

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für
Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften

**Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos
unternehmensübergreifender Wertschöpfungskonfigurationen in
der Automobilindustrie**

Dipl.-Ing. Univ. Max Joachim von Bredow

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza, Karlsruher Institut für Technologie

Die Dissertation wurde am 29.3.2012 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 12.06.2012 angenommen.

Max von Bredow

**Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit
und des Risikos unternehmensübergreifender
Wertschöpfungskonfigurationen in der
Automobilindustrie**



Herbert Utz Verlag · München

Forschungsberichte IWB

Band 281

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2012

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH · 2014

ISBN 978-3-8316-4337-0

Printed in Germany
Herbert Utz Verlag GmbH, München
089-277791-00 · www.utzverlag.de

Geleitwort der Herausgeber

Die Produktionstechnik ist für die Weiterentwicklung unserer Industriegesellschaft von zentraler Bedeutung, denn die Leistungsfähigkeit eines Industriebetriebes hängt entscheidend von den eingesetzten Produktionsmitteln, den angewandten Produktionsverfahren und der eingeführten Produktionsorganisation ab. Erst das optimale Zusammenspiel von Mensch, Organisation und Technik erlaubt es, alle Potentiale für den Unternehmenserfolg auszuschöpfen.

Um in dem Spannungsfeld Komplexität, Kosten, Zeit und Qualität bestehen zu können, müssen Produktionsstrukturen ständig neu überdacht und weiterentwickelt werden. Dabei ist es notwendig, die Komplexität von Produkten, Produktionsabläufen und -systemen einerseits zu verringern und andererseits besser zu beherrschen.

Ziel der Forschungsarbeiten des *iwb* ist die ständige Verbesserung von Produktentwicklungs- und Planungssystemen, von Herstellverfahren sowie von Produktionsanlagen. Betriebsorganisation, Produktions- und Arbeitsstrukturen sowie Systeme zur Auftragsabwicklung werden unter besonderer Berücksichtigung mitarbeiterorientierter Anforderungen entwickelt. Die dabei notwendige Steigerung des Automatisierungsgrades darf jedoch nicht zu einer Verfestigung arbeitsteiliger Strukturen führen. Fragen der optimalen Einbindung des Menschen in den Produktentstehungsprozess spielen deshalb eine sehr wichtige Rolle.

Die im Rahmen dieser Buchreihe erscheinenden Bände stammen thematisch aus den Forschungsbereichen des *iwb*. Diese reichen von der Entwicklung von Produktionssystemen über deren Planung bis hin zu den eingesetzten Technologien in den Bereichen Fertigung und Montage. Steuerung und Betrieb von Produktionssystemen, Qualitätssicherung, Verfügbarkeit und Autonomie sind Querschnittsthemen hierfür. In den *iwb* Forschungsberichten werden neue Ergebnisse und Erkenntnisse aus der praxisnahen Forschung des *iwb* veröffentlicht. Diese Buchreihe soll dazu beitragen, den Wissenstransfer zwischen dem Hochschulbereich und dem Anwender in der Praxis zu verbessern.

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) der Technischen Universität München.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart und Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael F. Zäh, den Leitern dieses Instituts, für die wohlwollende Förderung und großzügige Unterstützung meiner Arbeit. Bei Frau Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza, der Leiterin des Instituts für Produktionstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie, bedanke ich mich für die Übernahme des Koreferates und die aufmerksame Durchsicht der Arbeit.

Darüber hinaus bedanke ich mich recht herzlich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Institutes sowie bei allen Studentinnen und Studenten, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben. Die Mitglieder des Forschungsfeldes Risikobewertung haben durch zahlreiche kritische und offene Diskussionen erheblich zum Gelingen der Arbeit beigetragen. Besonders danke ich Herrn Dr.-Ing. Christoph Rimpau und Herrn Dr.-Ing. Sebastian Schindler für die gründliche Durchsicht meiner Arbeit.

Meinen Freunden Herrn Dr.-Ing. Michael Loy, Herrn Dr.-Ing. Matthias Waibel, Herrn Dr.-Ing. Johannes Pohl und Herrn Dr.-Ing. Thomas Bonin danke ich für ihre Unterstützung und für die Bereicherung meiner Institutszeit durch zahlreiche intensive Gespräche auch außerhalb unserer wissenschaftlichen Tätigkeit.

Besonderer Dank gilt meiner Familie und hier insbesondere meinen Eltern Albrecht und Rosi von Bredow, die mir meine Ausbildung ermöglicht haben und mich in meinem Handeln stets unterstützt haben. Ich danke auch meinem Großvater, Freiherr Joachim von Reitzenstein, für seine Weitsicht und die damit verbundene finanzielle Unterstützung meiner Ausbildung.

Nicht zuletzt und in ganz besonderem Maße danke ich meiner Frau Jessica von Bredow-Werndl, die mich mit sehr viel Geduld und Liebe unterstützt hat. Insbesondere ihre fröhliche Art war eine große Stütze bei der Fertigstellung der Arbeit.

München, den 1.9.2014

Max von Bredow

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
Formelzeichen	XIII
Große und kleine griechische Buchstaben	XIII
Große lateinische Buchstaben	XIV
Kleine lateinische Buchstaben	XV
Mathematische Zeichen	XVI
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangssituation und Motivation.....	1
1.2 Untersuchungsraum der Arbeit.....	2
1.3 Zielsetzung der Arbeit.....	3
1.4 Vorgehensweise.....	4
2 Grundlagen.....	7
2.1 Überblick über das Kapitel.....	7
2.2 Grundlagen unternehmensübergreifender Zusammenarbeit	7
2.2.1 Definition von Begrifflichkeiten	7
2.2.2 Ziele unternehmensübergreifender Zusammenarbeit	9
2.2.3 Wandel der Lieferantenstrukturen.....	10
2.2.4 Einfluss von Kundenbedürfnissen und Technologiewandel	12
2.2.5 Einfluss der Globalisierung	12
2.2.6 Risiken unternehmensübergreifender Zusammenarbeit	14
2.3 Lebenszyklus und Lebenszykluskosten.....	16
2.3.1 Lebenszyklus der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit	16
2.3.2 Verfahren zur Bewertung von Lebenszykluskosten.....	19
2.3.3 Transaktionskosten als Teil der Lebenszykluskosten	20
2.4 Risikomanagement	22
2.4.1 Der Risikobegriff.....	22
2.4.2 Systematisierung und Charakterisierung von Risiken.....	23

2.4.3	Begriff und Prozess des Risikomanagements	24
2.4.4	Phasen und Methoden des Risikomanagementprozesses	25
2.4.4.1	Risikoidentifikation	25
2.4.4.2	Risikobewertung	27
2.4.4.3	Risikosteuerung	30
2.5	Verfahren der Investitionsrechnung	31
2.5.1	Statische und dynamische Verfahren	31
2.5.2	Dynamische Verfahren zur Bewertung bei Risiko	32
2.5.2.1	Korrekturverfahren	32
2.5.2.2	Investitionsbewertung mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation	33
2.5.2.3	Der Cash-Flow-at-Risk Ansatz	36
2.5.2.4	Sensitivitätsanalyse	37
2.5.3	Integration von Prognosen in die Bewertung	38
2.6	Aufnahme und Abbildung von Produktionsprozessen	40
2.7	Zwischenfazit	41
3	Anforderungen und Stand der Forschung	45
3.1	Überblick über das Kapitel	45
3.2	Allgemeine Anforderungen	45
3.2.1	Spezifikation der Bewertungsaufgabe	45
3.2.2	Anforderungen an die Modellierung	46
3.2.3	Anforderungen an die praktische Anwendbarkeit	47
3.3	Stand der Forschung	48
3.3.1	Anforderungskriterien und Gliederung existierender Ansätze	48
3.3.2	Bewertung von Risiken in Supply-Chains und Liefernetzen	48
3.3.3	Gestaltung und Bewertung von Produktionsnetzen	52
3.3.4	Bewertung von Wandlungsfähigkeit im turbulenten Produktionsumfeld	55
3.3.5	Bewertung von Lebenszykluskosten bzw. Total-Cost-of-Ownership	56
3.3.6	Herleitung des Handlungsbedarfes aus dem Stand der Forschung	58
3.4	Forschungsfragen	60
3.5	Forschungsvorgehen	61
4	Empirische Analyse der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung	65
4.1	Forschungsfragen	65
4.2	Auswahl der Fälle	65
4.3	Datensammlung	67

4.4	Datenanalyse und Theoriebildung	67
4.5	Abgleich mit der Literatur	84
4.6	Abschluss der Studie	85
4.7	Zwischenfazit	85
5	Methode zur Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen.....	87
5.1	Überblick über die Methode	87
5.2	Aufnahme möglicher Wertschöpfungskonfigurationen	88
5.2.1	Aufnahme der Struktur der Wertschöpfungskonfigurationen	89
5.2.2	Aufnahme der Bestimmungsgrößen der Kunden-Lieferanten- Beziehungen	90
5.2.3	Aufnahme der Wertschöpfungsprozesse	91
5.3	Aufbau eines deterministischen Modells.....	93
5.3.1	Kapitalwertberechnung auf Basis des Lebenszyklusmodells.....	93
5.3.2	Ermittlung und Integration von Prognosewerten	97
5.4	Aufbau eines stochastischen Modells.....	99
5.4.1	Risikoidentifikation und Priorisierung	99
5.4.2	Risikobewertung und Modellierung.....	101
5.4.2.1	Abbildung von statischen Risiken durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen.....	101
5.4.2.2	Abbildung der Risikodynamik.....	104
5.4.3	Identifikation und Modellierung von Korrelationen	105
5.5	Simulation, Auswertung und Interpretation der Ergebnisse.....	108
5.5.1	Simulation	108
5.5.2	Auswertung der Ergebnisse.....	108
5.5.2.1	Wahrscheinlichkeitsverteilung des NPV	108
5.5.2.2	NPV-at-Risk	113
5.5.2.3	Sensitivitätsanalyse.....	113
5.5.2.4	Vergleich einzelner Ziehungen.....	115
5.5.3	Bewertung von Maßnahmen zur Risikosteuerung	116
5.5.4	Zusammenfassung	118
6	Validierung an einem Anwendungsbeispiel.....	121
6.1	Allgemeines.....	121
6.1.1	Zielsetzung des Kapitels.....	121
6.1.2	Technische Umsetzung.....	121
6.1.3	Ausgangssituation und Hinweise	121

6.2	Aufnahme der möglichen Wertschöpfungskonfigurationen.....	122
6.2.1	Struktur alternativer Wertschöpfungskonfigurationen	122
6.2.2	Bestimmungsgrößen der Kunden-Lieferanten-Beziehungen.....	124
6.2.3	Aufnahme der Wertschöpfungsprozesse	124
6.3	Aufbau des deterministischen Modells.....	126
6.3.1	Bildung des Kapitalwertmodells.....	126
6.3.2	Ermittlung und Integration von Prognosewerten.....	128
6.4	Aufbau des stochastischen Modells.....	130
6.4.1	Risikoidentifikation und Priorisierung	130
6.4.2	Risikobewertung und Modellierung	131
6.4.3	Integration bekannter Mechanismen zur Risikosteuerung.....	132
6.5	Simulation, Auswertung und Interpretation der Ergebnisse.....	133
6.6	Bewertung der Methode.....	138
7	Zusammenfassung und Ausblick	141
8	Literatur	143
9	Anhang.....	167
9.1	Weitere Wahrscheinlichkeitsverteilungen	167

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1:</i>	<i>Darstellung einer Wertschöpfungskonfiguration und Abgrenzung des Untersuchungsraumes.....</i>	<i>3</i>
<i>Abbildung 2:</i>	<i>Darstellung der drei Teilziele und des Gesamtziels der Forschungsarbeit</i>	<i>4</i>
<i>Abbildung 3:</i>	<i>Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....</i>	<i>5</i>
<i>Abbildung 4:</i>	<i>Entwicklung der Wertschöpfungstiefe von OEM und Zulieferern in der Produktion und Entwicklung der Automobilindustrie (BARDI 2002).....</i>	<i>10</i>
<i>Abbildung 5:</i>	<i>Strukturveränderung in Lieferantennetzen</i>	<i>11</i>
<i>Abbildung 6:</i>	<i>Gründe für die mangelnde Effektivität des Risikomanagements im Einkauf nach Häufigkeit der Nennung (Aberdeen-Group 2005) ...</i>	<i>16</i>
<i>Abbildung 7:</i>	<i>Lebenszyklusmodell der Kooperation (WIENDAHL ET AL. 2005, HÖBIG 2002)</i>	<i>17</i>
<i>Abbildung 8:</i>	<i>Differenzierung von Unsicherheit (THIEMT 2003, BRAUN 1984)</i>	<i>23</i>
<i>Abbildung 9:</i>	<i>Vorgehen beim Risikomanagement.....</i>	<i>25</i>
<i>Abbildung 10:</i>	<i>Sammlung von Methoden der Risikoidentifikation in Anlehnung an ZIEGENBEIN (GABRIEL 2007, ZIEGENBEIN 2007, THIEMT 2003, SCHIMMELPFENG 2001, MIKUS 2001)</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 11:</i>	<i>Skizze zur Bewertung einer Risikogröße X anhand der Verteilung von Eintrittswahrscheinlichkeiten über einen möglichen Wertebereich.....</i>	<i>28</i>
<i>Abbildung 12:</i>	<i>Skizze zur Darstellung der kumulativen und einfachen Wahrscheinlichkeitsverteilungen der möglichen Ergebnisse.....</i>	<i>36</i>
<i>Abbildung 13:</i>	<i>Cash-Flow-at-Risk bei $p = 5\%$.....</i>	<i>37</i>
<i>Abbildung 14:</i>	<i>Klassifizierung von Prognoseverfahren in Anlehnung an SCHÖNSLEBEN 2004</i>	<i>39</i>
<i>Abbildung 15:</i>	<i>Zusammenfassung der Grundlagen.....</i>	<i>43</i>

<i>Abbildung 16: Kriterien zur Analyse bestehender Arbeiten und thematische Gliederung der Arbeiten</i>	48
<i>Abbildung 17: Das Preisbergmodell (CANNON 2006)</i>	58
<i>Abbildung 18: Überblick zur Anforderungserfüllung bestehender Ansätze</i>	59
<i>Abbildung 19: Systematisierung von Fallstudien (YIN 2003)</i>	62
<i>Abbildung 20: Beziehungen zwischen den untersuchten Fällen</i>	66
<i>Abbildung 21: Macht- und Risikoverteilung zwischen OEM, 1st Tier, 2nd Tier und 3rd-Tier-Lieferanten sowie Rohstofflieferanten</i>	68
<i>Abbildung 22: Wertschöpfungskonfiguration eines Unternehmens mit Kunde und Lieferanten</i>	75
<i>Abbildung 23: Lebenszyklus eines Fahrzeugprojektes aus Sicht eines Unternehmens in der Wertschöpfungskonfiguration (siehe Abbildung 22)</i>	80
<i>Abbildung 24: Zusammenfassung der Methode zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos in Wertschöpfungskonfigurationen</i>	87
<i>Abbildung 25: Ebenen der Aufnahme einer Wertschöpfungskonfiguration</i>	89
<i>Abbildung 26: Beispielhafte Darstellung möglicher Alternativen einer Wertschöpfungskonfiguration</i>	90
<i>Abbildung 27: Bildung des deterministischen Modells einer Wertschöpfungskonfiguration auf Kapitalwertbasis</i>	93
<i>Abbildung 28: Vorgehensschritte zur Kapitalwertberechnung</i>	94
<i>Abbildung 29: Beispielhafte Kostengliederungsstruktur mit Kostenelementen und Kostenfunktionen eines stark vereinfachten Kostenmodells</i>	96
<i>Abbildung 30: Vorgehen in der Risikoidentifikation</i>	101
<i>Abbildung 31: Dichtefunktion der Normalverteilung</i>	102
<i>Abbildung 32: Dichtefunktion der Betaverteilung</i>	103

Abbildung 33:	Beispiel eines Streudiagramms zweier korrelierter Merkmale y und x mit $r = -0,8$ bei 200 Ziehungen.....	106
Abbildung 34:	Beispiel einer Korrelationsmatrix	107
Abbildung 35:	Vorgehen zur Bildung des stochastischen Modells	107
Abbildung 36:	Skizze zum Vergleich der Erwartungswerte des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen	110
Abbildung 37:	Skizze zum Vergleich der Standardabweichungen des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen.....	111
Abbildung 38:	Skizze zum Vergleich der Schiefe des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen.....	111
Abbildung 39:	Skizze zum Vergleich der Wölbung des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen.....	112
Abbildung 40:	Skizze zum Vergleich des NPV-at-Risk auf Basis der Wahrscheinlichkeitsverteilungen des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen für $p = 10\%$	113
Abbildung 41:	Beispielhafte Darstellung des Einflusses von Einzelrisiken in einer Tornado-Grafik	114
Abbildung 42:	Skizze zum Vergleich der Wahrscheinlichkeitsverteilungen des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen mit grau hinterlegtem Bereich der Überschneidung.....	115
Abbildung 43:	Entwicklung von Risiken über dem Δ NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen	116
Abbildung 44:	Skizze zum Vergleich der Wahrscheinlichkeitsverteilungen des NPV einer Wertschöpfungskonfiguration ohne (NPV) und mit Materialpreisgleitklausel (NPV_{MPK}).....	118
Abbildung 45:	Schritte der Auswertung der Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulation.....	119
Abbildung 46:	Darstellung der bestehenden Wertschöpfungskonfiguration	122
Abbildung 47:	Darstellung der Wertschöpfungskonfiguration 1	123

<i>Abbildung 48: Darstellung der Wertschöpfungskonfiguration 2</i>	<i>124</i>
<i>Abbildung 49: Darstellung der Produktionsprozesse.....</i>	<i>125</i>
<i>Abbildung 50: Prognose von Wechselkurs, Lohnkosten und Materialpreisen bis zum Jahr 2015.....</i>	<i>128</i>
<i>Abbildung 51: Visualisierung der Sensitivitätsanalyse mit Hilfe eines Tornado-charts für Wertschöpfungskonfiguration 1</i>	<i>134</i>
<i>Abbildung 52: Visualisierung der Sensitivitätsanalyse mit Hilfe eines Tornado-charts für Wertschöpfungskonfiguration 2</i>	<i>134</i>
<i>Abbildung 53: Gegenüberstellung des NPV der Wertschöpfungskonfigurationen 1 und 2 mit und ohne Berücksichtigung einer Materialpreisgleitklausel.....</i>	<i>136</i>
<i>Abbildung 54: Gegenüberstellung des NPV der Wertschöpfungskonfigurationen 1 und 2 mit und ohne Berücksichtigung eines Short-Fall-Payment</i>	<i>137</i>
<i>Abbildung 55: Gegenüberstellung des NPV der Wertschöpfungskonfigurationen 1 und 2 mit und ohne Berücksichtigung einer Mindestabnahmemenge.....</i>	<i>138</i>
<i>Abbildung 56: Dichtefunktion der Binomialverteilung</i>	<i>167</i>
<i>Abbildung 57: Dichtefunktion der Poissonverteilung</i>	<i>167</i>
<i>Abbildung 58: Dichtefunktion der Dreiecksverteilung.....</i>	<i>168</i>
<i>Abbildung 59: Dichtefunktion der Lognormalverteilung</i>	<i>168</i>
<i>Abbildung 60: Dichtefunktion der Weibullverteilung.....</i>	<i>169</i>
<i>Abbildung 61: Dichtefunktion der Exponentialverteilung.....</i>	<i>170</i>

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Zusammenfassung einmaliger und regelmäßiger Transaktionskosten sowie der Entwicklung bei steigendem Kooperationsgrad (WILDEMANN 2008)</i>	21
<i>Tabelle 2: Zusammensetzung der Fallstudie.....</i>	65
<i>Tabelle 3: Vorherrschende Risiken und Risikosteuerungsmaßnahmen in der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung</i>	74
<i>Tabelle 4: Gliederungsstruktur der Lebenszykluskosten und –erlöse innerhalb eines Fahrzeugprojektes</i>	83
<i>Tabelle 5: Bestimmungsgrößen der Struktur einer Wertschöpfungskonfiguration</i>	89
<i>Tabelle 6: Wesentliche Bestimmungsgrößen einer Kunden-Lieferanten-Beziehung.....</i>	91
<i>Tabelle 7: Wesentliche Bestimmungsgrößen eines Wertschöpfungsprozesses (in Anlehnung an ROTHER & SHOOK 2000)</i>	92
<i>Tabelle 8: Exemplarische Kostenaufschlüsselung für den Prozessschritt des Spritzgießens am Standort Deutschland</i>	127
<i>Tabelle 9: Exemplarische Prognose der Kosten für das Spritzgießen für 6 Perioden am Standort Deutschland</i>	129
<i>Tabelle 10: Gegenüberstellung der deterministischen Kapitalwerte von Wertschöpfungskonfiguration 1 und 2.....</i>	129
<i>Tabelle 11: Modellierung der einzelnen Risiken.....</i>	130
<i>Tabelle 12: Modellierung der einzelnen Risiken.....</i>	131
<i>Tabelle 13: Korrelationsmatrix mit Korrelationskoeffizienten</i>	132
<i>Tabelle 14: Gegenüberstellung der Wertschöpfungskonfigurationen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Risikosteuerungsmechanismen.....</i>	133

Abkürzungsverzeichnis

Hinweis: Einige der aufgeführten englischen Abkürzungen bezeichnen umfassende Methoden oder Konzepte. Sie werden im Deutschen gewöhnlich im Original übernommen und sind deshalb nachfolgend nicht übersetzt. Zur inhaltlichen Erläuterung der jeweiligen Abkürzungen wird auf die Ausführungen im Text und auf die zitierten Quellen verwiesen.

CFaR	Cash-Flow-at-Risk
CF	Cash-Flow
CONC	Costs of None Conformance
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EDL	Entwicklungsdienstleister
EOP	End of Production
F&E	Forschung und Entwicklung
JIS	Just in Sequence
JIT	Just in Time
LCC	Life Cycle Costs
LCC	Low Cost Countries
NPV	Net Present Value
NPVaR	Net Present Value at Risk
OEM	Original Equipment Manufacturer
SOP	Start of Production
SPI	Supplier Performance Index
TCO	Total-Cost-of-Ownership
VaR	Value at Risk
n-Tier	Lieferant der n-ten Stufe

Formelzeichen

Hinweis: Einige der nachfolgend aufgeführten Formelzeichen werden mit mehreren verschiedenen Bedeutungen verwendet. Die jeweils zutreffende Bedeutung ergibt sich entweder aus dem Kontext oder ist explizit im Text angegeben.

Große und kleine griechische Buchstaben

α	Konfidenzniveau
$\gamma(X)$	Wölbung von X
$\mu(X)$	Erwartungswert von X
μ_S	Erwartete Rendite einer Aktie
$\mu_{S_{t-1}}$	Erwartete Steigung des Parameters von $t-1$ nach t
$\sigma(X)$	Standardabweichung von X
σ_S	Volatilität des Aktienpreises
$\sigma_{S_{t-1}}$	Abweichung des Parameters vom erwarteten Pfad von $t-1$ nach t
$\nu(X)$	Schiefe von X

Große lateinische Buchstaben

EP	Einkaufspreis
H	Mögliche Auftretenshäufigkeit eines Risikos
K_{gesamt}	Gesamtkosten
K_{Δ_max}	maximale Kostenschwankung
m	Materialnummer (1 - n)
MM	Materialmenge
MPA	Materialpreisausgleich pro Bauteil
MP_a	marktaktueller Materialpreis oder Periodendurchschnittspreis
MP_n	Basismaterialpreis
$MPAF$	Materialpreisausgleichsfaktor
N	Anzahl der Ziehungen in einer Monte-Carlo-Simulation
N_t	Abgenommene Stückzahl in der Periode
$N_{benötigt_t}$	Eigentlich benötigte Stückzahl in der Periode
N_{min_t}	Minimal abzunehmende Stückzahl in der Periode
P	Eintretenswahrscheinlichkeit eines Risikos
RS	Risikosignifikanz eines Risikos
SFP	Short-Fall-Payment pro Stück
SFP_t	Short-Fall-Payment pro Periode
S_t	Wert des Parameters (z.B. Stückzahl) in Periode t
$VAR(X)$	Varianz von X

Kleine lateinische Buchstaben

a	Minimum
b	Maximum
dS	Veränderung des Aktienpreises
dz	Wiener Prozess
e	unabhängig verteilter Fehler
m	Modalwert oder Modus einer Wahrscheinlichkeitsverteilung
n	Anzahl der Merkmale
p	Eintretenswahrscheinlichkeit
$p(x)$	Verteilungsdichte einer Zufallsgröße x
$r_{x,y}$	Korrelationskoeffizient nach Bravias Pearson
t	Periode
x	Zufallsgröße

Mathematische Zeichen

d	gewöhnliches Differential
δ	partielles Differential
Σ	Summe
+	Addition
-	Subtraktion
/	Division
*, x, ·	Multiplikation

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Motivation

Die Automobilindustrie ist eine der wichtigsten Stützen der deutschen Wirtschaft. Sie beschäftigte im Jahr 2011 rund 714.000 Personen und erwirtschaftete einen Umsatz von 315 Mrd. Euro (VDA 2011). Somit ist mehr als jeder fünfte in Deutschland umgesetzte Euro auf die Automobilindustrie zurückzuführen. In der Branche war nach der Einführung der schlanken Produktion in den 80er Jahren ein deutlicher Wandel zu beobachten (KALMBACH & KLEINHANS 2004). Die Komplexität in der Automobilproduktion wuchs bei einer gleichzeitigen Verkürzung der Produkt- und Technologielebenszyklen sowie einer Erhöhung der Variantenzahl (RICHTER et al. 2006). Die Arbeitsteilung in der Wertschöpfungskette stieg deutlich an und führte zu einer Verbindung von Unternehmen durch Kunden-Lieferanten-Beziehungen. Hierdurch wurden unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetze gebildet, die heute den gesamten Globus umspannen.

PORTER weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass durch die Einbindung von Unternehmen in Wertschöpfungsnetze eine losgelöste oder einseitige Bewertung der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens nicht mehr ausreichend ist. Vielmehr ist zusätzlich die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit mit Lieferanten und Kunden zu berücksichtigen. Er definiert hierzu das Wertesystem, welches das beidseitige Zusammenspiel eines Unternehmens mit seinen Zulieferern und Kunden beschreibt. Der Wettbewerbsvorteil wird insbesondere dadurch bestimmt, wie gut ein Unternehmen das eigene Wertesystem beherrscht (PORTER 1993).

In Anlehnung an das Wertesystem von PORTER werden in der vorliegenden Arbeit Wertschöpfungskonfigurationen untersucht. Sie umfassen die interne Wertschöpfung eines Unternehmens sowie die Schnittstellen zu vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsprozessen für einen definierten Zeitraum, innerhalb dessen sich die Einflussgrößen der Konfiguration dynamisch verändern können.

Zum Aufbau von Wertschöpfungskonfigurationen schließt ein Unternehmen Verträge mit Lieferanten und Kunden, es werden die logistischen Prozesse zwischen den Unternehmen geplant, die unternehmenseigenen Standorte festgelegt, Wertschöpfungsprozesse gestaltet sowie Investitionen getätigt. Die zu treffenden Entscheidungen haben langfristige und wesentliche Auswirkungen auf den Unternehmenserfolg, können jedoch nur schwer und unter hohem Kostenaufwand

rückgängig gemacht oder verändert werden. Die Entscheidungssituation ist somit durch eine geringe Reversibilität gekennzeichnet.

Des Weiteren erfolgt die Festlegung der zu tätigen Investitionen und der einzugehenden Risiken in einer Wertschöpfungskonfiguration bereits in der frühen Planungsphase. Jedoch sinkt im stark dynamischen Wettbewerbsumfeld, das auch als turbulent beschrieben wird (NYHUIS et al. 2008, SCHUH et al. 2005, MILBERG 2000, REINHART et al. 1999), die Prognosegenauigkeit erfolgskritischer Faktoren mit einem zeitlich wachsenden Planungshorizont. Hieraus resultiert ein hohes unternehmerisches Gesamtrisiko.

Bei der Gestaltung von Wertschöpfungskonfigurationen werden wesentliche Entscheidungen bezüglich der wirtschaftlichen Gewinnchancen und der Risikosituation des Unternehmens getroffen. Dadurch ergibt sich für Unternehmen die Notwendigkeit einer sorgfältigen und vorausschauenden Bewertung von Wirtschaftlichkeit und Risiko ihrer Wertschöpfungskonfigurationen.

1.2 Untersuchungsraum der Arbeit

Der Untersuchungsraum der Arbeit ist insbesondere in Bezug auf die zeitliche Dauer und die Struktur einer Wertschöpfungskonfiguration sowie die Form der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit abzugrenzen.

Die Dauer einer Wertschöpfungskonfiguration ist durch die Dauer eines Fahrzeugprojektes festgelegt. Fahrzeugprojekte beinhalten die Herstellung eines bestimmten Fahrzeugmodells bzw. bestimmter Komponenten für die Zeit, in der das entsprechende Fahrzeug vertrieben werden soll. Für diesen Zeitraum schließen sich Unternehmen mit Kunden und Lieferanten zusammen, um eine Wertschöpfungskonfiguration zu bilden. Eine Fortführung der Zusammenarbeit nach dem Fahrzeugprojekt ist zu diesem Zeitpunkt ungewiss. Der Zusammenschluss hat somit Projektcharakter und eine Bestimmung der Wirtschaftlichkeit hat für den Zeitraum des Fahrzeugprojektes zu erfolgen.

In Anlehnung an das Wertesystem von Porter erfolgt eine beidseitige Integration der Beziehungen zu Lieferanten und Kunden. Die Betrachtungsweise der unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskonfiguration spannt durch eine Berücksichtigung der Schnittstellen zu vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsprozessen und der unternehmenseigenen Wertschöpfung innerhalb eines Fahrzeugprojektes einen umfassenden Untersuchungsraum auf (*Abbildung 1*). Durch die Wahl unterschiedlicher Lieferanten, die variable Ausgestaltung der Be-

ziehungen zu Lieferanten und Kunden sowie der vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten der unternehmenseigenen Wertschöpfungsprozesse, ergibt sich eine Vielzahl unterschiedlicher Konfigurationsalternativen.

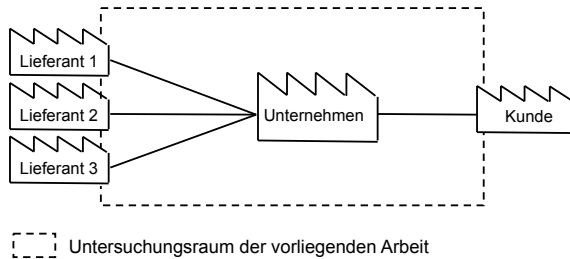


Abbildung 1: Darstellung einer Wertschöpfungskonfiguration und Abgrenzung des Untersuchungsraumes

Abschießend ist der Untersuchungsraum hinsichtlich der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit innerhalb der Wertschöpfungskonfiguration zu spezifizieren. Hierzu sind der Gegenstand der Zusammenarbeit und die Richtung zu differenzieren (SCHUH et al. 2005, WIENDAHL et al. 2005). Der Gegenstand der Zusammenarbeit in der vorliegenden Forschungsarbeit ist die Produktion. Die Richtung der Zusammenarbeit ist als vertikal zu bezeichnen, da die Unternehmen innerhalb der Wertschöpfungskonfiguration in Kunden-Lieferanten-Beziehungen zusammenarbeiten und somit in unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen angesiedelt sind (SCHUH et al. 2005, WIENDAHL et al. 2005, HURR 2002, HÖBIG 2002). Weitere Formen der Zusammenarbeit, wie beispielsweise Konsortien, Kartelle, Joint Ventures oder Fusionen, werden nicht betrachtet.

1.3 Zielsetzung der Arbeit

Vorrangiges Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, Unternehmen bei der Bewertung und dem Vergleich von Wertschöpfungskonfigurationen in der frühen Planungsphase systematisch zu unterstützen, indem die Wirtschaftlichkeit sowie das Risiko einer Konfiguration über den Zeitraum eines Fahrzeugprojektes methodisch analysiert werden. Die Arbeit soll einen Beitrag dazu leisten, Chancen und Risiken unterschiedlicher Wertschöpfungskonfigurationen zu bewerten und zu interpretieren. Hierzu soll eine methodische Grundlage geschaffen werden, die Produktionsprozesse einer Wertschöpfungskonfiguration abzubilden und eine quantitative Bewertung zu ermöglichen. Bei der Bewertung wird davon ausgegangen, dass die zu bewertenden bzw. zu vergleichenden Konfigurationen bekannt sind. Abschließend soll die

Praxistauglichkeit der entwickelten Bewertungsmethode an einem Anwendungsbeispiel nachvollzogen und validiert werden.

Zur Zielerreichung sind drei Teilziele zu erfüllen (*Abbildung 2*). Die Zusammenarbeit von Unternehmen ist sowohl mit Kunden als auch mit Lieferanten im aktuellen Umfeld der Automobilindustrie und innerhalb eines Fahrzeugprojektes zeitabhängig zu beschreiben. Die innerhalb einer Wertschöpfungskonfiguration entstehenden Kosten und Erlöse sind anhand des zugrundeliegenden Fahrzeugprojektes und dessen Wertschöpfungsprozessen abzubilden. Darüber hinaus sind vorherrschende Risiken in Wertschöpfungskonfigurationen und Mechanismen der Risikoüberwälzung zu bestimmen.

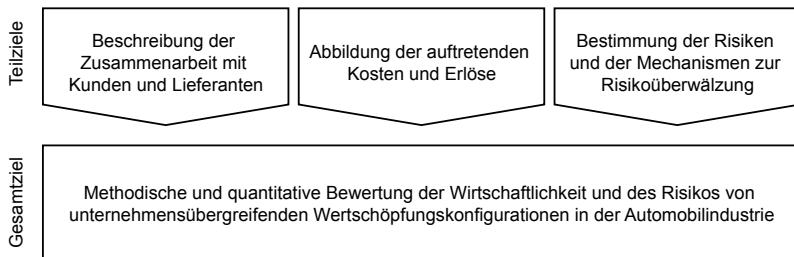


Abbildung 2: Darstellung der drei Teilziele und des Gesamtziels der Forschungsarbeit

Anhand der Ergebnisse der Teilziele ist eine Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos von unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskonfigurationen in der Automobilindustrie zu entwickeln. Die Methode wird es erlauben, auf Basis einer erhöhten Transparenz der Kosten, Erlöse und Risiken der Wertschöpfungsprozesse sowie möglicher Konsequenzen, fundierte Entscheidungen bei der Planung von Wertschöpfungskonfigurationen zu treffen.

1.4 Vorgehensweise

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel, die in *Abbildung 3* dargestellt sind. Im ersten Kapitel wurde bereits die Ausgangssituation aufgezeigt, die Zielsetzung erläutert und der Untersuchungsraum spezifiziert. In Kapitel 2 erfolgt eine Analyse bestehender wissenschaftlicher Grundlagen. Hierbei werden die Bereiche der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit, der Lebenszykluskosten, des Risikomanagements und der Investitionsrechnung sowie Methoden zur Aufnahme

und Abbildung von Wertschöpfungsprozessen beleuchtet. Auf Basis dieser Ergebnisse werden in Kapitel 3 Anforderungen an eine Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos von Wertschöpfungskonfigurationen zusammengefasst und der Stand der Forschung aufgezeigt. Dieser wird mit den definierten Anforderungen abgeglichen, Lücken werden aufgezeigt und das weitere Vorgehen wird festgelegt. Darauffolgend werden in Kapitel 4, mit Hilfe einer empirischen Analyse der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung, die identifizierten Wissenslücken geschlossen. Auf Basis der Erkenntnisse aus Kapitel 3 und der Ergebnisse aus Kapitel 4 wird in Kapitel 5 eine Methode zur Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen entwickelt. In Kapitel 6 wird die vorgestellte Methode anhand eines Anwendungsbeispiels validiert. Eine Zusammenfassung sowie ein Ausblick, der mögliche Weiterentwicklungen der erarbeiteten Methode verdeutlicht, finden sich in Kapitel 7.

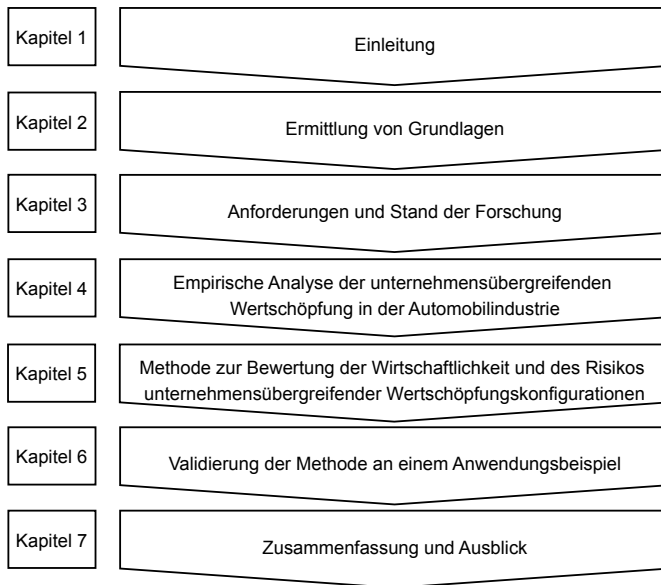


Abbildung 3: Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

2 Grundlagen

2.1 Überblick über das Kapitel

Da Wertschöpfungskonfigurationen erst durch die Kollaboration unterschiedlicher Unternehmen entstehen, werden die Grundlagen der Zusammenarbeit im vorliegenden Kapitel aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchtet (2.2). Des Weiteren werden der Lebenszyklus der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit sowie Verfahren zur Bewertung von Lebenszykluskosten als auch die Theorie der Transaktionskosten beleuchtet (2.3). Um das Risiko und die Wirtschaftlichkeit einer Wertschöpfungskonfiguration im individuellen Anwendungsfall zuverlässig identifizieren und bewerten zu können, werden sowohl Grundlagen des Risikomanagements (2.4) als auch der Investitionsrechnung (2.5) aufgezeigt. Da die Aufnahme und Abbildung von Produktionsprozessen zur Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen ein wesentlicher Baustein ist, erfolgt eine Darstellung und Auswahl möglicher Verfahren (2.6). Das Kapitel wird mit einem Zwischenfazit abgeschlossen (2.7).

2.2 Grundlagen unternehmensübergreifender Zusammenarbeit

2.2.1 Definition von Begrifflichkeiten

Die Begriffe *Kooperation*, *Kunden-Lieferanten-Beziehung*, *Einkauf*, *Vertrieb*, *Supply-Chain*, *Supply-Chain-Management* sowie *Produktionsnetzwerk* beschreiben Bereiche der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit und werden im Folgenden kurz erläutert und gegenüber dem Begriff der *unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskonfiguration* abgegrenzt.

Der Begriff der *Kooperation* wird in der Wissenschaft unterschiedlich definiert. Eine der gängigsten Definition nach PICOT et al. lautet: „*Eine Kooperation ist eine Form der freiwilligen zwischenbetrieblichen Zusammenarbeit von mindestens zwei Unternehmen unter Wahrung wirtschaftlicher und rechtlicher Selbständigkeit. Auf Basis einer Kooperationsvereinbarung findet eine zweckorientierte Zusammenarbeit statt, mit der die beteiligten Unternehmen, eine gemeinsame Erreichung eines oder mehrerer übergeordneter und nur gemeinsam erreichbarer Ziele anstreben*“ (PICOT et al. 1996).

Die *Kunden-Lieferanten-Beziehung* stellt eine besondere Kooperationsform dar. Eine eigenständige Definition besteht nicht und zugleich ist eine Beschreibung der Kunden-Lieferanten-Beziehung durch die Definition von PICOT et al. kritisch zu betrachten: Die Freiwilligkeit der Kooperation ist teilweise anzuzweifeln, da der Lieferant auf die Abnahme seiner Leistungen durch die Kunden und der Kunde auf die Belieferung durch die Lieferanten angewiesen sind. Des Weiteren sind die primären Ziele von Kunde und Lieferant, nämlich die Erwirtschaftung von Gewinnen, zu berücksichtigen. Darüber hinaus werden Kunden-Lieferanten-Beziehungen nur über begrenzte Zeiträume geschlossen. Unter Berücksichtigung dieser Eigenschaften wird folgende Definition entwickelt: *Eine Kunden-Lieferanten-Beziehung ist eine durch die Fragmentierung der Wertschöpfungskette bedingte, auf Zeit geschlossene Leistungsvereinbarung zwischen Wirtschaftsunternehmen.*

Der *Einkauf* oder das Beschaffungsmanagement beinhaltet die operativen Tätigkeiten zur Versorgung eines Unternehmens in Zusammenarbeit mit seinen Lieferanten. Aufgaben sind die kosten-, qualitäts- und zeitoptimale Bereitstellung von Materialien und Ressourcen, die zur Durchführung des Produktionsprozesses notwendig sind und nicht vom Unternehmen selbst hergestellt werden (SCHÖNSLEBEN 2004, WAGNER 2002, SCHUFF 2002, VERSTEEG 1999). Im Einkauf werden zwei Typen von Materialien unterschieden. Direkte Materialien sind Materialien, die in die Produktion einer Ware eingehen und Bestandteil des Endproduktes sind. Indirekte Materialien sind Waren, die zur Produktion, Wartung und Reparatur benötigt werden sowie zum laufenden Betrieb eines Unternehmens. Indirekte Materialien sind kein Bestandteil des Endproduktes (SCHÖNSLEBEN 2004).

Der *Vertrieb* umfasst alle technischen Abläufe, die den Verkauf von Produkten oder Dienstleistungen an den Kunden betreffen und ist die letzte Stufe in der betrieblichen Wertschöpfungskette. Die Aufgaben des Vertriebs sind im Marketing zusammengefasst und betreffen die Absatzplanung, die Distribution und die Akquise (KLEINALTENKAMP & PLINKE 2000).

Die *Supply-Chain* ist ein Netzwerk unterschiedlicher Unternehmen, das durch Material- und Informationsflüsse verbunden ist und in dem durch verschiedene Prozesse und Aktivitäten die Wertschöpfung von Produkten oder Dienstleistungen für den Endkunden stattfindet (CHRISTOPHER 1998). Das *Supply-Chain-Management* hat die Koordination einer strategischen und langfristigen Zusammenarbeit der Hersteller auf der gesamten Supply-Chain, sowohl in Produktion als auch Beschaffung, zum Ziel (SCHÖNSLEBEN 2004). Hierdurch soll eine Verringerung der Bestände in der Supply-Chain bei einer gleichzeitigen Sicherstellung der Lieferfä-

higkeit erreicht werden. Durch eine Optimierung über alle Stufen hinweg sind Kosten- und Qualitätsvorteile sowie Lieferzeitverkürzungen zu realisieren. Da ein Unternehmen in der Regel mehrere Produkte herstellt, ist es auch in mehrere Supply-Chains eingebunden (REINHART et al. 2008).

Bei dem Begriff des *Produktionsnetzwerkes* liegen unterschiedliche Definitionen vor. Nach MEYER bilden die durch Lieferbeziehungen verbundenen Teile eines oder mehrerer Unternehmen ein Produktionsnetzwerk (MEYER 2006). Einzelne Produktionsstätten stellen Komponenten für gemeinsame Endprodukte her. Dahingegen definiert GRAUER ein Produktionsnetzwerk als ein zusammenhängendes, aber nicht zwingend miteinander arbeitendes Konsortium von Standorten nur eines Unternehmens (GRAUER 2009). Somit findet der Begriff des Produktionsnetzwerkes sowohl in der unternehmensübergreifenden als auch unternehmensinternen Zusammenarbeit Anwendung. Ziel bei der Gestaltung von Produktionsnetzwerken ist eine kosten- und standortoptimale Verteilung der Wertschöpfung.

Die dieser Arbeit zugrunde liegende Betrachtungsform der *unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskonfiguration* geht vom Betrachtungswinkel eines Unternehmens aus. Sie konzentriert sich auf die einkaufs- und absatzseitig angrenzenden Unternehmen, die in die Herstellung eines Produktes innerhalb eines Fahrzeugprojektes integriert sind. Grundlage ist eine Orientierung an der unternehmerischen Praxis der Fahrzeugprojekte, des damit verbundenen und abgeschlossenen Zeitrahmens sowie der hierzu notwendigen Kunden-Lieferanten-Beziehungen. Die Betrachtungsform der Wertschöpfungskonfiguration unterscheidet sich von herkömmlichen Betrachtungsformen, baut jedoch auf mehreren Kunden-Lieferanten-Beziehungen auf und greift Aspekte anderer Betrachtungsformen auf.

2.2.2 Ziele unternehmensübergreifender Zusammenarbeit

Wettbewerbsvorteile werden in zunehmendem Maße durch die Konzentration auf die eigenen Kernkompetenzen erzielt. Diese Kernkompetenzfokussierung der Unternehmen bedingt eine wachsende Fragmentierung der Wertschöpfung und der Wertschöpfungsprozess erfolgt zunehmend in mehreren Wertschöpfungsstufen (SCHUH et al. 2005, WIENDAHL et al. 2005, KUREK 2004, KASCOUF & CELUCH 1997). Nicht ausreichend wertschöpfende oder nicht markenprägende Leistungen werden an Lieferanten vergeben (RICHTER et al. 2006). Ziel der Unternehmen ist es, die Chancen, die sich durch unternehmensübergreifende Zusammenarbeit ergeben, zu nutzen. Diese unterteilen sich grob in Kosten- und Zeitfaktoren sowie Markt-

und Wettbewerbsfaktoren. Hierzu gehören beispielsweise die Verkürzung von Entwicklungszeiten, eine Risikostreuung zwischen den Partnern, eine bessere Auslastung der eigenen Ressourcen, eine Verteilung der Fixkosten, eine mögliche gemeinsame Markterschließung oder eine Senkung der Herstellungskosten (SCHUH et al. 2005, ZÄH et al. 2005).

Ein weiteres Ziel für Unternehmen besteht darin, innerhalb der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit, vorhandene Risiken auf Partner abzuwälzen (KUREK 2004). In der Praxis erfolgt diese Risikoabwälzung zumeist vom mächtigeren auf das schwächere Unternehmen. SCHLIFFENBACHER weist hierzu unterschiedliche Machtverhältnisse in Produktionsnetzen der Automobilindustrie nach. Sie sind dadurch geprägt, dass ein Fokalunternehmen den alleinigen Kontakt zum Absatzmarkt hält und komplett für die erfolgreiche Durchführung der Aufträge verantwortlich ist. Hierdurch ergeben sich asymmetrische Machtverhältnisse zugunsten des Fokalunternehmens (SCHLIFFENBACHER 1998).

2.2.3 Wandel der Lieferantenstrukturen

Die Fragmentierung der Wertschöpfungskette ist in der Automobilindustrie besonders deutlich. Die Wertschöpfungstiefe eines Original Equipment Manufacturers (OEM) sinkt von durchschnittlich 35 Prozent im Jahr 2000 stetig auf ca. 25 Prozent im Jahr 2010. Durch die steigende Variantenanzahl bei geringeren Fahrzeugvolumina und bei gleichzeitig steigender Komplexität in den Entwicklungsprojekten erfolgt auch eine zunehmende Allokation von Entwicklungsleistungen bei den Lieferanten (*Abbildung 4*).

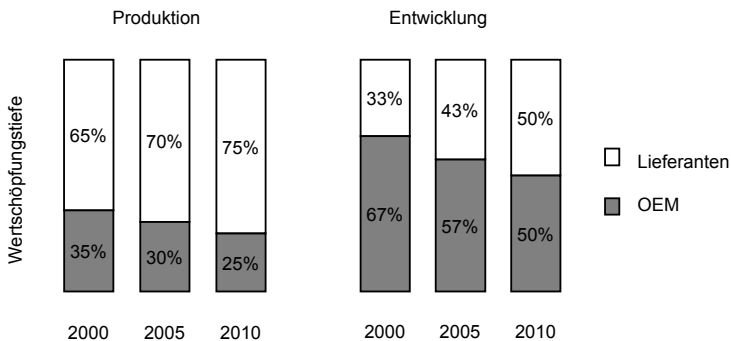


Abbildung 4: Entwicklung der Wertschöpfungstiefe von OEM und Zulieferern in der Produktion und Entwicklung der Automobilindustrie (BARDI 2002)

Der Anteil der Wertschöpfung in der Entwicklung verringerte sich deutlich und verteilt sich im Jahr 2010 zur Hälfte auf OEMs und Lieferanten (BARDI 2002). Die zunehmende Integration von Lieferanten in die Entwicklung macht sich auch bei den Investitionen in die Forschungsarbeit bemerkbar. Während die Hersteller zwischen 3,5 und 5 Prozent des Umsatzes in die Forschung investieren, liegt der Anteil bei den Zulieferern inzwischen bei 7 bis 9 Prozent. Mehr als 50 Prozent der Innovationen im Automobilbau werden von Zulieferern entwickelt (BMW 2004). Diese werden unter anderem durch den Einsatz von Elektronik, Software, neuen Werkstoffen und Fertigungstechnologien ermöglicht (KINKEL & ZANKER 2007, GOTTSCHALK 2004).

Auch die Struktur der Lieferantennetze verändert sich (Abbildung 5). Unternehmen reduzieren die Anzahl der Lieferanten, um Kosten einzusparen und die Komplexität in der Beschaffung zu verringern (WAGNER 2002). Es wird jedoch nicht die Gesamtzahl der im Lieferantennetz befindlichen Lieferanten reduziert, sondern die Anzahl direkter Lieferanten. Dies wird durch eine Veränderung der Position der Lieferanten im Gesamtgefüge möglich. Zulieferer liefern nicht mehr direkt an ein Unternehmen, sondern an Systemlieferanten, welche die Leistungen mehrerer Lieferanten bündeln und an den Kunden weiterreichen (KUREK 2004).

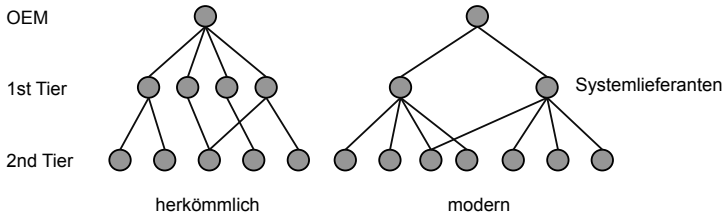


Abbildung 5: Strukturveränderung in Lieferantennetzen

Durch die verstärkte Vergabe von Wertschöpfungsanteilen an eine teils sinkende Anzahl von Lieferanten wächst die Abhängigkeit des unternehmerischen Erfolges des einzelnen Unternehmens von der Leistungsfähigkeit der Lieferanten. Kapazitätsengpässe, Qualitätsprobleme und ähnliches haben sofortige Auswirkungen und pflanzen sich über die Wertschöpfungskette hinweg fort. Folglich schenken Unternehmen ihren Lieferanten eine zunehmend wachsende Aufmerksamkeit, um der steigenden Abhängigkeit Rechnung zu tragen (SCHULZ 2008). Der Einkauf (DEGRAEVE et al. 2005) und die Leistungsfähigkeit der Zulieferer (BHUTTA & HUQ 2002) sind somit entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens.

2.2.4 Einfluss von Kundenbedürfnissen und Technologiewandel

Um individuelle Kundenbedürfnisse abzudecken, findet eine zunehmende Produktdiversifikation statt. Das führt dazu, dass Automobilunternehmen eine steigende Anzahl an Varianten und Derivaten anbieten (RICHTER et al. 2006, KUREK 2004). Zusätzlich entsteht bei einem Automobil durch die Kombination einer Vielzahl unterschiedlicher Ausstattungsmerkmale ein Korridor von bis zu 10^{17} Konfigurationsmöglichkeiten (WAGNER et al. 2003).

Zudem verkürzen sich die Abstände zwischen den Modellerneuerungen und den Erneuerungen einzelner Module im Sinne der Modellpflege (RICHTER et al. 2006). Dies bedingt eine fortschreitende Verkürzung der Entwicklungszyklen von Fahrzeugprojekten durch eine Verringerung der Zeitspanne zwischen dem Abschluss der Entwicklung und dem Start der Produktion. Hierdurch wird eine frühe Integration der Lieferanten in den Fahrzeugentwicklungsprozess notwendig. Eine enge Verbindung zwischen Kunde und Lieferant ist hierbei die Voraussetzung für Flexibilität und Reaktionsfähigkeit auf schnell wechselnde Kundenwünsche bei gleichbleibend hoher Qualität (CARR & ITTNER 1992).

Durch die Erhöhung der Variantenvielfalt und Verkürzung der Produktlebenszyklen bei gleichbleibender Gesamtabsatzmenge sinkt die Auslastung variantenspezifischer Produktionsressourcen. Hierdurch steigt das Risiko einer unzureichenden Amortisation von Investitionen.

2.2.5 Einfluss der Globalisierung

Die Globalisierung hat in den vergangenen Jahren an Schwung gewonnen. Lieferketten weisen im Zuge des weltweiten Handels heute längere und globalere Strukturen auf (VDA 2008, SCHUH et al. 2005, HARLAND et al. 2003). Das Wachstum von Unternehmen findet vorwiegend im Ausland statt und der Aufbau ausländischer Lieferanten und Standorte kristallisiert sich als elementare Aufgabe heraus (ABELE et al. 2006b, UNITED-NATIONS 2006). Hierbei sind die Faktoren *Kosten*, *Markt* und *Know-how* die wesentlichen Treiber für Allokationsentscheidungen (REINHART & VON BREDOW 2006).

Viele Zulieferer versuchen der Forderung nach geringeren Kosten durch eine Verlagerung eines Teils ihrer eigenen Wertschöpfung in sogenannte Low-Cost-Countries (LCCs) zu begegnen (CANNON 2006, REINHART et al. 2006, NYHUIS et al. 2006). Besonders für mittelständische Unternehmen ist jedoch eine Internationalisierung mit hohen Risiken verbunden (GÖTZ 2008, DERAED & BLOCK 2007). Zum

Aufbau von Lieferanten in Asien sind diese Unternehmen häufig zu klein und der Machtverlust bei den sehr schnell wachsenden asiatischen Partnern gravierend (OEHMEN et al. 2009). Daher wird sich zunehmend auf den Aufbau von Partnern in den osteuropäischen Ländern konzentriert. OEMs und große Automobilzulieferer können dahingegen aufgrund ihrer Macht und Finanzkraft die Vorteile der Globalisierung häufig besser nutzen. Sie betreiben Werke in Osteuropa, China oder Indien, um lokale Standortvorteile zu nutzen (DERAED & BLOCK 2007).

Des Weiteren folgen Hersteller und Zulieferer den Absatzmärkten, um Absatzpotentiale auf Wachstumsmärkten erschließen und durch eine höhere Kundennähe besser auf Marktanforderungen reagieren zu können (REINHART et al. 2006). So verlagerten im Jahr 2006 27 Prozent der deutschen Unternehmen Teile ihrer Produktion ins Ausland, um Märkte zu erschließen, und 20 Prozent, um eine höhere Kundennähe aufzubauen (KINKEL & MALOCA 2008b). Diese Entwicklung wird zusätzlich durch sogenannte „Local-Content“ Bestimmung, also der Forderung nach Erbringung eines bestimmten Wertschöpfungsanteils im Absatzland, verstärkt (ABELE et al. 2006b).

Der dritte Faktor, der eine Standortentscheidung wesentlich beeinflusst, ist das Know-how. Wissen und Innovationsfähigkeit sind entscheidende Voraussetzungen zum Erhalt und Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens (REINHART et al. 2006). Zwischen 2004 und 2006 verlagerten 8 Prozent aller Unternehmen des Fahrzeugbaus Teile ihrer Forschung und Entwicklung ins Ausland (KINKEL & MALOCA 2008a). Motive für Verlagerungen waren vornehmlich Kapazitätsengpässe und hohe Personalkosten am deutschen Standort. Des Weiteren wurde die Nähe zu Kunden und Märkten genannt, um die Produktentwicklung besser auf marktspezifische Bedürfnisse auszurichten und neue Märkte zu erschließen. Über dies hinaus dienen die Verlagerungen auch zur Wissenserschließung. Durch die Ansiedlung von Entwicklungskapazitäten an ausländischen Standorten, kann Wissen für das eigene Unternehmen gesammelt werden (KINKEL & MALOCA 2008a).

Im Zuge der Internationalisierungsbestrebungen vieler Unternehmen muss jedoch auch darauf hingewiesen werden, dass diese mit der Gefahr des Scheiterns verbunden sind und daher die Anzahl der Verlagerungen in der Automobilindustrie deutlich gesunken ist. Im Jahr 2006 verlegten wieder 9 Prozent der Unternehmen ihre Produktion zurück nach Deutschland (KINKEL & MALOCA 2008b, KINKEL & LAY 2004). Von den Automobilzulieferern haben 55 Prozent nur weniger als 40 Prozent ihrer gesteckten Ziele erreicht und etwa 10 bis 20 Prozent der Unternehmen ziehen sich wieder zurück (BAEUICHELE 2006).

2.2.6 Risiken unternehmensübergreifender Zusammenarbeit

Im vorliegenden Abschnitt wird auf die Bedeutung von Risiken und die Reife des Risikomanagements in der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit eingegangen. Insgesamt hat sich die Risikosituation in diesem Bereich verschärft. WHITEHEAD identifiziert einen kontinuierlichen Anstieg der Wahrscheinlichkeit und Höhe eines Schadens durch die Vielzahl an Risiken (WHITEHEAD 2007). Auch ZIEGENBEIN deutet nachdrücklich auf das erhöhte Risiko in Lieferketten hin. Unter anderem werden durch das turbulente Unternehmensumfeld die Rahmenbedingungen und Annahmen, anhand derer Lieferketten geplant werden, zunehmend dynamischer und unberechenbarer (ZIEGENBEIN 2007).

Besonders starke Risiken zeichnen sich durch hohe Eintrittswahrscheinlichkeiten und hohe Schadenspotenziale aus. Hierzu zählen nach WHITEHEAD insbesondere *Rohstoffpreis-, Markt-, Wechselkurs-* oder auch *Lieferrisiken* (WHITEHEAD 2007).

Laut einer Studie in der deutschen Automobilzulieferindustrie geben über 80 Prozent der befragten Unternehmen an, dass die *Rohstoffpreisentwicklungen* auf den Märkten eine der größten Herausforderungen in der Zukunft darstellen (GERHART 2007). Die zeitnahe und ausreichende Verfügbarkeit, vor allem metallischer Rohstoffe bei den Rohstofflieferanten, ist ein zentrales Ziel im Einkauf der Automobilunternehmen und ist in erheblicher Weise ausschlaggebend für die internationale Wettbewerbsfähigkeit. Jedoch wächst die Nachfrage nach Rohstoffen auf den Weltmärkten und auch die Marktpreise an den Energiemärkten steigen stark und sind gleichzeitig durch eine zunehmende Volatilität gekennzeichnet (IMMERTHAL 2007). Eine Tonne Kupfer wurde beispielsweise 2008 für 830 US-Dollar gehandelt. Drei Jahre zuvor war es noch weniger als die Hälfte des Preises (RHEINMETALL-AG 2008). Zudem erleichtert die sehr geringe Wettbewerbsintensität auf den Rohstoffmärkten den Rohstofflieferanten die Weitergabe der Preissteigerungen an die Kunden. Besonders kleine und mittelständische Unternehmen sind durch die gestiegenen Rohstoffpreise stark belastet (VDA 2008).

RICHTER et al. weisen auf *Marktrisiken*, bedingt durch den Wandel des Automobilmarktes von einem stabilen Verkäufermarkt zu einem volatilen Käufermarkt, hin. Durch gestiegene Sättigungseffekte wird der Preiswettbewerb bei gleichzeitiger schlechter Kapazitätsauslastung verschärft (RICHTER et al. 2006). Genaue Prognosen für geplante Absatzmengen zu treffen, wird immer schwieriger. Beispielsweise prognostizierte die VW AG zur Markteinführung des Luxusmodells Phaeton im Jahr 2002 eine Absatzmenge von 20.000 Einheiten jährlich (HANDELSBLATT 2008). Bis September 2006 wurden jedoch insgesamt nur 25.000 Stück des Modells produ-

ziert (SKRIPT-MANUFAKTURA 2006). Doch nicht nur die Nachfragemengen von ganzen Modellen, sondern auch von Varianten einzelner Modelle, können stark schwanken. Da Lieferanten ihre Entwicklungs- und Investitionskosten von modell- und variantenspezifischen Modulen über die verkauften Stückzahlen amortisieren müssen, tragen sie bei geringen Absatzmengen einen Teil des unternehmerischen Investitionsrisikos (KUREK 2004).

Volatile *Wechselkurse* werden bei den häufigsten und einflussreichsten Risiken von Einkäufern an vierter Stelle gesehen (WHITEHEAD 2007). Auch HANNON und SMITH weisen auf den Einfluss von unsicheren Wechselkursen in globalen Lieferketten der Automobilindustrie hin (HANNON 2008, SMITH 2001). Circa vier Jahre vor Start der Produktion platzieren Lieferanten ihre Angebote an einen Automobilhersteller für ein bestimmtes Produkt, dessen Einzelteile häufig in unterschiedlichen Ländern der Welt bezogen werden und die selbst oftmals im Ausland produziert oder abgesetzt wird. Nahezu jeder Lieferant wird dann in der bis zu acht Jahren anhaltenden Zeit des Lebenszyklus des zu liefernden Produktes mit der Tatsache sich verändernder Wechselkurse bzw. einer ungenauen Prognose konfrontiert (SMITH 2001).

Zudem stellen Unternehmen die stark negativen Auswirkungen durch häufig auftretende *Lieferrisiken* fest (WHITEHEAD 2007). Sie beeinflussen in negativer Weise den Eingang aller Art von Ressourcen, die zur Produktion benötigt werden (MEULBROOK 2000). Besondere Risikofaktoren stellen beispielsweise die Qualität, die Liefertreue, längere Durchlaufzeiten und Kapazitätsengpässe dar. Zudem weisen diese Risiken in Lieferketten aufgrund der engeren Bindung der Partner und den damit verbundenen kleineren Puffern zwischen den Unternehmen größere Risikowerte auf (SPECHT & MIEKE 2007, ABERDEEN-GROUP 2005).

Neben dem Anstieg der Anzahl und Auswirkung von Risiken in der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit, wird auch auf die Herausforderungen im Risikomanagement hingewiesen (SPECHT & MIEKE 2007, WHITEHEAD 2007, ZIEGENBEIN 2007, MUTHUKRISHNAN & SCHULMAN 2006, ABERDEEN-GROUP 2005, MUTHUKRISHNAN & SCHULMAN 2006). Insbesondere wird hervorgehoben, dass heutige Methoden nicht ausreichend sind (WHITEHEAD 2007, ZIEGENBEIN 2007). Die Effektivität des Risikomanagements im Zulieferbereich leidet insbesondere dadurch, dass keine Maßeinheit und kein formalisiertes System zur Risikomessung vorhanden sind. Ebenso fehlen Methoden zur Analyse potentieller Risiken. Auch die unzureichende Transparenz der Lieferleistung und -risiken, der Mangel an Fähigkeiten im Risikomanagement und der reaktive Charakter heutiger

Risikomanagementsysteme werden als häufige Schwachstellen benannt (*Abbildung 6*) (ABERDEEN-GROUP 2005).

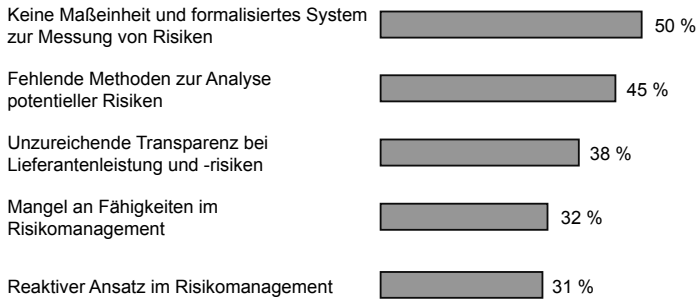


Abbildung 6: Gründe für die mangelnde Effektivität des Risikomanagements im Einkauf nach Häufigkeit der Nennung (Aberdeen-Group 2005)

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Anzahl und die Auswirkungen von Risiken in der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit steigen, jedoch Maßeinheiten und Vorgehensweisen für eine vorrausschauende Identifikation und Bewertung von Risiken fehlen. Hierdurch wird die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit gestützt.

2.3 Lebenszyklus und Lebenszykluskosten

2.3.1 Lebenszyklus der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit

Lebenszyklen unternehmensübergreifender Zusammenarbeit werden insbesondere in den Bereichen der Kunden-Lieferanten-Beziehung und der Kooperation untersucht. Der Lebenszyklus einer Kunden-Lieferanten-Beziehung besteht im Allgemeinen aus den Phasen Anbahnung, Aufbau, Entwicklung und Beendigung (WAGNER 2002, PAMPEL 1993). Hierbei sind die Bezeichnungen der einzelnen Phasen in der wissenschaftlichen Literatur unterschiedlich, jedoch von ihrer Bedeutung ähnlich. Des Weiteren ist festzustellen, dass der Lebenszyklus einer Kunden-Lieferanten-Beziehung im Zusammenhang mit dem Produktlebenszyklus des Zulieferproduktes steht, da naturgemäß am Ende des Produktlebenszyklus eine Kooperation immer zur Disposition steht und sich die Frage nach der Beendigung oder Weiterführung der Beziehung stellt (EGGERT 2003, PAMPEL 1993). Da die Länge von Produktlebenszyklen, aufgrund sich verändernder Marktsituationen, stark schwankt, variiert auch die Länge der Kooperationen (Eggert 2003).

HÖBIG und WIENDAHL erweitern den Lebenszyklus um die Definitions- und die Verbesserungsphase und untermauern so den Gedanken des Erhalts oder der Verbesserung der Leistungsfähigkeit einer Kooperation (*Abbildung 7*). Die Verbesserungen können sowohl sprunghaft wie auch kontinuierlich sein und durch eine interne Weiterentwicklung oder den Wechsel eines Partners hervorgerufen werden (WIENDAHL et al. 2005, HÖBIG 2002).

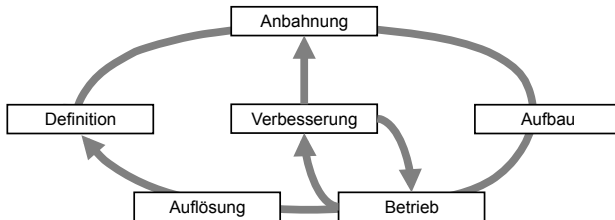


Abbildung 7: Lebenszyklusmodell der Kooperation (WIENDAHL ET AL. 2005, HÖBIG 2002)

PAMPEL analysiert die in jeder Phase anfallenden Aufgaben und beschreibt den Zyklus als phasenübergreifende Aufgaben des Kooperationsmanagements. Die Phasen definiert er als die Suche nach Kooperationspotentialen, die Entwicklung, die Ausreifung und den Abbau einer Kooperation (PAMPEL 1993). Diese können wie folgt beschrieben werden:

Die *Suche* nach Kooperationspartnern erstreckt sich von der Ermittlung des Kooperationsbedarfs bis zum Abschluss einer Kooperationsvereinbarung. Ziele des Abnehmers bei der Suche sind die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, die Reduktion von Unsicherheit, die Reduktion von Komplexität und die Erhöhung von Flexibilität durch eine Kooperation. Kernfunktion der Suchphase ist das Auffinden geeigneter Lieferanten (PAMPEL 1993).

In der *Entwicklungsphase* ist der Ist-Zustand der Kooperationspotentiale auf Basis der Gestaltungsziele und Vereinbarungen in den Soll-Zustand zu überführen. Kooperationspotentiale sind nicht nur lieferantenbezogen zu identifizieren, sondern es sind auch kooperationsrelevante Potentiale des Abnehmers zu identifizieren. Die Entwicklungsphase weist einen erheblichen Koordinationsaufwand zwischen Zulieferer und Abnehmer sowohl in zeitlicher als auch in sachlicher Sicht auf (PAMPEL 1993).

Kern der Phase der *Ausreifung* der Kooperation ist die Stabilisierung der Kooperation und eine kontinuierliche Verbesserung der Zusammenarbeit im Sinne einer

wirtschaftlichen Optimierung. Eine solche Rationalisierung bedeutet die Kooperation im Rahmen des bestehenden Leitbildes so effizient wie möglich zu gestalten und potentielle Erfahrungskurveneffekte auszunutzen (PAMPEL 1993).

Der *Abbau* der Kooperation bildet die letzte Phase im Kooperationsprozess. Hierbei ist anzumerken, dass die Beendigung einer Kooperation für den Abnehmer mit wesentlich geringeren Kosten verbunden ist als der Abbau einer Eigenfertigung. Gründe für die Beendigung einer Kooperation können das Ende des Produktlebenszyklus, eine sachliche oder zeitliche Befristung, das Nicht-Erreichen von Kooperationszielen oder die Attraktivität von alternativen Kooperationspartnern sein (PAMPEL 1993).

Neben allgemeinen Untersuchungen konzentrieren sich weitere Arbeiten speziell auf den Lebenszyklus der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit in der Automobilindustrie. So zeigt SMITH auf, dass in der Automobilindustrie der Lebenszyklus einer Kunden-Lieferanten-Beziehung wesentlich durch den Zyklus eines Fahrzeugprojektes und den Lebenszyklus des zu produzierenden Produktes geprägt ist. Dieser Lebenszyklus reicht von der Lieferantensuche und -auswahl über die Entwicklung und Produktion mit den Lebenszyklusphasen Einführung, Wachstum, Reife, Sättigung und Rückgang, bis hin zum Ersatzteilgeschäft. Zudem weist SMITH auf den Zusammenhang von Dauer der Kunden-Lieferanten-Beziehungen und der sinkenden Prognosegenauigkeit von Risiken hin. Dadurch, dass sich Kunden-Lieferanten-Beziehungen in einem Fahrzeugprojekt über einen Zeitraum von bis zu zehn Jahren erstrecken, sind damit verbundene Risikofaktoren über einen sehr langen Zeitraum zu berücksichtigen. Die Prognosegenauigkeit von Risiken nimmt jedoch mit der Länge des Prognosezeitraumes weiter ab (SMITH 2001). Daher weisen auch LASCH & JANKER sowie WILDEMANN auf die Notwendigkeit einer Risikobewertung in Kunden-Lieferanten-Beziehungen hin (LASCH & JANKER 2007, WILDEMANN 2008).

Die vorliegenden Modelle für Lebenszyklen unternehmensübergreifender Zusammenarbeit bieten vielmehr einen Überblick über einzelne Phasen und Aufgabenschwerpunkte als eine detaillierte Aufschlüsselung einzelner Prozesse. Für die Bewertung einer Wertschöpfungskonfiguration muss ein Lebenszyklus der beidseitigen Zusammenarbeit mit Lieferanten und Kunden zugrunde gelegt werden. Zudem muss ein Bezug zu entstehenden Kosten oder möglichen Risiken in den einzelnen Phasen geschaffen werden.

2.3.2 Verfahren zur Bewertung von Lebenszykluskosten

Aufbauend auf das Wissen über Lebenszyklen können die Kosten eines Lebenszyklus bestimmt werden. Bereits seit den 60er Jahren wird intensiv an Methoden zur Bestimmung von Lebenszykluskosten gearbeitet. Die so genannten Life-Cycle-Costs (LCC) sind eine Bewertungsmethode, die zunächst nicht die Kosten der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit, sondern alle Kosten über den Lebenszyklus eines Produktes berücksichtigt. Die Lebenszykluskosten sind demnach die Summe der Ausgaben, die für das Produkt von der Entwicklung über die Produktion und den Betrieb bis zur Entsorgung aufgewendet werden (WOODWARD 1997, SHERIF & KOLARIK 1981, WHITE & OSTWALD 1976). Die ursprüngliche Intention der LCC war es, die Kosten indirekter Materialien, wie beispielsweise von Werkzeugen, Produktionsanlagen oder -systemen, die der Aufrechterhaltung des Unternehmensbetriebes dienen, zu bestimmen (FRANK et al. 2007, ABELE et al. 2006a, DERVISOPOULOS et al. 2006, FLEISCHER & WAWERLA 2006, PRÜB & NEBEL 2006, ZAH et al. 2006). Das Prinzip der LCC Kalkulation ist mit der Kapitalwertrechnung (siehe Abschnitt 2.5.1) vergleichbar, jedoch finden nur Kosten und keine Erlöse Berücksichtigung (TOSATTI 2006).

Die Total-Cost-of-Ownership sind eine zu den LCC stark verwandte Bewertungsmethode und beschreiben ebenfalls die gesamt anfallenden Kosten eines Produktes. Der Begriff der TCO hat seinen Ursprung im Einkauf und soll helfen, die wahren Kosten, die beim Kauf eines bestimmten Produktes oder einer Serviceleistung bei einem bestimmten Lieferanten auftreten, zu bestimmen und zu verstehen. Ziel ist nicht, allein auf Basis des Einkaufspreises, sondern auch auf Basis der Summe der Kosten, die in der Zusammenarbeit mit Lieferanten entstehen, zu entscheiden, um somit Angebote oder Lieferanten besser bewerten zu können (LORENZEN et al. 2006, BHUTTA & HUQ 2002, ELLRAM 2002, DEBOER et al. 2001, ELLIS 1998). Im Wesentlichen können fünf Vorteile einer TCO Bewertung zusammengefasst werden (ELLRAM 1993):

1. Verbesserte Bewertung von Lieferanten durch ein umfassendes und strukturiertes Verständnis der Lieferantenleistungen
2. Verbesserte Entscheidungsfindung bei der Lieferantenwahl durch eine Langzeitbetrachtung aller Folgekosten, statt einer reinen Preisbetrachtung
3. Verbesserter Abgleich der Erwartungshaltungen zwischen Kunde und Lieferant durch den Einsatz der TCO als Kommunikationsbasis

4. Verbesserte Bereitstellung von Informationen für Verhandlungen durch ein erhöhtes Verständnis der Kostenstrukturen auf Basis einer umfassenden Betrachtung, speziell auch nicht-preislicher Kostenfaktoren
5. Unterstützung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses durch eine Fokussierung auf leistungsschwache und kostenintensive Bereiche

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Modelle zur Bestimmung von Lebenszykluskosten (LCC) häufig nur den Bereich indirekter Materialien abdecken. Hierbei wird der Lebenszyklus eines technischen Systems, häufig eines Investitionsgutes, der Bewertung zugrunde gelegt. Diese Modelle sind für die Beschreibung des Lebenszyklus der Zusammenarbeit von Unternehmen (wie im vorhergehenden Abschnitt 2.3.1 beschrieben) ungeeignet. Die Bewertungsmethode der TCO hingegen betrachtet zusätzlich Kosten der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit und findet auch im Bereich direkter Materialien Anwendung. Somit ist diese Vorgehensweise grundsätzlich zur Kalkulation der Kosten über den Lebenszyklus der Zusammenarbeit im Sinne der vorliegenden Aufgabenstellung geeignet.

2.3.3 Transaktionskosten als Teil der Lebenszykluskosten

Die Transaktionskostentheorie beschäftigt sich mit der Organisation wirtschaftlicher Leistungsbeziehungen. Im Mittelpunkt steht die Übertragung eines Vor- oder Zwischenproduktes bzw. einer Dienstleistung von einer vorgelagerten auf eine nachgelagerte Produktionsstufe. Diese Übertragung wird als Transaktion bezeichnet und die hierdurch verursachten Kosten als Transaktionskosten. Die zur eigentlichen Herstellung des Produktes anfallenden Kosten finden in den Transaktionskosten keine Berücksichtigung (DIETL 2007, SCHÖNSLEBEN 2004, WILLIAMSON 1996). Die Summe aller Aufwendungen für Anbahnung und Vereinbarung sowie Kosten der Anpassung und der Kontrolle bilden die Transaktionskosten. Hierbei werden einmalige Vorgänge - sogenannte versunkene Transaktionskosten - und regelmäßig wiederkehrende Vorgänge - sogenannte laufende Transaktionskosten - unterschieden. Die Transaktionskosten setzen sich wie in *Tabelle 1* gezeigt zusammen.

Die Transaktionskosten hängen von den Eigenschaften der zu liefernden Leistung und der Einbindungsform des Lieferanten ab. Bei steigendem Kooperationsgrad steigen die Anbahnungs- und Vereinbarungskosten, da in zunehmendem Maße in die Gestaltung der Kooperation zu investieren ist. Dahingegen sinken die Anpassungs- und Kontrollkosten. In Summe wird der Anstieg der Anbahnungs- und Vereinbarungskosten durch den Rückgang der Anpassungs- und Kontrollkosten

überkompensiert (WILDEMANN 2008, DIETL 2007, COASE 1960). Somit ergeben sich Kostenvorteile bei einem steigenden Kooperationsgrad.

Kostenart	einmalig	regelmäßig	Entwicklung bei steigendem Kooperationsgrad
Anbahnungskosten			
Suche	X		+
Kontaktaufnahme	X		+
Vereinbarungskosten			
Verhandlung	X		+
Vertragsabschluss	X		+
Vorgaben	X		+
gemeinsame F&E- und QS-Aktivitäten	X		+
Anpassungskosten			
Abruf und Bestätigung		X	-
Datenaktualisierung		X	-
Kontrollkosten			
Audit		X	+
Erstmusterprüfung		X	0
Wareneingang-/Endprüfung	X		-
Reklamation		X	-

Legende: + wachsend; - sinkend; 0 keine Veränderung

Tabelle 1: Zusammenfassung einmaliger und regelmäßiger Transaktionskosten sowie der Entwicklung bei steigendem Kooperationsgrad (WILDEMANN 2008)

Grundsätzlich ist eine Transaktion durch drei Eigenschaften zu charakterisieren: Die Spezifität, die Unsicherheit und die Häufigkeit (DIETL 2007, WILLIAMSON 1996). Die Spezifität beschreibt den Wertverlust, der entsteht, wenn die zur Aufgabenerfüllung erforderlichen Ressourcen nicht in der angestrebten Verwendung eingesetzt, sondern ihrer nächstbesten Verwendung zugeführt werden. Beispiele sind Spezialmaschinen, Standortspezifität durch geografische Spezialisierung oder markenspezifische Investitionen (DIETL 2007, PICOT et al. 1996, WILLIAMSON & WINTER 1991). Durch die Tatsache, dass spezifische Investitionen erheblich an Wert verlieren, wenn die Beziehung aufgelöst wird, entsteht eine Abhängigkeit der Partner. Unsicherheit ist ein Teil des Entscheidungsumfeldes, in dem eine Transaktionsentscheidung gefällt wird. Relevante Entscheidungsfaktoren können ex ante nicht bestimmt werden. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Prognoseungenauigkeit von Absatzmengen. Diese bedingt Absprachen zwischen den Partnern über eventuell notwendige Anpassungsmaßnahmen der Produktionsmenge. Als Folge steigen die Transaktionskosten (HEIDE & STUMP 1995). Durch die Häufigkeit einer Transaktion wird Vertrauen geschaffen und die Amortisationsdauer der Transakti-

onsfixkosten festgelegt (DIETL 2007). Die Bedeutung der Transaktionskosten steigt mit wachsender Spezifität der Investitionen und zunehmender Unsicherheit (HEIDE & STUMP 1995).

Die Transaktionskostentheorie weist die der Zusammenarbeit zugrunde liegenden Kosten aus. Bei einer Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen sind die Transaktionskosten für Kunden-Lieferanten-Beziehungen, sowohl zu vor- als auch nachgelagerten Stufen der Wertschöpfung, zu berücksichtigen. Hierbei sind insbesondere die Spezifität und die Unsicherheit durch eine abnehmende Prognosegenauigkeit der Transaktionskosten in der Zukunft mit einzubeziehen.

2.4 Risikomanagement

2.4.1 Der Risikobegriff

In der Wissenschaft besteht eine Vielzahl von Definitionen für den Begriff des Risikos. Bis heute hat sich keine durchgängige Beschreibung anhand fester Kriterien durchgesetzt. BRAUN und THIEMT unterteilen die unterschiedlichen Beschreibungen in die drei Gruppen *wirkungsbezogene*, *ursachenbezogene* und *wirkungs- und ursachenbezogene* Definitionen, wobei letztere Gruppe eine Kombination der ersten beiden darstellt (THIEMT 2003, BRAUN 1984).

Die *wirkungsbezogene* Risikodefinition geht von der Wirkung von Risiken auf unternehmerische Aktivitäten aus. Sie vereint unter anderem folgende Möglichkeiten des Risikos in sich: Misslingen von Plänen, Gefahr einer Fehlentscheidung, Schadens- oder Verlustgefahr sowie die Möglichkeit der Zielverfehlung. Als Gemeinsamkeit dieser Definitionen ist herauszustellen, dass von einem Plan- oder Zielwert ausgegangen wird, den es zu erreichen gilt. Diese negative Zielabweichung kann auch als Verlust oder Gewinnminderung beschrieben werden. Ergänzend können Zielabweichungen auch positiver Natur sein und somit kein Risiko, sondern vielmehr eine Chance darstellen (THIEMT 2003, BRAUN 1984).

Die *ursachenbezogene* Risikodefinition stützt sich auf die Beschreibung eines bestimmten Informationsstandes. Informationsdefizite werden als die Ursache für die Entstehung von Risiken beschrieben (THIEMT 2003, BRAUN 1984). Als wichtige Informationen werden die Ausprägung möglicher, zukünftiger Ereignisse und die jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeiten beschrieben. In Bezug auf diese Charakteristika sind die Begriffe Unsicherheit, Risiko, Ungewissheit und Unwissen zu differenzieren. Unter Unsicherheit werden die Begriffe Risiko, Ungewissheit und

Unwissen zusammengefasst (*Abbildung 8*). Bei Risiko sind die Eintrittswahrscheinlichkeiten zukünftiger Ereignisse bekannt oder können geschätzt werden. Dahingegen sind bei Ungewissheit die möglichen Ausprägungen in der Zukunft bekannt, die Eintrittswahrscheinlichkeiten jedoch unbekannt. Unwissen beschreibt den Zustand, in dem Ereignisse, die möglicherweise eintreten können, nicht vollständig bekannt sind (WÖHE & DÖRING 2005, GLEIBNER 2004, ROMEIKE 2003, SALIGER 1993).

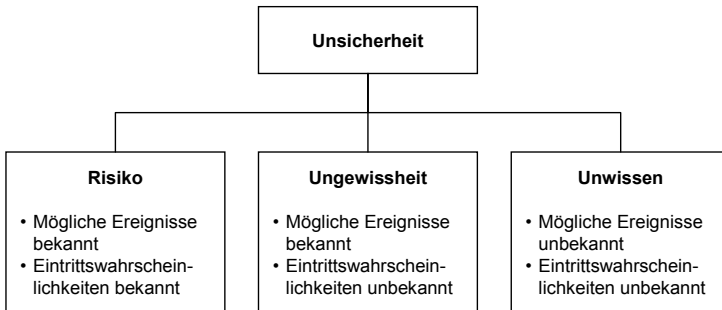


Abbildung 8: Differenzierung von Unsicherheit (THIEMT 2003, BRAUN 1984)

Der *wirkungs- und ursachenbezogene* Risikobegriff vereint beide zuvor beschriebenen Definitionen in sich (THIEMT 2003, BRAUN 1984). Der wirkungsbezogene Anteil der Definition orientiert sich an den Zielvorstellungen und damit auch an negativen Zielverfehlungen. Der ursachenbezogene Anteil orientiert sich an informatorischen Aspekten des Risikos und beschreibt Eintrittswahrscheinlichkeiten möglicher, künftiger Ereignisse. Bei Betrachtung beider Sichtweisen wird deutlich, dass ein Tatbestand trotz Unsicherheit risikofrei sein kann, wenn die gesetzten Ziele nicht beeinflusst werden. Erst die kombinierte Definition erlaubt eine ganzheitliche Beschreibung und soll daher für die vorliegende Arbeit gelten. Sie kann wie folgt zusammengefasst werden: *Risiko ist die Möglichkeit einer negativen Zielverfehlung aufgrund eines unsicheren Informationsstandes* (KREY 2001, BRAUN 1984).

2.4.2 Systematisierung und Charakterisierung von Risiken

Die Vielfalt potentieller Risiken lässt sich reduzieren, indem Risiken nach unterschiedlichen Kriterien systematisiert werden (WOLKE 2008, THIEMT 2003, MIKUS 2001). Es können *reine* und *spekulative* Risiken unterschieden werden. *Reine* Risiken haben ausschließlich negative Zielabweichungen zur Folge. Dahingegen können bei *spekulativen* Risiken, wie bei Wechselkurs- oder Nachfrageschwankun-

gen, auch positive Zielabweichungen eintreten, die als Chance bezeichnet werden können (THIEMT 2003, MIKUS 2001). In der vorliegenden Arbeit werden im Sinne des abgesteckten Untersuchungsraumes sowohl reine als auch spekulative Risiken behandelt.

Ebenso sind anhand des Umfangs einer Entscheidung *Einzel-* und *Gesamtrisiken* zu unterscheiden. Das Risiko einer einzelnen Entscheidung wird als *Einzelrisiko* bezeichnet. Als Beispiel können hier Transport-, Preis- oder Qualitätsrisiken genannt werden. Das Aggregat der Einzelrisiken bildet das *Gesamtrisiko*. Die Korrelationen, also Abhängigkeiten, zwischen den Einzelrisiken haben Einfluss auf die Höhe des Gesamtrisikos. Im seltenen Fall keiner Korrelationen bildet die Summe der Einzelrisiken das Gesamtrisiko. Im wahrscheinlicheren Fall positiver Korrelationen wird von Summierungs- bzw. Potenzierungseffekten gesprochen und das Gesamtrisiko wächst. Bei negativen Korrelationen treten sogenannte Kompensationseffekte ein und das Gesamtrisiko ist kleiner als die Summe der Einzelrisiken. Da der Unternehmenserfolg als primäre Zielgröße in direktem Bezug zum Gesamtrisiko steht, ist dem Gesamtrisiko besondere Beachtung zu schenken (THIEMT 2003, SAUERWEIN & THURNER 1998, FARNY 1996). Somit ist zusammenzufassen, dass für eine gesamthafte Beurteilung der Risikosituation eine Aggregation der Einzelrisiken stattfinden muss und Korrelationen zwischen Risiken zu berücksichtigen sind.

2.4.3 Begriff und Prozess des Risikomanagements

Das generelle oder strategische Risikomanagement befasst sich mit ähnlichen Problemstellungen wie die Unternehmensführung, allerdings unter spezieller Betrachtung des Risikoaspektes. Es umfasst die unternehmensweite Messung und Steuerung relevanter Risiken zur Verringerung der Gefahr von Fehlentscheidungen. Hierzu sind sämtliche relevante Risikoursachen und deren relevante Auswirkungen auf die Zielerreichung zu berücksichtigen (WOLKE 2008, THIEMT 2003, MIKUS 2001). Es erfolgt eine Betrachtung sowohl spekulativer als auch reiner Risiken und des Gesamtrisikos.

Vielen Entscheidungen im Unternehmen haftet ein Risiko an, weil sie zukunftsbezogen gefällt werden. Durch eine frühzeitige Erkennung von Risiken kann ihr Gefahrenpotential durch geeignete Maßnahmen abgeschwächt werden (SPECHT & MIEKE 2007). Auf Basis eines ausreichend langen zeitlichen Bezugsrahmens ist die vorausschauende Einflussnahme auf Risiken sicherzustellen (MIKUS 2001). Hierdurch soll ein Übergang von der reaktiven zur prospektiven Risikobewältigung gelingen (THIEMT 2003). Ein Risikomanagement, zur Bewältigung der Problemstel-

lung der vorliegenden Arbeit, hat sich an den Maßgaben eines generellen Risikomanagements zu orientieren und einen ausreichend langen Zeitraum zu berücksichtigen, um Risiken prospektiv beeinflussen zu können.

Zur Definition der einzelnen Aufgaben des Risikomanagements wurde der Risikomanagementprozess (*Abbildung 9*) entwickelt, welcher sich in einzelne Phasen unterteilen lässt: Dies sind die Risikoidentifikation, die Risikobewertung (auch als Analyse oder Messung bezeichnet), die Risikosteuerung (auch als Risikobewältigung bezeichnet) und die Risikokontrolle (auch als Überwachung bezeichnet) (WOLKE 2008, GABRIEL 2007, HEIN 2007, MIKUS 2001, THIEMT 2003). Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die Phasen der Risikoidentifikation und -bewertung.



Abbildung 9: Vorgehen beim Risikomanagement

2.4.4 Phasen und Methoden des Risikomanagementprozesses

2.4.4.1 Risikoidentifikation

Die Risikoidentifikation ist die Basis des Risikomanagementprozesses, da die weiteren Phasen auf deren Ergebnis aufbauen. Zudem beeinflusst die Phase wesentlich die Qualität des gesamten Prozesses, da sich Fehler im Prozess fortpflanzen (HERMANN 1996). Ziel der Risikoidentifikation ist die vollständige Erfassung der Risiken, die mit der unternehmerischen Tätigkeit in Zusammenhang stehen. Hierbei sind auch die Wechselwirkungen zwischen einzelnen Risiken aufzunehmen, um später das aggregierte Gesamtrisiko bestimmen zu können (GABRIEL 2007, MIKUS 2001).

Bei der Risikoidentifikation werden die induktive oder auch progressive sowie deduktive oder auch retrograde Vorgehensweise unterschieden. Bei der induktiven Vorgehensweise wird, ausgehend von den Einzelursachen, die Kausalkette stufenweise bis zur Zielabweichung hergeleitet. Umgekehrt wird bei Anwendung der deduktiven Methode, ausgehend von einer Zielabweichung, rückwärts auf ihre Ursachen geschlossen (ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005, SCHIMMELPFENG 2001). Der Nachteil eines deduktiven Vorgehens ist, dass nur offensichtliche und eng verknüpfte Kausalketten erkannt werden und teilweise wichtige Risikoeffekte

übersehen werden. Dahingegen birgt die induktive Vorgehensweise die Gefahr, dass die Risikoidentifikation zu detailliert erfolgt (ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005).

Zur Identifikation steht eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden zur Verfügung. Diese können wie von GABRIEL in Analyse- und Prognoseinstrumente oder wie von ZIEGENBEIN in kreativ-intuitive und analytisch-strukturierte Methoden eingeteilt werden (GABRIEL 2007, ZIEGENBEIN 2007, THIEMT 2003, SCHIMMELPFENG 2001). In *Abbildung 10* wird ein Auszug der wichtigsten Methoden dargestellt. Analytisch-strukturierte Methoden basieren auf rationalen und geordneten Denkprozessen, wohingegen sich kreativ-intuitive Methoden nicht an bestimmten Ordnungen des Denkens orientieren.

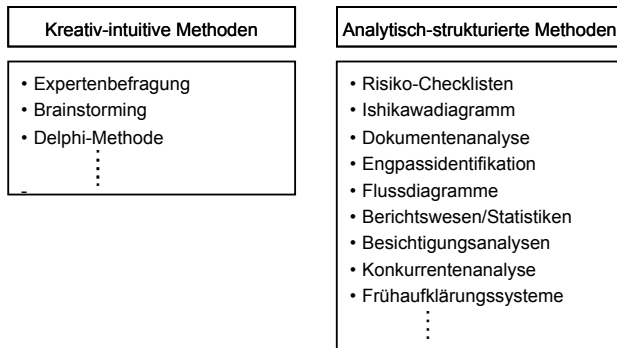


Abbildung 10: Sammlung von Methoden der Risikoidentifikation in Anlehnung an ZIEGENBEIN (GABRIEL 2007, ZIEGENBEIN 2007, THIEMT 2003, SCHIMMELPFENG 2001, MIKUS 2001)

Für eine ausführliche Darstellung der Methoden zur Risikoidentifikation wird auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen: WOLKE 2008, KEITSCH 2007, STEINMETZ 2007, ROMEIKE 2003, GÖTZE et al. 2001, DÖRNER et al. 2000, ISHIKAWA 1990, PATZAK 1982 etc.

Es ist darauf hinzuweisen, dass sich die Methoden zur Risikoidentifikation nicht gegenseitig ausschließen, sondern vielmehr gegenseitig ergänzen. Ein Nachteil der Methoden zur Risikoidentifikation liegt darin, dass häufig nur bekannte Risiken untersucht werden und die Methoden eine Erfassung neuartiger Risiken oft nicht fördern (THIEMT 2003). Auch ist das Ziel einer Identifikation aller Risiken zum einen unrealistisch und zum anderen nicht wirtschaftlich, da die Informationsbeschaffung mit Kosten verbunden ist. Die optimale Kostenaufwendung für die

Risikoidentifikation würde dort liegen, wo die Grenzkosten der Informationsbeschaffung gleich dem Grenznutzen sind. Praktisch ist dieser Grenznutzen jedoch nicht zu bestimmen. Daher wird die Risikoidentifikation in der Praxis meist auf die wesentlichen Risiken beschränkt (KPMG 1998). Jedoch ist es schwierig, im Vorhinein zu bestimmen, welche Risiken relevant sind und welche nicht.

2.4.4.2 Risikobewertung

Ziel der Risikobewertung ist es, Informationen über die Eintrittswahrscheinlichkeiten der identifizierten Risiken zu gewinnen, um diese besser beurteilen zu können. Eine trennscharfe Differenzierung von Risikoidentifikation und Risikobewertung ist häufig nicht möglich, da oft die Risikoidentifikation schon eine Bewertung beinhaltet. Die beiden Phasen werden daher häufig zur Risikoanalyse zusammengefasst (THIEMT 2003, HERMANN 1996).

In der Risikobewertung ist zwischen *deduktiven* und *induktiven* Methoden zu differenzieren. Bei *deduktiven* Methoden wird, ausgehend von einem Schaden, die Ursache untersucht. Dahingegen werden bei *induktiven* Methoden, ausgehend von einer Ursache, deren mögliche Schäden ermittelt. Des Weiteren sind *qualitative* Bewertungsmethoden, die auf subjektiven und erfahrungsbezogenen Erkenntnissen beruhen und *quantitative* Bewertungsmethoden, die auf mathematisch statistischen Methoden basieren, zu unterscheiden (ZIEGENBEIN 2007, DAHMEN 2002).

Häufig angewandte *qualitative* Methoden der Risikobewertung sind beispielsweise das Risikoportfolio, die FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), die Fehlerbaumanalyse oder die Ereignisbaumanalyse. Durch die subjektive Bewertung von singulären Wahrscheinlichkeiten wird eine nicht vorhandene Genauigkeit in der Prognose von Eintrittswahrscheinlichkeiten angenommen. Für eine ausführliche Darstellung der Methoden wird auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen: WOLKE 2008, GABRIEL 2007, KEITSCH 2007, GÖTZE et al. 2001, MIKUS 2001, DÖRNER et al. 2000, BRONSTEIN et al. 1997 etc.

Bei *quantitativen* Methoden der Risikobewertung werden Risiken durch die Verteilung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeiten über einen zu definierenden Wertebereich bestimmt. Auf Basis der wirkungsbezogenen Risikodefinition wird davon ausgegangen, dass die Gefahr einer Zielverfehlung durch bekannte Eintrittswahrscheinlichkeiten quantifiziert werden kann (*Abbildung 11*) (ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005). Negative Abweichungen werden zumeist als Verlust und positive Abweichungen als Gewinn beschrieben. Vorteil der Bewertung bzw. Abbildung eines Risikos durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung ist,

dass das häufig vorhandene Wissen über minimale und maximale Werte sowie die Form der Wahrscheinlichkeitsverteilung nicht verloren gehen, sondern in eine Bewertung mit einfließen (MUN 2006).

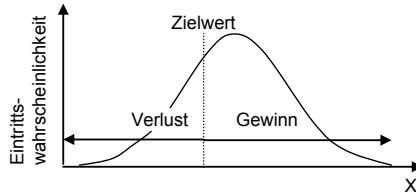


Abbildung 11: Skizze zur Bewertung einer Risikogröße X anhand der Verteilung von Eintrittswahrscheinlichkeiten über einen möglichen Wertebereich

Sensitivitätsanalysen ermöglichen es, den Einfluss einzelner unsicherer Eingangsgrößen auf eine Zielgröße zu bestimmen. Das Verfahren zur Bestimmung der Zielgrößenänderung bei einer Veränderung der Eingangsgrößen besteht darin, festzustellen, wie sich bei Änderung der ursprünglichen, als unsicher erachteten Eingangsparameter, die Zielgröße ändert. Die Variation der Eingangsparameter erfolgt vom Ausgangswert um die Differenz zu einem oberen und unteren Grenzwert. Bei einer Sensitivitätsanalyse in Bezug auf ein oder mehrere, aber nicht alle Eingangsgrößen wird von einer partiellen Analyse, in Bezug auf alle Eingangsgrößen wird von einer globalen Analyse gesprochen.

Da in der Regel davon ausgegangen wird, dass nicht nur eine Eingangsgröße unsicher ist, reichen Sensitivitätsanalysen in Bezug auf eine Größe nicht aus. Werden mehrere Eingangsgrößen variiert, so sind die funktionalen Zusammenhänge zwischen diesen abzubilden. Zudem ist darauf zu achten, dass die einzelnen Größen nicht stochastisch unabhängig sind, sondern in Beziehung zueinander stehen können. Hierdurch ist es möglich, dass sich verstärkende oder gegenseitig aufhebende Effekte entstehen, die durch simulative Verfahren abgebildet werden können. Die Sensitivitätsanalyse liefert Informationen über kritische Eingangsgrößen, die einen entscheidenden Einfluss auf eine Entscheidung nehmen. Dies macht eine Verringerung der Unsicherheit des Entscheidungsproblems möglich. Weitere Überlegungen und Maßnahmen zur Risikoreduktion können auf die kritischen Einflussgrößen konzentriert werden. Somit wird eine fokussierte Vorgehensweise sichergestellt. Des Weiteren erlaubt die Sensitivitätsanalyse die Bestimmung von oberen und unteren Eingangsgrößenkonstellationen und ermöglicht es so, die Extremwerte der

Zielgröße zu bestimmen (KRUSCHWITZ 2005, FRANKE & HAX 1999, BLOHM & LÜDER 1995).

Die bisher vorgestellten Methoden unterstützen nur eine Betrachtung einzelner Risiken. Zur Beurteilung der Risikolage eines Projektes, Unternehmens oder einer Wertschöpfungskonfiguration sind die Einzelrisiken zu einem Gesamtrisiko zu aggregieren. Voraussetzung hierfür ist eine Quantifizierung der Einzelrisiken. Zudem sind die bestehenden Korrelationen zwischen den Einzelrisiken zu ermitteln. Datenerhebungsprobleme und die Vielzahl an Korrelationen sind häufig bemühte Argumente, um von einer quantitativen Gesamtrisikobestimmung abzuweichen. Simulationsmodelle dienen zu einer solchen quantitativen Bestimmung des Gesamtrisikos. Das zugrunde liegende Modell ist ein abstrahiertes Abbild der Realität und ist über Ein- und Ausgangsgrößen sowie über die Zusammenhänge dieser Größen definiert. Für ein Simulationsexperiment sind im Modell die einzelnen Größen mit konkreten Werten zu parametrisieren. Risiken sind mit ihren Wahrscheinlichkeitsverteilungen über einen zu definierenden Wertebereich und ihren Auswirkungen zu hinterlegen. Durch Experimente können die Einflüsse und das Zusammenspiel einzelner Eingangsgrößen auf die Ausgangswerte untersucht werden. Nachteilig an der Simulation sind der erhöhte Aufwand für die Datenerhebung und die Modellbildung. Zugleich können einzelne Eingangsdaten mit Unsicherheit behaftet sein. Entscheidender Vorteil der Simulation ist, dass die Zusammenhänge der einzelnen Risiken dargestellt und berücksichtigt werden können und eine quantitative Risikobewertung möglich ist (MUN 2006, GLEIBNER 2004).

Ein mögliches Simulationsverfahren zur Risikobewertung ist die Monte-Carlo-Simulation. Sie macht es möglich, einzelne Risiken und statistisches Verhalten zu simulieren sowie Risiken zu aggregieren. Probleme, die mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie analytisch nicht oder nur aufwändig lösbar sind, können mit der Monte-Carlo-Simulation im mathematischen Kontext numerisch gelöst werden. Basis des Verfahrens aus der Stochastik sind hierbei in großer Anzahl durchgeführte Zufallsexperimente. Die Monte-Carlo-Simulation macht es möglich, auftretende Einzelrisiken zu einem Gesamtrisiko zusammenzufassen und zu kombinieren. Eine solche Risikoaggregation ist auf analytischem Wege nur für sehr einfache oder stark vereinfachte Modelle möglich, die trotz der Vereinfachung einen sehr hohen Komplexitätsgrad aufweisen. Dieses Problem kann mit der Monte-Carlo-Simulation gelöst werden und wird nach GLEIBNER als das wichtigste Verfahren zur Risikoaggregation herausgestellt. Die Bestimmung des Gesamtrisikos erfolgt nicht

analytisch, sondern empirisch durch die wiederholte Erzeugung und Kombination von Zufallszahlen für jedes Einzelrisiko (GLEIBNER 2004, SAVVIDES 1994).

2.4.4.3 Risikosteuerung

Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit ist die Identifikation und Bewertung von Risiken in Wertschöpfungskonfigurationen. Im Folgenden wird auf Grundlagen der Risikosteuerung eingegangen, um eine Basis für das Verständnis möglicher Mechanismen zur Steuerung von Risiken innerhalb einer Wertschöpfungskonfiguration zu schaffen.

Die Risikosteuerung oder auch Risikohandhabung umfasst die Behandlung identifizierter und bewerteter Risiken. Als Maßnahmen der Risikosteuerung bestehen die Risikovermeidung, die Verminderung der Risiken, ihre Begrenzung, ihre Übernahme durch das eigene Unternehmen oder die Risikoabwälzung auf andere (ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005):

Die Risikovermeidung hat einen defensiven Charakter und bezeichnet den Verzicht auf risikobehaftete Geschäfte. Die Vermeidung des Risikos geht einher mit einem Verzicht auf die Chancen des unterlassenen Geschäftes. Risiken werden häufig dann vermieden, wenn das Unternehmen selbst nur wenig oder keinen Einfluss auf bestehende Risiken hat (ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005).

Die Risikoreduktion beschreibt sowohl die Risikostreuung (oder -diversifikation) als auch die Risikolimitierung durch Anwendung von Sicherungsmaßnahmen. Das vorhandene Chancenpotential wird gehalten und gleichzeitig wird versucht Schadenshöhe und Frequenz positiv zu beeinflussen oder zu begrenzen. Im Zuge der Risikodiversifikation können Risikoportfolios mit negativ korrelierten Risiken gebildet werden, welche ein reduziertes Gesamtrisiko aufweisen. Bei diesem Diversifikationseffekt wird auch von einem Risikoausgleich im Kollektiv oder in der Zeit gesprochen (ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005).

Die Risikobegrenzung ist eng verwandt mit der Risikoreduktion und wird durch organisatorische Anweisungen erreicht. Beispielsweise geschieht dies durch eine finanzielle Obergrenze beim Abschluss von Geschäften oder Rückversicherungsverträgen (ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005).

Bei der Risikoübernahme trägt das Unternehmen bestimmte Risiken selbst. Dies bietet sich vornehmlich bei Risiken mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit und geringem Schadensausmaß an. Maßnahmen der Risikosteuerung können hier bei-

spielsweise die Berechnung von Risikozuschlägen auf den Umsatz mit riskanten Kunden oder Rückstellung für Geschäftsrisiken sein. Dies setzt das Vorhandensein eines angemessenen Risikodeckungspotenzials voraus, da ein eintretender Schaden aus eigener Kraft zu decken ist (ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005).

Risikouberwälzung ist ein typisches Instrument der Risikosteuerung. Das Risiko wird hierbei nicht beseitigt, sondern wechselt den Risikoträger. Hierbei werden Unternehmensrisiken auf andere Vertragsparteien übergewälzt. Beispiele hierfür sind Sach-, Haftpflichtversicherungen oder das Outsourcen von Teilleistungen des Unternehmens (ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005).

2.5 Verfahren der Investitionsrechnung

2.5.1 Statische und dynamische Verfahren

Die traditionellen Verfahren der Investitionsrechnung lassen sich in *statische* und *dynamische* Verfahren unterteilen. Die Verfahren der *statischen* Investitionsrechnung arbeiten mit Zielen der Gewinn- bzw. Renditemaximierung oder der Kostenminimierung. Sie berücksichtigen nicht den zeitlichen Bezug der Zahlungsströme und stellen somit Verfahren der kurzfristigen Investitionsrechnung dar. Sie werden daher auch als Hilfsverfahren der Praxis oder Näherungsverfahren bezeichnet. Der Bezug der *statischen* Verfahren auf eine repräsentative Einzelperiode wird mit einem schwerwiegenden Verzicht auf Planungsgenauigkeit bezahlt. Da die *dynamischen* Verfahren die Zeitpunkte der einzelnen Zahlungsströme berücksichtigen, sind sie in Bezug auf die theoretische Exaktheit den *statischen* Verfahren überlegen. Diese Überlegenheit spiegelt sich in der häufigen Anwendung der dynamischen Verfahren in der Praxis wieder (KRUSCHWITZ 2005, WÖHE & DÖRING 2005, EILENBERGER 2003, BLOHM & LÜDER 1995).

Der NPV wird in der Literatur als qualitativ hochwertige und am häufigsten eingesetzte Methode der *dynamischen* Investitionsrechenverfahren beschrieben. Er errechnet sich aus der Summe der Zahlungsströme (Cash-Flows), welche jeweils mit dem Kalkulationszinssatz diskontiert werden. Eine Investition ist bei einem Kapitalwert von Null oder größer vorteilhaft, da in diesen Fällen mindestens die gewünschte Verzinsung in Höhe des Kalkulationszinssatzes erwirtschaftet wird.

Kritikpunkte an den dynamischen Verfahren sind, dass eine vollkommene Voraussetzung der Zahlungsströme und die Ermittlung des Kalkulationszinssatzes bekannt sind. Die Verfahren sind daher nur zur Bewertung von Investitionsentscheidungen

bei sicheren Erwartungen geeignet (KRUSCHWITZ 2005, WÖHE & DÖRING 2005, EILENBERGER 2003, BLOHM & LÜDER 1995).

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

I_0 Investitionszahlung in t_0

CF_t Zahlungsströme in der Periode t
(Cash-Flows = Einnahmen zum Zeitpunkt t - Ausgaben zum Zeitpunkt t)

T Betrachtungszeitraum

i Kalkulationszins bzw. Diskontierungsfaktor

Trotzdem werden Investitionsrechenverfahren häufig eingesetzt, um die Wirtschaftlichkeit einer Investition oder auch eines Projektes in der Zukunft zu bewerten. Die Unsicherheit zukünftiger Zustände, die Annahmen und Schätzungen, die getroffen werden müssen, und deren Bedeutung und weit reichende Auswirkungen auf ein Unternehmen, machen eine Investitionsentscheidung zu einer der herausforderndsten Entscheidungen in der Geschäftswelt (HERTZ 1964). Daher ist ein Berechnungsverfahren notwendig, das es erlaubt, die zu erwartenden Cash-Flows auf Basis einer Vielzahl voneinander abhängiger und unsicherer Faktoren zu bestimmen. Eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit hat somit die Identifikation und Charakterisierung von Unsicherheiten und eine Methode zur Bestimmung der Auswirkungen dieser Unsicherheiten auf die Wirtschaftlichkeit zur Voraussetzung (SAVVIDES 1994). Im Folgenden werden Verfahren vorgestellt, die bei einer Bewertung von Investitionen unter der Berücksichtigung von Risiko eingesetzt werden.

2.5.2 Dynamische Verfahren zur Bewertung bei Risiko

2.5.2.1 Korrekturverfahren

Eine Möglichkeit zur Berücksichtigung von Risiken bilden so genannte Korrekturverfahren. Hierzu werden ursprüngliche Schätzwerte der Investitionsrechnung mit dem Ziel geändert, der Unsicherheit der Erwartungen Rechnung zu tragen. Es wird auch von Risikoabschlägen oder Risikozuschlägen gesprochen. Hierbei werden in erster Linie der Kalkulationszinssatz, die Rückflüsse und die Lebensdauer angepasst. Jedoch weisen diese Korrekturverfahren einige Mängel auf. Beispielsweise wird eine Korrektur an Größen vorgenommen, die selbst nicht unsicher sind. Des Weiteren wird ausschließlich versucht, negative Abweichungen des Erwartungswertes zu antizipieren und es besteht nicht die Möglichkeit, die Auswirkungen

einzelner Risiken zu identifizieren. Die Korrekturverfahren werden daher als gute Faustregeln eingesetzt, die dem Vorsichtsprinzip genügen (BLOHM & LÜDER 1995).

Eine weitere Möglichkeit der Bewertung, bei unsicheren Zukunftsentwicklungen, ist die Verwendung der Erwartungswerte der Zahlungsströme zur Kalkulation des Kapitalwertes:

$$NPV_R = I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{E(CF_t)}{(1+i)^t} \quad (2)$$

$E(CF_t)$ Erwartungswert des Cash-Flows in der Periode t

NPV_R Net-Present-Value bei unsicheren Zahlungen

Mit den vorgestellten Verfahren werden zwar Unsicherheiten berücksichtigt, aber es wird nur ein Wert, nämlich der mit der höchsten Eintrittswahrscheinlichkeit, kalkuliert. D.h. alle Faktoren sind mit der Eintrittswahrscheinlichkeit 1 spezifiziert. Daher wird auch von einem deterministischen Verfahren zur Investitionsbewertung gesprochen. Die Genauigkeit des Ergebnisses könnte durch präzisere Schätzungen verbessert werden, diese sind jedoch ohnehin subjektiv und unterliegen häufig den wirtschaftlichen Hoffnungen der Entscheidungsträger. Die Unsicherheiten der einzelnen Faktoren spiegeln sich nicht im Ergebnis wieder und geben so keine Auskunft über die mögliche Schwankungsbreite und die Eintrittswahrscheinlichkeiten. Das Ergebnis ist somit nicht mehr als eine gute Schätzung (MUN 2006, HACURA et al. 2001, SAVVIDES 1994, BONINI 1975, HERTZ 1964).

2.5.2.2 Investitionsbewertung mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation

Wie in Kapitel 2.4.4.2 beschrieben, stellt die Monte-Carlo-Simulation ein mögliches Verfahren zur Risikobewertung dar. Sie bietet die Möglichkeiten, einzelne Risiken und statistisches Verhalten zu simulieren sowie Risiken zu aggregieren. Daher findet das Simulationsverfahren auch Anwendung in der Investitionsbewertung. Die Vorgehensweise zur Entwicklung eines Modells zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation lässt sich in mehrere Schritte unterteilen (MUN 2006, GLEIBNER 2004, SAVVIDES 1994, HULL 1990), die nachfolgend beschrieben werden:

1) Aufbau des Berechnungsmodells

In einem ersten Schritt sind alle Faktoren, die das Ergebnis beeinflussen, in einem Berechnungsmodell miteinander zu verknüpfen. Hierzu sind die mathematischen Beziehungen zwischen den Faktoren über den Betrachtungszeitraum abzubilden (HACURA et al. 2001, SAVVIDES 1994, HULL 1990).

2) Bestimmung der relevanten Risiken

Es sind die Faktoren zu bestimmen, die als Risiken zu modellieren und nicht als fest anzunehmen sind. Als Risiken sind die Faktoren abzubilden, bei denen eine Abweichung vom prognostizierten Wert, sowohl wahrscheinlich ist, als auch eine hohe Ergebniswirksamkeit mit sich bringt. Diese Risiken sind aus Erfahrungswissen oder mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse zu bestimmen. Faktoren, bei welchen hohe Abweichungen des Ergebnisses von der Prognose zu erwarten sind, sind somit zu bevorzugen (SAVVIDES 1994, HULL 1990).

Eine Einschränkung der Modellierung auf die beschriebenen Risiken hat zwei Gründe: Bei einer zu hohen Anzahl an Unsicherheiten steigt die Wahrscheinlichkeit inkonsistenter Szenarien, da es zunehmend schwieriger wird, die Korrelationen (siehe Schritt 3) zwischen einzelnen Faktoren abzubilden. Des Weiteren ist der hohe Aufwand für die exakte Modellierung von Risiken mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit und geringer Ergebniswirksamkeit mit dem geringfügigen resultierenden Nutzengewinn nicht zu rechtfertigen (SAVVIDES 1994).

3) Abbildung von Korrelationen

Eine Korrelation beschreibt den Zusammenhang zwischen zwei Variablen. Bei zeitgleichen Werten zweier verschiedener Variablen wird von einer Kreuzkorrelation, bei Werten einer Variablen zu unterschiedlichen Beobachtungszeitpunkten wird von einer Autokorrelation gesprochen. Die Ziehung von Werten in einer Monte-Carlo-Simulation ist innerhalb der gegebenen Grenzen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung völlig zufällig. Die Existenz von korrelierten Variablen kann das Ergebnis verzerren, wenn die entsprechende Korrelation nicht abgebildet wird (MUN 2006, SAVVIDES 1994).

4) Bestimmung der Vorhersagewerte

Obwohl die Zukunft unsicher ist, können bestimmte zukünftige Geschehnisse antizipiert werden. Die Güte einer Vorhersage ist abhängig von der Anzahl der Faktoren, die ein System beeinflussen, von dessen Komplexität und dem Maß an

Unsicherheit der einzelnen Faktoren. Um eine hohe Qualität der Vorhersage sicherzustellen, basiert sie nach Möglichkeit auf Erfahrung, Expertenwissen oder historischen Daten (SAVVIDES 1994, HULL 1990). Es kann auch möglich und wirtschaftlich sein, eine quantitative Prognose bei externen Partnern einzukaufen, die sowohl auf statistischen Daten, als auch auf Expertenwissen aufbaut.

5) Abbildung der Risiken

Zur Abbildung von Risiken sind Grenzen einer Wahrscheinlichkeitsverteilung abzuschätzen, innerhalb derer ein Wert in der Zukunft tatsächlich liegt. Zur Abbildung einer Unsicherheit wird diese daher durch eine obere und untere Grenze, die den Vorhersagewert einrahmen, spezifiziert. Durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung wird jedem Wert innerhalb der definierten Grenzen eine bestimmte Eintrittswahrscheinlichkeit zugewiesen. Hierzu ist ein geeignetes Profil einer Wahrscheinlichkeitsverteilung auszuwählen. Dieses beschreibt quantitativ die Vorhersage, die aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten und Erfahrungen getroffen wird (SAVVIDES 1994, HULL 1990).

6) Durchführung der Simulation

Die Simulation ist der Teil der Risikoanalyse, in der der Rechner den Analyseprozess übernimmt. Hierbei erfolgt eine mehrmalige und erneute Berechnung der Ergebnisse, bis eine ausreichend große Anzahl vorliegt. Erfahrungsgemäß genügt hierzu eine Anzahl von 5.000 – 10.000 Durchläufen. Weniger Durchläufe erhöhen grundsätzlich den Schätzfehler. Die Ergebnisgenauigkeit kann durch eine Erhöhung der Anzahl der Durchläufe (N) gesteigert werden. Als Faustformel kann gelten: Eine Reduzierung des Schätzfehlers um $1/10$ (entspricht einer weiteren richtigen Dezimalstelle) erfordert eine $N = 100$ -mal höhere Anzahl an Durchläufen (SOBOL 1974). In der Simulation werden die Risiken zufällig, aber entsprechend der definierten Wahrscheinlichkeitsverteilungen gezogen und das Ergebnis, im Falle einer Investitionsbewertung beispielsweise der NPV, berechnet. Dieser wird dann gespeichert und es erfolgt eine erneute Ziehung der Unsicherheitsfaktoren sowie eine erneute Berechnung des Ergebnisses. Die gespeicherten Ergebnisse werden dann zur Auswertung herangezogen (GLEIBNER 2004, HAGER 2004, SAVVIDES 1994).

7) Analyse der Ergebnisse

Der letzte Schritt ist die eigentliche Risikoanalyse. Die gespeicherten Ergebnisse werden zusammengeführt und bilden eine Wahrscheinlichkeitsverteilung. Diese kann einfach oder kumulativ aufgetragen werden. *Abbildung 12* zeigt beispielhaft

die Wahrscheinlichkeitsverteilungen für den NPV, welche es erlauben, Aussagen über die Eintrittswahrscheinlichkeiten einzelner Ergebnisse oder Wertebereiche zu machen.

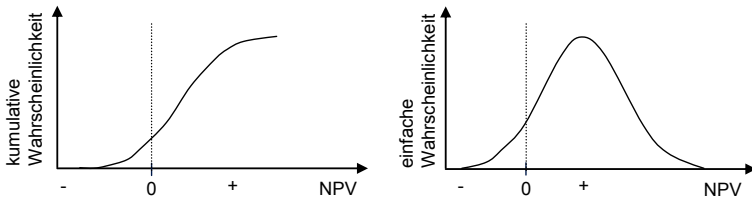


Abbildung 12: Skizze zur Darstellung der kumulativen und einfachen Wahrscheinlichkeitsverteilungen der möglichen Ergebnisse

Die Wahrscheinlichkeitsverteilung bildet die Aggregation aller vorher definierten Risiken und bildet eine Zusammenfassung aller Wahrscheinlichkeitsprofile mit ihren oberen und unteren Grenzen der einzelnen Faktoren. Somit wird nicht nur ein einzelner Schätzwert zur Entscheidungsfindung herangezogen, sondern ein Bereich möglicher Ergebnisse, die mit ihren jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeiten behaftet sind. Die Verteilung repräsentiert das Wissen über alle einzelnen Risiken und bildet somit eine fundierte Entscheidungsgrundlage.

Im Vergleich zu herkömmlichen Methoden der Investitionsbewertung ist es auf der einen Seite möglich, dass ein Projekt mit einem geringen NPV realisiert wird, da beispielsweise durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung gezeigt wird, dass die Chancen eines zufriedenstellenden Ergebnisses deutlich größer sind, als die eines nicht zu akzeptierenden Verlustes. Auf der anderen Seite ist es möglich, dass Projekte mit einem positiven NPV ein hohes Risiko auf einen Verlust aufweisen und deshalb nicht realisiert werden (MUN 2006, GLEIBNER 2004, SAVVIDES 1994).

2.5.2.3 Der Cash-Flow-at-Risk Ansatz

Der Cash-Flow-at-Risk (CFaR) wurde aus dem Value-at-Risk (VaR) abgeleitet. Dieser verkörpert das dem Risiko ausgesetzte Vermögen und hat sich als Standardwerkzeug zur Bestimmung des Marktpreisrisikos in Banken etabliert. Das Marktpreisrisiko ist der mögliche Verlust, der sich aus der Unsicherheit über die möglichen Entwicklungen von Marktrisikofaktoren (z.B. Devisen-, Aktien, Rohstoffkurse oder Volatilitäten) ergibt. Der Zeithorizont für den Value-at-Risk wird als eine Halteperiode beschrieben, da angenommen wird, dass die Finanzposition über den gesamten Zeitraum gehalten wird. Der große Vorteil des Value-at-Risk

besteht darin, dass das gesamte Risiko in einer Kennzahl ausgedrückt werden kann (HAGER 2004, KREMERS 2002, JORION 2001, WEBER 2001).

Der Value-at-Risk ist jedoch nur zur Bewertung von Risiken aus Finanzprodukten mit kurzen Zeithorizonten geeignet. Eine kurzfristige Steuerung auf Basis von Marktwerten wird jedoch nicht den Anforderungen von Industrieunternehmen gerecht. Investitionsprojekte in Unternehmen sind durch vornehmlich mittel- und langfristige Planungshorizonte gekennzeichnet (CHOUDHRY 2006, HAGER 2004, HAGER & WIEDEMANN 2004, HARRIS-JONES 1998). Daher wurde das Cash-Flow-at-Risk Modell, das die Anforderungen an die Bewertung von unternehmerischer Tätigkeit berücksichtigt, in Anlehnung an den Value-at-Risk entwickelt. Grundlage ist die Betrachtung von Cash-Flows oder auch EBIT-Größen und ein langfristiger Planungshorizont. Der Cash-Flow-at-Risk Ansatz kann mehrere Risikofaktoren berücksichtigen. Mit Hilfe von Zufallsprozessen werden die Risikofaktoren bis zum Prognosezeitpunkt simuliert. Es wird ein definierter Zeitraum analysiert und die Ergebniswirksamkeit aller Ein- und Ausgaben betrachtet. Eine zugrunde liegende Simulationsmethode kann die Monte-Carlo-Simulation sein. Der Cash-Flow-at-Risk ist definiert als die Abweichung von einem Planwert, die mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit $\alpha = 1 - p$ nicht überschritten wird. Die dem Cash-Flow-at-Risk zugeordnete Wahrscheinlichkeit α wird als Konfidenzniveau bezeichnet (*Abbildung 13*) (HAGER 2004, HAGER & WIEDEMANN 2004). Als Planwert kann beispielsweise ein minimal zu erwirtschaftender Cash-Flow einer Investition definiert werden. Ein hoher Cash-Flow-at-Risk weist dann auf eine hohe mögliche negative Abweichung innerhalb des Konfidenzniveaus hin.

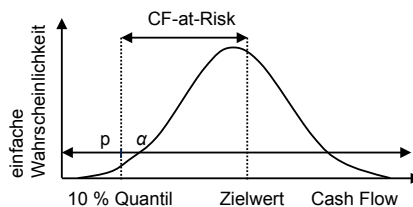


Abbildung 13: Cash-Flow-at-Risk bei $p = 5\%$

2.5.2.4 Sensitivitätsanalyse

Sensitivitätsanalysen dienen der Ergänzung von Verfahren zur Investitionsrechnung. Die Funktionsweise und Vorteile der Sensitivitätsanalyse wurden bereits in Kapitel 2.4.4.2 allgemeingültig dargestellt. Sie ermöglicht es, den Einfluss einzelner

unsicherer Eingangsgrößen auf eine Zielgröße zu analysieren. In der Investitionsrechnung kann beispielsweise der Einfluss des Zinssatzes oder der Absatzmenge auf den Kapitalwert bestimmt werden. Als Ergebnis stellt die Sensitivitätsanalyse Informationen über kritische Eingangsgrößen, die einen entscheidenden Einfluss auf eine Investitionsentscheidung nehmen, zur Verfügung. Jedoch ist mit einer Sensitivitätsanalyse nur die Bewertung einzelner Unsicherheiten möglich und nicht die Bewertung der aggregierten Unsicherheit der Investitionsentscheidung (KRUSCHWITZ 2005, FRANKE & HAX 1999, BLOHM & LÜDER 1995).

2.5.3 Integration von Prognosen in die Bewertung

Da es Ziel der vorliegenden Arbeit ist, Wertschöpfungskonfigurationen in der frühen Planungsphase zu bewerten, davon unabhängig, auf welches Bewertungsverfahren zurückgegriffen wird, Werte in der Zukunft zu antizipieren. Generell gilt: Je weiter der zu prognostizierende Wert in der Zukunft liegt, umso ungenauer wird die Prognose (ALICKE 2003). Da die Zukunft ungewiss ist, aber dennoch Anhaltspunkte über zukünftige Entwicklungen benötigt werden, können Prognoseverfahren eingesetzt werden, die zunächst in vergangenheitsbasierte und zukunftsorientierte Verfahren unterteilt werden können (*Abbildung 14*). Vergangenheitsbasierte Verfahren leiten Prognosewerte aus historischen Daten, wie Verkaufszahlen, Wechselkursen, Fehlerquoten, Lohnkosten etc. ab. Zukunftsorientierte Verfahren dahingegen entwickeln Prognosewerte auf Basis bereits vorhandener Daten über die Zukunft ab. Dies können beispielsweise bereits vorhandene Aufträge oder Kundenumfragen sein (SCHÖNSLEBEN 2004).

Zudem lassen sich mathematische (quantitative) und grafische oder intuitive (qualitative) Verfahren unterscheiden (*Abbildung 14*). Mathematische Verfahren bestimmen durch Extrapolation Prognosewerte. Dahingegen bauen grafische und intuitive Verfahren auf der Befragung von Experten oder der Einschätzung von Planern, Verkäufern etc. auf (SCHÖNSLEBEN 2004, WÖHE & DÖRING 2005). Vorteilhaft ist, dass diese qualitativen Prognosen sehr günstig durchzuführen sind und auch zu sehr guten Ergebnissen führen. Des Weiteren sind exogene Faktoren leicht in die Prognose zu integrieren, was bei einer quantitativen Prognosemethode mit erheblichem Aufwand verbunden wäre. Nachteilig bei qualitativen Verfahren ist die Subjektivität der persönlichen Einschätzungen (ALICKE 2003).

In *Abbildung 14* werden jeder Verfahrensklasse beispielhaft konkrete Verfahren zugeordnet, die in der Praxis häufig Verwendung finden. Diese werden im Folgenden kurz beschrieben.

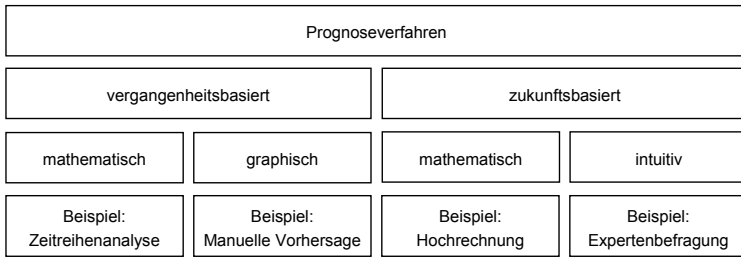


Abbildung 14: Klassifizierung von Prognoseverfahren in Anlehnung an SCHÖNSLEBEN 2004

Das vergangenheitsbasierte, mathematische Verfahren der Zeitreihenanalyse ermöglicht es, historische Daten in die Zukunft zu extrapolieren. Verfahren zur Zeitreihenanalyse sind heutzutage mit Hilfe von Softwareprodukten, wie dem Crystal Ball Predictor® der Firma Oracle®, sehr einfach anzuwenden. Für die zugrunde liegenden mathematischen Zusammenhänge wird auf Standardwerke der Prognoserechnung bzw. Zeitreihenanalyse verwiesen: KREIB & NEUHAUS 2006, ALICKE 2003, MERTENS 1981.

Bei dem vergangenheitsbezogenen und grafischen Verfahren der manuellen Vorhersage werden eine Zeitreihe grafisch aufgetragen und per Auge ein mittlerer Verlauf sowie eine Bandbreite von Abweichungen bestimmt und auf Basis von Erfahrungen zukünftige Werte prognostiziert. Insofern belastbare Datenreihen vorliegen, die auch in die Zukunft übertragen werden können, ist dieses Verfahren gut für eine schnelle und aufwandsarme Vorhersage geeignet.

Bei Anwendung des mathematischen und zukunftsbasierten Verfahrens der Hochrechnung werden bereits vorhandene Daten für eine Prognose genutzt. Es handelt sich hierbei um eine näherungsweise Extrapolation eines Gesamtergebnisses aus einem Teilergebnis. Liegen beispielsweise bereits Auftragsdaten vor, so kann aus diesen eine zukünftige Gesamtnachfrage ermittelt werden.

Zukunftsbierte und qualitative Verfahren sind beispielsweise die Expertenbefragungen oder Schätzung. Diese stützen sich auf die subjektive Meinung von qualifizierten Personen. Dieses Verfahren ist besonders geeignet, wenn historische Daten nicht vorliegen oder nicht geeignet sind. Es ist zudem vergleichsweise einfach und schnell anzuwenden und verspricht dennoch gute Ergebnisse (MÜLLER 2009, SCHÖNSLEBEN 2004)

Ein geeignetes Prognoseverfahren für den spezifischen Anwendungsfall ist anhand der Qualität der vorliegenden Daten und der Übertragbarkeit in die Zukunft auszuwählen. Der erhöhte Aufwand zur Steigerung der Genauigkeit einer Prognose ist zudem sinnvoll mit dem daraus resultierenden Nutzen abzugleichen.

2.6 Aufnahme und Abbildung von Produktionsprozessen

Produktionsprozesse können mit Hilfe unterschiedlicher Verfahren aufgenommen und abgebildet werden. Dies geschieht meist mit dem Ziel einer Verbesserung der analysierten Prozesse. Hierzu bestehen zahlreiche Modelle, Modellsprachen und Modellierungsvorschriften, die bezüglich des Anwendungsgebietes, des Detaillierungsgrades, der Aussagekraft, der verfügbaren Unterstützung durch Werkzeuge und Softwaresysteme sowie der Anwendbarkeit und dem Modellierungsaufwand unterschieden werden können (MÜLLER 2009). Nach MÜLLER können u.a. folgende Prozessmodelle unterschieden werden:

- CIM-Y-Modell (SCHEER 2001) basierend auf der ARIS-Architektur
- Aachener PPS-Modell (LUCZAK et al.2001)
- PROMET (ÖSTERLE 1995)
- PROPLAN (TRÄNCKNER 1990)
- PRO-NET (ERZEN 2001) als Referenzmodell für die überbetriebliche Auftragsabwicklung
- BWI-Referenzmodell für logistische Abläufe (SCHÖNSLEBEN 1994)
- proPSA (prozessorientierte Planung und Steuerung der Auftragsabwicklung) (HELLMICH 2003)
- Topas (Transparentes-Optimiertes-Prozess-Analyse-System) (MÖLLER & BRUST 2005)
- auf Prozessvisualisierung fokussierte Werkzeuge: ARIS® oder Microsoft Visio®
- SCOR-Modell (Supply-Chain Operations Reference) (SCOR 2008) zur Abbildung der gesamten Wertschöpfungskette
- Value-Stream-Mapping (ROTHER & SHOOK 2000)

Besonders etabliert hat sich die letzt genannte Methode des Value-Stream-Mapping oder der Wertstromanalyse. Erstmals wird die Grundidee dieser Methode im Toyota Produktionssystem (TPS) erwähnt und später weiter entwickelt. Der Begriff Wertstrom wird wie folgt definiert: Unter einem Wertstrom sind alle Aktivitäten und Tätigkeiten, sowohl wertschöpfend als auch nicht-wertschöpfend, zu verstehen, die notwendig sind, um ein Produkt durch die Hauptflüsse zu bringen, die für jedes

Produkt entscheidend sind: den Fertigungsstrom vom Rohmaterial bis in die Hände des Kunden und den Entwicklungsstrom vom Produktkonzept bis zum Produktionsstart. Hierbei werden Material- und Informationsflüsse der einzelnen Wertschöpfungsprozesse durch einfache grafische Elemente erfasst und analysiert. Die Analyse erfolgt von der Anlieferung bis zum Versand an den Kunden und dient der Identifikation von Schwachstellen, wie z.B. Verschwendungen und zur Prozessverbesserung. Hierbei liegen die Schwerpunkte auf der Reduzierung der Durchlaufzeit und der Bestände. Zudem gestattet die gesamthafte Darstellung des Wertstroms den Produktionsablauf systematisch in Frage zu stellen und zielorientiert weiterzuentwickeln. Zudem bietet der Wertstrom eine hervorragende Kommunikationsplattform zur innerbetrieblichen Verständigung über den aktuellen Ist-Zustand der Produktion (ROTHER & SHOOK 2000, REINHART et al. 2009, ERLACH 2007).

Für eine detaillierte Beschreibung der Methode und grafischer Symbole wird auf Standardwerke des Wertstromdesigns verwiesen: ERLACH 2007 und ROTHER & SHOOK 2000.

Erfahrungsgemäß können Wertschöpfungsprozesse mit der Wertstromanalyse ausreichend genau analysiert werden. Die Analyse und Visualisierung geben einen sehr guten Überblick über die Zusammenhänge zwischen Lieferanten, eigener Wertschöpfung und dem Kunden. Somit erlaubt die Wertstromanalyse eine Visualisierung genau des Bereiches der Wertschöpfung, der durch eine Wertschöpfungskonfiguration gebildet wird. Zudem können im individuellen Einzelfall der Detaillierungsgrad der Analyse variiert werden und auch aufzunehmende Kennzahlen hinzugefügt oder weggelassen werden. Somit ist die Vorgehensweise der Wertstromanalyse auch für die Abbildung der Wertschöpfungsprozesse einer Wertschöpfungskonfiguration geeignet.

2.7 Zwischenfazit

In den vorangegangenen Abschnitten wurden Grundlagen unterschiedlicher Bereiche erläutert, die die Zielsetzung der Arbeit stützen bzw. zur Erfüllung der vorliegenden Zielstellung beitragen können. Die Erkenntnisse werden im Folgenden zusammengefasst und in *Abbildung 15* visualisiert.

Im Umfeld der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit sind eine Reihe von Veränderungen, wie beispielsweise die Fragmentierung der Wertschöpfungsketten, asymmetrische Machtverhältnisse, eine steigende Variantenvielfalt, kurze Produkt-

lebenszyklen und ein wachsender Innovationsdruck sowie die Internationalisierung von Liefernetzen und die Bildung von Systemlieferanten zu verzeichnen. In Kombination mit einem turbulenten Marktumfeld steigen die Auswirkungen und die Anzahl von Risiken der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit bei einer sinkenden Prognosegenauigkeit. Aufgrund asymmetrischer Machtverhältnisse ist eine Übertragung unternehmerischer Risiken auf Zulieferunternehmen möglich. Darüber hinaus sind methodische Schwächen im Risikomanagement zu identifizieren.

Dies resultiert in einer undurchsichtigen Risikosituation, die die Wirtschaftlichkeit von Unternehmen grundlegend gefährdet. Hierdurch wird die Zielsetzung einer methodischen und quantitativen Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos von Wertschöpfungskonfigurationen gestützt.

Gleichzeitig wurden im vorliegenden Kapitel Methoden vorgestellt, die zur Zielerreichung beitragen können. Die Methode der Lebenszykluskostenrechnung ermöglicht eine genaue Bewertung von Kosten über einen abgeschlossenen Zeitraum. Insbesondere der Ansatz der TCO berücksichtigt auch Kosten der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen. Eine Bewertung der Kosten unternehmerischer Zusammenarbeit kann über den Ansatz der Transaktionskosten erfolgen. Hierbei finden sowohl unterschiedliche Phasen der Zusammenarbeit als auch die Spezifität, die Unsicherheit und Häufigkeit von Transaktionen Berücksichtigung. Mit Hilfe der Kapitalwertberechnung kann die Vorteilhaftigkeit von Investitionen über längere Zeiträume bestimmt werden.

Im Bereich des Risikomanagements stehen unterschiedliche, erprobte und geeignete Methoden zur Verfügung. Zur Risikobewertung bieten die Abbildung von Risiken mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen und eine anschließende Monte-Carlo-Simulation die Möglichkeit, Risiken quantitativ zu erfassen und Einzelrisiken zu einem Gesamtrisiko zu aggregieren. Die Monte-Carlo-Simulation kann auch im Zuge der dynamischen Investitionsrechnung zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit bei Risiko angewendet werden. Zusätzlich ist es möglich, mit dem Ansatz des Cash-Flow-at-Risk das Gesamtrisiko eines Projektes anschaulich in einer Kennzahl auszudrücken. Die Sensitivitätsanalyse erlaubt es, den Einfluss von Einzelrisiken auf das Ergebnis zu bestimmen und so eine detaillierte Struktur des Risikoprofils zu zeichnen. Mit Hilfe unterschiedlicher Prognoseverfahren können Entwicklungen in der Zukunft antizipiert werden.

Durch die Methode der Wertstromanalyse können Produktionsprozesse anhand definierter Bestimmungsgrößen einer Wertschöpfungskonfiguration aufgenommen und abgebildet werden.

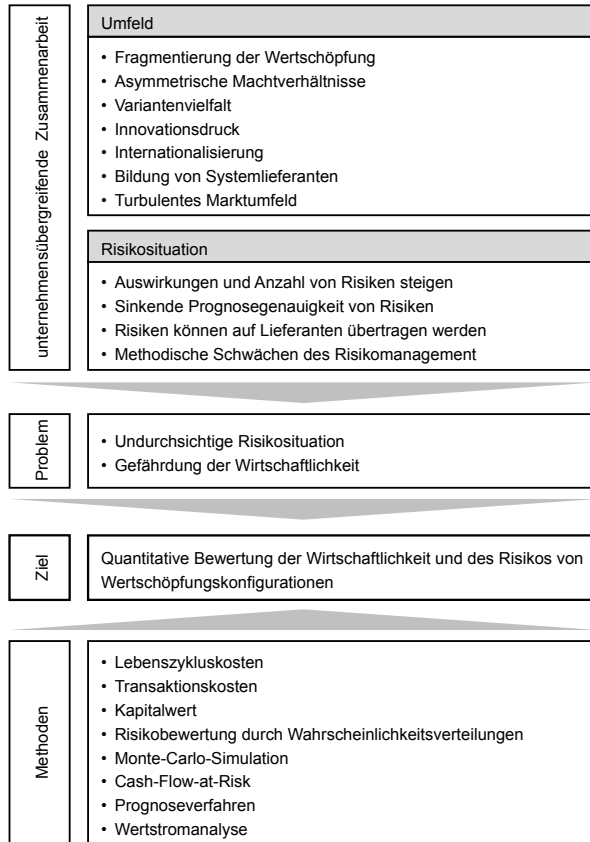


Abbildung 15: Zusammenfassung der Grundlagen

Die vorgestellten Grundlagen machen deutlich, dass die dieser Arbeit zugrundeliegende Zielsetzung unterschiedliche Forschungsgebiete berührt. Eine wesentliche Herausforderung bei der Entwicklung einer Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos in Wertschöpfungskonfigurationen liegt somit in der Verbindung von Investitions- und Risikobewertung, einer Lebenszyklusbetrachtung sowie der Abbildung von Produktionsprozessen innerhalb einer Wertschöpfungskonfiguration.

3 Anforderungen und Stand der Forschung

3.1 Überblick über das Kapitel

Auf Basis der im vorhergehenden Kapitel vorgestellten Grundlagen sowie der formulierten Zielsetzung der Arbeit werden allgemeine Anforderungen an eine Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos von Wertschöpfungskonfigurationen gestellt (3.2). Hierauf aufbauend werden bekannte Methoden und Vorgehensweisen auf ihre Deckung mit den formulierten Anforderungen überprüft und der notwendige Handlungsbedarf abgeleitet (3.3). Zu den identifizierten Wissenslücken werden Thesen und Forschungsfragen entwickelt, die das Forschungsvorgehen bestimmen (3.4). Abschließend wird erläutert, mit welcher Forschungsmethode die gestellten Fragen bestmöglich beantwortet werden können (3.5).

3.2 Allgemeine Anforderungen

3.2.1 Spezifikation der Bewertungsaufgabe

Die Bewertungsaufgabe ist hinsichtlich des *Bewertungsobjektes* und des *Bewertungsziels* näher zu spezifizieren.

Das *Bewertungsobjekt* wird durch unternehmensübergreifende Wertschöpfungskonfigurationen der Automobilindustrie gebildet. Diese umfassen die Wertschöpfungsprozesse im eigenen Unternehmen sowie die Schnittstellen zu vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsprozessen über den Zeitraum eines Fahrzeugprojektes hinweg.

Bewertungsziel ist eine Quantifizierung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos unternehmensübergreifender Wertschöpfungskonfigurationen in der frühen Planungsphase. Hierdurch werden auch der Vergleich von Alternativen und eine genaue Analyse der Kosten- und Risikostruktur möglich.

Zur Erarbeitung einer entsprechenden Methode sind in den Bereichen der *Modellierung* und der *praktischen Anwendbarkeit* Anforderungen zu definieren, um die Anwendbarkeit und Vollständigkeit der Methode sowie den Nutzen der mit ihr erzielten Ergebnisse sicherzustellen.

3.2.2 Anforderungen an die Modellierung

Die geforderte Betrachtung der Wertschöpfungskonfiguration mit einem Fokus auf technische und wirtschaftliche Aspekte sowie eine monetär-quantitative Bewertung stellen besondere Anforderungen an ein Bewertungsmodell.

- *Quantitative Modellierung von Risiken:*
Eine Ableitung von Entscheidungen ist, basierend auf einer rein qualitativen Bewertung, nicht ausreichend belastbar. Die relevanten Risiken sind daher monetär zu quantifizieren und zu modellieren. Des Weiteren hat eine Aggregation der Einzelrisiken zu einem Gesamtrisiko zu erfolgen. Nur so ist es möglich, die Auswirkungen der Risiken auf die Wirtschaftlichkeit genau zu bemessen und eine integrierte Bewertung von Wirtschaftlichkeit und Risiko durchzuführen.
- *Zeitabhängigkeit von Risiken:*
Risiken verändern sich über die Zeit hinweg. Daher ist die Zeitabhängigkeit einzelner Risiken im Modell abzubilden. Die Prognosegenauigkeit nimmt ab, je weiter ein Wert in der Zukunft liegt. Die Annahme statischer Werte würde eine nicht vorhandene Prognosesicherheit vortäuschen. Es sind sowohl reine als auch spekulative Risiken zu berücksichtigen.
- *Berücksichtigung von Korrelationen:*
Korrelationen zwischen einzelnen Risiken sind im Modell zu berücksichtigen. Da sich Risiken, je nach Korrelation, potenzieren oder kompensieren können, würde die Annahme unkorrelierter Risiken zu falschen Ergebnissen führen.
- *Berücksichtigung von Mechanismen zur Risikoabwälzung:*
Mechanismen zur möglichen Abwälzung von Risiken auf Lieferanten sind mit in einem Modell zu integrieren. Da sie die Risikosituation in einer Wertschöpfungskonfiguration beeinflussen, kann ohne sie keine belastbare Aussage über das vorhandene Risikomaß getroffen werden.
- *Abbildung von Kosten und Erlösen der Wertschöpfungsprozesse:*
Für die Modellierung sind die einzelnen Wertschöpfungsprozesse aufzunehmen und abzubilden. Die zu ermittelnden Kosten bilden den bewerteten Ressourcenverzehr der aufgenommenen Wertschöpfungsprozesse. Neben Investitionen in Gebäude, Maschinen, Anlagen oder Werkzeuge sind typische Bestimmungsgrößen eines Produktionssystems, wie beispielsweise die Kapazität, Bearbeitungszeiten, Zykluszeiten, Maschinenzuverlässigkeit etc. zu berücksichtigen.

- *Berücksichtigung des Lebenszykluscharakters:*
Der Lebenszykluscharakter eines Fahrzeugprojektes sowie die Zusammenarbeit zwischen den Unternehmen einer Wertschöpfungskonfiguration ist bei der Modellierung zu berücksichtigen. Nur so kann eine realitätsbezogene und zeitabhängige Abbildung der Kosten und Risiken einer Wertschöpfungskonfiguration gewährleistet werden.

3.2.3 Anforderungen an die praktische Anwendbarkeit

Das Forschungsziel ist nur zu erreichen, wenn die entwickelte Methode nicht nur theoretisch valide ist, sondern auch in der Praxis einfach anzuwenden und verständlich ist. Daher lassen sich folgende Anforderungen bezüglich der praktischen Anwendbarkeit definieren:

- *Integrationsfähigkeit in bestehende Planungsprozesse:*
Eine Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen muss in der Initialphase der Planung erfolgen. Hierbei werden unterschiedliche Alternativen generiert, miteinander verglichen und verfeinert. Die zu entwickelnde Methode muss in dieses Vorgehen zu integrieren sein und gleichzeitig eine a priori Bewertung ermöglichen.
- *Allgemeingültigkeit:*
Durch einen hohen Grad an Allgemeingültigkeit soll es möglich sein, die Methode auf unterschiedliche Wertschöpfungskonfigurationen anzuwenden, ohne sie zu verändern. Aufgrund der stark unterschiedlichen Ausprägungen von Konfigurationen der Wertschöpfungen werden sich jedoch die Modelle als Ergebnis einer Anwendung der Methode unterscheiden.
- *Transparenz und Verständlichkeit:*
Für den Einsatz der Methode in der industriellen Praxis sind die Transparenz und die Verständlichkeit der Methode selbst, des zu erarbeitenden Modells und der Ergebnisse für die Akzeptanz von Anwendern und Entscheidern sicherzustellen.

3.3 Stand der Forschung

3.3.1 Anforderungskriterien und Gliederung existierender Ansätze

Im Folgenden werden bestehende Arbeiten analysiert, um vorhandenes Wissen aufzugreifen, die Arbeiten von der Vorliegenden abzugrenzen und Lücken in der Forschungslandschaft zu identifizieren. Die untersuchten Arbeiten werden bezüglich der Deckung der Bewertungsaufgabe und der gestellten Anforderungen bewertet. Kombiniert mit der Gliederung der Bewertungsansätze ergibt sich folgender Aufbau für die Analyse des Standes der Forschung (*Abbildung 16*):

Bewertungsaufgabe und Anforderungen	
Spezifikation der Bewertungsaufgabe	
	Risiko
	Wirtschaftlichkeit
	Wertschöpfungskonfiguration
	frühe Planungsphase
	Anforderungen an Modellierung
	quantitative Modellierung von Risiken
	Zeitabhängigkeit von Risiken
	Korrelationen von Risiken
	Risikobewertung / Risikoverteilung
	Kosten und Erlöse von Wertschöpfungsprozessen
	Lebenszyklus
	Allgemeine Anforderungen
	Integrationsfähigkeit
	Allgemeingültigkeit
	Transparenz und Verständlichkeit
3.3.2 Bewertung von Risiken in Supply-Chains und Liefernetzen	
3.3.3 Gestaltung und Bewertung von Produktionsnetzen	
3.3.4 Bewertung von Wandlungsfähigkeit im turbulenten Produktionsumfeld	
3.3.5 Bewertung der Lebenszykluskosten bzw. der Total Cost of Ownership	

Abbildung 16: Kriterien zur Analyse bestehender Arbeiten und thematische Gliederung der Arbeiten

3.3.2 Bewertung von Risiken in Supply-Chains und Liefernetzen

Im Folgenden werden Arbeiten vorgestellt, die das Ziel haben, Risiken in Supply-Chains und Liefernetzen zu bewerten. Zumeist liegt der Fokus der Arbeiten in der Erarbeitung von zusammenhängenden Methoden zur Risikoidentifikation, -bewertung und -steuerung.

ROGLER beschreibt das Management von Beschaffungs- und Absatzrisiken. Zunächst werden Beschaffungsrisiken nach Liefer-, Transport- und Lagerrisiken sowie Absatzrisiken nach Verkaufs-, Zahlungs-, und Produkthaftungsrisiken systematisiert. Jeder Gruppe werden mögliche risikopolitische Steuerungsmaßnahmen zugeordnet. Auch wird auf die Übertragbarkeit von Risiken zwischen Kunden und Lieferanten eingegangen. Beispielsweise können zur Übertragung von Verkaufsmengenrisiken langfristige Abnahmeverträge geschlossen werden oder ein Verkaufspreisrisiko mit Preisklauseln auf den Kunden übergewälzt werden. Die Autorin weist darauf hin, dass den Maßnahmen vermiedene Kosten und verminderte Erlöse gegenüberzustellen sind. Um die ökonomische Sinnhaftigkeit der Maßnahme sicherzustellen, müssen die positiven Effekte größer sein als die negativen Effekte (ROGLER 2001). Eine Bewertung der Risiken und der Wirksamkeit der risikopolitischen Steuerungsmaßnahmen sowie eine exakte Beschreibung oder Modellierung bleiben aus. Somit kann die Arbeit zu unterschiedlichen Risiken grundsätzlich geeignete Steuerungsmaßnahmen bereitstellen, einen methodischen Beitrag zur Risikobewertung und -steuerung kann sie jedoch nicht leisten.

HALLIKAS et al. untersuchen Risiken in Zusammenarbeit mit Lieferanten auf Basis der Transaktionskostentheorie. Die Untersuchung fokussiert die Wertschöpfung eines Unternehmens sowie die Beziehungen zu Lieferanten ähnlich einer Wertschöpfungskonfiguration. Die Analyse von Risiken erfolgt in dreierlei Hinsicht: abhängig von der Positionierung in der Wertschöpfungskette, den Zulieferprozessen und den eingesetzten Technologien. Bezüglich der Positionierung in der Wertschöpfungskette werden Lieferanten nach ihrem zukünftigen Potential bzw. strategischem Wert für den Kunden und nach ihrer transaktionalen Effizienz bewertet und in einer Matrix geordnet. Je höher der strategische Wert und die transaktionale Effizienz, desto geringer die Risiken. Nach HALLIKAS et al. betreffen Risiken im Bereich der Zulieferprozesse im Wesentlichen die Einhaltung der Lieferzeiten und Liefertreue, eine frühe Integration der Lieferanten in die Entwicklung sowie eine genaue Prognose von Bedarfen. Bezüglich eingesetzter Technologien werden Risiken im Wesentlichen durch die Spezifität von Investitionen und sich verkürzende Produktlebenszyklen induziert (HALLIKAS et al. 2002). Die Autoren wählen einen Untersuchungsraum, der dem einer Wertschöpfungskonfiguration auf Lieferantenseite nahe kommt. Die Zusammenarbeit mit Kunden wird jedoch nicht berücksichtigt und eine quantitative Bewertung von Risiken bleibt aus. Es werden durch die Autoren lediglich ein Wachstum oder eine Verringerung von Risiken erläutert.

HARLAND et al. stellen das Supply-Network-Risk-Tool zur Identifikation, Bewertung und Steuerung von Risiken in Zuliefernetzen vor. Zunächst wird das zu untersuchende Zuliefernetz grafisch aufgenommen. Nach einer Identifikation möglicher Risiken werden diese nach folgenden Kriterien bewertet: Eintrittswahrscheinlichkeit, Exposition im Zuliefernetz, mögliche Auslöser des Risikos, Zeitpunkt der Risikoerkennung sowie dem möglichen Schaden. Auf Basis der Risikobewertung werden, mit einem Ziel der Risikoverringung, Szenarien für alternative Zuliefernetze und Lieferbeziehungen entwickelt. Die unterschiedlichen Szenarien dienen dann zu einer Restrukturierung des Zuliefernetzes und zu einer Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Unternehmen. Das neu strukturierte Zuliefernetz wird dann wieder neu bewertet (HARLAND et al. 2003). Die Entscheidungsfindung erfolgt in dieser Vorgehensweise auf äußerst qualitativer Ebene. Konkrete Verfahren zur Risikoidentifikation, -bewertung und -steuerung werden nicht vorgestellt. Auch eine Vorstellung möglicher Strategien zur Risikosteuerung in Zuliefernetzen bleibt aus. Die Methode leistet somit zwar einen Beitrag dazu, wie grundsätzlich beim Risikomanagement in Zuliefernetzen vorzugehen ist, kann aber keine ausreichende Unterstützung für Entscheider geben.

DELERIS & ERHUN zeigen eine Methode zur Risikobewertung in Zuliefernetzen, um Entscheidungsträgern eine angemessene Reaktion auf äußere Einflüsse zu ermöglichen. Ziel der Bewertung ist eine Quantifizierung entgangener Stückzahlen aufgrund der Struktur des Zuliefernetzes bzw. äußerer Einflüsse. Bei der Modellierung wird von einem Strom ausgehender Stückzahlen für eine definierte Struktur des Zuliefernetzes ausgegangen. Wird die Netzwerkstruktur verändert, ist ein Vergleich der Stückzahlströme und damit eine Bestimmung entgangener Stückzahlen bzw. Umsätze möglich. Auf Basis der Monte-Carlo-Simulation werden die Auswirkungen des Risikos äußerer Einflüsse auf die entgangene Stückzahl quantifiziert. Bei der Modellierung der äußeren Einflüsse erfolgt eine Konzentration auf Streiks, Knappheit von Bauteilen, politische Instabilität und Zerstörung durch Naturkatastrophen (DELERIS & ERHUN 2005). Die Arbeit unterstreicht die Eignung der Monte-Carlo-Simulation zur Quantifizierung und Aggregation von Risiken in Zuliefernetzen. Auch die praktische Anwendbarkeit wird nachgewiesen. Jedoch unterscheiden sich Bewertungsobjekt und -ziel deutlich von denen der vorliegenden Arbeit. Auf die Zeitabhängigkeit von und die Korrelationen zwischen Risiken wird nicht eingegangen.

GÖTZE & MIKUS entwickeln einen Prozess des Risikomanagements für Supply-Chains. Grundlage ist das Phasenschema des Risikomanagementprozesses. Die Bewertung von Risiken erfolgt zunächst auf Unternehmensebene in getrennten Risk-

Maps für Lieferanten sowie Hersteller nach Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß auf qualitativer Ebene. Die identifizierten Unternehmensrisiken werden in A-, B- und C-Risiken mit absteigender Bedeutung systematisiert. Anschließend wird auf Supply-Chain-Ebene der Einfluss auf die Supply-Chain qualitativ mit „hoch“, „mittel“ oder „gering“ bewertet und zusammen mit der Bedeutung der Unternehmensrisiken in einem Supply-Chain-Risikoportfolio dargestellt. Die Autoren weisen darauf hin, dass Wechselwirkungen zwischen den Risiken bei dieser Form der Betrachtung nicht möglich sind. Dies ist nur mit einer simulativen Risikoanalyse möglich. Zur Risikosteuerung werden unterschiedliche, mögliche, wirkungs- und ursachenbezogene Maßnahmen beschrieben, die sich auf unternehmensbezogene, unternehmensübergreifende sowie Supply-Chain-endogene Risiken beziehen (GÖTZE & MIKUS 2007). Im Bereich der unternehmensübergreifenden Risiken wird auch auf die Risikoteilung mit Partnern in der Supply-Chain hingewiesen, diese aber nicht weiter konkretisiert. Eine wirkliche Quantifizierung der Risiken sowie der Wirkung von Risikosteuerungsmaßnahmen bleibt aus.

SPECHT & MIEKE beschreiben ein Verfahren zum Risikomanagement und Controlling in Supply-Chains. Zur Risikobewertung finden die ABC-Analyse und Risiko-Matrizen Anwendung. Die ABC-Analyse weist nach, dass das Gesamtrisiko aus einer überschaubaren Anzahl einzelner Risiken besteht und lenkt die Aufmerksamkeit auf die bedrohlichen Risiken einer Supply-Chain. Die Risiko-Matrix oder auch Risk-Map visualisiert die Schadenshöhe und das Schadensausmaß von Risiken. In der Risikosteuerung stellen Risikostrategien Maßnahmenbündel zum Umgang mit erfassten Risiken zur Verfügung. Des Weiteren wird auf organisatorische Aspekte des Risikomanagements eingegangen (SPECHT & MIEKE 2007). Die Arbeit deckt umfassend alle Phasen des Risikomanagements ab. Jedoch findet die Risikobewertung auf Basis der Risiko-Matrix auf einer qualitativen Ebene statt. Dies vereinfacht und beschleunigt die Bewertung, macht eine genaue Quantifizierung und auch Aggregation von Risiken jedoch unmöglich.

ZIEGENBEIN entwickelt eine Methodik zum Management von Supply-Chain-Risiken. Die zu untersuchenden Supply-Chains werden auf Basis des SCOR-Modells analysiert. Identifizierte Risiken werden mit Hilfe eines Risikokataloges gesammelt und den Unternehmen in der Supply-Chain zugeordnet. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten einzelner Risiken werden über die Lieferkette hinweg mit Hilfe von Fehlerbäumen quantifiziert. Zudem werden auf Basis von Szenarien Wahrscheinlichkeitsverteilungen für Primär- und Sekundärbedarfe einzelner Produktfamilien ermittelt. Anschließend werden die Risiken in einem Supply-Chain Risikoportfolio nach Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß qualitativ

bewertet und systematisiert. Abschließend werden mit Hilfe einer morphologischen Matrix Maßnahmen zur Risikosteuerung für den individuellen Anwendungsfall entwickelt. In Ansätzen wird hier auf die Möglichkeit der Risikoüberwälzung hingewiesen (ZIEGENBEIN 2007). Mögliche Maßnahmen werden jedoch nicht hinsichtlich ihrer Wirkung quantitativ bewertet. Insgesamt stellt die Methodik eine Vielzahl möglicher Verfahren zur Risikoidentifikation, -bewertung, und -steuerung bereit. Hierunter leidet die klare Durchgängigkeit der Methodik. Eine Aggregation der Einzelrisiken zu einem Gesamtrisiko bleibt aus.

Die Vorgehensweise von HOTWANGER zum Supply-Chain-Risk-Management gliedert sich in die Phasen der Vorbereitung, der Risikoanalyse, -bewertung, -steuerung und der Risikokontrolle. In der Vorbereitung erfolgt die Erarbeitung einer grundsätzlichen Risikostrategie und risikopolitischer Grundsätze für die konkrete Definition einer Risikomanagementorganisation. Die Risikoanalyse bzw. Risikoidentifikation erfolgt innerhalb eines Risikoworkshops mit einem breit gestreuten Teilnehmerkreis aus möglichst allen Bereichen der Supply-Chain. Die Risiken werden im Zuge der Risikobewertung nach Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensmaß bewertet und in einer Lieferantenrisikoübersicht grafisch dargestellt. In der Risikosteuerung können sowohl ursachen- als auch wirkungsbezogene Maßnahmen zum Einsatz kommen. In Supply-Chains werden häufig Redundanzen zur Risikominderung eingesetzt. Hierzu gehören z.B. die Erhöhung von Lagerbeständen, die Einführung von Puffern oder die Zusammenarbeit mit mehreren Lieferanten. Die Risikokontrolle überprüft die Wirksamkeit der eingesetzten Risikosteuerungsmaßnahmen (HOTWANGER 2008). Die Arbeit von HOTWANGER stellt zwar einen schlüssigen Ablauf für das Risikomanagement in Supply-Chains zur Verfügung, sie kann jedoch nicht zu einer quantitativen Bewertung des Gesamtrisikos in Supply-Chains beitragen.

3.3.3 Gestaltung und Bewertung von Produktionsnetzen

Im Bereich der Gestaltung und Bewertung von Produktionsnetzen liegen eine Vielzahl an Arbeiten, insbesondere aus dem produktionstechnischen Bereich, vor. Da Wertschöpfungskonfigurationen einen Teilbereich eines Produktionsnetzes beschreiben, sind insbesondere Modellierungs- und Bewertungsansätze darauf zu überprüfen, ob sie auf die vorliegende Arbeit übertragen werden können. Die wichtigsten Arbeiten werden im Folgenden vorgestellt.

NYHUIS et al. entwickeln im Zuge des Forschungsvorhabens GVP (Globales Varianten Produktionssystem) ein Produktionssystem für technologisch anspruchsvolle

Produkte, die verteilt an globalen Standorten herstellbar sind. Ziel ist es, Alternativen zu einer rein kostenbegründeten Fertigungsverlagerung an Auslandsstandorten aufzuzeigen und neue Perspektiven auf Montageprozesse und die Verlagerung von Montageumfängen innerhalb der Wertschöpfungskette zu ermöglichen. Die GVP-Vorgehensweise setzt sich aus fünf Elementen zusammen: Im Zuge des ersten Elements, der *Produktstrukturierung*, erfolgt eine Analyse von Baugruppen und Einzelteilen, um schließlich über deren Beschaffung oder Eigenfertigung zu entscheiden. Die *Technologiedifferenzierung* beschreibt eine Vorgehensweise zur Gestaltung der Prozesskette. In einem iterativen Vorgehen wird mit Hilfe unterschiedlicher Differenzierungskriterien ermittelt, welche Standorte für welche Komponenten geeignet sind. Innerhalb der *Produktionsstufengestaltung* werden Wertschöpfungsanteile der Beschaffungsstufe, der kompetenzgetriebenen Eigenfertigungsstufe oder der marktnahen Komplettierungsstufe zugewiesen. Die *Logistikgestaltung* hat die Aufgabe, Verbindungen zwischen den geografisch gestreuten Produktionseinheiten zu erarbeiten. Ziel der *Gestaltung internationaler Kooperationsbeziehungen* ist es, die Konsequenzen einer Neustrukturierung der Produktion, Veränderung der Kernkompetenzen sowie die Verlagerung von Produktionsumfängen zu erarbeiten (NYHUIS et al. 2009, GROBE-HEITMEYER 2006, NYHUIS et al. 2006). NYHUIS et al. leisten mit dem GVP einen wichtigen Beitrag zur Gestaltung globaler Produktionssysteme. Die Arbeit fokussiert jedoch mehr die Entwicklung von Regeln zur intelligenten Gestaltung eines Produktionsnetzes, als eine quantitative Bewertung von Risiken .

Die Zielsetzung der Arbeiten von ABELE und JACOB ist die Entwicklung eines quantitativen Optimierungsverfahrens, das die wirtschaftliche Planung des Aufbaus, der Erweiterung bzw. des Umbaus eines globalen Produktionsnetzes erlaubt. Das Verfahren dient dazu, Produktionskapazitäten zeitlich und örtlich so zu allozieren, dass ein wirtschaftlich optimales Szenario gefunden wird. Die Optimierung erfolgt auf Basis der Zielgröße des Kapitalwertes. Da die Eingangswerte der Berechnung unsicher sind und sich zeitabhängig entwickeln, ergibt sich das Risiko unterschiedlicher zukünftiger Szenarien für das Produktionsnetz. Im Zuge einer Risikoanalyse wird mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse die Ergebnisänderung in Relation zur Änderung der Eingangswerte ermittelt. Hierdurch können besonders sensitive unsichere Eingangsgrößen ermittelt werden (ABELE et al. 2006b , JACOB 2005) . Beide Arbeiten weisen auf die dynamische Entwicklung zukünftiger Eingangsgrößen der Bewertung von Produktionsnetzen hin und unterziehen diese einer Sensitivitätsanalyse. Eine Berücksichtigung der Wechselwirkungen von Risiken sowie eine Risikoaggregation bleiben jedoch aus.

KINKEL & ZANKER beschäftigen sich mit globalen Produktionsstrategien für die Automobilindustrie. Mit Hilfe der Nutzwertanalyse und der Investitionsrechnung bewerten sie einzelne Standorte. Hierbei werden Unsicherheiten, wie beispielsweise die zu erwartenden Ein- und Auszahlungen an Standorten, Schwankungen der Materialpreise oder der Materialproduktivität betrachtet. Um auf derartige Unsicherheiten bei der Standortbewertung vorbereitet zu sein, werden diese in verschiedenen Szenarien aggregiert. Diese sind Grundlage der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und werden in eine szenariobasierte Standortbewertung integriert (KINKEL & ZANKER 2007, KINKEL 2004). Die Herausforderung unsicherer Ein- und Auszahlungen in der Zukunft prägt die Arbeit von KINKEL & ZANKER deutlich und findet in der Bildung unterschiedlicher Zukunftsbilder für die Bewertung ihre Antwort. Die Wechselbeziehungen zwischen Risiken sowie die Quantifizierung eines Gesamtrisikos erfolgen jedoch nicht.

GRAUER entwickelt eine Methodik zur bestmöglichen Planung von globalen Produktionsverbänden unter der Berücksichtigung der Abhängigkeiten von Produktdesign, Prozessgestaltung und Standortentscheidung. Hierzu werden auf Basis möglicher Montageablaufstrukturen und Standortkombinationen Produktionsverbandszenarien erarbeitet. Eine Bewertung erstellter Szenarien erfolgt sowohl qualitativ als auch quantitativ. Für die quantitative Bewertung werden Herstell-, Verwaltungs-, und Logistikkosten sowie Einmalinvestitionen für einen Standort herangezogen (GRAUER 2009). Eine Berücksichtigung der Zusammenarbeit von Unternehmen sowie von Risiken bleibt jedoch aus.

UDE stellt einen Ansatz zur bestmöglichen Konfiguration eines weltweiten Unternehmensnetzwerks mit einer kosten- und standortoptimalen Verteilung der Wertschöpfung zur Verfügung. Als Grundlage der Bewertung werden quantitative, standortabhängige Einflussgrößen herangezogen. Die Bewertung erfolgt über mehrere Perioden und berücksichtigt die Unsicherheit der Einflussfaktoren. Mögliche zukünftige Situationen werden durch eine Szenarioanalyse erarbeitet und Unsicherheiten mit Hilfe einer Monte-Carlo-Simulation ausgewertet. Neben den quantitativen Zielkriterien werden auch qualitative Zielkriterien mit in die Bewertung integriert. Dies erfolgt mit Hilfe einer Weiterentwicklung des multikriteriellen Entscheidungsverfahrens PROMETHEE (Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations). Für die Anwendung des Verfahrens sind, ähnlich einer Nutzwertanalyse, Gewichtungsfaktoren für einzelne Bewertungskriterien zu bestimmen. Nach einer Bewertung der Kriterien ergibt sich eine Rangfolge der Unternehmensnetzwerkalternativen (UDE 2010). Zentrales Bewertungsobjekt der Arbeit ist das Unternehmensnetzwerk. Die vorgestellte Methode konzentriert

sich auf eine Kombination von Wertschöpfungsprozessen an unterschiedlichen Standorten und vernachlässigt die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen. Die Methode ist daher nur für die Bewertung von Produktionsnetzwerken innerhalb eines Unternehmens anwendbar. Auch wird nicht auf den Lebenszyklus der Zusammenarbeit von Unternehmen sowie auf Möglichkeiten der Risikoüberwälzung eingegangen. Somit besitzt die Arbeit bezüglich des Bewertungsobjektes einen grundsätzlich anderen Arbeitsschwerpunkt als die vorliegende. Zudem bleibt im Bereich der quantitativen Risikobewertung eine gegenseitige Abhängigkeit von Risiken unberücksichtigt.

3.3.4 Bewertung von Wandlungsfähigkeit im turbulenten Produktionsumfeld

Die folgenden Arbeiten stellen Bewertungsansätze in einem turbulenten Produktionsumfeld zur Verfügung. Die Bewertungsobjekte unterscheiden sich von dem der vorliegenden Arbeit, jedoch wird intensiv auf die methodische Modellierung und Bewertung von Risiken eingegangen.

SUDHOFF stellt eine Methodik zur Bewertung von Mobilität als Wandlungsbefähiger in der Produktion vor. Mobile Produktionsressourcen ermöglichen eine schnelle und kostengünstige Verlagerung an einen anderen Standort. Diese Fähigkeit schafft einen Handlungsspielraum, der einer Realoption gleichzusetzen ist. Auf Basis der Kapitalwertmethode kann mit Hilfe einer Realoptionsbewertung die Vorteilhaftigkeit mobiler Produktionsressourcen bewertet werden. Hierbei erfolgt eine Unterteilung in primäre und sekundäre Unsicherheiten. Als sekundäre Unsicherheiten werden globale, lokale und auch technologische Parameter mit Hilfe einer Monte-Carlo-Simulation verdichtet (SUDHOFF 2007). Die Methode fokussiert die durch den Verlagerungsprozess entstehenden Kosten und geht nicht detailliert auf die Beziehungen zu Kunde und Lieferanten ein. Es erfolgt jedoch eine Aggregation sowie eine zeitabhängige Modellierung von Risiken. Da die Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen jedoch keinen Optionscharakter aufweist, erscheint eine Bewertung mit Hilfe des Ansatzes von Realoptionen nicht sinnvoll. Eine Übertragung und Anpassung der Erkenntnisse der Monte-Carlo-Simulation bietet sich dahingegen an.

MÖLLER stellt ein Bewertungsverfahren, ähnlich dem von SUDHOFF, vor. Die Bewertungsobjekte unterscheiden sich jedoch. MÖLLER hat zum Ziel, den Einsatz wandlungsfähiger Produktionssysteme in Unternehmen zu fördern. Hierzu stellt er eine Methode zur Verfügung, die es erlaubt, die Wirtschaftlichkeit eines Produk-

tionssysteme in Abhängigkeit der Wandlungsfähigkeit zu bewerten. Im Vordergrund steht hierbei die Bewertung mit Hilfe von Realloptionen. Hierzu wird eine primäre Unsicherheit durch einen Baum dargestellt und sekundäre Unsicherheiten mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen modelliert. Die Aggregation der Unsicherheiten erfolgt auf Basis einer Monte-Carlo-Simulation. Die Bewertung wird durch das Softwarewerkzeug Plant Calc® unterstützt (MÖLLER 2007). Dieses weist in der Kosten- und Erlösrechnung, bezüglich der unternehmensinternen Produktionsprozesse einen hohen Detaillierungsgrad auf. Jedoch bleiben bei der Bewertung mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation Korrelationen der einzelnen Unsicherheiten unberücksichtigt. Eine Bewertung der Wandlungsfähigkeit findet ausschließlich im eigenen Unternehmen statt. Die Zusammenarbeit mit Kunde oder Lieferanten bleibt unberücksichtigt. Wie bereits beschrieben, weist die Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen keinen Optionscharakter auf.

3.3.5 Bewertung von Lebenszykluskosten bzw. Total-Cost-of-Ownership

Die Untersuchungen zum Stand der Technik werden mit Arbeiten im Bereich des Themenkomplexes der Lebenszykluskosten bzw. der TCO abgeschlossen. Hierbei werden Arbeiten vorgestellt, welche die Kosten der Zusammenarbeit zwischen Kunden und Lieferant untersuchen (siehe Abschnitt 2.3.2).

CAVINATO identifiziert in einem Supply-Chain-Total-Cost-Modell Kosten und Faktoren, welche die Wertschöpfung im eigenen Unternehmen vom Einkauf bis zum Vertrieb wesentlich beeinflussen. Hierzu zählen unter anderem Einkaufspreise, Transaktionskosten, Beziehungskosten, Transportkosten, die Art und Weise der Lieferung, Transportbedingungen, Garantiebedingungen, Qualitätskosten, Rüstkosten, Produktionskosten, Logistikkosten, Kosten des Zahlungsverkehrs oder Overhead Kosten. Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass weniger greifbare Faktoren den Wertschöpfungsprozess beeinflussen. Hierzu zählen zum Beispiel die Qualität der Zusammenarbeit mit Lieferanten, die Innovationskraft von Lieferanten, die Absetzbarkeit der Produkte oder der Wert des Produktes für den Kunden. Es wird insbesondere deutlich gemacht, dass bei der Wahl von Lieferanten nicht nur der Einkaufspreis heranzuziehen ist, sondern der Einfluss des Lieferanten auf die gesamte Wertschöpfung zu berücksichtigen ist (CAVINATO 1992). CAVINATO leistet mit seiner Arbeit einen Beitrag zur Analyse der Wertschöpfung im eigenen Unternehmen. Jedoch bleibt seine Untersuchung sehr allgemein und eine konkrete Berechnung von Lebenszykluskosten erfolgt nicht. Zudem bleibt eine Berücksichtigung der Zusammenarbeit mit dem Kunden aus.

ELLRAM stellt die Methode der TCO (Total-Cost-of-Ownership) vor. Durch die TCO kann eine bessere Gesamtkostentransparenz erreicht werden. Es werden nicht nur einzelne Kostenelemente, wie beispielsweise Lohnkosten, Verpackung, Overhead oder Transport, sondern auch Kosten der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen berücksichtigt, um ein ganzheitliches Kostenverständnis aufzubauen. So können Kosteneinsparpotenziale leichter identifiziert werden und über den Teilepreis hinaus bestimmt werden, was der Einkauf eines bestimmten Gutes die eigene Organisation kostet. Zur Kostenbestimmung werden Teams gebildet, welche mit Hilfe von Checklisten oder im Brainstorming mögliche Kosten identifizieren und systematisieren. Die Vielzahl der Kosten wird anschließend nach dem Pareto-Prinzip geordnet, um ihre Signifikanz für die Gesamtkosten zu bewerten (ELLRAM 2002). Die Arbeit von ELLRAM stellt einen schematischen Rahmen zur Kostenidentifikation und –bewertung in der Zusammenarbeit mit Lieferanten zur Verfügung. Der Lebenszyklus der Zusammenarbeit von Unternehmen bleibt jedoch unberücksichtigt.

DEGRAEVE stellt auf Basis einer Fallstudie ein TCO Modell zur Lieferantenwahl mit Hilfe der Prozesskostenrechnung vor. Der Betrachtungsraum wird auf die gesamte Wertschöpfung im Unternehmen und auf direkte Materialien erweitert. Insbesondere wird der Einfluss der Einkaufsentscheidung auf die Schritte der Wertschöpfungskette im eigenen Unternehmen herausgestellt. Hierbei findet eine Berücksichtigung und monetäre Bewertung der entstehenden Folgekosten einer Einkaufsentscheidung statt (DEGRAEVE et al. 2005). Eine umfassende Bewertung im Sinne einer Wertschöpfungskonfiguration erfolgt nicht. Vielmehr konzentriert sich auch diese Arbeit vornehmlich auf den Bereich des Einkaufs. Jedoch zeigt DEGRAEVE, dass eine Analyse der Wertschöpfung mit einer anschließenden Bestimmung der entstehenden Kosten eine sinnvolle Bewertung von Lieferanten ermöglicht.

Für die Modelle von ELLRAM, CAVINATO und DEGRAEVE ist zusammenfassend festzuhalten, dass sie den Betrachtungsraum auf die gesamte unternehmenseigene Wertschöpfung, vom Einkauf bis hin zum Vertrieb, erweitern und auf die Auswirkungen der Zusammenarbeit mit Lieferanten hinweisen. Jedoch sind die Modelle sehr allgemein sowie brachenunspezifisch und weisen einen niedrigen Detaillierungsgrad auf. Eine Integration von Risiken ist in keinem der Modelle vorgesehen.

CANNON jedoch weist auf die Risiken in Kunden-Lieferanten-Beziehungen bzw. Supply-Chains in Form versteckter Kosten hin. Im „Preisbergmodell“ sind in Anlehnung an einen Eisberg (*Abbildung 17*) die sichtbaren Kosten, wie beispielsweise

Lohn-, Material- und Logistikkosten, über der Wasseroberfläche zu finden. Darunter sind Kosten wie z.B. Qualitäts-, Währungs- oder Lagerhaltungskosten „versteckt“. Diese sind häufig nicht direkt „sichtbar“, machen aber einen großen Teil der Einstandskosten aus und sind daher unbedingt bei Einkaufsentscheidungen zu berücksichtigen (CANNON 2006). Vorteilhaft am Modell von CANNON ist, dass zusätzlich externe Umwelteinflüsse und Risiken Berücksichtigung finden. Das Modell hat jedoch stark konzeptionellen Charakter und verzichtet auf eine Quantifizierung der beschriebenen Zusammenhänge.

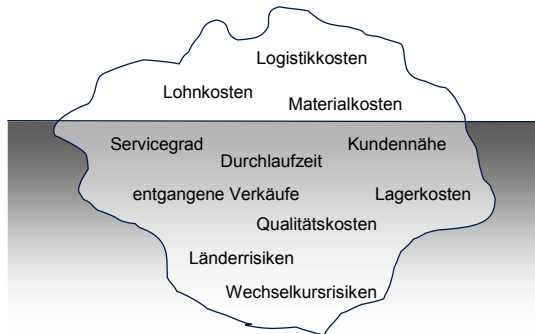


Abbildung 17: Das Preisbergmodell (CANNON 2006)

Abschließend ist festzustellen, dass eine Bestimmung der Kosten eines zugrunde liegenden Lebenszyklus deutliche Vorteile verspricht und daher ins Zentrum vieler wissenschaftlicher Arbeiten rückt. Jedoch finden der Lebenszyklus unternehmensübergreifender Zusammenarbeit und die damit in Verbindung stehenden Kosten und vor allem Risiken in keinem der beschriebenen Modelle ausreichende Berücksichtigung.

3.3.6 Herleitung des Handlungsbedarfes aus dem Stand der Forschung

Abbildung 18 zeigt einen Überblick über die vorgestellten Arbeiten und lässt den Handlungsbedarf für die vorliegende Arbeit ableiten. Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos von Wertschöpfungskonfigurationen über den Lebenszyklus eines Fahrzeugprojektes hinweg, fehlt es an quantitativen Methoden, die in der Lage sind, Risiken und ihre Korrelationen quantitativ und zeitabhängig zu erfassen, Möglichkeiten einer Risikoüberwälzung zu integrieren und den Lebenszyklus mit in die Bewertung einfließen zu lassen. Die Arbeiten in den unterschiedlichen Bereichen unterstreichen die Aktualität der Problemstellung, jedoch deckt keine der Arbeiten die vorliegende Bewertungsaufgabe ab. Somit ist die

Fragestellung, durch die Analyse bestehender Ansätze, als nicht gelöst zu betrachten.

	Bewertungsaufgabe und Anforderungen															
	Spezifikation der Bewertungsaufgabe	Risiko	Wirtschaftlichkeit	Werschöpfungskonfiguration	frühe Planungsphase	Anforderungen an Modellierung	quantitative Modellierung von Risiken	Zeitabhängigkeit von Risiken	Korrelationen von Risiken	Risikotberwälzung / Risikoverteilung	Kosten und Erlöse von Wertschöpfungsprozessen	Lebenszyklus	Allgemeine Anforderungen	Integrationsfähigkeit	Allgemeingültigkeit	Transparenz und Verständlichkeit
Legende: ● erfüllt Kriterium ◐ erfüllt Kriterium teilweise ○ erfüllt Kriterium nicht																
3.3.2 Bewertung von Risiken in Supply-Chains und Liefernetzen																
ROGLER 2001	●	◐	◐	◐	◐	○	○	○	◐	○	○	○	○	◐	●	●
HALLIKAS 2002	◐	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
HARLAND et.al. 2003	○	○	○	○	○	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●
DELERIS & ERHUN 2005	●	◐	◐	◐	◐	●	◐	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
GÖTZE & MIKUS 2007	●	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
SPECHT & MIEKE 2007	●	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
ZIEGENBEIN 2007	●	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
HOTWANGER 2008	●	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
3.3.3 Gestaltung und Bewertung von Produktionsnetzen																
JACOB 2005, ABELE 2006	◐	●	●	●	●	◐	◐	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
KINKEL & ZANKER 2007	◐	●	●	●	●	◐	◐	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
GRAUER 2009	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
NYHUIS 2009, GROßE-HEITMEIYER 2006	◐	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
UDE 2010	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
3.3.4 Bewertung von Wandlungsfähigkeit im turbulenten Produktionsumfeld																
SUDHOFF 2007	○	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
MÖLLER 2008	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
3.3.5 Bewertung der Lebenszykluskosten bzw. der Total Cost of Ownership																
CAVINATO 1992	○	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
ELLRAM 2002	○	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
DEGRAEVE 2005	○	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●
CANNON 2006	●	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●	●

Abbildung 18: Überblick zur Anforderungserfüllung bestehender Ansätze

Aufgrund ihrer Anwendung für ähnliche Bewertungsaufgaben wird die Eignung von Investitionsrechnung, Lebenszykluskostenbewertung und Risikobewertung auf Basis einer Monte-Carlo-Simulation als Vorgehensweisen für die vorliegende Problemstellung untermauert. Die Methoden sind zu kombinieren und zu ergänzen

sowie den Anforderungen der unternehmerischen Praxis von Wertschöpfungskonfigurationen in der Automobilindustrie anzupassen.

Die Bereiche der Wertschöpfungskonfiguration sowie der Risikoüberwälzung und des Lebenszyklus in Fahrzeugprojekten, sind in bisherigen Forschungsarbeiten wenig bearbeitet (vgl. *Abbildung 18*). Bevor mit der Entwicklung einer eigenen Methode begonnen werden kann, gilt es zunächst, Wissenslücken in diesen Bereichen zu schließen.

Im Folgenden werden Thesen formuliert, die aus dem bisherigen Kenntnisstand abgeleitet werden. Anschließend werden jeweils die notwendigen Forschungsfragen entwickelt, deren Beantwortung eine sichere Übertragung bzw. Anwendung der Methoden im Bereich der Wertschöpfungskonfigurationen in der Automobilindustrie ermöglichen soll.

3.4 Forschungsfragen

Aus dem bisherigen Kenntnisstand (Kapitel 2 und Abschnitt 3.3) können die im Folgenden beschriebenen Thesen entwickelt werden. Die dazugehörigen Forschungsfragen legen das weitere Forschungsvorgehen fest. Ihre Beantwortung soll die Zielerreichung gemäß der Aufgabenstellung der vorliegenden Forschungsarbeit sicherstellen.

These 1)

Die Position eines Unternehmens in einer Wertschöpfungskonfiguration beeinflusst sowohl die Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten als auch die Möglichkeit, Risiken auf Lieferanten abzuwälzen.

- Wie sind die Situationen von Unternehmen in der automobilen Wertschöpfung zu beschreiben und welche Auswirkungen haben sie auf die Risikosituation eines Unternehmens?

These 2)

Die unternehmensübergreifende Wertschöpfung in der Automobilindustrie unterliegt Risiken. Diese können durch Steuerungsmaßnahmen übertragen werden.

- Welche Risiken der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung können bezüglich Schadensausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeit als vorherrschend bezeichnet werden?

- Welche Verfahren werden zur Steuerung der genannten Risiken eingesetzt?

These 3)

Fahrzeugprojekte in der Automobilindustrie unterliegen einem bis zu einem bestimmten Grad generalisierbaren Lebenszyklus. Die Zusammenarbeit von Unternehmen lässt sich daher durch unterschiedliche Phasen charakterisieren.

- Welche Phasen können identifiziert werden und wie kann die Zusammenarbeit von Unternehmen in diesen Phasen beschrieben werden?
- Welche Kostenarten sind in den unterschiedlichen Phasen des Lebenszyklus zu berücksichtigen?

3.5 Forschungsvorgehen

Da es sich bei den formulierten Forschungsfragen im Wesentlichen um eine Analyse von Sachverhalten der unternehmerischen Praxis handelt, können diese sehr gut auf Basis von Beobachtungen und Erfahrungen beantwortet werden. Daher bietet sich ein empirisches Forschungsvorgehen an.

Die Fallstudie stellt einen etablierten, empirischen Forschungsansatz dar, der ein aktuelles Phänomen im realen Kontext untersucht. Der Forschungsansatz kommt in unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen zur Anwendung, so zum Beispiel in der Organisations- und Managementtheorie, der Produktionswirtschaft, aber auch im Bereich der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit. Hierzu sind beispielhaft die Fallstudien von AKAKUM & DALE 1995, CATER & ELLRAM 1994, DEGRAEVE et al. 2005, ELLRAM 1993, HALLÉN et al. 1991, STUART & MUELLER JR 1994 zu nennen.

Der Forschungsansatz der Fallstudie ist geeignet, die identifizierten Forschungsfragen zu beantworten und wird hierzu im Folgenden näher beschrieben: Im Gegensatz zur Umfragenforschung, die durch die korrekte Auswahl einer Stichprobe auf einer statistischen Generalisierbarkeit beruht, stützt sich die Fallstudienforschung, genau wie die Experimentalforschung, auf die analytische Generalisierbarkeit (YIN 2003). Nach YIN ist der Charakter einer Fallstudie primär hinsichtlich zweier Kriterien zu unterscheiden (*Abbildung 19*). In einer Einzelfallstudie wird nur ein Fall betrachtet, wohingegen in einer Mehrfallstudie mindestens zwei Fälle untersucht werden. Zudem ist zwischen einer holistischen und einer integrierten Fallstudie zu differenzieren. Bei einer holistischen Fallstudie wird in jedem Fall nur ein Analyse-

objekt betrachtet, wohingegen bei der integrierten Fallstudie pro Fall mehrere Analyseobjekte untersucht werden (YIN 2003). In dieser Arbeit handelt es sich um eine integrierte Mehrfallstudie, da mehrere Fälle in Form unterschiedlicher Unternehmen hinsichtlich mehrerer Analyseobjekte, wie beispielsweise Lebenszykluskosten oder Risiken, untersucht werden.

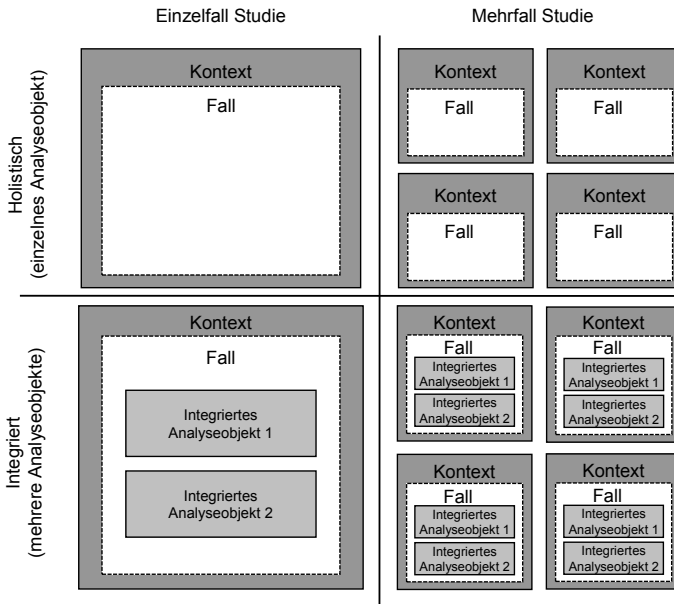


Abbildung 19: Systematisierung von Fallstudien (YIN 2003)

Zudem lassen sich Fallstudien entsprechend ihrer Zielsetzung in explorative, deskriptive und explanatorische Untersuchungen unterteilen. Hierbei ist zu beachten, dass eine Fallstudie nicht isoliert eine Zielsetzung bedienen muss, sondern vielmehr können innerhalb einer Untersuchung mehrere Zielsetzungen kombiniert werden. Bei explorativen Fallstudien steht die Erforschung von Phänomenen der Praxis und das Entdecken von Theorien im Vordergrund, weshalb bei dieser Form der Untersuchungen auch die Datenerhebung vor der Formulierung von Untersuchungsfragen und Hypothesen erfolgt. Bei deskriptiven Fallstudien steht hingegen die Beschreibung von Phänomenen der Praxis im Mittelpunkt, während bei explanatorischen Untersuchungen die Phänomene erklärt werden (YIN 2003). Die dieser Arbeit zugrunde liegende Fallstudie ist als deskriptiv und explanatorisch einzuordnen, da es Ziel ist, Phänomene der Praxis sowohl zu beschreiben als auch zu erklären.

Eine Fallstudie kann, in Anlehnung an YIN und EISENHART, in 6 Phasen eingeteilt werden (YIN 2003, EISENHART 1989). Das Vorgehen innerhalb der einzelnen Phasen wird im Folgenden allgemeingültig beschrieben:

1) Ermittlung der Forschungsfrage

Zur Theoriebildung auf Basis der Fallstudie ist es unerlässlich, eine oder mehrere initiale, wenn vielleicht auch noch breit angelegte, Forschungsfragen zu definieren.

2) Auswahl der Fälle

Grundlage für die Fallauswahl sind nicht statistische Motive, sondern theoretische Überlegungen zur Hypothesenbildung. Eine zufällige Auswahl von Fällen ist zulässig, jedoch ist es aufgrund der beschränkten Anzahl an Fällen, die untersucht werden können, sinnvoll, Extremfälle und Fälle entgegengesetzter Ausprägung zu wählen, in welchen der Betrachtungsfokus besonders deutlich wird. Des Weiteren kann eine Aufteilung der auszuwählenden Fälle in einzelne Gruppen erfolgen.

3) Datensammlung

In einer Fallstudie können unterschiedliche Methoden der Datensammlung zur Anwendung kommen. Typische Methoden sind beispielsweise das Interview, die Beobachtung, Analyse von Daten aus Archiven, Literaturrecherchen etc. Eine Besonderheit in der Fallstudie ist die zeitliche Überlappung von Datensammlung und Datenanalyse. Dies eröffnet die Möglichkeit, Anpassungen während der Datensammlung durchzuführen. Dies können beispielsweise zusätzliche Fälle zur Untersuchung von Erkenntnissen sein, die sich während der Forschungsarbeit herausbilden.

4) Datenanalyse und Theoriebildung

Als Triangulation wird die Auswertung und die Kombination der Erkenntnisse aus unterschiedlichen Datenquellen beschrieben. Sie ist eine fundierte Vorgehensweise bei der Bildung einer Theorie. Hierzu gilt es, innerhalb der Einzelfallanalyse, zunächst die Fälle einzeln aufzuarbeiten. Diese werden hierbei wie einzelne Experimente behandelt. Darauf erfolgt die Mehrfallanalyse, in der beispielsweise Gruppen und Größen definiert werden und diese auf Übereinstimmungen in einer Gruppe oder Differenzen zwischen unterschiedlichen Gruppen untersucht werden. Die herausgebildeten Erkenntnisse müssen auf jeden untersuchten Fall anwendbar sein.

5) Abgleich mit der Literatur

Die herausgearbeiteten Erkenntnisse sind mit der Literatur abzugleichen. Hierzu ist die Literatur auf Ähnlichkeiten und Widersprüche zu untersuchen. Widersprüche in der Literatur weisen darauf hin, dass die gewonnenen Erkenntnisse nicht richtig oder nicht im vorgesehenen Rahmen generalisierbar sind.

6) Abschluss der Studie

Zum Abschluss einer Fallstudie stellt sich vornehmlich die Frage, wann die Anzahl der untersuchten Fälle ausreichend ist. Dies ist dann der Fall, wenn eine Sättigung der Erkenntnisse erreicht ist und der Wissenszuwachs bei einem weiteren Fall sehr gering ist. Meist wird die Anzahl der Fälle im Vorhinein geplant und unterliegt Restriktionen durch Zeit und finanzielle Mittel. Grundsätzlich ist eine Fallanzahl zwischen 4 und 10 Fällen sinnvoll. Unterhalb einer Anzahl von 4 Fällen fällt die Bildung von Thesen häufig schwer und oberhalb von 10 Fällen ist es schwierig, die Menge und Komplexität der Daten zu beherrschen.

Die in Kapitel 3.4 formulierten Forschungsfragen werden auf Basis der eben vorgestellten Vorgehensweise der Fallstudie im folgenden Kapitel bearbeitet und beantwortet.

4 Empirische Analyse der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung

4.1 Forschungsfragen

Die der Fallstudie zugrunde liegenden Forschungsfragen wurden bereits in Kapitel 3.4 durch eine Analyse des Standes der Forschung formuliert und werden in der Phase der Datenanalyse und Theoriebildung (Abschnitt 4.4) noch einmal aufgegriffen.

4.2 Auswahl der Fälle

Die Grundgesamtheit der Fallstudie wird durch Unternehmen der Automobilindustrie gebildet. Hierzu wurden OEM, 1st-Tier-Lieferanten und 2nd-Tier-Lieferanten sowie Beratungsunternehmen oder Verbände in die Studie integriert. Sie weisen unterschiedliche Größen, gemessen an Mitarbeiterzahl und Umsatz, auf. Die Fallstudie setzt sich, wie in *Tabelle 2* gezeigt, zusammen.

Fall	Kategorie	Mitarbeiteranzahl	Umsatz in Mio. €
1	OEM	250.000	150.000
2	OEM	105.000	55.000
3	1st Tier Zulieferer	70.000	12.500
4	1st Tier Zulieferer	63.000	10.000
5	1st Tier Zulieferer	6.500	1.500
6	2nd Tier Zulieferer	4.000	200
7	2nd Tier Zulieferer	850	N.N.
8	Unternehmensberatung	2.300	750
9	juristische Rechtsberatung	1.300	N.N.
10	Automobil Verband	N.N.	N.N.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Fallstudie

Im Bereich der OEM wurden ein Unternehmen mit Produkten der Premiumklasse und eines mit Produkten im Bereich der Mittel- bis Kompaktklasse untersucht. Beide Unternehmen verfügen über ein internationales Produktionsnetzwerk und Entwicklungsstandorte im Inland.

Die untersuchten 1st-Tier-Lieferanten unterscheiden sich deutlich in ihrer Größe. Alle drei verfügen über ein globales Produktionsnetz, führen Produktionsstandorte im In- und Ausland und beliefern inländische sowie ausländische Kunden. Die Entwicklung neuer Produkte für Kunden findet vornehmlich im Inland statt. Die Lieferanten decken unterschiedliche Bereiche der Automobiltechnologie ab. Diese sind: Innenraum, Fahrwerk, Elektronik und Mechatronik sowie Dach-, Karosserie- und Klimakomponenten.

Die 2nd-Tier-Lieferanten unterscheiden sich stark in ihrer Standortphilosophie. Die Entwicklung und Produktion des einen erfolgt vollständig im Inland, die Produktion des anderen ist vollständig in ein osteuropäisches Niedriglohnland ausgelagert. Die Lieferanten decken die Bereiche Gummi-, Kunststoff- und Fahrzeugsitzkomponenten ab.

Da in der Fallstudie nicht nur Aussagen über einzelne Unternehmen zu machen sind, sondern im besonderem Maße die unternehmensübergreifenden Zusammenhänge zwischen Kunden und Lieferanten in Wertschöpfungskonfigurationen zu erforschen sind, wurde besonderer Wert auf die Auswahl zusammenhängender Fälle gelegt. *Abbildung 20* zeigt die Kunden-Lieferanten-Beziehungen zwischen den untersuchten OEM, 1st-Tier-Lieferanten sowie 2nd-Tier-Lieferanten.

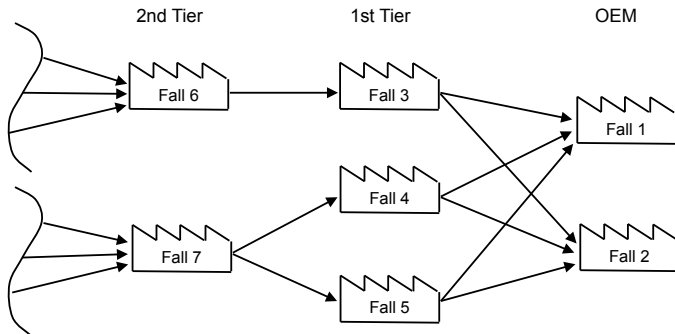


Abbildung 20: Beziehungen zwischen den untersuchten Fällen

Somit war es möglich, die Forschungsfragen in der Fallstudie aus unterschiedlichen Blickwinkeln der Wertschöpfung zu beleuchten. Diese Betrachtungsweise erlaubte es, den Blick eines Kunden auf den Lieferanten und umgekehrt kritisch zu reflektieren. Hierdurch konnten die unterschiedlichen Erkenntnisse, bezüglich der einzelnen Forschungsfragen, auf die Position des untersuchten Falles in der Wertschöpfungskette bezogen werden.

Um weitere Sichtweisen auf das Problem zu erhalten, wurden ergänzend eine juristische Rechtsberatung, eine Unternehmensberatung (beide mit einer Spezialisierung auf die Automobilindustrie) und ein Vertreter eines Automobilverbandes mit in die Untersuchung einbezogen. Ein wesentlicher Vorteil war, dass diesen Unternehmen eine neutrale Betrachtung leichter fällt, da sie nicht direkt in Form einer Partei in eine Kunden-Lieferanten-Beziehung eingebunden waren.

4.3 Datensammlung

Die Methoden der Datensammlung, die in der Fallstudie genutzt wurden, sind die Literaturrecherche (bereits in Kapitel 2 und Abschnitt 3.3 erfolgt), das Interview und die Analyse von Unternehmensdaten.

Mit Vertretern aller an der Fallstudie beteiligten Unternehmen wurden Interviews durchgeführt. Vorteil des Interviews ist die Möglichkeit, einzelne Themen zu vertiefen bzw. Rückfragen zu stellen. Somit konnte der Interviewer das Gespräch je nach Fall und Verlauf individuell steuern. Die Interviewdauer betrug jeweils ca. 1,5 - 2,5 Stunden. Die interviewten Personen waren Vertreter des Einkaufs, der Produktion, des Vertriebs oder der Geschäftsleitung. In den Fällen 3 und 7 (siehe *Tabelle 2*) wurde die Fallstudie vertieft. Hierzu wurden insgesamt 4 Interviews mit unterschiedlichen Personen aus Vertrieb und Einkauf sowie der Produktion durchgeführt.

Des Weiteren wurden öffentlich zugängliche Daten zu den einzelnen Unternehmen mit in die Fallstudie einbezogen. Als Datenquellen dienten Internetpräsenzen, elektronische Lieferantenportale, Geschäftsberichte und Informationsbroschüren der Unternehmen. Zudem wurden von einigen Unternehmen Vertragsvorlagen für Kunden-Lieferanten-Beziehungen zur Verfügung gestellt, bzw. wurden typische Vertragsinhalte im Interview angegeben.

4.4 Datenanalyse und Theoriebildung

Die bereits formulierten Thesen und Forschungsfragen werden einzeln noch einmal dargestellt und im Folgenden beantwortet.

These 1)

Die Position eines Unternehmens in einer Wertschöpfungskonfiguration beeinflusst sowohl die Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten als auch die Möglichkeit, Risiken auf Lieferanten abzuwälzen.

Wie sind die Situationen von Unternehmen in der automobilen Wertschöpfung zu beschreiben und welche Auswirkungen haben sie auf die Risikosituation eines Unternehmens?

Im Folgenden werden die Situationen von OEM, 1st-, 2nd- und 3rd-Tier-Lieferanten sowie Rohstofflieferanten differenziert beschrieben und Unterschiede herausgestellt. Diese werden in folgender Abbildung zusammengefasst und anschließend erläutert.

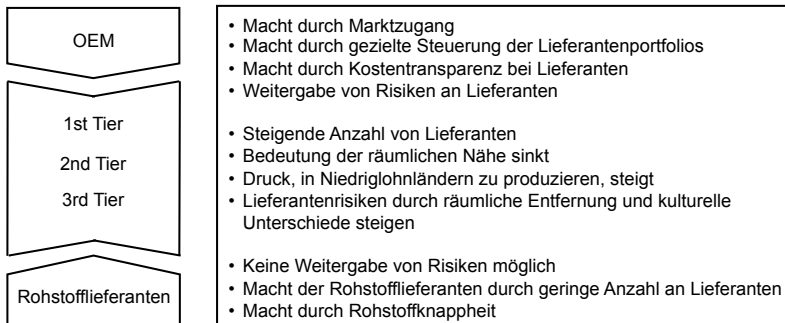


Abbildung 21: Macht- und Risikoverteilung zwischen OEM, 1st Tier, 2nd Tier und 3rd-Tier-Lieferanten sowie Rohstofflieferanten

Grundsätzlich bietet der OEM den Zugang zum Automobilmarkt und verfügt allein hierdurch bereits über eine deutlich bessere Machtposition als seine Lieferanten. Dies erlaubt es ihm, Risiken an Lieferanten weiter zu reichen.

Zudem steuern OEM und 1st-Tier-Lieferanten gezielt ihre Lieferantenportfolios, um die Abhängigkeit von einem Lieferanten weitestgehend zu vermeiden und den Wettbewerb zwischen den Lieferanten zu fördern. Aufträge für unterschiedliche Fahrzeugprojekte werden zwischen den Lieferanten gleichmäßig verteilt oder es werden Lieferanten aufgebaut, um den Wettbewerb zwischen den Lieferanten zu intensivieren. Somit können OEM und 1st-Tier-Lieferanten ihre Machtposition und zugleich die Wettbewerbsfähigkeit der Lieferanten erhalten. Das beschriebene Vorgehen wird auch von 2nd-Tier- oder 3rd-Tier-Lieferanten angewendet, stößt aber häufig aufgrund einer geringen Anzahl potentieller Lieferanten und geringerer Auftragssummen an seine Grenzen.

Bei OEM und 1st-Tier-Lieferanten ist die Kompetenz zur Bestimmung der Kostenstrukturen ihrer Lieferanten besonders ausgeprägt. Schlüssel hierzu sind fachspezifische Beurteilungskompetenzen der Einkäufer. Diese sind neben dem be-

triebswirtschaftlichen Wissen auch mit einem fundierten technologischen Wissen ausgestattet. Somit kann eine hohe Transparenz geschaffen werden, welche die Verhandlungsposition des Einkaufs deutlich verbessert. Es wird auch vom gläsernen Lieferanten gesprochen.

Die Verschlinkung der Lieferantennetze stellt insbesondere für 1st-Tier-Lieferanten eine Herausforderung dar. Durch die Bildung von Systemlieferanten und das Herabstufen von Unternehmen im Wertschöpfungsprozess verschieben sich die Anforderungen in den Wertschöpfungsstufen. Ein 1st-Tier-Lieferant sieht sich mit der Koordination einer steigenden Anzahl von Lieferanten und der Verantwortung von Baugruppen konfrontiert. Dies ist nicht nur mit einem höheren Aufwand, sondern auch mit einem höheren Risiko verbunden.

Zudem werden Lieferanten durch ihre Kunden angehalten in Niedriglohnländern zu produzieren und einzukaufen. Die Lieferantensuche und das Lieferantenmanagement von Zulieferern in diesen Regionen ist jedoch deutlich schwieriger und aufwändiger. Das damit verbundene erhöhte Risiko von unzureichender Qualität oder Lieferverzügen bleibt in der Verantwortung der Lieferanten. Hierbei ist jedoch zwischen 1st-Tier- und 2nd-Tier-Lieferanten zu differenzieren. 1st-Tier-Lieferanten stellen ihre Bauteile oder Baugruppen zumeist nach dem JIS-Prinzip (Just in Sequence), also zur richtigen Zeit in der richtigen Reihenfolge, bereit. Dies ist durch die hohe Anzahl kundenindividueller Fahrzeugvarianten bedingt. Eine räumliche Nähe zwischen OEM und 1st-Tier-Lieferant ist hier meist von Vorteil. Im Vergleich dazu produzieren 2nd-Tier-Lieferanten häufig eine deutlich geringere Anzahl an Varianten. Eine Bereitstellung der Teile erfolgt meist nach dem JIT-Prinzip (Just in Time). Abhängig von den Lagerkosten können auch Konsignationslager eingerichtet werden. Dies vereinfacht die Versorgung deutlich und erleichtert auch eine Ansiedlung der Fabriken der 2nd-Tier-Lieferanten in weiterer räumlicher Entfernung. Folglich sind häufiger 2nd-Tier-Lieferanten den Risiken einer Produktion in Niedriglohnländern ausgesetzt. Auf der anderen Seite sind die Renditechancen für den Lieferanten vergleichsweise gering, da er Kostenvorteile an den Kunden weiterreichen muss.

Je weiter ein Unternehmen vom OEM entfernt in der Wertschöpfungskette angesiedelt ist, desto schwieriger ist es, Lieferanten zu finden, die über die in der Automobilindustrie geforderten Zertifikate verfügen und die notwendige Leistungsfähigkeit aufweisen. Somit wird es für 2nd-Tier-Lieferanten zunehmend schwierig, geeignete 3rd-Tier-Lieferanten zu finden. Hierdurch steigen die Risiken im Bereich der Liefertreue und Lieferqualität in der Zusammenarbeit zwischen 2nd und 3rd-

Tier-Lieferanten. Zusätzlich können Risiken häufig nicht an 3rd-Tier-Lieferanten weitergereicht werden. Dies ist oftmals dadurch bedingt, dass 3rd-Tier-Lieferanten keine reinen Automobillieferanten sind und der Unternehmenserfolg nur zu einem Teil durch das Automobilgeschäft bestimmt wird. Hierdurch gewinnt der 3rd-Tier-Lieferant an Verhandlungsmacht, da er weniger wirtschaftliche oder risikobehaftete Aufträge ablehnen kann. Daher muss der 2nd-Tier-Lieferant häufig auf die Weitergabe von Risiken an einen 3rd-Tier-Lieferanten verzichten, um zu einer Zusammenarbeit zu gelangen.

Ergänzend sind Rohstofflieferanten mit in das Gesamtbild zu integrieren. Sie besitzen aufgrund der sinkenden Rohstoffverfügbarkeit und der vergleichsweise geringen Anzahl von Rohstofflieferanten auf dem Markt eine hohe Macht und können so ihre Preise besser durchsetzen. Da Unternehmen auf allen Wertschöpfungsstufen Rohstoffe beziehen, ist die gesamte Wertschöpfungskette hiervon betroffen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass These 1 bestätigt wird. Es ergibt sich eine Machtücke zwischen OEM und Rohstofflieferanten (*Abbildung 21*). 1st, 2nd und 3rd-Tier-Lieferanten werden dazu angehalten, einen Teil der Risiken ihrer Kunden mitzutragen, können bei einer steigenden Lieferantenzahl zum Teil jedoch keine Risiken an ihre Lieferanten weitergeben. Zudem wächst die Anzahl und Auswirkung von Risiken durch eine Ansiedlung von Lieferanten in weiter räumlicher Entfernung oder Niedriglohnländern.

These 2)

Die unternehmensübergreifende Wertschöpfung in der Automobilindustrie unterliegt Risiken. Diese können durch Steuerungsmaßnahmen übertragen werden.

Welche Risiken der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung können bezüglich Schadensausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeit als vorherrschend bezeichnet werden?

Als Hauptrisiken werden in den Interviews die Spezifität von Investitionen, ein Stückzahlrückgang, Lohn-, Materialpreis- bzw. Wechselkursschwankungen, schlechte Qualität, insbesondere durch das nicht Beherrschen von Innovationen, Nicht-Einhalten des SOP-Termins und die Insolvenz von Lieferanten genannt.

Die Spezifität beschreibt den Wertverlust, der entsteht, wenn die zur Aufgabenerfüllung erforderlichen Ressourcen nicht in der angestrebten Verwendung eingesetzt, sondern ihrer nächstbesten Verwendung zugeführt werden müssen (PICOT et al. 1996, WILLIAMSON & WINTER 1991). Um die Nachfrage eines Kunden bedienen zu

können, tätigt ein Lieferant produktspezifische Investitionen. Dies stellt ein Risiko dar, da sich diese nur über den Verkauf der Bauteile an diesen einen Kunden amortisieren lassen und so auch die Nutzung von Skalenvorteilen eingeschränkt ist. Der Lieferant begibt sich somit in eine Abhängigkeit zum Kunden.

In Verträgen zwischen Kunde und Lieferant werden Stückzahlgrenzen festgelegt, innerhalb derer der Kunde eine bestimmte Anzahl an Produkten pro Zeiteinheit abrufen kann. Werden die vom Kunden prognostizierten Stückzahlen nicht erreicht, können sich die getätigten Investitionen häufig nicht amortisieren. Dies gilt nicht nur für einzelne Modelle, sondern auch für einzelne Varianten eines Modells. Die negativen Auswirkungen eines Stückzahlrückganges steigen mit einem wachsenden Spezifitätsgrad der Produktionsressourcen.

Wird mit einem Lieferanten ein fixer Teilepreis vereinbart, schwankt die Rendite des Lieferanten, bedingt durch die Schwankung einzelner Marktfaktoren. Besonders volatile und steigende Rohstoffpreise stellen ein hohes Risiko dar.

Als weiteres vorherrschendes Risiko wird eine zu geringe Qualität von Lieferteilen genannt. Dies ist besonders häufig der Fall, wenn Innovationen nicht beherrscht werden, die in die Serienproduktion überführt werden. Konsequenz sind hohe Kosten zur Wiederherstellung der notwendigen Qualität oder gar Rückrufaktionen, die zusätzlich erheblich negative Auswirkungen auf das Image des Unternehmens haben.

Außerdem können technische und organisatorische Probleme den termingerechten Start der Produktion (start of production = SOP) gefährden. Da in der Automobilindustrie der Markteinführung eines Modells ein kostenintensiver und genau terminierter Marketingprozess vorhergeht, hat eine Verzögerung besonders negative Auswirkungen.

Zusätzlich stellt die Insolvenz eines Lieferanten während des Produktlebenszyklus ein Risiko dar. Hierdurch ist die Versorgung mit Lieferteilen gefährdet und es entstehen zusätzliche Kosten, um die Produktion bei einem insolventen Lieferanten aufrecht zu erhalten.

Die vorgestellten Risiken sind bezüglich ihrer Auswirkungen auf den wirtschaftlichen Erfolg vorherrschend und geben einen guten Überblick über die Risikosituation in der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung. Sie werden im folgenden Abschnitt in *Tabelle 3* zusammen mit möglichen Steuerungsmaßnahmen dargestellt. Neben ihnen besteht eine Vielzahl weiterer Risiken, die fallspezifisch zu bestimmen sind.

Welche Verfahren werden zur Steuerung der genannten Risiken eingesetzt?

Im Bereich der Risikosteuerung in der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung kommen mehrere Maßnahmen zur Anwendung. Im Folgenden werden exemplarisch in der Fallstudie genannte Maßnahmen zur Steuerung der identifizierten Hauptrisiken beschrieben:

Alle produzierenden Unternehmen der Fallstudie stellen ihren Lieferanten produkt-spezifische bzw. sachnummernbezogene Werkzeuge zur Verfügung. Diese können nicht vom Lieferanten für die Herstellung von Produkten für andere Kunden eingesetzt werden und stellen eine Art Monopol dar, da das jeweilige Produkt ausschließlich mit diesem Werkzeug hergestellt werden kann. Für den Kunden stellt die Abhängigkeit von einem Lieferanten, die durch das Eigentum an einem spezifischen Werkzeug entsteht, ein Risiko dar. Dieses Problem wird zum Vorteil beider Parteien in folgender Weise gelöst: Der Kunde ist Eigentümer des Werkzeuges und somit nicht abhängig vom Lieferanten. Der Lieferant bekommt das Werkzeug zur Verfügung gestellt, ist somit Besitzer des Werkzeuges und hat keine spezifischen Investitionen zu tätigen. Die Nutzung des Werkzeuges wird in einem Werkzeugvertrag geregelt und über Gebühren verrechnet oder auf den Teilepreis umgelegt.

Des Weiteren beteiligen sich Kunden in seltenen Fällen an Investitionen ihrer Lieferanten. Voraussetzung ist, dass die Produktionsanlagen so spezifisch sind, dass sie nur zur Herstellung von Produkten für den Kunden genutzt werden können und eine Nutzung für die Produktion für Konkurrenten ausgeschlossen ist. Eine Verrechnung der Investitionsbeteiligung erfolgt zumeist durch eine Umlegung auf den Teilepreis.

Zur Verteilung des Risikos zurückgehender Stückzahlen kann ein so genanntes Short-Fall-Payment in den Verträgen mit Lieferanten verankert werden. Das Short-Fall-Payment ist eine Entschädigung für entgangene Einnahmen beim Unterschreiten einer definierten Stückzahlgrenze, die an den Lieferanten bezahlt wird. Im Falle zurückgehender Stückzahlen bietet sich dem Kunden die Möglichkeit, die bezogenen Komponenten in weiteren Modellen zu verbauen, um so die abgenommene Stückzahl zu erhöhen und ein Short-Fall-Payment zu vermeiden.

Die Entwicklungen von Rohstoffpreisen und Währungen werden von Unternehmen überwacht. Um die wirtschaftlichen Konsequenzen von Schwankungen zu dämpfen, werden teilweise Rohstoffpreise oder Währungen an den Finanzmärkten abgesichert (Hedging). Zudem können in die Verträge mit Lieferanten so genannte Materialpreisgleitklauseln oder Materialteuerungszuschläge aufgenommen werden. Durch diese wird ein definierter Teil des Teilepreises, abhängig vom Rohstoffpreis, festge-

setzt. Steigt der Rohstoffpreis, so erhält der Lieferant einen entsprechend höheren Preis für sein Produkt. Der Rohstoffpreis wird hierbei zumeist börsennotiert festgesetzt. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, in definierten Zeiträumen oder nach dem Über- oder Unterschreiten bestimmter Rohstoffpreisgrenzen, Neuverhandlungen anzusetzen. Dies erlaubt dem Lieferanten, weitestgehend unabhängig von Rohstoffpreisschwankungen eine gleich bleibende Rendite zu erwirtschaften. Gleiches gilt, im übertragenen Sinne, für Wechselkursschwankungen. Zur Abwälzung des Risikos schwankender Wechselkurse ergibt sich zusätzlich die Möglichkeit die Währung, in welcher die Bezahlung erfolgt, festzulegen. Dies muss nicht immer die Währung des Empfängerlandes sein.

Um eine ausreichende Qualität, die Serienreife von Innovationen und einen rechtzeitigen Serienstart sicherzustellen, erfolgt eine sehr frühe Einbindung der Lieferanten (Early Supplier Involvement). Daher werden so genannte crossfunctional Meetings mit den beteiligten Personen unterschiedlicher Unternehmensbereiche gehalten und Lieferantenbesuche sowie Qualitätsaudits durchgeführt. Die Qualität von Mustern wird stufenweise bis zum Produktionsstart durch Tests verbessert. Grundsätzlich wird bei einer Auftragsvergabe geprüft, welche Referenzen ein Lieferant besitzt und ob bereits vergleichbare Projekte erfolgreich abgeschlossen wurden bzw. ob vergleichbare Innovationen erfolgreich zur Serienreife gebracht wurden. Nach dem Produktionsstart wird schlechte Qualität bei Zulieferteilen durch Pönalen geahndet.

Um Insolvenzen von Lieferanten zu vermeiden, erfolgt eine Überprüfung der finanziellen Stabilität des Lieferanten. Ebenso wird die Eignerstruktur des Unternehmens auf etwa anstehende Wechsel oder Veränderungen untersucht.

Abschließend ist festzustellen, dass These 2 verifiziert ist. Die vorherrschenden Risiken und entsprechende Steuerungsmaßnahmen werden in *Tabelle 3* zusammengefasst und bezüglich ihres Steuerungsmechanismus (Abschnitt 2.4.4.3) klassifiziert. Hierzu ist anzumerken, dass viele der eingesetzten Steuerungsmaßnahmen, wie beispielsweise die Beteiligung an Investitionen oder die Verankerung von Gleitklauseln, der Risikoüberwälzung dienen. Hierbei werden Risiken zwischen den Partnern verteilt, aber nicht in ihrer Gesamtheit reduziert. Die Wirkung einer Risikosteuerungsmaßnahme bei einer Risikoüberwälzung kann im Vorfeld häufig nur unzureichend quantifiziert werden. Risiken, wie schlechte Qualität, Nichteinhalten des SOP-Termins und Insolvenzen von Lieferanten, werden dahingegen durch Steuerungsmaßnahmen real reduziert.

Risiko	Steuerungsmaßnahme	Steuerungsmechanismus
Nachfrageschwankungen	Short-Fall-Payment	Überwälzung
	Stückzahlgrenzen	Überwälzung
unsichere Kostenfaktoren	Gleitklauseln	Überwälzung
	Neuverhandlungen	Überwälzung
Spezifität von Investitionen	Werkzeuge im Eigentum des Kunden	Überwälzung
	Beteiligung an Investitionen	Überwälzung
schlechte Qualität	Pönalen	Überwälzung
	Qualitätsaudits	Reduktion
	stufenweise Bemusterung	Reduktion
Nicht-Einhalten des SOP-Termins	frühe Einbindung der Lieferanten	Reduktion
Insolvenz von Lieferanten	Überprüfung der finanziellen Stabilität	Reduktion
	Überprüfung der Eignerstruktur	Reduktion

Tabelle 3: Vorherrschende Risiken und Risikosteuerungsmaßnahmen in der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung

These 3)

Fahrzeugprojekte in der Automobilindustrie unterliegen einem bis zu einem bestimmten Grad generalisierbaren Lebenszyklus. Die Zusammenarbeit von Unternehmen lässt sich daher durch unterschiedliche Phasen charakterisieren.

Welche Phasen können identifiziert werden und wie kann die Zusammenarbeit der Unternehmen in diesen Phasen beschrieben werden?

Die Beschreibung der einzelnen Phasen ist abhängig vom Blickwinkel und erfolgt im vorliegenden Fall aus der Sicht eines Unternehmens in einer Wertschöpfungskonfiguration mit Kunden und Lieferanten (*Abbildung 22*).

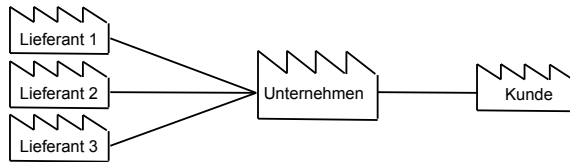


Abbildung 22: Wertschöpfungskonfiguration eines Unternehmens mit Kunde und Lieferanten

Die Zusammenarbeit ist in die Produktentwicklung (1), die Gestaltungsphase der Wertschöpfungskonfiguration (2), die Investitions- (3) und Produktionsphase (4) sowie das Ersatzteilgeschäft (5) zu unterteilen (Abbildung 23). Die vorliegende Fallstudie fokussiert im Sinne der Aufgabenstellung die Phasen zwei bis vier.

1) Produktentwicklung

Der automobiler Wertschöpfungsprozess beginnt mit der Forschung und Vorentwicklung, die von der Produktstrategie und der Zielsetzung verbesserter und neuer Produkte ausgeht. Darauf folgt die Serienentwicklung. Im Zuge der Reduktion der Wertschöpfungstiefe in der Entwicklung werden Entwicklungsdienstleister (EDL) in den Produktentwicklungsprozess integriert, die große Teile der Entwicklungsarbeit übernehmen. Der Entwicklungsdienstleister wiederum vergibt Entwicklungspakete an Zulieferer. Erhält ein Zulieferer den Zuschlag für einen Entwicklungsauftrag, erhöhen sich die Chancen für die Zuteilung des folgenden Produktionsauftrages.

Bei der Entwicklung werden von den Lieferanten hohe Vorleistungen erwartet. Dies betrifft die Entwicklungsarbeit auf Basis der Anforderungen des Lastenheftes, die Herstellung von Prototypen, aber auch die Gewährung von Preisnachlässen. Für den Lieferanten ist unsicher, ob eine Zusammenarbeit überhaupt zustande kommt und die geleisteten Aufwände sich in Zukunft amortisieren. Es wird auch vom sogenannten „Pay to Play“ gesprochen.

2) Gestaltungsphase der Wertschöpfungskonfiguration

Die Vergabe der Produktionsaufträge erfolgt ca. 1,5 bis 3 Jahre vor Produktionsstart. Von hier an erfolgt die Gestaltung einer Wertschöpfungskonfiguration. Hierbei handelt es sich um eine rein planerische Tätigkeit, die erst mit Zeitpunkt eines Vertragsabschlusses eine Leistungserbringung in der Zukunft verbindlich macht.

2.1) Analyse der Kudenausschreibung

Im Zuge einer Ausschreibung fordert ein potentieller Kunde zur Angebotsstellung und Kostenoffenlegung für ein bestimmtes Produkt auf. Beim Unternehmen werden zunächst im Zuge einer Ausschreibungsanalyse das Lastenheft und die geforderten Spezifikationen sowie die einzelnen Vertragsgegenstände geprüft.

2.2) Angebotsabgabe

Das Unternehmen führt daraufhin einen Kapazitätsabgleich unter Berücksichtigung zukünftiger Aufträge und Produktionsressourcen durch, um festzustellen, ob es in der Lage ist, die geforderten Mengen zu liefern bzw. welche Investitionen dafür notwendig wären. Parallel erfolgt eine Produktionsgrobplanung, um sowohl die Produzierbarkeit des Produktes, als auch die Kosten einer Belieferung zu den gegebenen Rahmenbedingungen zu prüfen und einen Preis zu ermitteln. Daraufhin wird ein Angebot abgegeben. Häufig verlangt dann der Kunde eine genaue Analyse der Kostenzusammensetzung beim Unternehmen, auch Quotation Analysis oder Price Breakdown genannt. Hierbei werden, in Zusammenarbeit mit dem Kunden, die einzelnen Kostenpositionen analysiert und Vorschläge für Kosteneinsparungen erarbeitet. Ziel des Kunden ist es, eine möglichst hohe Transparenz über die tatsächlich entstehenden Kosten zu gewinnen. Jedoch müssen alle Kosten über mehrere Jahre vorausschauend für die Zukunft geschätzt werden. Hieraus resultiert ein hohes Maß an Unsicherheit, sowohl für das Unternehmen als auch für den Kunden.

Zur Überprüfung der Fähigkeit, die geforderte Qualität liefern zu können, muss das Unternehmen Funktionsmuster des zu liefernden Produktes zur Verfügung stellen. Außerdem erfolgen die Überprüfung von Zertifizierungen, Besuche vorhandener Produktionsstätten und Gespräche zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit.

Bei der Vergabe der Produktionsaufträge kommen unterschiedliche Formen der Verhandlung zum Einsatz. Dies können mündliche Verhandlungen sein, aber auch online Auktionen, wobei wiederum verschiedene Auktionsmechanismen unterschieden werden können. Kern des abzuschließenden Vertrages ist, neben einer Reihe rechtlicher Vereinbarungen, die Zielvereinbarung (Target Agreement) für die Produktion. Diese beinhaltet beispielsweise den Preis, die Stückzahlgrenzen und die zu erbringenden Einsparungen pro Jahr.

2.3) Lieferantensuche und -wahl

Das Unternehmen selbst handelt gleichermaßen, um selbst zu einem Vertragsabschluss mit den eigenen Lieferanten zu kommen. Auch hier erfolgt eine

Lieferantensuche und Ausschreibung. Die eingehenden Angebote bzw. Lieferanten werden bewertet und potentielle Zulieferer ausgewählt, mit denen es nach einer Verhandlung zum Vertragsabschluss kommt. Weist ein Lieferant Defizite auf, ist er soweit zu entwickeln, dass er die geforderten Leistungen erfüllen kann. Der Lieferantenentwicklung geht zumeist ein Audit voraus, das helfen soll, bestehende Defizite zu ermitteln. Eine Lieferantenentwicklung kann auf technischer, organisatorischer oder auch finanzieller Ebene erfolgen und hat zumeist eine Qualitätsverbesserung zum Ziel.

2.4) Planung

In der Planungsphase gilt es, Standorte zu bestimmen und Fabriken, Produktionsabläufe, unternehmensinterne Logistikprozesse sowie die Logistik zwischen den Standorten zu planen. Insbesondere die Festlegung von Standorten und Produktionsprozessen definiert die Kostenstrukturen, die während der Produktionsphase zum Tragen kommen.

3) Investitionsphase

Mit der Investitionsphase beginnt die reale Umsetzung der Planungsergebnisse. Die Phasen der Planung und der Investition schließen hierbei nicht aneinander an, sondern greifen vielmehr ineinander über und überlappen. In der Investitionsphase sind zwei Fälle zu unterscheiden: Erweiterungs- bzw. Erneuerungsinvestitionen an einem vorhandenen Standort oder Investitionen zum Aufbau eines neuen Standortes.

3.1) Sachgüter

Die Umsetzung der Planungsergebnisse ist in der Regel mit hohen Investitionen, im Wesentlichen für Gebäude, Anlagen und Werkzeuge sowie Informationstechnik, (IT) verbunden. Die Investitionshöhe ist abhängig vom Neuheitsgrad des Produktes, den vorhandenen Kapazitäten und des Zustandes vorhandener Investitionsgüter. In der Regel fallen die notwendigen Investitionen an vorhandenen Standorten niedriger aus als an neuen, da vorhandene Infrastruktur genutzt werden kann. Zum Zeitpunkt der Investition setzt sich ein Unternehmen dem Risiko aus, die Investition auch amortisieren zu müssen.

3.2) Mitarbeiter

Neben den Sachgütern sind die Kompetenzen der Mitarbeiter ein wichtiges Investitionsgut. Für die Produktion eines neuen Produktes sind Schulungen durchzuführen, um neue Produktionsprozesse beherrschbar zu machen. Zudem ist bei Kapazitäts-

engpässen, die Mitarbeiteranzahl aufzustocken. Beim Aufbau neuer Standorte ist der Aufwand für die Einstellung neuer Mitarbeiter und deren Schulung deutlich höher. Häufig werden dann Schulungen in den Mutterwerken vorgenommen, wodurch zusätzliche Kosten entstehen.

4) Produktionsphase

Mit dem SOP beginnt die Produktionsphase. Im Zentrum stehen die Erfüllung der Produktions- und Logistikleistungen zur Herstellung und Auslieferung der Bauteile je nach Bestellung durch den Kunden sowie die Zusammenarbeit mit dem Kunden und den Lieferanten.

4.1) Produktion und Logistik

Die Produktions- und auch Logistikleistung des Unternehmens ist im Wesentlichen geprägt durch die an den Produktionsorten herrschenden Standortfaktoren. Hierzu zählen das Lohnniveau, die Produktivität, Energiekosten, Transportkosten, Währungskosten, Steuern, Gemeinkosten oder auch die Kosten für den Aufbau eines neuen Standortes. Des Weiteren beeinflusst der Produktlebenszyklus, der durch die Phasen Markteinführung, Wachstum, Reife, Sättigung und Niedergang charakterisiert ist, durch unterschiedliche Absatzmengen die Produktion. Die Anlaufkosten können sich je nach Standort deutlich unterscheiden. Im Verlauf des Produktlebenszyklus werden dann Lernkurveneffekte realisiert, die eine Verringerung der Produktionskosten ermöglichen. Diese Produktionskostensparnis ist in der Regel an den Kunden weiterzureichen.

4.2) Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten

In der Produktionsphase erfolgt ein kontinuierlicher Austausch mit Lieferanten und Kunden. Hierzu zählt auf Kundenseite die Abwicklung von Reklamationen, die Begleichung von Kosten für Nacharbeit beim Kunden und die Handhabung von zurückgewiesenen Teilen. Außerdem sind kontinuierliche Verbesserungen der Produktionsprozesse und eine Verringerung der Produktionskosten zu erreichen und nachzuweisen. Zusätzlich hat die Umsetzung, die Prüfung und die Freigabe von Bauteiländerungen sowie eine entsprechende Anpassung der Produktionsprozesse zu erfolgen.

Die Aktivitäten auf Lieferantenseite werden durch das Lieferantenmanagement beschrieben. In der Produktionsphase setzt sich dieses im Wesentlichen aus den Schritten Lieferantenbewertung und Lieferantenentwicklung zusammen. Alle Lieferanten werden kontinuierlich durch ein Lieferantenbewertungssystem hinsichtlich

der Einhaltung von Qualitäts-, Termin- und Kostenzielen evaluiert. Dies umfasst nicht nur die Ermittlung von Kennzahlen, sondern beinhaltet beispielsweise auch Audits beim Lieferanten selbst. Zusätzlich sind die Lieferanten kontinuierlich weiter zu entwickeln. Hierbei fallen gerade bei Lieferanten mit erhöhter geografischer Entfernung oder aus anderen Kulturkreisen hohe Kosten an. Häufig sind es Lieferanten aus Niedriglohnländern, die einer intensiven Unterstützung bedürfen, um die erwarteten Qualitäts-, Termin- und Kostenziele zu erreichen. Hierbei multiplizieren sich die Kosten des Lieferantenmanagements für die Qualifizierung und die Überbrückung geografischer und kultureller Distanzen. Der Produktlebenszyklus schließt mit der Einstellung der Produktion (end of production = EOP) ab.

5) Ersatzteilgeschäft

Herstellung von Ersatzteilen ist aufgrund der deutlich geringeren Stückzahlen durch hohe Lagerhaltungs- und Rüstkosten geprägt. Jedoch herrscht im Ersatzteilgeschäft ein geringerer Preisdruck, so dass die zusätzlichen Kosten meist an den Kunden weitergegeben werden können.

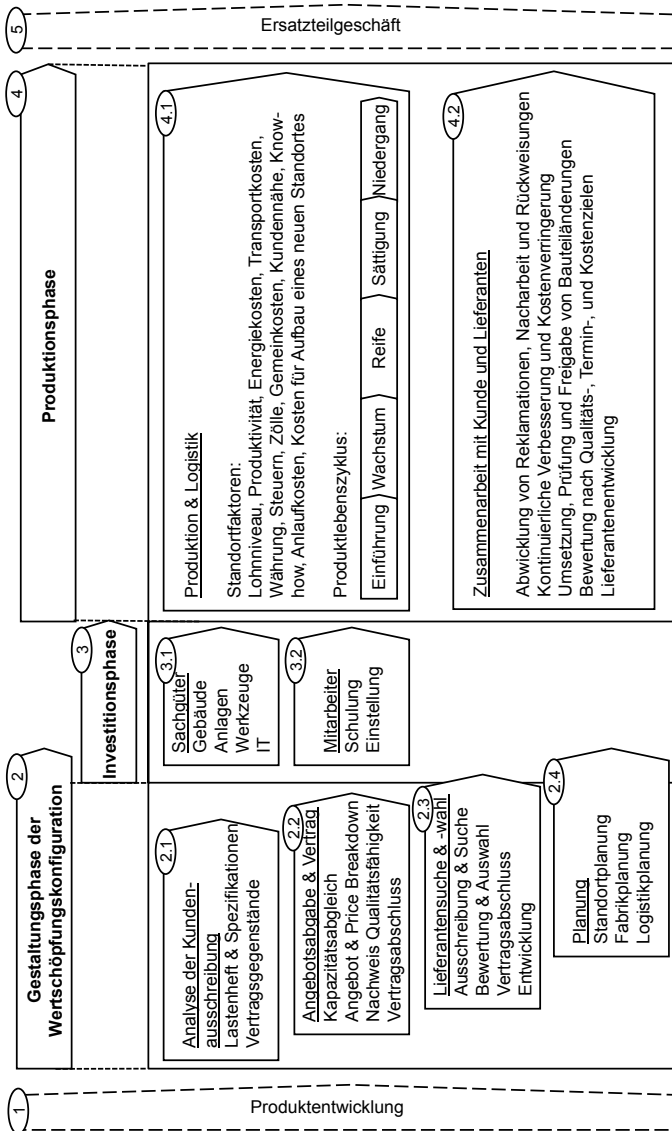


Abbildung 23: Lebenszyklus eines Fahrzeugprojektes aus Sicht eines Unternehmens in der Wertschöpfungskonfiguration (siehe Abbildung 22)

Über eine reine Beschreibung der Phasen des Lebenszyklus hinaus ist festzustellen, dass sich der Lebenszyklus mit folgenden bedeutenden Eigenschaften charakterisieren lässt.

- 1) Bei der Gestaltung von Wertschöpfungskonfigurationen und der anschließenden Produktion gilt das Prinzip der getrennten Kostenverantwortung und Kostenentstehung. Wesentliche Kosten fallen erst in der Investitionsphase an. In der Gestaltungsphase fallen für die Planung der Wertschöpfungskonfiguration vergleichsweise geringe Kosten an. Jedoch werden die später entstehenden Kosten bereits in der Gestaltungsphase verantwortet.
- 2) Im gleichen Maße ist dies bei Risiken der Fall. In der Gestaltungsphase herrschen vergleichsweise geringe Risiken. Erst wenn Investitionen getätigt sind und in die Produktionsphase übergegangen wird, bestehen Risiken mit hohem Schadensausmaß und hoher Eintrittswahrscheinlichkeit. Jedoch wird über das Eingehen, Verringern oder Abwälzen dieser Risiken bereits in der Gestaltungsphase entschieden.

Dies relativiert die Bedeutung der Gestaltungsphase innerhalb des Lebenszyklus bezüglich der in dieser Phase bestehenden Kosten und Risiken, untermauert jedoch die Bedeutung der später entstehenden Kosten und Risiken und damit einer vorausschauenden Wirtschaftlichkeits- und Risikobewertung für die Produktionsphase umso mehr.

Diese Tatsache schlägt sich in der Feststellung mehrerer Interviewpartner nieder, dass die Zunahme der Anzahl und Auswirkungen von Risiken bereits in der Gestaltungsphase eines Fahrzeugprojektes zu Problemen führt: Die Angst vor Verlusten innerhalb der Zusammenarbeit mit Lieferanten bedingt, dass die gegenseitige juristische Absicherung weiter an Bedeutung gewinnt und die Idee wirklicher Kooperationen verloren geht. Ein befragter Experte meinte: „Wir sprechen nicht mehr von Kooperationen, sondern von Lieferbeziehungen“. Bereits zu Beginn der Zusammenarbeit werden mögliche Exit-Fragen aus der Lieferbeziehung geklärt. Besonders Lieferanten empfinden dies als wenig vertrauensfördernd. Einer der befragten Experten meinte: „Es werden zu viele Risiken gefunden, deren Eintretenswahrscheinlichkeit extrem gering sind. Dies führt zu einer Dominanz der Juristen“.

Welche Kostenarten sind in den unterschiedlichen Phasen des Lebenszyklus zu berücksichtigen?

Innerhalb der Fallstudie ist es Ziel, nicht nur Kostenarten zu ermitteln, die durch die Arbeit im eigenen Unternehmen entstehen, sondern auch durch die Zusammenarbeit mit Lieferanten und Kunden, den Transaktionskosten (Abschnitt 2.3.3). Diese sind dann den einzelnen Phasen des Lebenszyklus zuzuordnen, um die Basis für eine Lebenszykluskosten- und erlösrechnung der Wertschöpfungskonfiguration zu schaffen.

Vorteile der Lebenszykluskostenrechnung bei Wertschöpfungskonfigurationen können in Anlehnung an die gemeinen Vorteile einer Lebenszykluskostenrechnung folgendermaßen beschrieben werden (Abschnitt 2.3.2): ein strukturiertes Verständnis der Konfiguration, eine verbesserte Entscheidungsfindung bei der Planung von Konfigurationen und eine verbesserte Bereitstellung von Informationen für Verhandlungen.

In *Tabelle 4* werden identifizierte Kostenarten aufgeführt, welche sich wiederum aus einzelnen Kostenelementen zusammensetzen können. Auf ein Herunterbrechen auf die Ebenen der Kostenelemente muss verzichtet werden, da eine Sammlung von Kostenelementen nicht generalisierbar ist, sondern vielmehr für jedes Unternehmen individuell zu erstellen ist. Die Tabelle ist als eine Checkliste für die einzelnen Phasen eines Fahrzeugprojektes zu verstehen und zu nutzen.

Die Kostenarten (K) werden basierend auf dem vorhandenen Lebenszyklusmodell der Gestaltungs-, Investitions- und Produktionsphase eines Fahrzeugprojektes (*Abbildung 23*) zugeordnet. Des Weiteren werden die Kostenarten nach ihrer Entstehung spaltenweise in einer Tabelle systematisiert. Es werden lieferanten-, unternehmens- und kundenbezogene Kostenarten unterschieden. Hierbei gilt folgende Differenzierung:

- Lieferantenbezogene Kosten sind durch die Zusammenarbeit mit Lieferanten induziert.
- Unternehmensbezogene Kosten entstehen durch die Arbeit im eigenen Unternehmen.
- Kundenbezogene Kosten resultieren aus der Zusammenarbeit mit dem Kunden.

Die lieferanten- und kundenbezogenen Kosten beinhalten die Transaktionskosten und ordnen sie der Zusammenarbeit mit Lieferant oder Kunde zu.

	lieferanten- bezogen	unternehmens- bezogen	kunden- bezogen		lieferanten- bezogen	unternehmens- bezogen	kunden- bezogen
2 Gestaltungsphase				4 Produktionsphase			
2.1 Ausschreibungsanalyse				4.1 Produktion & Logistik			
Prüfung Lastenheft			K	Material		K	
Prüfung Vertragsgegenstände			K	Materialgemeinkosten		K	
2.2 Angebotsabgabe und Vertrag				Lohn		K	
Angebotskosten			K	Lohngemeinkosten		K	
Nachweis Qualitätsfähigkeit			K	Betriebsmittel		K	
Vertragsabschluss			K	Gebäude		K	
2.3 Lieferantensuche & -wahl				Energie		K	
Lieferantensuche	K			Entsorgung		K	
Lieferantenauswahl	K			Lager		K	
Lieferantenbewertung	K			Transport		K	
Vertragsabschluss	K			Zertifikate		K	
Lieferantenentwicklung	K			Qualitätssicherung		K	
2.4 Planung				Ausschuss		K	
Standortplanung	K	K	K	Nacharbeit		K	
Fabrikplanung	K	K	K	Wartung & Reparatur		K	
Logistikplanung	K	K	K	Werkzeugwartung		K	
3 Investitionsphase				Anlagenstillstand		K	
3.1 Sachgüter				Änderungen		K	
Gebäude		K		Versuche		K	
Anlagen		K		Patente		K	
Werkzeuge	R	K	R	Freigaben		K	
Informationstechnik		K		Verwaltung bzw. Overhead		K	
Beteiligung an Investitionen	R		R	Versicherungen		K	
3.2 Mitarbeiter				Zinsen		K	
Schulung	K	K		Währungen		K	
Einstellung		K		Zölle		K	
				Steuern		K	
				4.2 Zusammenarbeit mit Kunde und Lieferanten			
				Warenverkauf			E
				Wareneingang	K		K
				Versand	K		K
				Transport	K		K
				Reise- & Kommunikationskosten	K		K
				Währungskosten	K		K
				Zölle	K		K
				Bestellungen	K		K
				Änderungen	K		K
				Freigaben	K		K
				Bearbeitung von Reklamationen	K		K
				Nacharbeit	K		K
				Bearbeitung von Rückweisungen	K		K
				Pönalen	E		K
				Short-Fall-Payment	R		R
				Preisangleich durch Gleitklauseln	R		R
				Mindestabnahmemenge	R		R
				Werkzeugwartung	R		R
				Rationalisierung	K		K
				Lieferantenausfall	K		
				Lieferantenausfall	K		

Tabelle 4: Gliederungsstruktur der Lebenszykluskosten und –erlöse innerhalb eines Fahrzeugprojektes

Durch die alleinige Betrachtung der Kosten einer Wertschöpfungskonfiguration ist jedoch noch keine Investitionsentscheidung möglich. Hierzu wird das Modell sowohl um die Erlöse (E) als auch die bekannten Maßnahmen zur Risikosteuerung (R) erweitert (*Tabelle 4*).

Im Folgenden wird die Systematisierung der Kostenarten in den einzelnen Phasen erläutert. In den Phasen der Ausschreibungsanalyse (2.1) und der Angebotsabgabe sowie dem Vertragsabschluss mit dem Kunden (2.2) entstehen ausschließlich Kosten durch die Zusammenarbeit mit dem Kunden. Dahingegen sind die Kosten in der Lieferantensuche und –auswahl (2.3) im Wesentlichen aus der Zusammenarbeit mit den Lieferanten induziert. Die Planung (2.4) der Wertschöpfungskonfiguration erfolgt ganzheitlich unter Berücksichtigung der Standorte sowie Prozesse des eigenen Unternehmens und der Lieferanten sowie des Kunden. Die Kosten sind daher als lieferanten-, unternehmens- und kundenbezogen zu beschreiben. In der Investitionsphase (3) entstehen vornehmlich unternehmensbezogene Kosten. Häufig kann bei Werkzeugen, selten bei anderen Investitionsgütern, eine Beteiligung beim Lieferanten oder im eigenen Unternehmen durch den Kunden erfolgen. Hierbei handelt es sich, wie beschrieben, um eine Maßnahme zur Risikosteuerung (R). Die Investitionen bei Mitarbeitern sind zumeist als unternehmensbezogen zu beschreiben. In seltenen Fällen wird auch in die Schulung von Mitarbeitern bei Lieferanten investiert. In der Produktionsphase (4) entstehen durch Produktions- und Logistikleistungen (4.1) fast ausschließlich unternehmensbezogene Kosten. Ausgenommen die Materialkosten, die als lieferantenbezogen einzuordnen sind. In der Zusammenarbeit mit Kunde und Lieferanten (4.2) ergibt sich ein anderes Bild. Wesentlich für ein Unternehmen sind die Erlöse, die durch den Warenverkauf entstehen. Auf Kostenseite entstehen Logistik- und Handlingkosten im Wareneingang und Versand sowie für den Transport. Transaktionskosten beispielsweise für die Abwicklung von Bestellungen, Änderungen etc. entstehen sowohl in der Zusammenarbeit mit Lieferanten als auch dem Kunden. Die Maßnahmen zur Risikosteuerung, wie beispielsweise der Preisangleich durch Gleitklauseln, sind auch in das Lebenszyklusmodell zu integrieren, da sie die Kosten- und Erlösstruktur der Wertschöpfungskonfiguration beeinflussen. Ergänzend sind die Kosten für die Wartung der zur Verfügung gestellten Werkzeuge zu berücksichtigen.

4.5 Abgleich mit der Literatur

Im Laufe der Fallstudie wurden die ermittelten Erkenntnisse kontinuierlich mit dem Wissen aus der wissenschaftlichen Literatur (Kapitel 2 und 3) abgeglichen. Die Erkenntnisse aus Literatur und Praxis weisen keine Widersprüche auf, sie stimmen

vielmehr überein und ergänzen sich. Folglich kann die hier geforderte wissenschaftliche Durchgängigkeit erfüllt werden. Durch die Fallstudie wird das vorhandene Wissen in den Kontext der Automobilbranche transferiert sowie komplementiert und für die Automobilindustrie spezifische Zusammenhänge abgeleitet.

4.6 Abschluss der Studie

In vorliegender Fallstudie wird die von EISENHART vorgeschlagene Anzahl von 10 Fällen gewählt. Der beschriebene Sättigungseffekt im Bereich der wissenschaftlichen Erkenntnisse wird hierbei erreicht. Die Fälle 3 und 7 der Studie werden vertiefend betrachtet, um durch eine genauere Untersuchung detaillierte Erkenntnisse für die weitere Forschungsarbeit ermitteln zu können. Hierbei handelt es sich im Speziellen um eine genaue Untersuchung anfallender Kosten- sowie Risikoarten und des konkreten Vergleiches unterschiedlicher Wertschöpfungskonfigurationen.

4.7 Zwischenfazit

Die Ergebnisse der Fallstudie können wie folgt zusammengefasst werden:

Die Situation von Unternehmen in der Wertschöpfungskette stellt sich unterschiedlich dar. Lieferanten finden sich häufig in einer Machtücke zwischen OEMs und Rohstofflieferanten wieder. Sie müssen die Risiken ihrer Kunden und Rohstofflieferanten mittragen und können diese nicht weitergeben. Zudem sehen sich Unternehmen aufgrund des zunehmenden Kostendruckes dazu gezwungen, in Niedriglohnländern Lieferanten zu suchen oder selbst dort zu produzieren. Jedoch erhöhen sich die Anzahl und das Ausmaß von Risiken durch eine zunehmende räumliche Entfernung, kulturelle Unterschiede und ein geringeres Know-how am Produktionsstandort. Um ein Fahrzeugprojekt beurteilen zu können, müssen vorhandene Risiken in eine Bewertung integriert werden.

Als Hauptrisiken der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung werden innerhalb der Fallstudie die Spezifität von Produktionsressourcen, das Nicht-Erreichen der prognostizierten Stückzahl, unsichere Produktionsfaktorkosten, das Nicht-Beherrschen von Innovationen, das Nicht-Einhalten des SOP-Termins, schlechte Qualität und die Insolvenz von Lieferanten genannt. Diese werden mit Hilfe von Steuerungsmaßnahmen reduziert oder auf Partner übergewälzt.

Die Phasen eines Fahrzeugprojektes bilden einen Lebenszyklus, der sich in die Entwicklungs-, Gestaltungs-, Investitions- und Produktionsphase sowie das Ersatz-

teilgeschäft unterteilen lässt. Im Lebenszyklus werden zu unterschiedlichen Zeiten Risiken und Kosten verantwortet und treten auf. Ein Großteil der Kostenverantwortung und Risikoverantwortung liegt in den frühen Phasen des Lebenszyklus.

Die Ergebnisse der Fallstudie stützen das Forschungsziel einer quantitativen Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen in der frühen Planungsphase und schließen identifizierte Wissenslücken des Standes der Forschung (Abschnitt 3.3.6).

Im folgenden Kapitel wird eine Methode erarbeitet, die die in Abschnitt 3.3.1. formulierten Anforderungen erfüllt. Methodische Grundlagen geeigneter Verfahren (Kapitel 2) werden mit den Erkenntnissen des Standes der Forschung (Abschnitt 3.3) sowie den Ergebnissen der Fallstudie (Abschnitt 4.4) kombiniert.

5 Methode zur Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen

5.1 Überblick über die Methode

Grundlage der Methode zur Bewertung unternehmensübergreifender Wertschöpfungskonfigurationen ist eine Verschmelzung einer Lebenszyklusbetrachtung auf Kapitalwertbasis und einer Monte-Carlo-Simulation. Hierdurch können die Vorteile einer dynamischen Wirtschaftlichkeitsbewertung unter Berücksichtigung des Lebenszykluscharakters und der Einbindung von Risiken genutzt werden. Wie bei allen Modellen handelt es sich um eine Abbildung bzw. Abstraktion der Wirklichkeit. Daher bestehen Zielkonflikte zwischen der Modellkomplexität, der Genauigkeit und der Richtigkeit sowie der Verständlichkeit und Handhabbarkeit. Je umfassender und komplexer ein Modell ist, desto schwieriger ist die Identifikation sowie die Analyse wichtiger Zusammenhänge und entscheidungsrelevanter Informationen (MÖLLER 2007). Um die Komplexität der Methode für den Anwender zu reduzieren und gleichzeitig die Handhabbarkeit sowie die Verständlichkeit zu erhöhen, gliedert sich das Vorgehen in vier aufeinander aufbauende Schritte. Das Vorgehen ist in *Abbildung 24* dargestellt. In den einzelnen Vorgehensschritten wird das jeweils dazugehörige Kapitel indiziert.

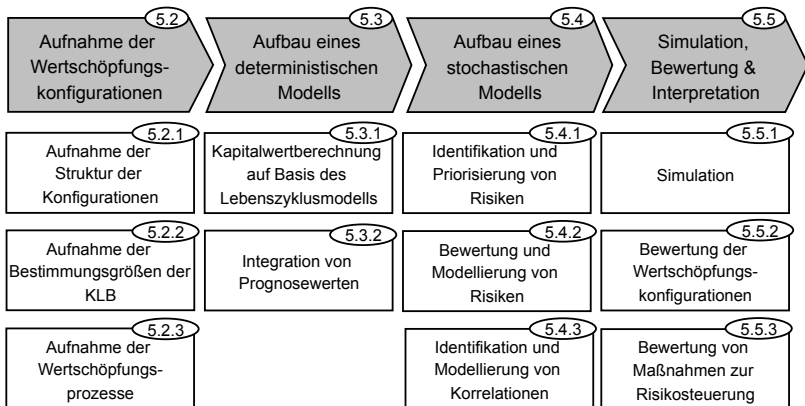


Abbildung 24: Zusammenfassung der Methode zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos in Wertschöpfungskonfigurationen

Zunächst erfolgt eine Aufnahme der zu bewertenden bzw. zu vergleichenden Wertschöpfungskonfigurationen. Hierzu sind die Struktur der Konfigurationen, die

Bestimmungsgrößen der einzelnen Kunden-Lieferanten-Beziehungen und die einzelnen Wertschöpfungsprozesse im Unternehmen zu analysieren. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in das Lebenszyklusmodell ein und machen eine Spezifizierung für den konkreten Anwendungsfall möglich. Auf Basis des spezifischen und detaillierten Lebenszyklusmodells wird der dazugehörige Kapitalwert berechnet und das deterministische Modell der Konfigurationen gebildet. Daraufhin erfolgt die Bildung eines stochastischen Modells durch die Integration von Risiken durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation werden im letzten Schritt, je nach Eintreten oder Ausbleiben von Risiken, eine Vielzahl möglicher, zukünftiger Szenarien gebildet und ausgewertet. Hierzu werden unterschiedliche Möglichkeiten einer Ergebnisanalyse und Interpretation zur Verfügung gestellt.

Das Vorgehen innerhalb der vorliegenden Methode ist nicht ausschließlich sequentiell abzuarbeiten. Sollte in einem Schritt festgestellt werden, dass Informationen aus einem vorhergehenden fehlen, sind die Ergebnisse nachzuholen. Die einzelnen Schritte werden im Folgenden detailliert erläutert.

5.2 Aufnahme möglicher Wertschöpfungskonfigurationen

Die Gestaltungsvielfalt von Wertschöpfungskonfigurationen ist im Wesentlichen bedingt durch die Möglichkeit, unterschiedliche Lieferanten und Kunden zu wählen, die Kunden-Lieferanten-Beziehungen zwischen den Unternehmen individuell zu gestalten und die einzelnen Wertschöpfungsprozesse zu entwickeln. Ziel des ersten Schrittes der Bewertungsmethode ist es daher, die wesentlichen Bestimmungsgrößen einer vorgegebenen Wertschöpfungskonfiguration individuell zu erfassen. Hierbei erfolgt eine Aufnahme auf der Ebene der gesamten Wertschöpfungskonfiguration, der Kunden-Lieferanten-Beziehungen und der Wertschöpfungsprozesse im eigenen Unternehmen (*Abbildung 25*).

Die Aufnahme dient als Basis für die Überführung der Wertschöpfungskonfiguration in das folgende, deterministische Kapitalwertmodell und zur Bildung eines Verständnisses für die Wertschöpfungsprozesse der Konfiguration.

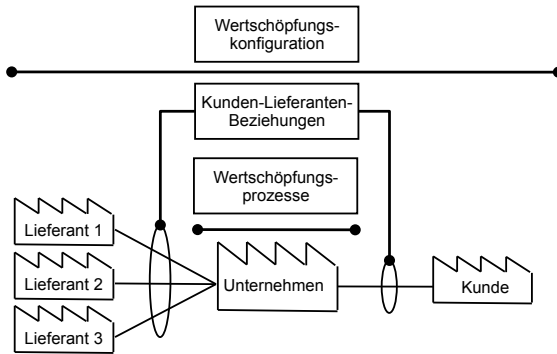


Abbildung 25: Ebenen der Aufnahme einer Wertschöpfungskonfiguration

5.2.1 Aufnahme der Struktur der Wertschöpfungskonfigurationen

Die Struktur von Wertschöpfungskonfigurationen wird im Wesentlichen durch die Anzahl der Lieferanten, der Standorte der beteiligten Unternehmen, der Verteilung der Wertschöpfung und der Transportwege definiert. Während die zu beliefernden Standorte des Kunden zumeist fest vorgegeben sind, bestehen Freiräume bei der Gestaltung der restlichen Bestimmungsgrößen einer Wertschöpfungskonfiguration (Tabelle 5).

Bestimmungsgrößen	Beschreibung
Verteilung der Wertschöpfung	Allokation der Wertschöpfungsanteile in der Wertschöpfungskonfiguration
Anzahl der Lieferanten	festgelegt durch die Verteilung oder Zusammenfassung der Materialbedarfe
Standorte	physische Allokation der Lieferanten, des eigenen Unternehmens und der Kunden
Transportwege	Verkehrswege, auf denen Personen oder Güter zwischen den Standorten transportiert werden

Tabelle 5: Bestimmungsgrößen der Struktur einer Wertschöpfungskonfiguration

Durch die Vergabe von Wertschöpfungsanteilen an Lieferanten oder die Integration in das eigene Unternehmen wird die Verteilung der Wertschöpfung innerhalb der Konfiguration festgelegt. Die Anzahl der Lieferanten variiert je nachdem, ob Materialien bei einem Lieferanten bezogen werden oder auf mehrere Lieferanten verteilt werden. Freiräume ergeben sich bei der Standortwahl daraus, dass Unternehmen über mehrere für die Wertschöpfungskonfiguration geeignete Standorte verfügen

oder einen neuen Standort aufbauen. Aus den Standorten der Unternehmen resultieren die Transportwege innerhalb der Konfiguration.

Für die vorliegende Methode sind die genannten Bestimmungsgrößen für die zu bewertenden Wertschöpfungskonfigurationen in Zusammenarbeit mit Vertretern des Unternehmens aufzunehmen und zu skizzieren.

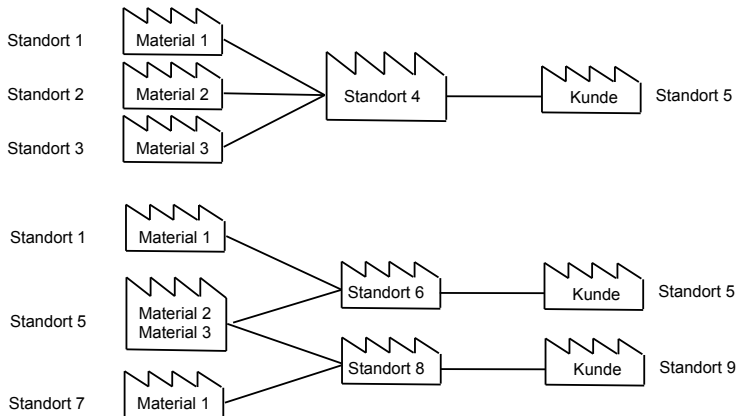


Abbildung 26: Beispielhafte Darstellung möglicher Alternativen einer Wertschöpfungskonfiguration

5.2.2 Aufnahme der Bestimmungsgrößen der Kunden-Lieferanten-Beziehungen

Weitere wichtige Bestimmungsgrößen zur Erfassung einer Wertschöpfungskonfiguration sind die vertraglichen Vereinbarungen in den Kunden-Lieferanten-Beziehungen zwischen den Unternehmen der Wertschöpfungskonfiguration (Tabelle 6). Hierzu gehören Preise, zu erzielende Einsparungen pro Jahr, die Währung, in der Preise zu entrichten sind, Gleitklauseln, Stückzahlgrenzen, Mindestabnahmemengen, Vereinbarungen zu Short-Fall-Payments, Pönalen, die Vertragsdauer oder die Lieferbedingungen, die durch die so genannten Incoterms geregelt werden.

Bestimmungsgrößen	Beschreibung
Preis und Zahlungsmodalitäten	Höhe, Einsparungen pro Jahr sowie Art und Weise der Zahlungen
Währung	Währung in der der Preis zu entrichten ist
Gleitklauseln	Bindung des Preises an Rohstoff-, oder Energiepreise bzw. Währungen
Stückzahlgrenze	Stückzahlgrenze der maximal zu liefernden Menge pro Zeiteinheit
Mindestabnahmemenge	minimal abzunehmende Stückzahl des Kunden pro Zeiteinheit
Short-Fall-Payment	zu entrichtende Entschädigung bei nicht abgenommener Mindestmenge
Pönalen	Vertragsstrafen jeglicher Art, beispielsweise bei Qualitätsmängeln
Lieferbedingungen / Incoterms	Art und Weise der Lieferung der Güter und Gefahrenübergang
Vertragsdauer	Regelt die Dauer der Gültigkeit des Vertrages bis zu einer Neuverhandlung

Tabelle 6: Wesentliche Bestimmungsgrößen einer Kunden-Lieferanten-Beziehung

In der frühen Planungsphase sind die vertraglichen Vereinbarungen in der Regel noch nicht festgelegt. Sie sind mit den Lieferanten und Kunden verhandelbar und spannen somit einen wichtigen Gestaltungsfreiraum für Wertschöpfungskonfigurationen auf. Sie sind daher innerhalb des folgenden Modells auch als Variablen abzubilden. Sie entscheiden wesentlich über die Wirtschaftlichkeit und Risikostruktur innerhalb eines Fahrzeugprojektes.

5.2.3 Aufnahme der Wertschöpfungsprozesse

Abschließend sind die Wertschöpfungsprozesse im eigenen Unternehmen aufzunehmen. Eine etablierte und weit verbreitete Methode hierzu ist die Wertstromanalyse (siehe Abschnitt 2.6), die auch in der vorliegenden Methode Anwendung finden soll. Hierbei werden Material- und Informationsflüsse der einzelnen Wertstromprozesse durch einfache grafische Elemente erfasst und analysiert. Die Analyse erfolgt über alle Wertschöpfungsprozesse hinweg, von der Anlieferung bis zum Versand an den Kunden. Der Detaillierungsgrad der Prozessanalyse ist so grob wie möglich und so genau wie nötig zu wählen (ROTHER & SHOOK 2000).

Um die Erstellung eines Modells zu erleichtern, werden für jeden Prozessschritt zu ermittelnde Bestimmungsgrößen der Wertschöpfung vorgeschlagen, die in den meisten Unternehmen direkt verfügbar sind:

Bestimmungsgrößen	Beschreibung
Zykluszeit	Zeitspanne von der Fertigstellung eines Teils und der Fertigstellung des nächsten Teils
Rüstzeit	Zeitspanne zur Umstellung der Produktvariante
Losgröße	Menge der Produkte bis zum nächsten Rüstvorgang
Maschinenzuverlässigkeit	Verfügbarkeit x Leistungsgrad x Qualitätsrate x 100 (engl: OEE; Overall Equipment Effectiveness)
Anzahl der Maschinen	Anzahl, die für die Durchführung eines Prozesses notwendig sind
Kapazität	Leistungsfähigkeit eines Prozesses in einer bestimmten Zeit
Ausschussrate	Anteil fehlerhafter Produkte
Nacharbeit	Maßnahmen, die an einem fehlerhaften Produkt ausgeführt werden müssen
Bestandsmengen	Lager-, oder Pufferbestände zwischen einzelnen Prozessschritten
Anzahl der Mitarbeiter	Anzahl, die für die Durchführung eines Prozesses notwendig sind
verfügbare Arbeitszeit	produktiv verfügbare Zeit

Tabelle 7: Wesentliche Bestimmungsgrößen eines Wertschöpfungsprozesses (in Anlehnung an ROTHER & SHOOK 2000)

Hierbei ist zu beachten, dass die Wertstromanalyse Grundlage für die Erarbeitung eines Kapitalwertmodells ist. Im individuellen Anwendungsfall sind daher zusätzliche kostenbestimmende Größen und Randbedingungen, die zur Bildung des Modells notwendig sind, zu erfassen. Zur Aufnahme der Wertströme gilt: Produktionstechnische Kennzahlen sind in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern der Fertigungs- und Montagebereiche zu ermitteln. Kostenbezogene Daten sind mit Hilfe des Unternehmens-Controlling aufzunehmen.

Das Verständnis der Wirkzusammenhänge der Wertschöpfungsprozesse, das durch die Durchführung der Wertstromanalyse erlangt wird, ist essentiell für eine korrekte Bildung des Kapitalwertmodells im folgenden Schritt der Methode.

5.3 Aufbau eines deterministischen Modells

5.3.1 Kapitalwertberechnung auf Basis des Lebenszyklusmodells

Das deterministische Modell basiert auf einer Kapitalwertberechnung, welche die Grundlage der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit bildet und als Entscheidungsmodell dient. Der Kapitalwert wird auf Basis des Lebenszyklusmodells (siehe *Abbildung 23*) eines Fahrzeugprojektes für die gesamte Wertschöpfungskonfiguration kalkuliert.

Zur Modellbildung sind alle für ein Fahrzeugprojekt relevanten Faktoren, sowohl aus Sicht der unternehmensübergreifenden Wertschöpfung, als auch aus der zeitabhängigen Sichtweise auf den Lebenszyklus des Fahrzeugprojektes zu abstrahieren und abzubilden (*Abbildung 27*). Hierbei fließen die Bestimmungsgrößen der im vorhergehenden Schritt ermittelten Struktur der Wertschöpfungskonfiguration, der Kunden-Lieferanten-Beziehungen sowie der einzelnen Wertschöpfungsprozesse (Abschnitt 5.2) in das Lebenszyklusmodell ein und detaillieren es. Mit Hilfe des Lebenszyklusmodells werden die Investitionen, Kosten und Erlöse dem Zeitpunkt ihrer Entstehung zugeordnet und der Kapitalwert kann berechnet werden.

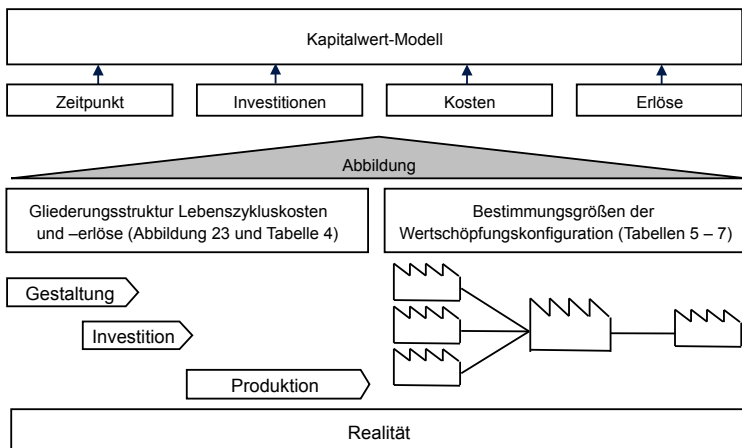


Abbildung 27: Bildung des deterministischen Modells einer Wertschöpfungskonfiguration auf Kapitalwertbasis

Abschreibungen finden als kalkulatorische Größe bei der Investitionsrechnung keine Berücksichtigung und werden daher für den bestehenden Anwendungszweck

durch den Posten der Investitionen beschrieben. Somit bleibt der Zeitpunkt der Zahlungsentstehung transparent.

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie zur Berechnung des Kapitalwertes vorzugehen ist. Es wird ein Bezugsrahmen aufgebaut, der als allgemeingültige Modellierungsgrundlage dient und innerhalb dessen die Kapitalwertberechnung fallspezifisch anzupassen und zu detaillieren ist.

In den operativen Prozess der Kapitalwertberechnung im Unternehmen sind Vertreter der Unternehmensbereiche Einkauf, Produktion, Vertrieb und Controlling einzubeziehen. Die einzelnen Vorgehensschritte werden in *Abbildung 28* zusammengefasst und im Folgenden detailliert beschrieben.

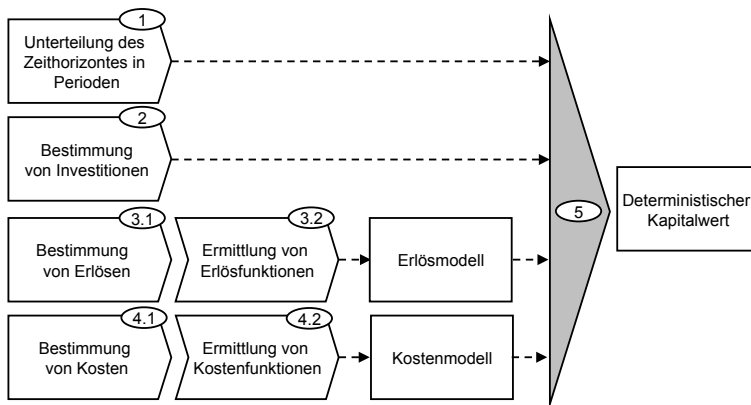


Abbildung 28: Vorgehensschritte zur Kapitalwertberechnung

1) Unterteilung des Zeithorizontes in Perioden

Der Untersuchungsraum ist in mehrere zeitliche Perioden einzuteilen, um Zahlungsströme ihrem Entstehungszeitpunkt in den einzelnen Perioden zuordnen zu können. Hierzu ist die Gesamtlänge des Projektes abzuschätzen und in einzelne Perioden zu unterteilen.

2) Bestimmung von Investitionen

Die für eine Wertschöpfungskonfiguration notwendigen Investitionen, deren Höhe sowie deren Zeitpunkt sind zu erfassen. Mögliche Investitionsarten werden in *Tabelle 4*, in der Investitionsphase aufgezeigt. Investitionen sind, sofern sie vom eigenen Unternehmen getätigt werden, wie Kosten zu behandeln. Beteiligungen an

Investitionen durch den Kunden bzw. das zur Verfügungstellen von Werkzeugen sind in der Regel nicht zu berücksichtigen, da es sich um Leihgaben handelt, die keinen Mittelzufluss im Unternehmen zur Folge haben.

Existieren Investitionsgüter bereits aus vorangegangenen Fahrzeugprojekten, sind diese mit ihren Restwerten anzusetzen. Zudem ist darauf zu achten, dass Investitionsgüter auch zur Herstellung unterschiedlicher Produkte verwendet werden. In diesem Fall ist die Investitionshöhe nach einem geeigneten Schlüssel auf die Produkte bzw. Wertschöpfungskonfigurationen zu verteilen.

3) Erarbeitung eines Erlösmodells

3.1) Bestimmung von Erlösen

Erlöse sind Gelder, die dem Unternehmen durch Warenverkauf zufließen (*Tabelle 4*, Produktionsphase). Häufig werden in der Automobilindustrie mehrere Varianten eines Bauteils oder einer Baugruppe geliefert. Da sich die Preise der unterschiedlichen Varianten unterscheiden, fließen dem Zulieferer auch unterschiedlich hohe Erlöse pro Variante zu.

3.2) Ermittlung von Erlösfunktionen

Die Modellierung einer Erlösfunktion gestaltet sich vergleichsweise einfach, da sich diese durch die Multiplikation der Anzahl der verkauften Waren pro Periode mit dem Verkaufspreis ergeben. Hierbei ist aufgrund der unterschiedlichen Verkaufspreise der Varianten die jeweilig verkaufte Anzahl einer Variante zu berücksichtigen.

Die Rahmenbedingungen der Preiszahlungen sind definiert durch die Bestimmungsgrößen der Kunden-Lieferanten-Beziehung zum Kunden (*Tabelle 6*). Diese sind mit in das Erlösmodell zu integrieren. Eine genaue Beschreibung zur Modellierung von Mindestabnahmemengen, Gleitklauseln und Short-Fall-Payment erfolgt in Abschnitt 5.5.3.

4) Erarbeitung eines Kostenmodells

Das Kostenmodell basiert auf der häufigsten Form der Kalkulation, nämlich auf der Vollkostenrechnung. Im Zuge der Kostenstellenrechnung werden die anfallenden Kosten einzelnen Betriebsbereichen zugeordnet. Für eine detaillierte Beschreibung wird auf Werke der Kostenrechnung, wie beispielsweise FISCHER & GÜNTHER 2007, GÖTZE 2004 oder HABERSTOCK & BREITHECKER 1997, verwiesen.

Das Kostenmodell besteht aus Kostenelementen und Kostenfunktionen, die wiederum in eine Kostengliederungsstruktur eingebettet sind (*Abbildung 29*). Die Kostengliederungsstruktur dient der Systematisierung einzelner Kostenelemente. Diese können selbst mehrere Kostenelemente beinhalten oder durch die Berechnungslogik einer so genannten Kostenfunktion beschrieben werden (FABRYCKY & BANCHARD 1991). Die Ergebnisse aus *Tabelle 4* sind als eine Maximalgliederungsstruktur oberster Ebene zu verwenden.

4.2) Bestimmung von Kostenelementen

Durch die Auswahl der notwendigen Kostenelemente und ihrer Einordnung in die Phasen des Lebenszyklus (*Abbildung 23*) sowie in die bestehende Gliederungsstruktur (*Tabelle 4*) wird entschieden, welche Kosten zu berücksichtigen und wie sie zu verrechnen sind. Diese Festlegung ergibt sich aus den Bewertungsanforderungen für die Wertschöpfungskonfiguration, der Kostenrechnungssystematik des Unternehmens und dem aktuellen Planungsstand.

4.3) Ermittlung von Kostenfunktionen

Kostenfunktionen beschreiben eine mathematische Vorschrift, mit der Kostenelemente zu berechnen sind. Sie sind ausgehend von den Bestimmungsgrößen der vorhergegangenen Wertstromanalyse (*Tabelle 7*) zu bestimmen. In Zusammenarbeit mit den Bereichen des Einkaufs, der Produktion, des Vertriebes und des Controlling sind dem durch die Bestimmungsgrößen definierten Ressourcenverzehr Kosten zuzuordnen. Die Kostenfunktionen sind so zu bestimmen, dass Veränderungen im dynamischen Umfeld der Unternehmen als Variablen integriert werden.

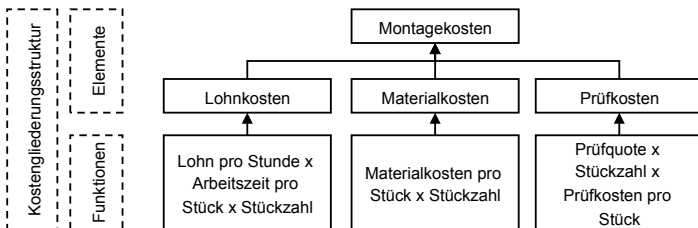


Abbildung 29: Beispielhafte Kostengliederungsstruktur mit Kostenelementen und Kostenfunktionen eines stark vereinfachten Kostenmodells

Abschließend sind die einzelnen Kostenelemente mit ihren dazugehörigen Funktionen miteinander zu verknüpfen. *Abbildung 29* zeigt exemplarisch ein vereinfachtes

Kostenmodell mit Kostenelementen und Kostenfunktionen zur Berechnung der Montagekosten pro Periode.

5) Zusammenfassung von Erlös- und Kostenmodell zu einem Kapitalwertmodell

In einem abschließenden Schritt sind das Erlös- und Kostenmodell zu einem Kapitalwertmodell zusammenzufassen. Dies geschieht anhand der bereits in Abschnitt 2.5.1 beschriebenen Formel zur Kapitalwertberechnung. Die Periodenerlöse und -kosten sind auf den Zeitpunkt ihrer Entstehung zu beziehen und dementsprechend zu diskontieren.

Das Kapitalwertmodell muss nun durch eine vollständig verknüpfte Formel beschrieben sein. Veränderungen bei einzelnen Parametern müssen sich somit sofort im errechneten Kapitalwert niederschlagen. Dies ist Voraussetzung für die im nächsten Kapitel folgende Integration von Risiken.

5.3.2 Ermittlung und Integration von Prognosewerten

Zur Bestimmung des deterministischen Kapitalwertes sind nun für die einzelnen Faktoren Werte über den gesamten Zeitraum des Fahrzeugprojektes zu prognostizieren. Dies betrifft nicht nur Kostenfaktoren, sondern beispielsweise auch die Anzahl der abgesetzten Stückzahlen, die Wechselkurse, die Quote des Produktionsausschusses oder die Häufigkeit von Nacharbeit. Da zur Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen Anhaltspunkte über zukünftige Entwicklungen benötigt werden, wird im Folgenden beschrieben, welche Verfahren bei der Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen bevorzugt einzusetzen sind. Hierbei wird auf die in Kapitel 2.5.3 (*Abbildung 14*) vorgestellten Verfahren eingegangen.

Das vergangenheitsbasierte, mathematische Verfahren der Zeitreihenanalyse ist im vorliegenden Fall nur eingeschränkt geeignet, da die historischen Daten eines vergangenen Fahrzeugprojektes nur bedingt für die Prognose eines neuen einzusetzen sind. Technologische oder wirtschaftliche Faktoren, wie Fehlerhäufigkeit oder Produktionskosten, sind stark abhängig von den eingesetzten Produktionstechnologien und gehorchen damit auch nicht mathematischen Regelmäßigkeiten. Zur Prognose von Marktdaten, wie Wechselkursen oder Rohstoffpreisen, ist dieses Verfahren wiederum durchaus geeignet. Hierzu liegen jedoch meist bei externen Instituten sehr gute Prognosen vor, in die bereits weiteres Expertenwissen integriert ist.

Vergangenheitsbezogene und grafische Verfahren, wie die manuelle Vorhersage, sind gut einsetzbar, insofern belastbare Datenreihen vorliegen, die auch auf ein folgendes Fahrzeugprojekt übertragen werden können. In diesem Fall ist das Verfahren gut für eine schnelle und aufwandsarme Vorhersage innerhalb der vorliegenden Methode geeignet.

Das mathematische und zukunftsbezogene Verfahren der Hochrechnung kann im vorliegenden Anwendungsfall zum Einsatz kommen, wenn zu Beginn eines Fahrzeugprojektes konkrete, zukunftsbezogene Werte vorliegen. Dies können beispielsweise Richtangebote oder Kostenvoranschläge sein.

Das Verfahren der Expertenbefragungen ist für die Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen sehr gut geeignet. Es ist vergleichsweise einfach und schnell anzuwenden und verspricht bei Fahrzeugprojekten gute Ergebnisse. Beispielsweise ist bei der Beurteilung neuer Produktionsprozesse die Expertise qualifizierter Personen, die bereits den Vorgänger eines Produktes hergestellt haben, sehr wertvoll. Sie sind in der Lage, bei Prognosen sowohl ihre Erfahrung als auch das Wissen über das neue Produkt und die neuen Produktionstechnologien zu vereinen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass für die Prognose von Daten in Wertschöpfungskonfigurationen qualitative Verfahren sehr günstig durchzuführen sind und auch die Ermittlung guter Ergebnisse erlauben. Des Weiteren sind exogene Faktoren leicht in die Prognose zu integrieren, was bei einer quantitativen Prognosemethode mit erheblichem Aufwand verbunden ist. Daher ist für die Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen bei der Prognose von Marktdaten am besten auf Vorhersagen von anderen Instituten, wie beispielsweise Banken, zurückzugreifen. Diese verfügen über eine hohe Expertise bei der Prognose und die Daten werden zugleich kostengünstig zur Verfügung gestellt. Bei der Vorhersage von Werten im Bereich der Entwicklung und Produktion sind Expertenschätzungen, wenn möglich in Kombination mit grafisch vergangenheitsbasierten Verfahren vorzuziehen. Hierdurch kann ein sinnvolles Aufwand-Nutzen-Verhältnis erreicht werden und Werte können mit ausreichender Genauigkeit prognostiziert werden.

Abschließend ist anzumerken, dass der erhöhte Aufwand zur Steigerung der Genauigkeit einer Prognose innerhalb der vorliegenden Bewertungsmethode sinnvoll mit dem daraus resultierenden Nutzen abzugleichen ist. Der eigentliche Nutzen der vorliegenden Methode kann nicht in einer besonders genauen Vorhersage der Zukunft liegen, da die Zukunft naturgemäß unsicher ist. Vielmehr ist es Ziel, durch eine gesamthafte Betrachtung der Wertschöpfungskonfiguration die Risiken und damit auch die Prognoseungenauigkeiten eines Fahrzeugprojektes zu quantifizieren.

5.4 Aufbau eines stochastischen Modells

5.4.1 Risikoidentifikation und Priorisierung

Im vorliegenden Fall ist der Kapitalwert eines Fahrzeugprojektes die Zielgröße der Untersuchungen und es wird eine induktive Vorgehensweise gewählt (siehe hierzu Abschnitt 2.4.4.1). Einer zu detaillierten Risikoidentifikation wird durch eine anschließende Priorisierung der Risiken nach ihrem Einfluss entgegengewirkt. Dies garantiert einen angemessenen Komplexitätsgrad des Gesamtmodells, hält den Arbeitsaufwand zur Modellerstellung in Grenzen und stellt gleichzeitig die Aussagekräftigkeit des Modells sicher.

Die induktive Risikoidentifikation kann sich hierbei stark am vorliegenden deterministischen Kostenmodell orientieren. Jeder Parameter, der eine Abweichung von der Zielgröße herbeiführen kann, ist als Risiko (negative Abweichung) bzw. als Chance (positive Abweichung) zu modellieren. Die Auswirkungen von technischen Risiken oder Marktrisiken, wie beispielsweise von Nacharbeit oder Materialpreissteigerungen, schlagen sich in Kosten nieder, die Teil des deterministischen Berechnungsmodells sind. Somit können Risiken monetär quantifiziert werden. Im Rahmen der vorliegenden Methode kann die zur Risikoidentifikation erarbeitete Vorgehensweise mit den folgenden vier Schritten beschrieben werden (siehe *Abbildung 30*). Hierbei ist sowohl die Nutzung vorhandenen Wissens über bekannte Risiken als auch ein prospektiver Charakter der Risikoidentifikation sicherzustellen.

- 1) Bereits vorhandene Daten, welche die Ergebnisse vergangener Risikoidentifikationen zusammenfassen, sind zu nutzen. Dies sind beispielsweise Unterlagen zu FMEAs, Ishikawadiagramme, Risikochecklisten oder andere Dokumente, die im Zuge einer Risikoidentifikation entstanden sind (siehe auch Abschnitt 2.4.4.1 und *Abbildung 10*). Hierbei handelt es sich um vergangenheitsbezogenes Wissen.
- 2) Des Weiteren sind das Fachwissen und die Erfahrung von Mitarbeitern für die Risikoidentifikation nutzbar zu machen. Hierzu werden Experten aller betroffenen Unternehmensbereiche bestimmt. Diese identifizieren und beschreiben innerhalb von Expertenbefragungen sowie unter Berücksichtigung der vorhandenen Daten mögliche Risiken in ihren jeweiligen Bereichen.
- 3) Abschließend ist ein Brainstorming durchzuführen. Ziel ist es, vornehmlich bisher unbekannte Risiken, die eventuell in Zukunft auftreten, zu identifizieren. Hierzu bietet das Brainstorming den notwendigen, kreativen Freiraum und er-

laubt durch die Zusammenarbeit mehrerer Personen aus unterschiedlichen Bereichen, vorhandenes Wissen und Erfahrung zu bündeln sowie für eine Beurteilung der Zukunft zu nutzen. Dieses Vorgehen dient insbesondere dazu, den häufig reaktiven Charakter von Risikobewertungen in den einer vorausschauenden Bewertung umzukehren.

Häufig ist die Identifikation von Risiken schwierig, da viele Mitarbeiter mit dem Vorgehen einer Risikoidentifikation nicht vertraut sind. Hierbei können gezielte Fragen sowohl bei der Expertenbefragung als auch beim Brainstorming helfen, Risiken zu identifizieren:

- Welche gesetzten Ziele konnten in der Vergangenheit und können in der Zukunft vielleicht nicht erreicht werden und aus welchen Gründen?
 - Welche Produktionsfaktoren haben sich in der Vergangenheit stark verändert oder werden sich in der Zukunft stark verändern und worauf ist diese Veränderung zurückzuführen?
 - Welche technischen oder organisatorischen Probleme bestanden in der Vergangenheit oder werden in der Zukunft im Unternehmen oder mit Kunden oder Lieferanten erwartet?
- 4) Abschließend sind die identifizierten Risiken zu priorisieren und es ist über eine Berücksichtigung im Modell zu entscheiden. Ziel ist es, eine angemessene Modellkomplexität sicherzustellen und den Modellierungsaufwand in Grenzen zu halten, ohne die Ergebnisqualität oder Aussagekraft negativ zu beeinflussen. Hierzu ist eine Risikosignifikanzzahl, wie im Folgenden beschrieben, zu berechnen.

$$RS_i = \frac{K_{iA_max} \cdot H_i \cdot P_i}{K_{gesamt}} \quad (3)$$

RS_i	Risikosignifikanz eines Risikos i
K_{iA_max}	maximale Kostenschwankung durch das Risiko
H_i	Mögliche Auftretenshäufigkeit des Risikos pro Periode
P_i	Eintretenswahrscheinlichkeit
K_{gesamt}	Gesamtkosten

Die Risikosignifikanzzahl bildet im Wesentlichen den Erwartungswert des auftretenden Schadens bzw. der Chance pro Periode ab, welche sich aus dem

Produkt der zusätzlichen entstehenden Kosten, der Auftretenshäufigkeit und der Eintretenswahrscheinlichkeit zusammensetzt. Hierzu ist jedes Risiko einem Kostenfaktor im deterministischen Berechnungsmodell zuzuordnen und die maximale Kostenschwankung zu bestimmen. Diese ist dann in Relation zu den Gesamtkosten zu setzen.

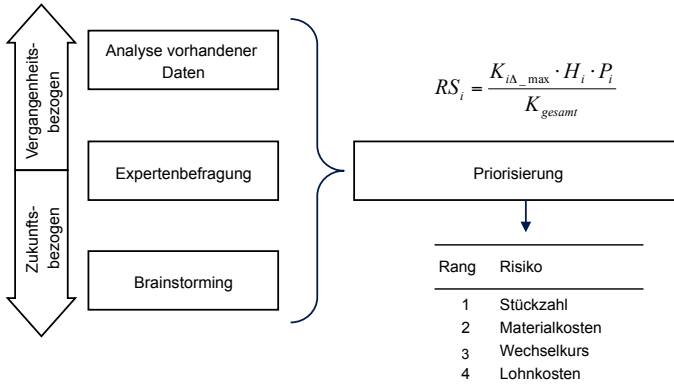


Abbildung 30: Vorgehen in der Risikoidentifikation

Abschließend ist festzuhalten, dass die Risikosituation eines Unternehmens nicht statisch ist, sondern sich kontinuierlich verändert. Gründe für das Entstehen neuer, bisher im Unternehmen unbekannter Risiken, können zum Beispiel die Einführung neuer Produkte oder neuer Produktionsprozesse, neuer Maschinen oder Anlagen, der Verlust von Know-how, die Entwicklung eines neuen Produktionsstandortes, das In- oder Outsourcing von Wertschöpfungsprozessen oder neue Mitbewerber auf dem Markt sein. Dies hat zur Konsequenz, dass die Risikosituation eines Unternehmens fortwährend neu zu beurteilen ist.

5.4.2 Risikobewertung und Modellierung

5.4.2.1 Abbildung von statischen Risiken durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Eintrittswahrscheinlichkeiten bestimmter Risiken können durch unterschiedliche Wahrscheinlichkeitsverteilungen dargestellt werden (siehe hierzu Abschnitt 2.4.4.2.). Zur Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen gilt es, auftretenden Risiken geeignete Verteilungsfunktionen zuzuordnen. Hierzu ist festzulegen, wie aus vorhandenen Informationen und Daten eine für das Modell geeignete Wahr-

scheinlichkeitsverteilung ausgewählt und in ihrer Form definiert werden kann. In der Praxis hat sich herausgestellt, dass insbesondere drei Stützstellen der Verteilungen wichtig sind. Dies ist der häufigste Wert m , auch Modalwert oder Modus genannt, der minimale Wert a und der maximale Wert b .

Zur Beschreibung von Risiken sind diskrete Verteilungsfunktionen, die nur definierte Werte annehmen können und stetige Verteilungsfunktionen, die jeden Wert der reellen Zahlen in einem bestimmten Intervall annehmen können, zu unterscheiden (MUN 2006). Zu den diskreten Verteilungen gehören die Binominalverteilung und die Poissonverteilung sowie zu den stetigen Verteilungen die Normalverteilung, die Lognormalverteilung, die Dreiecksverteilung, die Betaverteilung, die BetaPERT Verteilung, die Gumbelverteilung, die Weibullverteilung, die Gammaverteilung und weitere. Im Folgenden werden die Verteilungen vorgestellt, die in der vorliegenden Methode vornehmlich Anwendung finden. Eine Beschreibung weiterer Verteilungen befindet sich im Anhang in Abschnitt 9.1.

Nach dem zentralen Grenzwertsatz konvergiert die Summe von Risiken beliebiger Verteilungen bei ihrer Aggregation gegen eine *Normalverteilung*. Somit ist im Rückschluss ein Risiko als normalverteilt abzubilden, wenn es durch die Aggregation von einer Vielzahl unabhängiger Einflüsse entsteht. Die Normalverteilung ist somit beispielsweise zur Abbildung von Marktrisiken wie Wechselkursen, Lohnkosten und Energiepreisen heranzuziehen. Die Verteilung ist symmetrisch und für das Intervall $-\infty < x < +\infty$ definiert. Der Erwartungswert und der wahrscheinlichste Wert sind identisch. Innerhalb der vorliegenden Methode wird die gestutzte Normalverteilung in einem Intervall $a \leq x < b$ verwendet. Die gestutzte Normalverteilung wird wieder auf eine gesamte Eintrittswahrscheinlichkeit von 100 Prozent normiert (MUN 2006, ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005, ROTHSCHILD & LOGOTHETIS 1986, KING 1971).

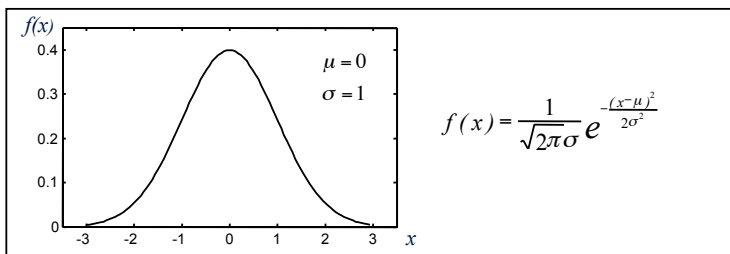


Abbildung 31: Dichtefunktion der Normalverteilung

Die *Betaverteilung* ist eine sehr flexible Verteilung, die dazu genutzt wird, eine Veränderlichkeit über einen bestimmten Bereich zu beschreiben. Sie wird durch die Parameter α und β , das Maximum und das Minimum beschrieben. α und β spezifizieren die Gestalt der Wahrscheinlichkeitsverteilung. Hierin liegt auch der Vorteil der Betaverteilung. Durch eine Variation der Parameter kann eine hohe Vielzahl unterschiedlicher und für die Bewertungsaufgabe notwendiger Wahrscheinlichkeitsverteilungen definiert werden. Sind beide Parameter gleich groß, ist die Verteilung symmetrisch (ROTHSCHILD & LOGOTHETIS 1986).

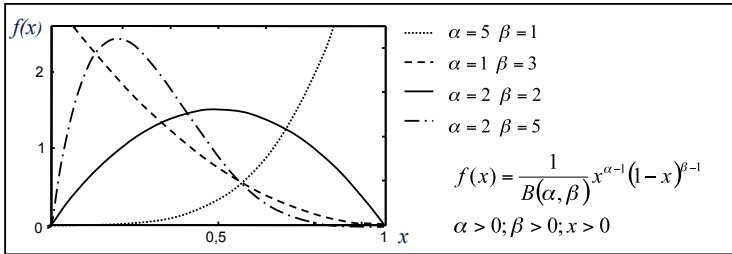


Abbildung 32: Dichtefunktion der Betaverteilung

Die *Beta-PERT* Verteilung ist ein Spezialfall der Betaverteilung zu deren Definition, wie bei der Dreiecksverteilung (siehe auch Abschnitt 9.1), die Parameter Minimum, Maximum und Modus herangezogen werden. Die Verteilung nutzt den Modus, also den wahrscheinlichsten Wert einer Verteilung, zur Bestimmung von α und β (VOSE 2003). Mit Hilfe der Parameter wird eine weiche Kurve, die sich an Normal- oder Lognormalverteilungen anpasst, bestimmt. Hierdurch wird dem Modus mehr Gewicht zugemessen und den Extremwerten weniger. In der Praxis bedeutet dies, dass auch wenn, der Modus nicht ganz exakt ist, davon ausgegangen werden kann, dass häufig Werte nahe dem Modus auftreten (MUN 2006, ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005, VOSE 2003). Die Beta-PERT Verteilung kann zur Abbildung von Zeiten, Kosten oder auch Qualitäten herangezogen werden und kann hierzu unterschiedlichste Ausprägungen annehmen. Die Angabe von wahrscheinlichsten, pessimistischen und optimistischen Werten ist in der Praxis einfach zu bewerkstelligen (GRANIG 2007). Beispielsweise kann zur Modellierung von Lagerbeständen sehr einfach der minimale, der häufigste und der höchste Lagerbestand der letzten Jahre ermittelt und damit eine Beta-PERT Verteilung definiert werden. Die Beta-PERT Verteilung ist zur Abbildung von Unsicherheiten für die vorliegende Methode geeignet, da sie eine zulässige Vereinfachung der Abbildung der Eintrittswahrscheinlichkeit vornimmt und zugleich in der Praxis durch ihre einfache Anwendbarkeit überzeugt.

5.4.2.2 Abbildung der Risikodynamik

Bei der Bildung des stochastischen Modells ist weiter zu berücksichtigen, dass die meisten Risiken nicht als statisch angenommen werden können, da sie sich im Zeitablauf verändern. Diese dynamischen Risiken sind schwerer vorherzusagen und resultieren häufig aus Änderungen der Umweltbedingungen, unter denen Unternehmen arbeiten. Als Konsequenz ändern sich die Wahrscheinlichkeitsdichten oder -verteilungen einer Zufallsvariablen im Zeitverlauf (ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005). Hierzu wird im Folgenden erläutert, wie dynamische Risiken in Wertschöpfungskonfigurationen durch den Itô-Prozess abgebildet werden können. Ein Itô-Prozess ist ein stochastischer Prozess, bei dem sowohl die Änderungsrate μ als auch die Volatilität σ der zu beschreibenden Größe Funktionen von x sowie der Zeit t selbst sind. Der Itô-Prozess wurde ursprünglich zur Modellierung von Aktienpreisen entwickelt (HULL 2006, TSAY 2005, WATSHAM & PARRAMORE 2002):

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad (4)$$

dS	Veränderung des Aktienpreises
μS	Erwartete Rendite der Aktie
σS	Volatilität des Aktienpreises
dz	Wiener Prozess

Für eine umfangreiche Herleitung wird auf die Arbeiten von SUDHOFF, MÖLLER und RIMPAU verwiesen (SUDHOFF 2007, MÖLLER 2007, RIMPAU 2009).

SUDHOFF überträgt diesen Prozess auf allgemeine Parameter wie Kosten oder Stückzahlen. Der zugrunde liegende Itô-Prozess lässt sich dann folgendermaßen beschreiben (SUDHOFF 2007):

$$S_t = S_{t-1} + \mu S_{t-1} + \sigma S_{t-1} dz \quad (5)$$

S_t	Wert des Parameters (z. B. Stückzahl) in Periode t
μS_{t-1}	Erwartete Steigung des Parameters von $t-1$ nach t
σS_{t-1}	Abweichung des Parameters vom erwarteten Pfad von $t-1$ nach t
dz	Wiener Prozess

Die hierbei vorliegende Annahme eines zufällig normalverteilten Fehlers ist in vielen Fällen realistisch. Sie stützt sich auf den zentralen Grenzwertsatz der Stochastik.

Für die Abbildung von Risiken in Wertschöpfungskonfigurationen ist zusammenfassend festzustellen, dass alle Unsicherheiten zeitbezogen im Lebenszyklus eines Fahrzeugprojektes abzubilden sind. Hierbei sind Unsicherheiten, welche sich über einen längeren Zeitraum entwickeln, sich als Marktfaktoren darstellen und durch eine Vielzahl unkorrelierter Einflüsse bestimmt werden, als Normalverteilung in einem Itô-Prozess zu modellieren. Dies sind beispielsweise Löhne, Materialpreise oder Energiepreise. Für andere Unsicherheitsfaktoren wie beispielsweise Nacharbeitskosten oder Produktivität ist die Beta-PERT Verteilung zu wählen. Diese Risiken sind auch zeitbezogen abzubilden. Da sie jedoch keine Marktfaktoren sind, können sie zur Vereinfachung als statisch in jeder Periode des Lebenszyklus abgebildet werden. Sie bilden somit wieder eine zeitliche Reihe von unabhängigen Unsicherheitsfaktoren.

5.4.3 Identifikation und Modellierung von Korrelationen

Wie beschrieben können Korrelationen wesentlichen Einfluss auf den Streubereich möglicher Ergebnisse haben (Abschnitt 2.4.2). Durch starke Korrelationen treten extremere Szenarien auf, die wiederum zu extremeren Ergebnissen führen. Sind keine Korrelationen vorhanden, tendieren die einzelnen Zufallsgrößen dazu, sich gegenseitig zu relativieren.

Daher wird zur Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen mit dem Korrelationskoeffizienten r gearbeitet. Dieser gibt die Richtung der Korrelation und ihre Intensität an. Zweck der Abbildung von Korrelationen innerhalb der Risikobewertung ist mehr die Vermeidung von inkonsistenten Szenarien, als die Erhöhung der statistischen Genauigkeit (MUN 2006, SAVVIDES 1994, BONINI 1975). Daher darf vereinfacht von einer linearen Korrelation ausgegangen werden (SAVVIDES 1994).

Der Korrelationskoeffizient nach Bravias-Pearson ist ein dimensionsloses Maß für den linearen Zusammenhang von zwei Merkmalen. Er weist sowohl die Stärke als auch die Richtung einer Korrelation aus. Für zwei kardinalskalierte Merkmale x und y , wobei weder alle x_i -Werte und alle y_i -Werte gleich sind, kann der Korrelationskoeffizient r wie folgt errechnet werden (BAMBERG et. al. 2008):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (6)$$

$r_{x,y}$ Korrelationskoeffizient; $r \in [-1;1]$
 \bar{x}, \bar{y} arithmetische Mittel von x und y
 n Anzahl der Merkmale

Der Korrelationskoeffizient kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen. Bei einem Wert von +1 besteht eine vollkommen positive lineare Korrelation, bei einem Wert von -1 eine vollkommen linear negative Korrelation. Bei einem Wert von 0 besteht keine lineare Korrelation (BAMBERG et. al. 2008).

Die Werte zweier korrelierter Merkmale können in einem sogenannten Streuungsdiagramm dargestellt werden (Abbildung 33). Die gezeigte Gerade hat die Steigung b und stellt den theoretischen Korrelationskoeffizienten -1 dar. Die Punktwolke um die Gerade herum weist einen Korrelationskoeffizienten gleich -0,8 auf.

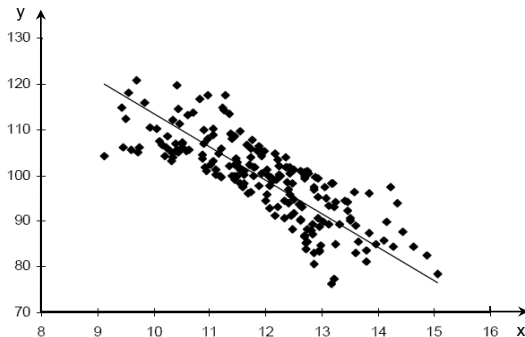


Abbildung 33: Beispiel eines Streuungsdiagramms zweier korrelierter Merkmale y und x mit $r = -0,8$ bei 200 Ziehungen

Im Zuge der stochastischen Modellbildung der Wertschöpfungskonfiguration sind mögliche Korrelationen zwischen Einzelrisiken zu berücksichtigen. Häufig liegen historische Daten nicht in ausreichender Güte vor, um einen Korrelationskoeffizienten zu errechnen. In der Regel ist es ausreichend, den Korrelationskoeffizienten zu schätzen. Zur Orientierung können folgende Wertebereiche von r unterschieden werden: Der Betrag des Korrelationskoeffizient $r = 1$ beschreibt eine vollkommene

Korrelation, $r > 0,5$ eine starke Korrelation, $r < 0,5$ eine schwache Korrelation, und $r = 0$ keine Korrelation.

Die Gesamtheit der Korrelationen und ihrer Koeffizienten r für eine Wertschöpfungskonfiguration kann in einer Korrelationsmatrix dargestellt werden. Jedes Einzelrisiko muss mit sich selbst den Korrelationskoeffizienten $r = 1$ aufweisen. Da der Korrelationskoeffizient symmetrisch ist und keine Richtung aufweist, ist die Korrelationsmatrix auch symmetrisch um ihre Diagonale aufgebaut.

	Risiko 1	Risiko 2	Risiko 3
Risiko 1	1	0,7	0
Risiko 2	0,7	1	0,5
Risiko 3	0	0,5	1

Abbildung 34: Beispiel einer Korrelationsmatrix

Folgende Abbildung fasst das Vorgehen zur Bildung des stochastischen Modells zusammen. Die korrekte Abbildung von Risiken und Korrelationen verhindert das Zustandekommen von unrealistischen Szenarien und damit auch unrealistischen Ergebnissen.


Schritte	Werkzeuge	Ergebnis																
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Identifikation und Priorisierung von Risiken</div>	FMEA, Ishikawadiagramm, Risikochecklisten, Expertenbefragung, Brainstorming, Risikosignifikanzzahl	Relevante Risiken der Wertschöpfungskonfiguration, priorisiert nach Relevanz <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Rang</th> <th>Risiko</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Stückzahl</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Materialkosten</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Wechselkurs</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Lohnkosten</td> </tr> </tbody> </table>	Rang	Risiko	1	Stückzahl	2	Materialkosten	3	Wechselkurs	4	Lohnkosten						
Rang	Risiko																	
1	Stückzahl																	
2	Materialkosten																	
3	Wechselkurs																	
4	Lohnkosten																	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Bewertung und Modellierung von Risiken</div>	Unterschiedliche Verteilungsfunktionen, Itô-Prozess	Risiken durch Verteilungsfunktionen und Itô-Prozesse abgebildet 																
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Identifikation und Modellierung von Korrelationen</div>	Korrelationskoeffizient nach Bravias-Pearson	Korrelationskoeffizienten in Korrelationsmatrix abgebildet <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td></td> <td>Risiko 1</td> <td>Risiko 2</td> <td>Risiko 3</td> </tr> <tr> <td>Risiko 1</td> <td>1</td> <td>0,7</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Risiko 2</td> <td>0,7</td> <td>1</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Risiko 3</td> <td>0</td> <td>0,5</td> <td>1</td> </tr> </table>		Risiko 1	Risiko 2	Risiko 3	Risiko 1	1	0,7	0	Risiko 2	0,7	1	0,5	Risiko 3	0	0,5	1
	Risiko 1	Risiko 2	Risiko 3															
Risiko 1	1	0,7	0															
Risiko 2	0,7	1	0,5															
Risiko 3	0	0,5	1															

Abbildung 35: Vorgehen zur Bildung des stochastischen Modells

Da jedoch bei der Abbildung der Risiken auch eine Modellierungsunsicherheit besteht, ist immer kritisch zu hinterfragen, ob ein Risiko sinnvoll abgebildet ist und ob die Korrelationen zu anderen Faktoren realistisch erscheinen. Herrscht Unsicherheit über die Modellierung, ist tendenziell ein Risiko oder eine Korrelation extremer oder stärker abzubilden, da dies zu extremeren Szenarien, also einer stärkeren Schwankung des Kapitalwertes führt und so verhindert wird, dass Risiken unterschätzt werden. Des Weiteren können die Ausprägungen der einzelnen Risiken bzw. Korrelationen variiert werden, um den Einfluss einer Fehleinschätzung quantifizieren zu können.

5.5 Simulation, Auswertung und Interpretation der Ergebnisse

5.5.1 Simulation

Bei der Monte-Carlo-Simulation wird der NPV unterschiedlicher Wertschöpfungskonfigurationen durch die zufällige Ziehung der Einzelrisiken mehrmals berechnet (siehe Abschnitt 2.5.2). Bei der heutigen Rechnerkapazität stellen für den vorliegenden Anwendungsfall auch eine hohe Anzahl von Ziehungen (> 100.000) keine Probleme mehr dar. Die Ergebnisse bilden die Wahrscheinlichkeitsverteilungen für den NPV.

5.5.2 Auswertung der Ergebnisse

5.5.2.1 Wahrscheinlichkeitsverteilung des NPV

Um nun unterschiedliche Wertschöpfungskonfigurationen bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit und ihres Gesamtrisikos beurteilen bzw. vergleichen zu können, sind die gebildeten Wahrscheinlichkeitsverteilungen des NPV näher zu analysieren. Zur Charakterisierung einer Wahrscheinlichkeitsverteilung werden in der Mathematik vier Werte herangezogen: Der Erwartungswert ($\mu = E(X)$), die Standardabweichung (σ), die Schiefe (ν) und die Wölbung (γ).

Der Erwartungswert einer Zufallsgröße (X) ist jener Wert, der sich bei häufigem Wiederholen des zugrunde liegenden Experiments als Mittelwert der Ergebnisse ergibt. Er definiert die Lage einer Verteilung und ist vergleichbar mit dem empirischen arithmetischen Mittel einer Häufigkeitsverteilung in der Statistik. Eine stetige Zufallsgröße ist definiert durch das Intervall $[a, b]$, das die für sie möglichen Werte enthält, und die Funktion der Verteilungsdichte $p(x)$ der zufälligen Größe X .

Die Menge der Werte von X bilden ein beliebiges Intervall, wobei auch die Werte $a = -\infty$ und $b = +\infty$ zugelassen sind. Es müssen jedoch zwei Randbedingungen erfüllt sein (SOBOL 1974, RADE & WESTERGREN 2000, MUN 2006):

1) Die Dichte $p(x)$ ist positiv:

$$p(x) > 0 \tag{7}$$

$p(x)$ Verteilungsdichte
 x Zufallsgröße

2) Das Integral der Dichte $p(x)$ über das Intervall $[a, b]$ ist gleich 1:

$$\int_a^b p(x) dx = 1 \tag{8}$$

Der Erwartungswert μ einer stetigen Zufallsgröße X errechnet sich dann wie folgt:

$$\mu(X) = \int_a^b x \cdot p(x) dx \tag{9}$$

μ Erwartungswert

Grundsätzlich kann eine einfache Entscheidungsregel wie folgt lauten: Liegen der Erwartungswert und alle möglichen Werte des NPV über 0, so sollte die Wertschöpfungskonfiguration realisiert werden. Liegt der Erwartungswert des NPV über 0, aber nicht alle Werte im positiven Bereich, ist zu differenzieren, wie wahrscheinlich ein negativer NPV ist. Die Entscheidung, ob die Konfiguration realisiert wird oder nicht, ist dann von der Risikofreudigkeit des Entscheiders abhängig. Häufig werden auch mehrere unterschiedliche Konfigurationen miteinander verglichen. In folgender Abbildung liegt der Erwartungswert der Wertschöpfungskonfiguration 2 deutlich über dem von Konfiguration 1. Daher ist Konfiguration 2 zu bevorzugen.

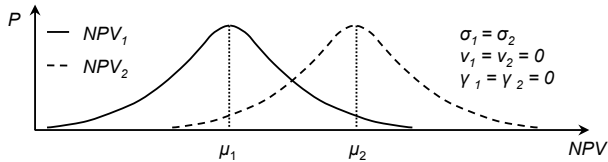


Abbildung 36: Skizze zum Vergleich der Erwartungswerte des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen

Das zweite Charakteristikum einer Wahrscheinlichkeitsverteilung ist die Standardabweichung, die die Ausdehnung einer Zufallsverteilung beschreibt. Diese ist ein Maß für die Streuung der Werte einer Zufallsgröße um ihren Mittelwert und errechnet sich aus der Wurzel der Varianz, welche als die Summe der quadrierten Abweichungen vom Erwartungswert definiert ist (HARTUNG et al. 2002, RADE & WESTERGREN 2000, SOBOL 1974).

$$VAR(X) = \sigma^2 = E(X - E(X))^2 \quad (10)$$

$VAR(X)$ Varianz von X

σ Standardabweichung von X

Daraus folgt:

$$\sigma = \sqrt{E((X - E(X))^2)} \quad (11)$$

Die Standardabweichung ist auch ein Maß für das Risiko eines Projektes. Je höher die Standardabweichung (je weiter die Werte um den Mittelwert streuen), desto höher ist auch das Risiko. Die in *Abbildung 37* dargestellte Wertschöpfungskonfiguration 2 ist risikoreicher als Konfiguration 1 ($\sigma_2 > \sigma_1$). Jedoch ist auch darauf hinzuweisen, dass Konfiguration 1 mit einer höheren Chance verbunden ist. Hier ist die Entscheidung vom Risikoverhalten des Entscheidungsträgers abhängig (SAVVIDES 1994, MUN 2006).

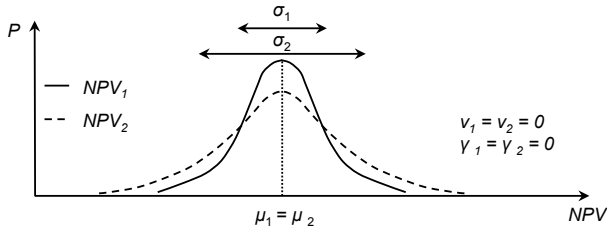


Abbildung 37: Skizze zum Vergleich der Standardabweichungen des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen

Der dritte Wert, die Schiefe $v(X)$ definiert die Neigungsstärke einer statistischen Verteilung und zeigt an, in welchem Maße sie geneigt ist. Bei einer Rechtsneigung wird von positiver Schiefe, bei einer Linksneigung von negativer Schiefe gesprochen (MUN 2006, HARTUNG et al. 2002, RADE & WESTERGREN 2000).

$$v(X) = \frac{E(X - E(X))^3}{\sqrt{VAR(X)^3}} \quad (12)$$

$v(X)$ Schiefe von X

Wie in *Abbildung 38* dargestellt, bewegt sich, wenn als Basis eine Normalverteilung herangezogen wird, der Erwartungswert $\mu(X)$ bei einer Rechtsneigung $v(X) > 0$ vom wahrscheinlichsten Wert aus nach rechts und umgekehrt. Die Standardabweichung der beiden Verteilungen kann den gleichen Wert aufweisen. Hierdurch wird deutlich, dass bei einer ausschließlichen Betrachtung von Erwartungswert und Standardabweichung fälschlicher Weise eine Entscheidung für ein Projekt mit rechtsschiefer Wahrscheinlichkeit getroffen werden könnte. Grundsätzlich sind Projekte mit Linksschiefe zu bevorzugen, da die Wahrscheinlichkeit eines größeren NPVs höher ist (MUN 2006).

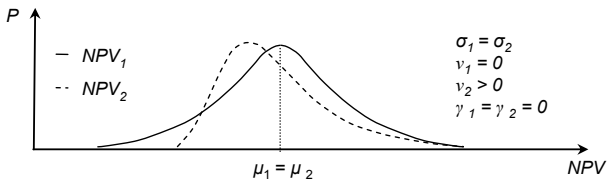


Abbildung 38: Skizze zum Vergleich der Schiefe des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen

Zuletzt beschreibt die Wölbung oder „Spitzigkeit“ einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, wie stark sich die Wölbung der Dichte von der einer Normalverteilung unterscheidet (RADE & WESTERGREN 2000, HARTUNG et al. 2002).

$$\gamma(X) = \frac{E(X - E(X))^4}{VAR(X)^2} - 3 \quad (13)$$

$\gamma(X)$ Wölbung von X

Wobei gilt: $\gamma = 0$: *normalgipflig* und beschreibt die Wölbung der Normalverteilung; $\gamma > 0$: *steilgipflig* und beschreibt eine im Vergleich zur Normalverteilung spitzere Verteilung; $\gamma < 0$: *flachgipflig* und beschreibt eine im Vergleich zur Normalverteilung abgeflachte Verteilung.

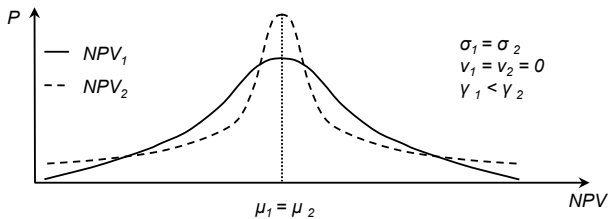


Abbildung 39: Skizze zum Vergleich der Wölbung des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen

In *Abbildung 39* werden die Wahrscheinlichkeitsverteilungen des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen mit unterschiedlicher Wölbung gezeigt. Die steilgipflige Verteilung (NPV_2) weist an den Enden höhere Eintrittswahrscheinlichkeiten auf. Dies bedeutet, dass bei einer höheren Wölbung das Eintreten extremer Werte und Risiken wahrscheinlicher ist. Somit ist eine Wertschöpfungskonfiguration mit einer höheren Wölbung risikobehafteter als ein Projekt mit einer geringen Wölbung (MUN 2006).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Wirtschaftlichkeit und das Gesamtrisiko einer Wertschöpfungskonfiguration anhand der beschriebenen mathematischen Charakteristika der Wahrscheinlichkeitsverteilung des NPV quantitativ bewertet sowie beschrieben werden können und somit auch ein objektiver Vergleich von Wertschöpfungskonfigurationen möglich ist. In den folgenden Kapiteln wird gezeigt, wie die Risikosituation der Wertschöpfungskonfiguration weiter analysiert werden kann.

5.5.2.2 NPV-at-Risk

Zur Bewertung des Risikos unternehmerischer Tätigkeit wurden bereits in Kapitel 2.5.2 Cash-Flow-at-Risk Modelle vorgestellt, die auch auf andere Größen übertragen werden können. Für die vorliegende Bewertung wird ein NPV-at-Risk-Ansatz gewählt. Dieser basiert auf den Ergebnissen der bereits durchgeführten Monte-Carlo-Simulation. Der NPV-at-Risk stellt ein Risikomaß dar und quantifiziert die Abweichung von einem geplanten NPV, die mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit $\alpha = 1 - p$ nicht überschritten wird. D.h. der NPV-at-Risk bildet das maximal mögliche Verlustmaß bei einem definierten Konfidenzniveau und einem vorgegebenen Planwert.

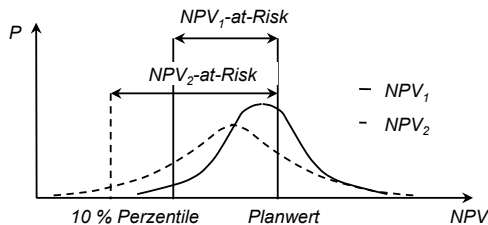


Abbildung 40: Skizze zum Vergleich des NPV-at-Risk auf Basis der Wahrscheinlichkeitsverteilungen des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen für $p = 10\%$

Wird für eine Wertschöpfungskonfiguration ein Planwert vorgegeben, können die NPV-at-Risk für die Alternativen errechnet und verglichen werden. Der Planwert ist ein zu erreichender NPV der Wertschöpfungskonfiguration. In *Abbildung 40* wird die Bestimmung des NPV-at-Risk für zwei Wertschöpfungskonfigurationen visualisiert. Da der NPV-at-Risk in Geldeinheiten gemessen wird und das höchst mögliche Verlustmaß darstellt, bildet er eine leicht verständliche Größe und gibt dem praktischen Entscheider ein greifbares Gefühl für das Risiko der Wertschöpfungskonfiguration. Hierbei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass durch den NPV-at-Risk die Chance eines höheren NPV nicht erfasst wird.

5.5.2.3 Sensitivitätsanalyse

Nachdem beschrieben wurde, wie das Gesamtrisiko einer Wertschöpfungskonfiguration zu ermitteln ist, wird im Folgenden darauf eingegangen, wie sich dieses Gesamtrisiko aus Einzelrisiken zusammensetzt. Die Bedeutung eines Einzelrisikos bemisst sich an dessen Einfluss auf die Zielgröße. Hierzu wurden bereits in Kapitel

2.5.2 die Grundlagen der Sensitivitätsanalyse vorgestellt. Das Verfahren zur Bestimmung der Zielgrößenänderung bei einer Veränderung der Eingangsgrößen besteht darin, festzustellen, wie sich bei Änderung der ursprünglichen als unsicher erachteten Eingangsparameter die Zielgröße ändert.

Die Zielgröße bildet im vorliegenden Fall der NPV einer Wertschöpfungskonfiguration. Die Sensitivitätsanalyse liefert somit Informationen über Risiken, die einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und das Gesamtrisiko der Wertschöpfungskonfiguration nehmen. In die Sensitivitätsanalyse sind die in Abschnitt 5.4 identifizierten und nach einer Priorisierung im Modell berücksichtigten Risiken zu integrieren. Die einzelnen Sensitivitäten der Risiken können beispielsweise in einer so genannten Tornado-Grafik dargestellt werden und spiegeln die Risikostruktur einer Wertschöpfungskonfiguration wieder.

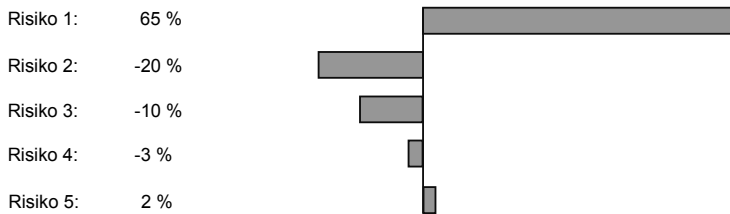


Abbildung 41: Beispielhafte Darstellung des Einflusses von Einzelrisiken in einer Tornado-Grafik

Der Einfluss eines Einzelrisikos auf den Kapitalwert ist abhängig von der Wahrscheinlichkeitsverteilung und dem relativen Anteil am Kapitalwert. So kann auch eine kleine Schwankung des Einkaufspreises eines Bauteiles durch eine hohe Einkaufsmenge einen großen Einfluss auf den Kapitalwert entwickeln.

Unterschiedliche Wertschöpfungskonfigurationen können ein gleiches Gesamtrisiko aufweisen, jedoch eine stark unterschiedliche Risikostruktur. Diese Risikostruktur wird durch die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse beschrieben. Beispielsweise weisen internationale Wertschöpfungskonfigurationen vergleichsweise höhere Risiken in den Bereichen der Logistikkosten, der Liefertreue und der Lieferantenentwicklung auf als lokale Wertschöpfungskonfigurationen. Nur die genaue Kenntnis über die Risikostruktur erlaubt den gezielten und differenzierten Einsatz von Maßnahmen zur Risikosteuerung.

5.5.2.4 Vergleich einzelner Ziehungen

Werden Wertschöpfungskonfigurationen miteinander verglichen, ergeben sich häufig Überschneidungen der Wahrscheinlichkeitsverteilungen des NPV (*Abbildung 42*). Hierbei ist zu beachten, dass die Wahrscheinlichkeitsverteilungen die Summe der NPV aller getätigten Ziehungen darstellen. Folglich weist nicht zwangsläufig in jeder Ziehung die Wertschöpfungskonfiguration mit dem höheren Erwartungswert auch den höheren NPV auf.

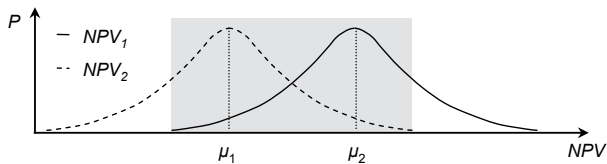


Abbildung 42: Skizze zum Vergleich der Wahrscheinlichkeitsverteilungen des NPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen mit grau hinterlegtem Bereich der Überschneidung

Daher sind die NPVs der einzelnen Ziehungen miteinander zu vergleichen. Sind die NPVs einer Wertschöpfungskonfiguration in jeder Ziehung höher, so ist dies auch die bessere Konfiguration. Ist dies nicht der Fall, sind neben den NPVs zusätzlich die einzelnen Risiken in den Ziehungen gegenüberzustellen. Es empfiehlt sich, zunächst die Risiken mit der höchsten Sensitivität zu untersuchen. Dazu ist für jede Ziehung die Differenz zwischen den NPVs der Wertschöpfungskonfigurationen (ΔNPV) zu berechnen und die Ziehungen nach wachsender oder abfallender Differenz zu ordnen. Wenn die Differenz der NPVs ihren Nullpunkt erreicht und überschreitet, schlägt die Vorteilhaftigkeit von einer Wertschöpfungskonfiguration auf die andere um. Nun sind die Risiken mit den höchsten Sensitivitäten über dem ΔNPV aufzutragen (vergleiche *Abbildung 43*). Verlaufen diese auch abfallend oder ansteigend, wie Risiko 1 in *Abbildung 43*, können Grenzen der Vorteilhaftigkeit der Konfigurationen bezüglich einzelner Risiken ermittelt werden. Ein mögliches Beispiel ist, dass ab einem höheren Wechselkurs von 1,23 €/€ Wertschöpfungskonfiguration 1 immer die vorteilhaftere ist bzw. umgekehrt.

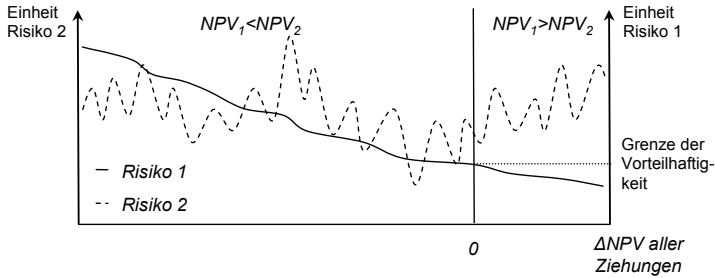


Abbildung 43: Entwicklung von Risiken über dem ΔNPV zweier Wertschöpfungskonfigurationen

Durch den Vergleich unterschiedlicher Ziehungen ist es möglich, die Wertschöpfungskonfigurationen differenziert bezüglich der einflussreichsten Risiken zu vergleichen und gezielt Maßnahmen zur Risikosteuerung einzusetzen.

5.5.3 Bewertung von Maßnahmen zur Risikosteuerung

Zu den häufig genutzten Risikosteuerungsmaßnahmen im Bereich der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit gehören die Anwendung von Materialpreisgleitklauseln, die Vereinbarung von Short-Fall-Payments oder Mindestabnahmemengen.

Die Materialpreisgleitklausel lässt eine Berücksichtigung aktueller Einkaufspreise bei der Preisfindung zu. Hierbei kann im Modell gewählt werden, welcher prozentuale Anteil (Materialpreisausgleichsfaktor = $MPAF$) einer Preisveränderung an den Kunden weiter gereicht wird. Hierzu ergibt sich folgende Formel für den Materialpreisausgleich pro Bauteil:

$$MPA = \sum_{m=1}^n (MP_{bm} - MP_{am}) \cdot MM_m \cdot MPAF_m \quad (14)$$

- MPA Materialpreisausgleich pro Bauteil
- MP_{bm} Basismaterialpreis für Material m
- MP_{am} marktaktueller Materialpreis oder Periodendurchschnittspreis für Material m
- MM_m Materialmenge von Material m
- m Materialnummer (1 - n)
- $MPAF$ Materialpreisausgleichsfaktor für Material m

Bei einem Short-Fall-Payment SFP wird dem Lieferanten beim Unterschreiten einer minimal abzufragenden Stückzahl N_{\min} eine Art Entschädigung oder Beitrag zur Fixkostendeckung zugesprochen, die geringer als der eigentliche Preis ausfällt. Die Zahlungen des Short-Fall-Payment pro Periode errechnen sich wie folgt:

$$SFP_t = \begin{cases} 0 & \text{für } N_t - N_{\min} \geq 0 \\ SFP \cdot (N_{\min} - N_t) & \text{für } N_t - N_{\min} < 0 \end{cases} \quad (15)$$

SFP_t	Short-Fall-Payment in der Periode t
t	Periode
N_t	Abgenommene Stückzahl in der Periode t
$N_{\min,t}$	Minimal abzunehmende Stückzahl in der Periode t
SFP	Short-Fall-Payment pro Stück

Bei einer Risikoabwälzung durch Mindestabnahmemengen wird durch den Kunden die Abnahme einer bestimmten Menge zugesichert.

$$N_t = \begin{cases} N_{benötigt_t} & \text{für } N_{benötigt_t} - N_{\min,t} \geq 0 \\ N_{\min,t} & \text{für } N_{benötigt_t} - N_{\min,t} < 0 \end{cases} \quad (16)$$

t	Periode
N_t	Abgenommene Stückzahl in der Periode t
$N_{benötigt_t}$	Eigentlich benötigte Stückzahl in der Periode t
$N_{\min,t}$	Minimal abzunehmende Stückzahl in der Periode t

Vorteilhaft für den Lieferanten ist bei der Mindestabnahmemenge, dass der vollständige Teilepreis bezahlt wird. Bei einem Stückzahlrückgang hat der Kunde die Möglichkeit, die Bauteile auch in anderen Fahrzeugprojekten einzusetzen, um so die vereinbarten Stückzahlen zu erreichen.

Um die Wirksamkeit von Risikosteuerungsmaßnahmen zu bewerten, sind die Wahrscheinlichkeitsverteilungen des NPV mit und ohne implementierter Risikosteuerungsmaßnahme bezüglich der in Abschnitt 5.5.2 bereits vorgestellten Kennzahlen zu vergleichen. *Abbildung 44* zeigt exemplarisch, wie sich durch die Anwendung einer Materialpreisgleitklausel der Erwartungswert erhöht und die Standardabweichung verringert.

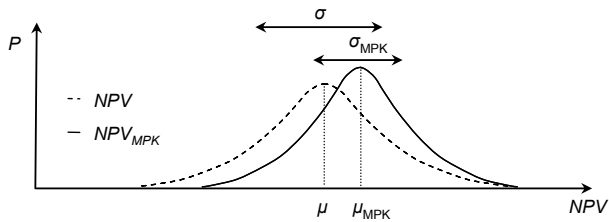


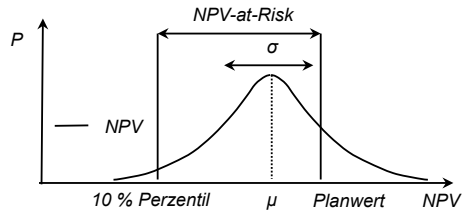
Abbildung 44: Skizze zum Vergleich der Wahrscheinlichkeitsverteilungen des NPV einer Wertschöpfungskonfiguration ohne (NPV) und mit Materialpreisgleitklausel (NPV_{MPK})

5.5.4 Zusammenfassung

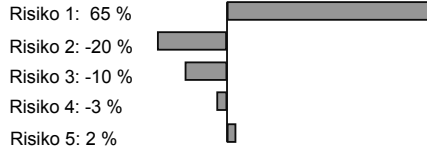
Das Vorgehen zur Auswertung der Ergebnisse der Simulation wird am Ende des Absatzes in einer Grafik zusammengefasst. Durch eine mathematische Analyse der Wahrscheinlichkeitsverteilung des NPV und die Bestimmung des NPV-at-Risk kann eine detaillierte Aussage über die Vorteilhaftigkeit einer Wertschöpfungskonfiguration gemacht werden, bzw. unterschiedliche Konfigurationen miteinander verglichen werden. Eine Sensitivitätsanalyse gibt Aufschluss über die Bedeutung einzelner Risiken in der Konfiguration. Der Vergleich einzelner Ziehungen erlaubt es, zu bestimmen von welchen Risiken die Vorteilhaftigkeit einer Wertschöpfungskonfiguration im Vergleich zu einer anderen abhängt. Weiterhin kann die Wirksamkeit von bekannten Risikosteuerungsmaßnahmen im direkten Vergleich überprüft werden.

Somit ist eine detaillierte Analyse und Bewertung der Risiken einer Wertschöpfungskonfiguration möglich und es kann ein fundierter Vergleich zwischen Alternativen unterschiedlicher Konfigurationen erfolgen. Auf Basis dieser Risikobewertung kann nun eine gezielte Risikosteuerung aufsetzen.

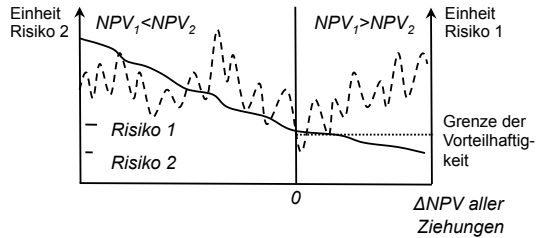
- Bestimmung von
- Erwartungswert μ
 - Standardabweichung σ
 - Schiefe v
 - Wölbung γ
 - NPV-at-Risk



- Bestimmung von Sensitivitäten



- Vergleich einzelner Ziehungen



- Bewertung von Maßnahmen zur Risikosteuerung

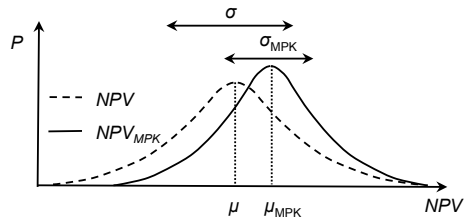


Abbildung 45: Schritte der Auswertung der Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulation

6 Validierung an einem Anwendungsbeispiel

6.1 Allgemeines

6.1.1 Zielsetzung des Kapitels

Die in Kapitel 5 erarbeitete Methode ist an einem Anwendungsbeispiel zu validieren. Hierdurch wird der formelle und dokumentierte Nachweis erbracht, dass die Methode für ihren Einsatzzweck geeignet ist und die an sie gestellten Anforderungen erfüllt. Insbesondere ist die Erfüllung der Anforderungen an die praktische Anwendbarkeit (Kapitel 3.2.3), wie die Integrationsfähigkeit in bestehende Planungsprozesse, Allgemeingültigkeit sowie Transparenz und Verständlichkeit zu prüfen. Durch die Validierung wird die Qualität der Methode sichergestellt und nachgewiesen.

6.1.2 Technische Umsetzung

Für die Bewertung wurde die Standardsoftware Microsoft Excel® verwendet. Zur Modellierung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen unterschiedlicher Risiken und zur Durchführung der Monte-Carlo-Simulation sowie von Zeitreihenanalysen wurde das Softwareprodukt Crystal Ball® des Herstellers Oracle genutzt. Die Software stellt die entsprechenden Funktionen in Microsoft Excel® zur Verfügung.

6.1.3 Ausgangssituation und Hinweise

In dem im Folgenden dargestellten Anwendungsbeispiel werden zwei unterschiedliche Wertschöpfungskonfigurationen für ein Kunststoffbauteil eines 2nd-Tier-Lieferanten der Automobilindustrie untersucht. Aus Gründen des Datenschutzes und der Geheimhaltung können nur grundlegende Angaben zu verwendeten Rohstoffen oder Kennzahlen der Produktionsprozesse gemacht werden. Daten wie Absatzmengen, Kosten, Preise oder der Kapitalwert wurden für das Anwendungsbeispiel modifiziert. Am Beispiel der geplanten Wertschöpfungsprozesse und der potentiell auftretenden Risiken wird gezeigt, wie vorgegangen wurde und welche Ergebnisse erzielt wurden. Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert, um die Vorteile der Methode nachzuweisen.

6.2 Aufnahme der möglichen Wertschöpfungskonfigurationen

6.2.1 Struktur alternativer Wertschöpfungskonfigurationen

Das zentrale Unternehmen der Wertschöpfungskonfiguration produziert als 2nd-Tier-Lieferant bisher nur in Deutschland. Es verfügt über deutsche Lieferanten (3rd-Tier-Lieferanten), mit denen es bereits über lange Zeiträume zusammenarbeitet (Abbildung 46). Für den Produktionsprozess werden drei unterschiedliche Materialien und zwei Hilfsstoffe durch Lieferanten bereitgestellt. Die Materialien 1 und 2 werden von den Lieferanten nach selbst entwickelten Rezepturen hergestellt und geliefert. Das Material 3 und die benötigten Hilfsstoffe sind Standardmaterialien. Das Unternehmen beliefert Werke eines Kunden (1st-Tier-Lieferant) in Europa und China sowie geringe Mengen an ein Werk in Südamerika.

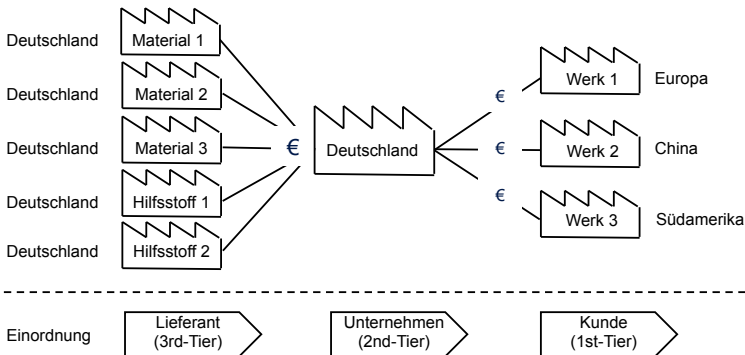


Abbildung 46: Darstellung der bestehenden Wertschöpfungskonfiguration

Für den Kunden ergibt sich die Chance, sein Geschäft in Südamerika langfristig deutlich auszubauen. Bisher ist das Unternehmen alleiniger Lieferant für die gesamten Bedarfe und will diese Stellung weiter sichern. Es ist Auflage des Kunden die Preise in US-Dollar zu entrichten. Des Weiteren ist es Wunsch, dass vom Unternehmen die Bedarfe für den südamerikanischen Raum in Nordamerika produziert werden. Der Kunde erhofft sich hierdurch eine höhere Reaktionsfähigkeit des Unternehmens.

Es ergeben sich zwei mögliche Wertschöpfungskonfigurationen, die in folgenden Abbildungen verdeutlicht sind. Die erste Konfiguration (Abbildung 47) ist durch eine Produktion der gesamten Bedarfe in Deutschland gekennzeichnet. Das Risiko und die Investitionen einer Verlagerung werden vermieden, jedoch die Chance einer

Verringerung der Auswirkungen von Wechselkursschwankungen bzw. des ungünstigen aktuellen Wechselkurses nicht genutzt.

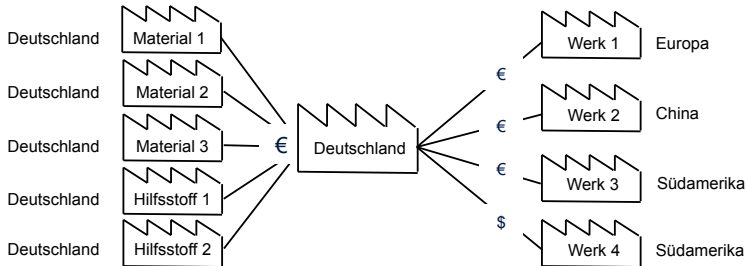


Abbildung 47: Darstellung der Wertschöpfungskonfiguration 1

Die zweite Wertschöpfungskonfiguration sieht eine Produktion der südamerikanischen Bedarfe in Nordamerika vor. Da hier kein Produktionsstandort vorhanden ist, sind Teile der Produktion von Deutschland nach Nordamerika zu verlagern. Dies ist mit entsprechendem Aufwand und Investitionen verbunden. Zudem sind neue Lieferanten in Amerika auszuwählen und zu qualifizieren. Hierbei ist von entscheidender Bedeutung, dass nach eingehender Suche keine geeigneten Lieferanten für die Materialien 1 und 2 gefunden werden konnten. Daher erfolgt eine Lieferung weiterhin aus Deutschland. Erschwerend kommt hinzu, dass diese Materialien aufgrund ihrer Verfallszeit nicht auf dem Seeweg transportiert werden können, sondern per Luftfracht zum nordamerikanischen Standort zu liefern sind. Zudem sind neue Mitarbeiter einzustellen und zu schulen. Der Produktionsanlauf und die Produktion sind mit erheblichen Risiken verbunden und eine Koordination ist durch die räumliche Distanz entsprechend kostenintensiv. Auf der anderen Seite ergibt sich durch eine Produktion in Nordamerika die Chance, das Risiko schwankender Wechselkurse zu reduzieren. Beide Werke des Kunden würden ihre Preise in US-Dollar entrichten.

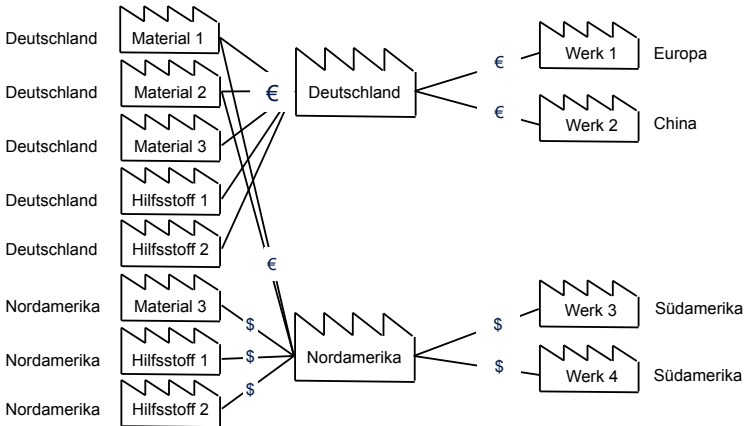


Abbildung 48: Darstellung der Wertschöpfungskonfiguration 2

Somit stellt sich die Frage, welche der beiden Wertschöpfungskonfigurationen vorzuziehen ist bzw. inwiefern die Vorteilhaftigkeit bzw. Nachteilhaftigkeit einer Konfiguration durch Maßnahmen zur Risikosteuerung beeinflusst werden kann.

6.2.2 Bestimmungsgrößen der Kunden-Lieferanten-Beziehungen

Eine einflussreiche Bestimmungsgröße bei der Beschreibung der Kunden-Lieferanten-Beziehungen sind die verhandelten Preise. Im vorliegenden Anwendungsbeispiel ist die Währung, in der die entsprechenden Preise zu entrichten sind, in *Abbildung 47* und *Abbildung 48* visualisiert. Die Umrechnung von Euro in US-Dollar soll anhand eines festen Wechselkurses erfolgen. Gleitklauseln, Stückzahlgrenzen, Mindestabnahmemengen oder Short-Fall-Payments wurden für die bisher bestehende Wertschöpfungskonfiguration nicht verhandelt. Pönalen und Lieferbedingungen entsprechen dem Branchenstandard. Die Vertragsdauer soll 6 Jahre betragen.

6.2.3 Aufnahme der Wertschöpfungsprozesse

Der Produktionsprozess gliedert sich in vier Schritte (*Abbildung 49*). Der erste Produktionsschritt ist das Spritzgießen des Bauteils. Die Zykluszeit des Spritzgussprozesses errechnet sich aus der Abkühlzeit des Werkzeuges und dem eigentlichen Gussvorgang. Pro Zyklus können mit einem Werkzeug gleichzeitig mehrere Bauteile gegossen werden (Kaliber). Zusätzlich sind Rüstvorgänge notwendig. Beim Spritzgießen ist zu berücksichtigen, dass Material 1 und 2 eine

Verfallszeit aufweisen. Dies bedeutet, dass das Material nach Herstellung durch den Lieferanten in einem definierten Zeitfenster weiterverarbeitet werden muss. Als nächster Produktionsschritt folgt das maschinelle Entgraten der Bauteile in Losen. Die Belegung der Maschinen erfolgt nach Füllgewicht. Zum Entgraten sind zwei Hilfsstoffe notwendig, deren Menge sich am Füllgewicht orientiert. Darauf folgend werden die Bauteile vereinzelt und orientiert sowie anschließend hinsichtlich mehrerer Qualitätsmerkmale geprüft. Im vorletzten Produktionsschritt werden die Bauteile geordnet und in Kisten gestapelt.

Für jeden einzelnen Prozessschritt sind wesentliche Bestimmungsgrößen der Wertschöpfung, wie in *Tabelle 7* gezeigt, aufzunehmen. Diese sind ergänzend und beispielhaft für den Prozess des Spritzgießens in *Abbildung 49* zusammengefasst.

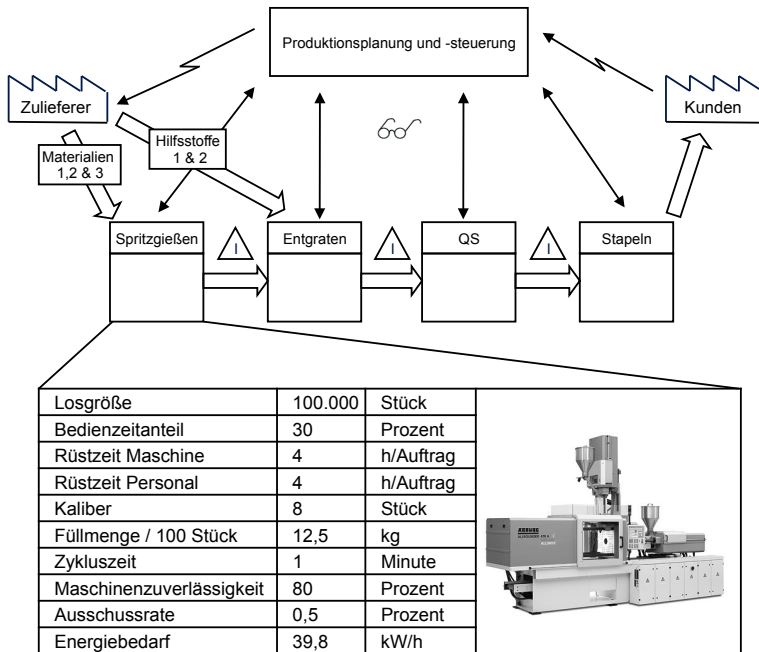


Abbildung 49: Darstellung der Produktionsprozesse

6.3 Aufbau des deterministischen Modells

6.3.1 Bildung des Kapitalwertmodells

Zur Erfassung der Lebenszykluskosten wird das in *Abbildung 23* (S. 80) gezeigte Lebenszyklusmodell herangezogen. Der Lebenszyklus setzt sich aus einer zweijährigen Gestaltungs- und Investitionsphase sowie einer zunächst sechsjährigen Produktionsphase zusammen.

In der Gestaltungsphase entfallen im vorliegenden Fall die Schritte der Ausschreibungsanalyse und Angebotsabgabe (siehe Phasen 2.1 und 2.2 in *Abbildung 23*), da bereits ein Lieferverhältnis zum Kunden besteht. Die Lieferantensuche und Auswahl (Phase 2.3 in *Abbildung 23*) beschränkt sich auf den amerikanischen Standort und auf Material 3 sowie die Hilfsstoffe 1 und 2. Da es sich hier um Standardmaterialien handelt, die vielfach am Markt angeboten werden, kann die Suche und Auswahl zu sehr geringen Kosten durchgeführt werden. Des Weiteren besteht keine Notwendigkeit die Lieferanten weiter zu qualifizieren. In der Planungsphase (Phase 2.4 in *Abbildung 23*) fallen Kosten für die Planung des Nordamerikanischen Standortes an. Die Planung erfolgt mit Geschäftspartnern vor Ort.

Die Investitionskosten in Sachgüter (Phase 3.1 in *Abbildung 23*) setzen sich im Wesentlichen aus Kosten für Anlagen für das Spritzgießen, das Entgraten, die Qualitätssicherung und das automatische Stapeln zusammen. Am deutschen Standort vorhandene Anlagen gehen mit dem aktuellen Anlagevermögen ein. Für den amerikanischen Standort sind neue Maschinen zu beschaffen und die entsprechenden Transport- und Installationskosten zu berücksichtigen. Außerdem sind Kosten für die Aufbereitung der Produktionshalle in die Berechnung zu integrieren.

Außerdem fallen für den amerikanischen Standort Investitionskosten für Mitarbeiter (Phase 3.2 in *Abbildung 23*) an. Es werden vier Mitarbeiter für je 6 Monate am deutschen Standort geschult. Der Produktionsanlauf in Nordamerika wird durch einen deutschen Ingenieur über mindestens drei Monate hinweg unterstützt. Über dies hinaus sind weitere Mitarbeiter am nordamerikanischen Standort einzustellen.

Die Kosten der Produktionsphase sind in Bezug zu den in *Abbildung 49* gezeigten Prozessschritten zu erfassen. Hierbei sind die Kosten für Produktion und Logistik (Phase 4.1 in *Abbildung 23*) für den deutschen und den nordamerikanischen Produktionsstandort zu unterscheiden. Es ergeben sich nicht nur Unterschiede bei Lohn-, Energie- oder Transportkosten, sondern insbesondere im Bereich der Quali-

tätskosten und der Produktivität. Gerade zu Beginn kann am nordamerikanischen Standort das deutsche Kostenniveau nicht erreicht werden.

Zur Bestimmung der Kosten der Zusammenarbeit zwischen Kunde und Lieferanten (Phase 4.2 in *Abbildung 23*) werden Kosten am deutschen Standort im Einkauf, der Verwaltung und der Qualitätssicherung für einzelne Kunden und Lieferanten analysiert. Die ermittelten Kosten können für Wertschöpfungskonfiguration 1 herangezogen werden. Für Wertschöpfungskonfiguration 2 werden die Kosten mit Mitarbeitern der einzelnen Unternehmensbereiche angepasst.

Zur Erstellung des Kostenmodells werden, den in den einzelnen Phasen des Lebenszyklus identifizierten Kosten verursachenden Prozessen, Kostenelemente zugeordnet. *Tabelle 4* (S. 83) wird hierbei als Hilfestellung verwendet. Die einzelnen Elemente werden dann durch Kostenfunktionen ausgedrückt. Exemplarisch wird anhand des Kosten verursachenden Teilprozessschrittes Spritzgießen das Ergebnis einer solchen Zerlegung in folgender Tabelle dargestellt.

Kostenelement	Einheit	2010
Energiekosten	€/h	5,1792
Raumkosten	€/h	0,6600
Instandhaltung SK	€/h	1,7000
Instandhaltung PK	€/h	2,4000
Einrichten	€/h	2,0000
Maschinenstundensatz	€/h	11,9392
Maschinenkosten	€/Stück	0,0199
Rüstkosten	€/Stück	0,0010
Lohnkosten	€/Stück	0,0132
Kosten Spritzgießen	€/Stück	0,0341

Tabelle 8: Exemplarische Kostenaufschlüsselung für den Prozessschritt des Spritzgießens am Standort Deutschland

Durch eine Zusammenfassung aller Kostenfunktionen wird das Kostenmodell gebildet. Auf Basis der dem Kunden gelieferten Mengen ergeben sich daraus die Gesamtkosten (Auszahlungen) pro Periode.

Die Periodenerlöse (Einnahmen) ergeben sich aus den verhandelten Verkaufspreisen multipliziert mit der verkauften Stückzahl pro Periode. Die Verkaufspreise sinken pro Jahr um 2%, da Lernkurveneffekte an den Kunden weiterzugeben sind.

Die Gesamtkosten werden den Periodenerlösen (Einnahmen) gegenübergestellt und mit den Investitionen im Kapitalwertmodell verrechnet.

6.3.2 Ermittlung und Integration von Prognosewerten

Das deterministische Modell ist nun mit Prognosewerten zu füllen, um die folgenden 6 Perioden zu berechnen. Hierzu ist eine Vielzahl von Prognosewerten zu erheben. Dies geschieht auf Basis der in Abschnitt 5.3.2 vorgestellten Verfahren. Hierbei kann die Prognose von Marktfaktoren und produktionstechnischen Faktoren unterschieden werden.

Zur Prognose von Marktfaktoren wie beispielsweise Wechselkursen, Energiepreisen, Materialpreisen oder Lohnkosten wird im vorliegenden Modell auch auf Prognosen von externen Institutionen wie beispielsweise der Deutschen Bank zurückgegriffen. Für das deterministische Modell sind eine Vielzahl an Prognosen zu treffen, von denen einige Wesentliche auszugsweise in *Abbildung 50* zusammengefasst sind.

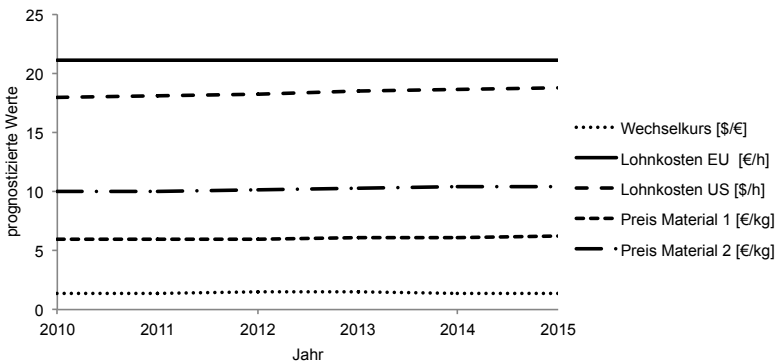


Abbildung 50: Prognose von Wechselkurs, Lohnkosten und Materialpreisen bis zum Jahr 2015

Zu produktionstechnischen Faktoren zählen beispielsweise Bedienzeiten, Ausschussquoten oder Qualitätskosten. Im vorliegenden Fall kann auf eine Reihe wichtiger Daten aus der aktuellen Produktion am Standort in Deutschland zurückgegriffen werden. Die Prognose erfolgt somit vergangenheitsbasiert.

Dahingegen sind die Produktionsbedingungen am amerikanischen Standort weitestgehend unbekannt. Daher wird hier die zukunftsorientierte Methode der Expertenbefragung angewendet und überprüft, inwiefern Erfahrungswerte vom

deutschen auf den nordamerikanischen Standort übertragen werden können oder anzupassen sind. Am nordamerikanischen Standort ist eine starke Lernkurve zu antizipieren. Zu Beginn werden hohe Qualitäts- und Ausschusskosten auftreten, die mit der Zeit sinken. Insbesondere besteht die Gefahr von Produktionsausfällen, da bei Maschinenausfällen keine Ausweichmöglichkeiten bestehen. In diesem Fall sind Bauteile vom deutschen Produktionsstandort per Flugzeug an das Werk in Südamerika zu liefern.

Am Beispiel des Prozesses des Spritzgießens wird in folgender Tabelle gezeigt, wie die Integration der Prognosewerte in das deterministische Modell erfolgt. Die Berechnung aus *Tabelle 8* wird jeweils unter Berücksichtigung der Prognosen für die einzelnen Jahre durchgeführt. Aufgrund steigender Lohn- und Energiekosten ergeben sich steigende Kosten für das Spritzgießen.

Kostenelement	Einheit	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Energiekosten	€/h	5,1792	5,2310	5,2833	5,3361	5,3895	5,4434
Raumkosten	€/h	0,6600	0,6600	0,6600	0,6600	0,6600	0,6600
Instandhaltung SK	€/h	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
Instandhaltung PK	€/h	2,4000	2,4000	2,4000	2,4000	2,4000	2,4000
Einrichten	€/h	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000
Maschinenstundensatz	€/h	11,9392	11,9910	12,0433	12,0961	12,1495	12,2034
Maschinenkosten	€/Stück	0,0199	0,0200	0,0201	0,0202	0,0202	0,0203
Rüstkosten	€/Stück	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Lohnkosten	€/Stück	0,0132	0,0133	0,0135	0,0136	0,0137	0,0139
Kosten Spritzgießen	€/Stück	0,0341	0,0343	0,0346	0,0348	0,0349	0,0352

Tabelle 9: Exemplarische Prognose der Kosten für das Spritzgießen für 6 Perioden am Standort Deutschland

Für die Wertschöpfungskonfiguration 1 und 2 ergeben sich auf Basis des deterministischen Kapitalwertmodells die in *Tabelle 10* aufgeführten Werte. Hierbei ist zu beachten, dass durch die Angabe der beiden Kapitalwerte eine Scheingenauigkeit der durchgeführten Bewertung suggeriert wird. Tatsächlich unterliegen beide Werte einer hohen Unsicherheit, welche jedoch nicht quantifiziert ist.

Konfiguration	WK 1	WK 2
deterministischer Kapitalwert	1.241.891	791.657

Tabelle 10: Gegenüberstellung der deterministischen Kapitalwerte von Wertschöpfungskonfiguration 1 und 2

6.4 Aufbau des stochastischen Modells

6.4.1 Risikoidentifikation und Priorisierung

Die in Kapitel 4 identifizierten Hauptrisiken sind die Spezifität von Investitionen, Stückzahlrückgang, Lohn-, Materialpreis- bzw. Wechselkursschwankungen, schlechte Qualität insbesondere durch nicht Beherrschen von Innovationen, Nicht-Einhalten des SOP-Termins und die Insolvenz von Lieferanten. Im vorliegenden Anwendungsbeispiel werden im Zuge der Risikoidentifikation und Priorisierung vorhandene Daten des Unternehmens, wie Risikochecklisten und öffentlich zugängliche Daten, wie die Volatilität von Wechselkursen oder Materialpreisen, analysiert. Zudem wurden wesentliche Risiken in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern des Unternehmens identifiziert und priorisiert. In folgender Tabelle ist eine Rangfolge der identifizierten Risiken dargestellt.

Rang	Risiko
1	Stückzahl
2	Materialkosten
3	Wechselkurs
4	Lohnkosten
5	Energiekosten
6	Normalverteilung
7	Ausschuß
8	Produktivität USA
9	Kosten Produktionsausfall
10	Betreuungskosten USA

Tabelle 11: Modellierung der einzelnen Risiken

Durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung werden die Risiken unsichere Stückzahlen, Materialpreise, Wechselkurse, Energiepreise, Lohnkosten, Qualitätskosten, Ausschuss, Kosten für Produktionsausfälle in den USA, die Betreuungskosten der Produktion in den USA durch deutsche Ingenieure und die Arbeitsproduktivität des nordamerikanischen Standortes im Verhältnis zum deutschen abgebildet. Durch die Berücksichtigung von Stückzahlsschwankungen und der getätigten Investitionen wird dem Risiko der Spezifität von Investitionen Rechnung getragen. Das Risiko des Nicht-Einhalten des SOP-Termins greift im Falle der deutschen Produktion nicht, da hier auf bekannte Lieferanten und Materialien zurückgegriffen wird. Das Risiko besteht jedoch am amerikanischen Standort. In diesem Fall würden die Werke des Kunden in Südamerika, wie bei einem Produktionsausfall, mit Teilen aus

Deutschland beliefert werden. Die Insolvenz von Lieferanten stellt im vorliegenden Beispiel ein geringes Risiko dar. Standardmaterialien können von einer Vielzahl von Lieferanten bezogen werden. Die speziell für das Unternehmen gelieferten Materialien könnten auch im Unternehmen selbst hergestellt werden.

6.4.2 Risikobewertung und Modellierung

Wie in Abschnitt 5.4.2 gezeigt sind unterschiedliche Risiken unterschiedlich zu modellieren. Marktrisiken sind mit Hilfe des Itô-Prozesses und Technologierisiken mit Hilfe der Beta-Pert-Verteilung abzubilden. *Tabelle 12* zeigt die Modellierungsarten der einzelnen Risiken im vorliegenden Beispiel.

Risiko	Modellierung
Lohnkosten	Itô-Prozess
Materialkosten	Itô-Prozess
Wechselkurs	Itô-Prozess
Energiekosten	Itô-Prozess
Stückzahl	Beta-Pert
Qualitätskosten	Beta-Pert
Ausschuss	Beta-Pert
Kosten Produktionsausfall USA	Beta-Pert
Betreuungskosten USA	Beta-Pert
Produktivität USA	Beta-Pert

Tabelle 12: Modellierung der einzelnen Risiken

Die abgesetzten Stückzahlen sind als Beta-PERT-Verteilung und nicht als Itô-Prozess modelliert, da es sich um Hochrechnungen des Kunden handelt. Dieser liefert Baugruppen an unterschiedliche Kunden in unterschiedlichen Fahrzeugprojekten, die sich in verschiedenen Phasen ihres Lebenszyklus befinden. Durch diese Überlagerung werden die Stückzahlen auch wesentlich durch den Start und den Auslauf von Fahrzeugprojekten beeinflusst, was eine Modellierung mit dem Itô-Prozess als nicht sinnvoll erscheinen lässt.

Um Abhängigkeiten der einzelnen Risiken untereinander abbilden zu können und das Zustandekommen von unrealistischen Szenarien zu verhindern, wurden im Gespräch mit Experten die Korrelationskoeffizienten für abhängige Risiken bestimmt. Die Ergebnisse sind in folgender Korrelationsmatrix zusammengefasst:

	Lohnkosten USA	Lohnkosten D	Energiekosten USA	Energiekosten D	Wechselkurs	Materialkosten USA	Materialkosten D	Qualitätskosten USA	Qualitätskosten D
Lohnkosten USA	1	0,7							
Lohnkosten D	0,7	1							
Energiekosten USA			1	0,7		0,6			
Energiekosten D			0,7	1			0,6		
Wechselkurs					1				
Materialkosten USA			0,6			1	0,8		
Materialkosten D				0,6		0,8	1		
Qualitätskosten USA								1	0,4
Qualitätskosten D								0,4	1

Tabelle 13: Korrelationsmatrix mit Korrelationskoeffizienten

Material, Energie und Lohnkosten entwickeln sich auf den Märkten in Deutschland und den USA sehr ähnlich. Da die technischen Produktionsprozesse an beiden Standorten die gleichen sind, ergeben sich vergleichbare Qualitätskosten. Aufgrund der Tatsache, dass zur Herstellung von Kunststoffen Rohöl genutzt wird und gleichzeitig Energie benötigt wird, besteht eine Verbindung zwischen Material- und Energiekosten. Hierbei ist zu betonen, dass der Korrelationskoeffizient nichts über die absolute Höhe der Faktoren aussagt, sondern über die Intensität ihrer Abhängigkeit voneinander. Im Beispiel bedeutet dies, dass die Lohnkosten in Deutschland und den USA keinesfalls gleich hoch sind, aber die Lohnkosten in ähnlichen Maßen steigen und fallen.

6.4.3 Integration bekannter Mechanismen zur Risikosteuerung

Zur Kalkulation der einzelnen Materialkosten und auch Verkaufspreise sind besondere Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Diese spiegeln im Wesentlichen die vertraglich vereinbarten Regeln der Preisbestimmung mit Lieferanten und auch Kunden wieder. Durch diese ist es möglich, Risiken auf Vertragspartner abzuwälzen. Im vorliegenden Beispiel werden eine Materialpreisgleitklausel, ein Short-Fall-Payment und die Mindestabnahmemengen einer bestimmten Stückzahl in das Modell integriert. Hierbei können im Modell die Parameter der Risikosteuerungsmaßnahmen variiert werden. Für die folgende Auswertung wurden die Parameter wie folgt definiert:

- Die Gleitklausel wird für die Materialien 1, 2 und 3 implementiert. Hierbei wird ein Materialpreisausgleichsfaktor $MPAF = 90$ Prozent gewählt. Dies bedeutet, dass sowohl 90 Prozent der Materialpreissteigerung als auch -verringerng an den Kunden weitergegeben werden.
- Bei Anwendung des Short-Fall-Payment zur Risikosteuerung sind vom Kunden 0,11 € pro Bauteil bzw. 0,15 \$ pro Bauteil zu bezahlen, wenn die Menge an Bauteilen den Prognosewert um mehr als 30 Prozent unterschreitet.
- Es wird eine Mindestabnahmemenge von 65 Prozent des Prognosewertes vom Kunden garantiert.

6.5 Simulation, Auswertung und Interpretation der Ergebnisse

Der Erwartungswert, die Standardabweichung, die Schiefe, die Wölbung und der NPV-at-Risk wurde für den NPV beider Konfigurationen kalkuliert. Zudem wurden die Daten unter Berücksichtigung der genannten Risikosteuerungsmechanismen berechnet. Zur Berechnung des NPV-at-Risk wird von einem vorgegebenen Planwert des NPV von 1,2 Millionen € ausgegangen. Dieser wird für ein Konfidenzniveau $\alpha = 90\%$ angegeben. Die Ergebnisse werden in *Tabelle 14* zusammengefasst.

Konfiguration	WK 1	WK 2	WK 1	WK 2
implementierte Risikosteuerungsmaßnahme	keine		Materialpreisgleitklausel	
Erwartungswert μ	1.241.891	791.657	1.325.151	874.518
Standardabweichung σ	398.758	383.917	366.351	355.105
Schiefe v	0,14	0,1151	0,0595	0,0210
Wölbung γ	3,01	3,00	2,99	2,97
NPV at Risk	462.503	895.468	342.020	779.793
implementierte Risikosteuerungsmaßnahme	Shortfall Payment		Mindestabnahmemengen	
Erwartungswert μ	1.325.130	902.035	1.274.066	808.981
Standardabweichung σ	356.239	332.045	371.352	364.051
Schiefe v	0,2779	0,2718	0,2200	0,1744
Wölbung γ	3,08	3,07	3,03	2,99
NPV at Risk	319.481	713.374	393.348	850.950

Tabelle 14: Gegenüberstellung der Wertschöpfungskonfigurationen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Risikosteuerungsmechanismen

Die Erwartungswerte des NPV von Wertschöpfungskonfiguration 1 liegen immer über denen von Wertschöpfungskonfiguration 2. Dies ist auf die zu tätigenen Investitionen am amerikanischen Standort zurückzuführen. Die niedrigere Standardabweichung in Wertschöpfungskonfiguration 2 ist auf die Kompensation

der Wechselkursschwankungen durch eine Produktion auf Dollar-Basis zu erklären. Es wäre zunächst anzunehmen, dass hierdurch das Ziel einer realen Risikoreduzierung erreicht ist. An dieser Stelle wird der Vorteil des NPV-at-Risk deutlich. Obwohl die Standardabweichung in Wertschöpfungskonfiguration 2 geringer ist, ist der NPV-at-Risk ungefähr doppelt so groß. Dies ist auf eine höhere mögliche negative Abweichung vom Planwert zurückzuführen.

Folgend sind die Sensitivitätsanalysen für die Wertschöpfungskonfigurationen ohne eine Anwendung von Risikosteuerungsmechanismen dargestellt (*Abbildung 51* und *Abbildung 52*). Dominante Risiken sind die Absatzmenge, die Materialkosten und der Wechselkurs. Die Kompensation von Wechselkursschwankungen durch eine Teilverlagerung nach Amerika verringert die Sensitivität des Wechselkurses fast gänzlich. Die hohen Sensitivitäten von Absatzmenge und Materialkosten legen Risikosteuerungsmechanismen durch eine Mindestabnahmenmenge, Short-Fall-Payment und Materialpreisgleitklausel nahe.

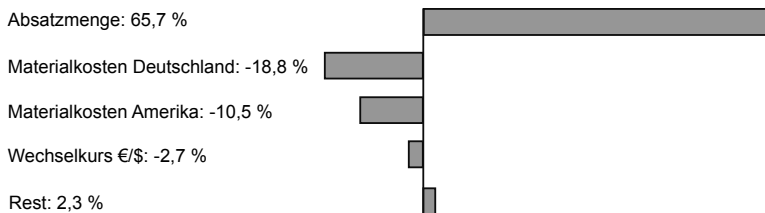


Abbildung 51: Visualisierung der Sensitivitätsanalyse mit Hilfe eines Tornadocharts für Wertschöpfungskonfiguration 1

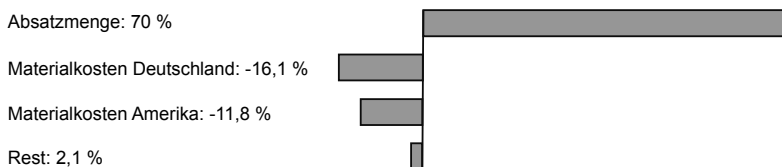


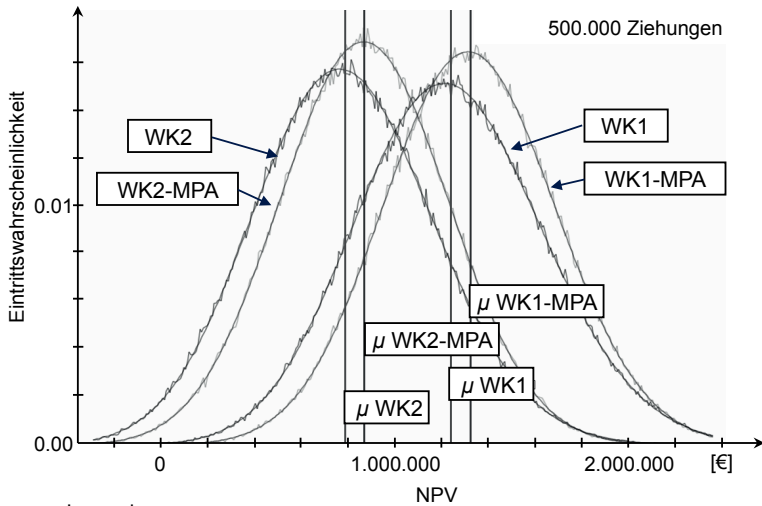
Abbildung 52: Visualisierung der Sensitivitätsanalyse mit Hilfe eines Tornadocharts für Wertschöpfungskonfiguration 2

Bei Betrachtung von *Tabelle 14* ist festzustellen, dass durch die Anwendung der unterschiedlichen Mechanismen zur Risikoüberwälzung in jedem Fall ein besserer Erwartungswert, eine geringere Standardabweichung und ein geringerer NPV-at-

Risk erreicht wird. Der am besten wirksame Mechanismus ist in vorliegendem Beispiel die Verankerung eines Short-Fall-Payment im Vertrag mit dem Kunden. Es wird jedoch an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Wirksamkeit der einzelnen Mechanismen stark abhängig von der Festlegung der einzelnen Parameter ist und das vorliegende Beispiel keine Allgemeingültigkeit besitzt.

Als Vorgehensstrategie für eine Vertragsverhandlung würde sich anbieten, den Betrieb eines Werkes in Amerika an die Anwendung eines Short-Fall-Payments zu binden, um das zusätzliche Risiko auf beide Partner zu verteilen.

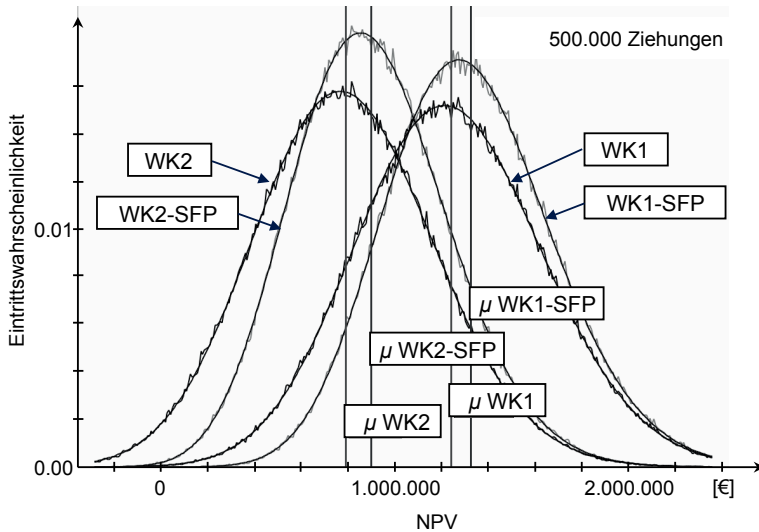
Nachfolgend werden die Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Wertschöpfungskonfiguration 1 und 2 gegenübergestellt und die Auswirkungen der angewendeten Risikosteuerungsmaßnahmen visualisiert. Hierbei wird deutlich, wie durch die Risikosteuerungsmechanismen der Erwartungswert einer jeden Wertschöpfungskonfiguration erhöht wird. Zudem ist ersichtlich, dass die Wahrscheinlichkeitsverteilungen einer Konfiguration mit Risikosteuerungsmechanismen auf der linken Seite, also auf der Verlustseite, bessere Werte aufweisen und auf der rechten Seite, also der Gewinnseite, ähnliche Werte zeigen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die untersuchten Risikosteuerungsmechanismen wie Versicherungen wirken, die in einem Schadensfall greifen.



Legende:

- WK1 Wertschöpfungskonfiguration 1
- WK2 Wertschöpfungskonfiguration 2
- WK1-MPA Wertschöpfungskonfiguration 1 mit Materialpreisgleitklausel
- WK2-MPA Wertschöpfungskonfiguration 2 mit Materialpreisgleitklausel

Abbildung 53: Gegenüberstellung des NPV der Wertschöpfungskonfigurationen 1 und 2 mit und ohne Berücksichtigung einer Materialpreisgleitklausel



Legende:

- WK1 Wertschöpfungskonfiguration 1
- WK2 Wertschöpfungskonfiguration 2
- WK1-SFP Wertschöpfungskonfiguration 1 mit Short-Fall-Payment
- WK2-SFP Wertschöpfungskonfiguration 2 mit Short-Fall-Payment

Abbildung 54: Gegenüberstellung des NPV der Wertschöpfungskonfigurationen 1 und 2 mit und ohne Berücksichtigung eines Short-Fall-Payment

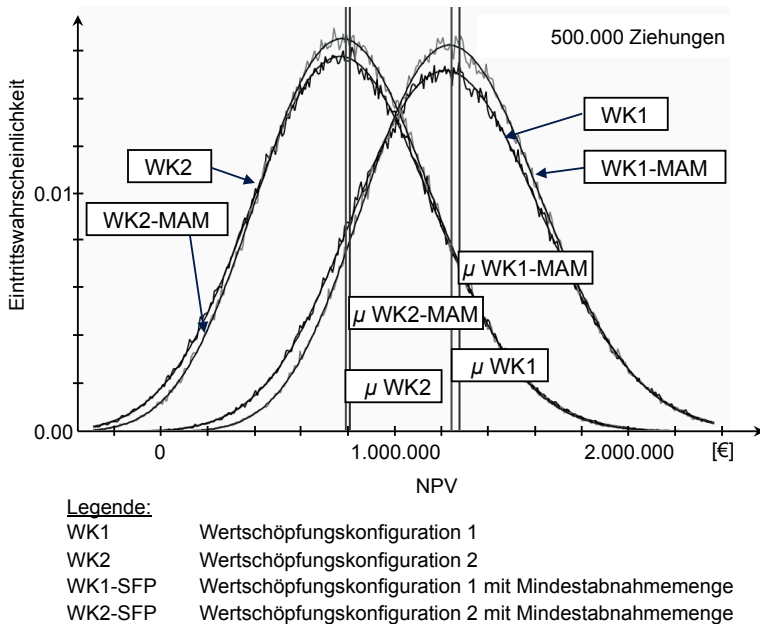


Abbildung 55: Gegenüberstellung des NPV der Wertschöpfungskonfigurationen 1 und 2 mit und ohne Berücksichtigung einer Mindestabnahmemenge

Beim Vergleich einzelner Ziehungen von Wertschöpfungskonfiguration 1 und 2 war immer Wertschöpfungskonfiguration 1 die vorteilhaftere. Daher kann eine Untersuchung der Auswirkung einzelner Risiken auf die Vorteilhaftigkeit entfallen.

6.6 Bewertung der Methode

Anhand der im Anwendungsbeispiel gewonnenen Erkenntnisse wird in diesem Kapitel der Mehrwert der Bewertungsmethode kritisch hinterfragt. Hierzu werden die in Kapitel 3.2 definierten Anforderungen herangezogen.

Anforderungen an die Modellierung

Die relevanten lieferantenbezogenen, kundenbezogenen und unternehmensinternen Kosten sowie Risiken können über den gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugprojektes hinweg in die Modellbildung einbezogen werden und somit die *Vollständigkeit* sichergestellt werden. Die vorhandenen Risiken werden durch eine Abbildung mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen *quantitativ modelliert* und so die Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit einer Wertschöpfungskonfiguration be-

rechnet. Der *Zeitabhängigkeit von Risiken* wird durch die Modellierung von Itô-Prozessen Rechnung getragen. Dies stellt eine realistische Modellierung von Marktrisiken sicher. *Korrelationen zwischen Risiken* werden durch den Korrelationskoeffizient nach Bravias-Pearson abgebildet. Dies stellt eine ausreichend genaue und in der Praxis gut durchführbare Vorgehensweise dar. *Mechanismen zur Risikoabwälzung* finden in der Methode Berücksichtigung. Auch die Bewertung der Wirksamkeit einzelner Mechanismen ist möglich. Die *Kosten und Erlöse der Wertschöpfungsprozesse* werden auf Basis einer Wertstromanalyse detailliert analysiert und in das Bewertungsmodell integriert. Der *Lebenszykluscharakter* eines Fahrzeugprojektes sowie die *Zusammenarbeit* zwischen den Unternehmen einer Wertschöpfungskonfiguration wird auf Basis der in der Fallstudie ermittelten Modelle berücksichtigt.

Anforderungen an die praktische Anwendbarkeit

Die Methode ist problemlos in den *bestehenden Planungsprozess zu integrieren*. Die unterschiedlichen geplanten Alternativen für Wertschöpfungskonfigurationen konnten mit dem vorhandenen Kenntnisstand in der Planungsphase abgebildet werden. Die *Allgemeingültigkeit* der Methode konnte durch die Anwendung in einem weiteren Anwendungsbeispiel validiert werden. Die *Transparenz und Verständlichkeit* wurde durch die Beteiligten im Anwendungsbeispiel bestätigt. Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass die Erläuterung der Modellierung, beispielsweise stochastischer Prozesse, viel Zeit in Anspruch nimmt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die in Abschnitt 3.2 definierten Anforderungen durch die vorgestellte Methode erfüllt werden. Die Risikosituation und Wirtschaftlichkeit von Wertschöpfungskonfigurationen kann transparent und quantitativ ermittelt und dargestellt werden. Zudem wird das Unternehmen dabei unterstützt, die am besten geeigneten Maßnahmen zur Risikosteuerung zu wählen und zu gestalten. Die gewonnene Transparenz erlaubt es Unternehmen, zum einen unterschiedliche Wertschöpfungskonfigurationen zu bewerten und zum anderen in Vertragsverhandlungen mit Lieferanten und Kunden gezielt Maßnahmen zur Risikosteuerung durchzusetzen. Hierdurch kann verhindert werden, dass Unternehmen Risiken eingehen, die ihren Geschäftserfolg langfristig gefährden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

In der Automobilindustrie haben eine Reihe von Entwicklungen, wie eine steigende Variantenvielfalt, ein hoher Innovationsdruck, eine wachsende Internationalisierung, ein turbulentes Marktumfeld sowie die Fragmentierung von Wertschöpfungsketten, die Branche stark verändert. Der Erfolg eines Unternehmens ist nicht mehr isoliert zu bestimmen, sondern ist in zunehmendem Maße davon abhängig, wie gut es mit Lieferanten und Kunden in einer Wertschöpfungskonfiguration zusammenarbeitet.

Der wirtschaftliche Erfolg von Wertschöpfungskonfigurationen wird durch die steigenden Auswirkungen sowie Anzahl von Risiken und sinkende Prognosegenauigkeiten gefährdet. Gleichzeitig fehlen Methoden im Risikomanagement, um eine Bewertung der Risikosituation durchzuführen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, die Wirtschaftlichkeit und das Risiko von Wertschöpfungskonfigurationen in der Automobilindustrie zu bewerten.

Im Zuge einer empirischen Analyse auf Basis einer Fallstudie konnten wesentliche Wissenslücken geschlossen werden. Im Speziellen konnte gezeigt werden, dass sich Lieferanten häufig in einer Machtlücke zwischen Kunden und eigenen Lieferanten wiederfinden. Des Weiteren wurden vorherrschende Risiken und Maßnahmen zur Risikosteuerung ermittelt. Über dies hinaus wurde ein Lebenszyklus- sowie ein Lebenszykluskostenmodell für Wertschöpfungskonfigurationen erarbeitet.

Die zur Bewertung von Wertschöpfungskonfigurationen erarbeitete Methode stellt eine Kombination unterschiedlicher wissenschaftlich begründeter Verfahren dar. Eine Analyse möglicher Wertschöpfungskonfigurationen erlaubt es, genaue Aussagen über die Struktur der Konfiguration und über einzelne Wertschöpfungsprozesse zu machen. Hierauf aufbauend werden Kosten und Erlöse für eine Kapitalwertberechnung ermittelt. Dieses deterministische Kapitalwertmodell wird durch die Integration von Risiken zu einem stochastischen Modell erweitert. Risiken werden hierbei quantitativ durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen modelliert und Korrelationen zwischen diesen berücksichtigt. Durch eine Monte-Carlo-Simulation können die Auswirkungen der Risiken auf den Kapitalwert mittels der resultierenden Wahrscheinlichkeitsverteilung bestimmt werden. Einzelne Kennziffern zur Charakterisierung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen erlauben einen genauen Vergleich unterschiedlicher Wertschöpfungskonfigurationen. Ebenso können bekannte Risikosteuerungsmaßnahmen in die Bewertung integriert und deren Wirksamkeit nachgewiesen werden.

Mit Hilfe der erarbeiteten Methode können Unternehmen ihre eigenen Wertschöpfungskonfigurationen bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit und des Risikos bewerten sowie Alternativen und die Wirksamkeit von Risikosteuerungsmaßnahmen vergleichen. Dies erlaubt es Unternehmen, gezielt die eigenen Wertschöpfungskonfigurationen wirtschaftlich und mit minimalem Risiko zu planen und bei Verhandlungen mit Lieferanten oder Kunden Maßnahmen zur Risikosteuerung optimal einzusetzen. Im Vergleich zu einer einfachen Kapitalwertberechnung auf Basis der unternehmensinternen Wertschöpfungsprozesse liefert die Methode deutlich bessere Ergebnisse. Der Nutzen liegt jedoch nicht in einer weiteren Präzisierung von Annahmen und Ergebnissen, sondern viel mehr in der Verankerung des Bewusstseins für Risiken und deren quantifizierbaren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit sowie in der Abkehr von einer isolierten Betrachtung eines Unternehmens hin zum Denken in Wertschöpfungskonfigurationen.

Die Anwendung in der Praxis zeigt das Potential der entwickelten Methode, jedoch werden gleichzeitig weitere Handlungsfelder deutlich. Hierbei kann die vorgestellte Methode Grundlage zukünftiger Arbeiten sein.

Ein Ansatzpunkt für zukünftige Forschungsarbeiten liegt in der Integration der Methode in die Entwicklung von Wertschöpfungskonfigurationen. In der vorliegenden Arbeit wird davon ausgegangen, dass alternative Konfigurationen bereits vorliegen. Dies ist ein in der Praxis häufig auftretender Fall, da Alternativen zu bestehenden Wertschöpfungskonfigurationen oft durch Wünsche des Kunden entstehen. Jedoch könnte die Methode so weiter entwickelt werden, dass sie eine optimale Entwicklung von Wertschöpfungskonfigurationen unter Berücksichtigung möglicher Risikosteuerungsmechanismen unterstützt.

Weiterhin könnten Risikosteuerungsmaßnahmen miteinander kombiniert werden und Optimierungsalgorithmen entwickelt werden, die den besten Mix an Maßnahmen ermitteln, um das Risiko einer Wertschöpfungskonfiguration zu minimieren. So können die Risiken noch effizienter reduziert werden.

Zudem stellt die Übertragung des vorliegenden Ansatzes auf ganze Liefernetze eine interessante Möglichkeit der Weiterentwicklung dar. Dies kann jedoch nur auf einem geringeren Detaillierungsgrad als in dieser Arbeit geschehen. Hierzu sind sinnvolle Vereinfachungen zu treffen und die Lieferanten aller Wertschöpfungsstufen zu integrieren. Hierdurch könnte eine Reduktion des Gesamtrisikos für das Wertschöpfungsnetz und eine gleichmäßige Risikoverteilung auf alle Partner ermöglicht werden.

8 Literatur

ABELE et al. 2006a

Abele, E.; Dervisopoulos, M.; Kreis, M.: Beeinflussbarkeit von Lebenszykluskosten durch Wissensaustausch. *wt Werkstattstechnik online* 96 (2006a) 7/8, S. 447-454.

ABELE et al. 2006b

Abele, E.; Kluge, J.; Näher, U.: *Handbuch Globale Produktion*. München: Hanser 2006b.

ABERDEEN-GROUP 2005

Aberdeen-Group: *The Supply Risk Management Benchmark Report*. Boston: 2005.

AKAKUM & DALE 1995

Akakum, A.; Dale, B. G.: Supplier Partnering: Case Study Experiences. *International Journal of Purchasing and Materials Management* 31 (1995) 1, S. 38-44.

ALICKE 2003

Alicke, K.: *Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken*. 1. Aufl. Berlin: Springer 2003.

ARNOLD 1996

Arnold, U.: Sourcing-Konzepte. In: Kern, W. et al. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Produktionswirtschaft*. 2. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1996, S. 1861-1874.

BAEUCELE 2006

Baeuechele, C.: Kein Schwein gehabt. *Automobil Industrie* 2006 (2006) 9, S. 32-35.

BAMBERG et al. 2008

Bamberg, G.; Baur, F.; Krapp, M.: *Statistik*. 14. Aufl. München: Oldenbourg 2008.

BÄR 2000

Bär, W.: Risikomanagement in der industriellen Serienfertigung. In: Dörmer, D. et al. (Hrsg.): *Praxis des Risikomanagements: Grundlage, Kategorien, branchenspezifische und strukturelle Aspekte*. Stuttgart: Schäffer-Poeschl 2000, S. 345-445.

BARDI 2002

Bardi, A.: *Corporate Strategies and Organisational Models*. Instituto per il Lavoro: 2002.

BAUR 1990

Baur, C.: Make-or-Buy-Entscheidungen in einem Unternehmen der Automobilindustrie - Empirische Analyse und Gestaltung der Fertigungstiefe aus transaktionskostentheoretischer Sicht. Diss. Universität München (1990). München: Florentz 1990 (Unternehmensentwicklung: Information, Kommunikation, Organisation).

BHUTTA & HUQ 2002

Bhutta, K. S.; Huq, F.: Supplier Selection Problem: A Comparison of the Total Tost of Ownership and Analytic Hierarchy Process Approaches. Supply-Chain-Management: An International Journal 7 (2002) 3, S. 126-135.

BLOHM & LÜDER 1995

Blohm, H.; Lüder, K.: Investition. 8. Aufl. München: Vahlen 1995. (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften).

BMWA 2004

BMWA: Wirtschaftsbericht - Zukunftsfaktor Innovationen. Bergheim: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit 2004.

BMW-GROUP 2008

BMW-Group: BMW Group Technology Office Palo Alto - www.bmwgroup.com; 1.11.2008.

BONINI 1975

Bonini, C.: Risk Evaluation of Investment Projects. The International Journal of Management Science 3 (1975) 6, S. 735-750.

BRAUN 1984

Braun, H.: Risikomanagement. Darmstadt: Toeche-Mittler 1984.

BRONSTEIN et al. 1997

Bronstein, I. N.; Semendjajew, K. A.; Musiol, G.; Mühlig, H.: Taschenbuch der Mathematik. Frankfurt am Main: Harri Deutsch 1997.

CANNON 2006

Cannon, M.: Miss the Demand Cycle, and You Lose. Supply-Chain-Management Review 1 (2006) 4, S. 9-10.

CARR & ITTNER 1992

Carr, L. P.; Ittner, C. D.: Measuring the Cost of Ownership. *Journal of Cost Management* 1992 (1992) Fall, S. 42-51.

CATER & ELLRAM 1994

Cater, J. R.; Ellram, L. M.: The Impact of Interorganizational Alliances in Improving Supplier Quality. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* 24 (1994) 5, S. 15-23.

CAVINATO 1992

Cavinato, J. L.: A Total Cost/Value Model for Supply-Chain Competitiveness. *Journal of Business Logistics* 13 (1992) 2, S. 285-301.

CHOUHRY 2006

Choudhry, M.: *An Introduction to Value at Risk*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 2006.

CHRISTOPHER 1998

Christopher, M.: *Logistics and Supply-Chain-Management - Strategies for Cost Reduction and Improving Service*. London: Financial Times 1998.

CISEK et al. 2002

Cisek, R.; Habicht, C.; Neise, P.: Gestaltung wandlungsfähiger Produktionssysteme. *ZWF* 97 (2002) 9, S. 441-445.

COASE 1960

Coase, R.: The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics* 3 (1960), S. 1-44.

DAHMEN 2002

Dahmen, J.: *Prozessorientiertes Risikomanagement zur Handhabung von Produktrisiken*. Diss. RWTH Aachen, Aachen (2002). (Berichte aus der Produktionstechnik)

DEBOER et al. 2001

deBoer, L.; Labro, E.; Morlacchi, P.: A Review of Methods Supporting Supplier Selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management* 7 (2001), S. 75-89.

DEGRAEVE et al. 2005

Degraeve, Z.; Labro, E.; Roodhooft, F.: Constructing a Total-Cost-of-Ownership Supplier Selection Methodology based on Activity-based Costing and Mathematical Programming. *Accounting and Business Research* 35 (2005) 1, S. 3-27.

DELERIS & ERHUN 2005

Deleris, L; Erhun, F.: Risk Management in Supply Networks using the Monte-Carlo-Simulation. In: Kuhl, M.; Steiger, M; Armstrong, F.; Joines, J. (Hrsg.): *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*. USA, Orlando, 4 - 7 Dezember 2005. 2005. S. 1643-1649.

DERAED & BLOCK 2007

Deraed, P.; Block, M.: Erfolgsfaktoren für den künftigen Automobilbau. [www.oliverwymann.com\(2007\)](http://www.oliverwymann.com(2007)).

DERVISOPOULOS et al. 2006

Dervisopoulos, M.; Schatka, A.; Torney, M.; Warwela, M.: Life Cycle Costing im Maschinen- und Anlagenbau. *Industrie Management* 22 (2006) 6.

DIETL 2007

Dietl, H.: Transaktionskostentheorie. In: Köhler, R. et al. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Betriebswirtschaft*. 6. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2007.

DÖRNER et al. 2000

Dörner, D.; Horváth, P.; Kagermann, H. (Hrsg.): *Praxis des Risikomanagements*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2000.

EGGERT 2003

Eggert, W.: Nachfragemodellierung und -prognose zur Unterstützung der langfristigen Absatzplanung am Beispiel der deutschen Automobilindustrie. Diss. Universität Fridericiana zu Karlsruhe (2003).

EILENBERGER 2003

Eilenberger, G.: *Betriebliche Finanzwirtschaft*. 7. Aufl. München: Oldenbourg 2003.

EISENHART 1989

Eisenhart, K. M.: Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review* 14 (1989) 4, S. 532-550.

ELLIS 1998

Ellis, F. H. In: *Proceedings of 17th Digital Avionics Systems Conference* 1, Bd 1. 31.10.1998-7.11.1998. 1998, S. A32-31 - A32-35.

ELLRAM 1993

Ellram, L. M.: A Framework for Total-Cost-of-Ownership. *International Journal of Logistics Management* 4 (1993) 2, S. 49-60.

ELLRAM 2002

Ellram, L. M.: Total-Cost-of-Ownership. In: Hahn, D. et al. (Hrsg.): *Handbuch Industrielles Beschaffungsmanagement*. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler 2002, S. 659-671.

ERLACH 2007

Erlach, K.: *Wertstromdesign: Der Weg zur schlanken Fabrik*. Heidelberg: Springer 2007.

ESCHENBACH 1996

Eschenbach, R.: Materialwirtschaft. In: Kern, W. et al. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Produktionswirtschaft*. 2. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1996, S. 1194-1204.

FABRYCKY & BANCHARD 1991

Fabrycky, W.; Banchard, B. S.: *Life-Cycle Cost and Economic Analysis*. Englewood Cliffs: Prentice Hall 1991. (Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering).

FARNY 1996

Farny, D.: Risikomanagement in der Produktion. In: Kern, W. et al. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Produktionswirtschaft*. 2. Aufl. Stuttgart: 1996, S. 1798-1806.

FISCHER & GÜNTHER 2007

Fischer, T. M.; Günther, T.: *Kostenrechnung und Kostenanalyse*. 6. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschl 2007.

FLEISCHER & WAWERLA 2006

Fleischer, J.; Wawerla, M.: Berechnung der Lebenszykluskostenverteilung. wt Werkstattstechnik online 96 (2006) 10, S. 772-777.

FRANK et al. 2007

Frank, T.; Niemann, J.; Westkämper, E.: Ein Tool zur lebenslangen Kostenüberwachung. wt Werkstattstechnik online 97 (2007) 7/8, S. 555-559.

FRANKE & HAX 1999

Franke, G.; Hax, H.: Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarktes. Berlin: Springer 1999.

FREIDANK 2000

Freidank, C.-C.: Die Risiken in Produktion, Logistik und Forschung und Entwicklung. In: Dörner, D. et al. (Hrsg.): Praxis des Risikomanagements: Grundlagen, Kategorien, branchenspezifische und strukturelle Aspekte. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2000, S. 345-378.

GABRIEL 2007

Gabriel, S.: Prozessorientiertes Supply-Chain Risikomanagement. Diss. Bremen (2007). Frankfurt am Main: Internationaler Verlag der Wissenschaften 2007.

GERHART 2007

Gerhart, K.: Deutsche Automobilzulieferindustrie 2018: unverändert mittelständisch. Düsseldorf: IKB Deutsche Industriebank AG 2007.

GLEIBNER 2004

Gleißner, W.: Auf nach Monte Carlo - Simulationsverfahren zur Risiko-Aggregation. RISKNEWS 04/01 (2004), S. 31-37.

GOTTSCHALK 2004

Gottschalk, B.: Zulieferer als Schrittmacher. Automobil Produktion 2004 (2004) 4, S. 3.

GÖTZ 2008

Götz, A.: Ritt auf der Rasierklinge. Automobil Produktion 2008 (2008) 1, S. 24-25.

GÖTZE et al. 2001

Götze, U.; Henselmann, K.; Mikus, B. (Hrsg.): Risikomanagement. Heidelberg: Physika 2001.

GÖTZE 2004

Götze, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement. 3. Aufl. Hiedelbert: Springer 2004.

GÖTZE & MIKUS 2007

Götze, U.; Mikus, B.: Der Prozess des Risikomanagements in Supply-Chains. In: Vahrenkamp, R.; Siepermann, C.: (Hrsg.): Risikomanagement in Supply-Chains: Gefahren abwehren, Chancen nutzen, Erfolg generieren. Berlin: Schmidt 2007, S.29-58.

GRANIG 2007

Granig, P.: Innovationsbewertung - Potentialprognose und -steuerung durch Ertrags- und Risikosimulation. Diss. Klagenfurt (2007). Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 2007 (Gabler Edition Wissenschaft).

GRAUER 2009

Grauer, M.: Neue Methodik zur Planung globaler Produktionsverbünde unter Berücksichtigung der Einflussgrößen Produktdesign, Prozessgestaltung und Standortentscheidung. Diss. Universität Karlsruhe (2009). Karlsruhe: KIT Scientific 2009. (Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Informatik / Automatisierungstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Band 30).

GROBE-HEITMEYER 2006

Große-Heitmeyer, V.: Globalisierungsgerechte Produktstrukturierung auf Basis technologischer Kernkompetenzen. Diss. Leibniz Universität Hannover (2006). Hannover: PZH Produktionstechnisches Zentrum 2006 (Berichte aus dem IFA 4/2006).

GROTEGUT 2006

Grotegut, M.: Risiken im Einkauf. München: Grin 2006. (Akademische Schriftenreihe).

HABERSTOCK & BREITHECKER 1997

Haberstock, L.; Breithecker, V.: Kostenrechnung I. 9. Aufl. Hamburg: Steuer- und Wirtschaftsverlag 1997.

HACURA et al. 2001

Hacura, A.; Jadamus-Hacura, M.; Kocot, A.: Risk Analysis in Investment Appraisal Based on the Monte-Carlo-Simulation Technique. The European Physical Journal B 20 (2001), S. 551-553.

HAGER 2004

Hager, P.: Corporate Risk Management - Cash-Flow-at-Risk and Value at Risk. Frankfurt am Main: Bankakademie 2004.

HAGER & WIEDEMANN 2004

Hager, P.; Wiedemann, A.: Was ist der "Cash-Flow-at-Risk?" RISKNEWS 04 (2004) 03, S. 40-41.

HALLÉN et al. 1991

Hallén, L.; Johanson, J.; Seyed-Mohamed, N.: Interfirm Adaptation in Business Relationships. Journal of Marketing 55 (1991) April, S. 29-37.

HALLIKAS et al. 2002

Hallikas, J.; Virolainen, V.-M.; Tuominen, M.: Understanding Risk and Uncertainty in Supplier Networks - a Transaction Cost Approach. International Journal of Production Research 40 (2002) 15, S. 3519-3531.

HANDELSBLATT 2008

Handelsblatt: Wolfsburger Nobelkarosse auf der Standspur. www.handelsblatt.com 14.11.2005 (2008).

HANNON 2008

Hannon, D.: Shorter is Better for Toyota's Supply-Chain. Purchasing 14.08.2008 (2008).

HARLAND et al. 2003

Harland, C.; Brenchley, R.; Walker, H.: Risk in Supply Networks. Journal of Purchasing and Supply Management 2003 (2003) 9, S. 51-62.

HARRIS-JONES 1998

Harris-Jones, J.: Why Treasury Must Tackle all Risk. Corporate Finance 1998 (1998) June, S. 40-42.

HARTUNG et al. 2002

Hartung, J.; Elpelt, B.; Klösener, K.-H.: Statistik-, Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. 13 Aufl. München: Oldenbourg 2002.

HEBEISEN 1999

Hebeisen, W.: F.W. Taylor und der Taylorismus. Zürich: vdf Hochschulverlag 1999.

HEIDE & STUMP 1995

Heide, J. B.; Stump, R. L.: Performance Implications of Buyer-Supplier Relationships in Industrial Markets - A Transaction Cost Explanation. Journal of Business Research 1995 (1995) 32, S. 57-66.

HEIN 2007

Hein, D.: Strategisches Risikomanagement im Maschinen- und Anlagenbau. Diss. RTWH Aachen (2007). Aachen: Shaker 2007(Berichte aus der Produktionstechnik 29).

HENKE & JAHNS 2005

Henke, M.; Jahns, C.: Supply Risk Management. St. Gallen: SMG Publishing 2005.

HERMANN 1996

Hermann, D. C.: Strategisches Risikomanagement kleiner und mittlerer Unternehmen. Berlin: Köster 1996.

HERTZ 1964

Hertz, D.: Risk Analysis in Capitel Investment. Harvard Business Review 42 (1964) 95, S. 95-106.

HÖBIG 2002

Höbig, M.: Modellgestützte Bewertung der Kooperationsfähigkeit produzierender Unternehmen. Diss. Hannover (VDI Fortschritt - Berichte, Technik und Wirtschaft 2002).

HÖLSCHER 2000

Hölscher, R.: Gestaltungsformen und Instrumente des industriellen Risikomanagements. In: Schierenbeck, H. (Hrsg.): Risk Controlling in der Praxis. Stuttgart: 2000, S. 297-363.

HOTWANGER 2008

Hotwanger, B.: Supply Chain Risk Management und dessen systemische Umsetzung im Unternehmen. In: Supply Chain Risk Management. Schriftenreihe zur wirtschaftswissenschaftlichen Forschung und Praxis (Band 8). Wien: Fachhochschule des bfi Wien 2008, S. 23-39.

HULL 1990

Hull, J. K.: Application of Risk Analysis Techniques in Proposal Assessment. Project Management 8 (1990) 3, S. 182-157.

HURR 2002

Hurr, Y.-H.: Konzept zur Kooperationsgestaltung in globalen Produktionsstrukturen. Diss. Universität Kaiserslautern (2002). Kaiserslautern: ZBT-Abteilung Foto-Repro-Druck der Universität Kaiserslautern 2002 (FBK Produktionstechnische Berichte Band 42).

IMMERTHAL 2007

Immerthal, L.: Ratgeber zur Absicherung von Rohstoffrisiken. Technik + Einkauf 2007 (2007) 4, S. 24-26.

ISHIKAWA 1990

Ishikawa, K.: Introduction to Quality Control. London: Chapman and Hall 1990.

JACOB 2005

Jacob, F.: Quantitative Optimierung dynamischer Produktionsnetzwerke. Diss. Technische Universität Darmstadt (2005). Aachen: Shaker 2006. (Darmstädter Forschungsberichte für Konstruktion und Fertigung).

JORION 2001

Jorion, P.: Value at Risk. New York: McGraw-Hill 2001.

KALMBACH & KLEINHANS 2004

Kalmbach, R.; Kleinhans, C.: Zulieferer auf der Gewinnerseite. Automobil Produktion April 2004 (2004), S. 4-8.

KASCOUF & CELUCH 1997

Kascouf, C.; Celuch, K.: Interfirm Relationships in the Supply-Chain: The Small Suppliers View. Industrial Marketing Management 26 (1997) 6, S. 475-486.

KEITSCH 2007

Keitsch, D.: Risikomanagement. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2007.

KING 1971

King, J. R.: Probability Charts for Decision Making. New York: Industrial Press 1971.

KINKEL 2004

Kinkel, S.: Erfolgsfaktor Standortplanung - In- und ausländische Standorte richtig bewerten. Berlin: Springer 2004

KINKEL & LAY 2004

Kinkel, S.; Lay, G.: Automobilzulieferer in der Klemme. Mitteilungen aus der ISI Erhebung zur Modernisierung der Produktion März 2004 (2004) 32, S. 1-12.

KINKEL & ZANKER 2007

Kinkel, S.; Zanker, C.: Globale Produktionsstrategien in der Automobilzulieferindustrie. Heidelberg: Springer 2007. (Erfolgsmuster und zukunftsorientierte Methoden zur Standortbewertung).

KINKEL & MALOCA 2008a

Kinkel, S.; Maloca, S.: FuE-Verlagerungen ins Ausland - Ausverkauf deutscher Entwicklungskompetenz? Mitteilungen aus der ISI Erhebung zur Modernisierung der Produktion April 2008 (2008a) 46, S. 1-12.

KINKEL & MALOCA 2008b

Kinkel, S.; Maloca, S.: Produktionsrückverlagerungen rückläufig. Mitteilungen aus der ISI Erhebung zur Modernisierung der Produktion Januar 2008 (2008b) 45, S. 1-12.

KLEINALTENKAMP & PLINKE 2000

Kleinaltenkamp, M.; Plinke, W.: Technischer Vertrieb - Grundlagen des Business to Business Marketing. 2 Aufl. Berlin: Springer 2000.

KPMG 1998

KPMG: Integriertes Risikomanagement. Berlin: 1998.

KREIB & NEUHAUS 2006

Kreiß, J.-P.; Neuhaus, G.: Einführung in die Zeitreihenanalyse. Berlin: Springer 2006. (Statistik und ihre Anwendungen).

KREMERS 2002

Kremers, M.: Value-at-Risk-basierte Messung des Risikopotentials von Investitionsvorhaben. In: Hölscher, R. (Hrsg.): Herausforderung Risikomanagement. Wiesbaden: Gabler 2002, S. 275-293.

KREY 2001

Krey, S.: Konzeption und Anwendung eines risikoorientierten Prüfungsansatzes in der internen Revision. Diss. Erlangen-Nürnberg (2000). Berlin: Verlag für Wirtschaftskommunikation 2001.

KRUSCHWITZ 2005

Kruschwitz, L.: Investitionsrechnung. 10. Aufl. München: Oldenbourg 2005.

KUREK 2004

Kurek, R.: Erfolgsstrategien für Automobilzulieferer. Berlin: Springer 2004.

LASCH & JANKER 2007

Lasch, R.; Janker, C. G.: Risikoorientiertes Lieferantenmanagement. In: Vahrenkamp, R. et al. (Hrsg.): Risikomanagement in Supply-Chains. Berlin: Erich Schmidt 2007.

LIST 2004

List, H.: Mehr Freiheit - mehr Optionen. Automobil Produktion April 2004 (2004) 14.

LORENZEN et al. 2006

Lorenzen, L.-E.; Rudizo, H.; Blümel, P.: Die totale Kostenkontrolle. wt Werkstattstechnik online 96 (2006) 7/8, S. 489-494.

MARLINGHAUS 2008

Marlinghaus, S. T.: Wie kommt der Einkauf auf die CEO-Agenda? In: 9. Fachtagung Automobileinkauf - Anforderungen und Herausforderungen an Key-Account-Manager. Landsberg: mangagement information centre 2008.

MELCHERT 1992

Melchert, M.: Entwicklung einer Methode zur systematischen Planung von Make-or-Buy-Entscheidungen - Ein Beitrag zur Bestimmung der optimalen Fertigungstiefe. Diss. RWTH Aachen (1992). Aachen: Shaker 1992.

MERTENS 1981

Mertens, P.: Prognoserechnung. 4 Aufl. Würzburg: Physica 1981.

MEULBROOK 2000

Meulbrook, L.: Total Strategies for company-wide Risk Control. Financial Times 9 (2000) May.

MEYER 2006

Meyer, T.: Globale Produktionsnetzwerke - Ein Modell zur kostenoptimierten Standortwahl. Diss. Universität Darmstadt (2006) Aachen: Shaker 2006 (Darmstädter Forschungsberichte für Konstruktion und Fertigung).

MIKUS 1998

Mikus, B.: Make-or-Buy-Entscheidungen in der Produktion - Führungsprozesse, Risikomanagement, Modellanalysen. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 1998.

MIKUS 2001

Mikus, B.: Risiken und Risikomanagement - ein Überblick. In: Götze, U. et al. (Hrsg.): Risikomanagement. Heidelberg: Physica 2001, S. 3-28. (Beiträge zur Unternehmensplanung).

MILBERG 2000

Milberg, J.: Unternehmenspolitik im Wandel. In: Reinhart, G. et al. (Hrsg.): ... nur der Wandel bleibt. Wege jenseits der Flexibilität. Münchener Kolloquium 2000. München: Utz 2000, S. 311-331.

MÖLLER 2007

Möller, N.: Bestimmung der Wirtschaftlichkeit wandlungsfähiger Produktionssysteme. Diss. Technische Universität München (2007) München: Herbert Utz 2007(iwb Forschungsberichte 212).

MÜLLER 2009

Müller, N.: Modell zur Beherrschung und Reduktion von Nachfrageschwankungen. Diss. Technische Universität München (2009). München: Herbert Utz 2009 (iwb Forschungsberichte).

MUN 2006

Mun, J.: Modeling Risk: Applying Monte-Carlo-Simulation, Real Options Analysis, Forecasting Techniques. Hoboken: Wiley 2006.

MUTHUKRISHNAN & SCHULMAN 2006

Muthukrishnan, R.; Schulman, J. A.: Understanding Supply-Chain Risk: A MCKinsey Global Survey. The MCKinsey Quarterly 2006 (2006).

NEDEß et al. 2006a

Nedeß, C.; Friedewald, A.; Neumann, L.: Risikomanagement in Kooperationsnetzwerken. Industrie Management 22 (2006a) 3, S. 29-32.

NEDEß et al. 2006b

Nedeß, C.; Friedewald, A.; Neumann, L.: Management von Kooperationsrisiken in der Investitionsgüterindustrie - Analyse und Konzept am Beispiel des deutschen Schiffbaus. In: Woyda, F. et al. (Hrsg.): Innovative Kooperationsnetzwerke. Wiesbaden: DUV 2006b, S. 205-231. (HAB-Forschungsberichte 16).

NYHUIS et al. 2006

Nyhuis, P.; Mühlenburch, H.; Großhenning, P.: Design of Global Production Networks. In: Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering – Theory, Applications and Practice. Nagoya, Japan, 24 - 27 October 2006. 2006.

NYHUIS et al. 2008

Nyhuis, P.; Reinhart, G.; Abele, E. (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme. Garbsen: PZH Produktionstechnisches Zentrum Hannover 2008.

NYHUIS et al. 2009

Nyhuis, P.; Nickel, R.; Tullius, K.: Globales Varianten Produktionssystem - Globalisierung mit System. Garbsen: PZH Produktionstechnisches Zentrum Hannover 2009.

OEHMEN et al. 2009

Oehmen, J.; Schönsleben, P.; von Bredow, M.; Gruber, P.; Reinhart, G.: Strategische Machtfaktoren in Kunden-Lieferanten-Beziehungen. *Industrie Management* 25 (2009) 4.

OEM-SUPPLIER-RELATIONSHIP-SURVEY 2005, www.automotivenews.com 16.05.05.

PAMPEL 1993

Pampel, J.: Kooperation mit Zulieferern - Theorie und Management. Diss. Erlangen-Nürnberg (1993). Wiesbaden: Gabler 1993.

PATZAK 1982

Patzak, G.: Systemtechnik - Planung komplexer innovativer Systeme: Grundlagen, Methoden, Techniken. Berlin: Springer 1982.

PFOHL 2002

Pfohl, H.-C.: Risiko- und Chancenmanagement in der Supply-Chain. Berlin: Erich Schmidt 2002. (Unternehmensführung und Logistik).

PICOT et al. 1996

Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand, R. T.: Die grenzenlose Unternehmung. Wiesbaden: Gabler 1996. (Information, Organisation und Management).

PORTER 1993

Porter, M.: Nationale Wettbewerbsvorteile - Erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt. Wien: Ueberreuter 1993.

PRÜB & NEBEL 2006

Prüß, H.; Nebel, T.: Investitionspolitik im Rahmen einer ganzheitlichen Anlagenwirtschaft. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF)* 101 (2006) 5, S. 277-281.

RADE & WESTERGREN 2000

Rade, L.; Westergren, B.: Mathematische Formeln - Taschenbuch für Ingenieure, Naturwissenschaftler, Informatiker, Wirtschaftswissenschaftler. 3. Aufl. Berlin: Springer 2000.

REINHART et al. 1999

Reinhart, G.; Dürrschmidt, S.; Hirschberg, A.; Selke, C.: Reaktionsfähigkeit für Unternehmen: Eine Antwort auf turbulente Märkte. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF) 94 (1999) 1-2, S. 21-24.

REINHART & VON BREDOW 2006

Reinhart, G.; von Bredow, M.: Methoden zur Gestaltung und Optimierung von Wertschöpfungsnetzen. wt Werkstattstechnik online 96 (2006) 7/8, S. 561-565.

REINHART et al. 2006

Reinhart, G.; von Bredow, M.; Neise, P.; Sudhoff, W.: Produzieren in globalen Netzwerken. In: Hoffmann, H. et al. (Hrsg.): Münchener Kolloquium 2006. München, 9. - 10. März 2006. München: Utz 2006.

REINHART et al. 2008

Reinhart, G.; Schellmann, H.; von Bredow, M.: Flexibilitätsprofile im Wertschöpfungsnetz. wt Werkstattstechnik online 98 (2008) 4, S. 230-235.

REINHART et al. 2009

Reinhart, G.; von Bredow, M.; Pohl, J.: Optimierung der Wertschöpfung in der variantenreichen Serienfertigung des Anlagenbaus - Herausforderungen und Empfehlungen. wt Werkstattstechnik online 99 (2009) 3, S. 130-135.

RHEINMETALL-AG 2008

Rheinmetall-AG: Viele Faktoren wirken auf Rohstoffpreise ein. Das Profil - Die Zeitung des Rheinmetallkonzerns 4/2008 (2008), S. 1.

RICHTER et al. 2006

Richter, K.; Jahns, C.; Hartig, P.: Neue Formen der Zusammenarbeit in der Automobilindustrie. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF) 101 (2006) 3, S. 119-123.

RIMPAU 2010

Rimpau, C.: Wissensbasierte Risikobewertung in der Angebotskalkulation für hochgradig individualisierte Produkte. Diss. Technische Universität München (2010) München: Herbert Utz 2010 (iwb Forschungsberichte 239).

ROGLER 2001

Rogler, S.: Management von Beschaffungs- und Absatzrisiken. In: Götze, U. et al. (Hrsg.): Risikomanagement. Heidelberg: Physika 2001, S. 211-240.

ROMEIKE 2003

Romeike, F.: Risikoidentifikation und Risikokategorien. In: Romeike, F. et al. (Hrsg.): Erfolgsfaktor Risiko-Management: Chance für Industrie und Handel - Methoden, Beispiele, Checklisten. Wiesbaden: Gabler 2003, S. 165-180.

ROSENKRANZ & MISSLER-BEHR 2005

Rosenkranz, F.; Missler-Behr, M.: Unternehmensrisiken erkennen und managen. Heidelberg: Springer 2005.

ROTHER & SHOOK 2000

Rother, M.; Shook, J.: Sehen Lernen - mit Wertschöpfungsdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen. Stuttgart: LOG_X 2000.

ROTHSCHILD & LOGOTHETIS 1986

Rothschild, V.; Logothetis, N.: Probability Distributions. New York: John Wiley & Sons 1986.

SALIGER 1993

Saliger, E.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie. 3. Aufl. München: Oldenbourg 1993.

SAUERWEIN & THURNER 1998

Sauerwein, E.; Thurner, M.: Der Risikomanagement Prozeß im Überblick. In: Hinterhuber, H. H. et al. (Hrsg.): Betriebliches Risikomanagement. Wien: 1998.

SAVVIDES 1994

Savvides, S. C.: Risk Analysis in Investment Appraisal. Project Appraisal 9 (1994) 1, S. 3-18.

SCHIMMELPFENG 2001

Schimmelpfeng, K.: Risikomanagement in Industrieunternehmen. In: Götze, U. et al. (Hrsg.): Risikomanagement. Heidelberg: Physica 2001, S. 277-297.

SCHLIFFENBACHER 1998

Schliffenbacher, K.: Gemeinsam gewinnen - Erfolgsfaktor Unternehmenskooperation. In: Reinhart, G. et al. (Hrsg.): Erfolgreich kooperieren in der produzierenden Industrie. Augsburg, 25. November 1998. München: Herbert Utz 1998, S. 1-12 bis 11-16. (Seminarberichte iw b 40).

SCHÖNSLEBEN 2004

Schönsleben, P.: Integrales Logistikmanagement - Operations und Supply-Chain-Management in umfassenden Wertschöpfungsnetzwerken. 4. Aufl. Berlin: Springer 2004.

SCHUFF 2002

Schuff, G.: Entwicklungsperspektiven für die Beschaffung in der Weltautomobilproduktion. In: Hahn, D. et al. (Hrsg.): Handbuch Industrielles Beschaffungsmanagement. Wiesbaden: Gabler 2002, S. 55-79.

SCHUH et al. 2005

Schuh, G.; Friedeli, T.; Kurr, M.: Kooperationsmanagement. München: Hanser 2005.

SCHULZ 2008

Schulz, M.: Anforderungen an den modernen Einkäufer - Wie sich die Porsche AG den ständig wachsenden Herausforderungen stellt. In: 9. Fachtagung Automobileinkauf - Anforderungen und Herausforderungen an Key-Account Manager. München-Dornach. Landsberg: management information centre 2008.

SEBASTIAN & NIEDERDRENK 2002

Sebastian, K.-H.; Niederdrenk, R.: Beschaffung und Verkauf - Von der Konfrontation zur Kooperation. In: Hahn, D. et al. (Hrsg.): Handbuch industrielles Beschaffungsmanagement. Wiesbaden: Gabler 2002, S. 489-506.

SHERIF & KOLARIK 1981

Sherif, Y.; Kolarik, W. J.: Life Cycle Costing: Concept and Practice. The International Journal of Management Science 9 (1981) 3, S. 287-296.

SKRIPT-MANUFAKTURA 2006

skript-manufaktura: Magazin der Gläsernen Manufaktur Dresden Herbst/Winter 2006 (2006) 7, S. 63.

SMITH 2001

Smith, R.: Global Supply-Chain Performance - The Value of Real Options Flexibility Demonstrated in the Global Automotive Industry. Diss. Hochschule für Unternehmensführung, Koblenz Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 2001 (Gabler Edition Wissenschaft).

SOBOL 1974

Sobol, I. M.: Die Monte-Carlo-Methode. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaft 1974.

SPECHT & MIEKE 2007

Specht, D.; Mieke, C.: Risiko-Controlling in Supply-Chains. Industrie Management 23 (2007) 6, S. 17-20.

SPECHT et al. 2007

Specht, D.; Mieke, C.; Behrens, S.: Risikobeherrschung in Beschaffungsnetzwerken. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 102 (2007) 4, S. 211-215.

STEINMETZ 2007

Steinmetz, M.: Risikosituation und -handhabung in der Produktion. Diss. Technische Universität München (2007).

STUART & MUELLER JR 1994

Stuart, F. I.; Mueller Jr, P.: Total Quality Management and Supplier Partnership: A Case Study. International Journal of Purchasing and Materials Management 30 (1994) 1, S. 14-20.

SUDHOFF 2007

Sudhoff, W.: Methodik zur Bewertung standortübergreifender Mobilität. Diss. Technische Universität München (2007). München: Herbert Utz 2007 (iwb Forschungsberichte 208).

THIEMT 2003

Thiement, F.: Risikomanagement im Beschaffungsbereich. Diss. Universität Göttingen (2003). Göttingen: Cuvillier 2003.

TOSATTI 2006

Tosatti, L. M.: Life Cycle Cost Calculation for Investment Decisions in Manufacturing. In: Duflou, J. R. (Hrsg.): LCE 2006 - Towards a closed loop economy, 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Bd 2. Leuven, Belgien, 31.05.-02.06.2006. Leuven: 2006, S. 723-728.

TSAY 2005

Tsay, R. S.: Analysis of Financial Time Series. 2. Aufl. New York: Wiley & Sons 2005. (Wiley Series in Probability and Statistics).

TYLER et al. 2008

Tyler, B. B.; Krause, D. R.; Handfield, R. B.: Buyer-Supplier Relationships: Derived Value Over Two Decades. Journal of Supply-Chain-Management 44 (2008) 28-41.

UDE 2010

Ude, J.: Entscheidungsunterstützung für die Konfiguration globaler Wertschöpfungsnetzwerke. Diss. Universität Karlsruhe (2010). Aachen: Shaker 2010. (Forschungsberichte aus dem wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Band 157).

UNITED-NATIONS 2006

United-Nations: World Investment Report. In: Conference on Trade and Development. New York: 2006.

VAHRENKAMP 2004

Vahrenkamp, R.: Produktionsmanagement. München: Oldenbourg 2004.

VDA 2011

VDA Jahresbericht 2011 - Verband der Automobilindustrie. www.vda.de. Berlin, Verband der Automobilindustrie 2012.

VERSTEEG 1999

Versteeg, A.: Revolution im Einkauf, Global Sourcing - Advanced Sourcing- Supply-Chain-Optimierung. Frankfurt: Campus 1999.

VOSE 2003

Vose, D.: Risk Analysis - A Quantitative Guide. 2 Aufl. New York: John Wiley & Sons 2003.

WAGNER 2002

Wagner, S.: Lieferantenmanagement. München: Hanser 2002. (Einkauf und Logistik).

WAGNER et al. 2003

Wagner, W.; Siemon, J.; Bohrer, R.: Digital Manufacturing in der Automobilentwicklung. VDI-Z 145 (2003) 5, S. 70-72.

WATSHAM & PARRAMORE 2002

Watsham, T.; Parramore, K.: Quantitative Methods in Finance. London: Thomson Business Press 2002.

WEBER 2001

Weber, F.: Modell Risiko bei Value-at-Risk-Schätzungen. Diss. Universität Freiburg (2001).

WHITE & OSTWALD 1976

White, G. E.; Ostwald, P. H.: Life Cycle Costing. Management Accounting (US) January (1976), S. 39-42.

WHITEHEAD 2007

Whitehead, M.: A Risky Business. European Leaders in Procurement 07 (2007), S. 26-29.

WIENDAHL et al. 2005

Wiendahl, H.-P.; Dreher, C.; Engelbrecht, A.: Erfolgreich kooperieren. Heidelberg: Physica 2005.

WILDEMANN 2008

Wildemann, H.: Einkaufspotentialanalyse, Programme zur partnerschaftlichen Erschließung von Rationalisierungspotentialen. 1 Aufl. München: TCW Transfer Centrum 2008. (Management-Wissen; Von Experten - Für Fachleute; Leitfäden 22).

WILLIAMSON & WINTER 1991

Williamson, O. E.; Winter, S. G.: The Nature of the Firm - Origins, Evolution, and Development. Oxford: Oxford University Press 1991.

WILLIAMSON 1996

Williamson, O. E.: The Mechanisms of Governance. Oxford: Oxford University Press 1996.

WÖHE & DÖRING 2005

Wöhe, G.; Döring, U.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 22. Aufl. München: Vahlen 2005. (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften).

WOLKE 2008

Wolke, T.: Risikomanagement. 2. Aufl. München: Oldenbourg 2008.

WOODWARD 1997

Woodward, D. G.: Life Cycle Costing - Theory, Information Acquisition and Application. International Journal of Project Management 15 (1997) 6, S. 335-344.

YIN 2003

Yin, R. K.: Case Study Research - Design and Methods. 3. Aufl. Thousand Oaks: Sage 2003.

ZÄH et al. 2005

Zäh, M. F.; Schack, R.; Gentner, H. M.: Risikomanagement bei Kooperationen. In: Zäh, M. F. (Hrsg.): Produktionsmanagement 05: Risikomanagement für sich wandelnde Märkte - Risikomanagement bei Kooperationen. München: Herbert Utz 2005, S. 18-11 - 18-21. (*iwb* Seminarberichte 79).

ZÄH et al. 2006

Zäh, M. F.; Möller, N.; Müssig, B.; Rimpau, C.: Life Cycle Oriented Valuation of Manufacturing Flexibility. In: Duflou, J. R. (Hrsg.): LCE 2006 - Towards a closed loop economy, 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Bd 2. Leuven, Belgien, 31.05.-02.06.2006. Leuven: 2006, S. 699-704.

ZIEGENBEIN et al. 2004

Ziegenbein, A.; Oehmen, J.; Iliev, N.: Identifying and Assessing Supply-Chain Risks. In: Proceedings of the International Conference on Global Production Management in Bandung. 6-8. September 2004, S. 93-111.

ZIEGENBEIN 2007

Ziegenbein, A.: Supply-Chain Risiken - Identifikation, Bewertung und Steuerung. Diss. Eidgenössisch Technische Hochschule Zürich (2007).

9 Anhang

9.1 Weitere Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Die *Binomialverteilung* beschreibt die Häufigkeit, in der ein bestimmtes Ereignis in einer definierten Anzahl von Versuchen auftritt, wie es beispielsweise beim Werfen einer Münze zu beobachten ist (MUN 2006, ROTHSCHILD & LOGOTHETIS 1986).

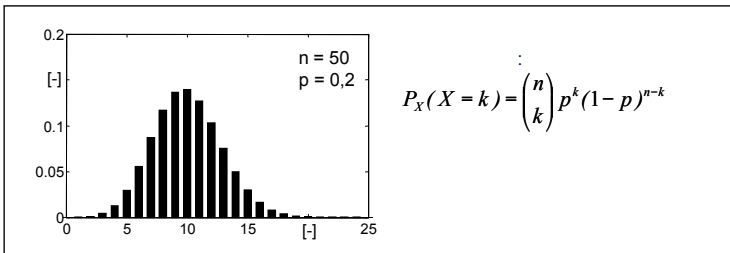


Abbildung 56: Dichtefunktion der Binomialverteilung

Die *Poissonverteilung* beschreibt die Anzahl an Ereignissen in einem definierten Zeitintervall oder einem definierten Raum. Die theoretisch mögliche Auftretensanzahl ist mindestens 0, kann aber unbegrenzt groß werden. Das Auftreten einzelner Ereignisse ist unabhängig voneinander. Die Anzahl in einem Zeitintervall beeinflusst nicht die Anzahl in anderen Intervallen (MUN 2006, ROTHSCHILD & LOGOTHETIS 1986). Anwendungsfälle für Poissonverteilung können zum Beispiel die Anzahl von Telefonanrufen pro Minute oder die Anzahl von Materialfehlern pro 100 qm Blech sein.

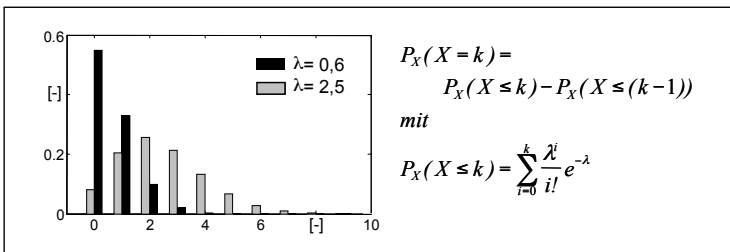


Abbildung 57: Dichtefunktion der Poissonverteilung

Die *Dreiecksverteilung* ist eine Verteilung, die in der Natur nicht vorkommt, aber bei der zugrunde liegenden Bewertungsaufgabe zu Approximationszwecken eingesetzt wird. Sie kann eine rechtsschiefe, symmetrische oder auch linksschiefe Form annehmen. Die Dreiecksverteilung wird dann eingesetzt, wenn das Minimum, das Maximum und der Modus (wahrscheinlichster Wert) bekannt sind. Beispielsweise wird sie zur Abbildung von Verkaufszahlen oder Lagerbeständen genutzt.

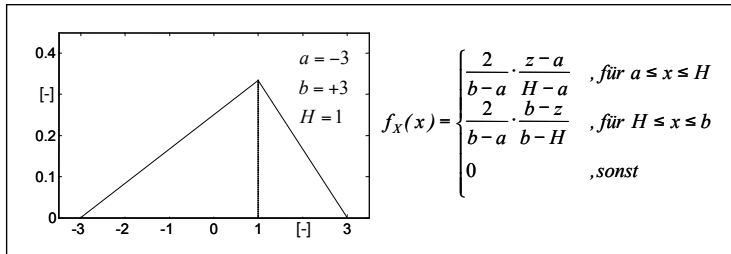


Abbildung 58: Dichtefunktion der Dreiecksverteilung

Die *Lognormalverteilung* wird häufig genutzt, wenn eine positive Schiefe (Rechtsschiefe) vorliegt. Die Werte sind nach unten durch Null beschränkt, können aber theoretisch unendlich groß sein. Beispiele sind Aktienpreise oder Immobilienpreise, die theoretisch unendlich steigen können, aber nie kleiner als 0 werden (ROTHSCHILD & LOGOTHETIS 1986, KING 1971).

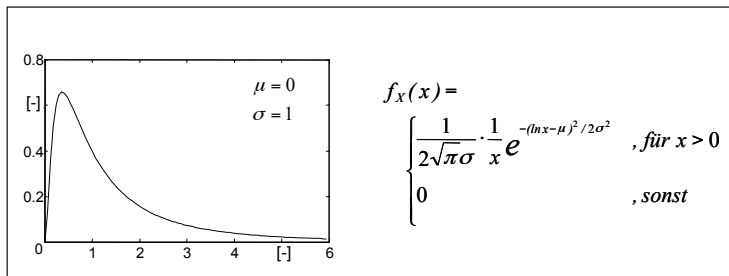


Abbildung 59: Dichtefunktion der Lognormalverteilung

Die *Gumbelverteilung* wird auch Maximum- oder Minimumextrem genannt und ist eine asymmetrische rechtsschiefe Verteilung. Im Rahmen der Extremwerttheorie beschreibt sie Wahrscheinlichkeiten von Extrema und Ausreißern. So können auch sehr seltene Ereignisse wie Hochwasser oder Börseneinbrüche beschrieben und de-

ren Wahrscheinlichkeiten abschätzt werden (ROTHSCHILD & LOGOTHETIS 1986, KING 1971).

Die *Weibullverteilung* ist eine statistische Verteilung, die beispielsweise zur Untersuchung von Lebensdauern in der Qualitätssicherung verwendet wird. Sie dient der Untersuchung von Fragestellungen wie Materialermüdungen von spröden Werkstoffen oder Ausfällen von elektronischen Bauteilen. Die Weibullverteilung kann zur Beschreibung steigender, konstanter und auch fallender Ausfallraten technischer Systeme verwendet werden. Die Verteilung ist definiert durch eine untere Grenze sowie die Faktoren β (Breite bzw. scale) und α (shape). Durch die Weibullverteilung können mehrere andere Verteilungen dargestellt werden. Beispielsweise ergibt sich für den Fall $\alpha = 1$ eine Exponentialverteilung. Für $\alpha < 1$ ergibt sich eine steil abfallende Weibullverteilung, die zur Beschreibung von Bauteilfehlern in der Einlaufphase der Produktion dienen kann (MUN 2006, ROTHSCHILD & LOGOTHETIS 1986, KING 1971).

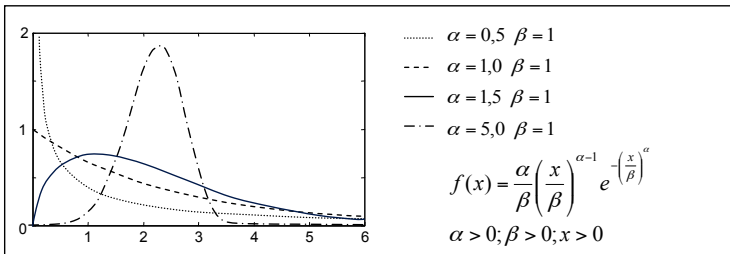


Abbildung 60: Dichtefunktion der Weibullverteilung

Die *Exponentialverteilung* ist eine stetige Wahrscheinlichkeitsverteilung über der Menge der positiven reellen Zahlen. Sie wird zumeist zur Bestimmung der Dauer von zufälligen Zeitintervallen genutzt. Beispielsweise wird sie zur Bestimmung der Dauer von Dienstleistungen oder Reparaturen oder Lebensdauer von Bauteilen und Maschinen ohne die Berücksichtigung von Alterungserscheinungen genutzt (MUN 2006, VOSE 2003, ROTHSCHILD & LOGOTHETIS 1986).

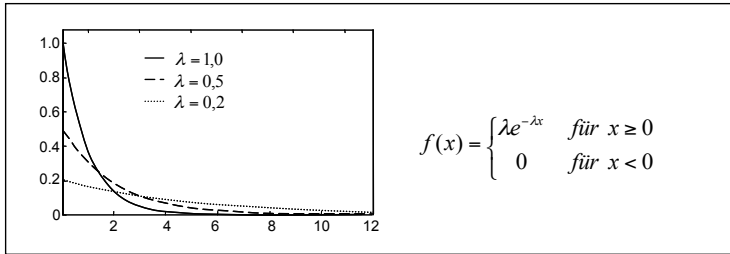


Abbildung 61: Dichtefunktion der Exponentialverteilung

Seminarberichte iwb

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart und Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh,
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Seminarberichte iwb sind erhältlich im Buchhandel oder beim
Herbert Utz Verlag, München, Fax 089-277791-01, info@utzverlag.de, www.utzverlag.de

- 1 **Innovative Montagesysteme - Anlagengestaltung, -bewertung und -überwachung**
115 Seiten - ISBN 3-931327-01-9
- 2 **Integriertes Produktmodell - Von der Idee zum fertigen Produkt**
82 Seiten - ISBN 3-931327-02-7
- 3 **Konstruktion von Werkzeugmaschinen - Berechnung, Simulation und Optimierung**
110 Seiten - ISBN 3-931327-03-5
- 4 **Simulation - Einsatzmöglichkeiten und Erfahrungsberichte**
134 Seiten - ISBN 3-931327-04-3
- 5 **Optimierung der Kooperation in der Produktentwicklung**
95 Seiten - ISBN 3-931327-05-1
- 6 **Materialbearbeitung mit Laser - von der Planung zur Anwendung**
86 Seiten - ISBN 3-931327-06-0
- 7 **Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen**
80 Seiten - ISBN 3-931327-77-9
- 8 **Qualitätsmanagement - der Weg ist das Ziel**
130 Seiten - ISBN 3-931327-78-7
- 9 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen - Analysen und Konzepte**
120 Seiten - ISBN 3-931327-79-5
- 10 **3D-Simulation - Schneller, sicherer und kostengünstiger zum Ziel**
90 Seiten - ISBN 3-931327-10-8
- 11 **Unternehmensorganisation - Schlüssel für eine effiziente Produktion**
110 Seiten - ISBN 3-931327-11-6
- 12 **Autonome Produktionssysteme**
100 Seiten - ISBN 3-931327-12-4
- 13 **Planung von Montageanlagen**
130 Seiten - ISBN 3-931327-13-2
- 14 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 15 **Flexible fluide Kleb-/Dichtstoffe - Dosierung und Prozeßgestaltung**
80 Seiten - ISBN 3-931327-15-9
- 16 **Time to Market - Von der Idee zum Produktionsstart**
80 Seiten - ISBN 3-931327-16-7
- 17 **Industriekeramik in Forschung und Praxis - Probleme, Analysen und Lösungen**
80 Seiten - ISBN 3-931327-17-5
- 18 **Das Unternehmen im Internet - Chancen für produzierende Unternehmen**
165 Seiten - ISBN 3-931327-18-3
- 19 **Leittechnik und Informationslogistik - mehr Transparenz in der Fertigung**
85 Seiten - ISBN 3-931327-19-1
- 20 **Dezentrale Steuerungen in Produktionsanlagen – Plug & Play – Vereinfachung von Entwicklung und Inbetriebnahme**
105 Seiten - ISBN 3-931327-20-5
- 21 **Rapid Prototyping - Rapid Tooling - Schnell zu funktionalen Prototypen**
95 Seiten - ISBN 3-931327-21-3
- 22 **Mikrotechnik für die Produktion - Greifbare Produkte und Anwendungspotentiale**
95 Seiten - ISBN 3-931327-22-1
- 24 **EDM Engineering Data Management**
195 Seiten - ISBN 3-931327-24-8
- 25 **Rationelle Nutzung der Simulationstechnik - Entwicklungstrends und Praxisbeispiele**
152 Seiten - ISBN 3-931327-25-6
- 26 **Alternative Dichtungssysteme - Konzepte zur Dichtungsmontage und zum Dichtmittelauftrag**
110 Seiten - ISBN 3-931327-26-4
- 27 **Rapid Prototyping - Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**
111 Seiten - ISBN 3-931327-27-2
- 28 **Rapid Tooling - Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**
154 Seiten - ISBN 3-931327-28-0
- 29 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen - Abschlußseminar**
156 Seiten - ISBN 3-931327-29-9
- 30 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 31 **Engineering Data Management (EDM) - Erfahrungsberichte und Trends**
183 Seiten - ISBN 3-931327-31-0
- 32 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 33 **3D-CAD - Mehr als nur eine dritte Dimension**
181 Seiten - ISBN 3-931327-33-7
- 34 **Laser in der Produktion - Technologische Randbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz**
102 Seiten - ISBN 3-931327-34-5
- 35 **Ablausimulation - Anlagen effizient und sicher planen und betreiben**
129 Seiten - ISBN 3-931327-35-3
- 36 **Moderne Methoden zur Montageplanung - Schlüssel für eine effiziente Produktion**
124 Seiten - ISBN 3-931327-36-1
- 37 **Wettbewerbsfaktor Verfügbarkeit - Produktivitätssteigerung durch technische und organisatorische Ansätze**
95 Seiten - ISBN 3-931327-37-X
- 38 **Rapid Prototyping - Effizienter Einsatz von Modellen in der Produktentwicklung**
128 Seiten - ISBN 3-931327-38-8
- 39 **Rapid Tooling - Neue Strategien für den Werkzeug- und Formenbau**
130 Seiten - ISBN 3-931327-39-6
- 40 **Erfolgreich kooperieren in der produzierenden Industrie - Flexibel und schneller mit modernen Kooperationen**
160 Seiten - ISBN 3-931327-40-X
- 41 **Innovative Entwicklung von Produktionsmaschinen**
146 Seiten - ISBN 3-89675-041-0
- 42 **Stückzahlflexible Montagesysteme**
139 Seiten - ISBN 3-89675-042-9
- 43 **Produktivität und Verfügbarkeit - ...durch Kooperation steigern**
120 Seiten - ISBN 3-89675-043-7
- 44 **Automatisierte Mikromontage - Handhaben und Positionieren von Mikrobautteilen**
125 Seiten - ISBN 3-89675-044-5
- 45 **Produzieren in Netzwerken - Lösungsansätze, Methoden, Praxisbeispiele**
173 Seiten - ISBN 3-89675-045-3
- 46 **Virtuelle Produktion - Ablausimulation**
108 Seiten - ISBN 3-89675-046-1

- 47 Virtuelle Produktion - Prozeß- und Produktsimulation
131 Seiten - ISBN 3-89675-047-X
- 48 Sicherheitstechnik an Werkzeugmaschinen
106 Seiten - ISBN 3-89675-048-8
- 49 Rapid Prototyping - Methoden für die reaktionsfähige Produktentwicklung
150 Seiten - ISBN 3-89675-049-6
- 50 Rapid Manufacturing - Methoden für die reaktionsfähige Produktion
121 Seiten - ISBN 3-89675-050-X
- 51 Flexibles Kleben und Dichten - Produkt- & Prozeßgestaltung, Mischverbindungen, Qualitätskontrolle
137 Seiten - ISBN 3-89675-051-8
- 52 Rapid Manufacturing - Schnelle Herstellung von Klein- und Prototypenserien
124 Seiten - ISBN 3-89675-052-6
- 53 Mischverbindungen - Werkstoffauswahl, Verfahrensauswahl, Umsetzung
107 Seiten - ISBN 3-89675-054-2
- 54 Virtuelle Produktion - Integrierte Prozess- und Produktsimulation
133 Seiten - ISBN 3-89675-054-2
- 55 e-Business in der Produktion - Organisationskonzepte, IT-Lösungen, Praxisbeispiele
150 Seiten - ISBN 3-89675-055-0
- 56 Virtuelle Produktion - Ablaufsimulation als planungsbegleitendes Werkzeug
150 Seiten - ISBN 3-89675-056-9
- 57 Virtuelle Produktion - Datenintegration und Benutzerschnittstellen
150 Seiten - ISBN 3-89675-057-7
- 58 Rapid Manufacturing - Schnelle Herstellung qualitativ hochwertiger Bauteile oder Kleinserien
169 Seiten - ISBN 3-89675-058-7
- 59 Automatisierte Mikromontage - Werkzeuge und Fügetechnologien für die Mikrosystemtechnik
114 Seiten - ISBN 3-89675-059-3
- 60 Mechatronische Produktionssysteme - Genauigkeit gezielt entwickeln
131 Seiten - ISBN 3-89675-060-7
- 61 Nicht erschienen - wird nicht erscheinen
- 62 Rapid Technologien - Anspruch - Realität - Technologien
100 Seiten - ISBN 3-89675-062-3
- 63 Fabrikplanung 2002 - Visionen - Umsetzung - Werkzeuge
124 Seiten - ISBN 3-89675-063-1
- 64 Mischverbindungen - Einsatz und Innovationspotenzial
143 Seiten - ISBN 3-89675-064-X
- 65 Fabrikplanung 2003 - Basis für Wachstum - Erfahrungen Werkzeuge Visionen
136 Seiten - ISBN 3-89675-065-8
- 66 Mit Rapid Technologien zum Aufschwung - Neue Rapid Technologien und Verfahren, Neue Qualitäten, Neue Möglichkeiten, Neue Anwendungsfelder
185 Seiten - ISBN 3-89675-066-6
- 67 Mechatronische Produktionssysteme - Die Virtuelle Werkzeugmaschine: Mechatronisches Entwicklungsvorgehen, Integrierte Modellbildung, Applikationsfelder
148 Seiten - ISBN 3-89675-067-4
- 68 Virtuelle Produktion - Nutzenpotenziale im Lebenszyklus der Fabrik
139 Seiten - ISBN 3-89675-068-2
- 69 Kooperationsmanagement in der Produktion - Visionen und Methoden zur Kooperation - Geschäftsmodelle und Rechtsformen für die Kooperation - Kooperation entlang der Wertschöpfungskette
134 Seiten - ISBN 3-98675-069-0
- 70 Mechatronik - Strukturndynamik von Werkzeugmaschinen
161 Seiten - ISBN 3-89675-070-4
- 71 Klebtechnik - Zerstörungsfreie Qualitätssicherung beim flexibel automatisierten Kleben und Dichten
ISBN 3-89675-071-2 - vergriffen
- 72 Fabrikplanung 2004 Erfolgsfaktor im Wettbewerb - Erfahrungen - Werkzeuge - Visionen
ISBN 3-89675-072-0 - vergriffen
- 73 Rapid Manufacturing Vom Prototyp zur Produktion - Erwartungen - Erfahrungen - Entwicklungen
179 Seiten - ISBN 3-89675-073-9
- 74 Virtuelle Produktionssystemplanung - Virtuelle Inbetriebnahme und Digitale Fabrik
133 Seiten - ISBN 3-89675-074-7
- 75 Nicht erschienen - wird nicht erscheinen
- 76 Berührungslose Handhabung - Vom Wafer zur Glaslinse, von der Kapsel zur aseptischen Ampulle
95 Seiten - ISBN 3-89675-076-3
- 77 ERP-Systeme - Einführung in die betriebliche Praxis - Erfahrungen, Best Practices, Visionen
153 Seiten - ISBN 3-89675-077-7
- 78 Mechatronik - Trends in der interdisziplinären Entwicklung von Werkzeugmaschinen
155 Seiten - ISBN 3-89675-078-X
- 79 Produktionsmanagement
267 Seiten - ISBN 3-89675-079-8
- 80 Rapid Manufacturing - Fertigungsverfahren für alle Ansprüche
154 Seiten - ISBN 3-89675-080-1
- 81 Rapid Manufacturing - Heutige Trends - Zukünftige Anwendungsfelder
172 Seiten - ISBN 3-89675-081-X
- 82 Produktionsmanagement - Herausforderung Variantenmanagement
100 Seiten - ISBN 3-89675-082-8
- 83 Mechatronik - Optimierungspotenzial der Werkzeugmaschine nutzen
160 Seiten - ISBN 3-89675-083-6
- 84 Virtuelle Inbetriebnahme - Von der Kür zur Pflicht?
104 Seiten - ISBN 978-3-89675-084-6
- 85 3D-Erfahrungsforum - Innovation im Werkzeug- und Formenbau
375 Seiten - ISBN 978-3-89675-085-3
- 86 Rapid Manufacturing - Erfolgreich produzieren durch innovative Fertigung
162 Seiten - ISBN 978-3-89675-086-0
- 87 Produktionsmanagement - Schlang im Mittelstand
102 Seiten - ISBN 978-3-89675-087-7
- 88 Mechatronik - Vorsprung durch Simulation
134 Seiten - ISBN 978-3-89675-088-4
- 89 RFID in der Produktion - Wertschöpfung effizient gestalten
122 Seiten - ISBN 978-3-89675-089-1
- 90 Rapid Manufacturing und Digitale Fabrik - Durch Innovation schnell und flexibel am Markt
100 Seiten - ISBN 978-3-89675-090-7
- 91 Robotik in der Kleinserienproduktion - Die Zukunft der Automatisierungstechnik
ISBN 978-3-89675-091-4
- 92 Rapid Manufacturing - Ressourceneffizienz durch generative Fertigung im Werkzeug- und Formenbau
ISBN 978-3-89675-092-1
- 93 Handhabungstechnik - Innovative Greiftechnik für komplexe Handhabungsaufgaben
136 Seiten - ISBN 978-3-89675-093-8
- 94 iwB Seminarreihe 2009 Themengruppe Werkzeugmaschinen
245 Seiten - ISBN 978-3-89675-094-5
- 95 Zuführtechnik - Herausforderung der automatisierten Montage!
111 Seiten - ISBN 978-3-89675-095-2
- 96 Risikobewertung bei Entscheidungen im Produktionsumfeld - Seminar »Risiko und Chance«
151 Seiten - ISBN 978-3-89675-096-9
- 97 Seminar Rapid Manufacturing 2010 - Innovative Einsatzmöglichkeiten durch neue Werkstoffe bei Schichtbauverfahren
180 Seiten - ISBN 978-3-89675-097-6

- 98 Handhabungstechnik · Der Schlüssel für eine automatisierte Herstellung von Composite-Bauteilen
260 Seiten · ISBN 978-3-89675-098-3
- 99 Abschlussveranstaltung SimuSint 2010 · Modulares Simulationssystem für das Strahlenschmelzen
270 Seiten · ISBN 978-3-89675-099-0
- 100 Additive Fertigung: Innovative Lösungen zur Steigerung der Bauteilqualität bei additiven Fertigungsverfahren
200 Seiten · ISBN 978-3-8316-4114-7
- 101 Mechatronische Simulation in der industriellen Anwendung
91 Seiten · ISBN 978-3-8316-4149-9
- 102 Wissensmanagement in produzierenden Unternehmen
ISBN 978-3-8316-4169-7
- 103 Additive Fertigung: Bauteil- und Prozessauslegung für die wirtschaftliche Fertigung
ISBN 978-3-8316-4188-8
- 104 Ressourceneffizienz in der Lebensmittelkette
ISBN 978-3-8316-4192-5
- 105 Werkzeugmaschinen: Leichter schwer zerspanen! Herausforderungen und Lösungen für die Zerspanung von Hochleistungswerkstoffen
120 Seiten · ISBN 978-3-8316-4217-5
- 106 Batterieproduktion – Vom Rohstoff bis zum Hochvoltspeicher
108 Seiten · ISBN 978-3-8316-4221-2
- 107 Batterieproduktion – Vom Rohstoff bis zum Hochvoltspeicher
150 Seiten · ISBN 978-3-8316-4249-6

Forschungsberichte iwb

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart und Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh,
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Band 1–121, herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. J. Milberg und Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart, sind im Springer Verlag,
Berlin, Heidelberg erschienen

Forschungsberichte iwb ab Band 122 sind erhältlich im Buchhandel oder beim
Herbert Utz Verlag, München, Fax 089-277791-01, info@utzverlag.de, www.utzverlag.de

- 122 *Burghard Schneider*: Prozesskettenorientierte Bereitstellung nicht formstabiler Bauteile
183 Seiten · ISBN 978-3-89675-559-9
- 123 *Bernd Goldstein*: Modellgestützte Geschäftsprozessgestaltung in der Produktentwicklung
170 Seiten · ISBN 978-3-89675-546-9
- 124 *Helmut E. Mößmer*: Methode zur simulationsbasierten Regelung zeitvarianter Produktionssysteme
164 Seiten · ISBN 978-3-89675-585-8
- 125 *Ralf-Gunter Gräser*: Ein Verfahren zur Kompensation temperaturinduzierter Verformungen an Industrierobotern
167 Seiten · ISBN 978-3-89675-603-9
- 126 *Hans-Jürgen Trossin*: Nutzung der Ähnlichkeitstheorie zur Modellbildung in der Produktionstechnik
162 Seiten · ISBN 978-3-89675-614-5
- 127 *Doris Kugelmann*: Aufgabenorientierte Offline-Programmierung von Industrierobotern
168 Seiten · ISBN 978-3-89675-615-2
- 128 *Ralf Diesch*: Steigerung der organisatorischen Verfügbarkeit von Fertigungszellen
160 Seiten · ISBN 978-3-89675-618-3
- 129 *Werner E. Lulay*: Hybrid-hierarchische Simulationsmodelle zur Koordination teilautonomer Produktionsstrukturen
190 Seiten · ISBN 978-3-89675-620-6
- 130 *Otto Murr*: Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen
178 Seiten · ISBN 978-3-89675-636-7
- 131 *Michael Macht*: Ein Vorgehensmodell für den Einsatz von Rapid Prototyping
170 Seiten · ISBN 978-3-89675-638-1
- 132 *Bruno H. Mehler*: Aufbau virtueller Fabriken aus dezentralen Partnerverbänden
152 Seiten · ISBN 978-3-89675-645-9
- 133 *Knut Heitmann*: Sichere Prognosen für die Produktionsptimierung mittels stochastischer Modelle
146 Seiten · ISBN 978-3-89675-675-6
- 134 *Stefan Blessing*: Gestaltung der Materialflußsteuerung in dynamischen Produktionsstrukturen
160 Seiten · ISBN 978-3-89675-690-9
- 135 *Can Abay*: Numerische Optimierung multivariater mehrstufiger Prozesse am Beispiel der Hartbearbeitung von Industriekeramik
159 Seiten · ISBN 978-3-89675-697-8
- 136 *Stefan Brandner*: Integriertes Produktdaten- und Prozeßmanagement in virtuellen Fabriken
172 Seiten · ISBN 978-3-89675-715-9
- 137 *Arnd G. Hirschberg*: Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung
165 Seiten · ISBN 978-3-89675-729-6
- 138 *Alexandra Reek*: Strategien zur Fokuspositionierung beim Laserstrahlschweißen
193 Seiten · ISBN 978-3-89675-730-2
- 139 *Khalid-Alexander Sabbah*: Methodische Entwicklung störungstoleranter Steuerungen
148 Seiten · ISBN 978-3-89675-739-5
- 140 *Klaus U. Schiffenbacher*: Konfiguration virtueller Wertschöpfungsketten in dynamischen, heterarchischen kompetenznetzwerken
187 Seiten · ISBN 978-3-89675-754-8
- 141 *Andreas Sprenzel*: Integrierte Kostenkalkulationsverfahren für die Werkzeugmaschinenentwicklung
144 Seiten · ISBN 978-3-89675-757-9

- 142 **Andreas Gallasch:** Informationstechnische Architektur zur Unterstützung des Wandels in der Produktion
150 Seiten - ISBN 978-3-89675-781-4
- 143 **Ralf Cuiper:** Durchgängige rechnergestützte Planung und Steuerung von automatisierten Montagevorgängen
174 Seiten - ISBN 978-3-89675-783-8
- 144 **Christian Schneider:** Strukturmechanische Berechnungen in der Werkzeugmaschinenkonstruktion
180 Seiten - ISBN 978-3-89675-789-0
- 145 **Christian Jonas:** Konzept einer durchgängigen, rechnergestützten Planung von Montageanlagen
183 Seiten - ISBN 978-3-89675-870-5
- 146 **Ulrich Willnecker:** Gestaltung und Planung leistungsorientierter manueller Fließmontagen
194 Seiten - ISBN 978-3-89675-891-0
- 147 **Christof Lehner:** Beschreibung des Nd:YAG-Laserstrahlweißprozesses von Magnesiumdruckguss
205 Seiten - ISBN 978-3-8316-0004-5
- 148 **Frank Rick:** Simulationsgestützte Gestaltung von Produkt und Prozess am Beispiel Laserstrahlweißungen
145 Seiten - ISBN 978-3-8316-0008-3
- 149 **Michael Höhn:** Sensorgeführte Montage hybrider Mikrosysteme
185 Seiten - ISBN 978-3-8316-0012-0
- 150 **Jörn Böhl:** Wissensmanagement im Klein- und mittelständischen Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-0020-5
- 151 **Robert Bürgel:** Prozessanalyse an spanenden Werkzeugmaschinen mit digital geregelten Antrieben
185 Seiten - ISBN 978-3-8316-0021-2
- 152 **Stephan Dürrschmidt:** Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion
194 Seiten - ISBN 978-3-8316-0023-6
- 153 **Bernhard Eich:** Methode zur prozesskettenorientierten Planung der Teilbereitstellung
136 Seiten - ISBN 978-3-8316-0028-1
- 154 **Wolfgang Rudorfer:** Eine Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke
207 Seiten - ISBN 978-3-8316-0037-3
- 155 **Hans Meier:** Verteilte kooperative Steuerung maschinennaher Abläufe
166 Seiten - ISBN 978-3-8316-0044-1
- 156 **Gerhard Nowak:** Informationstechnische Integration des industriellen Service in das Unternehmen
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-0055-7
- 157 **Martin Werner:** Simulationsgestützte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen
191 Seiten - ISBN 978-3-8316-0058-8
- 158 **Bernhard Lenz:** Finite Elemente-Modellierung des Laserstrahlweißens für den Einsatz in der Fertigungsplanung
162 Seiten - ISBN 978-3-8316-0094-6
- 159 **Stefan Grunwald:** Methode zur Anwendung der flexiblen integrierten Produktentwicklung und Montageplanung
216 Seiten - ISBN 978-3-8316-0095-3
- 160 **Josef Gartner:** Qualitätssicherung bei der automatisierten Applikation hochviskoser Dichtungen
165 Seiten - ISBN 978-3-8316-0096-0
- 161 **Wolfgang Zeller:** Gesamtheitliches Sicherheitskonzept für die Antriebs- und Steuerungstechnik bei Werkzeugmaschinen
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0100-4
- 162 **Michael Loferer:** Rechnergestützte Gestaltung von Montagesystemen
178 Seiten - ISBN 978-3-8316-0118-9
- 163 **Jörg Führer:** Ganzheitliche Optimierung des indirekten Metall-Lasersinterprozesses
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0124-0
- 164 **Jürgen Höppler:** Verfahren zur berührungslosen Handhabung mittels leistungsstarker Schallwandler
144 Seiten - ISBN 978-3-8316-0125-7
- 165 **Hubert Götte:** Entwicklung eines Assistenzrobotersystems für die Knieendoprothetik
258 Seiten - ISBN 978-3-8316-0126-4
- 166 **Martin Weißenberger:** Optimierung der Bewegungsdynamik von Werkzeugmaschinen im rechnergestützten Entwicklungsprozess
210 Seiten - ISBN 978-3-8316-0138-7
- 167 **Dirk Jacob:** Verfahren zur Positionierung unterseitenstrukturierter Bauelemente in der Mikrosystemtechnik
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0142-4
- 168 **Ulrich Roggleder:** System zur effizienten Layout- und Prozessplanung von hybriden Montageanlagen
175 Seiten - ISBN 978-3-8316-0154-7
- 169 **Robert Klingel:** Anziehfverfahren für hochfeste Schraubverbindungen auf Basis akustischer Emissionen
164 Seiten - ISBN 978-3-8316-0174-5
- 170 **Paul Jens Peter Ross:** Bestimmung des wirtschaftlichen Automatisierungsgrades von Montageprozessen in der frühen Phase der Montageplanung
144 Seiten - ISBN 978-3-8316-0191-2
- 171 **Stefan von Praun:** Toleranzanalyse nachgiebiger Baugruppen im Produktentstehungsprozess
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-0202-5
- 172 **Florian von der Hagen:** Gestaltung kurzfristiger und unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-0208-7
- 173 **Oliver Kramer:** Methode zur Optimierung der Wertschöpfungskette mittelständischer Betriebe
212 Seiten - ISBN 978-3-8316-0211-7
- 174 **Winfried Dohmen:** Interdisziplinäre Methoden für die integrierte Entwicklung komplexer mechatronischer Systeme
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0214-8
- 175 **Oliver Anton:** Ein Beitrag zur Entwicklung telepräzenter Montagesysteme
158 Seiten - ISBN 978-3-8316-0215-5
- 176 **Welf Broser:** Methode zur Definition und Bewertung von Anwendungsfeldern für Kompetenznetzwerke
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-0217-9
- 177 **Frank Breitingler:** Ein ganzheitliches Konzept zum Einsatz des indirekten Metall-Lasersinterns für das Druckgießen
156 Seiten - ISBN 978-3-8316-0227-8
- 178 **Johann von Pieverling:** Ein Vorgehensmodell zur Auswahl von Konturfertigungsverfahren für das Rapid Tooling
163 Seiten - ISBN 978-3-8316-0230-8
- 179 **Thomas Baudisch:** Simulationsumgebung zur Auslegung der Bewegungsdynamik des mechatronischen Systems Werkzeugmaschine
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-0249-0
- 180 **Heinrich Schieferstein:** Experimentelle Analyse des menschlichen Kausystems
132 Seiten - ISBN 978-3-8316-0251-3
- 181 **Jochim Berlak:** Methodik zur strukturierten Auswahl von Auftragsabwicklungssystemen
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-0258-2
- 182 **Christian Meierlohr:** Konzept zur rechnergestützten Integration von Produktions- und Gebäudeplanung in der Fabrikgestaltung
181 Seiten - ISBN 978-3-8316-0292-6
- 183 **Volker Weber:** Dynamisches Kostenmanagement in kompetenzzentrierten Unternehmensnetzwerken
230 Seiten - ISBN 978-3-8316-0330-5
- 184 **Thomas Bongardt:** Methode zur Kompensation betriebsabhängiger Einflüsse auf die Absolutgenauigkeit von Industrierobotern
170 Seiten - ISBN 978-3-8316-0332-9

- 185 **Tim Angerer:** Effizienzsteigerung in der automatisierten Montage durch aktive Nutzung mechatronischer Produktkomponenten
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0336-7
- 186 **Alexander Krüger:** Planung und Kapazitätsabstimmung stückzahlflexibler Montagesysteme
197 Seiten - ISBN 978-3-8316-0371-8
- 187 **Matthias Meindl:** Beitrag zur Entwicklung generativer Fertigungsverfahren für das Rapid Manufacturing
236 Seiten - ISBN 978-3-8316-0465-4
- 188 **Thomas Fusch:** Betriebsbegleitende Prozessplanung in der Montage mit Hilfe der Virtuellen Produktion am Beispiel der Automobilindustrie
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-0467-8
- 189 **Thomas Mosandl:** Qualitätssteigerung bei automatisiertem Klebstoffauftrag durch den Einsatz optischer Konturfolgssysteme
182 Seiten - ISBN 978-3-8316-0471-5
- 190 **Christian Patron:** Konzept für den Einsatz von Augmented Reality in der Montageplanung
150 Seiten - ISBN 978-3-8316-0474-6
- 191 **Robert Cisek:** Planung und Bewertung von Rekonfigurationsprozessen in Produktionssystemen
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0475-3
- 192 **Florian Auer:** Methode zur Simulation des Laserstrahlsschweißens unter Berücksichtigung der Ergebnisse vorangegangener Umformsimulationen
160 Seiten - ISBN 978-3-8316-0485-2
- 193 **Carsten Selke:** Entwicklung von Methoden zur automatischen Simulationsmodellgenerierung
137 Seiten - ISBN 978-3-8316-0495-1
- 194 **Markus Seefried:** Simulation des Prozessschrittes der Wärmebehandlung beim Indirekten-Metall-Lasersintern
216 Seiten - ISBN 978-3-8316-0503-3
- 195 **Wolfgang Wagner:** Fabrikplanung für die standortübergreifende Kostensenkung bei marktnaher Produktion
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-0586-6
- 196 **Christopher Ulrich:** Erhöhung des Nutzungsgrades von Laserstrahlquellen durch Mehrfach-Anwendungen
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0590-3
- 197 **Johann Härtl:** Prozessgaseinfluss beim Schweißen mit Hochleistungsdiodenlasern
148 Seiten - ISBN 978-3-8316-0611-5
- 198 **Bernd Hartmann:** Die Bestimmung des Personalbedarfs für den Materialfluss in Abhängigkeit von Produktionsfläche und -menge
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-0615-3
- 199 **Michael Schlip:** Auslegung und Gestaltung von Werkzeugen zum berührungslosen Greifen kleiner Bauteile in der Mikromontage
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0631-3
- 200 **Florian Manfred Gitz:** Teilautomatische Generierung von Stromlauf- und Fluidplänen für mechatronische Systeme
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0643-6
- 201 **Dieter Eirener:** Prozessmodelle zur statischen Auslegung von Anlagen für das Friction Stir Welding
114 Seiten - ISBN 978-3-8316-0650-4
- 202 **Gerhard Volkwein:** Konzept zur effizienten Bereitstellung von Steuerungsfunktionalität für die NC-Simulation
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0668-9
- 203 **Sven Roeren:** Komplexitätsvariable Einflussgrößen für die bauteilbezogene Struktursimulation thermischer Fertigungsprozesse
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-0680-1
- 204 **Henning Rudolf:** Wissensbasierte Montageplanung in der Digitalen Fabrik am Beispiel der Automobilindustrie
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0697-9
- 205 **Stella Clarke-Griech:** Overcoming the Network Problem in Telepresence Systems with Prediction and Inertia
150 Seiten - ISBN 978-3-8316-0701-3
- 206 **Michael Ehrenstraßer:** Sensoreinsatz in der telepräsenten Mikromontage
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0743-3
- 207 **Rainer Schack:** Methodik zur bewertungsorientierten Skalierung der Digitalen Fabrik
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0748-8
- 208 **Wolfgang Sudhoff:** Methodik zur Bewertung standortübergreifender Mobilität in der Produktion
300 Seiten - ISBN 978-3-8316-0749-5
- 209 **Stefan Müller:** Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0750-1
- 210 **Ulrich Kohler:** Methodik zur kontinuierlichen und kostenorientierten Planung produktionstechnischer Systeme
246 Seiten - ISBN 978-3-8316-0753-2
- 211 **Klaus Schlickentrieder:** Methodik zur Prozessoptimierung beim automatisierten elastischen Kleben großflächiger Bauteile
204 Seiten - ISBN 978-3-8316-0776-1
- 212 **Niklas Möller:** Bestimmung der Wirtschaftlichkeit wandlungsfähiger Produktionssysteme
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0778-5
- 213 **Daniel Siedl:** Simulation des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen während Verfahrenbewegungen
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-0779-2
- 214 **Dirk Ansoerg:** Auftragsabwicklung in heterogenen Produktionsstrukturen mit spezifischen Planungsfreiräumen
150 Seiten - ISBN 978-3-8316-0785-3
- 215 **Georg Wünsch:** Methoden für die virtuelle Inbetriebnahme automatisierter Produktionssysteme
238 Seiten - ISBN 978-3-8316-0795-2
- 216 **Thomas Oertli:** Strukturmehranalytische Berechnung und Regelungssimulation von Werkzeugmaschinen mit elektromechanischen Vorschubantrieben
194 Seiten - ISBN 978-3-8316-0798-3
- 217 **Bernad Petzold:** Entwicklung eines Operatorarbeitsplatzes für die telepräsente Mikromontage
234 Seiten - ISBN 978-3-8316-0805-8
- 218 **Loucas Papadakis:** Simulation of the Structural Effects of Welded Frame Assemblies in Manufacturing Process Chains
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0813-3
- 219 **Mathias Mürtl:** Ressourcenplanung in der variantenreichen Fertigung
228 Seiten - ISBN 978-3-8316-0820-1
- 220 **Sebastian Weig:** Konzept eines integrierten Risikomanagements für die Ablauf- und Strukturgestaltung in Fabrikplanungsprojekten
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-0823-2
- 221 **Tobias Hornfeck:** Laserstrahlbigen komplexer Aluminiumstrukturen für Anwendungen in der Luftfahrtindustrie
150 Seiten - ISBN 978-3-8316-0826-3
- 222 **Hans Egermeier:** Entwicklung eines Virtual-Reality-Systems für die Montagesimulation mit kraftrückkoppelnden Handschuhen
230 Seiten - ISBN 978-3-8316-0833-1
- 223 **Matthäus Sigl:** Ein Beitrag zur Entwicklung des Elektronenstrahlinterns
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0841-6
- 224 **Mark Harfensteller:** Eine Methodik zur Entwicklung und Herstellung von Radiumtargets
198 Seiten - ISBN 978-3-8316-0849-2
- 225 **Jochen Werner:** Methode zur roboterbasierten förderbandsynchronen Fließmontage am Beispiel der Automobilindustrie
210 Seiten - ISBN 978-3-8316-0857-7
- 226 **Florian Hagemann:** Ein formflexibles Werkzeug für das Rapid Tooling beim Spritzgießen
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-0861-4

- 227 **Haitham Rashidy:** Knowledge-based quality control in manufacturing processes with application to the automotive industry
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-0862-1
- 228 **Wolfgang Vogl:** Eine interaktive räumliche Benutzerschnittstelle für die Programmierung von Industrierobotern
248 Seiten - ISBN 978-3-8316-0869-0
- 229 **Sonja Schedl:** Integration von Anforderungsmanagement in den mechatronischen Entwicklungsprozess
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0874-4
- 230 **Andreas Trautmann:** Bifocal Hybrid Laser Welding - A Technology for Welding of Aluminium and Zinc-Coated Steels
314 Seiten - ISBN 978-3-8316-0876-8
- 231 **Patrick Neise:** Managing Quality and Delivery Reliability of Suppliers by Using Incentives and Simulation Models
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-0878-2
- 232 **Christian Habicht:** Einsatz und Auslegung zeitenfensterbasierter Planungssysteme in überbetrieblichen Wertschöpfungsketten
204 Seiten - ISBN 978-3-8316-0891-1
- 233 **Michael Spitzweg:** Methode und Konzept für den Einsatz eines physikalischen Modells in der Entwicklung von Produktionsanlagen
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0931-4
- 234 **Ulrich Münzert:** Bahnplanungsalgorithmen für das robotergestützte Remote-Laserstrahlschweißen
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0948-2
- 235 **Georg Völlner:** Rührreibschweißen mit Schwerlast-Industrierobotern
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-0955-0
- 236 **Nils Müller:** Modell für die Beherrschung und Reduktion von Nachfrageschwankungen
286 Seiten - ISBN 978-3-8316-0992-5
- 237 **Franz Decker:** Unternehmensspezifische Strukturierung der Produktion als permanente Aufgabe
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0996-3
- 238 **Christian Lau:** Methodik für eine selbstoptimierende Produktionssteuerung
204 Seiten - ISBN 978-3-8316-4012-6
- 239 **Christoph Rimpau:** Wissensbasierte Risikobewertung in der Angebotskalkulation für hochgradig individualisierte Produkte
268 Seiten - ISBN 978-3-8316-4015-7
- 240 **Michael Loy:** Modulare Vibrationswendelförderer zur flexiblen Teilezuführung
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-4027-0
- 241 **Andreas Eursch:** Konzept eines immersiven Assistenzsystems mit Augmented Reality zur Unterstützung manueller Aktivitäten in radioaktiven Produktionsumgebungen
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-4029-4
- 242 **Florian Schwarz:** Simulation der Wechselwirkungen zwischen Prozess und Struktur bei der Drehbearbeitung
282 Seiten - ISBN 978-3-8316-4030-0
- 243 **Martin Georg Prasch:** Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter in die variantenreiche Serienmontage
261 Seiten - ISBN 978-3-8316-4033-1
- 244 **Johannes Schlip:** Adaptive Montagesysteme für hybride Mikrosysteme unter Einsatz von Telepräsenz
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-4063-8
- 245 **Stefan Lutzmann:** Beitrag zur Prozessbeherrschung des Elektronenstrahlschmelzens
242 Seiten - ISBN 978-3-8316-4070-6
- 246 **Gregor Branner:** Modellierung transienter Effekte in der Struktursimulation von Schichtbauverfahren
230 Seiten - ISBN 978-3-8316-4071-3
- 247 **Josef Ludwig Zimmermann:** Eine Methodik zur Gestaltung berührungslos arbeitender Handhabungssysteme
186 Seiten - ISBN 978-3-8316-4091-1
- 248 **Clemens Pörnbacher:** Modellgetriebene Entwicklung der Steuerungssoftware automatisierter Fertigungssysteme
280 Seiten - ISBN 978-3-8316-4108-6
- 249 **Alexander Lindworsky:** Teilautomatische Generierung von Simulationsmodellen für den entwicklungsbegleitenden Steuerungstest
294 Seiten - ISBN 978-3-8316-4125-3
- 250 **Michael Mauderer:** Ein Beitrag zur Planung und Entwicklung von rekonfigurierbaren mechatronischen Systemen – am Beispiel von starren Fertigungssystemen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4126-0
- 251 **Roland Mark:** Qualitätsbewertung und -regelung für die Fertigung von Karosserieteilen in Presswerken auf Basis Neuronaler Netze
228 Seiten - ISBN 978-3-8316-4127-7
- 252 **Florian Reichl:** Methode zum Management der Kooperation von Fabrik- und Technologieplanung
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4128-4
- 253 **Paul Gebhard:** Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen bei Anwendung für das Rührreibschweißen
230 Seiten - ISBN 978-3-8316-4129-1
- 254 **Michael Heinz:** Modellunterstützte Auslegung berührungsloser Ultraschallgreifsysteme für die Mikrosystemtechnik
302 Seiten - ISBN 978-3-8316-4147-5
- 255 **Pascal Krebs:** Bewertung vernetzter Produktionsstandorte unter Berücksichtigung multidimensionaler Unsicherheiten
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-4156-7
- 256 **Gerhard Straßer:** Greiftechnologie für die automatisierte Handhabung von technischen Textilien in der Faserverbundfertigung
290 Seiten - ISBN 978-3-8316-4161-1
- 257 **Frédéric-Felix Lacour:** Modellbildung für die physikbasierte Virtuelle Inbetriebnahme materialflussintensiver Produktionsanlagen
222 Seiten - ISBN 978-3-8316-4162-8
- 258 **Thomas Hensel:** Modellbasierter Entwurfsprozess für Automatisierungslösungen
184 Seiten - ISBN 978-3-8316-4167-3
- 259 **Sherif Zaidan:** A Work-Piece Based Approach for Programming Cooperating Industrial Robots
212 Seiten - ISBN 978-3-8316-4175-8
- 260 **Hendrik Schellmann:** Bewertung kundenspezifischer Mengenflexibilität im Wertschöpfungsnetz
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-4189-5
- 261 **Marwan Radi:** Workspace scaling and haptic feedback for industrial telepresence and teleaction systems with heavy-duty teleoperators
172 Seiten - ISBN 978-3-8316-4195-6
- 262 **Markus Rühstorfer:** Rührreibschweißen von Rohren
206 Seiten - ISBN 978-3-8316-4197-0
- 263 **Rüdiger Daub:** Erhöhung der Nahttiefe beim Laserstrahl-Wärmeleitungsschweißen von Stählen
182 Seiten - ISBN 978-3-8316-4199-4
- 264 **Michael Ott:** Multimaterialverarbeitung bei der additiven strahl- und pulverbettbasierten Fertigung
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4201-4
- 265 **Martin Ostgathe:** System zur produktbasierten Steuerung von Abläufen in der auftragsbezogenen Fertigung und Montage
278 Seiten - ISBN 978-3-8316-4206-9
- 266 **Imke Nora Kellner:** Materialsysteme für das pulverbettbasierte 3D-Drucken
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-4223-6
- 267 **Florian Oefele:** Remote-Laserstrahlschweißen mit brillanten Laserstrahlquellen
238 Seiten - ISBN 978-3-8316-4224-3
- 268 **Claudia Anna Ehinger:** Automatisierte Montage von Faserverbund-Vorförmlingen
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-4233-5

- 269 **Tobias Zeilinger:** Laserbasierte Bauteillagebestimmung bei der Montage optischer Mikrokomponenten
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4234-2
- 270 **Stefan Krug:** Automatische Konfiguration von Robotersystemen (Plug&Produce)
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-4243-4
- 271 **Marc Lotz:** Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit beim Schweißnahtschweißen durch modellbasierte Regelungsverfahren
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4245-8
- 272 **William Brice Tekouo Moutchiho:** A New Programming Approach for Robot-based Flexible Inspection systems
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-4247-2
- 273 **Matthias Waibel:** Aktive Zusatzsysteme zur Schwingungsreduktion an Werkzeugmaschinen
158 Seiten - ISBN 978-3-8316-4250-2
- 274 **Christian Eschey:** Maschinenspezifische Erhöhung der Prozessfähigkeit in der additiven Fertigung
216 Seiten - ISBN 978-3-8316-4270-0
- 275 **Florian Aull:** Modell zur Ableitung effizienter Implementierungsstrategien für Lean-Production-Methoden
270 Seiten - ISBN 978-3-8316-4283-0
- 276 **Marcus Hennauer:** Entwicklungsbegleitende Prognose der mechatronischen Eigenschaften von Werkzeugmaschinen
214 Seiten - ISBN 978-3-8316-4306-6
- 277 **Alexander Götzfried:** Analyse und Vergleich fertigungstechnischer Prozessketten für Flugzeugtriebwerks-Rotoren
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4310-3
- 278 **Saskia Reinhardt:** Bewertung der Ressourceneffizienz in der Fertigung
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-4317-2
- 279 **Fabian J. Meling:** Methodik für die Rekombination von Anlagentechnik
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-4319-6
- 280 **Jörg Egbers:** Identifikation und Adaption von Arbeitsplätzen für leistungsgewandelte Mitarbeiter entlang des Montageplanungsprozesses
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-4328-8
- 281 **Max von Bredow:** Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos unternehmensübergreifender Wertschöpfungskonfigurationen in der Automobilindustrie
204 Seiten - ISBN 978-3-8316-4337-0
- 282 **Tobias Philipp:** RFID-gestützte Produktionssteuerungsverfahren für die Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoffen
142 Seiten - ISBN 978-3-8316-4346-2
- 283 **Stefan Rainer Johann Braunreuther:** Untersuchungen zur Lasersicherheit für Materialbearbeitungsanwendungen mit brillanten Laserstrahlquellen
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-4348-6
- 284 **Johannes Pohl:** Adaption von Produktionsstrukturen unter Berücksichtigung von Lebenszyklen
202 Seiten - ISBN 978-3-8316-4358-5
- 285 **Mathey Wiesbeck:** Struktur zur Repräsentation von Montagesequenzen für die situationsorientierte Werkerführung
194 Seiten - ISBN 978-3-8316-4369-1
- 286 **Sanja Huber:** In-situ-Legierungsbestimmung beim Laserstrahlschweißen
206 Seiten - ISBN 978-3-8316-4370-7
- 287 **Robert Wiedenmann:** Prozessmodell und Systemtechnik für das lasterunterstützte Fräsen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4384-4
- 288 **Thomas Irenhauser:** Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz
242 Seiten - ISBN 978-3-8316-4404-9
- 289 **Jens Hatwig:** Automatisierte Bahnplanung für Industrieroboter und Scanneroptiken bei der Remote-Laserstrahlbearbeitung
184 Seiten - ISBN 978-3-8316-4405-6
- 290 **Matthias Baur:** Aktives Dämpfungssystem zur Ratterunterdrückung an spanenden Werkzeugmaschinen
198 Seiten - ISBN 978-3-8316-4408-7

