

Daniel Scholz

Innerbetriebliche Standortplanung

GABLER RESEARCH

Produktion und Logistik

Herausgegeben von
Professor Dr. Wolfgang Domschke,
Technische Universität Darmstadt,
Professor Dr. Andreas Drexl,
Universität Kiel,
Professor Dr. Bernhard Fleischmann,
Universität Augsburg,
Professor Dr. Hans-Otto Günther,
Technische Universität Berlin,
Professor Dr. Stefan Helber,
Universität Hannover,
Professor Dr. Karl Inderfurth,
Universität Magdeburg,
Professor Dr. Thomas S. Spengler,
Universität Braunschweig,
Professor Dr. Hartmut Stadtler,
Technische Universität Darmstadt,
Professor Dr. Horst Tempelmeier,
Universität zu Köln,
Professor Dr. Gerhard Wäscher,
Universität Magdeburg

Kontakt: Professor Dr. Hans-Otto Günther, Technische Universität Berlin,
H 95, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin

Diese Reihe dient der Veröffentlichung neuer Forschungsergebnisse auf den Gebieten der Produktion und Logistik. Aufgenommen werden vor allem herausragende quantitativ orientierte Dissertationen und Habilitationsschriften. Die Publikationen vermitteln innovative Beiträge zur Lösung praktischer Anwendungsprobleme der Produktion und Logistik unter Einsatz quantitativer Methoden und moderner Informationstechnologie.

Daniel Scholz

Innerbetriebliche Standortplanung

Das Konzept der Slicing Trees
bei der Optimierung von Layoutstrukturen

Mit einem Geleitwort von
Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Domschke



GABLER

RESEARCH

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.

Dissertation Technische Universität Darmstadt, 2010

D 17

1. Auflage 2010

Alle Rechte vorbehalten

© Gabler Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2010

Lektorat: Ute Wrasmann | Nicole Schweitzer

Gabler Verlag ist eine Marke von Springer Fachmedien.

Springer Fachmedien ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.

www.gabler.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, 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.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Printed in Germany

ISBN 978-3-8349-2277-9

Geleitwort

Probleme der Layout- bzw. innerbetrieblichen Standortplanung gehören mathematisch zu den schwierigsten Problemen der kombinatorischen Optimierung. Daher wurden zu Beginn der Forschung auf diesem Gebiet Modelle betrachtet, welche die realen Gegebenheiten stark vereinfachen. Genannt seien das quadratische Zuordnungsproblem und das Problem der Bestimmung maximaler planarer Teilgraphen (eines gegebenen „Präferenzgraphen“ für die benachbarte Anordnung von Organisationseinheiten (OE = anzuordnende Maschinen oder Abteilungen)). Bei derartigen Modellen blieben v.a. die Abmessungen der OE und des gegebenen Standortträgers unberücksichtigt. Daher können die mit diesen Modellierungen ermittelten Anordnungen zumeist nicht in realisierbare Layouts umgesetzt werden.

Diese Lücke schließt Daniel Scholz im Rahmen seiner Dissertation, indem er Modelle einsetzt, mit deren Hilfe es dem Planer ermöglicht wird, unterschiedliche Abmessungen der OE zu berücksichtigen. In erster Linie ist hierbei der so genannte Slicing Tree - Ansatz zu nennen, der im Mittelpunkt der Arbeit von Herrn Scholz steht. Auf diesem Ansatz aufbauend entwickelt er sowohl exakte als auch heuristische Lösungsverfahren. Mit letzteren werden mit relativ geringer Rechenzeit sehr gute und praktisch umsetzbare Lösungen erzielt. Daher ist es nur konsequent, dass die Arbeit ebenfalls ein Kapitel mit einer Anwendung des entwickelten Planungsverfahrens in der betrieblichen Praxis enthält. Die Ergebnisse sowohl dieses Praxisprojekts als auch des zu Grunde liegenden Verfahrens sind so viel versprechend, dass sie jeweils in einem Aufsatz beschrieben und in der hochrangigen Zeitschrift „European Journal of Operational Research“ veröffentlicht wurden.

Gemessen an Zeitschriftenaufsätzen vermittelt eine Dissertation wie diejenige von Herrn Scholz dem Leser einen umfassenden Überblick über die historische Entwicklung und alle denkbaren Lösungsansätze des betrachteten Forschungsgebietes (hier der Layoutplanung). Sie ist didaktisch sehr gut aufgebaut und die Ausführungen sind entsprechend (gemessen an der Komplexität der Zusammenhänge) leicht nachvollziehbar. Dem vorliegenden Buch wünsche ich daher eine weite Verbreitung in Forschung und Praxis.

Vorwort

Die innerbetriebliche Standortplanung umfasst die Suche nach geeigneten Anordnungen von Produktionsmitteln, um einen günstigen und schnellen Materialfluss sicherzustellen. Solche Produktionslayouts werden in der Regel über lange Zeiträume beibehalten, daher zählt ihre Planung zu den strategischen Entscheidungen in Unternehmen und sollte mit Bedacht durchgeführt werden. Aufgrund der hohen Komplexität des Planungsproblems erscheint eine Unterstützung des manuellen Planers durch computergestützte Verfahren dringend nötig. Bisherige Layoutplanungsverfahren bilden die praktischen Anforderungen allerdings oft nur mit unzureichender Genauigkeit ab oder sind nicht auf praxisrelevante Problemgrößen skalierbar. Die im Folgenden entwickelten Verfahren bezwecken eine Erhöhung der Abbildungsgenauigkeit, eine höhere Leistungsfähigkeit und damit eine gesteigerte Lösungsqualität der Layoutplanung. Damit soll zusätzlich zur wissenschaftlichen Leistung auch ein wertvoller Beitrag für die Praxis geliefert werden.

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Operations Research des Fachbereichs für Rechts- und Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Darmstadt. Mein herzlicher Dank gilt all jenen, die zu ihrem erfolgreichen Abschluss einen Beitrag geleistet haben.

Ganz besonders danke ich meinem Betreuer Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Domschke für die Unterstützung sowie die jederzeit angenehme und produktive Arbeitsatmosphäre. Ein herzlicher Dank gilt auch Prof. Dr. Herbert Meyr für die wertvollen Anregungen und die freundliche Übernahme des Korreferats.

Außerdem möchte ich meiner Familie danken, besonders meinen Eltern Gisela und Götz, meinem Bruder Dorian und meiner lieben Frau Tana. Sie alle haben mich vielfältig unterstützt durch das Zuhören bei Probevorträgen, das Korrekturlesen und das große Vertrauen, das sie in mich setzen.

Weiterer Dank gebührt meinen Freunden und meinen Kollegen am Fachbereich, die mir fachlich und privat zur Seite standen.

Daniel Scholz

Inhalt

	Abkürzungsverzeichnis	XIII
1	Einleitung / Motivation	1
2	Layoutplanung / Innerbetriebliche Standortplanung	3
2.1	Ziele und Restriktionen.....	3
2.2	Problemmodellierungen und Lösungsverfahren.....	8
2.2.1	Maximale planare gewichtete Graphen (MPWG).....	10
2.2.2	Quadratische Zuordnungsprobleme (QZOP)	11
2.2.3	Space Filling Curve	13
2.2.4	Slicing Tree	14
2.2.5	Flexible Bay.....	16
2.2.6	Überlappungen vermeidendes Modell (UA-FLP-MILP)	17
2.2.7	Vergleich der Modellierungen.....	19
3	Slicing Trees in der Layoutplanung.....	21
3.1	Layoutrepräsentation.....	21
3.1.1	Slicing Layout.....	22
3.1.2	Slicing Tree	23
3.1.3	Beziehung zwischen Slicing Tree und Slicing Structure.....	26
3.2	Layoutgenerierung	28
3.2.1	Layoutgenerierung bei vollständig flexiblen OE	28
3.2.2	Layoutgenerierung bei starren nichtrotierbaren OE	30
3.2.3	Bounding Curves bei gemischter Flexibilität der OE	31
3.2.3.1	Grundtypen von Bounding Curves	32
3.2.3.2	Linearisierung von Hyperbelabschnitten	36
3.2.3.3	Aggregation von Bounding Curves.....	45
3.2.3.4	Layoutberechnung aus Bounding Curves	50
3.2.4	Lineare Programmierung bei gemischter Flexibilität der OE	54

4	Gemischt-ganzzahlige lineare Layoutplanungsmodelle.....	57
4.1	Slicing Tree basiertes Modell	57
4.1.1	Zielfunktion	58
4.1.2	Abmessungen der Organisationseinheiten.....	61
4.1.3	Modellierung bei vollständig vorgegebenem Slicing Tree	65
4.1.4	Modellierung bei freiem Slicing Tree	68
4.1.4.1	Beschleunigung des Modells.....	72
4.1.4.2	Modellierungsvarianten bei freiem Slicing Tree.....	79
4.1.5	Rechenzeiten	83
4.1.5.1	Rechenzeiten bei freiem Slicing Tree.....	83
4.1.5.2	Rechenzeiten bei vorgegebenem Slicing Tree.....	85
4.2	Überlappungen vermeidendes non-slicing Modell.....	86
5	Slicing Tree basiertes Tabu-Search-Verfahren.....	89
5.1	Lösungsbewertung.....	89
5.2	Eröffnungsverfahren.....	91
5.3	Nachbarschaft	91
5.4	Tabulisten Strategie	96
5.5	Intensivierung und Diversifizierung der Suche	96
5.6	Rechenergebnisse	97
5.6.1	Vorgegebene Layoutabmessungen	98
5.6.2	Beliebige Layoutabmessungen	100
5.6.3	Rechenzeiten	103
6	Fix-and-Optimize Heuristik zur Layoutoptimierung	107
6.1	Fixierungsstrategie für Binärvariablen.....	107
6.2	Partielle Freistellung relativer OE-Anordnungen	110
6.3	Erweiterte Freistellung relativer OE-Anordnungen	112
6.4	Varianten der iterativen Fix-and-Optimize Heuristik	113
6.5	Rechenergebnisse	114

7	Layoutplanung – Eine praktische Anwendung.....	117
7.1	Einbeziehen zusätzlicher Restriktionen.....	117
7.1.1	Nicht-rechteckförmige Halle, Sperrflächen und feste OE-Positionen	117
7.1.2	Mehrere Hallen.....	121
7.1.3	Transportwege	122
7.1.4	Hallenrandanordnung von Organisationseinheiten	123
7.1.5	Unverträgliche Organisationseinheiten.....	124
7.1.6	Organisationseinheiten außerhalb der Werkhalle	125
7.2	Praktische Anwendung.....	125
7.3	Rechenergebnisse	129
8	Schlussbetrachtung.....	133
	Anhang.....	135
	Literaturverzeichnis	141

Abkürzungsverzeichnis

BC	Bounding Curve(s)
FE	Flächeneinheiten
FLP	Facility Layout Problem
LP	Linear Programm
MILP	Mixed-Integer Linear Programm (Gemischt-ganzzahliges lineares Programm)
MPWG	Maximal Planar Weighted Graph
OE	Organisationseinheit(en)
QZOP	Quadratisches Zuordnungsproblem
SFC	Space Filling Curve(s)
ST	Slicing Tree(s)
UA-FLP	Unequal Area-Facility Layout Problem
VLSI	Very Large Scale Integration

Verwendete Symbole:

[...]	Rundet den innen stehenden Wert auf die nächste ganze Zahl auf
δ	Flächenbedarf einer OE
x	Breite einer OE
y	Länge einer OE (wird gelegentlich auch als Höhe bezeichnet)
$\alpha_{\min/\max}$	Minimales und maximales Seitenlängenverhältnis einer OE
$\alpha = \frac{x}{y}$	Seitenlängenverhältnis einer OE

1 Einleitung / Motivation

Um im Wettbewerb bestehen und langfristig Gewinne maximieren zu können, streben Unternehmen u. a. nach einer Minimierung der Kosten, was beispielsweise durch eine Beschleunigung von Abläufen gefördert werden kann. In der vorliegenden Arbeit werden diesbezügliche Optimierungsmöglichkeiten in der Layoutplanung betrachtet und computergestützte Lösungsverfahren entwickelt. Die Layoutplanung, auch als innerbetriebliche Standortplanung bezeichnet, beschäftigt sich u. a. mit der Aufgabe, eine für den Produktionsprozess günstige Anordnung von Maschinen innerhalb einer Fertigungshalle zu bestimmen. Dabei können Kosten-, aber auch Zeitziele im Fokus der Betrachtung stehen.

Das Problem der Layoutplanung ist, in der Form wie es sich in der Praxis stellt, sehr komplex, daher wurden zu Beginn der Forschung in diesem Bereich Modelle erstellt, die stark vereinfachende Annahmen treffen. So blieben etwa die Abmessungen der Maschinen und der Produktionshalle zunächst unberücksichtigt. Infolgedessen können die mit diesen Vorgehensweisen ermittelten Anordnungen u. U. nicht in realisierbare Layouts umgesetzt werden. In neuerer Zeit kommen dagegen Modelle zum Einsatz, die solche Abmessungen einbeziehen und dafür Elemente eines zweidimensionalen Packproblems in die Layoutplanung integrieren. Es können damit hochqualitative und praktisch umsetzbare Lösungen erzielt werden, allerdings steigt durch die Realitätsnähe auch die Komplexität der Modelle und somit der Aufwand zur Ermittlung einer guten Lösung. An dieser Stelle knüpft die vorliegende Arbeit an und präsentiert Weiterentwicklungen solcher Modelle sowie neue heuristische und exakte Lösungsmöglichkeiten, wobei großer Wert auf eine praktische Anwendbarkeit gelegt wird.

In Kapitel 2 werden zunächst Ziele und Restriktionen des Layoutplanungsproblems näher erläutert und anschließend die unterschiedlichen bestehenden Problemmodellierungen mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen dargestellt. Kapitel 3 erklärt, worum es sich bei Slicing Trees handelt und wie sie zur Repräsentation von Layouts verwendet werden. Es sind verschiedene Verfahren der Layouterzeugung dargestellt, welche bei unterschiedlichen Arten von Abmessungsrestriktionen der Organisationseinheiten zum Einsatz kommen. Kapitel 4 stellt gemischt-ganzzahlige Modellierungen vor. Dabei handelt es sich um mehrere Modelle, die auf Slicing Trees basie-

ren und daher nur Slicing Layouts berücksichtigen, sowie ein allgemeines Modell. Diese Modelle lassen sich für praxisrelevante Problemgrößen nicht mehr in vertretbarer Zeit optimal lösen. Aus diesem Grund schildert Kapitel 5 ein heuristisches Lösungsverfahren. Es handelt sich um ein Tabu-Search-Verfahren, welches Slicing Trees als Lösungsrepräsentation nutzt. Basierend auf dessen ohnehin schon recht hochwertigen Lösungen wird in Kapitel 6 eine Möglichkeit zur weiteren Optimierung vorgestellt. Dies ist eine Fix-and-Optimize Heuristik, die auf einem allgemeinen gemischt-ganzzahligen Modell basiert. Kapitel 7 demonstriert die praktische Anwendbarkeit von Layoutplanungsalgorithmen anhand einer Erweiterung des Verfahrens aus Kapitel 5 und dessen Einsatz zur Planung eines betrieblichen Layouts. Abschließend liefert Kapitel 8 eine Schlussbetrachtung.

2 Layoutplanung / Innerbetriebliche Standortplanung

Die Layoutplanung¹ beschäftigt sich mit der Frage nach einer günstigen Platzierung von Organisationseinheiten (OE) auf einem Standortträger. Letzterer wird als räumlich eng umgrenzt angenommen, wie etwa ein Betriebsgelände. Somit ist die Layoutplanung abzugrenzen von der betrieblichen Standortplanung, welche die geografische Platzierung des Betriebsstandorts (oder von mehreren räumlich getrennten Betriebseinrichtungen, wie Lagerstandorten und Produktion) abhängig von der Infrastruktur sowie den Kunden- und Lieferantenstandorten betrachtet.

Layoutplanung kann auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen und mit verschiedenen Detaillierungsgraden betrieben werden. So könnten die anzuordnenden OE die Gebäude und Lagerflächen und der Standortträger das Betriebsgelände sein. Genauso können Fragen nach einer günstigen Anordnung von Arbeitsmitteln an einem Arbeitsplatz oder von Maschinen und Lagerflächen in einer Werkhalle betrachtet werden. Der letzte Fall ist es, auf den in der vorliegenden Arbeit hauptsächlich Bezug genommen wird; die anderen Fälle lassen sich mit den vorgestellten Methoden jedoch ebenso behandeln. Zusätzlich bestehen weitere Anwendungsmöglichkeiten außerhalb des Bereichs der innerbetrieblichen Standortplanung, wie etwa die Anordnung von funktionalen Einheiten (z. B. Speicher-, Rechen- und Kommunikationselementen) auf Halbleiterchips, die im VLSI-Design (Very Large Scale Integration Design) betrachtet wird.²

Das vorliegende Kapitel gibt einen Überblick zum Layoutplanungsproblem und diesbezüglichen Veröffentlichungen. Weitere Übersichtsartikel finden sich beispielsweise in Singh und Sharma (2006) sowie in Kusiak und Heragu (1987).

2.1 Ziele und Restriktionen

In diesem Abschnitt werden Ziele und Restriktionen vorgestellt, welche in der Layoutplanung zu berücksichtigen sind.

¹ Die Layoutplanung wird auch synonym als innerbetriebliche Standortplanung bezeichnet. Im Englischen wird das der Layoutplanung zugrunde liegende Entscheidungsproblem als „Facility Layout Problem“ bezeichnet und ist nicht zu verwechseln mit dem „Facility Location Problem“, obwohl beide mit „FLP“ abgekürzt werden.

² Einige Verweise auf Literatur zur VLSI-Design Planung finden sich in Fußnote ¹⁷ auf Seite 21.

Übergeordnetes Unternehmensziel ist die langfristige Maximierung des Gewinns. Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass die Wahl des Layouts keinen Einfluss auf die Erlöse des Unternehmens hat.³ Somit beschränkt sich das Optimierungspotential auf die Minimierung von Kosten, welche durch die Verbesserung von Abläufen unterstützt wird. Wäscher (1982, Kap. 2.3) nennt eine ganze Reihe möglicher Ziele der Layoutplanung, wie etwa:

- Minimierung innerbetrieblicher Transportkosten,
- Minimierung von Standortwechselkosten,
- Minimierung der Durchlaufzeit,
- Maximierung der Flexibilität,
- sowie hohe Arbeitssicherheit, geringe Störungsanfälligkeit und gute Übersichtlichkeit.

Innerbetriebliche Transportkosten entstehen durch den Transport von Rohstoffen aus dem Wareneingang zu den jeweiligen Verbrauchsorten, den Transport von Zwischenerzeugnissen zwischen Bearbeitungsstellen sowie den Transport von Enderzeugnissen zum Warenausgangslager und von Abfällen zu Müllbehältern. Transportkosten hängen ab von der Wahl des Transportmittels, der Transportmenge und der zu überbrückenden Transportdistanz, welche durch die Layoutplanung ganz wesentlich beeinflusst wird. Die Minimierung der Transportkosten wird in den meisten Veröffentlichungen als das Hauptziel der Layoutplanung erachtet und durch die Zielfunktion (2.1) modelliert.

$$(2.1) \quad \text{Minimiere } F = \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n d_{ij} \cdot \text{flow}_{ij} \cdot c_{ij}$$

Es wird dabei angenommen, dass sich die Kosten proportional zu der bei einem Transport zurückzulegenden Entfernung d_{ij} verhalten. Ebenso hängen sie davon ab, wie häufig Transporte auf einzelnen Verbindungen durchgeführt werden müssen. Dies wird durch das Produkt aus der Transportintensität flow_{ij} und dem Kostensatz c_{ij} ausgedrückt. Dabei gibt die Transportintensität die Anzahl der zu transportierenden

³ Vgl. Domschke und Drexl (1996, S. 12).

Mengeneinheiten pro Zeiteinheit an. Der Kostensatz gibt die Kosten pro transportierter Mengen- und zurückgelegter Wegeinheit an, wobei in diesen Wert auch die Wahl des Transportmittels für die jeweilige Strecke einfließen kann. Die Werte der Transportintensität und des Kostensatzes werden als gegebene Parameter angesehen und daher in vielen Modellen zu einem einzigen Wert zusammengefasst. Summiert wird über die Transportbeziehungen zwischen allen OE-Paaren; dabei ist n die Anzahl der OE.⁴ Die Distanz zwischen zwei OE muss im Folgenden näher spezifiziert werden. Zum einen ist festzulegen, welche Distanzmetrik verwendet werden soll. Dabei wird in erster Linie die rechtwinklige Entfernungsmessung verwendet, weil sie der Wegeführung in der betrieblichen Praxis am besten entspricht. Alternativ könnten auch euklidische Distanzen (Luftlinie) oder quadrierte euklidische Distanzen verwendet werden.⁵ Ein zweiter wichtiger Punkt ist die Bezugsbasis für die Entfernungsmessung. In der vorliegenden Arbeit werden Distanzen, wie in den meisten in der Literatur zu findenden Verfahren, stets zwischen den Mittelpunkten von rechteckigen OE gemessen. Diese Abstraktion hat den Nachteil, dass Genauigkeit gegenüber der Messung zwischen den exakten Input- und Outputpunkten von OE verloren geht. Zwei Vorteile sind jedoch, dass letztgenannte Punkte in der Planungsphase noch unbekannt sein könnten und dass lediglich Drehungen der OE um 90° (d. h. die Frage, ob eine OE quer oder längs aufgestellt wird) betrachtet werden müssen. Drehungen um 180° sowie Spiegelungen haben dagegen keinen Einfluss, weder auf das Layout noch auf den Zielfunktionswert, da der Platzbedarf der OE und die Position des Bezugspunktes dadurch nicht verändert werden. Die Komplexität des Problems kann so reduziert werden, da nur noch zwei anstatt der bis zu acht Ausrichtungen jeder OE betrachtet werden müssen.

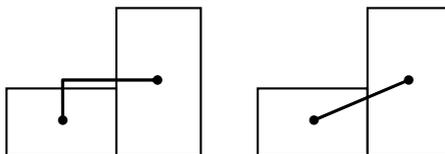


Abbildung 1: Rechtwinklige vs. euklidische Entfernung zwischen OE-Mittelpunkten

⁴ Zu verschiedenen Möglichkeiten der Summation bei Fällen von symmetrischen oder asymmetrischen Distanzen zwischen OE-Paaren sei auf Domschke und Drexl (1996, Kap. 6) verwiesen.

⁵ Zur Unterscheidung weiterer Distanzmaße siehe Domschke und Drexl (1996, Kap. 5.1).

Standortwechselkosten fallen für die Umpositionierung von OE im Layout an. Sie sind daher zu beachten, wenn ein bereits bestehendes Layout im Rahmen einer Umgestaltung optimiert werden soll. Ebenso werden sie in der dynamischen Layoutplanung einbezogen, in welcher davon ausgegangen wird, dass sich die Materialflüsse im Zeitverlauf ändern und somit Layoutanpassungen erforderlich werden. Dabei müssen einerseits Transportkosten und andererseits Standortwechselkosten gegeneinander abgewogen werden. Dafür ist es allerdings nötig, die zukünftigen Veränderungen möglichst genau absehen zu können.

Die **Durchlaufzeit** gibt an, wie lange sich ein Werkstück in der Fertigung befand. In dieser Zeit fallen Kapitalbindungskosten an, daher sollte sie möglichst kurz ausfallen. Die Durchlaufzeit beinhaltet neben reinen Produktionszeiten auch Transportdauern, welche durch kurze Transportwege in einem günstig geplanten Layout reduziert werden können. Durchlaufzeiten werden als abhängig von den Transportdistanzen erachtet, weshalb die Ziele der Minimierung von Durchlaufzeiten oder aber Transportkosten als komplementär gelten.⁶ Aus diesem Grund wird die Minimierung der Durchlaufzeit in der Regel nicht explizit als Ziel in die Modelle aufgenommen.

Unter **Flexibilität** versteht man die leichte Anpassbarkeit eines Layouts an sich ändernde Anforderungen. Dies kann beispielsweise durch die Einplanung freier Flächen im Layout erreicht werden, welche neue oder umplatzierte OE aufnehmen können.

Die Unterscheidung zwischen einem Ziel und einer Restriktion ist nicht immer eindeutig zu treffen, sondern hängt von der konkreten Problemstellung ab. Beispielsweise ist hinsichtlich der Abmessungen des Standortträgers zu unterscheiden, ob eine Werkhalle neu gebaut wird oder schon besteht. Im zweiten Fall bilden ihre Abmessungen einzuhaltende Restriktionen. Im ersten Fall dagegen erscheint es sinnvoll, eine Zielsetzung einzuführen, in welcher ein möglichst kompaktes Layout angestrebt wird und somit durch den Bau einer kleineren Werkhalle Kosten eingespart werden können. Trotz der gelegentlichen Schwierigkeit bei der Unterscheidung zwischen Zielen und Restriktionen werden im Folgenden einige Punkte aufgeführt, die üblicherweise zu den Restriktionen zählen.

⁶ Vgl. dazu Wäscher (1982, S. 63 und 70) und Domschke und Drexler (1996, S. 13 f.).