



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Joscha Kaiser

Logistische Planungsalternativen im Wertstromdesign

**Ein Ansatz zur Identifikation und Auswahl von
Soll-Zuständen in der Materialflussgestaltung
innerbetrieblicher Wertströme**

**Schriftenreihe des PTW
„Innovation Fertigungstechnik“**

Herausgeber
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele
Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich
Prof. Dr.-Ing. Matthias Weigold

PTW
TU DARMSTADT

Logistische Planungsalternativen im Wertstromdesign

Ein Ansatz zur Identifikation und Auswahl von Soll-Zuständen in der
Materialflussgestaltung innerbetrieblicher Wertströme

Vom Fachbereich Maschinenbau

an der Technischen Universität Darmstadt

zur

Erlangung des Grades eines Doktor-Ingenieurs
(Dr.-Ing.)

genehmigte

D i s s e r t a t i o n

vorgelegt von

Joscha Kaiser, M. Sc.

aus Gießen

Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich

Mitberichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart

Tag der Einreichung: 09.11.2020

Tag der mündlichen Prüfung: 13.01.2021

Darmstadt 2021
D17

Schriftenreihe des PTW: "Innovation Fertigungstechnik"

Joscha Kaiser

**Logistische Planungsalternativen
im Wertstromdesign**

Ein Ansatz zur Identifikation und Auswahl von Soll-Zuständen
in der Materialflussgestaltung innerbetrieblicher Wertströme

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Düren 2021

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.

Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2021

Copyright Shaker Verlag 2021

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-7976-0

ISSN 1864-2179

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort des Herausgebers

Neben dem physischen Produkt entscheidet immer mehr das Gesamtpaket eines Produkt-Service Systems über den Markterfolg produzierender Unternehmen. Die Fähigkeit, schnell und flexibel auf individuelle Kundenwünsche reagieren zu können, wird wesentlich durch die interne Logistik bestimmt oder auch limitiert. Damit erhält die interne Logistik eine neue Bedeutung. Indem sie sich von einer rein unterstützenden Rolle hin zu einer integralen Funktion im Wertstrom wandelt leistet sie einen entscheidenden Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen. Um dieses Potential voll ausschöpfen zu können, muss der Materialfluss integraler Bestandteil einer Wertstromplanung werden. In bestehenden Ansätzen der Wertstromgestaltung unterliegt die Planung des Zusammenspiels aus Produktion und Logistik – insbesondere die detaillierte Auswahl verknüpfender Logistikelemente - einer hohen Entscheidungsunsicherheit.

Die vorliegende Arbeit leistet einen Beitrag zur deterministischen Planung und Auswahl eines Produktionsmodus in Kombination mit dem passenden Logistiksystem. Grundlage dieser Arbeit sind dabei die Prinzipien schlanker Produktions- und Logistiksysteme. Dazu wird die etablierte Methode des Wertstromdesigns weiterentwickelt, um komplexe Wechselwirkungen zwischen Produktions- und Logistikelementen planbar zu machen und projektspezifische Rahmenbedingungen berücksichtigen zu können.

Zur Demonstration einer breiten Praxistauglichkeit erfolgt die Anwendung des entwickelten Ansatzes im Rahmen umfangreicher Standortumgestaltungen in der Prozesslernfabrik CiP der TU Darmstadt sowie in unterschiedlichen Produktionsunternehmen. Der Ansatz zeigt dabei seine Effektivität, indem seine Anwender sukzessive und unterstützt durch Entscheidungsregeln zum Ziel einer integralen Logistik geführt werden, welche die Kriterien einer schlanken Produktion in Bezug auf den jeweiligen Wertstrom erfüllt.

Darmstadt, im Februar 2021

Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich

Vorwort des Autors

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) der Technischen Universität Darmstadt.

Zunächst danke ich Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich nicht nur für die Betreuung dieser Arbeit, vielmehr auch für das entgegengebrachte große und gewachsene Vertrauen in meine Aktivitäten und Entscheidungen während meiner unendlich lehrreichen Tätigkeit am Institut. Prof. Dr.-Ing. Gunter Reinhart danke ich für die bereitwillige Übernahme des Korreferats und das kritische und zugleich konstruktive Interesse an dieser Arbeit. Außerdem danke ich meiner ehemaligen Kollegin Dr. Siri Adolph dafür, dass sie mich für das wichtigste Thema der Produktionsforschung gewinnen konnte: die innerbetriebliche Materialflussplanung. Hervorheben muss ich auch meinen Kollegen und Freund Christian Urnauer, der auch in schwierigen Zeiten stets mit Kompetenz und Zuversicht zu meinen Forschungserfolgen beigetragen hat. Lukas Hartmann, Nicholas Frick und Dr. Judith Enke danke ich für die intensive, akribische und freundschaftliche Unterstützung und Korrektur bei der Erstellung dieser Arbeit. Durch die vertrauensvolle Zusammenarbeit in einem motivierten und leistungsstarken Team war die Zeit am PTW sehr kurzweilig und erfüllend. Maximilian Meister, Rupert Glass, Carsten Schaede und Alexander Busse danke ich für die zahlreichen und intensiven Mar*athons während der Dissertationserstellung. Wissenschaftliche Arbeit wird maßgeblich durch Studierende ermöglicht. Ich danke insbesondere denjenigen, die direkt zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen haben (Siehe Anhang S. 153). Ich danke außerdem der Reinigungsfachkraft Lídia, die mir die Wichtigkeit einer positiven Arbeits- und Lebenseinstellung täglich vergegenwärtigt hat.

Meiner Mutter danke ich dafür, dass sie mich gelehrt hat, bestehende Organisationsstrukturen immer kritisch zu hinterfragen. Meinem Vater danke ich dafür, dass ich von ihm gelernt habe, dabei immer verschiedene Blickwinkel auf eine Problemstellung zu behalten. Meinem Bruder Jannis danke ich für die unglaublich lehrreichen Gespräche und seine bedingungslose Loyalität. Dies gilt ebenso für Dr. Paul Faßl, der dieser Arbeit einen fachfremden Forschungsblick geben konnte. Abschließend danke ich meiner Liebe Aliena, die mit mir nicht nur einen starken Ehrgeiz für berufliche Leidenschaften teilt, sondern die mir mit ihrer Unterstützung und viel Verständnis die Fertigstellung dieser Arbeit ermöglicht hat.

Darmstadt, im Februar 2021

Joscha Kaiser

„Before you say you can't do something, try it“—Kiichiro Toyoda

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellungen	1
1.2 Ziele dieser Arbeit	2
1.3 Aufbau der Arbeit	3
2 Stand der Forschung und Handlungsbedarf	5
2.1 Grundlagen schlanker Produktionssysteme	5
2.2 Grundlagen schlanker Logistiksysteme	6
2.3 Die Wertstrommethode: Grundlagen, Vorgehen und Zielsetzung	7
2.3.1 Grundlagen der Wertstromanalyse	7
2.3.2 Grundlagen des Wertstromdesigns	8
2.4 Analyse bestehender Ansätze des Wertstromdesigns	11
2.5 Stärken und Potenziale in Wissenschaft und Praxis	14
2.6 Weiterentwicklungspotenziale des Wertstromdesigns	15
2.6.1 Forschungsbedarf 1: Ansätze zur Verknüpfung von Wertstrommethode und Materialflusssimulation zur Berücksichtigung komplexer Wechselwirkungen	16
2.6.2 Forschungsbedarfe 2 bis 4: Ansätze zur Identifikation von Szenarien sowie Auswahl logistischer Planungsentscheidungen	17
2.6.3 Forschungsbedarfe 5 und 6: Bewertungsansätze für Wertströme	20
2.6.4 Fazit zum Stand der Forschung	26
3 Zielsetzung und Forschungskonzeption	29
3.1 Abgrenzung des Forschungsbereichs	29
3.1.1 Abgrenzung der Logistik	29
3.1.2 Funktionelle Abgrenzung der betrachteten Wertströme	30
3.1.3 Annahmen und inhaltliche Randbedingungen	31

3.2	Forschungsziele und Anforderungen -----	32
3.3	Forschungsvorgehen und Lösungsansatz -----	34
3.3.1	Forschungsvorgehen und Evaluationskonzept-----	34
3.3.2	Inhaltlicher Lösungsansatz -----	35
4	Entwicklung des Wertstromdesignansatzes -----	37
4.1	Gestaltungsdimension Wertstromkapazität -----	37
4.1.1	Gestaltung eines getakteten Produktionssystems -----	37
4.1.2	Gestaltung von Prozessen für das Kapazitätsprofil -----	39
4.1.3	Gestaltung des Versandprinzips-----	43
4.1.4	Ausprägungen in der Wertstromkapazität -----	46
4.1.5	Planungsalternativen in der Wertstromkapazität -----	47
4.2	Gestaltungsdimension Prozessverbindungen -----	51
4.2.1	Gestaltung einer Fließfertigung-----	54
4.2.2	Gestaltung von FIFO-ConWIP-Systemen -----	55
4.2.3	Gestaltung von Supermarktsystemen -----	56
4.2.4	Gestaltung eines kombinierten Pull-Systems-----	58
4.2.5	Gestaltung eines Koordinationspuffers -----	58
4.2.6	Ausprägungen in den Prozessverbindungen -----	59
4.2.7	Planungsalternativen in den Prozessverbindungen -----	59
4.3	Gestaltungsdimension Produktionssteuerung -----	63
4.3.1	Gestaltung des Schrittmacherprozesses und der Freigabeeinheit---	63
4.3.2	Gestaltung der Engpasssteuerung und Engpassvermeidung-----	66
4.3.3	Gestaltung eines Produktionsmix: Nivellieren und Glätten-----	66
4.3.4	Ausprägungen in der Produktionssteuerung -----	69
4.3.5	Planungsalternativen in der Produktionssteuerung -----	70
4.4	Gestaltungsdimension Transportdesign-----	72
4.4.1	Gestaltung der Transporteinheit-----	75
4.4.2	Gestaltung der Transportorganisation -----	78
4.4.3	Gestaltung der Transportmittel -----	84
4.4.4	Entscheidungshierarchie für das Transportdesign-----	87
4.4.5	Ausprägungen im Transportdesign -----	88

4.4.6 Planungsalternativen im Transportdesign-----	89
4.5 Vorgehen im Rahmen des Wertstromdesignansatzes-----	95
4.6 Zwischenfazit: Forschungsziel 1 und Forschungsziel 2-----	97
4.7 Zwischenfazit: Forschungsziel 3-----	97
5 Bewertung, Simulation sowie Auswahl von Planungsalternativen-----	101
5.1 Auswahl der Kennzahlen für ein Bewertungssystem-----	101
5.2 Auswahl eines Bewertungsverfahrens-----	103
5.3 Beschreibung des ausgewählten Bewertungsansatzes-----	104
5.4 Abbildung von Planungsalternativen im Wertstromdesign-----	106
5.5 Schaffung einer Datenbasis für eine Wertstromabbildung-----	106
5.6 Experimentdurchführung-----	107
5.7 Zwischenfazit: Forschungsziel 4-----	107
6 Anwendung und Evaluierung in der industriellen Praxis-----	109
6.1 Anwendungsfelder-----	109
6.1.1 Prozesslernfabrik: Serienproduktion von Pneumatikzylindern----	111
6.1.2 Unternehmen 1: Serienproduktion von Moderationsboards-----	121
6.1.3 Unternehmen 2: Kleinserienproduktion von Schaltschränken----	126
6.1.4 Unternehmen 3: Verpackungs- und Versandlogistik einer Kleinserienfertigung für Automatisierungssysteme-----	129
6.1.5 Unternehmen 4: Serienproduktion von Bremssystemen-----	129
6.2 Evaluierung des entwickelten Wertstromdesignansatzes-----	131
6.2.1 Unterstützungsevaluierung/Verifikation-----	131
6.2.2 Anwendbarkeitsevaluierung-----	132
6.2.3 Erfolgsevaluierung/Validierung-----	133
6.3 Kritische Diskussion der Ergebnisse-----	134
7 Zusammenfassung und Ausblick-----	137
7.1 Zusammenfassung-----	137
7.2 Implikationen und Ausblick für die Wissenschaft-----	138
7.3 Implikationen und Ausblick für die Praxis-----	140
Literaturverzeichnis-----	141
Anhang-----	153

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Aufbau dieser Arbeit in Anlehnung an das Phasenmodell angewandter Wissenschaft nach ULRICH-----	3
Abbildung 2: Teile der Wertstrommethode-----	7
Abbildung 3: Teilbereiche eines Soll-Zustands. -----	10
Abbildung 4: Vergleich bestehender Ansätze des Wertstromdesigns-----	13
Abbildung 5: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von Wertstrommethode und Materialflusssimulation -----	16
Abbildung 6: Abgrenzung von Szenarien und Planungsalternativen-----	18
Abbildung 7: Eingrenzung der innerbetrieblichen Logistik -----	29
Abbildung 8: Inhaltliche Abgrenzung der Logistik -----	30
Abbildung 9: Abgrenzung der betrachteten Produktionssysteme -----	31
Abbildung 10: Forschungsvorgehen zur Erreichung der Forschungsziele -----	34
Abbildung 11: Wertstromdesignansatz zur Identifikation logistischer Planungsalternativen-----	36
Abbildung 12: Beispielhafte Darstellung von Kundenbedarfsschwankungen und Variantenschwankungen in einem Taktsystem-----	38
Abbildung 13: Darstellung einer Prozesskette und möglicher Wertstromverzweigungen-----	39
Abbildung 14: Abgrenzung einer Werker selbstversorgung zu einer Set-Bildung -----	41
Abbildung 15: Zielkonflikte und Einflussgrößen in der Ausgestaltung des Versandprinzips-----	44
Abbildung 16: Morphologische Darstellung der Ausprägungen der Wertstromkapazität-----	46
Abbildung 17: Wertstromorientierte Produktfamiliaufteilung auf Basis der Produktnummern-----	47
Abbildung 18: Regelwerk zur Definition von Set-Bildungs-Prozessen in der Prozesskette-----	50
Abbildung 19: Regelwerk zur Definition des Versandprinzips-----	51
Abbildung 20: Beispielhafte Prozessverbindungen für ein Prozesspaar -----	52
Abbildung 21: Kontinuum des Flusses nach Liker und Meier -----	54
Abbildung 22: Wiederbeschaffungszeiten eines Supermarkts-----	57
Abbildung 23: Morphologische Darstellung der Prozessverbindungen-----	59
Abbildung 24: Regelwerk zur Definition der Prozessverbindungen in der Prozesskette-----	62
Abbildung 25: Regelwerk zur Definition von v_1 sowie möglicher Wertstromverzweigungen-----	63

Abbildung 26: Darstellung der Elemente einer Produktionssteuerung -----	68
Abbildung 27: Morphologische Darstellung der Ausprägungen der Produktionssteuerung -----	69
Abbildung 28: Regelwerk zur Definition möglicher Schrittmacherprozesse-----	71
Abbildung 29: Regelwerk zur Definition der Freigabeeinheit -----	72
Abbildung 30: Quelle-Senke-Beziehungen einer Prozessverbindung-----	74
Abbildung 31: Gestaltungselemente im innerbetrieblichen Transportdesign eines Wertstroms -----	75
Abbildung 32: Komponenten einer Transporteinheit und mögliche Zusammensetzung als Gebindemenge-----	76
Abbildung 33: Planungsparameter und Entscheidungshierarchie im Transportdesign-----	88
Abbildung 34: Morphologische Darstellung der Ausprägungen des Transportdesigns-----	89
Abbildung 35: Notwendige Parameter für das Transportdesigns an den Prozessverbindungen -----	90
Abbildung 36: Regelwerk zur Definition einer Transporteinheit -----	92
Abbildung 37: Regelwerk zur Definition der Transportformen -----	93
Abbildung 38: Herleitung und Anwendung des Designansatzes-----	95
Abbildung 39: Übersicht des erweiterten Wertstromdesigns -----	99
Abbildung 40: Einordnung der Anwendungsfelder bezüglich des realen Kundenbedarfs -----	111
Abbildung 41: Identifizierte Planungsalternativen (PA) in der Prozesslernfabrik-----	113
Abbildung 42: Wertstromkapazitäten und Prozesse der Prozesslernfabrik ----	115
Abbildung 43: Planungsalternativen und Transportdesign: Prozesslernfabrik -----	118
Abbildung 44: Identifikation der Planungsalternativen (PA) in Unternehmen 1 -----	123
Abbildung 45: Ausgewählter Soll-Zustand für Unternehmen 1 -----	125
Abbildung 46: Soll-Zustand in Unternehmen 2 für das Taktsystem 1-----	128
Abbildung 47: Vergleich von Personalkosten und Flussgrad der Planungsalternativen zum Ist-Zustand in Unternehmen 1-----	133
Abbildung 48: Vergleich der Auftragsdurchlaufzeiten und des Platzbedarfs des umgesetzten Soll-Zustands zum (alten) Ist-Zustand-----	134

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Grundprinzipien eines schlanken Produktionssystems-----	5
Tabelle 2: Grundprinzipien eines schlanken Logistiksystems -----	7
Tabelle 3: Einteilung von Materialflüssen im Wertstrom -----	9
Tabelle 4: Stärken und Potenziale des Wertstromdesigns-----	15
Tabelle 5: Resultierender Forschungsbedarf aus den Potenzialen -----	15
Tabelle 6: Wertstrombezogene Kennzahlen in der Literatur -----	21
Tabelle 7: Anforderungen an eine praxistaugliche Methode von LITTLE -----	25
Tabelle 8: Übersicht wichtiger Ansätze hinsichtlich des identifizierten Forschungsbedarfs -----	27
Tabelle 9: Herleitung der Forschungsziele dieser Arbeit-----	33
Tabelle 10: Projektspezifische Parameter für die Wertstromkapazität-----	48
Tabelle 11: Formelsammlung für die Dimension Wertstromkapazität-----	49
Tabelle 12: Übersicht der Prozessverbindungen in einem Wertstromdesign ----	53
Tabelle 13: Projektspezifische Parameter für Prozessverbindungen-----	60
Tabelle 14: Projektspezifische Parameter der Produktionssteuerung -----	70
Tabelle 15: Darstellung der 6R innerhalb eines Wertstromdesigns-----	73
Tabelle 16: Einsatzgebiete und Annahmen für Transportformen -----	83
Tabelle 17: Vereinfachte Annahmen für die Transportsteuerung im Wertstromdesign -----	84
Tabelle 18: Projektspezifische Parameter für Prozessverbindungen-----	90
Tabelle 19: Definition projektspezifischer Transportmittel -----	91
Tabelle 20: Kompatibilität der Transportformen zu Prozessverbindungen-----	92
Tabelle 21: Formelsammlung für die Dimension Transportdesign -----	94
Tabelle 22: Auswahl möglicher Kennzahlen zur Wertstrombewertung -----	102
Tabelle 23: Anwendungsfelder in der Evaluierung des Wertstromdesignansatzes-----	110
Tabelle 24: Übersicht der Materialflüsse im Wertstrom-----	112
Tabelle 25: Produktionsprogramm in der Prozesslernfabrik-----	116
Tabelle 26: Konzept und Parameter des entwickelten Karakuri-Systems -----	119
Tabelle 27: Konzept und Parameter des Milkrun 4.0-----	120
Tabelle 28: ConWIP-Berechnung am Beispiel der FIFO-Kopplung WZ ₁ -----	120
Tabelle 29: Kanban-Berechnung am Beispiel der Zylinderböden D25 im Supermarkt V ₂ -----	121
Tabelle 30: Übersicht der wichtigsten Parameter sowie der Prozesskette in Unternehmen 2 -----	122
Tabelle 31: Übersicht der Planungsalternativen (PA) in Unternehmen 1-----	123
Tabelle 32: Ergebnisse der Simulationsstudie in Unternehmen 1-----	124

Tabelle 33: Kennzahlengewichtung und Effizienzindizes in Unternehmen 1--	124
Tabelle 34: Umsetzung der Werker selbstversorgung in der Prozesskette-----	127
Tabelle 35: Zusammenfassung des Anwendungsfalls in Unternehmen 3-----	129
Tabelle 36: Zusammenfassung des Anwendungsfalls in Unternehmen 4-----	130
Tabelle 37: Ergebnisse der Simulationsstudie in Unternehmen 4-----	131
Tabelle 38: Kennzahlengewichtung und Effizienzindizes in Unternehmen 4--	131
Tabelle 39: Verifikation des Ansatzes in den Anwendungsfeldern-----	132
Tabelle 40: Aufwand zur Durchführung der Methode bei Unternehmen 1-----	133

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

CIp	Center für industrielle Produktivität
ConWIP	Constant Work-In-Process
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EDV	elektronische Datenverarbeitung
EPEI	Every Part Every Interval
FB	Forschungsbedarf
FIFO	First In First Out
GLT	Großladungsträger
ISO	Internationale Organisation für Normung
KLT	Kleinladungsträger
MADM	Multi-Attribute Decision Making
MAUT	Multi Attribute Utility Theorie
MB	Mobile Bereitstellhilfsmittel
MODM	Multi Objective Decision Making
MTM	Methods-Time Measurement
PA	Planungsalternative
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
PTW	Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen
RoI	Return on Investment
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TU	Technische Universität
VDA	Verband der Automobilindustrie e.V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
WZ	Wertstromverzweigung

FORMELVERZEICHNIS

A^+	Beste Ideallösung für ein einzelnes Kriterium
A^-	Schlechteste Ideallösung für ein einzelnes Kriterium
AZ	Arbeitszeit als Nettozeit pro Schicht
$BZ_{F,max}$	Maximale Bearbeitungszeit am Folge-Prozess
BZ_L	Bearbeitungszeit am vorausgehenden Lieferprozess
BZ_{var}	Bearbeitungszeit einer Bedarfsmenge der Produktvariante (Durchschnitt)
C_i^+	Effizienzindex zur TOPSIS-Bewertung
DLZ_{var}	Auftragsdurchlaufzeit einer Produktvariante in Tagen
FB_{var}	Fertigwarenbestandsvolumen einer Produktvariante in Stück
FE	Freigabeeinheit in Stück
FH	Freigabehorizont in t
GM	Gebindemenge in Stück
K_A	Wertstromkunde
K_T	Transportkapazität eines Transportmittels in Stück
KB_{PP}	Der kumulierter Kundenbedarf innerhalb der Planungsperiode in Stück
KB	Durchschnittlicher Kundenbedarf pro Tag innerhalb der Planungsperiode in Stück
KB_{max}	Maximaler Kundenbedarf pro Tag innerhalb der Planungsperiode in Stück
KB_{min}	Minimaler Kundenbedarf pro Tag innerhalb der Planungsperiode in Stück
KT	Kundentakt des Wertstroms in t/Stück
KT_{var}	Variantentakt einer Produktvariante in t/Stück
LG _L	Losgröße des Lieferprozesses (Durchschnitt) in Stück
LG _{min}	Kleinstmögliche einheitliche Losgröße am Schrittmacherprozess
$\sum_{i=1}^n P_i$	Summe aller definierten Prozesse P_i eines Soll-Zustands mit P_1 als letztem Prozess und P_n als erstem Prozess in der Prozesskette
P_i	Prozess i in der Prozesskette

PL	Pufferlagerbestand zum Ausgleich von Nachfrageschwankungen in %
PP	Planungsperiode
PM _F	Prozessmenge für eine Charge des Folge-Prozesses in Stück
r _{ij}	Kennzahlennormierung
RZ _i	Durchschnittliche Rüstzeit eines Prozesses P _i
RZ _{Var}	Rüstzeit eines Variantenwechsels
S _i ⁺	Abstandsrelation mit dem geringstmöglichen Abstand von der besten Lösung
S _i ⁻	Abstandsrelation mit dem größtmöglichen Abstand von der schlechtesten Lösung
SL _{FB}	Sicherheitstlagerbestandanteil zur Abdeckung interner Ausfälle in %
t _A	Auslösezeit durch den Kanbaninformationstransfer zum Lieferprozess
t _B	Bearbeitungszeit des Lieferprozesses
t _E	Einsammelzeit am Supermarkt
t _o	Fallspezifische Layoutrestriktionen
t _{SD}	Maximale Störungsdauer am Folge-Prozess
t _r	Transportzeit inklusive Kommissionierung/Bereitstellung
t _{MR}	Konstante Milkruntour in t
t _w	Wartezeit in der Auftragswarteschlange am Lieferprozess
v _{DV}	Konstante Geschwindigkeit eines Direktverkehrstransports in m/s
v _{SF}	Konstante Transportgeschwindigkeit einer starren Fördertechnik in m/s
V _i	Verfügbarkeit eines Prozesses P _i in %
v _i	Prozessverbindung eines Prozesspaares P _i und P _{i+1}
Var _A	A-Produktvarianten
Var _B	B-Produktvarianten
Var _C	C-Produktvarianten
WBZ	Wiederbeschaffungszeit einer entnommenen Gebindemenge
WBZ _{ZL}	Wiederbeschaffungszeit für einen Zulieferersupermarkt ZL
ZZ _i	Durchschnittliche Zykluszeit eines Prozesses P _i
ZZ _{iMax}	Maximale variantenbedingte Zykluszeit eines Prozesses

ZZ_{iMin}	Minimale variantenbedingte Zykluszeit eines Prozesses
ZL_{var}	Zykluslager zum Ausgleich der täglichen Entnahmen in Stück
#K	Kanbanzahl K für eine Variante
#S _Q	Transportstrecke zwischen Liefer-Prozess und Prozessverbindung in Metern
#S _S	Transportstrecke zwischen Folge-Prozess und Prozessverbindung in Metern
#Res	Anzahl gleicher Ressourcen
ØLZ	Durchschnittliche geforderte Lieferzeit für e in Kundenbestellung in Tagen
Δ Takt	Maximale volumenbedingte Taktspreizung in %