

Thomas Volling
Julia-Kristin Schmidt

Risikomanagement in Supply Chains

Kurse 42330 & 42331

LESEPROBE

Fakultät für
**Wirtschafts-
wissenschaft**

Der Inhalt dieses Dokumentes darf ohne vorherige schriftliche Erlaubnis durch die FernUniversität in Hagen nicht (ganz oder teilweise) reproduziert, benutzt oder veröffentlicht werden. Das Copyright gilt für alle Formen der Speicherung und Reproduktion, in denen die vorliegenden Informationen eingeflossen sind, einschließlich und zwar ohne Begrenzung Magnetspeicher, Computerausdrucke und visuelle Anzeigen. Alle in diesem Dokument genannten Gebrauchsnamen, Handelsnamen und Warenbezeichnungen sind zumeist eingetragene Warenzeichen und urheberrechtlich geschützt. Warenzeichen, Patente oder Copyrights gelten gleich ohne ausdrückliche Nennung. In dieser Publikation enthaltene Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

1.1 Was verstehen wir unter Risiko, Risikomanagement und der Risikostrategie?

Der Begriff *Risiko* ist auf das italienische Wort *risicare* (wagen, herausfordern) zurückzuführen. In der betriebswirtschaftlichen Literatur wird unter Risiko üblicherweise die (zufällige) Möglichkeit einer Zielabweichung verstanden.¹ Risiken können somit bei weiter Auslegung des Begriffs negativen (Risiken als Gefahr) als auch positiven Charakter haben (Risiken als Chance).² Eine Sichtweise, die auch der klassischen Entscheidungstheorie zugrunde liegt. In der betrieblichen Praxis wesentlich geläufiger ist allerdings eine engere Auslegung des Risikobegriffs. Risiken werden demnach einseitig mit einer möglichen ungünstigen oder gar existenzbedrohenden zukünftigen Entwicklung (Verlust, Gefahr) verbunden.³ Diese enge Definition des Risikobegriffs bildet auch die Grundlage für die nachfolgenden Ausführungen.

Unter Risiken (risk) verstehen wir negative Abweichungen von einer Zielgröße, die mit ungünstigen Konsequenzen für das Unternehmen einhergehen.⁴ Der Risikobegriff beinhaltet eine wertende, wirkungsbezogene Komponente (den Schaden als Konsequenz der Zielabweichung), und eine informatorische, ursachenbezogene Komponente (die Wahrscheinlichkeit der Zielabweichung).⁵

Analog zu den unterschiedlichen Zielen von Unternehmen lassen sich auch Risiken hinsichtlich (i) ihres Bezugs zum übergeordneten Unternehmensziel und (ii) ihres zeitlichen Horizonts unterscheiden.

(i) **Risiken im engeren Sinne betreffen Abweichungen von Formalzielen.**

Formalziele (auch: Oberziele) operationalisieren den unternehmerischen Erfolg, stehen also im direkten Bezug zur übergeordneten Zielsetzung des Unternehmens. Formalziele beziehen sich in der Regel auf ökonomische Größen (z.B. Gewinnmaximierung) und bilden den Beurteilungsmaßstab für das unternehmerische Handeln.

Risiken im weiteren Sinne betreffen Abweichungen von Instrumentalzielen.

Instrumentalziele (auch Unterziele oder Sachziele) übertragen die Formalziele auf die einzelnen Funktionsbereiche im Unternehmen und beziehen sich üblicherweise auf die Objekte (z.B. Anlagen, Produkte) und Aktivitäten (z.B. Produktionsprozesse) des Unternehmens. Instrumentalziele sind oftmals nicht-monetär (z.B. Zielservicegrad, Durchlaufzeiten).


Risikobegriff



Bezug von Risiken zum Unternehmensziel

¹ Vgl. Nicklisch (1912), S. 165ff.; Oberparleiter (1955), S. 99

² Vgl. Haller (1975), S. 26; Kersten et al. (2008), S. 10; Wälchli (1974), S. 28; Zawisla (2008), S. 56; Bussmann (1955), S. 12f.; Fasse (1995), S. 44f.; Schuy (1989), S. 10; Stadler (1932), S. 25ff.; Vollmar (1957), S. 8ff.; Tümpen (1987), S. 11

³  Zum Risikobegriff: Wagner und Bode (2008) und Wagner et al. (2009) sowie die dort angegebenen Quellen.

⁴ Vgl. Wagner und Bode (2008); Wagner et al. (2009); Chopra und Sodhi (2007)

⁵ Vgl. Nübling (1991), S. 22f.

Zeitlicher Horizont von Risiken

(ii) Entsprechend ihres zeitlichen Horizonts werden lang- und kurzfristige Risiken unterschieden. **Langfristige Risiken** stehen in Verbindung mit den strategischen Unternehmenszielen wie Marktanteil, Rentabilität oder Eigenkapitalausstattung und haben eine Wirkung auf die dauerhafte Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. **Kurzfristige Risiken** beziehen sich auf operative Kosten- und Leistungsgrößen wie den Umsatz oder den Deckungsbeitrag und betreffen somit die Vorteilhaftigkeit der aktuellen Leistungserstellung.

Der Fokus dieses Studienbriefs liegt auf kurz- und langfristigen Risiken im engeren Sinne (siehe Abbildung 1-1). Risiko ist demnach wie folgt definiert:

Definition Risiko: negative Abweichung von einem Formalziel mit ungünstigen Konsequenzen für das Unternehmen.

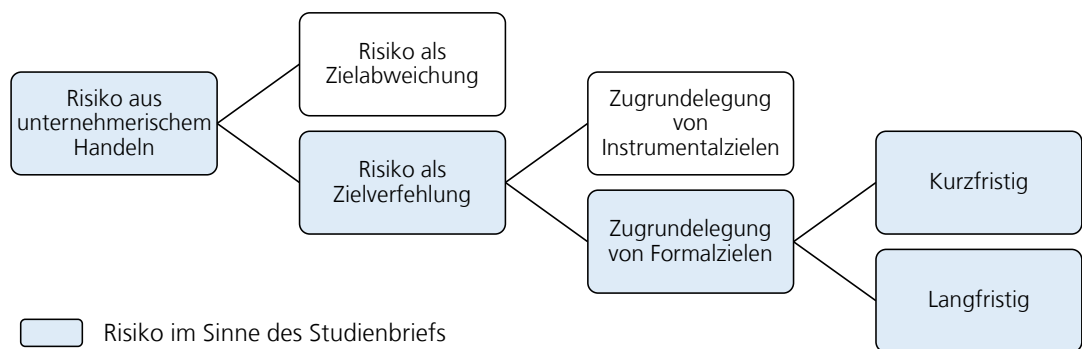


Abbildung 1-1: Zum allgemeinen Risikobegriff

Risikoereignisse

Risiken haben ihren Ursprung in sogenannten **Risikoereignissen** (risk source, risk event). Dies sind unsichere, nicht beabsichtigte Entwicklungen mit irregulärem Charakter, die dem Unternehmen oder seinem Umfeld entstammen und die Geschäftstätigkeit des Unternehmens ungünstig beeinflussen können. In der Literatur werden Risikoereignisse oft auch als **Gefahren** (hazard) oder **Störungen** (disruption) bezeichnet. Beispiele sind etwa politische Unruhen oder Streiks.

Definition Risikoereignis: unsichere, nicht beabsichtigte Entwicklungen mit irregulärem Charakter, die dem Unternehmen oder seinem Umfeld entstammen und die Geschäftstätigkeit des Unternehmens ungünstig beeinflussen können.

Risikofaktoren

Risikoereignisse stehen in der Regel nicht in einem direkten Bezug zum Formalziel des Unternehmens, d.h. dem unternehmerischen Risiko. Vielmehr bewirken Risikoereignisse zunächst eine Veränderung bestimmter ökonomischer und physischer Parameter des Wertschöpfungsprozesses, die dann wiederum auf den betriebswirtschaftlichen Erfolg wirken. Diese risikorelevanten Bestimmungsgrößen der Zielerreichung werden auch als **Risikofaktoren** (risk factors) bezeichnet. So mögen politische Unruhen steigende Ressourcenpreise nach sich ziehen oder Streiks die

Verfügbarkeit von Produktionsanlagen herabsetzen. Erst über die Veränderung der Risikofaktoren entfalten Risikoereignisse ihre negative Wirkung auf Unternehmen.

Definition Risikofaktor: risikorelevante Bestimmungsgröße des betriebswirtschaftlichen Erfolgs

Die Risikofaktoren und damit das Ausmaß in dem Risikoereignisse auf den Erfolg wirken, hängen von der Aufstellung bzw. **Konfiguration des Unternehmens** ab. Etwa führen steigende Ressourcenpreise nur dann zu einem reduzierten Erfolg, wenn keine hinreichenden Absicherungsmechanismen vorhanden sind (z.B. Preisgarantien). Streiks führen nur dann zum Produktionsausfall, wenn keine Ausweichressourcen zur Verfügung stehen. Die Anfälligkeit eines Unternehmens gegenüber den Folgen von Risikoereignissen wird auch als **Verwundbarkeit** (vulnerability) bezeichnet. Sie resultiert aus der Aufstellung bzw. Konfiguration des Unternehmens und wird operationalisiert durch die Risikofaktoren. Im besten Fall entfalten Risikoereignisse keine nennenswerte negative Wirkung auf die Supply Chain. Die Supply Chain ist dann im Hinblick auf diese Risikoereignissen nicht verwundbar.

Verwundbarkeit

Definition Verwundbarkeit: Anfälligkeit eines Unternehmens für die Folgen von Risikoereignissen

Beispiel Microsoft Surface RT:⁶ Nachdem Apple mit dem iPod den Markt für Tablet-PC's weitestgehend für sich erobert hatte, plante Microsoft für 2012 die Einführung eines eigenen Tablets, des Surface RT. Zum Zeitpunkt der Markteinführung in Deutschland, den Vereinigten Staaten und Kanada am 26.10.2012 ging Microsoft von fünf Millionen Verkäufen in 2012 aus. Entsprechend hoch waren die Bestellungen beim taiwanesischen Zulieferer Pegatron. Aufgrund langer Lieferzeiten entschied sich Microsoft für eine Produktion auf Lager (Konfiguration der Supply Chain). Während sich spätestens zum Ende des Jahres sehr deutlich abzeichnete, dass die tatsächlichen Nachfrage weit hinter den Erwartungen zurückbleiben würden (Risikoereignis), sah sich Microsoft durch den anhaltenden Zulauf neuer Geräte mit weiter zunehmenden Lagerbeständen und entsprechenden Kosten konfrontiert (Risikofaktor). Zeitweise wurde von einem Bestand von mehr als sechs Millionen Geräten ausgegangen. Ein Abverkauf der Produkte war nur möglich, indem drastische Preisnachlässe eingeräumt wurden (Risikofaktor). Gegen Ende des ersten Halbjahrs 2013 meldete Microsoft schließlich Abschreibungen auf die Lagerbestände des Surface RT in Höhe von 900 Millionen Dollar (Risiko). Die Verwundbarkeit der Supply Chain gegenüber zurückbleibenden Verkäufen war bedingt durch die Lagerproduktion demnach sehr groß.

⁶ Daten entnommen aus Amonn (2013)

Unternehmen sehen sich einer Vielzahl von sehr unterschiedlichen Risikoereignissen konfrontiert. Um eine Orientierungshilfe zu geben und weitergehende Analysen zu ermöglichen, wurden in der Wissenschaft zahlreiche Ansätze zur Systematisierung von Risikoereignissen anhand sogenannter **Risikoereigniskategorien** vorgeschlagen. Eine Auswahl möglicher Kriterien zur Kategorisierung von Risikoereignissen ist in Tabelle 1-1 zusammengefasst.

Definition Risikoereigniskategorie: fasst ähnliche Risikoereignisse zu Gruppen zusammen

Tabelle 1-1: Kriterien zu Kategorisierung von Risikoereignissen

Kriterium	Beschreibung
Messbarkeit	Risikoereignisse können hinsichtlich ihrer Messbarkeit unterschieden werden (z.B. leicht, schwer und kaum oder nicht messbare Risikoereignisse). Risikoereignisse werden als messbar bezeichnet, sofern objektive Wahrscheinlichkeiten für ihr Eintreten ermittelt werden können. Für den Fall nicht messbarer Risikoereignisse lassen sich diese nur subjektiv schätzen. Entsprechend werden auch die Begriffe objektive beziehungsweise subjektive Risikoereignisse verwendet. ⁷
Aggregationsniveau	Es können einzelne und aggregierte Risikoereignisse unterschieden werden. Erstere stellen primäre Risikoereignisse dar und können nicht weiter aufgeteilt werden. Sie bilden die Ursache für Zielverfehlungen. Werden mehrere Risikoereignisse simultan betrachtet, so werden diese als aggregierte Risiken, als Risikoverbund oder als Risikoaggregat bezeichnet. ⁸
Beeinflussbarkeit	Die Unterscheidung der Risikoereignisse erfolgt nach leicht beeinflussbaren, kaum/schwer beeinflussbaren und nicht beeinflussbaren Risikoereignissen.
Versicherbarkeit	Risikoereignisse können hinsichtlich ihrer Versicherbarkeit unterschieden werden. Für versicherbare Risikoereignisse sind Versicherungsdeckungen erhältlich beziehungsweise grundsätzlich möglich.
Häufigkeit	Innerhalb des Kriteriums der Häufigkeit kann zwischen gleichmäßig auftretenden Risikoereignissen und plötzlich bzw. irregulär auftretenden Risikoereignissen unterschieden werden.
Risikoherkunft	Es werden interne (aus dem Unternehmen) und externe Risikoereignisse (aus dem Umfeld) unterschieden.

⁷ Vgl. Krelle (1957), S. 633ff.; Philipp (1967), S. 55ff.

⁸ Vgl. Farny (1979), S. 19f.

Zusammenfassend lassen sich die zuvor eingeführten Begriffe wie folgt systematisieren (Abbildung 1-2).

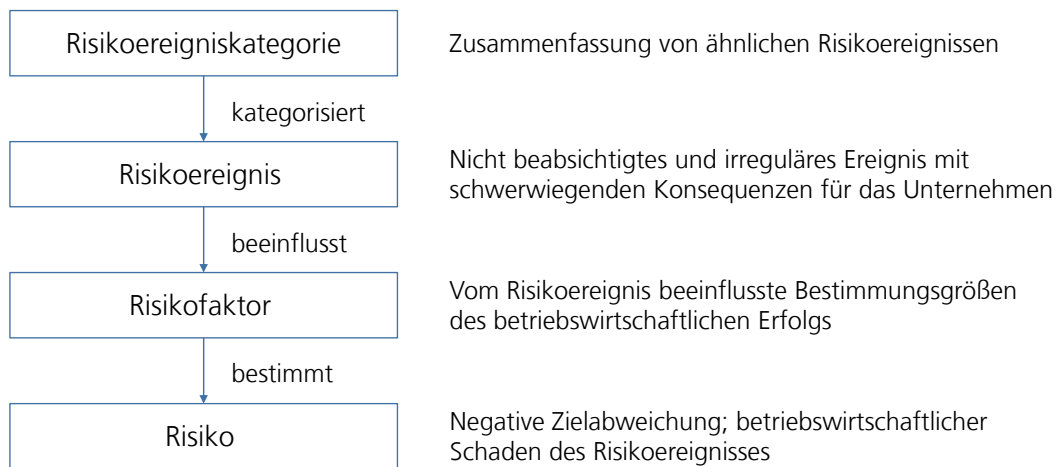


Abbildung 1-2: Wichtige Begriffe des betrieblichen Risikomanagements

Aufbauend auf diesen grundlegenden Begriffsbestimmungen wenden wir uns im Folgenden dem Risikomanagement zu. Das **Risikomanagement** ist allgemein definiert als die Gesamtheit aller organisatorischen Regelungen, Maßnahmen und Instrumente zur Identifikation, Abwendung und Handhabung von Risikoereignissen mit dem Ziel eines planhaften Umgangs mit Risiken. Voraussetzung eines Risikomanagements sind also zunächst klar formulierte und messbare Unternehmensziele, um anhand dieser mögliche Abweichungen feststellen zu können. Unter Berücksichtigung dieser Ziele besteht die wichtigste Aufgabe des Risikomanagements darin, sicherzustellen, dass die durch die Gesamtheit aller Risiken bestimmte Risikoposition eines Unternehmens dessen Risikotragfähigkeit nicht übersteigt und damit die Wahrscheinlichkeit schwerwiegender Krisen reduziert wird.⁹ Die Kernfragen des Risikomanagements sind: Was sind die größten Bedrohungen des Unternehmens (Risikoereignisse) und wie lassen die Folgen dieser Ereignisse abwenden oder abmildern?

Definition Risikomanagement: Gesamtheit aller organisatorischen Regelungen, Maßnahmen und Instrumente zur Identifikation, Abwendung und Handhabung von Risikoereignissen mit dem Ziel eines planhaften Umgangs mit Risiken.

⁹ Vgl. Wildemann (2002), S. 27

3 Entwicklung von Maßnahmen zur Handhabung der Risikoereignisse

Nach Abschluss der Einheit sind Sie in der Lage:

- em Standort zugeordnet wird. Die Mindestmenge zur Auswahl von Risikohandlungsweisen zu formulieren?
- Lösungen mittels kommerzieller Optimierungssoftware (AIMMS) zu ermitteln.
- Die Lösungen zu bewerten und zu interpretieren.

3.1 Fallstudie: Risikoorientierte Belegungsplanung bei der AutoFusion AG

3.1.1 Ausgangslage und Problemstellung

Innerhalb der Produktionsprogrammplanung eines großen Automobilherstellers ist Eva Meier verantwortlich für die mittelfristige Belegungsplanung. Ihre Aufgabe besteht darin, die vom Vertrieb geplanten Absatzmengen auf die Standorte des Produktionsnetzwerkes aufzuteilen. Als Mittler zwischen den Vertriebseinheiten und den Werken kommt ihr eine ganz entscheidende Bedeutung zu.

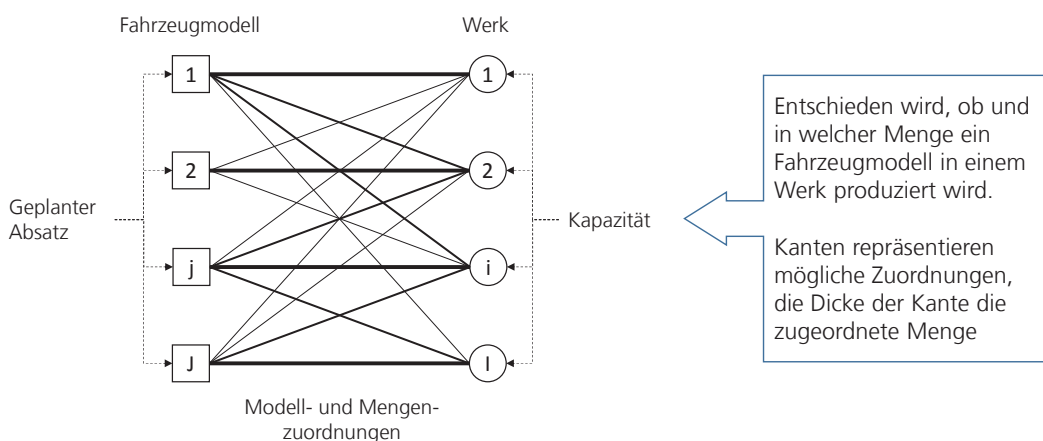


Abbildung 3-1: Grundstruktur der Belegungsplanung

Alle Jahre wieder richtet sich insbesondere nach der Sommerurlaubszeit die Aufmerksamkeit auf Eva Meiers Bereich. Der Vertrieb, wie auch die Produktionsstandorte warten ungeduldig auf die Ergebnisse ihrer Planung, um auf dieser Basis die eige-

ne Planung fortschreiben zu können. Insbesondere für die Werke wird die Zeit knapp. Zwar steht ein üppiges Repertoire an Flexibilitätsinstrumenten zur Verfügung, mittels derer sich die Kapazitäten an die herzustellenden Fahrzeugmodelle und -volumina anpassen lassen, jedoch benötigt die Umsetzung der Instrumente eine Vorlaufzeit von einigen Wochen bis Monaten.

In der Vergangenheit hat die gesteigerte Aufmerksamkeit Eva Meier nicht aus der Ruhe bringen können. War doch die Anzahl der Standorte und Fahrzeugmodelle gut überschaubar und die Planung des Vertriebs stets verlässlich. Insofern war es ein Leichtes, eine sinnvolle Belegung durch „Draufschaun“, d.h. durch die Anwendung einfacher Regeln zu konstruieren. Bedingt durch das Wachstum des Unternehmens und der anhaltenden Ausweitung des Produktprogramms kamen allerdings zuletzt immer neue Produktionsstandorte und Fahrzeugmodelle hinzu. Zudem beobachtete Eva Meier eine drastische Zunahme der Planungsunsicherheit als Folge vager Vertriebspläne. Damit häuften sich zuletzt die Beschwerden über angeblich unvorteilhafte Belegungspläne. So konnten laut Aussage des Vertriebs wiederholt Marktchancen aufgrund fehlender Kapazitäten nicht genutzt werden. Gleichmaßen blieben Marktanteil und Unternehmensergebnis hinter den veröffentlichten Zielen zurück. Und auch die Werke machten ihrem Unmut Luft, da geplante Produktionsmengen häufig hinter den Erwartungen zurückblieben. Eine wirtschaftliche Produktion war so in vielen Fällen nicht möglich. Mit Folgen für Eva Meier. In der letzten Eskalation war es den Werken gelungen, Mindestmengen für jedes zugeordnete Fahrzeug durchzusetzen, um das werksseitige Auslastungsrisiko zu vermindern. Werden die Mindestmengen im betrachteten Jahr nicht erreicht, erhalten die Werke eine Kompensationszahlung aus einem von Eva Meier verantworteten Budget.

Vor dem Hintergrund der Beschwerden und der schwindenden Mittel für Kompensationszahlungen entscheidet Eva Meier, die Belegungsplanung grundlegend neu aufzustellen. Die Entscheidungssituation stellt sich im Detail wie folgt dar. Der Vertrieb meldet die für das kommende Jahr geplanten Absatzvolumina. Nach endlosen Gesprächen ist es Eva Meier gelungen, die Punktprognose des Absatzvolumens je Fahrzeugmodell durch drei Prognosewerte abzulösen: den ungünstigsten Fall, den bestmöglichen Fall und den wahrscheinlichsten Fall. Parallel melden die Werke die modellspezifischen Herstellkosten je Fahrzeugeinheit und die maximale Gesamtkapazität. Die Aufgabe von Eva Meier besteht nun darin, die geplanten Absatzvolumina auf die Standorte zu verteilen.

Sowohl die Werke als auch der Vertrieb bilden eigenständige Geschäftseinheiten (Business Units). Zur Verrechnung der Leistung werden intern Preise festgelegt. Die Aufgabe von Eva Meier ist es, den übergeordneten Deckungsbeitrag aus Sicht des Produktionsnetzwerks zu maximieren. Dieser ergibt sich als Differenz der vom Ver-

trieb je Fahrzeug entrichteten Bezugspreise und dem an die Werke zu zahlenden Herstellungspreis samt Kompensationszahlungen.

Folgende Daten liegen Eva Meier vor:

Tabelle 3-1: Parameter der Belegungsplanung (1/3)

Parameter	Wert
Anzahl Fahrzeugmodelle	4
Anzahl Standorte	4
Nachfrage für Modell 1, 2, 3 und 4 – wahrscheinlichster Wert [1.000 Fahrzeuge/Jahr]	1.200
Nachfrage für Modell 1, 2, 3 und 4 – ungünstigster Fall [1.000 Fahrzeuge/Jahr]	500
Nachfrage für Modell 1, 2, 3 und 4 – bestmöglicher Fall [1.000 Fahrzeuge/Jahr]	1.300
Maximale Kapazität von Standort 1, 2, 3 und 4 [1.000 Fahrzeuge/Jahr]	1.000
Zugesicherte Mindestmenge [1.000 Fahrzeuge/Jahr]	300
Pauschale Strafe für Unterschreitung der Mindestmenge [€/Unterschreitung]	20.000
Große Zahl	1.297

Tabelle 3-2: Parameter der Belegungsplanung (2/3): Deckungsbeitrag [€/Fahrzeug]

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4
Standort 1	1.000	880	720	840
Standort 2	950	1.100	855	945
Standort 3	900	1.045	900	997
Standort 4	850	990	810	1.050

Tabelle 3-3: Parameter der Belegungsplanung (3/3): Szenariospezifische Nachfrage [1000 Fahrzeuge/Jahr]

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4
Szenario 1	1.000	1.000	1.000	1.000
Szenario 2	1.033	1.201	1.019	1.147
Szenario 3	1.123	1.057	790	1.003
Szenario 4	662	796	1.155	984
Szenario 5	875	1.069	635	1.178
Szenario 6	1.119	1.234	960	824
Szenario 7	1.125	1.132	681	867
Szenario 8	908	1.153	933	1.012

3.1.2 Formulierung und Charakterisierung des stochastischen Optimierungsmodells

Eva Meier entscheidet sich für einen zweistufigen stochastischen Modellierungsansatz. Sie formuliert das mathematische Modell und definiert, um welche Art von Modell es sich handelt. Des Weiteren bestimmt Eva Meier die Anzahl der Entscheidungsvariablen und Nebenbedingungen des Modells unter der Annahme, dass zunächst ein und im Folgenden 50 bzw. 1.000 Szenarien berücksichtigt werden müssen.

Hinweis: Es ist davon auszugehen, dass grundsätzlich jede positive Produktionsmenge möglich ist. Die Nebenbedingungen zur Beschränkung des Wertebereichs der Variablen sind zu vernachlässigen.

Stochastisches Optimierungsmodell

Modell		
Indices		
i	Standorte	$(i = 1, 2, \dots, I)$
j	Fahrzeugmodelle	$(j = 1, 2, \dots, J)$
s	Szenarien	$(s = 1, 2, \dots, S)$
Daten		
$Nachfrage_{sj}$	Nachfrage nach Fahrzeugmodell j in Szenario s [1.000 Fahrzeuge] <i>siehe Tabelle Parameter der Belegungsplanung (3/3)</i>	
Daten (Fortsetzung)		
$Kapazitaet_i$	Kapazität von Standort i [1.000 Fahrzeuge]; hier: $Kapazitaet_i \equiv 1.000$	
$Deckungsbeitrag_{ji}$	Deckungsbeitrag von Fahrzeugmodell j bei Herstellung in Standort i [€/Fahrzeug] <i>siehe Tabelle Parameter der Belegungsplanung (2/3)</i>	
$Mindestmenge$	Zugesicherte Mindestmenge [1.000 Fahrzeuge] hier: $Mindestmenge = 300$	
$Kompensation$	Kompensationszahlung bei Unterschreiten der Mindestmenge [€/Unterschreitung] hier: $Kompensation = 20.000$	
$BigM$	Große Zahl (z.B. maximale Nachfrage); hier: $BigM = 1.297$	
Entscheidungsvariablen		

<i>Zuordnung_{ij}</i>	Zuordnung von Fahrzeugmodell <i>j</i> zu Standort <i>i</i> (<i>Zuordnung_{ij}</i> ∈ {0; 1})
<i>Produktionsmenge_{si}</i>	Produktionsmenge von Fahrzeugmodell <i>j</i> an Standort <i>i</i> in Szenario <i>s</i> (<i>Produktionsmenge_{si}</i> ∈ ℝ ⁺)
<i>Unterschreitung_{sij}</i>	Unterschreitung der Mindestmenge von Fahrzeugmodell <i>j</i> an Standort <i>i</i> in Szenario <i>s</i> (<i>Unterschreitung_{sij}</i> ∈ {0; 1})

Zielfunktion

Für die allgemeine Struktur der Zielfunktion bei zweistufiger Stochastische Optimierung gilt:

$$Z = \text{Deckungsbeitrag}(\text{Entscheidungen der Stufe 1}) + E(\text{Deckungsbeitrag}(\text{Entscheidungen der Stufe 2}))$$

Die Entscheidungen auf der ersten Stufe werden vor der Realisierung der unsicheren Nachfrage getroffen. Der sich ergebene Deckungsbeitrag ist folglich unter Sicherheit bekannt. Die Entscheidungen der zweiten Stufe werden erst getroffen, nachdem die konkrete Realisierung der zu betrachtenden Zufallszahlen bekannt ist. Der resultierende Deckungsbeitrag ist somit zum Zeitpunkt der Planung nicht unter Sicherheit bekannt. Es wird daher auf den Erwartungswert zurückgegriffen.

Im vorliegenden Fall werden auf der ersten Stufe die Zuordnungsentscheidungen getroffen. In Abhängigkeit der getroffenen Zuordnungsentscheidungen und der beobachteten Nachfrage werden auf der zweiten Stufe die Produktionsmengen je Fahrzeug und Standort festgelegt.

Da die Zuordnungsentscheidung zunächst keine Ergebniswirksamkeit besitzt (*Deckungsbeitrag(Entscheidungen der Stufe 1) = 0*), entfällt der erste Term. Der zweite Term, d.h. der Erwartungswert des von der zufälligen Nachfrage abhängigen Deckungsbeitrags, wird näherungsweise bestimmt, indem der Mittelwert über *S* Szenarien berechnet wird. Es folgt:

$$\text{Min } \overline{DB}_S = \frac{1}{S} \cdot \left(\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (\text{Deckungsbeitrag}_{ji} \cdot \text{Produktionsmenge}_{sij} + \text{Kompensation} \cdot \text{Unterschreitung}_{sij}) \right)$$

Anmerkung: Anstelle der Betrachtung des Mittelwerts wäre hier auch eine Betrachtung des absoluten Deckungsbeitrags möglich. Bei strukturell identischer Lösung (d.h. gleichen Zuordnungsentscheidungen im Optimum) ließe sich somit die Rechenzeit verkürzen.