

Carsten Witthohn

Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke im Spannungsfeld von Kosten- und Risikominimierung



Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke im Spannungsfeld von Kosten- und Risikominimierung

Configuration of global production network in the tension field of cost and risk minimization

Von der Fakultät für Maschinenwesen
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Carsten Witthohn

Berichter:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh
Außerplanmäßiger Professor Dr.-Ing. Wolfgang Boos

Tag der mündlichen Prüfung: 20. Mai 2019

ERGEBNISSE AUS DER PRODUKTIONSTECHNIK

Carsten Witthohn

Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke
im Spannungsfeld von Kosten- und
Risikominimierung

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. T. Bergs
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. G. Schuh
Prof. Dr.-Ing. C. Brecher
Prof. Dr.-Ing. R. H. Schmitt

Band 39/2019



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

Carsten Witthohn:

Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke im Spannungsfeld von Kosten- und Risikominimierung

1. Auflage, 2019

Apprimus Verlag, Aachen, 2019
Wissenschaftsverlag des Instituts für Industriekommunikation und Fachmedien
an der RWTH Aachen
Steinbachstr. 25, 52074 Aachen
Internet: www.apprimus-verlag.de, E-Mail: info@apprimus-verlag.de

ISBN 978-3-86359-791-7

D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2019)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Formelzeichen	IX
Abkürzungen	XIII
Zusammenfassung	XV
Summary	XVII
1 Einleitung	1
1.1 <i>Motivation und Problemstellung</i>	1
1.2 <i>Zielsetzung</i>	5
1.3 <i>Wissenschaftstheoretische Einordnung</i>	6
1.4 <i>Aufbau der Arbeit</i>	7
2 Herausforderungen der Auslegung globaler Produktionsnetzwerke	11
2.1 <i>Begriffsdefinitionen und Abgrenzung des Betrachtungsbereichs</i>	11
2.1.1 <i>Auswirkung der Globalisierung auf produzierende Unternehmen</i>	11
2.1.2 <i>Multinational produzierende Unternehmen</i>	14
2.1.3 <i>Produktionsnetzwerke</i>	16
2.1.4 <i>Netzwerkkonfiguration</i>	17
2.2 <i>Gestaltung von Produktionsnetzwerken</i>	18
2.2.1 <i>Das Produktionsnetzwerksystem</i>	18
2.2.2 <i>Konfiguration von Produktionsnetzwerken</i>	22
2.3 <i>Kosten in globalen Produktionsnetzwerken</i>	25
2.4 <i>Risiko in globalen Produktionsnetzwerken</i>	27

2.4.1	Der Risikobegriff	27
2.4.2	Risikomanagement	28
2.4.3	Abgrenzung möglicher Risiken	37
2.5	<i>Spannungsfeld von Kosten und Risiko in globalen Produktionsnetzwerken</i>	39
2.6	<i>Handlungsbedarf global produzierender Unternehmen in der Praxis</i>	43
3	Ansätze zur Gestaltung von globalen Produktionsnetzwerken	47
3.1	<i>Ansätze zur Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke zur Minimierung der operativen Kosten</i>	47
3.1.1	Entscheidungsunterstützung für die Konfiguration globaler Wertschöpfungsnetzwerke nach UDE	47
3.1.2	Bewertung global verteilter Produktionssysteme nach LANZA ET AL.	49
3.1.3	Quantitative Optimierung dynamischer Produktionsnetzwerke nach JACOB.....	52
3.1.4	Toolbasierte Entscheidungsunterstützung zur Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke nach SCHUH ET AL.....	53
3.2	<i>Ansätze zur Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke zur Minimierung der Risiken</i>	56
3.2.1	Risikomanagementprozesse in Zuliefernetzwerken nach HALLIKAS ET AL.	57
3.2.2	Entwicklung eines Gestaltungsmodells zum Management von Risiken in Produktionsnetzwerken nach THOM	58
3.2.3	Ansatz zum Management betrieblicher Risiken nach KÖNIG	60
3.2.4	Supply-Chain Risk Management nach TANG	60
3.3	<i>Ansätze zur Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke im Spannungsfeld der Kosten- und Risikominimierung</i>	62
3.3.1	Risikomanagement zur Vermeidung von Supply-Chain Breakdowns nach CHOPRA & SODHI	62
3.3.2	Konfiguration internationaler Produktionsnetzwerke unter Berücksichtigung von Unsicherheit nach NEUNER	64
3.3.3	Verlässliche Gestaltung von Versorgungsnetzwerken hinsichtlich disruptiver Risiken nach CUI ET AL.....	65

3.4	<i>Forschungsdefizit und Handlungsbedarf</i>	67
3.4.1	Bewertung der ausgewählten Ansätze	67
3.4.2	Forschungsdefizit	71
4	Grobkonzept zur Integration von Risiko als Gestaltungsgröße	73
4.1	<i>Anforderungen an eine Methodik zur Integration von Risiko als Gestaltungsgröße globaler Produktionsnetzwerke</i>	73
4.1.1	Inhaltliche Anforderungen	73
4.1.2	Formale Anforderungen	75
4.2	<i>Risiko als Gestaltungsgröße</i>	76
4.3	<i>Grobkonzept zur Berücksichtigung von Risiko</i>	81
4.3.1	Risikoidentifikation und Risikoanalyse.....	83
4.3.2	Risikobewertung	85
4.3.3	Risikosteuerung	89
4.3.4	Risikomonitoring.....	90
5	Detaillierung der Methodik	93
5.1	<i>Modellierung</i>	94
5.2	<i>Risikoidentifikation und Risikoanalyse</i>	98
5.2.1	Analyse geeigneter Datenbanken	99
5.2.2	Bewertung und Auswahl der Risikodatenbanken	103
5.2.3	Auswahl und Strukturierung relevanter Indikatoren	109
5.2.4	Operationalisierung der Indikatoren	111
5.2.5	Normalisierung der Risikofaktoren	112
5.2.6	Gewichtung und Aggregation	113
5.2.7	Darstellung der Ergebnisse	114
5.3	<i>Risikobewertung</i>	114
5.3.1	Ergänzung des Modells um risikorelevante Daten	114
5.3.2	Berechnung der Risikokennzahl.....	115
5.3.3	Berechnung des direkten Schadens	116
5.3.4	Berechnung des operativen Schadens.....	117
5.3.5	Bestimmung der Produktionsstückkosten eines Produktes ...	119
5.4	<i>Risikosteuerung</i>	122
5.5	<i>Risikomonitoring</i>	125

5.5.1	Szenarioebene	125
5.5.2	Netzwerkebene	126
5.5.3	Standortebene.....	132
6	Anwendung und Reflexion der Ergebnisse	141
6.1	<i>Vorgehen und Durchführung der Untersuchung</i>	<i>141</i>
6.1.1	Prototypische Implementierung der Methodik.....	141
6.1.2	Fallbeispiel 1: Elektroartikelhersteller	142
6.1.3	Fallbeispiel 2: Automobilzulieferer	146
6.2	<i>Kritische Reflexion der Anwendung</i>	<i>147</i>
6.2.1	Inhaltliche Anforderungen	148
6.2.2	Formale Anforderungen	150
6.2.3	Zwischenfazit	151
7	Zusammenfassung und Ausblick	153
	Literaturverzeichnis.....	157

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Forschungsprozess nach ULRICH und Anwendung in dieser Arbeit.....	8
Abbildung 2-1:	Entwicklung der Globalisierung in drei Phasen nach JACOB UND MEYER.....	13
Abbildung 2-2:	Internes Produktionsnetzwerk nach KAPHAHN UND LÜCKE.....	17
Abbildung 2-3:	Vom Produktionssystem zum Produktionsnetzwerkssystem nach FRIEDLI	20
Abbildung 2-4:	Managementrahmen für globale Produktionsnetzwerke in Anlehnung an FRIEDLI	21
Abbildung 2-5:	Idealtypische Netzwerkstrukturen nach HENZLER	23
Abbildung 2-6:	Standort- und Prozessfaktoren als Einflussfaktoren der Standortwahl nach MEYER.....	27
Abbildung 2-7:	Das Risikomanagement nach ISO 31000:2009 im Überblick.....	29
Abbildung 2-8:	Risikosteuerungsprozess nach GLEISSNER	35
Abbildung 2-9:	Risikoportfolio mit der Auswahl von Risikostrategien nach JAKOBY, GLEISSNER und KÖNIG.....	36
Abbildung 2-10:	Bestimmung des idealen Sicherheitsgrades in Anlehnung an DIEDERICHS	40
Abbildung 2-11:	Monotonie der Präferenz für Ungüter, hergeleitet nach VARIAN.....	42
Abbildung 2-12:	Effiziente Anlagekombinationen nach MARKOWITZ....	43
Abbildung 2-13:	Herausforderungen in der Konfiguration von globalen Produktionsnetzwerken	46
Abbildung 3-1:	Kostenmodell zur Bestimmung der Total Landed Cost nach SCHUH ET AL.....	55
Abbildung 3-2:	Defizite der bestehenden Ansätze	68
Abbildung 4-1:	Anforderungsprofil	74

Abbildung 4-2:	Theoretisch hergeleitete Entscheidungssituation.....	78
Abbildung 4-3:	Vorgehen zur kosten- und risikogerechten Auslegung globaler Produktionsnetzwerke	79
Abbildung 4-4:	Vorgehen der Methodik zur Berücksichtigung von Risiko in der Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke in Anlehnung an REUTER ET AL.....	82
Abbildung 4-5:	Vorgehen zur Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit eines Standortes in Anlehnung an GALLOPIN	84
Abbildung 4-6:	Methode zur Bestimmung des Risikos eines Standortausfalls in Anlehnung an REUTER ET AL.	88
Abbildung 4-7:	Hierarchieebenen der Visualisierungsmethode	91
Abbildung 5-1:	Übersicht über das detaillierte Vorgehen der Methodik	94
Abbildung 5-2:	Schaden und Kategorisierung geografischer Risiken	106
Abbildung 5-3:	Übersicht über die analysierten Datenbanken für politische Risikofaktoren.....	108
Abbildung 5-4:	Bewertung und Auswahl der betrachteten Risikodatenbanken	109
Abbildung 5-5:	Definition geografischer und politischer Risikofaktoren.....	110
Abbildung 5-6:	Übersicht über die Risikosteuerungsmethoden und ihre Anwendung in der Netzwerkgestaltung.....	124
Abbildung 5-7:	Home-Ansicht der Visualisierungsmethodik.....	126
Abbildung 5-8:	Start-Ansicht der Visualisierungsmethodik auf Netzwerkebene.....	127
Abbildung 5-9:	Netzwerkübersicht – Markierung von Standort A	128
Abbildung 5-10:	Netzwerkübersicht – Netzwerk 1, Standort A.....	131
Abbildung 5-11:	Weltkarte Risikolevel	133
Abbildung 5-12:	Schadensansicht – Übersicht.....	134
Abbildung 5-13:	Schadensansicht – Direkter Schaden	135

Abbildung 5-14:	Schadensansicht – Operativer Schaden	136
Abbildung 5-15:	Schadensansicht – Kompensationsmöglichkeiten ..	137
Abbildung 5-16:	Schadensansicht – Veränderung der Fertigungskosten	138
Abbildung 5-17:	Schadensansicht – Veränderung der Transportkosten.....	139
Abbildung 6-1:	Idealtypische Netzwerkstrukturen im Spannungsfeld von operativen Kosten und Risiken für Fallbeispiel 1	144
Abbildung 6-2:	Spannungsfeld von operativen Kosten und Risiken für Fallbeispiel 1	145
Abbildung 6-3:	Spannungsfeld von operativen Kosten und Risiken für Fallbeispiel 2	147

Formelzeichen

Formelzeichen	Einheit/ Ausprägung	Beschreibung
Laufvariablen		
f		Risikoart
i		Produkt
j		Ressourcentyp
l		Standort
l_{down}		Ausgefallener Standort
l^*		Intakte Standorte beim Ausfall von l_{down}
SR		Verkaufsregion (Sales Region)
Variablen		
AAL_f	Stufen 1-5	Durchschnittlicher jährlicher Verlust durch Risikoart f
$areaCost_{j,l}$	€	Flächenkostenanteil für die Produktion des Produktes i am Standort l
$basicCost_l$	€/Jahr	Standortbasiskosten des Standortes l
$CapacityFTE_l$	h/Jahr	Arbeitszeit eines FTE am Standort l
$ContainerFactor_i$		Containerfaktor des Produktes i
$consumablesCost_{j,l}$	€/h	Kosten für Betriebsmittel bei der Nutzung der Ressource j am Standort l
$costPerPiece_{i,l}$	€	Produktionskosten des Produktes i am Standort l
$costPerPiece^*_{i,l^*}$	€	Produktionskosten des Produktes i am Standort l^* nach Neuverteilung und Reduktion des Produktionsvolumens aufgrund des Ausfalls von Standort l_{down}
$DepreciationTime_j$	Jahre	Geplante Nutzungsdauer der Ressource j am Ausfallstandort l_{down}
$directPersonalCos$	€/h	Direkte Personalkosten des Prozessschrittes auf der Ressource j am Standort l

$directLoss_{j,down}$	€	Direkter Schaden beim vollständigen Verlust von Standort l
$downtime_{j,down}$	Monate	Dauer des Standortausfalls
$EcoStock_f$	Stufen 1-6	Gesamter ökonomischer Bestand, der von Risikoart f bedroht ist
$energyCost_{j,l}$	€/h	Energiekosten bei der Nutzung der Ressource j am Standort l
F_{Rf}		Risikofaktor der Risikoart f
\bar{F}_{Rf}		Normalisierter Risikofaktor der Risikoart f
$F_{j,l}$		Zeit-Konsum-Faktor, bezeichnet das Verhältnis aus benötigter Zeit und der gesamt genutzten Kapazität auf einer Ressource
$indirectFTECost_l$	€/a	Kosten für einen indirekten Mitarbeiter am Standort l
$indirectPersonalCost_{j,l}$	€	Indirekte Personalkosten des Prozessschrittes auf der Ressource j am Standort l
$intraPlantLogisticCost_{j,l}$	€	Unternehmensinterne Logistikkosten bei der Nutzung der Ressource j am Standort l
$investCost_{j,l}$	€	Investitionskostenanteil für die Produktion des Produktes i am Standort l
$InvestCost_{j,l,down}$	€	Investitionskosten für Ressource j am Ausfallstandort l_{down}
$Lifetime_{j,l,down}$	Jahre	Alter der Ressource j am Ausfallstandort l_{down}
$lossPercentage_{l,down}$	%	Anteil des Verlustes an Investitionsgütern
$machineCost_{j,l}$	€	Maschinenkostenanteil für die Produktion des Produktes i am Standort l
$maintenanceCost_{j,l}$	€/h	Wartungskostenanteil bei der Nutzung der Ressource j am Standort l
$materialCost_{i,l}$	€	Materialkostenanteil für die Produktion des Produktes i am Standort l

$numberOfDirectFTI$		Anzahl an direkten Mitarbeitern, die für die Durchführung des Prozessschrittes auf der Ressource j am Standort l notwendig sind
$numberOfIndirectF$		Anzahl an indirekten Mitarbeitern, die für die Durchführung des Prozessschrittes auf der Ressource j am Standort l notwendig sind
$personalCost_{j,l}$	€	Personalkostenanteil für die Produktion des Produktes i am Standort l
Pop_f	Stufen 1-7	Bevölkerungsgröße in betroffener Region
$PopExp_f$	Stufen 1-5	Anzahl an Personen, die der Risikoart f jährlich ausgesetzt sind
$Price_i$	€	Verkaufspreis des Produktes i
$productivity_l$	%	Relative Produktivität der direkten Mitarbeiter am Standort l
$Profit_{ges}$	€/ Monat	Gesamtgewinn der unbeeinträchtigten Netzwerkkonfiguration
$Profit_i$	€	Gewinn je Produkt i
$Profit,withComp_{l,d}$	€/Monat	Gesamtgewinn der Netzwerkkonfiguration beim Ausfall von Standort l_{down}
$ProfitLoss,withCo$	€/Monat	Gewinnverlust des Unternehmens beim Ausfall von Standort l_{down}
PRS_f	Stufensystem	Punktwert für den Risikofaktor f aus der PRS Datenbank
$quantity_i$	Stück/Monat	Produzierte und verkaufte Menge des Produktes i
$quantity^*_i$	Stück/ Monat	Produzierte und verkaufte Menge des Produktes i nach Neuverteilung und Kompensation bei einem Standortausfall
r_f	1;0	Relevanzfaktor für Risikoart f
$ratePerSqm_l$	€/m ² *Jahr	Flächenkosten am Standort l
S_{GR}	Skala 0-1	Geografischer Risikoscore für einen Standort
S_{PR}	Skala 0-1	Politischer Risikoscore für einen Standort

S_R	Skala 0-1	Ausfallwahrscheinlichkeit für einen Standort
$timeForStep_{s,i,j}$	Minuten	Bearbeitungszeit für den Prozessschritt s zur Herstellung des Produktes i auf Ressource j
$totalMachineArea_j$	m ²	Flächenbedarf für die Ressource j am Standort i
$transpCostPerPiec$	€	Transportkosten für das Produkt i zwischen den Standorten i und der Verkaufsregion SR
$transpCostPerPiec$	€	Transportkosten für das Produkt i zwischen den Standorten i und der Verkaufsregion SR nach Neuverteilung und Reduktion des Produktionsvolumens aufgrund des Ausfalls von Standortes l_{down}
$usedCapacity_{j,i}$	Minuten	Insgesamt genutzte Kapazität einer Ressource j am Standort i

Abkürzungen

AG	Aktiengesellschaft
ART	Alternativer Risikotransfer
BERI	Business Environment Risk Intelligence S.A.
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMW	Bayerische Motoren Werke
BYD	Build your dreams
CEO	Chief Executive Officer
CETA	Comprehensive Economic and Trade Agreement
DDI	Disaster Deficit Indicator
DRI	Disaster Risk Index
FTE	Full Time Equivalent
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HR	Human Resources
ICRG	International Country Risk Guide
IDEA	Instituto de Estudios Ambientales
IP	Intellectual Property
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik
Fraunhofer IPA	Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
KonTraG	Gesetz zur Kontrolle und Transparenz in Unternehmen
MNU	Multinationale Unternehmen
Munich Re	Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft
NDH	Natural Disaster Hotspots
NGO	Non-Government Organization
OEM	Original Equipment Manufacturer
PRI	Political Risk Index
PRS	Political Risk Service
PROMETHEE	Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
SUV	Sport Utility Vehicle

TTIP	Transatlantic Trade and Investment Partnership
UN	United Nations
UNDP	United Nations Development Program
UNEP	United Nations Environment Program
WZL	Werkzeugmaschinenlabor
WTO	World Trade Organization