

Engpaßorientierte Logistikanalyse

Hans-Peter Wiendahl, Peter Nyhuis

Engpaßorientierte Logistikanalyse

Methoden zur kurzfristigen Leistungssteigerung in Produktionsprozessen

copyright by TCW Transfer-Centrum GmbH 1998

TCW-report Nr. 3

Die Deutsche Bibliothek CIP-Einheitsaufnahme

Wiendahl, Hans-Peter; Nyhuis, Peter

Engpaßorientierte Logistikanalyse:

Methoden zur kurzfristigen Leistungssteigerung in Produktionsprozessen

München, Transfer-Centrum GmbH 1998

ISBN 3-931511-56-1

*Verlag: TCW Transfer-Centrum GmbH - Leopoldstr. 146, 80804 München - Tel: 189/360-523-11, Fax: 089/361 023 20
eMail: mail@tcw.de, Internet: http://www.tcw.de*

Alle Rechte, auch die der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form, auch nicht zum Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.

Engpaßorientierte Logistikanalyse

Die Autoren

Von Experten für Fachleute: Was der TCW-report leistet!

Wissen ist ein Potential: Management setzt Wissen wirksam in Resultate und Können um. Wir erarbeiten in unseren TCW-reports praktisch umsetzbares Wissen, um das Bewußtsein durch Forschung zu verändern und fragen, welche Rezepte von morgen sich aus dem Stand der Forschung heute ableiten lassen. Solche Rezepte und Problemlösungstechniken erarbeiten und testen die Autoren mit Kundenbeteiligung oder in ihren Unternehmen. Damit erhalten Sie Handlungsanleitungen um die Zukunft zu gestalten.

Die Fähigkeit, hochgradig unterschiedlichen Ansprüchen gerecht zu werden, ist heute eine grundlegende Anforderung an das Management. Wir wollen mit unseren TCW-reports das Vermögen der Klärung und Erhellung, der Reflexion und Offenlegung stärken. Uns geht es in den Themenheften darum, die Relationen zwischen den Argumenten, die verborgenen Beziehungsstrukturen von Managemententscheidungen zu analysieren und die Präzision der Logik mit der Phantasie und der Erfindungskraft zu verbinden. Die Suche nach dem „mehr“ der besseren Lösung, der höheren Qualität, ist unser Bemühen.

„Alles Leben ist Problemlösen“ sagt Popper. Diesem Grundsatz folgen die Autoren mit den Prinzipien: Vordenken, Spezialisierung, überprüfbare Erfahrung und sich einem ständigen fachlichen und sozialen Lernprozeß zu stellen. Mit diesen Prinzipien und dem Willen, den Herausforderungen der Märkte zu begegnen, differenzieren wir uns.



**Univ.-Prof. Dr. Ing. Dr. Ing. E.h.
Hans-Peter Wiendahl**

Universität Hannover



Dr. Ing. Peter Nyhuis

Universität Hannover

Engpaßorientierte Logistikanalyse

Inhaltsverzeichnis

Engpaßorientierte Logistikanalyse

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. H.-P. Wiendahl

Dr.-Ing. P. Nyhuis

Welches sind die Gestaltungsfelder zur Verbesserung von Lieferfähigkeit und Liefertreue?	1
Modelle zur Logistikanalyse	9
Gibt es Modelle, mit denen sich Produktionsabläufe transparent darstellen und bewerten lassen?	9
– Trichtermodell und Durchlaufdiagramm	10
– Betriebskennlinien	15
Wie lassen sich Kennlinien ermitteln?	20
Wie genau lassen sich reale Produktionsprozesse mit berechneten Kennlinien abbilden?	28
Welche generellen Aussagen lassen sich aus den erläuterten Modellen ableiten?	31
Methoden und Maßnahmen	36
Wie lassen sich Kennlinien zur logistikorientierten Bewertung alternativer Maßnahmenansätze nutzen?	36
Lassen sich die Analysemethoden auch auf ganze Produktionsbereiche übertragen?	43
Beispiele erfolgreicher Umsetzung	46
Welche Anwendungserfahrungen gibt es mit der Engpaßorientierten Logistikanalyse?	46
Leiterplattenfertigung: Durchführung einer Engpaßorientierten Logistikanalyse.....	46
Leiterplattenbestückung: Ermittlung der durchlaufzeitbestimmenden Arbeitssysteme	65
Leitfaden zur Einführung	76
Wie kann die Engpaßorientierte Logistikanalyse eingeführt und genutzt werden?	76
Literaturverzeichnis	79
Impressum	81
TCW-report - Themen 1998/99	82

Engpaßorientierte Logistikanalyse

Engpaßorientierte Logistikanalyse

Engpaßorientierte Logistikanalyse – Methoden zur kurzfristigen Leistungssteigerung in Produktionsprozessen

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. H.-P. Wiendahl
Dr.-Ing. P. Nyhuis

Welches sind die Gestaltungsfelder zur Verbesserung von Lieferfähigkeit und Liefertreue?

Die logistischen Leistungsmerkmale 'Lieferzeit' und 'Liefertreue' gewinnen für die Unternehmen als Differenzierungsmöglichkeit am Markt – neben einem hohen Qualitätsniveau und dem Preis – zunehmend an Bedeutung. Da die Produktionslogistik diese Leistungsmerkmale maßgeblich prägt, ist sie Gegenstand intensiver Anstrengungen in Forschung und Praxis, die Gestaltung und den Betrieb logistischer Systeme zu professionalisieren. Es geht darum, den gesamten Materialfluß in der Lieferkette von der Beschaffung der Rohstoffe und Vorprodukte über alle Stufen des Produktionsprozesses einschließlich aller Zwischenlagerstufen bis hin zur Versorgung des Vertriebs bzw. externer Kunden so zu gestalten, daß in kürzester Zeit auf den Markt reagiert werden kann. Die Produktion bildet dabei häufig den Engpaß.

Die logistischen Qualitätsmerkmale ...

Kaufkriterium	Relative Bedeutung des Kaufkriteriums						
	weniger wichtig	1	2	3	4	5	sehr wichtig
Produktqualität							
Preis							
Liefertreue							
Lieferzeit							
Flexibilität							
Informationsbereitschaft							
Produktpalette							

Quelle: Siemens AG

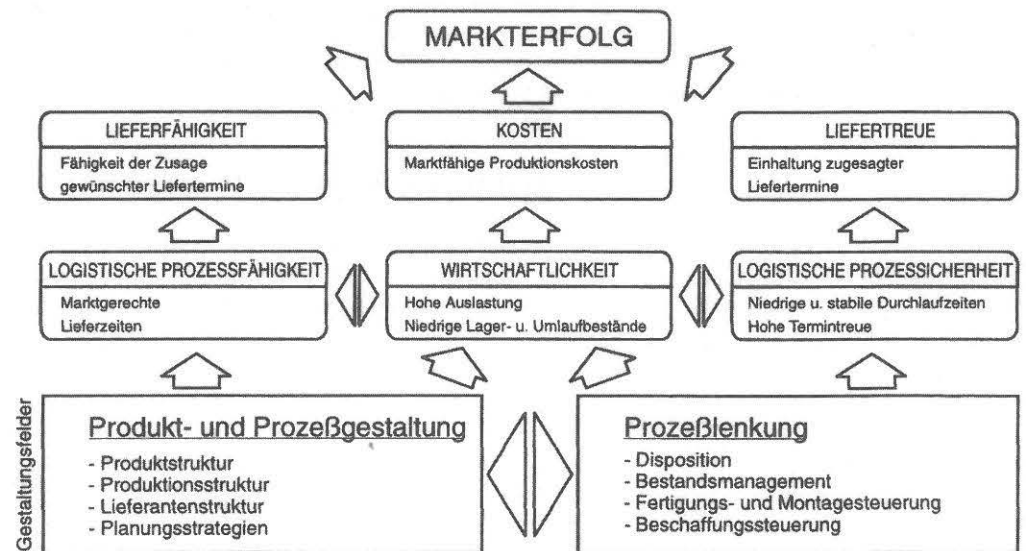
⇒ ... sind heute oftmals gleichgewichtige Kaufkriterien neben dem Preis und der Produktqualität.

Als wesentliche Ziele der Produktionslogistik lassen sich somit das Streben nach hoher Lieferfähigkeit und -treue bei geringstmöglichen Logistik- und Produktionskosten formulieren.

Das logistische Leistungsmerkmal *Lieferfähigkeit* bringt dabei zum Ausdruck, inwieweit es dem Vertrieb möglich ist, kundenseitig gewünschte Liefertermine unter Beachtung der Produktionsgegebenheiten zusagen zu können. Die *Liefertreue* charakterisiert hingegen, in welchem Maße die bei der Auftragserteilung zugesagten Termine realisiert werden konnten. Lieferfähigkeit und Liefertreue sind damit für den langfristigen Markterfolg von Bedeutung.

Zur Sicherstellung und zum Ausbau einer hohen Lieferfähigkeit müssen Produkt-, Produktions- und Lieferantenstrukturen so gestaltet werden, daß sie unter Anwendung geeigneter Produktionsplanungsstrategien die Realisierung marktgerechter Lieferzeiten ermöglichen und dadurch die logistische *Prozeß-fähigkeit* des Unternehmens gewährleisten. Ist es aufgrund der realisierten Strukturen prinzipiell möglich, eine gewünschte Lieferfähigkeit zu erreichen, besteht die Aufgabe der Prozeßlenkung darin, im Rahmen der Disposition, des Bestandsmanagements und der operativen Steuerung das geschaffene logistische Potential auszuschöpfen und somit eine hohe logistische *Prozeßsicherheit* zu realisieren. Die aufgrund der Produktions- und Produktstruktur realisierbaren Durchlaufzeiten sollen dabei im laufenden Prozeß erreicht und auf einem

Der Markterfolg des Unternehmens ...



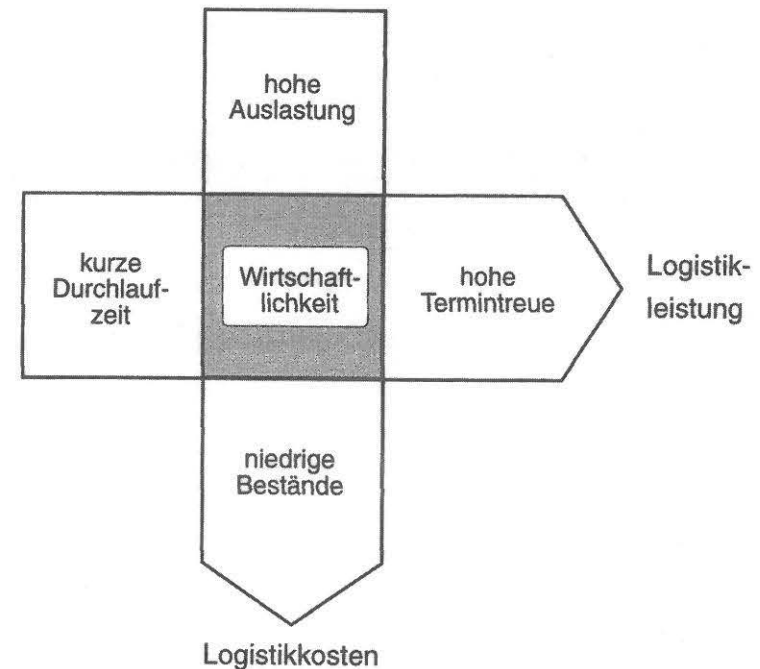
⇒ ... wird maßgeblich durch eine logistikorientierte Produkt- und Prozeßgestaltung sowie eine abgestimmte Prozeßlenkung bestimmt.

stabilen Niveau gehalten werden. Damit wird ständig eine hohe Liefertreue gewährleistet.

Um die *Wirtschaftlichkeit* der Produktion sicherzustellen, sind sowohl bei der Gestaltung wie auch bei der Lenkung der unternehmenslogistischen Abläufe stets die Wechselwirkungen zwischen den leistungsbezogenen Zielen und den kostenbezogenen Zielen zu beachten.

Der erste Schritt zur Stärkung der logistischen Erfolgsfaktoren ist die Festlegung sogenannter logistischer Qualitätsmerkmale. Überträgt man nämlich den konventionellen Qualitätsgedanken auf den Bereich der Produktionslogistik, so lassen sich die logistischen Qualitätsmerkmale durch zwei wesentliche Wirkungsrichtungen kennzeichnen: die extern wirkende *Logistikleistung* und die intern wirkenden *Logistikkosten*. Diese Merkmale lassen sich in das Zielsystem der Produktionslogistik überführen. Die Logistikleistung ist demnach gekennzeichnet durch die Forderung nach Liefertreue bzw. Termintreue einerseits und kurzer Lieferzeit bzw. Durchlaufzeit andererseits. Auslastung und Bestand bestimmen demgegenüber die Logistikkosten im Unternehmen. Diese vier primären Zielgrößen sind über die gesamte logistische Kette eines Unternehmens kontinuierlich zu erfassen und die Ergebnisse durch konsequente Rückführung im Rahmen eines Logistik-Controllingsystems zu nutzen.

Die logistischen Leistungsmerkmale ...



⇒ ... lassen sich in das Zielsystem der Produktionslogistik überführen.

Ein wirkungsvolles Instrument, mit dem die Ausrichtung der unternehmerischen Aktivitäten auf den Unternehmenserfolg unterstützt wird, ist das Controlling, welches typischerweise in sechs aufeinander abgestimmten Einzelschritten durchgeführt wird:

Zielsetzung: Die verschiedenen Zielgrößen müssen innerhalb des Zielsystems unter Beachtung der gegenseitigen Abhängigkeiten quantifiziert werden (Zielkonsistenz).

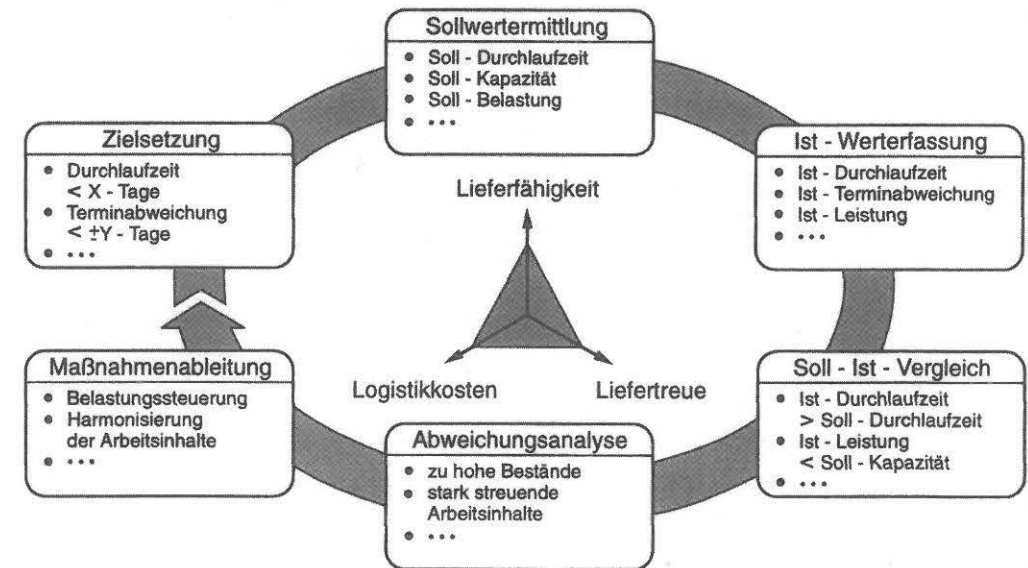
Sollwertermittlung (Zielwerte operationalisieren): Sollwerte dienen als Führungsgrößen. Dem Controlling kommt die Aufgabe zu, ihre Ermittlung durch eine zielorientierte Ableitung von Steuerungsparametern zu unterstützen.

Ist - Werterfassung: Das Prozeßverhalten ist auf der Basis aktueller Rückmeldungen festzustellen. Die Festlegung der Meßpunkte, der Meßgrößen und der Meßverfahren muß sich an den verwendeten Planungsgrößen orientieren.

Soll-Ist-Vergleich: Durch einen Soll-Ist-Vergleich können unzulässige Abweichungen des Ist-Prozesses, hervorgerufen durch nicht vorhersehbare Prozeßstörungen oder durch Planungsfehler, festgestellt werden.

Abweichungsanalyse: Beim Auftreten unzulässiger Abweichungen muß eine Analyse der Abweichungsursachen erfolgen, um korrigierend in den Prozeß eingreifen zu können.

Ausgangspunkt des Controllings ist nicht die Datenerfassung ...



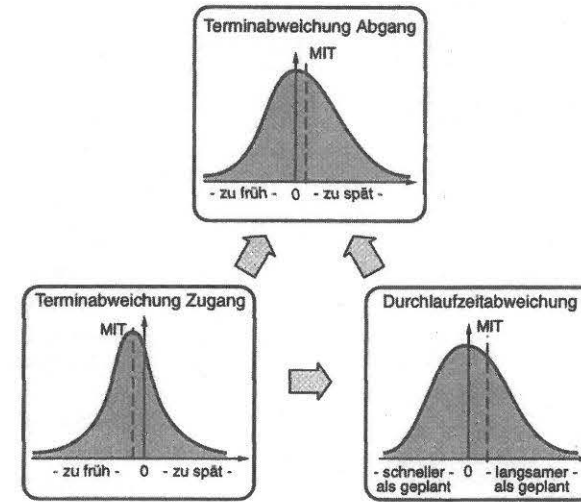
⇒ ... sondern die eindeutige Vorgabe meßbarer Ziele. Denn nur was man messen kann, kann man auch verbessern.

Maßnahmenableitung: Das Controlling sollte Unterstützung bei der Ableitung geeigneter Korrekturmaßnahmen bieten. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang eine Priorisierung der Maßnahmen entsprechend dem günstigsten Nutzen/Aufwand-Verhältnis. Schließlich müssen die Ergebnisse der Aktivitäten an die Entscheidungsträger berichtet werden.

Die Bedeutung, die einer eingehenden Analyse zugemessen werden muß, kann anschaulich verdeutlicht werden an der Vielfältigkeit möglicher Ursachen für Probleme bei der Auftragsterminabweichung. So kann in vielen Fällen festgestellt werden, daß bereits der Auftragseinstoß durch Ressourcenprobleme, unrealistische Lieferterminzusagen oder einer Auslastungsoptimierung nicht termingerecht erfolgt. Darüber hinaus verschlechtert sich die Terminsituation nach erfolgtem Auftragseinstoß zusätzlich oftmals dadurch, daß die geplanten Durchlaufzeiten der Aufträge durch die Fertigung nicht eingehalten werden können.

Wird den zwischen den logistischen Zielgrößen bestehenden Abhängigkeiten nicht hinreichend Rechnung getragen, so entwickelt sich daraus oftmals der sogenannte Fehlerkreis der Produktionssteuerung. Dieser beginnt damit, daß von einer schlechten Termin Einhaltung auf zu kurze Plan-durchlaufzeiten geschlossen wird. Werden nun als Folge die Werte für die Vorlaufzeitrechnung und die Durchlauf-terminierung vergrößert, gelangen die Aufträge früher als

Um die Ursachen von Abweichungen aufzudecken, sind aufeinander abgestimmte Analysen erforderlich. ...



- Verfügbarkeit von Material und/oder Fertigungshilfsmitteln
- Unrealistische Lieferterminzusagen
- Ungeplantes Zurückstellen oder Vorziehen von Aufträgen.
- Belastungsabgleich
- Ungeeignete Planungsverfahren oder Anwendungsfehler (Belastungsabgleich, Plandurchlaufzeitermittlung)
- Störungen
- Priorisierungen
 - extern
 - Ausgleich einer Zugangsterminabweichung
 - Ausgleich fehlerhafter Plandurchlaufzeiten
 - Terminunabhängige Auftragsreihenfolge

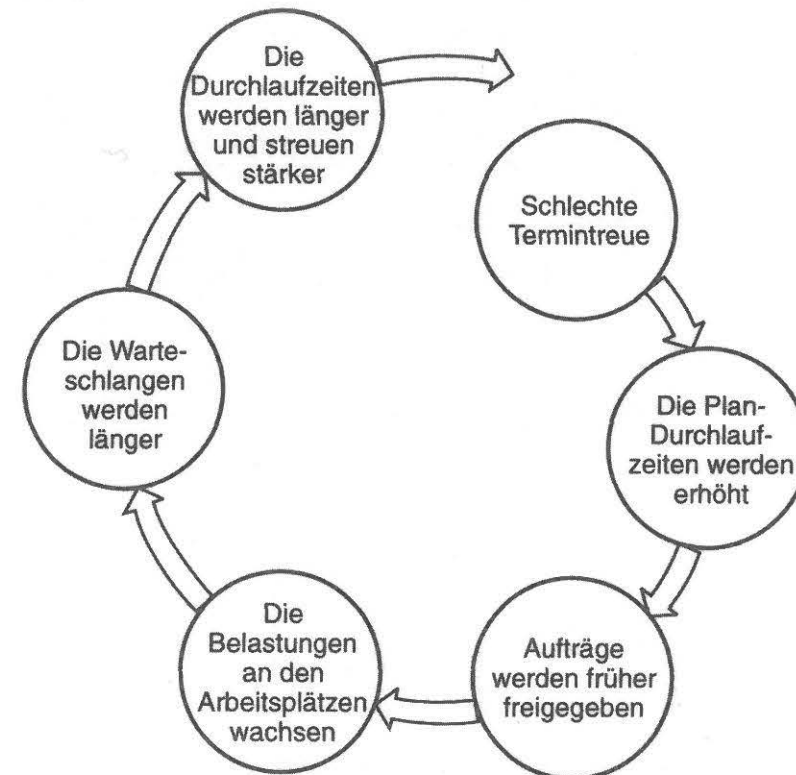
⇒ ... Beispielsweise ist die Terminabweichung der Auftragsendtermine eine Folge sowohl der Zugangsterminabweichung als auch der Durchlaufzeitabweichung.

bisher in die Produktion. Die Bestände vor den Arbeitsplätzen und somit auch die Warteschlangen steigen an. Dies bedeutet im Mittel längere Liegezeiten und damit längere Durchlaufzeiten für die Aufträge, verbunden mit einer größeren Durchlaufzeitstreuung. Im Ergebnis wird auch die Termineinhaltung schlechter und nur noch mit Eilaufträgen und kostspieligen Sonderaktionen können die wichtigsten Aufträge termingerecht fertiggestellt werden. Der Fehlerkreis wird zu einer Fehlerspirale, die sich erst auf einem viel zu hohen Niveau der Durchlaufzeit stabilisiert.

Die vorstehenden Ausführungen zum Fehlerkreis der Fertigungssteuerung und zu den möglichen Ursachen der Auftragsterminabweichungen dokumentieren, daß es aufgrund der Komplexität der betrieblichen Abläufe kaum möglich ist, Probleme und deren Ursachen durch Analysen zu beschreiben, die mehr oder weniger beziehungslos nebeneinander stehen. Die Analysen müssen sich vielmehr – basierend auf einem durchgängigen Modell – gegenseitig ergänzen und die Wirkungszusammenhänge zwischen den Zielgrößen deutlich machen. Eine Analysemethodik, die diesen Anforderungen genügt, ist die *Engpaßorientierte Logistikanalyse*.

Ausgangspunkt der Engpaßorientierten Logistikanalyse ist im allgemeinen eine unbefriedigende Lieferterminalsituation hinsichtlich der Liefertreue und/oder der Lieferzeit. Für eine strukturierte Ana-

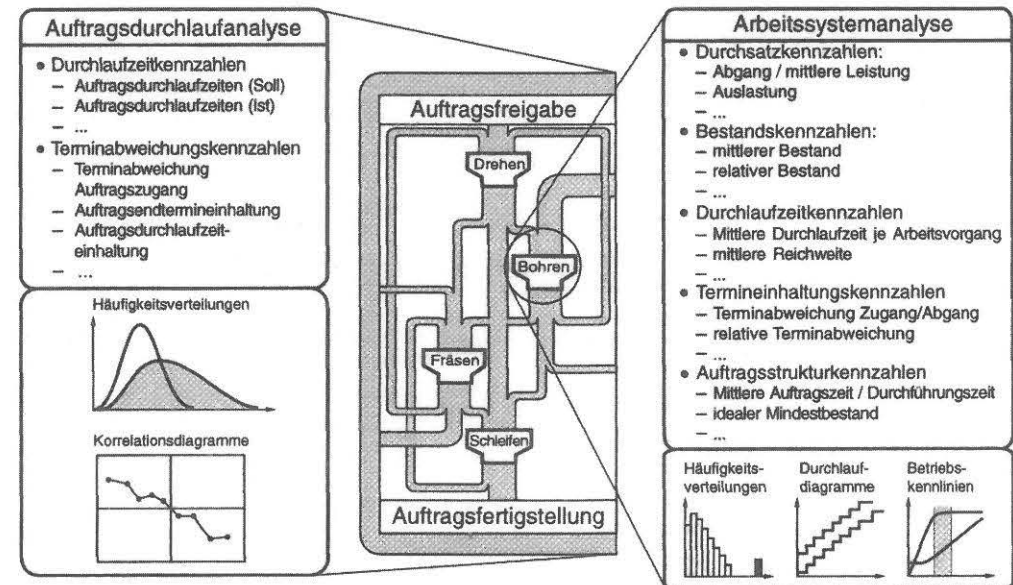
Wird den Abhängigkeiten, die zwischen den logistischen Zielgrößen bestehen, nicht hinreichend Rechnung getragen ...



⇒ ... entwickelt sich daraus der sogenannte Fehlerkreis der Produktionssteuerung.

lyse bietet es sich in diesen Fällen an, zunächst das Durchlaufverhalten der Aufträge im Produktionsbereich zu analysieren (*Auftragsdurchlaufanalyse*). Die Liefertreue gegenüber dem 'Kunden' (ein externer Kunde, das Vertriebslager oder auch ein nachfolgender Produktionsbereich) kann über Kennzahlen und Diagramme ebenso beschrieben werden wie die Terminabweichung im Auftragszugang. Der Vergleich der Soll- und Ist-Werte für die Durchlaufzeiten zeigt darüber hinaus, ob die Produktionsabläufe aus logistischer Sicht beherrscht werden. Um Aussagen über die Abhängigkeit zwischen zwei Prozeßmerkmalen zu erhalten und so Ursache-Wirkungsbeziehungen ableiten zu können, lassen sich Korrelations- und Regressionsanalysen einsetzen. Sofern sich bei diesen Analysen herausstellt, daß die Ursachen für die Problemstellung überwiegend in den Abläufen innerhalb des untersuchten Produktionsbereiches liegen, sind weiterführende Analysen auf der nächsten Detaillierungsebene – den Arbeitsvorgängen an den einzelnen Arbeitssystemen – durchzuführen, um so den Entstehungsort der wichtigsten Problemursachen zu lokalisieren. Diese *Arbeitsystemanalysen* bieten sich aber auch dann an, wenn andere Fragestellungen im Vordergrund stehen, etwa die Bestandssituation in der Produktion oder das Durchsatzverhalten der Arbeitssysteme. Über statistische Darstellungen wie Häufigkeitsverteilungen und Zeitreihen lassen sich Durchsatz-, Bestands-, Durchlaufzeit-, Terminabweichungs- und Auftragsstrukturkennzahlen beschreiben. Insbesondere mit Hilfe von Durchlaufdiagrammen und Betriebskennlinien wird das dy-

Die Grundelemente der Engpaßorientierten Logistikanalyse bauen methodisch aufeinander auf ...



⇒ ... und ermöglichen so eine durchgängige Beschreibung und Bewertung des logistischen Betriebsverhaltens von Produktionssystemen sowie die zielgerichtete Ableitung von Gestaltungs- und Lenkungsmaßnahmen.

namische Prozeßverhalten problemorientiert transparent und bewertbar dargestellt. Damit sind die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Problemlösungsprozeß gegeben.

Die Grundlagen des skizzierten Methodenbaukastens werden nachfolgend vorgestellt.