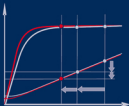


Peter Nyhuis · Hans-Peter Wiendahl

Logistische Kennlinien

Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen

3. Auflage



 Springer Vieweg

VDI

Logistische Kennlinien

Weitere Bände in dieser Reihe
<http://www.springer.com/series/3482>

Peter Nyhuis • Hans-Peter Wiendahl

Logistische Kennlinien

Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen

3. Auflage 2012

 Springer Vieweg

Peter Nyhuis
IFA Institut für Fabrikanlagen
Leibniz Universität Hannover
Garbsen
Deutschland

Hans-Peter Wiendahl
IFA Institut für Fabrikanlagen
Leibniz Universität Hannover
Garbsen
Deutschland

ISBN 978-3-540-92838-6 ISBN 978-3-540-92839-3 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-540-92839-3
Springer Heidelberg Dordrecht London New York

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

Springer Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1999, 2003, 2012

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE.

Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-vieweg.de

Vorwort zur 3. Auflage

Das anhaltende Interesse an den Logistischen Kennlinien hat eine Neuauflage dieses Buches erfordert.

Seit dem Erscheinen der 2. Auflage im Jahre 2002 hat die Kennlinientheorie durch das Institut für Fabrikanlagen und Logistik der Leibniz Universität Hannover verschiedene Erweiterungen unter anderem im Bereich der Montage erfahren. Die Entwicklungen sind jedoch noch nicht soweit fortgeschritten und praxiserprobt, dass wir sie in eine dritte Auflage integrieren wollten.

Um die anhaltende Nachfrage befriedigen zu können, haben wir uns daher entschlossen, die 3. Auflage gegenüber der 2. Auflage unverändert zu belassen und lediglich kleine Fehler in einigen Formeln und im Text korrigiert.

Die 2. Auflage enthielt einige Demonstrationsprogramme zur Berechnung von Produktions-, Lager- und Terminkennlinien sowie optimalen Losgrößen. Es handelt sich hierbei um Microsoft[®] Excel97-Anwendungen, die in Visual Basic[®] geschriebene Makros nutzen. Bei Verwendung neuerer Versionen von Microsoft[®] Windows und Excel kommt es teilweise zu Problemen bei der graphischen Darstellung der Ergebnisse. Da eine fehlerfreie Anwendung der Programme somit nicht mehr sichergestellt werden kann, haben wir uns mit großem Bedauern dazu entschlossen, die Demonstrationsprogramme nicht mehr beizufügen. Sämtliche Formeln und deren Ableitungen sind jedoch im Buch ausführlich dokumentiert und können im Bedarfsfall von den Lesern selbst programmiert werden.

In zahlreichen Seminaren, Forschungsarbeiten und Projekten hat sich die Kennlinientheorie und ihre Anwendung in Produktions- und Lagerprozessen bewährt und ist mittlerweile an vielen Hochschulen und Universitäten Bestandteil der Vorlesungen über Produktionswirtschaft, -management und -logistik. Seit 2009 steht auch eine englische Ausgabe unter dem Titel „Fundamentals of Production Logistics“ zur Verfügung.

Wir wünschen unseren Lesern weiterhin Anregungen und Erkenntnisse bei der Lösung ihrer logistischen Probleme und freuen uns über Kritik und Anregungen.

Hannover
Februar 2012

Peter Nyhuis
Hans-Peter Wiendahl

Vorwort zur 1. Auflage

Für viele Produktionsunternehmen ist die Differenzierung ihres Angebotes gegenüber den Mitbewerbern häufig maßgeblich durch die logistischen Merkmale Lieferzeit und Liefertreue möglich. Dies erfordert die sichere Beherrschung der internen Durchlaufzeiten und der Termineinhaltung. Gleichzeitig dürfen aber auch kostenrelevante Ziele wie gleichmäßige und hohe Auslastung sowie niedrige Bestände in Roh-, Halbfertig- und Fertigwarenbeständen nicht aus dem Blick geraten. Dieses alte Dilemma der Ablaufplanung zu lösen, ist Gegenstand zahlloser Bemühungen von Wissenschaftlern und Praktikern. Große Hoffnungen wurden in den 60er Jahren in die Methoden des Operations Research, hier vor allem in die Warteschlangentheorie gesetzt, die sich aber unter den komplexen Randbedingungen der variantenreichen Einzel- und Serienfertigung nicht durchsetzen konnte. Auch die Simulation brachte wegen des hohen Aufwandes zumindest im laufenden Betrieb eines Unternehmens nicht den erhofften Durchbruch.

In dieser Situation stieß das von Prof. Hans Kettner und seinen Mitarbeitern Anfang der 70er Jahre am Institut für Fabrikanlagen der Universität Hannover entwickelte Trichtermodell und das daraus abgeleitete Durchlaufdiagramm auf großes Interesse, weil die vier Zielgrößen Durchlaufzeit, Bestand, Auslastung und Termintreue erstmals schlüssig in einer Graphik abgebildet werden konnten. Die daraus entstandene Belastungsorientierte Auftragsfreigabe und dann weiterentwickelte Belastungsorientierte Fertigungsregelung hat in der Werkstättenfertigung starke Verbreitung gefunden.

Die später im Rahmen von Simulationsuntersuchungen entwickelten Produktionskennlinien stellen die Abhängigkeit von Auslastung und Durchlaufzeit vom Bestand erstmals auch quantitativ dar. Sie waren aber zunächst auf den Einsatz in der Forschung beschränkt, weil sie aufgrund des großen Aufwandes für die Simulation nicht praxistauglich waren.

Erst Anfang der 90er Jahre gelang es mit der Dissertation von Nyhuis, diese Produktionskennlinien auf Basis eines von v. Wedemeyer vorgeschlagenen Idealmodells des Fertigungsablaufs verbunden mit experimentell und empirisch abgesicherten Untersuchungen einfach zu berechnen. Damit erschloss sich in den folgenden Jahren ein weites Anwendungsfeld für die Forschung und praktische Anwendung.

Das vorliegende Buch beschreibt erstmals in geschlossener Form die Modelle der logistischen Kennlinien für den Produktions- und Lagerprozess, leitet die Berechnungsformeln Schritt für Schritt ab und entwickelt daraus ein vergleichsweise einfaches Rechenschema, das die für die Fertigungs- und Lagersteuerung üblichen Betriebsdaten benutzt. Sorgfältige Tests mit Praxisdaten und umfangreiche Simulationsstudien zeigen den Einfluss der einzelnen Gleichungsparameter der Auftrags- und Kapazitätsstruktur auf und erlauben eine Abschätzung der Aussagegenauigkeit auch bei ungenauen oder fehlerhaften Ausgangsdaten, wie sie in der Praxis oft auftreten. Die Gegenüberstellung mit der Simulation und der Warteschlangentheorie verdeutlicht die Vorteile, aber auch die Grenzen der Kennlinientheorie.

Die Brauchbarkeit der Kennlinien zeigte sich in zahlreichen wissenschaftlichen und anwendungsbezogenen Projekten des Instituts für Fabrikanlagen. Sie wurden aber auch von anderen Autoren aufgegriffen. Ihre Hauptanwendungsgebiete liegen heute in der Dimensionierung von Pufferbeständen und -flächen im Rahmen der Fabrikplanung, der logistischen Positionierung von Fertigungsbereichen und Lagerbeständen hinsichtlich Durchlaufzeit, Auslastung und Beständen, im Produktionscontrolling zur kontinuierlichen Verbesserung logistischer Zielgrößen, in der Parametrierung von Losgrößenbestimmung, Durchlaufterminierung und Auftragsfreigabe in PPS-Systemen sowie in der Engpaßorientierten Logistikanalyse zur Erschließung verborgener logistischer Potentiale für Durchlaufzeiten und Bestände. Weitere absehbare Anwendungsmöglichkeiten sind die Steuerung von Konstruktions- und Entwicklungsbereichen, die Erweiterung der Kennlinien auf das Merkmal Termintreue, die Kostenbewertung von Produktionsprozessen bei unterschiedlichen Bestandssituationen sowie die Bewertung von Lieferketten über Unternehmensgrenzen hinweg.

Dieses Buch baut auf vielen wissenschaftlichen und empirischen Arbeiten des Instituts für Fabrikanlagen auf, die teilweise zwanzig Jahre und länger zurückreichen. Hierzu zählen vor allem die Dissertationen von Bechte, Dombrowski, Dräger Erdlenbruch, Fastabend, Gläßner, Lorenz, Ludwig, Möller, Penz, Petermann, Scholtissek, Springer und Ullmann. Sie alle beschäftigten sich mit verschiedenen Aspekten der Produktionsmodellierung, -planung und -steuerung auf Basis des Durchlaufdiagramms und der Kennlinien und haben jeder für sich einen Beitrag zur Kennlinientheorie geliefert.

Unseren Lesern aus Wissenschaft und Praxis wünschen wir viele Anregungen und praktischen Nutzen bei der Bewältigung ihrer logistischen Probleme. Für konstruktive Kritik, Anregungen und Erfahrungen in der Anwendung der Kennlinientheorie sind wir dankbar.

Hannover
im Sommer 1999

Peter Nyhuis
Hans-Peter Wiendahl

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Logistische Erfolgsfaktoren von Produktionsunternehmen	1
1.2	Das Dilemma der Ablaufplanung	4
1.3	Modellbasierter Problemlösungsprozess	6
1.4	Zielsystem in der Produktionslogistik	9
1.5	Logistische Kennlinien – ein Erklärungsmodell für die Produktionslogistik	11
1.6	Zielsetzung und Aufbau	13
2	Modellierungsgrundlagen	17
2.1	Das Trichtermodell als allgemeingültiges Beschreibungsmodell für Produktionsprozesse	17
2.1.1	Auftragszeit und Durchführungszeit je Arbeitsvorgang	17
2.1.2	Durchlaufzeit	21
2.1.3	Terminabweichung	24
2.2	Die logistischen Zielgrößen im Durchlaufdiagramm	25
2.2.1	Leistung und Auslastung	26
2.2.2	Bestand	27
2.2.3	Gewichtete Durchlaufzeit und Reichweite	29
2.3	Little's Law	32
2.4	Produktionskennlinien	36
3	Klassische Modelle der Produktionslogistik	39
3.1	Warteschlangenmodelle	41
3.1.1	Das M/G/1-Modell	42
3.1.2	Ermittlung von Produktionskennlinien mit Hilfe der Warteschlangentheorie	46
3.1.3	Diskussion des Modellierungsansatzes	47
3.2	Simulation	49
3.2.1	Das Simulationssystem PROSIM III	50

3.2.2	Ermittlung von Produktionskennlinien mit Hilfe der Simulation	52
3.2.3	Diskussion des Modellierungsansatzes	54
4	Ableitung einer Kennlinientheorie	61
4.1	Ideale Produktionskennlinien	62
4.1.1	Der ideale Mindestbestand	62
4.1.2	Die maximal mögliche Leistung	66
4.1.3	Konstruktion idealer Kennlinien für Leistung und Zeitgrößen	67
4.2	Ableitung einer Näherungsgleichung zur Berechnung von Leistungskennlinien	69
4.2.1	Die C_{Norm} -Funktion als Basisfunktion berechneter Leistungskennlinien	71
4.2.2	Transformation der C_{Norm} -Funktion	73
4.2.3	Parametrierung der Kennliniengleichung	75
4.3	Berechnung von Leistungskennlinien	81
4.4	Berechnung von Kennlinien für Zeitgrößen	84
4.5	Normierte Produktionskennlinien	89
4.6	Kennlinientheorie und Little's Law – eine Modellsynthese	93
4.7	Überprüfung der Kennlinientheorie	96
4.7.1	Simulationsgestützte Modellvalidierung	96
4.7.2	Modellvalidierung auf der Basis von Praxisuntersuchungen	101
4.8	Erweiterung der Kennlinientheorie	107
4.8.1	Hierarchische Verdichtung von Produktionskennlinien	107
4.8.2	Logistische Prozesskennlinien (Verfasser: Dr.-Ing. Michael Schneider)	110
4.8.3	Arbeitssysteme mit gemeinsamen Pufferbeständen	116
4.8.4	Berücksichtigung einer überlappten Fertigung	118
4.9	Anwendungsvoraussetzungen für berechnete Produktionskennlinien	120
4.10	Terminkennlinien (Verfasser: Dr.-Ing. Kwok-Wai Yu)	122
4.10.1	Kennlinie der mittleren relativen Terminabweichung	122
4.10.2	Ableitung einer Kennlinie zur Beschreibung der Termintreue	125
4.11	Zusammenfassung zur Ableitung der Kennlinientheorie	130
5	Grundgesetze der Produktionslogistik	135
5.1	Erstes produktionslogistisches Grundgesetz	135
5.2	Zweites produktionslogistisches Grundgesetz	136
5.3	Drittes produktionslogistisches Grundgesetz	137
5.4	Viertes produktionslogistisches Grundgesetz	139
5.5	Fünftes produktionslogistisches Grundgesetz	140
5.6	Sechstes produktionslogistisches Grundgesetz	140
5.7	Siebtes produktionslogistisches Grundgesetz	142
5.8	Achstes produktionslogistisches Grundgesetz	143
5.9	Neuntes produktionslogistisches Grundgesetz	143

6 Anwendung der Kennlinientheorie	145
6.1 Erstellung und Analyse berechneter Produktionskennlinien	145
6.1.1 Kennlinienberechnung	146
6.1.2 Kennliniengestützte Analyse eines simulativ erzeugten Produktionsablaufes	149
6.2 Bewertung alternativer Ansätze zur Erschließung logistischer Rationalisierungspotentiale	152
6.2.1 Variation der Auftragszeitstruktur	153
6.2.2 Variation der Kapazitätsstruktur	155
6.3 Berechnung von Produktionskennlinien bei fehlenden oder fehlerhaften Betriebsdaten	156
6.3.1 Fehlerhafte Auftragszeitstruktur- und Transportzeitdaten ...	157
6.3.2 Fehlende oder fehlerhafte Angaben zur maximal möglichen Leistung	160
6.3.3 Fehlerhafter Streckfaktor α_1	164
6.4 Auswirkungen instationärer Prozesszustände auf die Erstellung und Interpretation von Produktionskennlinien	166
6.4.1 Zeitliche Veränderung der Auftragszeitstruktur	166
6.4.2 Zeitliche Veränderungen des Bestandsniveaus	168
6.5 Einsatzmöglichkeiten von Produktionskennlinien bei der Gestaltung und Lenkung von Produktionsprozessen	172
6.5.1 Logistische Positionierung	175
6.5.2 Einsatz von Kennlinien im Rahmen des Produktionscontrolling	179
6.5.3 Logistikorientierte Gestaltung und Parametrierung von Planungs- und -steuerungsstrategien	181
6.5.4 Logistikorientierte Gestaltung von Produktionsstrukturen ...	188
7 Engpassorientierte Logistikanalysen in der Praxis	193
7.1 Allgemeine Ablaufschritte bei einer Engpassorientierten Logistikanalyse	193
7.1.1 Kennzahlermittlung	194
7.1.2 Ermittlung logistisch relevanter Arbeitssysteme	195
7.1.3 Generelle Vorgehensweise zur Auswahl von Maßnahmen ...	199
7.2 Anwendung der Engpassorientierten Logistikanalyse in einer Leiterplattenfertigung	202
7.2.1 Zielsetzung der Analyse	202
7.2.2 Datenerfassung	203
7.2.3 Auftragsdurchlaufanalyse	204
7.2.4 Arbeitssystemanalysen	209
7.2.5 Quantifizierung der logistischen Rationalisierungspotentiale	222
7.2.6 Anwendungserfahrungen	226
7.3 Anwendung der Engpassorientierten Logistikanalyse in einer Leiterplattenbestückung	226

- 7.3.1 Ermittlung der durchlaufzeitbestimmenden Arbeitssysteme 227
- 7.3.2 Abschätzung vorhandener logistischer Rationalisierungspotentiale 228
- 7.3.3 Ableitung und Umsetzung arbeitssystemspezifischer Maßnahmen 230
- 7.3.4 Zusammenfassung der Anwendungserfahrungen 237
- 7.4 Einführungsstrategien für die Engpassorientierte Logistikanalyse... 238
- 8 Anwendung der Kennlinientheorie für Lagerprozesse 241**
 - 8.1 Das Durchlaufdiagramm als Prozessmodell für die beschaffungslogistische Prozesskette 242
 - 8.2 Lagerkennlinien 244
 - 8.3 Simulationsgestützte Ermittlung von Lagerkennlinien 247
 - 8.4 Ermittlung von Lagerkennlinien mit Hilfe einer Näherungsgleichung 248
 - 8.4.1 Die ideale Lagerkennlinie 250
 - 8.4.2 Berücksichtigung von Planabweichungen 253
 - 8.4.3 Parametrierung der Näherungsgleichung 260
 - 8.4.4 Simulationsgestützte Überprüfung berechneter Lagerkennlinien 263
 - 8.5 Anwendungsmöglichkeiten 265
 - 8.6 Anwendungsfelder und -grenzen 267
 - 8.7 Anwendungsbeispiel der Lagerkennlinientheorie zur Lieferantenbeurteilung 270
- 9 Anwendung der Kennlinientheorie in der Lieferkette 275**
 - 9.1 Zielgrößen in der Lieferkette 275
 - 9.1.1 Der gewichtete Servicegrad 276
 - 9.1.2 Näherungsgleichung einer Kennlinie für den gewichteten Servicegrad 277
 - 9.2 Zusammenhänge logistischer Parameter in der Lieferkette 280
 - 9.3 Beispiel der logistischen Analyse einer Lieferkette 282
 - 9.3.1 Logistische Lageranalyse des Erzeugnislagers des Herstellers 283
 - 9.3.2 Logistische Engpassanalyse der Produktion des Herstellers 289
 - 9.3.3 Logistische Lageranalyse des Eingangslagers des Herstellers 291
 - 9.3.4 Engpassorientierte Logistikanalyse der Produktion des Zulieferers 292
 - 9.3.5 Gesamtpotential in der Lieferkette 292
 - 9.4 Zusammenfassung zur Anwendung der Kennlinientheorie in der Lieferkette 294

Inhalt	XIII
10 Zusammenfassung und Ausblick	297
Literatur	299
Sachverzeichnis	309

Verzeichnis der im Text verwendeten Abkürzungen und Formelzeichen

Allgemeine Merkmale (Index oder nachführende Bezeichnung)

Zeichen Bedeutung

EP	Engpassarbeitssystem
i, j	Allgemeine Laufvariablen
m	Mittelwert
med	Medianwert
mg	Mittlerer gewichteter Wert
max	Maximalwert
PZK	Prozeßkette
s	Standardabweichung
v	Variationskoeffizient
(t)	Mit Hilfe der Kennlinientheorie berechneter Mittelwert (als Funktion des Laufparameters t)
(T)	Wert einer Größe zum Zeitpunkt T
(s)	Sollwert eines Kenngröße (z. B. ZDL(s): Durchlaufzeit Soll)

Dimensionsangaben

Einheit Bedeutung

ANZ	Anzahl
BKT	Betriebskalendertag
ME	Mengeneinheiten (allgemein; z. B. Stk; m ² ; kg)
Std	Stunden
Stk	Stück
Std · BKT	Flächenangabe (Stunden · Betriebskalendertag)
%	Prozent

Formelzeichen

Zeichen	(Einheit)	Bedeutung
a	(–)	Untere Intervallgrenze (Terminkennlinie)
A	(%)	Auslastung
AB	(Std)	Abgang an Arbeit
ANZ	(–)	Anzahl
b	(–)	Obere Intervallgrenze (Terminkennlinie)
B	(Std)	Bestand
B _B	(Std)	mittlerer Bestand bei Auftragsbearbeitung
B _P	(Std)	mittlerer Pufferbestand
B _{rel}	(%)	Relativer Bestand
BA	(–)	Bestand (in Anzahl Aufträgen)
BI _{min}	(Std)	Idealer Mindestbestand
BIA	(–)	Idealer Mindestbestand (in Aufträgen)
BKAP _v	(Std/BKT)	Verfügbare Betriebsmittelkapazität
BL	(ME)	Lagerbestand
BL ₀	(ME)	Unterer Grenzwert des Lagerbestandes
BL ₁	(ME)	Erweiterter Grenzwert des Lagerbestandes
BL _S	(ME)	Sicherheitsbestand
BR	(ME/BKT)	Bedarfsrate
C	(–)	Funktionsparameter der C _{Norm} -Funktion
EPS	(%)	Einlastungsprozentsatz
F	(BKT)	Durchlaufzeit (Little's Law)
FBL	(ME · BKT)	Lagerbestandsfläche
FB	(Std · BKT)	Bestandsfläche
FG	(–)	Flußgrad
FZ	(Std · BKT)	Durchlaufzeitfläche
F _{BL}	(ME · BKT)	Lagerbestandsfläche
F _{FM}	(ME · BKT)	Fehlmengenfläche
KAP	(Std/BKT)	Kapazität
L	(Std/BKT)	Leistung
L _{max}	(Std/BKT)	Maximal mögliche (mittlere) Leistung
LA	(ME/BKT)	Lagerabgangsrate
LA	(1/BKT)	Leistung (in Anzahl Aufträge) (Prozesskennlinie)
LV	(BKT)	Lieferverzug Lagerabgang
LV ₀	(BKT)	Grenzlieferversug
LV ₁	(BKT)	Erweiterter Grenzlieferversug
m	(–)	Anzahl Arbeitsstationen (Little's Law; Warteschlangenmodelle)
m	(–)	Anzahl pünktlich bedienter Nachfragen (Servicegrad)
MAB	(ME)	Lagerabgangsmenge (Lagerkennlinien)
M _{NA}	(ME)	Auftragslosgröße je Nachfrage
M _{NAP}	(ME)	Auftragslosgröße pünktlich bedienter Nachfragen

n	(-)	Anzahl auszuwertender Ereignisse
N	(-)	Anzahl Aufträge im System (Little's Law)
p		Auftragszeit (Little's Law); Dimensionsangabe vom Anwendungsfall abhängig (z. B. min/Std)
P	(BKT)	Bezugszeitraum (Periode)
Pü	(-)	Materialflusskoeffizient
PKAP _N	(Std/BKT)	Nutzbare Personalkapazität
SG	(-)	Servicegrad
R	(BKT)	Reichweite
t	(-)	Laufvariable in der Kennlinientheorie ($0 \leq t \leq 1$)
t _e	(min/ME)	Einzelzeit je Mengeneinheit (Vorgabezeit)
t _r	(min)	Rüstzeit je Arbeitsvorgang (Vorgabezeit)
TA	(BKT)	Terminabweichung
TA ⁺	(BKT)	Positive Terminabweichung (Verzögerung)
TA ⁻	(BKT)	Negative Terminabweichung (Vorzeitige Auslieferung)
TAA	(BKT)	Terminabweichung Abgang
TAR	(BKT)	Relative Terminabweichung
TAZ	(BKT)	Terminabweichung Zugang
TAB	(BKT)	Bearbeitungsanfang Auftrag (Auftragseinstoß)
TAE	(BKT)	Bearbeitungsende Auftrag
TBE	(BKT)	Termin Bearbeitungsende eines Arbeitsvorganges
TBEV	(BKT)	Termin Bearbeitungsende des Vorgänger-Arbeitsvorganges
TT	(%)	Termintreue
U	(Std/BKT)	Leistung einer Arbeitsstation (Little's Law)
WBZ	(BKT)	Wiederbeschaffungszeit
x	(ME)	Losgröße
X _{AB}	(ME)	Lagerabgangsmenge je Abgangsereignis
X _{ZU}	(ME)	Lagerzugangsmenge je Zugangsereignis
z	(-)	Anzahl Zeitabschnitte im Bezugszeitraum
ZAU	(Std)	Auftragszeit (Vorgabestunden)
ZDA	(BKT)	Durchlaufzeit Auftrag
ZDF	(BKT)	Durchführungszeit (Arbeitsvorgang)
ZDL	(BKT)	Durchlaufzeit (Arbeitsvorgang)
ZG	(BKT)	Zeitgrad
ZL	(BKT)	Lagerverweilzeit
ZTR		Transportzeit; Dimensionsangabe vom Anwendungsfall abhängig (z. B. min; Std; BKT)
ZU	(Std)	Zugang
ZUE	(BKT)	Übergangszeit (Arbeitsvorgang)
ZW		Mittlere Wartezeit (Warteschlangenmodell); Dimensionsangabe vom Anwendungsfall abhängig (z. B. min; Std; BKT)