

Ariane Kayser

Robuste strategische
Konfigurationsplanung für
Supply Chains unter
Nachfrageunsicherheit

Ariane Kayser

Robuste strategische Konfigurationsplanung für Supply Chains unter Nachfrageunsicherheit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über dnb.dnb.de abrufbar.

Die automatisierte Analyse des Werkes, um daraus Informationen insbesondere über Muster, Trends und Korrelationen gemäß §44b UrhG („Text und Data Mining“) zu gewinnen, ist untersagt.

© 2026 Ariane Kayser

Dissertation, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, 2026

Herstellung und Verlag:

BoD · [Books on Demand GmbH](http://www.bod.de), Überseering 33, 22297 Hamburg

ISBN: 978-3-6963-1887-1

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während und nach meiner Zeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Produktionswirtschaft der Leibniz Universität Hannover. In dieser Zeit haben mich viele Personen begleitet und unterstützt und ich möchte mich an dieser Stelle bei einigen bedanken.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. Stefan Helber. Während er mir einerseits stets in fachlicher und persönlicher Hinsicht beratend und unterstützend zur Seite stand, hatte ich gleichzeitig die Möglichkeit, sowohl in Lehre als auch Forschung sehr frei zu handeln. Für dieses entgegengebrachte Vertrauen danke ich sehr.

Darüber hinaus hatte ich mit meinem Zweitgutachter Prof. Dr. Florian Sahling das Glück und die Ehre, über meine gesamte Forschungszeit im Grunde einen zweiten Doktorvater an meiner Seite zu haben. Die gemeinsame Forschungsarbeit hat mir stets große Freude bereitet und war eine besondere Quelle der Motivation. Ich bin dankbar für die vielen Stunden konstruktiver gemeinsamer Arbeit, bei der ich stets viel lernen konnte, und darüber hinaus für viele Stunden unterhaltsamer Gespräche, sodass auch der Spaß nie zu kurz kam.

Prof. Dr. Christiana Weber danke ich für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission. Ihre zugewandte Art hat dazu beigetragen, dass ich mich bei meiner Disputation sehr wohlfühlt habe. Besonders bedanken möchte ich mich bei Dr. Jan Krupski für die spontane beratende Teilnahme an meiner Disputation.

Meiner ehemaligen Kollegin Dr. Carolin Kellenbrink, die mich über meine gesamte Forschungszeit begleitet hat, danke ich für viele Stunden konstruktiver, unterhaltsamer und motivierender Gespräche sowie für sämtliche Protokolle zu den Diskussionsrunden meiner Vorträge. Die gemeinsame Arbeit mit ihr am Institut hat mir stets große Freude bereitet. Meinen ehemaligen Kollegen Dr. Fabian Frie-se und Dr. Insa Südbeck danke ich für das Lesen des ersten Entwurfs meiner Arbeit und die vielen kritischen Anmerkungen, die zur Verbesserung dieser Arbeit beigetragen haben.

Allen aktuellen und ehemaligen Mitgliedern des Instituts für Produktionswirtschaft, sei es im Geschäftszimmer, als wissenschaftliche Mitarbeiter oder als wissenschaftliche Hilfskräfte, mit denen ich während meiner Zeit am Institut und auch danach noch zusammenarbeiten durfte, danke ich für das stets angenehme Arbeits-

klima, das von großer gegenseitiger Unterstützung und Hilfsbereitschaft geprägt war und dazu beigetragen hat, dass ich mich immer sehr wohl gefühlt habe.

Meinen Eltern danke ich für die Ermöglichung meines Studiums, das den Grundstein für diese Arbeit gelegt hat, sowie für die Unterstützung bei der Kinderbetreuung, sodass ich mich in dieser Zeit ganz der Forschung und Lehre widmen konnte. Auch meinen Schwiegereltern danke ich insbesondere für die Unterstützung bei der Betreuung meiner Kinder und der so ermöglichten Forschungszeit. Beiden Elternpaaren danke ich zudem für den steten Glauben daran, dass ich meine Arbeit fertigstelle.

Ein besonderer Dank gilt meinem Mann Justus, der mich über die Zeit meiner Promotion immer wieder motiviert hat, weiterzumachen und die Arbeit zu Ende zu bringen. Gemeinsam mit unseren über die Zeit meiner Promotion groß gewordenen zwei Kindern hat er mich insbesondere in der Abschlussphase und bei der Vorbereitung der Disputation unterstützt und ich bin allen dreien sehr dankbar, dass sie mich in Ruhe mein Ding haben machen lassen, wenn es nötig war.

Ariane Kayser

Kurzfassung

In dieser Arbeit geht es um die Ermittlung einer robusten Konfiguration für eine Supply Chain unter Nachfrageunsicherheit. Dazu werden zwei Modellformulierungen für zwei strategische Konfigurationsplanungsprobleme für Supply Chains, die jeweils drei Ebenen umfassen, präsentiert. Ein Planungsproblem umfasst die Auswahl der Lieferanten, die mit unternehmens-spezifischen Werkzeugen ausgestattet werden müssen. Das andere Planungsproblem berücksichtigt das Konzept verlagerbarer modularer Kapazitäten. Die Konfiguration der Supply Chain wird dabei unter Verwendung von Nachfrageprognosen für einen langen Planungshorizont ermittelt, um einen gegebenen Servicegrad zu erreichen. Darüber hinaus wird das Risiko, das durch die Nachfrageunsicherheit entsteht, direkt in den Modellen berücksichtigt, indem der Conditional Value-at-Risk (CVaR) berechnet wird. Die optimale Konfiguration für die Supply Chain soll die gewichtete Summe aus erwartetem Kapitalwert und CVaR maximieren. Die daraus resultierende nicht-lineare Modellformulierung wird durch stückweise Linearisierung approximiert. Die numerische Untersuchung zeigt, dass die ermittelten Konfigurationen robust und stabil unter Nachfrageunsicherheit sind.

Schlagworte zum Inhalt: Konfigurationsplanung von Supply Chains · Robuste Optimierung · Stochastische Nachfrage · Conditional Value-at-Risk · Linearisierung · Modulare Kapazitäten

Abstract

In this work a robust supply network configuration must be determined based on uncertain demand. Therefore, two model formulations for two three-echelon supply network design problems are presented. One planning problem includes the selection of vendors that must be equipped with company-specific tools. The other planning problem incorporates the concept of relocatable modular capacities. The configuration of a supply network must be determined by using demand forecasts for a long planning horizon to meet a given service level. Furthermore, by incorporating the conditional value-at-risk (CVaR), the risk induced by uncertain demand is explicitly considered. The derived supply network configuration should maximize the weighted sum of the expected net present value and the CVaR. The resulting nonlinear model formulation is approximated by a piecewise linearization. The numerical investigation shows that the derived supply network configurations are robust and stable in the presence of uncertain demand.

Keywords: Supply chain planning · Robust optimization · Stochastic demand · Conditional value-at-risk · Linearization · Modular capacities

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XIII
Algorithmenverzeichnis	XVII
Abkürzungsverzeichnis	XIX
Symbolverzeichnis	XXI
1 Einleitung	1
1.1 Gegenstand der Arbeit	1
1.2 Aufbau der Arbeit	2
2 Bestellmengenoptimierung bei unsicherer Nachfrage: Das Zeitungsverkäufer-Problem	5
2.1 Definition von Unsicherheit und Robustheit	5
2.2 Das Zeitungsverkäufer-Problem als stochastisches Optimierungs- problem bei normalverteilter Nachfrage	9
2.3 Quantitative Methoden zur Berücksichtigung der Unsicherheit im mathematischen Modell zum Zeitungsverkäufer-Problem	15
2.3.1 Ein nicht-lineares Modell	15
2.3.2 Linearisierung mittels Szenarien	16
2.3.3 Approximation durch stückweise Linearisierung	18
2.4 Simulationsstudie zur Robustheit und Kundenzufriedenheit	23
2.4.1 Studiendesign	23
2.4.2 Betrachtung der Optimalitätsrobustheit	23
2.4.3 Betrachtung der Ergebnisrobustheit	26
2.4.4 Betrachtung des Servicegrades	30
3 Erweiterungen des Zeitungsverkäufer-Problems	33
3.1 Der mehrperiodige Fall mit strategischer Kapazitätsentscheidung	33
3.1.1 Problembeschreibung und Modellformulierung	33

3.1.2	Simulationsstudie zur Robustheit	36
3.2	Berücksichtigung von Risikoszenarien	41
3.2.1	Problembeschreibung und Modellformulierung	41
3.2.2	Simulationsstudie zur Robustheit	45
3.3	Beschränkung des Risikos	52
3.3.1	Problembeschreibung und Modellformulierung	52
3.3.2	Simulationsstudie zur Robustheit	56
3.4	Beschränkung der Fehlmengen	60
3.4.1	Problembeschreibung und Modellformulierung	60
3.4.2	Simulationsstudie zur Robustheit	63
3.5	Ein zwei-stufiger Optimierungsansatz zur Reoptimierung	68
4	Strategische Konfigurationsplanung mit Lieferantenauswahl unter Berücksichtigung von Risiko bei Nachfrageunsicherheit (RSNDPVS-PLA)	73
4.1	Einführung in die Problemstellung	73
4.2	Abgrenzung von Forschungsansätzen in der Literatur	75
4.3	Modellannahmen	82
4.4	Ein Modellierungsansatz für das RSNDPVS-PLA	87
4.4.1	Lineare Modellformulierung für das RSNDPVS-PLA	87
4.4.2	Ein zwei-stufiger Optimierungsansatz zur Reoptimierung	96
4.5	Numerische Untersuchungen	98
4.5.1	Versuchsaufbau	98
4.5.2	Lösungsgüte	99
4.5.3	Servicegrad-bezogene Analyse	101
4.5.4	Simulationsstudie zur Zulässigkeitsrobustheit	104
4.5.5	Der Einfluss der Risikoparameter α und ψ	108
4.5.6	Der Einfluss der Konfigurationsentscheidung auf den Kapitalwert	116
4.6	Zusammenfassung und betriebswirtschaftliche Bedeutung	118
5	Strategische Konfigurationsplanung mit verlagerbaren modularen Kapazitäten unter Berücksichtigung von Risiko bei Nachfrageunsicherheit (RSNDPMC-PLA)	121
5.1	Einführung in die Problemstellung	121
5.2	Abgrenzung von Forschungsansätzen in der Literatur	124
5.3	Modellannahmen	130
5.4	Ein Modellierungsansatz für das RSNDPMC-PLA	133
5.4.1	Lineare Modellformulierung für das RSNDPMC-PLA	133

5.4.2	Ein zwei-stufiger Optimierungsansatz zur Reoptimierung	141
5.5	Numerische Untersuchungen	143
5.5.1	Versuchsaufbau	143
5.5.2	Lösungsgüte	144
5.5.3	Servicegrad-bezogene Analyse	145
5.5.4	Simulationsstudie zur Zulässigkeitsrobustheit	146
5.5.5	Analyse des Nutzens der Verlagerbarkeit von Modulen	149
5.5.5.1	Illustratives Beispiel	149
5.5.5.2	Die Auswirkungen der Verlagerbarkeit von Modulen	151
5.5.6	Der Einfluss der Risikoparameter α und ψ	154
5.6	Zusammenfassung und betriebswirtschaftliche Bedeutung	161
6	Schlussbemerkungen	163
6.1	Zusammenfassung	163
6.2	Ausblick	165
	Literaturverzeichnis	167
	Anhang	175
A	Herleitungen zum Zeitungsverkäufer-Problem	177
A.1	Die Gewinnfunktion bei stetiger, normalverteilter Nachfrage	177
A.2	Bestimmung der optimalen Einkaufsmenge	178
A.3	Standardisierte Fehlmengenfunktion	180
A.4	Der Conditional Value-at-Risk für Szenariomodelle	182
A.5	Das deterministische Zeitungsverkäufermodell für die Ermittlung des Szenariooptimums	193
A.6	Das mehrperiodige Zeitungsverkäufermodell mit deterministischen Ersatzwerten	194
A.7	Das stochastische Zeitungsverkäufermodell mit Risikoszenarien mit deterministischen Ersatzwerten	195
A.8	Das Modell Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR mit Servicegradrestriktion	196
A.9	Das deterministische Zeitungsverkäufermodell für die Ermittlung des Szenariooptimums mit Servicegradrestriktion	197
A.10	Das zweifach-stochastische Zeitungsverkäufermodell mit Servicegradrestriktion und deterministischen Ersatzwerten	198
B	Beschreibung der Testinstanzen für das RSNPVS	201

C Beschreibung der Testinstanzen für das RSNDPMC

207

Abbildungsverzeichnis

2.1	Dichtefunktion einer Normalverteilung	11
2.2	Verteilungsfunktion einer Normalverteilung	11
2.3	Erwartete Fehlmenge bei normalverteilter Nachfrage	12
2.4	Gewinnfunktion bei normalverteilter Nachfrage	13
2.5	Stützstellen für die Linearisierung	19
2.6	Stückweise Linearisierung der Fehlmengenfunktion	20
2.7	Erwarteter Gewinn und optimale Einkaufsmenge für eine unterschiedliche Anzahl von Linearisierungsabschnitten	22
2.8	Simulationsstudie zur Optimalitätsrobustheit für das Modell Zeitung-PLA	25
3.1	Simulationsstudie zur Optimalitätsrobustheit für das Modell Zeitung-PLA-MP	40
3.2	Risikoszenariobaum für das Zeitungsverkäufer-Problem	43
3.3	Simulationsstudie zur Optimalitätsrobustheit für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS	50
3.4	Simulationsstudie zur Optimalitätsrobustheit für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR	58
3.5	Simulationsstudie zur Optimalitätsrobustheit für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR mit Servicegradrestriktion	65
5.1	Modul des modularen Endmontagekonzepts FASTplant [®] mit Container	122
5.2	Modul des modularen Endmontagekonzepts FASTplant [®]	123
5.3	Produktionslinie bestehend aus verschiedenen Modulen des Endmontagekonzepts FASTplant [®]	123
5.4	Produktion auf einer Produktionslinie bestehend aus verschiedenen Modulen des Endmontagekonzepts FASTplant [®]	124
5.5	Gestaltung zweier Aktivitätsregionen	149
5.6	Anzahl neu akquirierter Module	155
5.7	Anzahl gehaltener Module in der ersten Periode	156
5.8	Anzahl gehaltener Module in der letzten Periode	157
5.9	Anzahl der verlagerten Module	157
5.10	Fixe Auszahlungen für die Supply-Chain-Konfiguration	158

5.11	Variable Auszahlungen in der Supply Chain	158
A.1	Dichtefunktion $f_V(v)$ der Verluste	182
A.2	Verteilungsfunktion $F_V(v) = P\{V \leq v\}$ der Verluste	183
A.3	Konstanter Abschnitt in der Verteilungsfunktion $F_V(v) = P\{V \leq v\}$ der Verluste	183
A.4	Sprung in der Verteilungsfunktion $F_V(v) = P\{V \leq v\}$ der Verluste .	184
A.5	Reskalierte Verteilungsfunktion $F_V^\alpha(v)$ der Verluste	184
A.6	Reskalierte Verteilungsfunktion $F_V^\alpha(v)$ der Verluste im Szenariomodel, wenn α ein Atom teilt	186
A.7	Reskalierte Verteilungsfunktion $F_V^\alpha(v)$ der Verluste im Szenariomodel, wenn α kein Atom teilt	186
A.8	CVaR-Funktion im Szenariobeispiel, α teilt kein Atom	190
A.9	CVaR-Funktion im Szenariobeispiel, α teilt ein Atom	191
A.10	CVaR-Funktion im Szenariobeispiel, α teilt das letzte Atom	192

Tabellenverzeichnis

2.1	Ergebnisse der Simulationsstudie zur Optimalitätsrobustheit	24
2.2	CVaR des Gewinns für unterschiedliche Ausprägungen von α	26
2.3	Parameter je Zukunftsszenario z	28
3.1	Kapazitäten und Zahlungen verbunden mit unterschiedlichen Verkaufsständen	36
3.2	Erwartungswert und Standardabweichung der Nachfrage	37
3.3	Lösung im mehrperiodigen Fall	37
3.4	Lösung im mehrperiodigen Fall mit deterministischen Ersatzwerten	38
3.5	Ergebnisse der Simulationsstudie zur Optimalitätsrobustheit für das Modell Zeitung-PLA-MP	39
3.6	CVaR des erwarteten Gewinns für unterschiedliche Ausprägungen von α für das Modell Zeitung-PLA-MP und das deterministische Ersatzwertmodell	40
3.7	β -Servicegrad für das Modell Zeitung-PLA-MP und das deterministische Ersatzwertmodell	41
3.8	Nachfrage in den Risikoszenarien	45
3.9	Lösung für das Zeitungsverkäufer-Problem mit Risikoszenarien	46
3.10	Risikoszenario-optimale Lösung für das Zeitungsverkäufer-Problem	47
3.11	Erwarteter Gewinn je Risikoszenario	47
3.12	Lösung des Modells mit deterministischen Ersatzwerten	49
3.13	Ergebnisse der Simulationsstudie zur Optimalitätsrobustheit für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS und das deterministische Ersatzwertmodell	49
3.14	CVaR für unterschiedliche Ausprägungen von α für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS und das deterministische Ersatzwertmodell	50
3.15	β -Servicegrad für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS und das deterministische Ersatzwertmodell	51
3.16	Zielfunktionswert für Kombinationen von α und ψ	54
3.17	Erwarteter Gewinn für Kombinationen von α und ψ	54
3.18	CVaR für Kombinationen von α und ψ	55
3.19	Lösung für das zweifach-stochastische Modell mit CVaR	57

3.20	Ergebnisse der Simulationsstudie zur Optimalitätsrobustheit für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR	57
3.21	CVaR für unterschiedliche Ausprägungen von α für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR	59
3.22	β -Servicegrad für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR	60
3.23	Lösung mit β -Servicegrad	62
3.24	Erwarteter β -Servicegrad für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR mit Servicegradrestriktion	62
3.25	Lösung des Modells mit deterministischen Ersatzwerten	64
3.26	Ergebnisse der Simulationsstudie zur Optimalitätsrobustheit für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR mit Servicegradrestriktion	64
3.27	CVaR für unterschiedliche Ausprägungen von α für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR mit Servicegrad	66
3.28	β -Servicegrad für das Modell Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR mit Servicegrad	66
3.29	Daten zur Evaluation der Zulässigkeitsrobustheit	67
3.30	Lösung für Φ_{ft}^{open} nach der Reoptimierung	71
4.1	Literaturüberblick zu robuster Konfigurationsplanung unter Unsicherheit mit Lieferantenauswahl	76
4.2	Notation des RSNDPVS-PLA	87
4.3	Größe der Problemklassen	98
4.4	Dimensionen der Problemklassen	99
4.5	Lösungsgüte des RSNDPVS-PLA	100
4.6	Lösungsgüte des RSNDPVS-PLA bezogen auf die Lebensdauer der Werkzeuge	101
4.7	Betrachtung des β -Servicegrad optimal gelöster TI der PC 1	103
4.8	Zulässigkeitsrobustheit der Konfiguration der Supply Chain	105
4.9	Zulässigkeit der Supply Chain Konfiguration bezogen auf VC^d	107
4.10	Zulässigkeit der Supply Chain Konfiguration bezogen auf den β -Servicegrad	107
4.11	Zulässigkeit der Supply Chain Konfiguration bezogen auf die Lebensdauer der Werkzeuge	108
4.12	Optimale Konfiguration in Abhängigkeit von α und ψ auf der ersten Stufe	110
4.13	Optimale Konfiguration - Variante A	111
4.14	Optimale Konfiguration - Variante B	112
4.15	Optimale Konfiguration in Abhängigkeit von α und ψ in Risikoszenario z_1	114

4.16	Optimale Konfiguration in Abhängigkeit von α und ψ in Risikoszenario z_2	115
4.17	Optimale Konfiguration in Abhängigkeit von α und ψ in Risikoszenario z_3	115
4.18	CVaR [GE] für unterschiedliche Konfigurationen auf der ersten Stufe	117
5.1	Literaturüberblick zur Kapazitätsplanung in Supply Chains	126
5.2	Notation des RSNDPMC-PLA	133
5.3	Größe der Problemklassen	143
5.4	Dimensionen der Problemklassen	144
5.5	Lösungsgüte des RSNDPMC	145
5.6	Betrachtung des β -Servicegrad für das RSNDPMC-PLA	146
5.7	Zulässigkeitsrobustheit für das RSNDPMC-PLA	147
5.8	Optimale Modulkonfiguration - Mit Verlagerung	150
5.9	Optimale Modulkonfiguration - Ohne Verlagerung	150
5.10	Anzahl der beschafften, verlagerten und verkauften Module	152
5.11	Anzahl der beschafften, verlagerten und verkauften Module nach der zweiten Stufe	153
5.12	CVaR für unterschiedliche Konfigurationen	160
A.1	Ausschnitt aus der Tabelle der Standardnormalverteilung	179
B.1	Bestimmung der Auszahlungsparameter	203
C.1	Bestimmung der Auszahlungsparameter	210

Algorithmenverzeichnis

3.1	Ein zwei-stufiger Optimierungsansatz zur Reoptimierung des Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR mit Servicegradrestriktion	70
4.1	Ein zwei-stufiger Optimierungsansatz zur Reoptimierung des RSNDPVS-PLA	96
5.1	Ein zwei-stufiger Optimierungsansatz zur Reoptimierung des RSNDPMC-PLA	141

Abkürzungsverzeichnis

CVaR	Conditional Value-at-Risk
Determ.	Deterministisch
DS	Deskriptives Sampling
GAMS	General Algebraic Modeling System
GE	Geldeinheiten
LP	Lineares Problem
ME	Mengeneinheiten
NPV	Net Present Value (Kapitalwert)
PC	Problem Class (Problemklasse)
RSNDPMC	Robust Supply Network Design Problem with Modular Capacities (Robustes Konfigurationsplanungsproblem mit modularen Kapazitäten)
RSNDPMC-NRL	Robust Supply Network Design Problem with Modular Capacities - No Relocation (ohne Verlagerung)
RSNDPMC-PLA	Robust Supply Network Design Problem with Modular Capacities - Piecewise Linear Approximation (mit Approximation durch stückweise Linearisierung)
RSNDPVS	Robust Supply Network Design Problem with Vendor Selection (Robustes Konfigurationsplanungsproblem mit Lieferantenauswahl)
RSNDPVS-Det	Robust Supply Network Design Problem with Vendor Selection - Deterministic (deterministisch)
RSNDPVS-PLA	Robust Supply Network Design Problem with Vendor Selection - Piecewise Linear Approximation (mit Approximation durch stückweise Linearisierung)
SL	Servicelevel
SRS	Simple Random Sampling
TI	Testinstanz
VaR	Value at Risk
Zeitung-NL	Modell Zeitung - Nonlinear (nicht-linear)

Zeitung-PLA	Modell Zeitung - Piecewise Linear Approximation (mit Approximation durch stückweise Linearisierung)
Zeitung-PLA-MP	Modell Zeitung - Piecewise Linear Approximation - Multi Period (mehrperiodig)
Zeitung-PLA-MP-RS	Modell Zeitung - Piecewise Linear Approximation - Multi Period - Risk Scenarios (mit Risikoszenarien)
Zeitung-PLA-MP-RS-CVaR	Modell Zeitung - Piecewise Linear Approximation - Multi Period - Risk Scenarios - Conditional Value at Risk
Zeitung-SCN	Modell Zeitung - Scenarioapproach (mit Szenarioansatz)

Symbolverzeichnis

α	Wahrscheinlichkeit/Konfidenzniveau in Verbindung mit der Berechnung des CVaR und VaR
α^+	Größtes α , das zu dem gleichen VaR führt wie α
α^-	Kleinstes α , das zu dem gleichen VaR führt wie α
β	β -Servicegrad
β_{pr}	β -Servicegrad für Endprodukt p bei Abnehmer r
Δ^{Abs}	Durchschnittliche absolute Abweichung vom Optimum
Δ^{Rel}	Durchschnittliche relative Abweichung vom Optimum
Δ_{pft}^{avail}	1, wenn eine Produktionslinie für Endprodukt p in Produktionsstätte f in Periode t verfügbar ist; 0, sonst
Δ_l^{LS}	Steigung der Fehlmenge in Linearisierungsabschnitt l
δ_{pft}^{inst}	1, wenn eine Produktionslinie für Endprodukt p in Produktionsstätte f in Periode t eingerichtet wird; 0, sonst
δ_{pft}^{prod}	1, wenn Endprodukt p in Produktionsstätte f in Periode t gefertigt wird; 0, sonst
ϑ_{cvt}^{ext}	1, wenn die zusätzliche Produktionskapazität für Komponente c bei Lieferant v in Periode t genutzt wird; 0, sonst
$\vartheta_{cvtz}^{Corder}$	1, wenn Komponente c bei Lieferant v in Periode t und Risikoszenario z beschafft wird; 0, sonst
ϑ_{cvt}^{order}	1, wenn Komponente c bei Lieferant v in Periode t beschafft wird; 0, sonst
ϑ_{cvt}^{tool}	1, wenn ein Werkzeug für die Produktion von Komponente c bei Lieferant v in Periode t installiert wird; 0, sonst

$\lambda_\alpha(V)$	Gewichtungsfaktor
$\mu^D, \mu_t^D, \mu_{tz}^D$	Erwartungswert der Nachfrage (in Periode t , in Risikoszenario z)
μ_{prt}^D	Erwartungswert der Nachfrage für Endprodukt p bei Abnehmer r in Periode t
μ_{prt}^D	Erwartungswert der Nachfrage nach Endprodukt p bei Abnehmer r in Periode t in Risikoszenario z
π_z	Eintrittswahrscheinlichkeit für Risikoszenario z
$\Phi^1(v)$	Standardisierte Verlustfunktion, Verlustfunktion erster Ordnung
ϕ_{ft}^{close}	1, wenn Produktionsstätte, bzw. Zeitungsverkaufsstand f in Periode t geschlossen wird; 0, sonst
ϕ_{ft}^{est}	1, wenn Produktionsstätte, bzw. Zeitungsverkaufsstand f in Periode t eröffnet wird; 0, sonst
Φ_{ft}^{open}	1, wenn Produktionsstätte, bzw. Zeitungsverkaufsstand f in Periode t betrieben wird; 0, sonst
$\sigma^D, \sigma_t^D, \sigma_{tz}^D$	Standardabweichung der Nachfrage (in Periode t , in Risikoszenario z)
ψ	Gewichtungsfaktor in der Zielfunktion, $\psi \in (0, 1)$
ω_0	Hilfsvariable bei der Berechnung des CVaR
ω_z	Hilfsvariable bei der Berechnung des CVaR für Risikoszenario z
$\overline{AD}_{p,z2}$	Durchschnittliche erwartete Nachfrage nach Endprodukt p in Risikoszenario z
$AvgDevSL$	Durchschnittliche Abweichung vom Servicegrad
$AvgGAP$	Durchschnittliche Ganzzahligkeitslücke
$AvgSL$	Durchschnittlich erreichter β -Servicegrad
$c \in \mathcal{C}$	Komponenten ($c = c1, \dots, C$)
cap_{cv}^{cfac}	Kapazitätsfaktor für Komponente c und Lieferant v