachfrage und globaler Informationsverfügbarkeit wurden für eine nicht-kooperative Kette vier Berechnungsmöglichkeiten betrachtet:

- Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{d},2}$: Hersteller und Händler bestimmen jeder für sich den optimalen Preis und die optimale Menge.

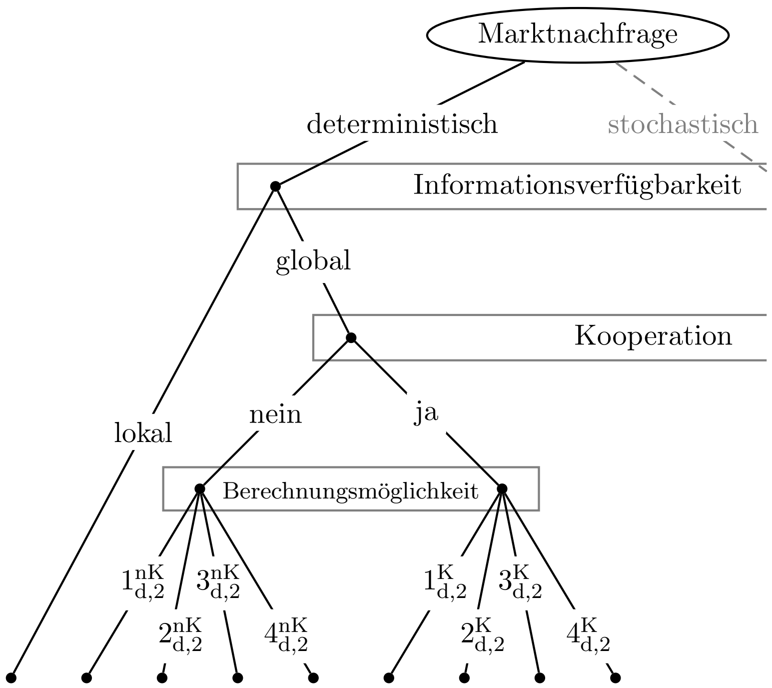
[701] Es wurde in dieser Arbeit nur bei einer deterministischen Marktnachfrage zwischen lokal und global verfügbarer Information unterschieden. Zwar gibt es auch bei einer stochastischen Marktnachfrage lokale und globale Informationen, der Einfachheit halber wurde hier nur die globale Informationsverfügbarkeit betrachtet, da bereits die Berechnungen bei der deterministischen Marktnachfrage zeigten, dass Hersteller und Händler keinen direkten Einfluss auf die Optimierung ihres Deckungsbeitrags haben.

- Berechnungsmöglichkeit $2^{nK}_{d,2}$: Der Händler berechnet die optimale Menge bei einem vorgegebenen Verkaufspreis. Der Hersteller bestimmt seinen optimalen Preis und die optimale Menge.

- Berechnungsmöglichkeit $3^{nK}_{d,2}$: Der Hersteller legt den Verkaufspreis des Händlers fest. Der Händler bestimmt die optimale Menge. Anschließend berechnet der Hersteller seinen optimalen Preis und seine optimale Menge.

- Berechnungsmöglichkeit $4^{nK}_{d,2}$: Der Hersteller bestimmt seinen Verkaufspreis und den Verkaufspreis des Händlers. Der Händler legt die optimale Menge fest.

Jede der genannten Berechnungsmöglichkeiten wurde sowohl für eine lineare als auch für eine multiplikative Nachfragefunktion algebraisch gelöst und beispielhaft illustriert. Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass sowohl bei einer linearen als auch bei einer multiplikativen Nachfragefunktion für jede Stufe der Kette wenigstens einer Berechnungsmöglichkeit der Vorzug zu geben ist, wie Abb. 6.3 zeigt.



Stufe	Nachfrage-funktion	lokal	$1^{nK}_{d,2}$	$2^{nK}_{d,2}$	$3^{nK}_{d,2}$	$4^{nK}_{d,2}$	$1^{K}_{d,2}$	$2^{K}_{d,2}$	$3^{K}_{d,2}$	$4^{K}_{d,2}$
1 (Hersteller)	linear	✓			✓	✓	✓			
	multiplikativ	✓			✓	✓	✓			
2 (Händler)	linear	✓	✓				✓			
	multiplikativ	✓	✓				✓			
gesamte Kette	linear	✓			✓	✓	✓			
	multiplikativ	✓			✓	✓	✓			

Abb. 6.3: Bevorzugte Berechnungsmöglichkeiten einer zweigliedrigen Kette bei einer deterministischen Marktnachfrage sowie linearer und multiplikativer Nachfragefunktion

Der Hersteller wird den höchsten Deckungsbeitrag immer dann erzielen, wenn er den optimalen Preis p_M^* anhand der Berechnungsmöglichkeiten $3_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{nK}}$ oder $4_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{nK}}$ bestimmt. Der Händler hingegen bevorzugt für beide Nachfragefunktionen Berechnungsmöglichkeit $1_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{nK}}$, da alle anderen Berechnungsmöglichkeiten für ihn einen niedrigeren Deckungsbeitrag generieren würden. Weil der Deckungsbeitragszuwachs des Herstellers für die Berechnungsmöglichkeiten $3_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{nK}}$ und $4_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{nK}}$ höher ist als der Deckungsbeitragsverlust des Händlers, wird der höchste Gesamtdeckungsbeitrag bei den Berechnungsmöglichkeiten $3_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{nK}}$ und $4_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{nK}}$ erzielt. Ausgehend von den Ergebnissen der Nicht-Kooperation wurde sodann der Fall der Kooperation betrachtet. Die Ergebnisse der vier Berechnungsmöglichkeiten für den Fall der Nicht-Kooperation dienten hierbei als Basis und wurden daraufhin untersucht, ob und inwiefern sich Hersteller und Händler durch eine Kooperation besser stellen würden. Dabei wurde unterstellt, dass jede Stufe wenigstens den Deckungsbeitrag erhalten will, den sie auch bei Nicht-Kooperation erhalten hätte. Zusätzlich wurden anfallende Kooperationskosten berücksichtigt.

Die betrachteten Berechnungsmöglichkeiten wurden dabei wie folgt auf den Fall der Kooperation angepasst:

- Berechnungsmöglichkeit $1_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{K}}$: Hersteller und Händler legen gemeinsam den optimalen Verkaufspreis und die optimale Verkaufsmenge fest, um so den Gesamtdeckungsbeitrag zu maximieren. Der Hersteller legt anschließend den Preisbereich bezüglich seines Preises p_M fest, bei dem jeder jeweils den Mindestgewinn der Berechnungsmöglichkeit $1_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{nK}}$ zuzüglich anfallender Kooperationskosten erhält.

- Berechnungsmöglichkeit $2_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{K}}$: Hersteller und Händler maximieren den Gesamtdeckungsbeitrag unter einem extern vorgegebenen Verkaufspreis.

- Berechnungsmöglichkeiten $3_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{K}}$ und $4_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{K}}$: Hersteller und Händler maximieren den Gesamtdeckungsbeitrag unter dem vom Hersteller vorgegebenen Verkaufspreis.

Bei einer kooperativen Kette konnte festgestellt werden, dass sich der Gesamtdeckungsbeitrag nur dann verbessern lässt, wenn die Kettenglieder ausgehend von Berechnungsmöglichkeit $1_{\mathrm{d},2}^{\mathrm{nK}}$ kooperieren. Für alle anderen Berechnungsmöglichkeiten konnte der Gesamtdeckungsbeitrag nicht gesteigert werden.

Bei einer stochastischen Marktnachfrage wurde wie schon bei einer Kettenlänge von $L = 1$ auf eine Betrachtung der lokalen Informationsverfügbarkeit verzichtet.[702] Für den Fall des Vorliegens globaler Information wurden zunächst jeweils vier Berechnungsmöglichkeiten für eine nicht-kooperative Kette und aufbauend darauf vier Berechnungsmöglichkeiten für eine kooperative Kette vorgestellt.

Für eine nicht-kooperative Kette:

- Berechnungsmöglichkeit $1_{\mathrm{s},2}^{\mathrm{nK}}$: Hersteller und Händler bestimmen jeweils für sich den optimalen Preis und die optimale Menge. Der Händler vernachlässigt allerdings die Unsicherheit der Marktnachfrage.

[702] Siehe auch Fußnote 701, S. 369.

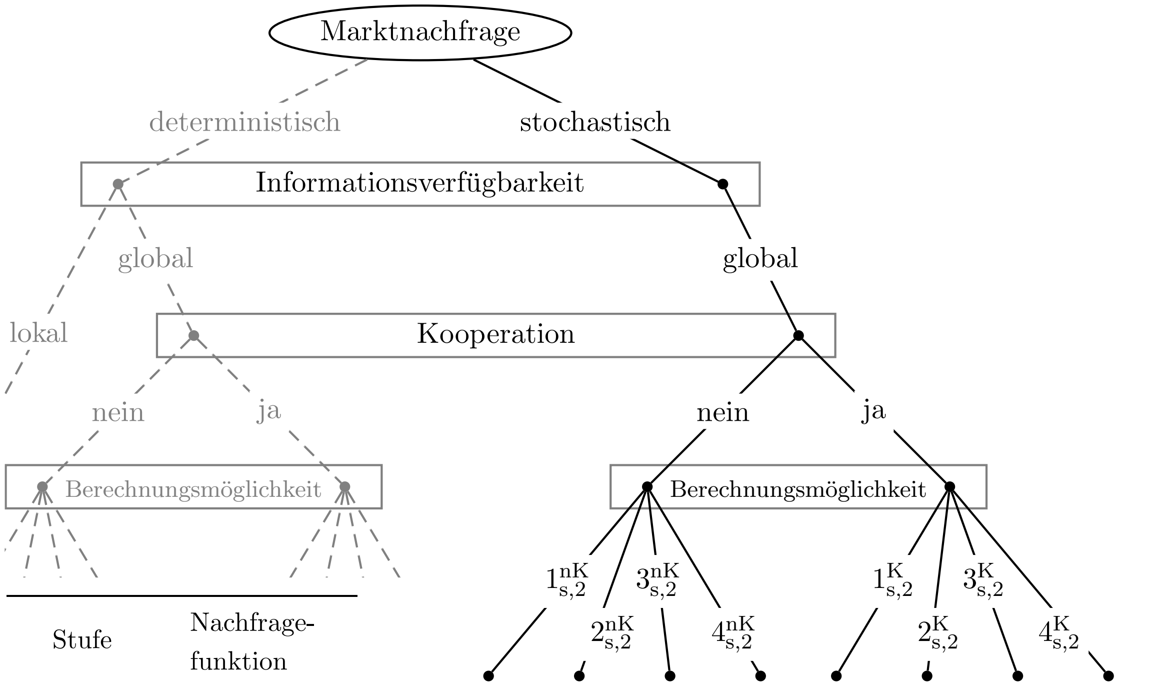
- Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$: Der Händler berechnet die optimale Menge bei einem vorgegeben Verkaufspreis. Der Hersteller bestimmt seinen optimalen Preis und die optimale Menge.
- Berechnungsmöglichkeit $3^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$: Sie entspricht der Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ mit dem Unterschied, dass der Verkaufspreis nicht von einer außerhalb der Lieferkette stehenden, dritten Person, sondern vom Hersteller vorgegeben wird.
- Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$: Hersteller und Händler bestimmen jeweils für sich den optimalen Preis und die optimale Menge, wobei der Händler die unsichere Marktnachfrage in seine Rechnung mit einbezieht.

Für eine kooperative Kette:

- Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},2}$: Hersteller und Händler maximieren gemeinsam den erwarteten Gesamtdeckungsbeitrag, wobei die Unsicherheit der Marktnachfrage vernachlässigt wird.
- Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},2}$: Hersteller und Händler maximieren gemeinsam den erwarteten Gesamtdeckungsbeitrag bei einem extern vorgegebenen Verkaufspreis.
- Berechnungsmöglichkeit $3^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},2}$: Sie entspricht der Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},2}$ mit dem Unterschied, dass der Verkaufspreis nicht von einer außerhalb der Lieferkette stehenden, dritten Person, sondern vom Hersteller vorgegeben wird.
- Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},2}$: Hersteller und Händler bestimmen gemeinsam den optimalen Preis und die optimale Menge, wobei der Händler die unsichere Marktnachfrage in seine Rechnungen mit einbezieht.

Bis auf Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ konnte für einen allgemein verteilten Nachfrageschock keine algebraische Lösung gefunden werden, so dass jeweils sechs Beispiele für eine lineare und eine multiplikative Nachfragefunktion bei einem normalverteilten Nachfrageschock betrachtet wurden, um den Einfluss verschiedener Parameterkonstellationen auf die Ergebnisse zu untersuchen.

Für die betrachteten Beispiele zeigt Abb. 6.4 zusammenfassend, welche Berechnungsmöglichkeiten für die einzelnen Stufen in Abhängigkeit von der Nachfragefunktion im Vergleich zu Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ vorteilhaft sind.



Stufe	Nachfragefunktion	$1^{nK}_{s,2}$	$2^{nK}_{s,2}$	$3^{nK}_{s,2}$	$4^{nK}_{s,2}$	$1^{K}_{s,2}$	$2^{K}_{s,2}$	$3^{K}_{s,2}$	$4^{K}_{s,2}$
1 (Hersteller)	linear	(✓)	(✓)	✓					
	multiplikativ		✓	✓					
2 (Händler)	linear	(✓)	(✓)	(✓)	✓				
	multiplikativ	(✓)			(✓)				
gesamte Kette	linear	(✓)	(✓)	✓	✓				✓
	multiplikativ	✓		(✓)					✓

Abb. 6.4: Bevorzugte Berechnungsmöglichkeiten einer zweigliedrigen Kette bei einer stochastischen Marktnachfrage sowie linearer und multiplikativer Nachfragefunktion

Der Hersteller erhält bei einer linearen Nachfragefunktion immer den höchsten Deckungsbeitrag bei Anwendung der Berechnungsmöglichkeit $3^{nK}_{s,2}$. Bei Anwendung von Berechnungsmöglichkeit $2^{nK}_{s,2}$ kann abhängig von den gewählten Parametern ein höherer, aber auch ein geringerer Deckungsbeitrag als bei Berechnungsmöglichkeit $1^{nK}_{s,2}$ erzielt werden, weshalb die entsprechenden Haken in Klammern stehen. Berechnungsmöglichkeit $4^{nK}_{s,2}$ generiert für den Hersteller stets einen geringeren Deckungsbeitrag als Berechnungsmöglichkeit $1^{nK}_{s,2}$.

Bei einer multiplikativen Nachfragefunktion erzielt der Hersteller durch Wahl der Berechnungsmöglichkeiten $2^{nK}_{s,2}$ und $3^{nK}_{s,2}$ immer einen höheren Deckungsbeitrag als bei Berechnungsmöglichkeit $1^{nK}_{s,2}$. Ebenso wie bei einer linearen Nachfragefunktion verschlechtert sich der Hersteller bei Anwendung der Berechnungsmöglichkeit $4^{nK}_{s,2}$ im Vergleich zu Berechnungsmöglichkeit $1^{nK}_{s,2}$ für jedes gewählte Beispiel.

Der Händler wird bei einer linearen Nachfragefunktion stets Berechnungsmöglichkeit $4^{nK}_{s,2}$ wählen. Bei den übrigen Berechnungsmöglichkeiten hängt es von den gewählten Parametern ab, ob im Vergleich zu Berechnungsmöglichkeit $1^{nK}_{s,2}$ ein höherer oder niedrigerer Deckungsbeitrag erzielt werden kann. Bei einer multiplikativen Nachfragefunktion stellt sich der Händler stets schlechter, wenn er die Berechnungsmöglichkeiten $2^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ oder $3^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ wählt. In Abhängigkeit von den gewählten Parametern erhält er vielmehr durch Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ oder Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ den höchsten Deckungsbeitrag.

Hinsichtlich des Gesamtdeckungsbeitrags ist zwischen den beiden Nachfragefunktionen zu unterscheiden. Bei einer linearen Nachfragefunktion wird der Gesamtdeckungsbeitrag immer durch Wahl der Berechnungsmöglichkeiten $3^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ und $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ im Vergleich zu Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ gesteigert. Bei einer multiplikativen Nachfragefunktion wird hingegen durch Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ der höchste Gesamtdeckungsbeitrag erzielt.[703]

Eine Kooperation der Kettenglieder findet sowohl bei einer linearen als auch bei einer multiplikativen Nachfragefunktion nur dann statt, wenn sie Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},2}$ anwenden. Nur durch diese Berechnungsmöglichkeit kann ein höherer Gesamtdeckungsbeitrag erwirtschaftet werden als durch Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$, so dass der zusätzliche Gesamtdeckungsbeitrag auf die Kettenglieder aufgeteilt werden kann.[704]

Abschließend wurde sodann eine Supply Chain mit unbestimmter Länge $L \geq 2$ betrachtet. Die Untersuchung erfolgte nach dem gleichen Schema wie bei einer Supply Chain mit der Länge $L = 2$.

Zunächst wurde eine deterministische Marktnachfrage betrachtet, bei der zwischen lokaler und globaler Informationsverfügbarkeit unterschieden wurde.

Bei lokaler Information wurde direkt eine algebraische Lösung für Ketten unbestimmter Länge hergeleitet und dann für drei- bzw. viergliedrige Ketten beispielhaft illustriert. Beim Vorliegen globaler Information wurden wie bei einer Kettenlänge von $L = 2$ jeweils vier Berechnungsmöglichkeiten für eine nicht-kooperative und eine kooperative Kette unterschieden, die auf den vorgestellten Berechnungsmöglichkeiten einer zweigliedrigen Kette aufbauten mit dem Unterschied, dass je nach Kettenlänge Zwischenhändler in die Betrachtung eingeflossen sind.

Für eine nicht-kooperative Kette lauten die betrachteten Berechnungsmöglichkeiten für eine lineare und multiplikative Nachfragefunktion:

- Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{d},3}$: Jede Stufe der Kette bestimmt jeweils für sich den optimalen Preis und die optimale Menge.

- Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{d},3}$: Die letzte Stufe berechnet die optimale Menge bei einem vorgegebenen Verkaufspreis. Alle anderen Stufen bestimmen ihren optimalen Preis und die optimale Menge.

- Berechnungsmöglichkeit $3^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{d},3}$: Sie entspricht der Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{d},3}$ mit dem Unterschied, dass der Verkaufspreis nicht von einer außerhalb der Lieferkette stehenden, dritten Person, sondern vom Hersteller (erste Stufe) vorgegeben wird.

[703] Für ein Beispiel konnte durch Berechnungsmöglichkeit $3^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ ein etwas höherer Gesamtdeckungsbeitrag erzielt werden als für Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$, weshalb in Abb. 6.4 der Haken in Klammern steht.

[704] Zwar wird bei einer linearen Nachfragefunktion auch durch Berechnungsmöglichkeit $3^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},2}$ ein höherer Gesamtdeckungsbeitrag als durch Berechnungsmöglichkeit $3^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},2}$ erzielt. Diese Differenz ist aber so gering (weniger als ein Prozent des Gesamtdeckungsbeitrags), dass schon bei niedrigen Kooperationskosten auf eine Kooperation verzichtet werden würde.

- Berechnungsmöglichkeit $4^{\text{nK}}_{\text{d},3}$: Die erste Stufe bestimmt ihren und den Verkaufspreis des letzten Stufe. Diese legt die optimale Menge fest. Alle anderen Stufen bestimmen ihren optimalen Preis und die optimale Menge.

Anders als beim Vorliegen lokaler Information wurden für jede der vier Berechnungsmöglichkeiten algebraische Lösungen für Ketten mit der Länge $L = 3$ hergeleitet. Bei Berechnungsmöglichkeit $1^{\text{nK}}_{\text{d},3}$ zeigte sich, dass der zu wählende optimale Preis des Herstellers (p^*_M) und des Zwischenhändlers (p^*_W) jeweils von den gewählten Mindestgewinnen der einzelnen Kettenglieder abhängig ist.

Abb. 6.5 stellt die zu wählenden Preise der Kettenglieder als Baum dar. Die Äste ergeben sich aus den Beschränkungen W_1 und W_2 bzw. M_1 bis M_4,[705] die verschiedene Einschränkungen bezüglich der Mindestgewinne darstellen. Jeder Knoten gibt den daraus resultierenden optimalen Preis an.

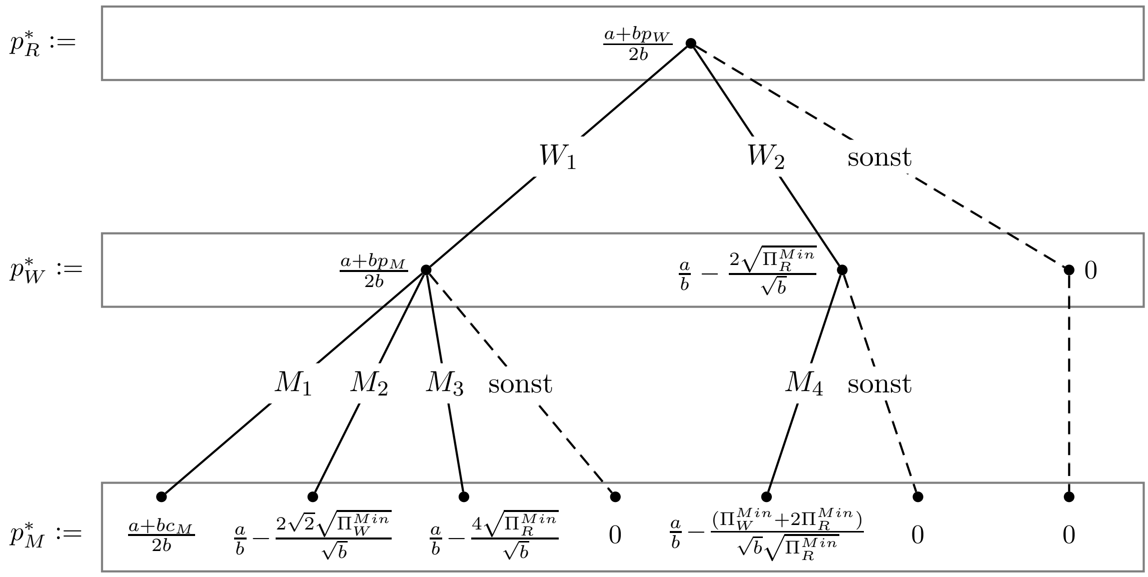


Abb. 6.5: Baumstruktur für zu wählende Preise der einzelnen Kettenglieder unter Berücksichtigung von Mindestgewinnen bei einer linearen Nachfragefunktion und einer deterministischer Marktnachfrage für $L \geq 3$

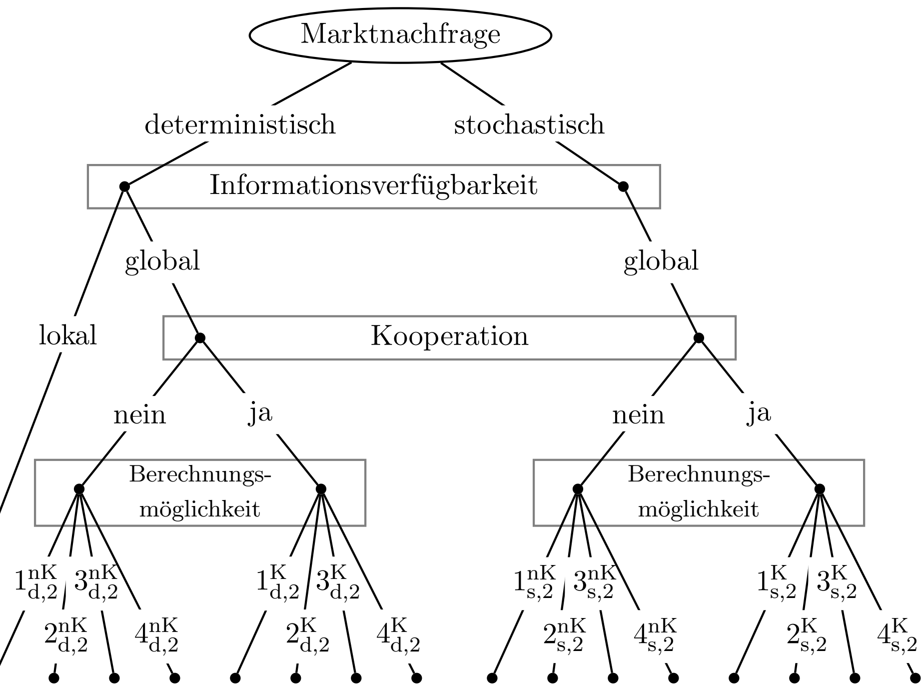
Da sich mit jeder weiteren Stufe der Baum aufgrund weiterer zu berücksichtigender Mindestgewinne immer stärker verästeln würde, konnte eine algebraische Lösung für Supply Chains mit einer unbestimmten Kettenlänge nicht ermittelt werden. Um dennoch eine allgemeine algebraische Lösung für Kettenlängen von $L \geq 2$ angeben zu können, wurde deshalb nur der Pfad betrachtet, bei dem die zu wählenden Preise unabhängig von den geforderten Mindestgewinnen sind.[706]

Im Gegensatz zu Berechnungsmöglichkeit $1^{\text{nK}}_{\text{d},3}$ konnte für die Berechnungsmöglichkeiten $2^{\text{nK}}_{\text{d},3}$ bis $4^{\text{nK}}_{\text{d},3}$ festgestellt werden, dass der jeweils optimale Preis jedes Kettenglieds in erster Linie von der Verhandlungsposition und den jeweils geforderten Mindestgewinnen abhängt.

[705] Die genannten Bschränkungen sind in (5.8), S. 226, und (5.10), S. 227, sowie (5.11), S. 231, definiert.
[706] In Abb. 6.5 entspricht dies dem Pfad, der aus den Ästen W_1 und M_1 gebildet wird.

Es wurde deshalb für jede dieser Berechnungsmöglichkeiten nur die algebraische Lösung für unbestimmte Kettenlängen angegeben, bei der der Hersteller allein die maßgebliche Verhandlungsposition besitzt und die geforderten Mindestgewinne eine bestimmte Größe nicht überschritten.

In Abb. 6.6 sind analog zur Abb. 6.3 die Berechnungsmöglichkeiten markiert, die für die jeweilige Stufe vorzuziehen sind. Ein Vergleich der beiden Abbildungen zeigt, dass die vorgestellten Ergebnisse für eine zweigliedrige Kette auf eine Kette mit unbestimmter Länge verallgemeinernd übertragen werden können. Auftretende Zwischenhändler werden ebenso wie die letzte Stufe (Händler) sowohl bei einer linearen als auch bei einer multiplikativen Nachfragefunktion die Berechnungsmöglichkeit $1^{nK}_{d,3}$ bevorzugen.



Stufe	Nachfragefunktion	lokal	$1^{nK}_{d,2}$	$2^{nK}_{d,2}$	$3^{nK}_{d,2}$	$4^{nK}_{d,2}$	$1^{K}_{d,2}$	$2^{K}_{d,2}$	$3^{K}_{d,2}$	$4^{K}_{d,2}$	$1^{nK}_{s,2}$	$2^{nK}_{s,2}$	$3^{nK}_{s,2}$	$4^{nK}_{s,2}$	$1^{K}_{s,2}$	$2^{K}_{s,2}$	$3^{K}_{s,2}$	$4^{K}_{s,2}$
1	linear	✓			✓	✓	✓				(✓)	(✓)	✓					
	mult.	✓			✓	✓	✓					✓	✓					
2	linear	✓	✓				✓				✓							
	mult.	✓	✓				✓				✓							
3	linear	✓	✓				✓				(✓)	(✓)	✓	✓				
	mult.	✓	✓				✓				✓			(✓)				
gesamte Kette	linear	✓			✓	✓	✓				(✓)	(✓)	✓	✓				✓
	mult.	✓			✓	✓	✓				✓							✓

Abb. 6.6: Bevorzugte Berechnungsmöglichkeiten einer dreigliedrigen Kette bei einer linearen und einer multiplikativen Nachfragefunktion

Ausgehend von den Ergebnissen der Nicht-Kooperation wurde sodann der Fall der Kooperation für eine Kettenlänge mit der Länge $L \geq 2$ betrachtet. Wie schon bei einer Kettenlänge von $L = 2$ wurde unterstellt, dass dabei jede Stufe wenigstens den Deckungsbeitrag erhalten will, den sie auch bei einer Nicht-Kooperation zuzüglich anfallender Kooperationskosten erhalten hätte. Es wurden folgende Berechnungsmöglichkeiten betrachtet:

- Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{K}}_{\mathrm{d},3}$: Alle Stufen legen gemeinsam den optimalen Verkaufspreis und die optimale Verkaufsmenge fest, um so den Gesamtdeckungsbeitrag zu maximieren.

- Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{K}}_{\mathrm{d},3}$: Alle Stufen maximieren den Gesamtdeckungsbeitrag unter einem extern vorgegebenen Verkaufspreis.

- Berechnungsmöglichkeiten $3^{\mathrm{K}}_{\mathrm{d},3}$ und $4^{\mathrm{K}}_{\mathrm{d},3}$: Alle Stufen maximieren den Gesamtdeckungsbeitrag unter dem von der ersten Stufe vorgegebenen Verkaufspreis.

Ebenso wie bei einer nicht-kooperativen Kette lassen sich auch bei einer kooperativen Kette die Ergebnisse der vier Berechnungsmöglichkeiten einer zweigliedrigen Kette auf eine mehrgliedrige Kette übertragen. Sowohl bei einer linearen als auch bei einer multiplikativen Nachfragefunktion findet eine Kooperation nur bei Anwendung der Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{K}}_{\mathrm{d},3}$ statt. Bei den Berechnungsmöglichkeiten $2^{\mathrm{K}}_{\mathrm{d},3}$ bis $4^{\mathrm{K}}_{\mathrm{d},3}$ können anfallende Kooperationskosten nicht gedeckt werden.

Auch für eine stochastische Marktnachfrage bei einer Kettenlänge von $L \geq 2$ wurden jeweils sechs Beispiele für eine lineare und eine multiplikative Nachfragefunktion betrachtet. Beim Vorliegen von globalen Informationen wurde zudem zwischen einer nicht-kooperativen und einer kooperativen Kette unterschieden.

Den untersuchten Berechnungsmöglichkeiten lagen für eine nicht-kooperative Kette folgende Annahmen zugrunde:

- Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$: Jede Stufe der Kette bestimmt jeweils für sich den optimalen Preis und die optimale Menge. Die letzte Stufe (Händler) vernachlässigt allerdings die Unsicherheit der Marktnachfrage.

- Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$: Die letzte Stufe berechnet die optimale Menge bei einem vorgegebenen Verkaufspreis. Alle anderen Stufen bestimmen ihren optimalen Preis und die optimale Menge.

- Berechnungsmöglichkeit $3^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$: Sie entspricht der Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ mit dem Unterschied, dass der Verkaufspreis nicht von einer außerhalb der Lieferkette stehenden, dritten Person, sondern vom Hersteller (erste Stufe) vorgegeben wird.

- Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$: Jede Stufe bestimmt jeweils für sich den optimalen Preis und die optimale Menge, wobei die letzte Stufe (Händler) die unsichere Marktnachfrage in seine Rechnungen mit einbezieht.

Bei der Betrachtung der kooperativen Kette wurden folgende Berechnungsmöglichkeiten zugrunde gelegt:

- Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},3}$: Alle Stufen maximieren gemeinsam den erwarteten Gesamtdeckungsbeitrag, wobei die Unsicherheit der Marktnachfrage vernachlässigt wird.
- Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},3}$: Alle Stufen maximieren gemeinsam den erwarteten Gesamtdeckungsbeitrag bei einem extern vorgegebenen Verkaufspreis.
- Berechnungsmöglichkeit $3^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},3}$: Sie entspricht der Berechnungsmöglichkeit $2^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},3}$ mit dem Unterschied, dass der Verkaufspreis nicht von einer außerhalb der Lieferkette stehenden, dritten Person, sondern der ersten Stufe (Hersteller) vorgegeben wird.
- Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{K}}_{\mathrm{s},3}$: Alle Stufen bestimmen gemeinsam den optimalen Preis und die optimale Menge, wobei der Händler die unsichere Marktnachfrage in seine Rechnungen mit einbezieht.

Wie bei einer deterministischen Marktnachfrage ergab sich auch hier, dass die Ergebnisse der zweistufigen Kette auf eine Kette mit bis zu fünf Kettengliedern im Grundsatz übertragen werden konnten (vergleiche Abb. 6.4 und Abb. 6.6).

Allerdings traten die folgenden Unterschiede bezüglich der letzten Stufe (Händler) auf: Bei einer linearen Nachfragefunktion wird der Händler für alle sechs Beispiele die Berechnungsmöglichkeiten $3^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ oder $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ wählen, da diese einen höheren Deckungsbeitrag generieren als Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$. Bei einer zweistufigen Kette konnte durch Berechnungsmöglichkeit $3^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ nicht immer ein höherer Deckungsbeitrag als bei Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ erzielt werden. Ursache dafür ist der unterschiedliche Mindestgewinn, der den Beispielen bei einer zweigliedrigen Kette im 4. Kapitel und den Beispielen einer mehrgliedrigen Kette im 5. Kapitel zugrunde gelegt wurde. Bei einer multiplikativen Nachfragefunktion wird der Händler regelmäßig die Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ bevorzugen.[706]

Der höchste Gesamtdeckungsbeitrag wird bei einer linearen Nachfragefunktion allein durch Berechnungsmöglichkeit $3^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ erzielt. Durch Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ kann nur noch dann ein höherer Gesamtdeckungsbeitrag als durch Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ erwirtschaftet werden, wenn bei Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ ein Vertrag zwischen den Kettengliedern zustande kommt. Bei einer multiplikativen Nachfragefunktion ist der Gesamtdeckungsbeitrag bei Berechnungsmöglichkeit $1^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ am höchsten.

Bei einer kooperativen Kette wird unabhängig von der Kettenlänge und der Nachfragefunktion der höchste Gesamtdeckungsbeitrag erzielt, wenn die Kettenglieder gemeinsam den Verkaufspreis und die Verkaufsmenge unter Einbeziehung des Nachfrageschocks bestimmen (Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$).

Zusammenfassend lässt sich daher feststellen, dass die Wahl der Berechnungsmöglichkeit letztlich von der Verhandlungsposition der jeweiligen Stufe der Supply Chain abhängig ist.

[706] Lediglich für eine Kettenlänge von $L = 2$ bleibt auch Berechnungsmöglichkeit $4^{\mathrm{nK}}_{\mathrm{s},3}$ attraktiv.

Bei einer deterministischen Marktnachfrage sind die zu wählenden Berechnungsmöglichkeiten unabhängig von der betrachteten Nachfragefunktion, sofern bestimmte Beschränkungen bezüglich der geforderten Mindestgewinne gelten. Bei einer stochastischen Marktnachfrage kann für die untersuchten Beispiele nur für den Hersteller und für auftretende Zwischenhändler eindeutig die zu wählende Berechnungsmöglichkeit zugeordnet werden. Für die letzte Stufe (Händler) hängt die zu bevorzugende Berechnungsmöglichkeit von der Kettenlänge, der Nachfragefunktion und von dem geforderten Mindestgewinn ab, so dass keine allgemeine Aussage getroffen werden kann.

Eine pauschale Aussage, „dass eine Verschlankung der Kette die Abhängigkeit zu vorgelagerten Wertschöpfungsstufen und somit auch die Macht des Lieferanten vergrößert“, wie sie z. B. SCHULZ trifft,[707] kann durch diese Arbeit nicht bestätigt werden. Zwar kann der Hersteller für beide untersuchten Nachfragefunktionen einen Mindestgewinn fordern, der umso höher ist, je geringer die Kettenlänge ist. Allerdings besteht im Gegensatz zu einer linearen Nachfragefunktion bei einer multiplikativen Nachfragefunktion die Möglichkeit, dass der Händler eine stärkere Verhandlungspostition einnimmt als der Hersteller, da er einen höheren Mindestgewinn fordern kann ohne die Vertragsverhandlungen zu gefährden. Hier ergeben sich Anknüpfungspunkte für weitere Untersuchungen, die sich darauf beziehen, in welcher Höhe Mindestgewinne von einzelnen Stufen gefordert werden sollten und wie diese sich auf die Verhandlungsposition auswirken.

[707] Siehe SCHULZ (2005), S. 25.