

Ein Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten in der Produktion

Von der Fakultät Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik
der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung

von

Dipl.-Inform. Günther Burr
aus Schwäbisch Gmünd

Hauptberichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. E. Westkämper

Mitberichter: Univ.-Prof. Dipl. Wirt.-Ing. Dr.-Ing. Wilfried Sihn

Tag der mündlichen Prüfung: 3. Juli 2009

Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart

2009

IPA-IAO Forschung und Praxis

Berichte aus dem
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und
Automatisierung (IPA), Stuttgart,
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und
Organisation (IAO), Stuttgart,
Institut für Industrielle Fertigung und
Fabrikbetrieb (IFF), Universität Stuttgart
und Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart

Herausgeber:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. e.h. Dr.-Ing. e.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper
und

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. mult. Dr. h.c. mult. Hans-Jörg Bullinger
und

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dieter Spath

 Günther Burr

Ein Instrument zur Führung teilaautonomer Leistungs- einheiten in der Produktion

Nr. 489

Dr.-Ing. Dipl.-Inform. Günther Burr

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. e.h. Dr.-Ing. e.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper

ord. Professor an der Universität Stuttgart

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. mult. Dr. h.c. mult. Hans-Jörg Bullinger

ord. Professor an der Universität Stuttgart

Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, München

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dieter Spath

ord. Professor an der Universität Stuttgart

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

D 93

ISBN (10) 3-939890-50-2, ISBN (13) 978-3-939890-50-8

Jost Jetter Verlag, Heimsheim

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils gültigen Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Jost-Jetter Verlag, Heimsheim 2009.

Printed in Germany.

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.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Druck: printsystem GmbH, Heimsheim

Geleitwort der Herausgeber

Über den Erfolg und das Bestehen von Unternehmen in einer marktwirtschaftlichen Ordnung entscheidet letztendlich der Absatzmarkt. Das bedeutet, möglichst frühzeitig absatzmarktorientierte Anforderungen sowie deren Veränderungen zu erkennen und darauf zu reagieren.

Neue Technologien und Werkstoffe ermöglichen neue Produkte und eröffnen neue Märkte. Die neuen Produktions- und Informationstechnologien verwandeln signifikant und nachhaltig unsere industrielle Arbeitswelt. Politische und gesellschaftliche Veränderungen signalisieren und begleiten dabei einen Wertewandel, der auch in unseren Industriebetrieben deutlichen Niederschlag findet.

Die Aufgaben des Produktionsmanagements sind vielfältiger und anspruchsvoller geworden. Die Integration des europäischen Marktes, die Globalisierung vieler Industrien, die zunehmende Innovationsgeschwindigkeit, die Entwicklung zur Freizeitgesellschaft und die übergreifenden ökologischen und sozialen Probleme, zu deren Lösung die Wirtschaft ihren Beitrag leisten muss, erfordern von den Führungskräften erweiterte Perspektiven und Antworten, die über den Fokus traditionellen Produktionsmanagements deutlich hinausgehen.

Neue Formen der Arbeitsorganisation im indirekten und direkten Bereich sind heute schon feste Bestandteile innovativer Unternehmen. Die Entkopplung der Arbeitszeit von der Betriebszeit, integrierte Planungsansätze sowie der Aufbau dezentraler Strukturen sind nur einige der Konzepte, welche die aktuellen Entwicklungsrichtungen kennzeichnen. Erfreulich ist der Trend, immer mehr den Menschen in den Mittelpunkt der Arbeitsgestaltung zu stellen - die traditionell eher technokratisch akzentuierten Ansätze weichen einer stärkeren Human- und Organisationsorientierung. Qualifizierungsprogramme, Training und andere Formen der Mitarbeiterentwicklung gewinnen als Differenzierungsmerkmal und als Zukunftsinvestition in *Human Resources* an strategischer Bedeutung.

Von wissenschaftlicher Seite muss dieses Bemühen durch die Entwicklung von Methoden und Vorgehensweisen zur systematischen Analyse und Verbesserung des Systems Produktionsbetrieb einschließlich der erforderlichen Dienstleistungsfunktionen unterstützt werden. Die Ingenieure sind hier gefordert, in enger Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen, z. B. der Informatik, der Wirtschaftswissenschaften und der Arbeitswissenschaft, Lösungen zu erarbeiten, die den veränderten Randbedingungen Rechnung tragen.

Die von den Herausgebern langjährig geleiteten Institute, das

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA),
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO),
- Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF), Universität Stuttgart,
- Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart

arbeiten in grundlegender und angewandter Forschung intensiv an den oben aufgezeigten Entwicklungen mit. Die Ausstattung der Labors und die Qualifikation der Mitarbeiter haben bereits in der Vergangenheit zu Forschungsergebnissen geführt, die für die Praxis von großem Wert waren. Zur Umsetzung gewonnener Erkenntnisse wird die Schriftenreihe „IPA-IAO - Forschung und Praxis“ herausgegeben. Der vorliegende Band setzt diese Reihe fort. Eine Übersicht über bisher erschienene Titel wird am Schluss dieses Buches gegeben.

Dem Verfasser sei für die geleistete Arbeit gedankt, dem Jost Jetter Verlag für die Aufnahme dieser Schriftenreihe in seine Angebotspalette und der Druckerei für saubere und zügige Ausführung. Möge das Buch von der Fachwelt gut aufgenommen werden.

Engelbert Westkämper Hans-Jörg Bullinger Dieter Spath

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit am Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart, sowie meiner beruflichen Tätigkeit für die Porsche AG in Zuffenhausen.

Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. E. Westkämper bin ich für die Unterstützung und Förderung der Arbeit zu besonderem Dank verpflichtet. Mein Dank gilt auch Herrn Univ.-Prof. Dipl. Wirt.-Ing. Dr.-Ing. Wilfried Sihm für die Übernahme des Mitberichts.

Viele meiner Kollegen am Institut haben durch ihre Diskussionen und konstruktive Kritik zum Gelingen der Arbeit beigetragen. Speziell möchte ich Herrn Dr. Hans-Hermann Wiendahl danken, der mich auch nach meinem Wechsel zur Porsche AG viele Jahre intensiv betreut hat und mir in zahlreichen Gesprächen wichtige und wertvolle Hinweise und Anregungen zu meiner Arbeit gegeben hat. Ebenfalls danken möchte ich meinem Arbeitskollegen Dr. Gerd Aupperle, der mir immer wieder Mut zum Weitermachen gegeben hat und mir bei den Prüfungsvorbereitungen geholfen hat, ebenso wie Herrn Prof. Dr. Beck für seine aufmunternden Worte.

Zusätzliche Tipps, Anregungen und Hinweise in vielerlei Hinsicht habe ich auch von Prof. Dr. Kämpf, Dr. Stefan König, Dr. Jürgen Bischoff und Günter Bitsch erhalten.

Ohne die große Geduld, Zuversicht und Unterstützung meiner Frau Elke und meiner beiden Söhne Felix und Moritz hätte ich die Arbeit nie vollendet.

Meinen Eltern danke ich dafür, dass sie mir die Ausbildung ermöglicht haben, um dieses Ziel zu erreichen. Leider konnte mein Vater Wolfgang Burr den Abschluss meiner Arbeit nicht mehr miterleben. Ihm sei diese Arbeit gewidmet.

Heubach, im Juli 2009

Günther Burr

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	14
2	Führung teilautonomer Leistungseinheiten	16
2.1	Teilautonome Leistungseinheiten in der Produktion	16
2.2	Führen durch Ziele	25
2.3	Eingrenzung des Untersuchungsbereichs	31
3	Anforderungen an ein Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten durch Ziele	32
4	Stand der Technik	35
4.1	Führungsinformation in der Produktion	36
4.2	Informationssysteme zur Führung	43
4.3	Zusammenfassende Bewertung	50
5	Lösungsansatz	51
6	Wissenschaftlich-technische Grundlagen	55
6.1	Zielgrößen	56
6.2	Multidimensionale Datenmodellierung	63
6.3	Datenanalysemethoden für multidimensionale Datenbasen	71
7	Konzept des Führungsinformationssystems	77
7.1	Zielfestlegung über Dimensionen	78
7.2	Zielfestlegung über Datenräume	88
7.3	Ziel-Ergebnis-Analyse	106
7.4	Abweichungsanalyse	111
7.5	Führungsdatenbasis des Führungsinstruments	113
8	Einsatz des Führungsinformationssystems	117
8.1	Autonomie der Leistungseinheit	117
8.2	Ziele der teilautonomen Leistungseinheit	119
8.3	Datentechnische Voraussetzungen	121
8.4	Führungsregelkreis initiieren	123
8.5	Kritische Würdigung	130
9	Zusammenfassung und Ausblick	133
10	Literaturverzeichnis	138
11	Anhang	145
11.1	Realisierung des Führungsinformationssystems	145
11.2	Glossar	148

Abbildungsverzeichnis

Bild 1:	Aufbau Kapitel 2	16
Bild 2:	Funktionsbereiche eines Unternehmens	17
Bild 3:	Schematischer Aufbau einer teilautonomen Leistungseinheit	18
Bild 4:	Werkstattsteuerung in der Produktionsplanung und -steuerung	19
Bild 5:	Merkmale eines Ziels	20
Bild 6:	Kunden-Lieferanten-Beziehungen	24
Bild 7:	Führungsmodell „Führen durch Ziele“ (MbO)	26
Bild 8:	Führungs-, Planungs- und Ausführungsebene	29
Bild 9:	PPS-Zyklus	30
Bild 10:	Unterstützte Teilphasen im PPS-Zyklus	30
Bild 11:	Anforderungen an das Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten durch Ziele	34
Bild 12:	Aufbau Kapitel 4	35
Bild 13:	Logistische Kennlinien für die Referenzprozesse der Produktion	38
Bild 14:	Beispielhaftes Zielsystem	41
Bild 15:	Managementinformationssystem	43
Bild 16:	Architektur eines Führungsinformationssystems	45
Bild 17:	Monitorsystem zum Produktionscontrolling	46
Bild 18:	Bewertung des Standes der Technik	50
Bild 19:	Aufbau des Führungsinstruments	52
Bild 20:	Aufbau Kapitel 6	55
Bild 21:	Grundobjekte der Planung und Steuerung in der Produktion	58
Bild 22:	Termine und Zeiten eines Auftrags bzw. Arbeitsvorgangs	60
Bild 23:	Kennzahlenrechensystem zur Durchlaufzeit	61
Bild 24:	Kennzahlenrechensystem zur Übergangszeit	61
Bild 25:	Kennzahlenrechensystem zur Durchführungszeit	62
Bild 26:	Kennzahlenrechensystem zur Auftragszeit	62
Bild 27:	Visualisierung eines Datenraums als Würfel	64
Bild 28:	Dimension, Dimensionsebene, Dimensionselement	65
Bild 29:	Beschreibungselemente der Modellierungsmethode ADAPT	68
Bild 30:	Beschreibungselemente der Modellierungsmethode DF-Model	69
Bild 31:	Einschränkung in einem Datenraum	72
Bild 32:	Werteverdichtung durch Segmentierung	73
Bild 33:	Navigationsfunktionen „Roll-Up“ und „Drill-Down“	74
Bild 34:	Pivot-Tabelle mit zwei Segmentierungen und zwei Variablen	76
Bild 35:	Aufbau Kapitel 7	77
Bild 36:	Dimensionsübersicht	78
Bild 37:	Führungsperiode und Messperiode	79
Bild 38:	Modellierung der Dimension „Zeit“	80
Bild 39:	Gregorianischer Kalender mit monatsgenauer Teilwoche	81
Bild 40:	Modellierung der Dimension „Geschäftspartner“	82
Bild 41:	Modellierung der Dimension „Auftrag“	83
Bild 42:	Modellierung der Dimension „Kapazitätseinheit“	85
Bild 43:	Modellierung der Dimension „Artikel“	87
Bild 44:	Modellierung der Dimension „Ziel“	88
Bild 45:	Datenraumübersicht	89
Bild 46:	Datenraum zu den Auftragsterminen	91
Bild 47:	Datenraum zu den Auftragsübergangszeiten	94

Bild 48:	Datenraum zu den Auftragsdurchführungszeiten	95
Bild 49:	Datenraum zu den Auftragsdurchlaufzeiten	96
Bild 50:	Datenraum zu den Auftragsmengen	97
Bild 51:	Zuordnung einer Datenraumvariable für eine Zielgröße	98
Bild 52:	Verdichtung um eine Dimension	99
Bild 53:	Datenraum zur Terminabweichung	101
Bild 54:	Datenraum zur Durchlaufzeitabweichung	103
Bild 55:	Zielvorgabe-Datenraum	105
Bild 56:	Schematischer Ziel-Ergebnis-Monitor	107
Bild 57:	Ziel-Ergebnis-Abfrage zum schematischen Ziel-Ergebnis-Monitor	108
Bild 58:	Schematische Ziel-Ergebnis-Auswertung	110
Bild 59:	Ziel-Ergebnis-Abfrage zur schematischen Ziel-Ergebnis-Auswertung	111
Bild 60:	Möglichkeiten der Abweichungsanalyse	112
Bild 61:	Einsatz des Führungsinformationssystems im Motorenwerk	117
Bild 62:	Auftragssicht mit Meldepunkten und Ressourcensicht	118
Bild 63:	Betrachtete DV-Systeme	121
Bild 64:	Ziel-Ergebnis-Monitor	123
Bild 65:	Ziel-Ergebnis-Auswertung	124
Bild 66:	Ziel-Ergebnis-Abfrage zur Ziel-Ergebnis-Auswertung	124
Bild 67:	Abfrage zur Abweichungsanalyse (1)	125
Bild 68:	Grafische Auswertung zur Abweichungsanalyse (1)	126
Bild 69:	Abfrage zur Abweichungsanalyse (2)	126
Bild 70:	Grafische Auswertung zur Abweichungsanalyse (2)	127
Bild 71:	Abfrage zur Abweichungsanalyse (3)	128
Bild 72:	Grafische Auswertung zur Abweichungsanalyse (3)	128
Bild 73:	Abfrage zur Abweichungsanalyse (4)	129
Bild 74:	Tabellarische Auswertung zur Abweichungsanalyse (4)	129
Bild 75:	Definition einer Abfrage	146
Bild 76:	Tabellarische Darstellungsform	147
Bild 77:	Grafische Darstellungsform	147

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ADAPT	Application Design for Analytical Processing Technologies
AVG	Arbeitsvorgang
BDE	Betriebsdatenerfassung
d.h.	das heißt
DF	Dimensional Fact (Model)
Diss.	Dissertation
DV	Datenverarbeitung
ERM	Entity-Relationship-Model
ERP	Enterprise Ressource Planning
EW	Ergebniswert
FIS	Führungsinformationssystem
FP	Führungsperiode
ggf.	gegebenenfalls
Habil.	Habilitation
Hrsg.	Herausgeber
hrsg.	herausgegeben
Kap.	Kapitel
MbO	Management by Objectives, Führung durch Ziele
MIS	Managementinformationssystem
MW	Funktion Mittelwertbildung
Nr.	Nummer
OLAP	Online Analytical Processing
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
S.	Seite
sog.	sogenannte, sogenanntes
TBA	Bearbeitungsanfang
TBE	Bearbeitungsende
TBEV	Bearbeitungsende Vorgänger
TLW	Toleranzwert
TRA	Rüstanfang
TU	Technische Universität
u.a.	unter anderem; unter anderen; und andere
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

Abkürzung	Bedeutung
ZABW	Zielabweichung
ZBA	Bearbeitungszeit
ZDF	Durchführungszeit
ZDL	Durchlaufzeit
ZGW	Zielgrenzwert
ZEM	Ziel-Ergebnis-Monitor
ZLN	Liegezeit nach Bearbeitung, Nachliegezeit
ZLV	Liegezeit vor Bearbeitung, Vorliegezeit
ZP	Zielpriorität
ZR	Rüstzeit
ZTR	Transportzeit vor der Bearbeitung
ZUE	Übergangszeit
ZW	Zielwert

1 Einleitung

Die Anforderungen des Marktes an Unternehmen steigen seit Jahren beständig weiter an. Um im internationalen Wettbewerb zu bestehen, müssen sich Unternehmen schnell an Veränderungen anpassen¹. Ein Weg, diese Wandlungsfähigkeit² bzw. Anpassungsfähigkeit zu ermöglichen, sind prozessorientierte, dezentrale Organisationskonzepte³. Diese Organisationskonzepte, wie beispielsweise die Fraktale Fabrik⁴, sind unter anderem gekennzeichnet durch eine Dezentralisierung von Aufgaben und Verantwortlichkeiten. Dadurch entstehen, speziell in der Produktion, **teilautonome Leistungseinheiten**⁵ mit höherer Autonomie, mehr Handlungsspielraum und erweiterter Entscheidungskompetenz, die komplexe Arbeitsinhalte autonom bearbeiten⁶. Die Verlagerung von Aufgaben und Funktionen in die teilautonomen Leistungseinheiten führt zu kleinen, überschaubaren und eigenverantwortlichen Bereichen, die einen verringerten Planungs- und Steuerungsaufwand aufweisen⁷.

Mit dem Entstehen von teilautonomen Leistungseinheiten steigt auch der Bedarf an Instrumenten zu ihrer Führung. Um sie zu führen, ohne ihnen den im Rahmen ihrer Autonomie notwendigen Handlungsspielraum zu nehmen, eignet sich speziell eine Führung durch **Ziele**⁸. Die Vorgabe von aus den Unternehmenszielen abgeleiteten, einheitspezifischen Zielen, ermöglicht es den teilautonomen Leistungseinheiten, dass sie alle im Rahmen ihres Handlungsspielraums zulässigen Entscheidungen zielgerichtet selbst treffen. Diese Arbeit stellt daher ein Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten unter Verwendung von Zielen vor.

Das Kapitel 2 grenzt den relevanten **Untersuchungsbereich** für eine sinnvolle Anwendung des Instruments ein. Dazu wird der Begriff der teilautonomen Leistungseinheit präzisiert. Anschließend wird auf das einer „Führung durch Ziele“ zugrunde liegende Führungsmodell eingegangen. Die Ziele einer Leistungseinheit leiten sich aus den Aufgaben ab, für die sie Verantwortung übernimmt. Zusätzlich wird der Unternehmenstyp eingegrenzt, der auf Basis einiger notwendiger Rahmenbedingungen für die vorliegende Arbeit als sinnvoll erachtet wird.

Die Unternehmensziele und somit auch die einheitspezifischen Ziele sind, bedingt durch das turbulente Umfeld des Marktes, nicht mehr über längere Zeiträume konstant. Dadurch entstehen neue **Anforderungen** an ein Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten, die in Kapitel 3 zusammengestellt sind. Deshalb

¹ Vgl. Westkämper 1994, S. 79ff und Westkämper 1999, S. 131ff

² Zur Definition von Wandlungsfähigkeit siehe Westkämper 1996b, S. 5ff, Warnecke 1998, S. 88f

³ Vgl. Eversheim 1996, S. 13ff

⁴ Vgl. Warnecke 1992, S.142ff, Warnecke 1993a, S.152ff

⁵ Eine teilautonome Leistungseinheit ist nach Westkämper 1999, S. 132 ein sich selbst organisierendes und optimierendes, komplexes System, dessen Konfiguration permanent und in kürzester Zeit auf die Auftragsituation einstellbar ist.

⁶ Vgl. Westkämper 1996a, S. 39

⁷ Vgl. Westkämper 1999, S. 139

⁸ Als Ziel wird nach Heinen 1971, S. 45 ein zukünftiger Zustand bezeichnet, der als erstrebenswert angesehen wird.

beschreibt die vorliegende Arbeit ein Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten, das diesen neuen Anforderungen genügt.

Der **Stand der Technik** (Kapitel 4) beleuchtet sowohl den inhaltlichen Aspekt der Führungsinformation⁹, als auch der technische Aspekt des Informationssystems¹⁰. Anschließend bewertet das Kapitel 4 die im Stand der Technik aufgeführten Ansätze gemäß den formulierten Anforderungen.

Das Kapitel 5 skizziert den **Lösungsansatz** und die verwendeten Lösungselemente, ausgehend vom Untersuchungsbereich und den neuen Anforderungen an ein Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten durch Ziele im turbulenten Umfeld.

Das Kapitel 6 erläutert die notwendigen **wissenschaftlich-technischen Grundlagen**. Dazu gehören Messgrößen für Ziele, die multidimensionale Datenmodellierung mit deren Hilfe die Führungsdatenbasis¹¹ beschrieben wird und die Methoden, die eine Analyse der Führungsdatenbasis erlauben.

Das Kapitel 7 beschreibt das **Konzept** des Führungsinformationssystems. Es erläutert die Regelkreise innerhalb des Führungsmodells, die zeitlichen Zusammenhänge, die Funktionalitäten des Führungsinformationssystems und den Inhalt der Führungsdatenbasis.

Das Kapitel 8 skizziert die Vorgehensweise, um das beschriebene Führungsinstrument zum **Einsatz** zu bringen.

Das Kapitel 9 fasst abschließend die Inhalte der Arbeit zusammen und zeigt die Grenzen und Probleme des Führungsinformationssystems auf.

⁹ Als Führungsinformationen werden im Weiteren alle Informationen verstanden, die zur Lösung von Führungsaufgaben benötigt werden. Informationen sind nach Struckmeier 1997, S. 4 ein zweckgerichtetes, speziell entscheidungssteuerndes Wissen.

¹⁰ Ein Informationssystem wird nach Much 1995, S. 173 als ein System zur Speicherung, Verarbeitung und Verbreitung von Informationen definiert. Gespeichert wird in einem Informationssystem nach Schönsleben 1994, S. 2 eine Sammlung von zusammengehörigen Informationen in strukturierter Form

¹¹ Die Informationen des Führungsinformationssystems sind in der sog. Führungsdatenbasis enthalten.

2 Führung teilautonomer Leistungseinheiten

Der Abschnitt 2.1 präzisiert das organisatorische Umfeld und somit den Begriff der teilautonomen Leistungseinheit. Der Abschnitt 2.2 beschreibt das Führungsmodell „Führen durch Ziele“, das zur Führung der teilautonomen Leistungseinheiten angewendet wird. Ausgehend von den Randbedingungen, die sich aus den obigen Festlegungen ergeben, grenzt der Abschnitt 2.3 den Unternehmenstyp ein, in dem das beschriebene Führungsinstrument angewendet werden kann.



Bild 1: Aufbau Kapitel 2

2.1 Teilautonome Leistungseinheiten in der Produktion

Die Autonomie einer Leistungseinheit hängt zunächst von den Aufgaben ab, die sie selbst wahrnimmt. Daher beschreibt der Abschnitt 2.1.1 die aufgrund dieser Autonomie getroffenen Annahmen bezüglich der integrierten Aufgaben.

Um die Autonomie zusätzlich zu stärken, sollte nicht die Aufgabenerfüllung, sondern die Erreichung, der durch die Aufgaben beeinflussbaren Ziele kontrolliert werden. In Abschnitt 2.1.2 sind daher die durch die integrierten Aufgaben beeinflussbaren Ziele der Leistungseinheit aufgeführt.

Die Autonomie einer Leistungseinheit ist außerdem durch die Beziehungen eingeschränkt, die sie zu den anderen Leistungseinheiten, d.h. mit ihrer Umwelt, unterhält. Diese Kunden-Lieferanten-Beziehungen sind in Abschnitt 2.1.3 aufgeführt.

Zusammengefasst ist die Autonomie der Leistungseinheit somit über die Festlegungen in den Bereichen integrierte Aufgaben, Ziele und Kunden-Lieferanten-Beziehungen definiert¹².

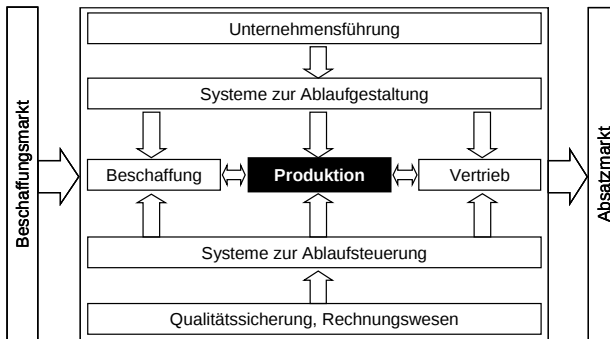
2.1.1 Aufgaben der teilautonomen Leistungseinheiten in der Produktion

Jedes Unternehmen lässt sich unter funktionalen Gesichtspunkten in die Bereiche Beschaffung, Produktion und Vertrieb unterteilen¹³ (siehe Bild 2). Die Beschaffung

¹² Vgl. Westkämper 1998, S. 409 und Wiendahl H.-H. 2002, S. 115-116

stellt Fremdbezugsteile bereit und die Produktion erzeugt Eigenfertigungsteile, die der Vertrieb als Produkte¹⁴ auf dem Markt absetzt¹⁵.

Die **Produktion** nimmt sowohl **indirekte Aufgaben**, wie die Konstruktion und die Arbeitsvorbereitung¹⁶, als auch **direkte Aufgaben**¹⁷, wie die Fertigung und die Montage, wahr.



Legende: Untersuchungsbereich dieser Arbeit

Bild 2: Funktionsbereiche eines Unternehmens¹⁸

Im Weiteren wird vorausgesetzt, dass die Produktion organisatorisch aus **teilautonomen Leistungseinheiten**¹⁹ besteht, die über **Ressourcen**²⁰, wie **Mitarbeiter**, **Maschinen** und **Werkzeuge** exklusiv verfügen, mit denen sie die direkten Aufgaben, wie transportieren, fertigen, montieren und prüfen, wahrnimmt. Dabei bearbeitet eine Leistungseinheit die von Lieferanten bereitgestellten **Kaufteile** gemäß definierter **Aufträge** unter Nutzung ihrer Ressourcen oder vergibt selbst Aufträge fremd an weitere **Lieferanten**. Die **Kunden**, wie beispielsweise andere Leistungseinheiten, nehmen die bearbeiteten, teilweise gelagerten **Eigenteile** ab. Kaufteile, Eigenteile und Produkte werden als Artikel bezeichnet. Bild 3 zeigt den schematischen Aufbau einer teilautonomen Leistungseinheit.

¹³ Vgl. Wiendahl H.-P. 2004, S. 9

¹⁴ Verkaufsfähige Artikel werden als Produkte bezeichnet. Artikel können Einzelteile, Baugruppen oder Produkte sein. Als Artikel werden Teile, Rohstoffe sowie Hilfs- und Betriebsstoffe bezeichnet (vgl. Luczak 1999, S. 147).

¹⁵ Vgl. Much 1995, S. 221

¹⁶ Die Arbeitsvorbereitung plant und überwacht nach Much 1995, S. 30 den terminlichen Ablauf der Fertigung und Montage unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit.

¹⁷ Vgl. Luczak 1996, S. 12-52

¹⁸ Vgl. Wiendahl H.-P. 2004, S. 9

¹⁹ Die Definitionen der zentralen Begriffe dieser Arbeit, wie „teilautonome Leistungseinheit“, etc., sind im Abschnitt 11.2 aufgeführt.

²⁰ Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S. 48

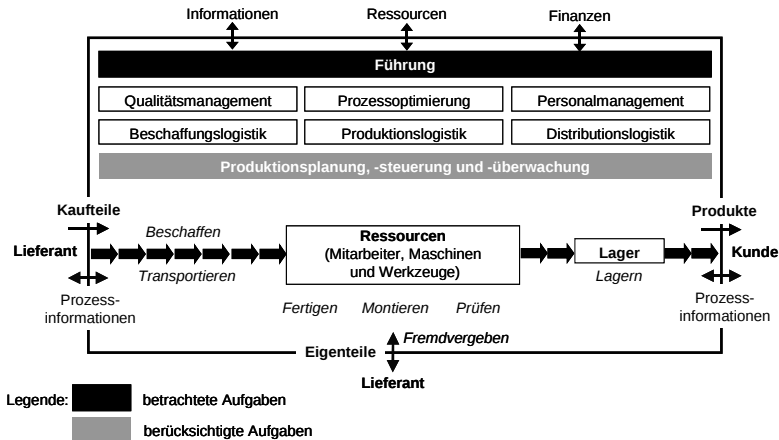


Bild 3: Schematischer Aufbau einer teilautonomen Leistungseinheit²¹

Außer den bereits erwähnten direkten Aufgaben übernimmt die teilautonome Leistungseinheit auch **indirekte Aufgaben** aus den Bereichen Führung, Qualitätsmanagement, Prozessoptimierung, Personalmanagement, Beschaffungslogistik, Produktionslogistik, Distributionslogistik und Produktionsplanung, Produktionssteuerung und Produktionsüberwachung. In einer empirischen Untersuchung wurden Aufgabenintegrationsschwerpunkte bei dezentralen Organisationsformen untersucht²². Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass von den indirekten Aufgaben vor allem fertigungsbegleitende Planungsaufgaben in dezentrale Organisationseinheiten integriert wurden. Insbesondere die Aufgaben der **Produktionsplanung und -steuerung** sind im Sinne einer ganzheitlichen Delegation geeignet, in die teilautonomen Leistungseinheiten integriert zu werden²³.

Die Produktionsplanung und -steuerung lässt sich in die Produktionsprogrammplanung, die Mengenplanung, die Termin- und Kapazitätsplanung, die Auftragsveranlassung und die Auftragsüberwachung gliedern (siehe Bild 4). Von diesen Produktionsplanungs- und -steuerungsfunktionen sind speziell die **Werkstattsteuerungsfunktionen**²⁴ für eine Integration in die teilautonomen Leistungseinheiten geeignet, da sie dadurch schnell und flexibel auf Störungen im Ausführungsprozess

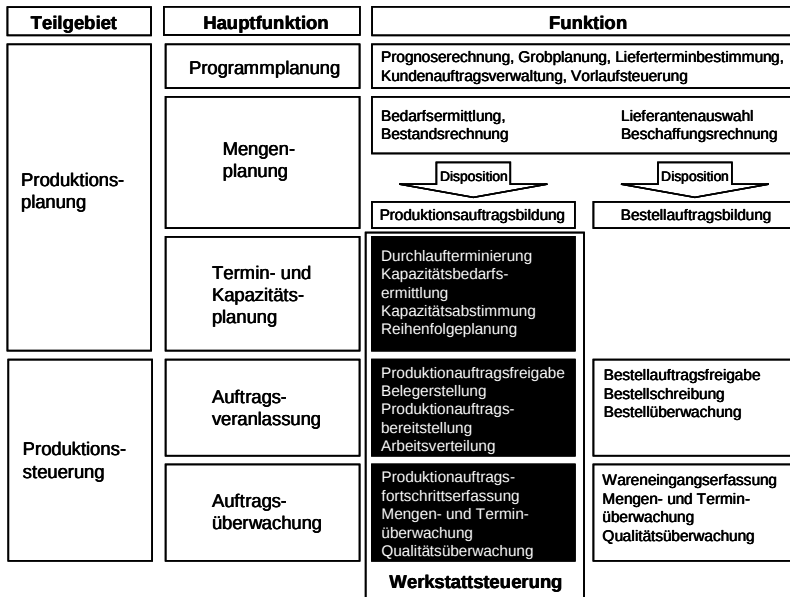
²¹ Angelehnt an Westkämper SFB 1999, Teilprojekt B2, S.256

²² Vgl. Bullinger 1996, S. 367ff

²³ Nach Westkämper 1999, S. 136 müssen Leistungseinheiten der Produktion, die einen ausreichenden Grad an Autonomie aufweisen, eigene Planungskompetenz haben. In Bischoff 1999, S. 28ff wird eine teilautonome Leistungseinheit als Organisationseinheit definiert, der ein erweiterter Entscheidungsspielraum im Rahmen der Produktionsplanung und -steuerung zugestanden wird. Durch die Integration der Planung werden den teilautonomen Leistungseinheiten Entscheidungsspielräume gegeben, die nutzbringend zur Erreichung der Produktionsziele ausgeschöpft werden können.

²⁴ Vgl. Wiendahl H.-P. 1996a, S. 257

reagieren können²⁵. Daher wird im weiteren Verlauf der Arbeit davon ausgegangen, dass die Werkstattsteuerungsaufgaben, d.h. die Termin- und Kapazitätsplanung, sowie die Auftragsveranlassung und Auftragsüberwachung in die teilautonome Leistungseinheit integriert sind.



Legende: In die Leistungseinheit integrierte indirekte Aufgaben

Bild 4: Werkstattsteuerung in der Produktionsplanung und -steuerung²⁶

Die Aufgabe der **Termin- und Kapazitätsplanung** besteht in der terminlichen Zuordnung der Aufträge zu den Kapazitätseinheiten. Eine Kapazitätseinheit fasst diejenigen Ressourcen einer Leistungseinheit zusammen, die in der Planung und Steuerung nicht mehr weiter unterschieden werden²⁷. Je nachdem, wie viele Ressourcen in einer Kapazitätseinheit zusammengefasst sind, wird diese als Arbeitsplatz, Arbeitsplatzgruppe, Produktionsbereich oder Werk bezeichnet.

Die terminliche Zuordnung der Aufträge sollte durch zwei Terminierungsläufe geschehen²⁸. Der erste Terminierungslauf bestimmt durch eine Rückwärtsterminierung ausgehend vom **Wunschtermin** und der **Wunschmenge** des Kunden mit Standardübergangszeiten und gegen unbegrenzte Kapazitäten die **Solltermine** und **Sollmengen** für den Auftrag. Der zweite Terminierungslauf ermittelt durch eine

²⁵ Vgl. Bischoff 1999, S. 33ff

²⁶ Nach Hackstein 1989

²⁷ Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S. 48-49

²⁸ Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S. 96

Vorwärtsterminierung ab dem frühesten Starttermin, d.h. ab dem Materialverfügbarkeitszeitpunkt bzw. der Gegenwart unter Berücksichtigung begrenzter Kapazitätsangebote realistischere **Plantermine** und **Planmengen**. Eine zusätzliche Vorwärtsterminierung mit verkürzten Übergangszeiten ist notwendig, wenn die Rückwärtsterminierung einen Plantermin vor dem Materialverfügbarkeitszeitpunkt bzw. einen Plantermin in der Vergangenheit liefert. Die Gegenüberstellung von Sollterminen und Planterminen zeigt die terminlichen, die Gegenüberstellung von Sollmengen und Planmengen die mengenmäßigen Handlungsbedarfe auf. Die kapazitive Gegenüberstellung zwischen der Rückwärtsterminierung gegen unbegrenzte Kapazitäten und der Vorwärtsterminierung gegen begrenzte Kapazitäten zeigt die kapazitiven Handlungsbedarfe auf.

Die **Auftragsveranlassung** gibt die terminierten Produktionsaufträge für die Produktion frei. Anschließend werden die notwendigen Belege erzeugt, der Produktionsauftrag für die Produktion bereitgestellt und die Arbeiten auf die Ressourcen verteilt.

Im Rahmen der **Auftragsüberwachung** werden die Produktionsfortschritte, d.h. speziell die realisierten **Isttermine** und **Istmengen** erfasst und durch Vergleich mit den Planterminen und Planmengen eine Mengen- und Terminüberwachung durchgeführt.

2.1.2 Ziele der teilautonomen Leistungseinheiten in der Produktion

Ein **Ziel** ist durch folgende charakteristische Merkmale beschrieben²⁹ (siehe Bild 5):

- **Zielgröße**, die eine quantifizierte Messung der Zielerreichung erlaubt,
- **Zielvorgabe**, bestehend aus
 - **Zielpriorität**,
 - **Toleranzwert**, d.h. ab welcher Höhe sind Abweichungen überhaupt relevant,
 - **Zielwert**, d.h. anzustrebender Wert inkl. unterer bzw. oberer Zielgrenzwert,
- **Organisationsbezug**, der diejenige Organisationseinheit festlegt, die für die Erreichung des Zieles verantwortlich ist,
- **Zeitperiodenbezug**, der den Zeitraum beschreibt, der zur Erreichung des Zieles zur Verfügung steht.

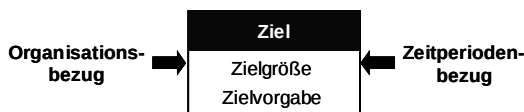


Bild 5: Merkmale eines Zieles

Wichtige Anforderungen an ein Ziel sind, dass sich die Frage nach der Zielerreichung immer eindeutig beantworten lässt und eine unmittelbare Beeinflussung der Zielerreichung gegeben ist. Daher orientieren sich die Ziele der teilautonomen Leistungseinheiten an den in die Leistungseinheiten integrierten direkten und indirekten Aufgaben. Diese durch die Integration der Werkstattsteuerungsaufgabe

²⁹ Vgl. Rieg 1997, S. 83, Heinen 1971, S. 59ff

direkt beeinflussbaren Ziele einer teilautonomen Leistungseinheit in der Produktion sind³⁰:

- die Maximierung der termintreuen Auslieferung der bearbeiteten Produktionsaufträge (**Termintreue**)³¹,
- die Minimierung der **Durchlaufzeiten** der bearbeiteten Produktionsaufträge,
- die Maximierung der **Auslastung** der Ressourcen einer Leistungseinheit,
- die Minimierung der **Bestände** vor den Kapazitätseinheiten (Umlaufbestände) und in den Lagern einer Leistungseinheit (Lagerbestände).

Zwischen diesen **Zielen der Werkstattsteuerung** liegt der klassische **Zielkonflikt** vor³². Dabei konkurrieren die zeitorientierten Marktziele Termintreue und Durchlaufzeit mit den kostenorientierten Betriebszielen Auslastung und Bestand. Um trotz dieses Zielkonflikts Entscheidungen treffen zu können, ist es für jede teilautonome Leistungseinheit wichtig, ihre Zielprioritäten zu kennen. Diese Zielprioritäten sind aber von zahlreichen Einflussfaktoren in ihrem individuellen Umfeld abhängig³³. Die **Führungsinstanz**³⁴ und ihre zugeordneten Leistungseinheiten legen diese individuellen Ziele und Zielprioritäten gemeinsam fest, und zwar so, dass der Entscheidungsspielraum in dem Maße eingeschränkt ist, dass die lokalen Einzelinteressen der teilautonomen Leistungseinheit das Gesamtinteresse der Produktion bzw. des Unternehmens nicht verletzen³⁵. Auf diese Weise tragen die Leistungseinheiten trotz der gewährten Autonomie zur Erreichung der Unternehmensziele bei. Die Führungsinstanz überwacht den jeweiligen Beitrag der Leistungseinheiten zur Zielerreichung.

Ein **Zielsystem** besteht aus einer Menge an Zielen und ihrer Beziehungen zueinander³⁶. Zielsysteme machen Zielkonflikte transparent und durch Verwendung von Prioritäten beherrschbar³⁷. Diverse Veröffentlichungen thematisieren die Beziehungen zwischen Zielen im Bereich der Produktion³⁸. Im Rahmen dieser Arbeit wird jedoch davon ausgegangen, dass der Mensch die Aufgaben übernimmt, die übergeordneten Ziele schrittweise zu verfeinern³⁹, Zielkonflikte aufzulösen und Schwachstellen zu analysieren, so dass keine Betrachtung der Zielbeziehungen und

³⁰ Vgl. Milberg 1996, Kap. 10, S. 90, Wiendahl H.-P. 1996b, Kap. 14, S. 2, März 2002, S.37

³¹ Aufträge werden in der Programmplanung erstellt (nach Much 1995, S. 37). Aus Aufträgen entstehen Bestellaufträge und Produktionsaufträge. Produktionsaufträge bestehen aus Fertigungs- und Montageaufträgen und erzeugen sog. Eigenfertigungsteile.

³² Dieser Zielkonflikt wird in Gutenberg 1951 S. 159 als Dilemma der Ablaufplanung bezeichnet.

³³ Vgl. Bischoff 1999, S. 39

³⁴ Als Führungsinstanz wird die der teilautonomen Leistungseinheit übergeordnete Organisationseinheit in der Unternehmenshierarchie verstanden, die für die Kontrolle der Zielerreichung der Leistungseinheit verantwortlich ist.

³⁵ Vgl. Westkämper 1998, S. 409

³⁶ Vgl. Reichmann 1990, S. 17

³⁷ Vgl. Warnecke 1993a, S. 185f

³⁸ Vgl. u.a. Hildebrand 1992b, S. 4ff; Xu 1993, S. 46ff, Nyhuis 1999, S. 121ff

³⁹ Der Prozess der schrittweisen Verfeinerung von Zielen wird im Rahmen dieser Arbeit nicht näher untersucht.

ihrer Auswirkungen stattfindet. Das Zielsystem wird vielmehr als Steuerungs- und Kontrollinstrument zur Führung der teilautonomen Leistungseinheiten eingesetzt⁴⁰.

Ab wann eine Zielabweichung signifikant ist, wird durch die sog. **Abweichungs-signifikanz**⁴¹ ausgedrückt, die in zwei Ebenen auftritt. Zum einen auf der mikroskopischen Ebene der Produktionssteuerung, wo je nach einzelner Abweichung in den Terminen einzelner Produktionsaufträge eine Abweichung als signifikant oder nicht signifikant ausgewiesen wird. Zum anderen auf der makroskopischen Ebene der Produktionsplanung, auf der eine Zielabweichung dann signifikant ist und näher analysiert werden muss, wenn der Ergebniswert außerhalb eines Zielgrenzwertintervalls liegt.

Betrachtet man die in der Leistungseinheit wahrgenommenen direkten Aufgaben, so sind die Leistungseinheiten zunächst dafür verantwortlich, dass alle Aufträge mit ausreichender Qualität zu niedrigsten Kosten bearbeitet werden⁴². Qualitative Mängel behebt die Leistungseinheit, wenn möglich, selbst an Ort und Stelle. Ansonsten weicht ggf. die tatsächliche von der geplanten Auftragsmenge ab. Diese Abweichung schlägt sich dann in den Zielen zur Auftragsmengentreue nieder. Die Qualität stellt somit eine Nebenbedingung in der Kunden-Lieferanten-Beziehung einer Leistungseinheit dar und wird in dieser Arbeit nicht näher betrachtet. Für Qualitätsmängel, die erst später entdeckt werden und deren Entstehungsort nicht mehr eindeutig zugeordnet werden kann, trägt die gesamte Produktion die Verantwortung.

Kosten normieren unterschiedlichste Ziele auf eine gemeinsame Basis. Da Kosten für eine teilautonome Leistungseinheit in der Produktion jedoch weder transparent noch direkt beeinflussbar sind, sind sie als Ziele ungeeignet. Statt dessen werden die kostenverursachenden, direkt durch die Leistungseinheit beeinflussbaren, Ziele betrachtet.

⁴⁰ Vgl. Wiendahl H.-P. 1998, S. 60ff

⁴¹ Eine Zielabweichung wird dann als signifikant bezeichnet, wenn definierte Toleranzgrenzen überschritten sind, so dass eine unvertretbare Abweichung von den Zielen gegeben ist (vgl. Rohrbacher 1995, S. 60).

⁴² Vgl. Westkämper 1997, S. 7, Westkämper 1999, S. 136

2.1.3 Kunden-Lieferanten-Beziehungen zwischen teilautonomen Leistungseinheiten in der Produktion

Kunden-Lieferanten-Beziehungen zwischen den teilautonomen Leistungseinheiten entstehen durch die **Produktionsaufträge**, welche die verschiedenen Leistungseinheiten nacheinander durchlaufen. Ein Produktionsauftrag besteht aus Fertigungs- und Montageaufträgen, die wiederum aus einer geordneten Menge von **Arbeitsvorgängen** bestehen. Für jeden **Fertigungs-** und **Montageauftrag** sowie jeden ihrer Arbeitsvorgänge, sind die sachlogischen und ablauftechnischen Abhängigkeiten bekannt, um diese im Zuge der Terminierung in eine zulässige zeitliche Reihenfolge zu bringen. Zusätzlich ist für jeden Arbeitsvorgang die Art und Menge der notwendigen Ressourcen und die Zuordnung zu einer Kapazitätseinheit bekannt. Die geordneten Mengen an Arbeitsvorgängen, die ausgehend von einem oder mehreren Bedarfsartikeln einen Zielartikel herstellen, werden als **Prozess** bezeichnet⁴³.

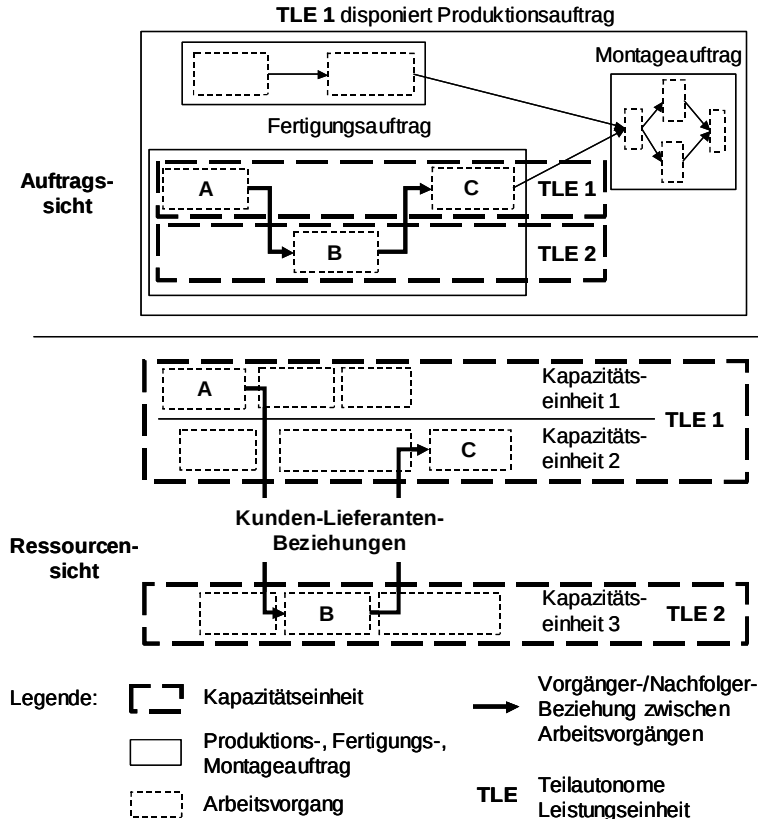
Jede Kapazitätseinheit ist einer teilautonomen Leistungseinheit verantwortlich zugeordnet. Eine **Kunden-Lieferanten-Beziehung** zwischen zwei Leistungseinheiten entsteht immer dann, wenn der nachfolgende Fertigungs- oder Montageauftrag bzw. Arbeitsvorgang innerhalb eines Produktionsauftrags nicht auf Kapazitätseinheiten in derselben teilautonomen Leistungseinheit bearbeitet wird (siehe Bild 6). Die Kunden-Lieferanten-Beziehungen binden eine teilautonome Leistungseinheit in den Materialfluss ein. Sie erhält über die Lieferantenbeziehung Artikel von externen oder internen Lieferanten, d.h. andere Leistungseinheiten. Ebenso liefert sie über eine Kundenbeziehung bearbeitete Artikel an externe oder interne Kunden, d.h. andere Leistungseinheiten.

Um die Verantwortung für die Terminierung eines Produktionsauftrages festzulegen, müssen die Produktionsaufträge einer teilautonomen Leistungseinheit zugeordnet werden. Voraussetzung für die **Dispositionsautonomie** einer Leistungseinheit ist es, dass die zu bearbeitenden Arbeitsvorgänge (Auftragssicht) auf den von ihr disponierten Kapazitätseinheiten (Ressourcensicht) und die von ihr terminierten Arbeitsvorgänge in hohem Maße deckungsgleich sind. Die Eigenbestimmung bzw. Fremdbestimmung quantifizieren diese Dispositionsautonomie⁴⁴. Die **Eigenbestimmung** ist dabei der Anteil an Arbeitsvorgängen, die auf Kapazitätseinheiten der Leistungseinheit bearbeitet werden und bei denen die Arbeitsvorgänge zu Produktionsaufträgen gehören, die durch die Leistungseinheit selbst disponiert werden. Wohingegen die **Fremdbestimmung** bestimmt, inwieweit andere Leistungseinheiten die eigenen Kapazitätseinheiten durch Arbeitsvorgänge belasten, die nicht von der Leistungseinheit selbst disponiert werden. Um die Autonomie der Leistungseinheiten zu gewährleisten, sollten mindestens 80% der Produktionsaufträge bzw. Kapazitätseinheiten durch die Leistungseinheit selbst disponiert werden⁴⁵.

⁴³ Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S.46-47

⁴⁴ Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S.116

⁴⁵ Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S.116

**Bild 6: Kunden-Lieferanten-Beziehungen**

Besteht zwischen zwei Leistungseinheiten eine Kunden-Lieferanten-Beziehung, so kann die Abstimmung zwischen den beiden Leistungseinheiten entweder über Termine oder über Mengen erreicht werden⁴⁶. Bei einer Abstimmung über Termine wird der Synchronisationspunkt ausgehend von einem durch den Kunden vorgegebenen **Wunschtermin** über den zwischen Kunden und Lieferanten vereinbarten **Solltermin** beschrieben. Dieser Solltermin legt das spätest mögliche Ende des Vorgänger-Arbeitsvorganges und den frühest möglichen Beginn des Nachfolger-Arbeitsvorganges fest. Eine Synchronisation über Mengen legt ausgehend von der **Wunschmenge** eine gemeinsam vereinbarte **Sollmenge** eines Artikels bis zu einem bestimmten Zeitpunkt fest. Die in die Leistungseinheit integrierten Werkstattsteuerungsfunktionen ermitteln in evtl. mehreren Planungsläufen **Plantermine** und **Planmengen** für die einzelnen Produktions-, Fertigungs-, Montageaufträge oder Arbeitsvorgänge. Die tatsächlich benötigten **Isttermine** und gefertigten **Istmengen** sind in den Rückmeldungen des

⁴⁶ Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S.117-118

Bearbeitungszustandes der einzelnen Produktions-, Fertigungs-, Montageaufträge oder Arbeitsvorgänge enthalten. Störungen, Ausfallzeiten durch Instandhaltungsmaßnahmen, etc. sind Bestandteil der Rückmeldungen über den Zustand der Ressourcen.

Es liegt nun in der Verantwortung jeder einzelnen, teilautonomen Leistungseinheit, dass die Isttermine und Istmengen für ihre Kunden-Lieferanten-Beziehungen bzw. der durch sie geplanten Produktionsaufträge, möglichst wenig von den Planterminen und Planmengen abweichen. Entsprechend dieser Verantwortung sind später die Ziele der teilautonomen Leistungseinheiten zu definieren.

2.2 Führen durch Ziele

Die Grundlagen zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten sind im Bereich der Theorien zur Unternehmensführung zu finden. Die in der Literatur angebotenen Konzepte zur Führung umfassen in der Regel nur bestimmte Teilausschnitte der Gesamtführungsaufgaben. Im Gegensatz dazu beinhalten **Führungsmodelle** die Unternehmensführung als Ganzes⁴⁷. Als bedeutendste Führungsmodelle werden das „Harzburger Modell“, das „St. Galler Managementmodell“, sowie das **„Management by Objectives“ (MbO)**⁴⁸ genannt⁴⁹.

Insbesondere das letztgenannte Führungsmodell „Management by Objectives“, auch „Führen durch Ziele“ genannt, ist zur Führung dezentraler Organisationsformen, wie teilautonomer Leistungseinheiten, besonders gut geeignet, da zusätzliche Entscheidungsspielräume entstehen⁵⁰. Voraussetzung für diese Entscheidungsspielräume ist allerdings, dass es sich bei den in die Leistungseinheit integrierten Aufgaben nicht ausschließlich um operative Tätigkeiten handelt⁵¹. Diese Voraussetzung ist für die Leistungseinheiten des betrachteten Untersuchungsbereichs erfüllt, da durch die Integration der Werkstattsteuerungsaufgaben auch dispositive Tätigkeiten in der Leistungseinheit wahrgenommen werden.

Das **Führungsmodell MbO** gliedert sich in mehrere Ablaufschritte, die den Führungsphasen „Planung“, „Realisierung“ und „Kontrolle“ zugeordnet sind (siehe Bild 7).

⁴⁷ Vgl. Hopfenbeck 1995, S. 519

⁴⁸ Vgl. Odiorne 1967, Humble 1972,

⁴⁹ Vgl. Bleicher 1996, S. 1-3ff, Hopfenbeck 1995, S. 519ff

⁵⁰ Vgl. Wiendahl H.-P. 2004, S. 14f; Bleicher 1996, S. 1-7; Frese 1996, S. 3-84, Warnecke 1993a, S. 180, Bullinger 1993, S. 44.

⁵¹ Vgl. Bleicher 1996, S. 1-9

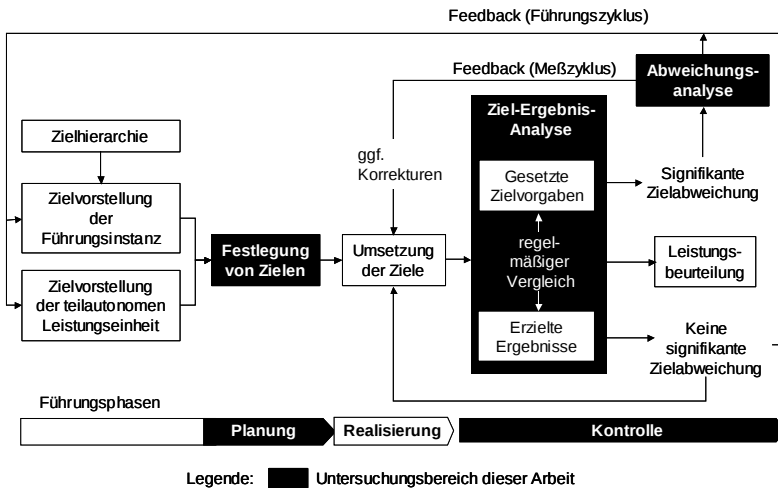


Bild 7: Führungsmodell „Führen durch Ziele“ (MbO)⁵²

In der Führungsphase „Planung“ des Führungsmodells MbO erfolgt ausgehend von den Zielvorstellungen der teilautonomen Leistungseinheit und ihrer organisatorisch übergeordneten Führungsinstanz eine **Zielfestlegung**. In der Führungsphase „Realisierung“ versucht die Leistungseinheit, ihre Ziele zu erreichen. In der Führungsphase „Kontrolle“ findet die Überprüfung der Zielerreichung durch ein Kontrollsystem statt. Bei signifikanten Zielabweichungen erfolgt eine Ursachenermittlung. Die **Ziel-Ergebnis-Analyse** unterstützt die Kontrolle, die **Abweichungsanalyse** die Ursachenermittlung. Eine Visualisierung der Zielerreichung im Rahmen der Ziel-Ergebnis-Analyse trägt mit zum Erfolg des Führungsmodells „MbO“ bei⁵³.

Die **Zielfestlegung** kann beim MbO in partizipativer oder autoritärer Form erfolgen. Bei partizipativer Zielfestlegung spricht man von einem „Führen durch Zielvereinbarung“; bei autoritärer Zielfestlegung von einem „Führen durch Zielvorgabe“⁵⁴. Da der Verhandlungsprozess zur Zielfestlegung kein Betrachtungsgegenstand der vorliegenden Arbeit ist, wird im Folgenden von einer **Zielvorgabe** ausgegangen.

Der kritischste Ablaufschritt im Führungsmodell MbO ist die Zielfestlegung⁵⁵. Einige der häufigsten Mängel und Gefahren in der Zielfestlegung sind⁵⁶:

- Eine Zielfestlegung sollte keine direkten Handlungsanweisungen enthalten⁵⁷, aber dennoch so konkret sein, dass sie eine unscharfe Zielformulierung vermeidet.

⁵² Vgl. Hopfenbeck 1995, S. 529 und Rohrbacher 1995, S. 58

⁵³ Vgl. Bullinger 2003, S.1123-1129

⁵⁴ Vgl. Bleicher 1996, S. 1-9

⁵⁵ Vgl. Hopfenbeck 1995, S. 530ff

⁵⁶ Vgl. Förster 1996, S. 77, Vgl. Bleicher 1996, S. 1–9

⁵⁷ Eine zu enge Zielsetzung oder ein zu engmaschiges Kontrollsystem führt zu Widerständen, welche der Intention des Führungsmodells zuwiderlaufen.

- Eine Zielfestlegung sollte immer in Kenntnis der Notwendigkeit, des derzeitigen Zielerreichungsgrades und unter Beachtung von Rahmenbedingungen stattfinden, um unnötige oder unrealistische Zielvorgaben zu vermeiden.
- Ziele müssen für die teilautonomen Leistungseinheiten verständlich und durch eigene Aufgaben direkt beeinflusst sein⁵⁸.

Diesen Mängeln und Gefahren soll im Rahmen dieser Arbeit begegnet werden. Durch die Festlegungen der Autonomie einer teilautonomen Leistungseinheit und die Ableitung der Ziele aus den in die Leistungseinheit integrierten Aufgaben ist eine Beeinflussbarkeit der Ziele durch die Leistungseinheit sichergestellt. Es wird davon ausgegangen, dass realistische Zielvorgaben im Rahmen eines Abstimmungsprozesses zwischen teilautonomer Leistungseinheit und ihrer organisatorisch übergeordneten Führungsinstanz periodenbezogen vorliegen.

Die Ziele der Leistungseinheiten müssen aus nachfolgenden Gründen periodisch einer Überprüfung und ggf. einer Anpassung unterzogen werden⁵⁹:

- Neue Anforderungen des Marktes machen neue oder geänderte Zielgrößen und Zielvorgaben für die teilautonome Leistungseinheit notwendig.
- Die Zielgrößen oder Zielvorgaben der teilautonomen Leistungseinheit haben sich als ungeeignet zur Erreichung der Zielgrößen oder Zielvorgaben der Führungsinstanz erwiesen.
- Die Zielvorgaben bzw. die Zielerreichung haben sich als unerreichbar oder als ständig erreichbar herausgestellt.
- Die Zielgrößen können nicht in ausreichendem Maße durch die in die Leistungseinheiten integrierten Aufgaben beeinflusst werden.

Das Führungsmodell MbO bedient sich oft zusätzlicher Führungsphilosophien wie dem sog. „**Management by Exception**“⁶⁰, bei dem nicht jedes Ziel kontrolliert wird, sondern durch sog. Frühwarn- oder Monitoringfunktionen signifikante Zielabweichungen festgestellt und aufgezeigt werden. Diese Frühwarnfunktionalitäten sind ein weiterer Bestandteil eines Führungsinstruments.

Um das Führungsmodell MbO erfolgreich in die Praxis umzusetzen, bedarf es zusätzlich einiger organisatorischer Rahmenbedingungen, die als institutionelle Absicherung des Führungsprozesses bezeichnet werden⁶¹:

- die Überprüfung der Entwicklungsfähigkeit der Mitarbeiter,
- die Erarbeitung von Management-Schulungsprogrammen,
- eine Motivationssteigerung durch effektive Personalauswahl und Erstellung von Gehaltsfestsetzungs- und Nachfolgeplänen,
- ein Kontrollsystem, das Informationen zur eigenen Leistungsüberwachung und zur Gewährleistung fundierter und schneller Entscheidungen liefert.

⁵⁸ Vgl. Wiendahl H.-P. 2004, S. 61

⁵⁹ Vgl. Bomm 1992, S. 94

⁶⁰ Nach Hopfenbeck 1995, S. 521ff greift beim Management by Exception die Führung in einen Prozess nur ein, wenn sich signifikante Abweichungen von den vereinbarten Zielen ergeben. Diese Abweichungen führen dann zu Abweichungsanalysen, die zur Beeinflussung des Prozesses oder zur Ziel- und Plankorrektur führen.

⁶¹ Vgl. Bleicher 1996, Kap. 1, S. 8

Bis auf den letzten Punkt werden diese Rahmenbedingungen als gegeben vorausgesetzt. Die Forderung nach einem Kontrollsystem zur Leistungsüberwachung und zur Entscheidungsunterstützung ist die **Zielstellung der vorliegenden Arbeit**.

Kontrollsysteme lassen sich durch folgende Merkmale charakterisieren⁶²:

- Eingangsinformationen sind Informationen über Ziele, Wünsche, Pläne etc.,
- Ausgangsinformationen sind Zielerreichungsgrade, Ergebnisse von Ursachenanalysen, und ggf. Frühwarninformationen,
- Anwendung von Verfahren und Modelle der Informationsverarbeitung,
- Unterstützung der Kontrollträger durch sachliche Hilfsmittel.

Die Führungsinstanz trägt somit die Verantwortung für die Kontrolle der Zielerreichung⁶³. Neben dieser notwendigen Fremdüberwachung durch die Führungsinstanz ist auch eine Überwachung durch die teilautonome Leistungseinheit selbst wünschenswert⁶⁴.

Um die Aufgaben eines unterstützenden Führungsinformationssystems im Untersuchungsbereich einzugrenzen, werden die Managementstrukturen innerhalb einer teilautonomen Leistungseinheit betrachtet⁶⁵. Die inhaltliche Gliederung in Entscheidungs-, Planungs- und Ausführungsaktivitäten ordnet diese Aufgaben drei **logischen Ebenen** zu (siehe Bild 8). Die **Führungsebene** nimmt die erwähnte Selbstüberwachung innerhalb der teilautonomen Leistungseinheit wahr⁶⁶, für die diese Arbeit ein unterstützendes Instrument konzipiert. Die in die teilautonome Leistungseinheit integrierten indirekten Aufgaben der Werkstattsteuerung sind der **Planungsebene** und die innerhalb der teilautonomen Leistungseinheit wahrgenommenen direkten Aufgaben der **Ausführungsebene** zugeordnet. Die Abstimmung zwischen den drei logischen Ebenen, zum Kunden bzw. Lieferanten hin, werden durch Wunsch-, Soll-, Plan-, Ist- und Zielwerte erreicht. Diese Werte bestehen im Umfeld dieser Arbeit aus gewünschten, geplanten oder realisierten Mengen und Terminen. **Wunschwerte** gibt der Kunde oder Lieferant vor. Nach Überprüfung der Machbarkeit des Kundenwunsches durch die außerhalb der teilautonomen Leistungseinheit angesiedelten Produktionsprogramm- bzw. Mengenplanung werden, ausgehend von den Wunschwerten, die **Sollwerte** ermittelt und dem Kunden bestätigt (z.B. bestätigter Liefertermin).

⁶² Vgl. Frese 1996, Kap. 3, S. 48

⁶³ Vgl. Sinn 1998, S.27

⁶⁴ Vgl. Rohrbacher 1995, S. 57

⁶⁵ Vgl. Westkämper 1996a, S. 39ff

⁶⁶ Die Selbstüberwachung ist Bestandteil des Selbstcontrollings. Das Selbstcontrolling ist neben der Selbstorganisation, Selbstoptimierung und Zielorientierung eines der charakteristischen Merkmale einer teilautonomen Leistungseinheit (vgl. Westkämper 1999, S. 132).

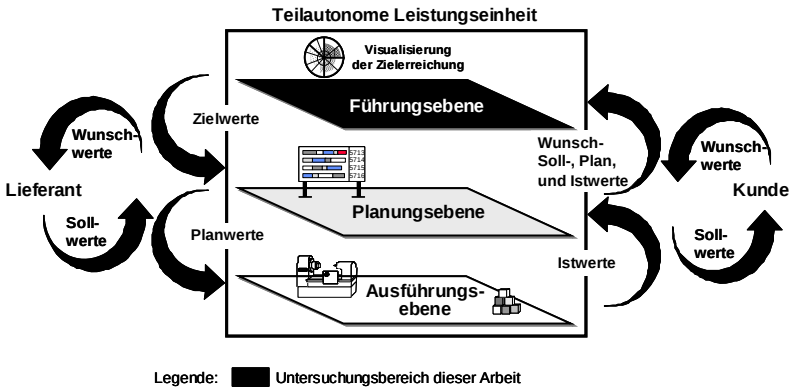


Bild 8: Führungs-, Planungs- und Ausführungsebene⁶⁷

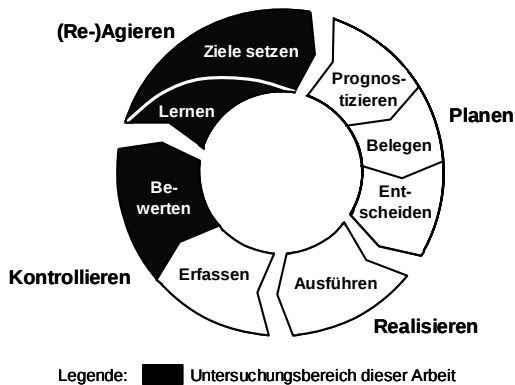
Plan-, Ist- und Zielwerte werden im Rahmen der Aufgaben innerhalb der teilautonomen Leistungseinheit festgelegt. Diese PPS-Aufgaben ordnet der **PPS-Zyklus**⁶⁸ den Phasen „Planen“, „Realisieren“, „Kontrollieren“ und „(Re-)Agieren“ zu (siehe Bild 9).

Die Aktivitäten der **Planungsphase** sind der Planungsebene zugeordnet, die nicht im Untersuchungsbereich dieser Arbeit liegt. Die **Planwerte** werden somit als gegeben vorausgesetzt. Werden zielorientierte Planungsverfahren innerhalb der Produktionsplanung und -steuerung angewendet, so ist zu beachten, dass die Ziele der Leistungseinheiten und die Ziele des Planungsverfahrens aufeinander abgestimmt sind⁶⁹. Die **Realisierungsphase** ist auch im Führungsmodell „MbO“ vorhanden und beinhaltet die direkten und wertschöpfenden Aktivitäten der Ausführungsebene. Die Realisierungsphase wird im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet. Die zeitnahe Erfassung des Produktionsauftragsfortschritts in der **Kontrollphase** mit Hilfe von Betriebsdatenerfassungssystemen macht die **Istwerte** datentechnisch verfügbar. Wie die Planwerte werden auch die Istwerte im Rahmen dieser Arbeit als gegeben vorausgesetzt.

⁶⁷ Angelehnt an Wiendahl H.-H. 2002, S.84

⁶⁸ auch Auftragsmanagementzyklus, vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S. 85

⁶⁹ Vgl. Bischoff 1999, S.36ff

**Bild 9: PPS-Zyklus⁷⁰**

Die unterstützten Teilphasen der Kontroll- und Reaktionsphase im PPS-Zyklus repräsentieren die Führungsphasen des Führungsmodells „MbO“ (Bild 10).

**Bild 10: Unterstützte Teilphasen im PPS-Zyklus**

Die Teilphase „**Ziele setzen**“ der (Re-)Aktionsphase entspricht dem Ablaufschritt der „Zielfestlegung“ im Führungsmodell „MbO“. Die Teilphase „**Bewerten**“ in der Kontrollphase entspricht der Ziel-Ergebnis-Analyse. Die Abweichungsanalyse ermittelt in der Teilphase „**Lernen**“ die Ursachen signifikanter Abweichungen. Dieser kontinuierliche Verbesserungsprozess zielt auf eine Optimierung der Leistungsfähigkeit der teilautonomen Leistungseinheit.

⁷⁰ Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S. 85

2.3 Eingrenzung des Untersuchungsbereichs

Eine Voraussetzung für die angenommene zielorientierte Führung teilautonomer Leistungseinheiten ist ihre Teilautonomie. Liegt keine ausreichende Autonomie der Leistungseinheiten vor, so ist das gewählte Führungsmodell MbO und somit auch das in dieser Arbeit konzipierte Führungsinstrument nicht sinnvoll einsetzbar.

Eine Voraussetzung für eine Führung durch Ziele ist die Festlegung von geeigneten Zielgrößen. Durch die Integration der planerischen Werkstattsteuerungsaufgaben in die Leistungseinheit sind einige Zielgrößen über Planwerte definiert. Eine Vorgabe von Planwerten in ausreichender Genauigkeit setzt aber eine Planbarkeit und somit eine minimale Wiederholhäufigkeit der zu produzierenden Artikel und eine gewisse Prozesssicherheit voraus. Daher sind Produktionsbereiche mit Einmalfertigung als Anwendungsbereich für das beschriebene Führungsinstrument ausgeschlossen.

Die Autonomie der Leistungseinheit entsteht durch Integration der Werkstattsteuerungsaufgaben mit dem Ziel, das vor Ort vorhandene Wissen der Mitarbeiter gezielt zu nutzen. In Produktionsbereichen mit „Großserienfertigung“ oder „Massenfertigung“ wird die Produktionsplanung und -steuerung aber vorwiegend produktbezogen durchgeführt⁷¹. Große Stückzahlen und stark spezialisierte und hochautomatisierte Produktionsanlagen ermöglichen die Produktion ohne konkreten Kundenauftragsbezug. Daher liegen die funktionalen Schwerpunkte der Produktionsplanung und -steuerung im Bereich der Produktionsprogrammplanung, während die Werkstattsteuerung eine untergeordnete Bedeutung einnimmt. Deshalb wird die Groß- und Massenfertigung als Anwendungsbereich für das beschriebene Führungsinstrument ausgeschlossen. Auf die spezifischen Anforderungen der Prozessindustrie, wie Kuppelproduktion etc., wird ebenfalls nicht eingegangen.

Somit beschränkt sich der Betrachtungsbereich der vorliegenden Arbeit auf **Produktionsbereiche mit diskreter Serienfertigung in der Stückgüterindustrie**. Diese Produktionsbereiche fertigen und montieren ihre Stückgüter weitgehend kundenauftragsbezogen mit Hilfe von Standardbearbeitungsverfahren und universell einsetzbaren Bearbeitungsmaschinen⁷² bzw. Montagearbeitsplätzen. Zu den Serienfertigern in der Stückgüterindustrie zählen beispielsweise die Serienfertigung von diskreten, variantenreichen Standardprodukten, wie in der Automobilindustrie.

⁷¹ Vgl. Troßmann 1996

⁷² Vgl. Bischoff 1999, S. 27

3 Anforderungen an ein Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten durch Ziele

Die Anforderungen an ein Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten durch Ziele lassen sich entsprechend der für die DV-technische Unterstützung relevanten Ablaufschritte in die „Zielfestlegung“, die „Ziel-Ergebnis-Analyse“ und die „Abweichungsanalyse“ gliedern.

Aus Sicht der Zielfestlegung sind wegen der Wandlungsfähigkeit der Leistungseinheit eine periodische Überprüfung und Anpassung der Ziele der Leistungseinheiten notwendig. Um dies zuzulassen, besteht für das Führungsinstrument die Anforderung nach einer **flexiblen Zielfestlegung**. Flexibilität in der Zielfestlegung bedeutet, dass sich die Zielgrößen oder Zielvorgaben, d.h. die Zielwerte und die Zielprioritäten ändern können.

Am häufigsten ändern sich **Zielwerte**, da sie periodisch je nach momentanem Zielerreichungsgrad zwischen der teilautonomen Leistungseinheit und ihrer Führungsinstanz neu ausgehandelt oder festgelegt werden. So sollten die Zielwerte beispielsweise nach einer Parameteränderung in den Planungsmethoden neu vereinbart werden. Zielwerte müssen auch dann angepasst werden, wenn sich herausstellt, dass diese unerreichbar oder immer erreichbar sind. Dies könnte beispielsweise der Fall sein, wenn sich durch verbesserte prozesstechnische Fähigkeiten die Termintreue stark verbessert hat. Dann kann es sinnvoll sein, den Toleranzwert für eine signifikante Terminabweichung zu verringern.

Zielprioritäten ändern sich nicht so häufig wie Zielwerte. Zielprioritäten können sich beispielsweise durch den Einsatz neuer Planungsmethoden, Technologien oder durch die Spezialisierung auf bestimmte Produktbereiche oder Kundensegmente ändern. So kann die strategische Entscheidung für ein Kundensegment „Automobilindustrie“ die Zielpriorität in Bezug auf die Termintreue drastisch erhöhen.

Zielgrößen ändern sich selten. Wenn sich ein Unternehmen logistisch neu ausrichtet, neue teilautonome Leistungseinheiten entstehen oder sich die Aufgaben einer Leistungseinheit grundsätzlich verändern, müssen neue Zielgrößen definiert werden. Veränderungen an den Zielgrößen sind auch dann notwendig, wenn sich Zielgrößen als ungeeignet zur Erreichung der Zielgrößen der Führungsinstanz erweisen oder Zielgrößen nicht in ausreichendem Maße durch die Leistungseinheiten beeinflusst werden können. So kann beispielsweise die Termintreue nur beeinflusst werden, wenn ein Terminverzug in einer im Materialfluss vorgelagerten Leistungseinheit nicht automatisch allen nachgelagerten Leistungseinheiten ebenfalls angelastet wird.

Die Ziele einer Leistungseinheit sind von zahlreichen, individuellen Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen in ihrem Umfeld abhängig. Daraus resultiert die Anforderung nach einer **individuellen Zielfestlegung**. Das bedeutet, dass die Zielgrößen und Zielvorgaben für jede Leistungseinheit unterschiedlich festgelegt sein können.

Damit eine teilautonome Leistungseinheit die Verantwortung für Ziele übernehmen kann, müssen die Zielgrößen nicht nur beeinflussbar, sondern auch für die Mitarbeiter der Leistungseinheit verständlich sein. Eine verständliche Zielfestlegung ist somit eine Grundvoraussetzung für die Akzeptanz einer Führung durch Ziele. Daher ist eine weitere Anforderung die **Verständlichkeit der Zielfestlegung**.

Verständlich sind die Zielgrößen, wenn die Berechnungsvorschrift zu ihrer Messung für die Mitarbeiter in der Leistungseinheit nachvollziehbar ist. So sollten die Mitarbeiter diejenigen Arbeitsgangstermine kennen, die in die Ermittlung der Zielgröße „Terminabweichung“ eingehen.

Ebenso müssen die Gründe und Ausprägungen für die Zielprioritäten den Mitarbeitern der Leistungseinheiten bekannt sein. Das Wissen über den Betrag und die Begründung für Zielprioritäten trägt zur Verständlichkeit bei. Beispielsweise beeinflussen die Anschaffungs- und Betriebskosten der Kapazitätseinheiten die Zielpriorität für die Auslastung dieser Kapazitätseinheiten.

Um ein Verständnis für die Zielwerte zu erreichen, sollten auch der Betrag und die Vorgehensweise zu deren Festlegung bekannt sein. Liegt der Zielwert für die Durchlaufzeit einer neuen Produktgruppe besonders hoch, kann dies beispielsweise mit einkalkulierten Störungen im Produktionsablauf in der Anlaufphase für dieses neue Produkt begründet sein.

Innerhalb der Ziel-Ergebnis-Analyse wird durch einen regelmäßigen Vergleich von gemessenen Ergebnissen und festgelegten Zielvorgaben die Zielerreichung kontrolliert. Anforderungen, die an die Ziel-Ergebnis-Analyse gestellt werden, sind unter anderem die Ökonomie, die Objektivität und die Zuverlässigkeit der Messung⁷³. Die Ökonomie der Ziel-Ergebnis-Analyse wird durch ihren Aufwand bestimmt, der vom Automatisierungsgrad des Messverfahrens und von der Anzahl der Messgrößen abhängig ist. Da die Ergebnismessung für alle Ziele jeder teilautonomen Leistungseinheit periodisch durchgeführt werden muss, ist eine **aufwandsarme Ziel-Ergebnis-Analyse** eine Anforderung an das Führungsinstrument. Der Aufwand, der durch die Ergebnismessung und Gegenüberstellung der Zielvorgaben entsteht, wird im Allgemeinen durch den Einsatz einer DV-Unterstützung verringert. Daher wird im Weiteren von einem DV-gestützten Instrument zur Führung der teilautonomen Leistungseinheiten ausgegangen.

Eine Ziel-Ergebnis-Analyse ist objektiv, wenn die Ergebnismessung nachvollziehbar und reproduzierbar ist und eine direkte Beeinflussung der Messung durch die Führungsinstanz oder die teilautonome Leistungseinheit ausgeschlossen ist. Eine objektive Ziel-Ergebnis-Analyse ist eine Voraussetzung für die Akzeptanz einer Führung durch Ziele. Daher ist eine **objektive Ziel-Ergebnis-Analyse** eine Anforderung an das Führungsinstrument.

Eine Messung ist im Rahmen der Messgenauigkeit zuverlässig, wenn bei Wiederholung der Messung unter denselben Bedingungen dieselben Messergebnisse erzielt werden. Diese Zuverlässigkeit der Messung und somit die Zuverlässigkeit der Ziel-Ergebnis-Analyse ist eine weitere Grundvoraussetzung für die Akzeptanz der Führung durch Ziele. Daher ist die **zuverlässige Ziel-Ergebnis-Analyse** eine Anforderung an das Führungsinstrument.

Aufgabe der Abweichungsanalyse ist es, bei signifikanten Abweichungen zwischen Zielvorgaben und Ergebnissen die Ursache für die Abweichung herauszufinden, um einen Lernprozess anzustoßen und ähnliche Abweichungen zukünftig zu vermeiden. Da die Werte zu den Zielvorgaben und Ergebnissen nie völlig gleich sind, ist es nicht praktikabel, alle Abweichungen zu analysieren. Aus diesem Grund besteht die

⁷³ Vgl. Wallmüller 1990, S. 30

Anforderung nach einer **ausnahmegetriebenen Abweichungsanalyse**, die dem erwähnten Führungsprinzip „Management by Exception“ folgt und signifikante von nicht signifikanten Abweichungen trennt.

Bei den Ergebniswerten handelt es sich zumeist um die Verdichtung vieler Einzelwerte. Um die Ursache für eine signifikante Abweichung zu ermitteln, müssen die Einzelwerte schrittweise auf eine relevante Teilmenge eingegrenzt werden. Dabei ist oftmals zusätzliches Wissen des Benutzers notwendig, woraus die Anforderung nach einer **benutzergesteuerten Abweichungsanalyse** entsteht.

Um die Ursache für die Abweichung ermitteln zu können, muss der Benutzer die Bedeutung der Einzelwerte verstehen. Um ein Verständnis für die Einzelwerte zu gewährleisten, ist eine Transparenz über die analysierten Einzelwerte und ihre Zusammenhänge wichtig. Aus diesem Grund besteht die Anforderung nach einer **transparenten Abweichungsanalyse**.

Bild 11 fasst die Anforderungen an das Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten durch Ziele zusammen.

Ablaufschritt Führungsmodell	Anforderung
Zielfestlegung	Die Zielfestlegung muss flexibel, individuell und verständlich vorgenommen werden.
Ziel-Ergebnis-Analyse	Die Ziel-Ergebnis-Analyse muss aufwandsarm, objektiv und zuverlässig durchgeführt werden.
Abweichungsanalyse	Die Abweichungsanalyse muss ausnahmegetrieben, benutzergesteuert und transparent erfolgen.

Bild 11: Anforderungen an das Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten durch Ziele

4 Stand der Technik

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über den Stand der Technik bei Führungsinstrumenten in der Produktion (siehe Bild 12). Dazu werden die betreffenden wissenschaftlichen Beiträge untersucht und anschließend im Hinblick auf ihre Eignung zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten bewertet.

Die Analyse des Begriffs **Führungsinformationssystem**⁷⁴ verdeutlicht die drei Aspekte Führungsinformation, Informationssystem und Führungssystem⁷⁵.

Der inhaltliche Aspekt **Führungsinformation** stellt den fachlichen Gesichtspunkt in den Vordergrund. Die Fragestellung ist hier, welche Informationen⁷⁶ sind zur optimalen Unterstützung der Führungsaufgabe notwendig (Abschnitt 4.1).

Der technische Aspekt **Informationssystem** stellt die DV-technische Unterstützung des Führungsprozesses in den Vordergrund. Hier sind Informationssysteme zu untersuchen, mit deren Hilfe Führungsinformationen aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden (Abschnitt 4.2).

Der organisatorische Aspekt **Führungssystem** wurde durch die Wahl des Führungsmodells „MbO“ in Abschnitt 2.2 bereits behandelt und wird daher nicht mehr betrachtet.

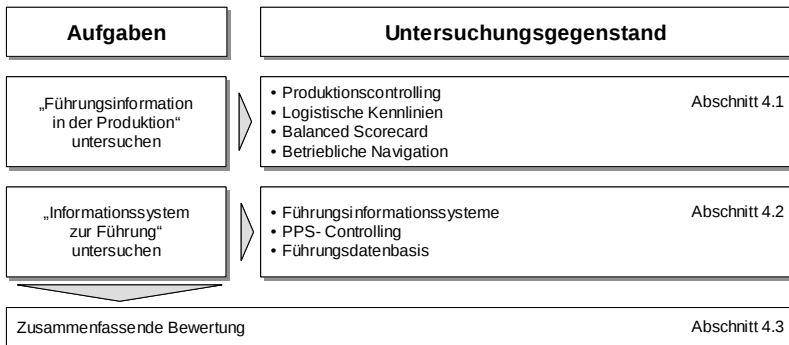


Bild 12: Aufbau Kapitel 4

⁷⁴ Als Führungsinformationssystem wird ein DV-gestütztes Führungsinstrument bezeichnet.

⁷⁵ Vgl. Klotz 1994, S. 159

⁷⁶ Als Informationen werden im betrieblichen Umfeld nach Much 1995, S. 173 zweckorientierte Nachrichten über den Verlauf betrieblicher Prozesse verstanden.

4.1 Führungsinformation in der Produktion

Führungsinformationen lassen sich durch folgende Charakteristika beschreiben⁷⁷:

- Führungsinformationen sind verdichtet, d.h. sie werden aus mehreren Einzelwerten errechnet.
- Führungsinformationen sind verknüpft, d.h. sie stellen Beziehungen zwischen Einzelwerten her.
- Führungsinformationen müssen von ihrem Empfänger als relevant angesehen und akzeptiert werden, damit sie zur Bewältigung der Führungsaufgaben auch verwendet werden.

Als erstes werden Kennzahlen⁷⁸ aus dem Bereich des **Produktionscontrollings** untersucht, deren primäre Aufgabe darin besteht, Führungsinformationen im Umfeld der Produktion zur Verfügung zu stellen. Danach werden die **logistischen Kennlinien** betrachtet, die für ein Arbeitssystemcontrolling im Produktionsumfeld eingesetzt werden. Anschließend wird der Ansatz der **Balanced Scorecard** erläutert, einem Führungsinstrument für Geschäftseinheiten. Als letztes wird auf das im Umfeld der Fraktalen Fabrik entstandene Konzept der **betrieblichen Navigation** zur Führung von Fraktalen eingegangen.

4.1.1 Produktionscontrolling

Methoden und Werkzeuge der Unternehmensführung sind im Bereich des Controllings zu finden⁷⁹. Die Aufgabe des Controllings ist die Kontrolle als Pendant zur Planung⁸⁰. Durch das Controlling werden Führungsinformationen zur ergebnisorientierten Ausrichtung von Entscheidungen und Handlungen aufbereitet⁸¹.

Die Datenbasis im Controlling besteht vorwiegend aus denen des betrieblichen Rechnungswesens, der Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme⁸², der Betriebsdatenerfassung und anderen operativen Informationssystemen⁸³. Für die produktiven Bereiche entstand durch Dezentralisierung der Controllingaufgabe das Produktionscontrolling⁸⁴. Aufgabe des Produktionscontrollings ist es, die Führung durch Pläne effizient und effektiv zu gestalten⁸⁵. Dabei stellt das Produktionscontrolling im Sinne einer Erhaltung und Verbesserung des Unternehmenserfolgs in erster Linie

⁷⁷ Vgl. Frese 1996, S. 3-57

⁷⁸ Nach Groffmann 1992, S. 69 sind Kennzahlen als Zahlen definiert, die zu einem Zeitpunkt in Bezug auf ein Erkenntnisziel relevant sind, und zwar unabhängig von ihrer quantitativen Struktur.

⁷⁹ Vgl. Baumann 1992, S. 9

⁸⁰ Vgl. Müller-Wünsch 1990, S. 41

⁸¹ Vgl. Hahn 1989, S. 1135

⁸² Unter einem Produktionsplanungs- und steuerungssystem (PPS-System) versteht man nach Much 1995, S. 210 ein DV-System für die Planung, Steuerung und Überwachung der Produktionsabläufe von der Angebotsbearbeitung bis zum Versand unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsaspekten.

⁸³ Vgl. Reichmann 1990, S. 9f

⁸⁴ Vgl. Hoitsch 1990, S. 605

⁸⁵ Vgl. Wiendahl H.-P.1996b, S. 18-2

die Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses sicher⁸⁶. Zur Steuerung der Erreichung größtmöglicher Wirtschaftlichkeit werden die kostenmäßigen Auswirkungen der Entscheidungen hinsichtlich Maschinenbelegung, Arbeitsverteilung, Bearbeitungsfolge, Losgrößenbildung oder geplantem bzw. tatsächlichem Verbrauch von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen untersucht.

Das traditionelle Produktionscontrolling betrachtet vorwiegend Kosten und Leistungen und verfolgt folgende produktionsnahe Ziele:

- Abstimmung der Produktionskapazitäten und des Lagerbestandes, etc. auf die zu erwartenden Absatz- und Produktionsmengen,
- Sicherstellen einer hohen Auslastung zur Umlegung der Fixkosten,
- Minimierung von Ausschusskosten.

Auswertungen im Produktionscontrolling enthalten oftmals monetäre Zielgrößen⁸⁷, die aber aus Gründen einer mangelnden Operationalisierbarkeit für die Führung der Leistungseinheiten ungeeignet sind⁸⁸.

Neuere Ansätze des integrierten Produktionscontrollings berücksichtigen auch nicht monetäre Ziele, wie Lieferzeit, Zuverlässigkeit und Qualität⁸⁹. Durch diese Erweiterung stehen im Produktionscontrolling nicht nur Informationen aus dem betrieblichen Rechnungswesen, sondern zusätzlich auch aus der Produktionsplanung und -steuerung zur Verfügung.

Da die Methoden und Kennzahlen des **Produktionscontrollings** vorwiegend auf den höheren Unternehmensebenen zur Abbildung mehrstufiger, hierarchischer Zielsysteme⁹⁰ angewendet werden, entstehen komplexe Kennzahlensysteme, die für teilautonome Leistungseinheiten nicht anschaulich sind. Betrachtet man die im Produktionscontrolling verwendeten Kennzahlen, so ist kritisch anzumerken, dass oftmals kostenorientierte Kennzahlen Verwendung finden. Kosten sind aber zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten meist ungeeignet, da die direkte und ausschließliche Beeinflussbarkeit der Kosten selten gegeben ist. Zusätzlich ist die Bedeutung der Einzelwerte unklar, aus denen sich die Produktionscontrollingkennzahlen berechnen. Da Produktionscontrollingkennzahlen unverändert über längere Zeiträume angewendet werden, ist eine Flexibilität in der Definition der Kennzahlen nicht erforderlich. Produktionscontrollingkennzahlen können daher die genannten Anforderungen in Bezug auf Flexibilität, Individualität und Verständlichkeit in der Zielfestlegung nur teilweise erfüllen.

⁸⁶ Vgl. Reichmann 1993, S. 251

⁸⁷ Zum Einsatz kommen hier beispielsweise Kennzahlen, wie das Verhältnis von material- und lohnseitigen Kosten.

⁸⁸ Sind die Zielgrößen zur Führung der teilautonomen Leistungseinheiten definiert, so hat die Führungsinstanz anschließend ein großes Interesse, ob und wie sich diese auf diejenigen Zielgrößen auswirken, an denen sie selbst gemessen wird. Da im Rahmen dieser Arbeit aber das Herunterbrechen der Ziele von der obersten Unternehmensführung bis zur Leistungseinheit nicht näher untersucht wird, wird nicht näher auf die Bildung dieser Zusammenhänge eingegangen.

⁸⁹ Vgl. Kern 1993, S. 54ff

⁹⁰ Ein Zielsystem ist nach Heinen 1971, S. 23f, eine Menge von Zielen, zwischen denen bestimmte Beziehungen bestehen.

Das Produktionscontrolling ist in der Regel DV-technisch unterstützt. Die zugehörigen Instrumente sind für eine aufwandsarme, objektive und zuverlässige Ergebnismessung ausgelegt. Üblicherweise findet eine Gegenüberstellung der gemessenen Ergebnisse mit den Zielvorgaben aus der Budgetplanung statt. Daher sind die Anforderungen an die Ziel-Ergebnis-Analyse erfüllt.

Auf größere Abweichungen zwischen geplanten und tatsächlichen Produktionskosten wird der Benutzer im Produktionscontrolling aufmerksam gemacht und er wird daraufhin eine Abweichungsanalyse vornehmen. Üblicherweise endet die benutzer-gesteuerte Abweichungsanalyse allerdings bei einer verdichteten Information, die nicht weiter detailliert werden kann. In Einzelfällen stehen erläuternde Zusatzinformationen zur Verfügung. Insgesamt sind die Anforderungen an eine benutzergesteuerte und ausnahmetriebene Abweichungsanalyse erfüllt, die Anforderung nach einer transparenten Abweichungsanalyse aber nur teilweise gegeben.

4.1.2 Logistische Kennlinien

Mit Hilfe der logistischen Kennlinien für die Referenzprozesse der Produktion (siehe Bild 13) werden die wechselseitigen Abhängigkeiten und Beeinflussungsmöglichkeiten zwischen den logistischen Zielgrößen der Produktion graphisch und quantitativ dargestellt⁹¹. Theoretische Grundlagen für die Zusammenhänge zwischen den logistischen Zielgrößen liefert das Trichtermodell.

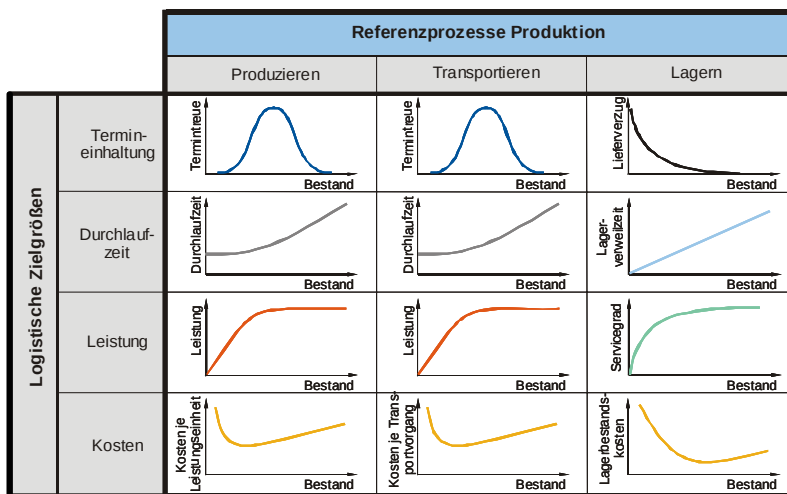


Bild 13: Logistische Kennlinien für die Referenzprozesse der Produktion⁹²

Hauptanwendungsgebiete der logistischen Kennlinien sind die engpassorientierte Logistikanalyse zur Erschließung logistischer Potentiale, das Produktionscontrolling

⁹¹ Vgl. Nyhuis 1999, S. 11ff

⁹² Vgl. Nyhuis 1999, S. 12

zur Verbesserung logistischer Zielgrößen, die Parametrierung von Funktionen in PPS-Systemen, die logistische Positionierung von Fertigungsbereichen und die Dimensionierung von Pufferbeständen und Pufferflächen im Rahmen der Fabrikplanung. Eine flexible Definition zusätzlicher Kennzahlen bzw. die flexible Anpassung der vorhandenen Kennzahlen ist im Konzept der logistischen Kennlinien nicht explizit vorgesehen. Die Anforderung nach einer flexiblen Zielfestlegung ist also nur teilweise erfüllt. Logistische Kennlinien liefern allerdings Hinweise, an welchen Arbeitsplätzen welche Zielgrößen von besonderem Interesse sind. Auf diese Weise können sie für die Definition individueller Prioritäten genutzt werden und erfüllen daher teilweise die Anforderungen nach einer individuellen Zielfestlegung. Durch die leicht verständliche und übersichtliche Darstellung der unterschiedlichen Kennzahlen in Form grafischer Kennlinien wird die Anforderung nach einer verständlichen Zielfestlegung erfüllt.

Eine Ergebnismessung erfolgt durch Verdichtung der Einzelwerte zu Kennlinien der Produktion innerhalb einer vordefinierten Periode. Die Schwerpunkte der logistischen Kennlinien befinden sich im Erkennen und Analysieren logistischer Schwachstellen und nicht in einer Führung durch Ziele. Daher ist eine Gegenüberstellung von Ergebnis und Zielvorgaben nicht explizit vorgesehen, so dass die Anforderungen nach einer aufwandsarmen, objektiven und zuverlässigen Ziel-Ergebnis-Analyse nur teilweise erfüllt sind.

Da die Analyse der logistischen Leistungsfähigkeit und das Aufzeigen der Zusammenhänge zwischen den logistischen Zielen Kernaufgaben logistischer Kennlinien sind, liegt eine Unterstützung bei der Abweichungsanalyse vor. Ausgehend von den logistischen Kennlinien kann eine Abweichung benutzergesteuert und im Durchlaufdiagramm transparent bis auf einzelne Durchlaufelemente analysiert werden. Eine Abweichung vom optimalen Betriebspunkt eines Arbeitssystems kann mit Hilfe der logistischen Kennlinien erkannt und darauf reagiert werden. Die Anforderungen an eine ausnahmegetriebene, benutzergesteuerte und transparente Abweichungsanalyse sind daher erfüllt. Allerdings liegt der Schwerpunkt logistischer Kennlinien nicht im Erheben von Kennzahlen, sondern dienen der logistischen Interpretation von Zusammenhängen und Situationen.

4.1.3 Balanced Scorecard

Der Grundgedanke der **Balanced Scorecard**⁹³ ist, dass sich der wirtschaftliche Erfolg eines Unternehmens auf Einflussfaktoren gründet, die hinter den finanziellen Zielgrößen stehen und die Zielerreichung ursächlich bestimmen. Aus diesem Grund enthält die Balanced Scorecard⁹⁴ nicht nur finanzielle Kennzahlen, sondern auch eine Reihe neuer Kennzahlen, die die zukünftigen Leistungen des Unternehmens maßgeblich beeinflussen. Zusätzlich ergänzt die Balanced Scorecard vorhandene Managementsysteme um einen systematischen Prozess zur Durchführung und Rückkopplung von Unternehmensstrategien und Managementprozessen auf Basis eines Messsystems. Sie schafft einen Rahmen, um Strategien zu vermitteln und verwendet Kennzahlen, um die Mitarbeiter über Erfolgsfaktoren für den gegenwärtigen und zukünftigen Erfolg zu informieren.

⁹³ Vgl. Kaplan 1997, Vorwort zur deutschen Ausgabe

⁹⁴ Vgl. Kaplan 1997, S. 8ff

Die Balanced Scorecard enthält dabei folgende vier Perspektiven:

1. Die **Finanzperspektive** enthält klassische finanzielle Kennzahlen, wie beispielsweise Periodengewinn, Kapitalrendite, Unternehmenswert, Umsatzwachstum oder Cashflow.
2. Die **Kundenperspektive** enthält allgemeine Ergebnismessgrößen bzgl. Kundenzufriedenheit, Kundentreue, Kundenakquisition, Kundenrentabilität sowie Gewinn- und Marktanteile in den Zielsegmenten des Unternehmens. Anwendung finden alle Kennzahlen, die ausschlaggebend dafür sind, dass die Kunden dem Unternehmen treu bleiben. Dies könnten kurze Durchlaufzeiten von Kundenaufträgen und pünktliche Lieferungen sein, aber auch die Einführung innovativer Produkte und Dienstleistungen.
3. Die **Prozessperspektive** identifiziert kritische Geschäftsprozesse, in denen die Organisation ihre Verbesserungsschwerpunkte setzen sollte. Die Kennzahlen konzentrieren sich auf diejenigen Geschäftsprozesse, welche den größten Einfluss auf die Kundenzufriedenheit und die Unternehmenszielerreichung haben. Dies können auch Innovationsprozesse oder neue Geschäftsprozesse sein, die erst noch entwickelt werden müssen.
4. Die **Lern- und Entwicklungsperspektive** berücksichtigt die Infrastruktur, die ein langfristiges Wachstum und Verbesserungen im Unternehmen sichert, wie Weiterbildung, Informationstechnologien und Informationssysteme. Allgemeine Wirkungskennzahlen, die in diesem Bereich zum Einsatz kommen, messen die Mitarbeiterzufriedenheit, die Firmentreue, Anteilnahme der Mitarbeiter an Training und Ausbildung oder spezielle Fähigkeiten in neuen Wettbewerbsfeldern.

Ausgehend von der Lern- und Entwicklungsperspektive werden Ursache-Wirkzusammenhänge zur Prozessperspektive und von dort zur Kundenperspektive und weiter zur Finanzperspektive unterstellt.

Da mit einer Balanced Scorecard ein Unternehmen oder ein eigenständiger Unternehmensbereich geführt wird, beschränkt sich ihre Anwendung meist auf die oberen Unternehmensebenen. Daher gelten für sie die gleichen Einschränkungen bezüglich Verständlichkeit der Zielfestlegung, wie für das Produktionscontrolling. Da nur konzeptionelle Vorgaben für die Steuerungskennzahlen einer Balanced Scorecard gemacht werden, ist eine flexible, individuelle Zielfestlegung im Rahmen eines kreativen Diskussionsprozesses zwar möglich, es gibt aber keine ausreichende Unterstützung in diesem Bereich⁹⁵, so dass diese Anforderungen als teilweise erfüllt bewertet werden.

Da die konzeptionellen Schwerpunkte der Balanced Scorecard in der Festlegung von unterschiedlichen Perspektiven auf die Erfolgsfaktoren eines Unternehmens oder eines Unternehmensbereichs und nicht in einer objektiven, zuverlässigen und aufwandsarmen Ergebnismessung liegen, können die Anforderungen aus Sicht der Ziel-Ergebnis-Analyse nur teilweise erfüllt werden.

Im Konzept der Balanced Scorecard ist nicht beschrieben, wie bei Abweichungen zwischen Zielvorgaben und Ergebnissen verfahren werden soll. Die Zusammenhänge zwischen den Perspektiven geben zwar einen Anhaltspunkt, wie der Benutzer bei der Ursachenanalyse vorgehen sollte, die Anforderungen nach einer transparenten,

⁹⁵ Vgl. Bullinger 2003, S. 481ff

benutzergesteuerten, ausnahmegetriebenen Abweichungsanalyse erfüllt das Konzept der Balanced Scorecard allerdings nicht.

4.1.4 Betriebliche Navigation

Die im Rahmen der Fraktalen Fabrik eingesetzten Methoden und Instrumente zur Führung werden unter dem Begriff der betrieblichen Navigation zusammengefasst⁹⁶. Dabei werden Logistik-, Qualitäts- und Kostenziele im Wertschöpfungsprozess betrachtet⁹⁷. Zur Führung der Fraktale⁹⁸ wird, wie im Rahmen dieser Arbeit, das Führungsmodell „Führung durch Ziele“ empfohlen⁹⁹. Eigenschaften der betrieblichen Navigation sind Team-, Prozess- und Zielorientierung, Ergebnissrückführung und Visualisierung¹⁰⁰.

Ein inhaltlicher Schwerpunkt der betrieblichen Navigation ist das individuelle Zielsystem für jedes Fraktal, das als Menge unterschiedlich gewichteter Ziele vorliegt und aus dem Navigationsvektor besteht, der als Navigationspolygraph grafisch dargestellt wird (siehe Bild 14).

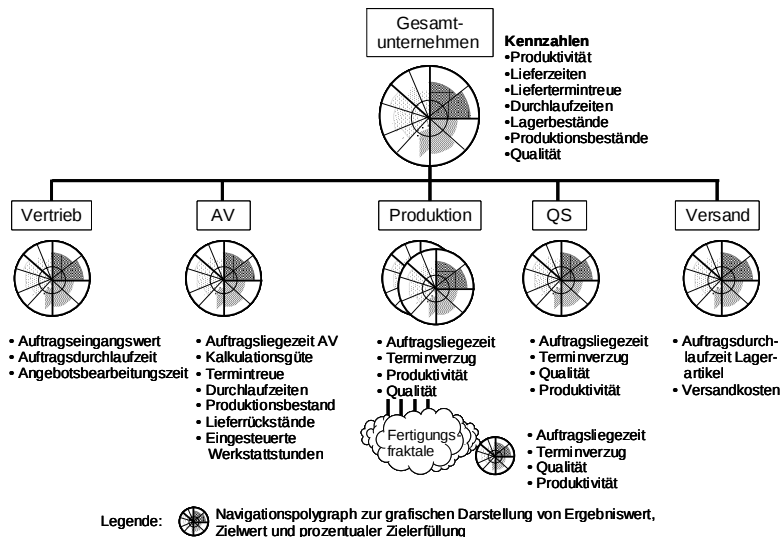


Bild 14: Beispielhaftes Zielsystem¹⁰¹

⁹⁶ Vgl. Warnecke 1993a, S. 187ff

⁹⁷ Vgl. Kirchhoff 1994, S. 152ff

⁹⁸ Als Fraktal wird nach Warnecke 1993a, S. 152 eine selbstständig agierende Unternehmenseinheit bezeichnet, deren Ziele und Leistungen eindeutig beschreibbar sind. Fraktale können ganze Unternehmensbereiche oder Teile davon sein.

⁹⁹ Vgl. Warnecke 1993b, S. 102

¹⁰⁰ Vgl. Bullinger 1996, S. 956

¹⁰¹ Vgl. Köhler 1997, S. 203

Der Navigationsvektor besteht aus den Zielgrößen des Fraktals, die zu Zielbereichen zusammengefasst und durch Kennzahlen quantifiziert werden. Für jede Zielgröße und Periode wird eine Zielvorgabe definiert, die dem gemessenen Ergebnis gegenübergestellt wird. Die Zielgrößen sind derart zu formulieren, dass diese durch das Fraktal direkt beeinflussbar sind¹⁰². Die Zusammenhänge zwischen den Zielen im Navigationsvektor lassen sich im Allgemeinen nicht durch mathematische Beziehungen beschreiben.

Ein inhaltlicher Schwerpunkt der betrieblichen Navigation ist die Visualisierung der Navigationsvektoren in Form des Navigationspolygraphen, der die Zielvorgaben, Zielprioritäten und erreichten Ergebnisse je Zielgröße grafisch darstellt. Auf Basis dieser visuellen Rückkopplung der Zielerreichung kann eine Ursachenermittlung bei Abweichungen erfolgen und Verbesserungen eingeleitet werden. Die Zielgrößen werden dabei nicht nur als Kontrollsystem, sondern auch als Instrument zur Selbstoptimierung eingesetzt.

Das Konzept der betrieblichen Navigation geht davon aus, dass ausgehend von den Unternehmenszielen bis zu den individuellen Zielen der Fraktale, ein durchgängiges und dynamisch veränderbares Zielsystem durch einen Mechanismus der Zielvererbung aufgebaut ist. Die standardisierte Darstellung im Navigationspolygraphen und die Verwendung produktionsnaher Kennzahlen als Zielgrößen fördert die Verständlichkeit für die Ziele. Daher deckt die betriebliche Navigation die Anforderungen nach einer flexiblen, individuellen und verständlichen Zielfestlegung ab.

Die im Rahmen der betrieblichen Navigation implementierten unterstützenden Werkzeuge betonen die organisatorische Einbettung der Führung und nicht die Anforderungen aus Sicht der Ziel-Ergebnis-Analyse, die somit nur teilweise erfüllt sind.

Der Navigationspolygraph visualisiert signifikante Abweichungen. Von diesen kann in detailliertere Auswertungen verzweigt werden. Eine benutzergesteuerte Abweichungsanalyse ist aber nicht vorgesehen. Die Anforderung nach einer ausnahmegetriebenen Abweichungsanalyse ist somit erfüllt, während die Anforderung nach einer benutzergesteuerten Abweichungsanalyse nur teilweise und die Anforderung nach einer transparenten Abweichungsanalyse nicht erfüllt sind.

¹⁰² Vgl. Bullinger 1996, S. 954

4.2 Informationssysteme zur Führung

Das betriebliche Umfeld unterscheidet zwischen analytischen und operativen Informationssystemen¹⁰³. Managementinformationssysteme (MIS-Systeme), Entscheidungsunterstützungssysteme (EIS-Systeme) und Führungsinformationssysteme (FIS-Systeme) sind **analytische Informationssysteme**. Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme (PPS-Systeme), Fertigungsleitstände (FLS-, bzw. MES-Systeme) und Betriebsdatenerfassungssysteme (BDE-Systeme)¹⁰⁴ sind **operative Informationssysteme**. Die Datenbasis der operativen Informationssysteme wird als operative Datenbasis, die der analytischen Informationssysteme als analytische Datenbasis, bezeichnet. Bei der Untersuchung des Standes der Technik werden sowohl operative, als auch analytische Informationssysteme betrachtet.

4.2.1 Führungsinformationssysteme

Entscheidungsunterstützungssysteme (EUS) und Führungsinformationssysteme (FIS) sind unter dem Oberbegriff Managementinformationssysteme¹⁰⁵ (MIS) zusammengefasst. Managementinformationssysteme (siehe Bild 15) gehören zum Bereich der analytischen Informationssysteme.

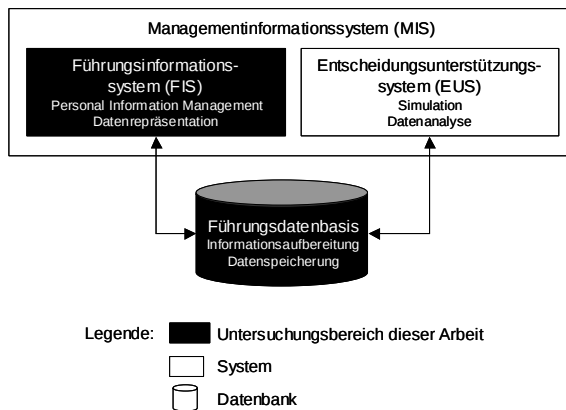


Bild 15: Managementinformationssystem

Der Aufgabenschwerpunkt von **Entscheidungsunterstützungssystemen** liegt in den Bereichen der Simulation und Datenanalyse. Daher sind diese bereichsspezifischen Systeme für Experten geeignet, die über ein hohes Maß an DV-Kenntnissen und Wissen über den sinnvollen Einsatz der bereitgestellten Methoden verfügen¹⁰⁶.

¹⁰³ Vgl. Chamoni 1998, S. 11

¹⁰⁴ Als CaX-Systeme werden z.B. CAD- oder CAP-Systeme bezeichnet.

¹⁰⁵ Vgl. Gronau 1994, S. 28ff, Managementinformationssysteme werden auch als Management Support Systeme bezeichnet, vgl. dazu Gluchowski 1997, S. 3

¹⁰⁶ Vgl. Behme 1993, S. 13

Entscheidungsunterstützungssysteme werden daher als problemlösungsorientiert bezeichnet¹⁰⁷.

Führungsinformationssysteme¹⁰⁸ (FIS) sind DV-gestützte Informationssysteme zur Unterstützung von Führungskräften bei der Wahrnehmung ihrer Führungsaufgaben¹⁰⁹. Führungsinformationssysteme werden auch als Chefinformationssystem¹¹⁰ (CIS) oder Executive Information System¹¹¹ (EIS) bezeichnet. Durch die Dezentralisierung von Verantwortung hat sich der Benutzerkreis von Führungsinformationssystemen über das Management hinaus auf alle planenden, steuernden und kontrollierenden Stellen in allen Ebenen im Unternehmen erweitert¹¹². Die zur Visualisierung und Überwachung eingesetzten Instrumente werden auch als Dashboard bezeichnet¹¹³. Die Aufgabenschwerpunkte von Führungsinformationssystemen liegen in den Bereichen der individuellen Informationsaufbereitung und Informationspräsentation, die es dem Benutzer gestatten, sich seine individuellen Informationen zu organisieren und zu verwalten¹¹⁴. Führungsinformationssysteme sind präsentationsorientiert¹¹⁵, zeichnen sich durch eine leicht bedienbare grafische Benutzeroberfläche aus¹¹⁶ und werden zur Reduktion der Informationsmenge und Komplexität eingesetzt, lassen aber auch genauere Datenanalysen zu. Das Ziel eines Führungsinformationssystems ist es, die Entscheidungsqualität auf allen Unternehmensebenen zu verbessern¹¹⁷, auch in den Fachbereichen¹¹⁸. Ein Führungsinformationssystem ist entscheidungsunterstützend, benutzerfreundlich, flexibel, modular, offen und besitzt Zusatzfunktionalitäten, wie z.B. Auswertungen, eine Wiedervorlage durch Terminsteuerung oder die DV-technische Weiterleitung von Informationen durch elektronische Post¹¹⁹. Es gliedert sich in die Benutzerschnittstellenschicht, die Applikationsschicht, die Verbindungsschicht, die Datenhaltungsschicht und die Kommunikationsschicht (siehe Bild 16).

Die **Aufgaben** eines Führungsinformationssystems liegen in den Bereichen Frühwarnsystem, Monitoring, Diagnose und simulative Analysen. Zur Erledigung dieser Aufgaben wird auf ein Benutzermodell, Informationen zum Führungsprozess und bereitgestellte Methoden zurückgegriffen. Das Frühwarnsystem (Early Warning) besteht aus den Funktionsbestandteilen Monitoring und Scanning. Das Scanning ist ein dem Monitoring vorgelagerter Prozess, der schon bei ersten Anzeichen einer möglichen Abweichung bzw. Störung den Benutzer darauf aufmerksam macht. Beim Monitoring werden ausgewählte Kennzahlen und ihr momentaner Abweichungsgrad

¹⁰⁷ Vgl. Bullinger 1993, S. 35

¹⁰⁸ Vgl. Behme 1993, S. 13 ff.

¹⁰⁹ Vgl. Groffmann 1992, S. 23, Grimm 1995, S. 18

¹¹⁰ Vgl. Bullinger 1991, S. 7

¹¹¹ Vgl. Bullinger 1992 S. 6, Schmidhäusler 1990, S. 118

¹¹² Vgl. Rieger 1997, S. 8

¹¹³ Vgl. Aldinger 2005, S.13f

¹¹⁴ Vgl. Klotz 1994, S. 33

¹¹⁵ Vgl. Bullinger 1993, S. 35

¹¹⁶ Vgl. Behme 1993, S. 13

¹¹⁷ Vgl. Fritz 1993, S. 330

¹¹⁸ Vgl. Chamonì 1998, S. 8

¹¹⁹ Vgl. Krallmann 1992, S. 23 und S. 148

von einem Zielkorridor mit Hilfe unterschiedlicher Farben visualisiert. Die Ursachen für Abweichungen können jedoch durch die Beobachtung der Kennzahlen und ihres dynamischen Verhaltens nicht festgestellt werden. Aus diesem Grund wird häufig ein Erklärungsmodell integriert, mit dem eine rechnerunterstützte Diagnose zur Bestimmung der Ursachen möglich ist.

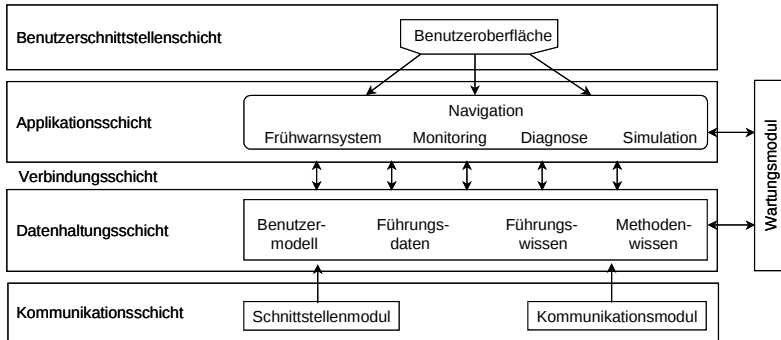


Bild 16: Architektur eines Führungsinformationssystems¹²⁰

Ein Führungsinformationssystem muss ein individuelles Aufbereiten der Einzelwerte durch den Bediener erlauben, da sich der Informationsbedarf nicht im Voraus ermitteln lässt. Daher müssen neben der periodischen Generierung vorgefertigter Auswertungen Möglichkeiten zur fallspezifischen Informationsaufbereitung vorhanden sein¹²¹.

Dazu verwendete Methoden beinhalten Verfahren, Techniken bzw. Modelle um

- signifikante Abweichungen aufzufinden (sog. „Exception Reporting“),
- Analysen durch Abrufen von Details und Hintergrundinformationen durchzuführen (sog. „Drill-Down-Analyse“),
- das frühzeitige Erkennen von Entwicklungstrends zu fördern,
- Prognose- und Analyserechnungen zu ermöglichen.

Die Anforderung nach einer flexiblen, individuellen und verständlichen Zielfestlegung ist bei einem Führungsinformationssystem eng mit der verwendeten Führungsdatenbasis verknüpft. Da ein Führungsinformationssystem in der Regel nicht über eine eigene, flexible, individualisierbare und selbsterklärende Führungsdatenbasis verfügt, können die Anforderungen nach einer flexiblen, individuellen und verständlichen Zielfestlegung nur als teilweise erfüllt betrachtet werden.

Der funktionale Schwerpunkt eines Führungsinformationssystems liegt in der Entscheidungsunterstützung durch individuelle Informationsaufbereitung und Informationspräsentation. Daher liegt die Stärke eines Führungsinformationssystems in der aufwandsarmen Erzeugung und Visualisierung von Führungsinformationen, so dass die Anforderung nach einer aufwandsarmen Ziel-Ergebnis-Analyse als erfüllt

¹²⁰ Vgl. Gronau 1994, S. 128

¹²¹ Vgl. Bullinger 1993, S. 91f

betrachtet werden kann. Die Anforderung nach einer objektiven und zuverlässigen Ergebnismessung und Gegenüberstellung mit den festgelegten Zielvorgaben ist allerdings nur bei einer eigenen Führungsdatenbasis gewährleistet. Daher wird die Anforderung nach einer objektiven und zuverlässigen Ziel-Ergebnis-Analyse nur als teilweise erfüllt betrachtet.

Eine ausnahmegetriebene und benutzergesteuerte Analyse ist Kernbestandteil eines Führungsinformationssystems und daher sind die Anforderungen nach einer ausnahmegetriebenen und benutzergesteuerten Abweichungsanalyse erfüllt. Die Bedeutung der analysierten Einzelwerte ist meist nur bei einer eigenen Führungsdatenbasis klar, weshalb die Anforderung nach einer transparenten Abweichungsanalyse nur teilweise erfüllt ist.

4.2.2 PPS-Controlling

Häufig werden Produktionscontrollingfunktionalitäten, die in Fertigungsleiststände¹²² oder Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme¹²³ integriert sind, als **PPS-Controlling** bezeichnet¹²⁴. DV-technische Systeme, die Rückmeldungen aus der Produktion mit Hilfe von Produktionscontrollingkennzahlen periodisch aufbereiten, fortschreiben und in grafischer Form darstellen, werden als **Monitorsystem** zum Produktionscontrolling bezeichnet¹²⁵ (siehe Bild 17).

Eingaben	Monitorsystem	Anwendung						
Zielvorgaben • Durchlaufzeit • Termintreue •	Datenkonvertierung und Kennzahlberechnung	Berichterstattung						
Basisdaten • Arbeitssystemdaten •	Graphische Aufbereitung und Darstellung	Ursachenermittlung • hohe Bestände • stark streuende Arbeitsinhalte •						
Ablaufdaten • Rückmeldetermine •	Visualisierungen <table> <tr> <td>Kennzahlen- tabellen</td><td>Durchlauf- diagramme</td><td>Ver- teilungen</td></tr> <tr> <td>Zeitreihen</td><td>Betriebs- kennlinien</td><td>ABC- Analysen</td></tr> </table>	Kennzahlen- tabellen	Durchlauf- diagramme	Ver- teilungen	Zeitreihen	Betriebs- kennlinien	ABC- Analysen	Maßnahmenableitung • Freigabesteuerung • Losgrößenanpassung •
Kennzahlen- tabellen	Durchlauf- diagramme	Ver- teilungen						
Zeitreihen	Betriebs- kennlinien	ABC- Analysen						

Bild 17: Monitorsystem zum Produktionscontrolling¹²⁶

Dabei werden die geplanten und tatsächlichen Produktionsabläufe auf unterschiedlichen Verdichtungsstufen gegenübergestellt und Verbesserungspotentiale anhand theoretischer Modellzusammenhänge aufgezeigt. Das Ziel des Monitorsystems ist die Überprüfung des erzeugten Termin- und Belegungsplans hinsichtlich

¹²² Vgl. dazu Krämer 1991, S.18, Dechange 1994, S.44

¹²³ Nach Luczak 1997, S. 11 enthalten etwa die Hälfte aller Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme ein PPS-Controlling.

¹²⁴ Vgl. Luczak 1996, S. 420, Much 1995, S. 208

¹²⁵ Vgl. Wiendahl H.-P. 1996b, S. 18-43ff

¹²⁶ Vgl. Wiendahl H.-P. 1996b, S. 18-45

Zielerreichungsgrad und ggf. Anpassung der Produktionsplanung und -steuerung. Die Überprüfung erfolgt über einen Soll-Ist-Vergleich, der die Prozessgüte beurteilt.

Die im PPS-Controlling verwendeten Kennzahlen sind vorwiegend Zielgrößen der Werkstattsteuerung und Materialdisposition¹²⁷. Der Detaillierungsgrad der Kennzahlen lässt sowohl eine aggregierte als auch eine Detailbetrachtung zu, da die Kennzahlen in einer mehrstufigen Hierarchie angeordnet sind, in denen sich mögliche Ursachen-Wirkungs-Ketten widerspiegeln¹²⁸.

Der kennzahlenbasierten Analyse liegt eine zweistufige Vorgehensweise zugrunde¹²⁹.

- Die Vorverarbeitung schreibt Kennzahlen-Zeitreihen periodisch anhand der Rückmeldungen aus der Produktion fort und bereitet sie statistisch auf.
- Die Diagnoseerstellung deckt die Schwachstellen in der Produktion auf. Bei Zielabweichungen wird die zeitliche Entwicklung einer oder mehrerer Kennzahlen untersucht und mit Referenzmustern für typische Situationen verglichen. Bei einer Übereinstimmung wird angenommen, dass die Ursache für die Zielabweichung ermittelt werden konnte.

Das PPS-Controlling hat das Ziel, durch die Abbildung von Zusammenhängen innerhalb von Produktionscontrollingkennzahlen eine rechnergestützte Diagnose von Schwachstellen in der Produktion zu ermöglichen. Um eine Abweichungsanalyse zu unterstützen, haben viele Instrumente zum PPS-Controlling ihren Schwerpunkt in der Abbildung von Ursache-Wirkungsbeziehungen¹³⁰, Symptom-Schwachstellen-Maßnahmen-Beziehungen¹³¹ oder Abhängigkeitsnetzen zwischen Kennzahlen¹³². Der Mensch wird dabei durch entsprechende Methoden¹³³ zur Eindämmung der Datenflut unterstützt.

Neueste Ansätze im PPS-Controlling unterstützen die situative Anpassung der PPS-Konfiguration durch ein permanentes Gestaltungsmonitoring in drei Ebenen¹³⁴. Die Anpassung der Zielwerte und Neuparametrierung der Methoden findet in der Parametrierungsebene statt. Die Veränderung der Gestaltungs- und Methodenmerkmale und der Austausch einzelner Methoden vollziehen sich in der darüber liegenden Grundkonfigurationsebene. Auf grundlegende Veränderungen, wie eine neue logistische Ausrichtung bzw. eine veränderte Zielgewichtung, muss über die oberste Strategie- bzw. Zielebene reagiert werden.

Das PPS-Controlling ist zur permanenten Überprüfung der Leistungsfähigkeit und situativen Neugestaltung der Produktionsplanung und -steuerung und nicht zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten konzipiert. Daher können Ziele zwar flexibel, aber nicht unbedingt individuell und verständlich für eine Leistungseinheit definiert werden. Somit sind die Anforderungen an eine flexible Zielfestlegung erfüllt,

¹²⁷ Vgl. Luczak 1997, S. 10

¹²⁸ Vgl. Müller-Wünsch 1990, S.46

¹²⁹ Vgl. Hildebrandt 1992a, S.3

¹³⁰ Vgl. Reichmann 1993, S. 17, Hildebrand 1992b, S. 41

¹³¹ Vgl. Rohrbacher 1995, S. 67

¹³² Vgl. Bieri 1995, S. 43ff

¹³³ Wie z.B. durch die Methode des „Information By Exception“ (vgl. Mertens 1993, S. 7 und S. 60ff)

¹³⁴ Vgl. Wiendahl H.-H. 2005, S.4

die Anforderungen an eine individuelle und transparente Zielfestlegung für eine Leistungseinheit aber nur teilweise gegeben.

Beim PPS-Controlling werden Kennzahlen durch Verdichtung von Einzelwerten aus den operativen Datenbasen erzeugt und Abweichungen in einem Soll-Ist-Vergleich automatisch festgestellt. Daher kann von einer objektiven und aufwandsarmen Ziel-Ergebnis-Analyse ausgegangen werden. Da aber keine eigenständige Datenbasis vorhanden ist und sich die operative Datenbasis ständig verändert, ist die Anforderung nach einer zuverlässigen Ergebnismessung und somit Ziel-Ergebnis-Analyse nur teilweise erfüllt.

Im Produktionscontrolling werden durch die abgebildeten Zusammenhänge und eingesetzten Methoden bei Soll-Ist-Abweichungen eine ausnahmegetriebene, benutzergesteuerte und transparente Abweichungsanalyse unterstützt. Somit sind die Anforderungen an die Abweichungsanalyse erfüllt.

4.2.3 Führungsdatenbasis

Führungsinformationssysteme stützen sich auf eine Datenbasis¹³⁵ mit entscheidungsrelevanten Informationen, die im Rahmen dieser Arbeit als **Führungsdatenbasis** bezeichnet wird. Führungsdatenbasen werden auch als **Business Information Warehouse** oder **Data Warehouse**¹³⁶ bezeichnet. In der Führungsdatenbasis werden entscheidungsrelevante Informationen in einer vereinheitlichten, für den Benutzer verständlichen Form gesammelt. Welche Daten als entscheidungsrelevant einzustufen sind, wird allein durch die notwendigen Führungsinformationen und die Benutzer festgelegt.

Eine Führungsdatenbasis zentralisiert Einzelwerte aus unterschiedlichen Quellen und zu semantisch verwandten Objekten und ermöglicht eine individuelle Informationsaufbereitung über Verdichtung und Filterung¹³⁷. Während früher direkt auf operative Datenbasen zugegriffen wurde, entstehen mittlerweile Datenkopien zu Auswertungszwecken¹³⁸. Über Schnittstellen werden periodisch entscheidungsrelevante Daten aus den operativen in die analytischen Datenbasen extrahiert und in eine für Auswertungszwecke günstigere Form gebracht. Die Strukturen der operativen Datenbasen sind in der Regel an den Bedürfnissen der darauf aufbauenden operativen Informationssysteme orientiert, so dass die Benutzer oftmals aus Unkenntnis über die Bedeutung und Zusammenhänge der Daten an der Definition sinnvoller Abfragen scheitern¹³⁹. Zusätzlich ist die beim Direktzugriff fehlende integrierte, konsistente Datenbasis problematisch¹⁴⁰.

¹³⁵ Eine Datenbasis ist die zentrale bis verteilte Datenhaltung unter Nutzung produkt-eigener oder fremder Datenhaltungskomponenten (vgl. Bullinger 1993, S. 113)

¹³⁶ Ein Data Warehouse ist, nach Geitner 1997, S. 145, eine Datenbasis, mit deren Hilfe eine Entscheidungsunterstützung im Echtzeitbetrieb durch vorselektierte, vorverdichtete und mehrdimensionale Auswertungen über beliebige Daten des Unternehmens möglich ist. Zum Begriff des Data Warehouse siehe auch Inmon 1992 und Hannig 1996.

¹³⁷ Vgl. Rieger 1990a, S. 106

¹³⁸ Vgl. Rohrbacher 1995, S. 8

¹³⁹ Vgl. Abschnitt 3.2.3

¹⁴⁰ Vgl. Post 1996, S. 67

Die Merkmale einer Führungsdatenbasis sind Themenorientierung, Vereinheitlichung, Zeitorientierung und Beständigkeit¹⁴¹. Die Informationen werden in Bezug auf Namensgebung, Kodierung etc. vereinheitlicht. Außerdem liegt eine auf den Zeitpunkt der letzten Datenübernahme bezogene Persistenz vor, wodurch sichergestellt wird, dass sich die Daten bis zur nächsten Aktualisierung der Datenbasis nicht verändern. Die Daten sind zeitpunkt- oder zeitraumabhängig, so dass sie diesem eindeutig zugeordnet werden können.

Damit ein Benutzer die Daten innerhalb einer Führungsdatenbasis selbst analysieren kann, muss er wissen, welche Daten ihm zur Verfügung stehen. Dazu benötigt er einen Katalog, der die Datenbeschreibungen in einer für ihn verständlichen Terminologie enthält. Aus diesem Grund werden auch Struktur, inhaltliche Bedeutung und die Zusammenhänge der auszuwertenden Daten, die sogenannten **Metadaten**¹⁴², in der Führungsdatenbasis in Form eines Datenmodells gespeichert¹⁴³. Das Datenmodell ist das strukturierte Abbild der Daten einschließlich der zwischen ihnen bestehenden Beziehungen¹⁴⁴.

Führungsdatenbasen werden speziell im Vertriebs- und Finanzbereich, beispielsweise für Marktanalysen eingesetzt. Die Literatur erwähnt aber bisher keine Führungsdatenbasis, die zur Festlegung und Überprüfung der Ziele teilautonomer Leistungseinheiten geeignet ist. Daher sind die Anforderungen an eine flexible, individuelle und verständliche Zielfestlegung durch eine Führungsdatenbasis nur teilweise erfüllt.

Eine Ergebnismessung kann mit Hilfe der Datenaufbereitungsmethoden einer Führungsdatenbasis aufwandsarm und objektiv realisiert werden. Daher sind die Anforderungen nach einer aufwandsarmen und objektiven Ziel-Ergebnis-Analyse bei einer Führungsdatenbasis erfüllt. Da die Einzelwerte nur zu definierten Zeitpunkten in die Führungsdatenbasis eingelesen werden, ist auch die Anforderung nach einer zuverlässigen Ziel-Ergebnis-Analyse erfüllt. Die Anforderung nach einer ausnahmegetriebenen Abweichungsanalyse ist allerdings nicht erfüllt, da keine speziellen Methoden zu ihrer Unterstützung innerhalb einer Führungsdatenbasis existieren.

Eine benutzergesteuerte Abweichungsanalyse kann durch Anwendung der in einer Führungsdatenbasis bereitgestellten Datenanalysemethoden erreicht werden. Daher wird die Anforderung nach einer benutzergesteuerten Abweichungsanalyse teilweise erfüllt.

Transparenz in der Abweichungsanalyse kann durch die Nutzung der Metadaten einer Führungsdatenbasis erreicht werden, wodurch die Anforderung nach einer transparenten Abweichungsanalyse erfüllt wird.

¹⁴¹ Vgl. Chamoni 1998, S. 13f

¹⁴² Metadaten sind Daten zur Beschreibung von Daten.

¹⁴³ Vgl. Behme 1996, S. 17f

¹⁴⁴ Vgl. Maier 1998, S. 130

4.3 Zusammenfassende Bewertung

Bild 18 stellt die Bewertungen der im Stand der Technik erwähnten Ansätze aus Kapitel 4 gemäß der in Kapitel 3 aufgeführten Anforderungen nochmals in einer Übersicht zusammen.

Anforderungen Ansätze		Zielfestlegung			Ziel-Erg.-Analyse			Abweich.-Analyse		
		Flexible Zielfestlegung	Individuelle Zielfestlegung	Verständliche Zielfestlegung	Aufwandsame Ziel-Erg.-Analyse	Objektive Ziel-Erg.-Analyse	Zuverlässige Ziel-Erg.-Analyse	Ausnahmegestrebene Abweichungsanalyse	Benutzergesteuerte Abweichungsanalyse	Transparente Abweichungsanalyse
Führungsinformation	4.1.1. Kostenorient. Produktionscontr.									
	4.1.2. Logistische Kennlinien									
	4.1.3. Balanced Scorecard									
	4.1.4. Betriebliche Navigation									
Informationssysteme	4.2.1. Führungsinformationssystem									
	4.2.2. Logistisches PPS-Controlling									
	4.2.3. Führungsdatenbasis									
Legende:			erfüllt		teilweise erfüllt		nicht erfüllt			

Bild 18: Bewertung des Standes der Technik

Keiner der im Stand der Technik aufgeführten Ansätze kann für sich alleine alle Anforderungen gleichermaßen erfüllen. So liegen die Stärken des Produktionscontrollings und der Führungsdatenbasis im Bereich der Ziel-Ergebnis-Analyse, wohingegen die Stärken der Betrieblichen Navigation in der Vorgehensweise zur Zielfestlegung liegen. Die Anforderungen im Bereich der Abweichungsanalyse werden am besten durch logistische Kennlinien sowie das PPS-Controlling erfüllt. Somit ergibt sich durch Kombination der untersuchten Konzepte eine Lösung, die den gestellten Anforderungen genügt. Dieser Lösungsansatz wird nun im nachfolgenden Kapitel skizziert.

5 Lösungsansatz

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Führungsinstrument zu konzipieren, das die Führung teilautonomer Leistungseinheiten in der Produktion durch Ziele unter Berücksichtigung der gestiegenen Anforderungen unterstützt. Die Anwendbarkeit des Führungsinstruments ist auf Leistungseinheiten mit Serienfertigung in der Stückgüterindustrie eingeschränkt. Ausgangspunkt für die Herleitung der **Lösungselemente** und **wissenschaftlich technischen Grundlagen** sind daher die Anforderungen an das Führungsinstrument aus den drei Ablaufschritten des Führungsregelkreises.

Da im Rahmen der **Zielfestlegung** definierte Ziele der teilautonomen Leistungseinheiten nicht mehr über längere Zeiträume konstant sind, müssen die Zielgrößen und Zielvorgaben flexibel festgelegt werden können. Um dies zu gewährleisten, ist ein modellbasiertes Vorgehen unter Verwendung der **multidimensionalen Datenmodellierung** bei der Definition der Zielgrößen unumgänglich.

Neben den funktionalen Bestandteilen des Führungsinstruments muss auch seine **Führungsdatenbasis** betrachtet werden. Die Führungsdatenbasis wird durch ein Datenmodell beschrieben, das die auszuwertenden Datenräume, als auch die für die Verdichtung notwendigen Dimensionen, enthält¹⁴⁵. Die konkreten Inhalte dieser Datenräume und Dimensionen sind die sog. **Basisdaten**.

Bei der Zielfestlegung ist zusätzlich eine hohe Flexibilität notwendig. Neue Zielgrößen erfordern teilweise auch neue Daten. Flexibilität wird dadurch erreicht, dass es dem Benutzer möglich ist, durch individuelle Anpassung des Datenmodells eine Anpassung in den auswertbaren Basisdaten herbeizuführen. Dazu müssen die Strukturen der Basisdaten durch **Metadaten**¹⁴⁶ beschrieben sein. Durch Veränderungen in den Metadaten werden Anpassungen in den Strukturen vorgenommen. Auf diese Weise werden Anpassungen einfach und nachvollziehbar möglich. Durch die grafische Präsentation der Metadaten in Form eines semantischen Datenmodells wird zusätzlich ein Verständnis für die Basisdaten beim Benutzer und Transparenz im Hinblick auf den Informationsbedarf ermöglicht¹⁴⁷. Da es sich bei den zu modellierenden Basisdaten um eine multidimensionale Datenbasis handelt, müssen **multidimensionale Modellierungsmethoden**¹⁴⁸ verwendet werden, die weitere wissenschaftlich-technische Grundlagen des Lösungsansatzes darstellen.

Um eine Akzeptanz für die Führung durch Ziele zu erreichen, müssen die Zielgrößen für die Mitarbeiter der Leistungseinheit verständlich sein. Daher sollten im Produktionsumfeld gebräuchliche **Kennzahlen** als Vorlagen für die Berechnungsvorschriften der Zielgrößen verwendet werden, die für einen Mitarbeiter in der Produktion nachvollziehbar sind. Hierfür eignen sich speziell nicht-monetäre Produktionscontrollingkennzahlen. Die zugehörigen Kennzahlensysteme, die Beziehungen zwischen den Kennzahlen abbilden, unterstützen die transparente Ursachenanalyse im Rahmen der Abweichungsanalyse.

¹⁴⁵ Vgl. Burr 1994, S.261ff

¹⁴⁶ Die strukturelle, einheitliche, übersichtliche und verständliche Beschreibung der Basisdaten wird als Metadaten bezeichnet.

¹⁴⁷ Vgl. Kern 1993, S. 162

¹⁴⁸ Siehe Abschnitt 6.1.2

Die **Ziel-Ergebnis-Analyse** muss aus Gründen der Wirtschaftlichkeit aufwandsarm und wegen der Akzeptanz des Führungsmodells objektiv und zuverlässig sein. Da die Komplexität der Ziel-Ergebnis-Analyse bei umfangreichen Datenmengen und vielen Leistungseinheiten stark ansteigt, ist diese nur noch mit spezialisierten Werkzeugen wirtschaftlich möglich. Daher kommen nur leistungsfähige **Methoden zur Analyse multidimensionaler Datenbasen** in Frage, die eine aufwandsarme, objektive und zuverlässige Ziel-Ergebnis-Analyse und eine Ursachenerforschung bei signifikanten Abweichungen ermöglichen.

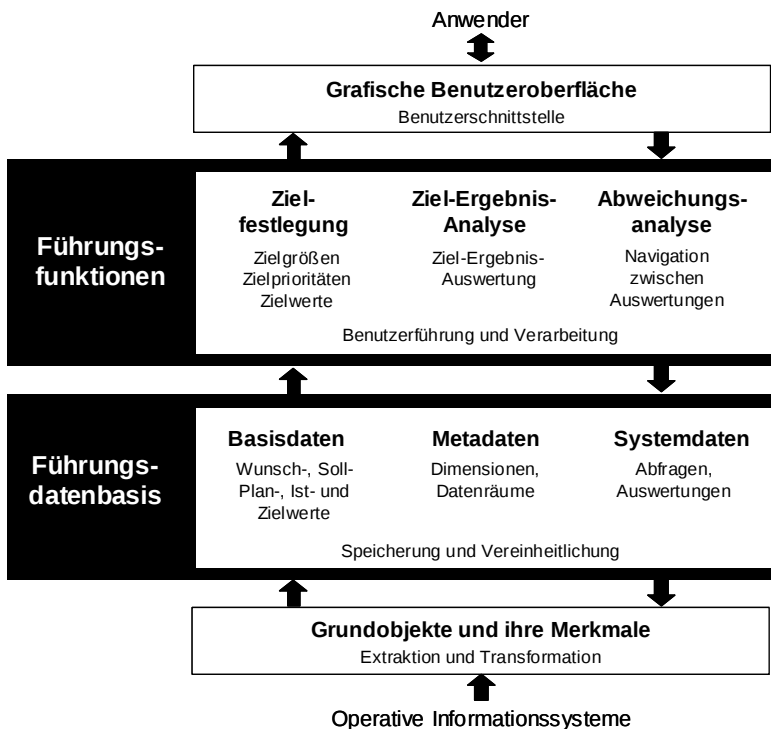


Bild 19: Aufbau des Führungsinstruments

Um eine DV-gestützte Messung der Zielerreichung zu erlauben, darf die Zielgrößendefinition nur **Datenraumvariablen** enthalten, deren Werte auch DV-technisch verfügbar sind. Ist dies nicht der Fall, kann keine DV-gestützte Ergebnismessung für die Zielgrößen erfolgen. Als Datenraumvariablen kommen insbesondere Merkmale der **Grundobjekte** der Planung und Steuerung in der Produktion in Betracht. Die konkreten Werte für diese Datenraumvariablen werden auf Basis der Rückmeldungen aus der Ausführungsebene bzw. auf Basis der Produktionsplanung- und -steuerung

aus der Planungsebene geliefert. Bei den Datenraumvariablen werden Wunsch-, Soll-, Plan-, Ist- und Zielwerte unterschieden¹⁴⁹.

Um in der Ziel-Ergebnis-Analyse den Ergebniswerten die zugehörigen Zielwerte gegenüberstellen zu können, müssen Zielvorgaben in Form von Zielwerten für die nächsten Führungsperioden und teilautonomen Leistungseinheiten festgelegt sein. Aus Gründen der Verständlichkeit muss die Ergebnismessung, d.h. die Berechnungsgrundlagen und die Bedeutung der in die Berechnung eingehenden Einzelwerte, nachvollziehbar sein. Definitionen der Zielgrößen-Berechnungsformeln erfolgen flexibel und individuell unter Verwendung der Metadaten, so dass diese konsistent, messbar und eindeutig abgebildet in Bezug auf die vorhandenen Basisdaten abgebildet werden.

Die Ziel-Ergebnis-Auswertungen und weitere benutzerspezifische Auswertungen und ihre Abfragen sind in der Führungsdatenbasis als **Systemdaten** abgelegt.

Um eine aufwandsarme Ziel-Ergebnis-Analyse zu gewährleisten, müssen die gemessenen Ergebnisse für jede Leistungseinheit nach jeder Führungsperiode den gesetzten Zielvorgaben gegenübergestellt werden. Dabei dürfen in die Messung der Zielerreichung für eine Leistungseinheit in einer Führungsperiode nur diejenigen Basisdaten eingehen, die mit dem aktuellen Führungsintervall und der Leistungseinheit in Beziehung stehen. Die zur Beurteilung einer Leistungseinheit verwendeten Basisdaten werden also gefiltert und aggregiert. Um diese Filterung und Aggregation auszuführen, werden im Bereich der analytischen Informationssysteme multidimensionale Datenbasen verwendet.

Mit den **Methoden zur Analyse multidimensionaler Datenbasen** (OLAP¹⁵⁰) wird speziell die **Abweichungsanalyse** unterstützt. Damit eine Leistungseinheit im Rahmen der Abweichungsanalyse in die Lage versetzt wird, die Ursachen einer Zielabweichung schrittweise und benutzergesteuert zu ergründen, muss eine Navigation zwischen Auswertungen ermöglicht werden. Diese Navigation setzt die **Metadaten** voraus, da eine Navigation nur mit Kenntnis der Struktur und Zusammenhänge der zu analysierenden Basisdaten möglich ist.

In der multidimensionalen Datenbasis müssen speziell die Beziehungen der Basisdaten zu den Leistungseinheiten und Führungsperioden abgebildet werden, so dass über die Filterung und Aggregation der Daten eine Ziel-Ergebnis-Analyse aufwandsarm erzeugt werden kann.

Betrachtet man das Umfeld des Führungsinformationssystems, so setzt es weitestgehend auf den Daten der operativen Informationssysteme auf. Diese Informationssysteme liefern als Ergebnis der Planungstätigkeit **Planwerte** für den Ausführungsprozess. Planwerte sind beispielsweise die durch ein Produktionsplanungs- und -steuerungssystem geplanten Start- und Endtermine für Produktionsaufträge oder Arbeitsvorgänge. Durch die Integration der Werkstattsteuerungsaufgaben in die teilautonomen Leistungseinheiten werden einige Planwerte durch die Leistungseinheit selbst erzeugt. Durch Betriebsdatenerfassungssysteme werden **Istwerte**, wie Start- und Endtermine von Arbeitsvorgängen im Ausführungsprozess erfasst.

¹⁴⁹ Siehe Abschnitt 2.2

¹⁵⁰ OLAP steht für „Online Analytical Processing“

Eine Zielgröße wird durch eine Datenraumvariable abgebildet. Eine Datenraumvariable kann wiederum mathematische Verknüpfungen anderer Datenraumvariablen sein. Auf diese Weise sind beispielsweise Zielgrößen möglich, die Wunsch-, Soll-, Plan- und Istwerte miteinander verknüpfen. Diese Zielgrößen werden den Zielwerten gegenübergestellt. Da die teilautonome Leistungseinheit für einen Teil der Planungs- und Ausführungsprozesse Verantwortung übernimmt, sollten sich die Zielvorgaben insbesondere an diesen Plan- und Istwerten orientieren. Durch die Gegenüberstellung von Ist- und Zielwerten wird beispielsweise die **Zielerreichung** in der **Ausführungsebene**, durch die Gegenüberstellung von Plan- und Zielwerten die **Zielerreichung** in der **Planungsebene** überprüft.

Der **Lösungsansatz** orientiert sich in funktionaler Hinsicht direkt an dem zur Führung von teilautonomen Leistungseinheiten ausgewählten **Führungsmodell MbO**. Die **Modellierungskomponente** sichert die erforderliche Flexibilität der Lösung in Bezug auf Veränderungen in den Zielen ab. Anhand der Zielgröße „Terminabweichung“ wird aufgezeigt, wie die Zielfestlegung mit den Möglichkeiten der multidimensionalen Datenmodellierung in Form von Dimensionen und Datenräumen erfolgt. Die Anwendung moderner Datenanalysemethoden ermöglicht eine aufwandsarme Ziel-Ergebnis-Analyse, die verallgemeinert beschrieben wird. Zusätzlich wird am gewählten Beispiel erläutert, wie die konkrete Auswertung und ihre Abfragen aufgebaut sind.

Signifikante Zielabweichungen erfordern eine Abweichungsanalyse. Wenn die Betroffenen die Abweichungsanalyse mit Hilfe von Datenanalysemethoden selbst durchführen, trägt dies in hohem Maße zur Nachvollziehbarkeit der Ziel-Ergebnis-Analyse bei.

6 Wissenschaftlich-technische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die wissenschaftlichen Grundlagen zu den im vorigen Kapitel erwähnten Lösungselementen näher betrachtet.

Abschnitt 6.1 beschreibt die Grundlagen für eine Zielfestlegung im Produktionsumfeld. Dies sind zum einen **Kennzahlen**, die als Vorlagen für Zielgrößen verwendet werden, und zum anderen **multidimensionale Datenmodellierungsmethoden** als Beschreibungsmethodik der analytischen Führungsdatenbasis.

Da es sich bei Kennzahlen um verdichtete Einzelwerte handelt¹⁵¹, werden auch die Quellen der unverdichteten Ausgangsinformationen im Produktionsumfeld, die **Grundobjekte** der Planung und Steuerung in der Produktion, betrachtet.

Die Beschreibung der Führungsdatenbasis erfolgt durch multidimensionale Datenmodellierungsmethoden. Die Handhabung und Verwaltung des Führungsdatenmodells setzt eine DV-technische Unterstützung voraus. Aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit kommen nur grafische Datenmodellierungsmethoden in Frage (Abschnitt 6.2).

Um eine aufwandsarme Ziel-Ergebnis-Analyse und eine benutzergesteuerte Abweichungsanalyse zu erreichen, kommen spezielle Datenanalysemethoden zum Einsatz. Abschnitt 6.3 erläutert diese **Analysemethoden für multidimensionale Datenbasen**.



Bild 20: Aufbau Kapitel 6

¹⁵¹ Vereinzelte Ausnahmen sind beispielsweise in der Unikatfertigung möglich.

6.1 Zielgrößen

Um eine zu enge Zielsetzung zu vermeiden, dürfen Zielgrößen keine direkten Handlungsanweisungen enthalten. Zielgrößen orientieren sich daher nicht an konkreten Einzelereignissen, sondern repräsentieren eine verdichtete, **makroskopische Sicht**¹⁵². Kennzahlen erzeugen diese makroskopische Sicht. Die Aufgaben und Eigenschaften dieser Kennzahlen betrachtet Abschnitt 6.1.1. Konkrete Zielgrößen vermeiden eine unscharfe Zielformulierung. Dazu stützen sich die Zielgrößendefinitionen auf Einzelereignisse, d.h. die sog. **mikroskopische Sicht**¹⁵³, ab. Die mikroskopische Sicht enthält die Attribute der Informationsobjekte im Produktionsumfeld und ist in Abschnitt 6.1.2 beschrieben. Anschließend betrachtet Abschnitt 6.1.3 die Verbindung von makroskopischer und mikroskopischer Sichtweise.

6.1.1 Kennzahlen

Kennzahlen sind Zahlen, die in konzentrierter Form wesentliche Aussagen über zahlenmäßig erfassbare und betriebswirtschaftlich interessante Sachverhalte liefern¹⁵⁴. Kennzahlen haben durch ihre mathematische Definition einen quantitativen Charakter und sind somit ein geeignetes Mittel zur Aggregation von Daten zu Informationszwecken¹⁵⁵. Kennzahlen besitzen unter anderem Operationalisierungs-, Vorgabe-¹⁵⁶ und Kontrollfunktion¹⁵⁷, weshalb sie sich als Vorlagen für Zielgrößen besonders eignen. Kennzahlen, die als Vorlagen für Zielgrößen Verwendung finden, werden im Weiteren als **Führungskennzahlen** bezeichnet.

Kennzahlen besitzen folgende **Merkmale**¹⁵⁸:

- Name, d.h. die Benennung des quantifizierbaren Sachverhalts, auf den sich die Kennzahl bezieht,
- Einheit, wie z.B. eine Mengen- oder Währungseinheit,
- Zahlenart, d.h. ob es sich um eine Absolutzahl¹⁵⁹ oder eine Relativzahl¹⁶⁰ handelt,
- Ordnung, d.h., ob es sich um eine nominal¹⁶¹, ordinal¹⁶² oder kardinal¹⁶³ geordnete Menge handelt,

¹⁵² Eine makroskopische Planungssicht ist nach Wiendahl H.-H. 2002, S. 34f eine mengenmäßig und/oder zeitlich aggregierte Sicht.

¹⁵³ Die mikroskopische Steuerungssicht ist nach Wiendahl H.-H. 2002, S. 48 eine ereignisorientierte Betrachtung (der Belegzeiten an einem Arbeitsplatz).

¹⁵⁴ Vgl. Much 1995, S. 140

¹⁵⁵ Vgl. Bomm 1992, S. 26

¹⁵⁶ Vgl. Bomm 1992, S. 92, Weber 1995 S. 203f, Hahn 1993, S. 244

¹⁵⁷ Vgl. Weber 1993, S. 228

¹⁵⁸ Vgl. Groffmann 1992, S. 85

¹⁵⁹ Absolutzahlen werden unter Berücksichtigung der Zeit in Bestands- und Bewegungszahlen eingeteilt (siehe Staudt 1985, S. 25f).

¹⁶⁰ Relativzahlen werden in Gliederungs-, Beziehungs- und Mess-/Indexzahlen eingeteilt (siehe Staudt 1985, S. 25ff). Gliederungszahlen entstehen durch Inbeziehungsetzen von Teilmassen zu Gesamtmassen. Durch Beziehungszahlen wird das Verhältnis verschiedener, gleichrangiger, zum gleichen Zeitpunkt erhobener Massen ausgedrückt. Messzahlen/Indexzahlen drücken die durchschnittliche, zeitliche Veränderung gleichartiger und gleichrangiger Massen aus.

- betriebliches Detaillierungsniveau, d.h. organisatorische Ebene, auf der ein Sachverhalt dargestellt wird,
- zeitliches Detaillierungsniveau, d.h. Zeitraum für den ein Sachverhalt dargestellt wird, die Genauigkeit ist durch das kleinste zeitliche Detaillierungsniveau vorgegeben, das für diese Kennzahl zulässig ist,
- Betrachtungszeitpunkt, d.h. Aktualität der Kennzahl,
- Informationszweck, d.h. ob es sich um einen Wunsch-, Soll-, Plan-, Istwert oder eine Kombination unterschiedlicher Werte handelt,
- Informationsquelle, d.h. die Quelle aus der die Einzelwerte zu dieser Kennzahl stammen.

Kennzahlen werden unterschieden nach¹⁶⁴:

- dem Bezugsrahmen in lokale oder globale Kennzahlen, d.h. über den betreffenden Bereich hinaus verdichtungsfähige Kennzahlen,
- der Bildungsrichtung nach „bottom-up“ Kennzahlen als Verdichtung komplexer Details oder „top-down“ Kennzahlen zur Abbildung der Realität.

Einzelne Kennzahlen haben isoliert betrachtet nur eine geringe Aussagekraft. Daher wird oft ein **Kennzahlensystem**¹⁶⁵ gebildet, welches eine geordnete Gesamtheit von Kennzahlen darstellt, die in sachlogischer und/oder rechentechnischer Beziehung zueinander stehen¹⁶⁶. Kennzahlensysteme werden unterteilt in Rechensysteme, Ordnungssysteme und Mischformen¹⁶⁷. In Kennzahlenrechensystemen wird eine Spitzenkennzahl durch rechnerische Zerlegung schrittweise in **Hilfskennzahlen**¹⁶⁸ aufgespalten. Diese Zerlegung kann als Kennzahlenpyramide dargestellt werden. Ordnungssysteme stellen eine sachlogische, aber nicht unbedingt rechnerische Zerteilung eines Sachverhalts dar.

6.1.2 Grundobjekte der Planung und Steuerung in der Produktion

Zielgrößen sind Verdichtungen von Einzelwerten aus dem Produktionsumfeld. Um diese Einzelwerte zu strukturieren, werden sie als Merkmale den **Grundobjekten**¹⁶⁹ der Produktionsplanung und -steuerung oder Geschäftsobjekten¹⁷⁰ im Logistikmanagement zugeordnet. Alle für Zielgrößen notwendigen Variablen müssen

¹⁶¹ Eine nominale Ordnung drückt nur eine Differenzierung und keine Reihenfolge aus.

¹⁶² In einer ordinalen Ordnung sind Rangbildungen der Werte vom kleinsten zum größten möglich. Die Rangbildung drückt nur eine Reihenfolge aus, eine Quantifizierung der Abstände ist nicht möglich.

¹⁶³ Eine kardinale Ordnung quantifiziert zusätzlich die Abstände zwischen den Werten.

¹⁶⁴ Vgl. Weber 1993, S. 229

¹⁶⁵ Einige der klassischen betriebswirtschaftlichen Kennzahlensysteme sind das „Du Pont System of Financial Control“, die „Pyramid of Ratio“ oder das „ZVEI-Kennzahlensystem“.

¹⁶⁶ Vgl. Staudt 1985, S. 32

¹⁶⁷ Vgl. Staudt 1985, S. 32

¹⁶⁸ Zum Begriff der Führungs- und Hilfskennzahl siehe Schulte 1989, S. 83

¹⁶⁹ Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S.45ff, Wiedenmann, S.120ff

¹⁷⁰ Vgl. Schönsleben 2002, S. 13ff und 713ff

Merkmale dieser Grundobjekte sein. Grundobjekte sind der Artikel, der Prozess, die Ressource, die Kapazitätseinheit, der Geschäftspartner und der Auftrag (siehe Bild 21).

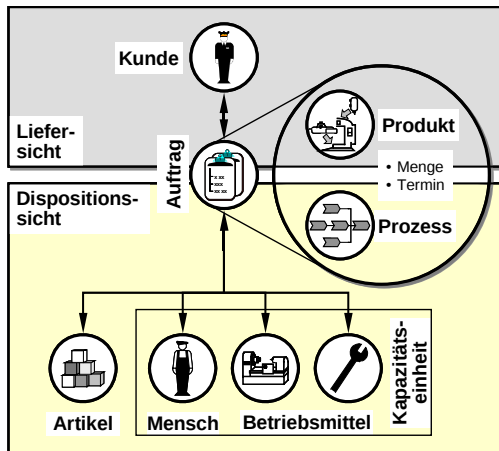


Bild 21: Grundobjekte der Planung und Steuerung in der Produktion¹⁷¹

Diese Grundobjekte sind wie folgt definiert¹⁷²:

Ein **Artikel** kann ein Rohmaterial, ein Kaufteil, ein Eigenteil, eine Baugruppe oder ein Produkt bzw. Endprodukt sein. Besteht ein Artikel aus anderen Artikeln, so handelt es sich um eine Baugruppe und die enthaltenen Artikel werden als Komponenten bezeichnet. Ein verkaufsfähiger Artikel wird als Produkt bezeichnet.

Der **Prozess** beschreibt eine Folge von Tätigkeiten zur Herstellung von Produkten und wandelt damit Bedarfsartikel unter Verwendung von Ressourcen in Zielartikel um. Die kleinste Einheit eines Prozesses ist der Prozessschritt. Mehrere Prozessschritte werden zu Teilefertigungs-, Montage- oder Produktionsprozessen¹⁷³ zusammengefasst, die miteinander vernetzt sein können. Die Vernetzung ist über die Produktstruktur in Form der Stückliste vorgegeben. Die zusammenfassende Beschreibung der Tätigkeiten aus den Arbeitsplänen und der notwendigen Artikel aus der Stückliste heißt Ressourcenliste.

Eine **Kapazitätseinheit** kann ein Arbeitsplatz, eine Arbeitsplatzgruppe, ein Produktionsbereich oder ein Werk sein. Einer Kapazitätseinheit sind eine oder mehrere **Ressourcen** zugeordnet, die die übergeordnete Planung und Steuerung nicht mehr unterscheidet. Die Ressource ist der Leistungserbringer, die alle zur Herstellung von Gütern notwendigen Prozesse ausführt. Eine Ressource umfasst dabei alle zur

¹⁷¹ Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S.88

¹⁷² Vgl. Wiendahl H.-H. 2002, S.45ff

¹⁷³ Durch die Einschränkungen auf die Produktion und die Werkstattsteuerungsfunktionen werden Beschaffungs- und Lagerprozesse nicht betrachtet.

Herstellung eines Produkts längerfristig verfügbaren Mittel. Ressourcen sind Mitarbeiter, Maschinen und Werkzeuge. Kapazität und Leistung sind die zentralen Attribute einer Ressource. Die Kapazität bezeichnet das Potenzial zum Ausstoß von Leistung. Die Leistung entspricht dem tatsächlich geleisteten Arbeitsergebnis. Ressourcen werden verplant, um sie zum gewünschten Zeitpunkt für eine bestimmte Zeitdauer zur Verfügung zu haben.

Als **Auftrag** werden Kundenaufträge, Produktionsaufträge, Teilefertigungsaufträge¹⁷⁴ und Montageaufträge bezeichnet. Kunden bestellen Produkte über einen Kundenauftrag in einer Wunschmenge und zu einem Wunschtermin. Die Bestellung erzeugt einen Primärbedarf und wird nach einer Lieferterminermittlung mit einer evtl. abweichenden Sollmenge und Solltermin dem Kunden in einer Auftragsbestätigung quittiert. Bestellt der Kunde mehrere Produkte in einem Kundenauftrag, so besteht der Kundenauftrag aus mehreren Kundenauftragspositionen. Je nach Verfügbarkeit eines bestellten Produkts wird der dadurch entstandene Primärbedarf aus dem Lager gedeckt oder unter Verwendung des produktspezifischen Prozesses ein Produktionsauftrag erzeugt. Der Produktionsauftrag kann aus mehreren Fertigungs- oder Montageaufträgen bestehen und Kaufteile benötigen. Jeder Auftrag besteht aus **Arbeitsvorgängen**, die für ihre Abarbeitung Ressourcen benötigen. Über die Material- und Kapazitätsplanung sowie -steuerung der Ressourcen ergeben sich für die Arbeitsvorgänge evtl. vom Solltermin und der Sollmenge verschiedene Plantermine und Planmengen. Durch Abarbeitung der Arbeitsvorgänge an den Ressourcen können vom Plantermin und den Planmengen verschiedene Isttermine und Istmengen entstehen. Jeder Auftrag besitzt somit mindestens einen Kunden, einen Lieferanten, einen Auftragsstatus, einen Erfüllungsort und einen Preis.

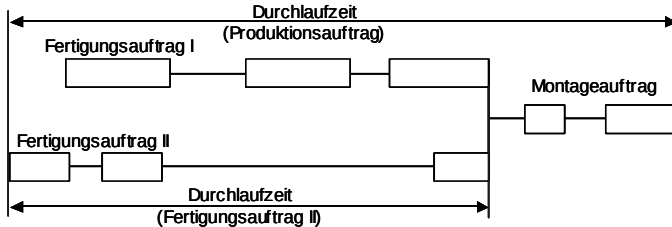
Kunden und **Lieferanten** sind **Geschäftspartner** in den über die Aufträge erzeugten Kunden-Lieferanten-Beziehungen. Sowohl Kunde, als auch Lieferant können dabei eigene, innerbetriebliche, organisatorische Einheiten der Produktion darstellen. Diese Einheiten werden als **teilautonome Leistungseinheiten** bezeichnet, da sie eigenverantwortlich Prozesse ausführen, über eigene Kapazitätseinheiten, eigene Ziele und ein gewisses Maß an Autonomie verfügen. Im Rahmen dieser Autonomie bleibt es der Leistungseinheit beispielsweise selbst überlassen, in welcher zeitlichen Feinheit sie ihre Kapazitätseinheiten beplant.

6.1.3 Termine und Zeiten eines Auftrags

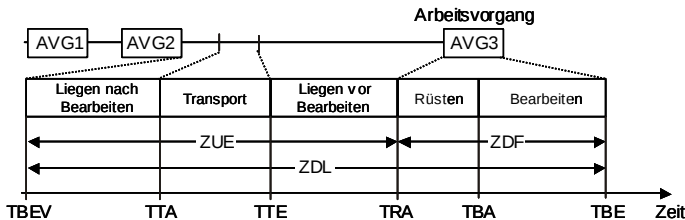
Die **Termine** eines Auftrages sind Zeitpunkte, die **Zeiten** eines Auftrages entweder Zeitintervalle oder Zeitmengen¹⁷⁵. Termine und Zeiten eines Auftrags bzw. seiner Arbeitsvorgänge (AVG) sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt (siehe Bild 22).

¹⁷⁴ Teilefertigungsaufträge werden im nachfolgenden verkürzt als Fertigungsaufträge bezeichnet.

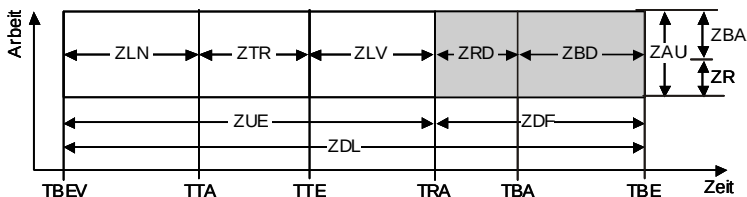
¹⁷⁵ Als Zeitmenge wird eine Arbeitsmenge verstanden, wie beispielsweise die Bearbeitungszeit, die eine zu leistende Arbeit ausdrückt, welche aber erst durch Einplanung auf eine Kapazitätseinheit in eine Zeitdauer, wie der Durchlaufzeit, umgerechnet werden kann.



a) Durchlaufplan eines Produktionsauftrages



b) arbeitsvorgangsbezogenes eindimensionales Durchlaufelement



c) vereinfachtes zweidimensionales Durchlaufelement

Legende:

TBEV	Bearbeitungsende Vorgänger	ZDL	Durchlaufzeit	ZRD	Rüstdauer
TTA	Transportanfang	ZUE	Übergangszeit	ZBD	Bearbeitungsdauer
TTE	Transportende	ZDF	Durchführungszeit		
TRA	Rüstanfang	ZLN	Nachliegezeit	ZAU	Auftragszeit
TBA	Bearbeitungsanfang	ZTR	Transportzeit	ZR	Rüstzeit
TBE	Bearbeitungsende	ZLV	Vorliegezeit	ZBA	Bearbeitungszeit

Bild 22: Termine und Zeiten eines Auftrags bzw. Arbeitsvorgangs¹⁷⁶

Jeder dieser Termine und Zeiten kann in unterschiedlichen Ausprägungen als Wunsch, Soll-, Plan- oder Isttermin oder -zeit vorliegen. Durch eine Differenzbildung zweier Termine mit unterschiedlicher Bedeutung erhält man eine **Terminabweichung**. Die Abweichung zwischen Plan- und Istterminen quantifiziert beispielsweise, wie gut die Planung in der Realität umgesetzt wurde.

Starttermin eines Auftrags ist sein Freigabetermin, ab dem sein erster Arbeitsvorgang und somit der Auftrag selbst beginnt. Zusätzlich ist der **Endtermin** eines Auftrages von

¹⁷⁶ Vgl. Wiendahl H.-P. 1991, S. 6

Interesse, der dem Bearbeitungsende seines letzten Arbeitsvorgangs entspricht. Die Termine eines Arbeitsvorganges sind das **Bearbeitungsende** des Vorgänger-Arbeitsvorgangs TBEV, der Transportbeginn TTA, das Transportende TTE, der **Rüstanfang** des Arbeitsvorgangs TRA, der Bearbeitungsanfang TBA und das **Bearbeitungsende** des Arbeitsvorgangs TBE (siehe Bild 22).

Die **Durchlaufzeit**¹⁷⁷ ZDL eines Auftrags, d.h. eines Produktions-, Fertigungs- oder Montageauftrages umfasst das Zeitintervall von der Freigabe des Auftrages bis zur Beendigung seines letzten Arbeitsvorganges. Die Durchlaufzeit seiner Arbeitsvorgänge zerfällt in die Bestandteile Übergangszeit und Durchführungszeit (siehe Bild 23).

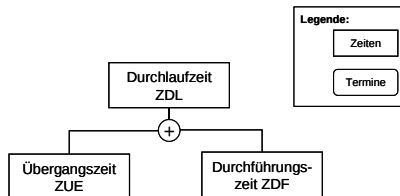


Bild 23: Kennzahlenrechensystem zur Durchlaufzeit

Die **Übergangszeit** ZUE eines Arbeitsvorgangs besteht aus der Liegezeit nach der Bearbeitung, der Transportzeit und der Liegezeit vor der Bearbeitung. Die **Nachliegezeit** ZLN beginnt mit dem Bearbeitungsende des Vorgänger-Arbeitsvorgangs TBEV bzw. mit der Freigabe des Auftrages, wenn es sich um den ersten Arbeitsvorgang handelt und endet mit dem Transportanfang TTA. Die **Transportzeit** ZTR erstreckt sich vom Transportanfang TTA bis zum Transportende TTE und die **Vorliegezeit** ZLV beginnt mit dem Transportende TTE und endet mit dem Rüstanfang des Arbeitsvorgangs TRA (siehe Bild 24).

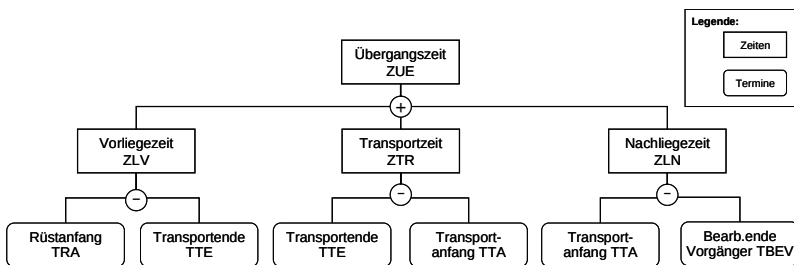


Bild 24: Kennzahlenrechensystem zur Übergangszeit

Die Zeitintervalle berechnen sich somit aus den Zeitpunkten, d.h. den Terminen. Diese funktional abhängigen Zeitintervalle sind später anders zu modellieren, als die Termine, aus denen sich diese berechnen.

Die **Durchführungszeit** ZDF eines Arbeitsvorgangs besteht aus der Rüstdauer und der Bearbeitungsdauer. Die **Rüstdauer** ZRD beginnt mit dem Rüstanfang TRA und

¹⁷⁷ Durch die Einschränkung auf die Produktion, werden Durchlaufzeiten in der Entwicklung, Konstruktion und Materialbeschaffung nicht betrachtet.

endet mit dem Bearbeitungsanfang TBA. Die **Bearbeitungsdauer** ZBD erstreckt sich vom Bearbeitungsanfang TBA bis zum Bearbeitungsende TBE. Das Bearbeitungsende des letzten Arbeitsvorgangs ist gleichzeitig auch das Bearbeitungsende des Auftrages. Diese funktionalen Abhängigkeiten als Kennzahlenrechensystem zeigt Bild 25.

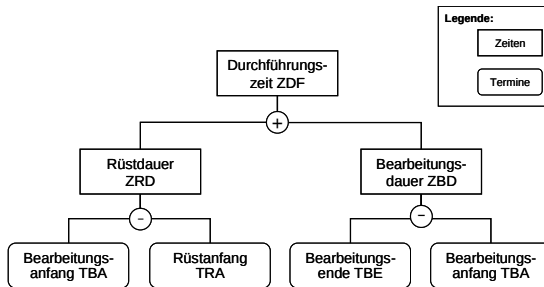


Bild 25: Kennzahlenrechensystem zur Durchführungszeit

Auf Basis dieses Kennzahlensystems ist es möglich, die Durchlaufzeitenbestandteile als relative Kennzahlen auszudrücken. Der relative Wert eines Durchlaufzeitbestandteils ist dann der absolute Wert des Durchlaufzeitbestandteils in Relation zur gesamten absoluten Durchlaufzeit.

Voraussetzung für die Berechnung der Zeitintervalle ist, dass die entsprechenden Termine und Vorgabewerte aus der Planung bzw. als Rückmeldungen aus der Produktion bekannt sind. Die **Zeitintervalle** der Arbeitsvorgänge sind über die Kapazitätsangebote der geplanten oder genutzten Kapazitätseinheiten mit den benötigten **Zeitmengen**, wie der Rüstzeit und Bearbeitungszeit eines Arbeitsvorgangs verknüpft. Die geplanten Zeitmengen sind in der Regel Bestandteile des Arbeitsplans und werden bei der Einplanung der Arbeitsvorgänge auf die Kapazitätseinheiten in Verbindung mit den Kapazitätsangeboten der Kapazitätseinheiten dazu genutzt, die notwendigen Zeitintervalle und somit die Plantermine der Arbeitsvorgänge zu bestimmen. Die tatsächlich benötigten Zeitmengen resultieren dann aus den Terminmeldungen unter Berücksichtigung von Meldungen über Kapazitätsangebotsabweichungen, wie z.B. Störungen.

Die Zeitmenge, d.h. die Arbeitsmenge je Arbeitsvorgang, besitzt somit ein eigenes Kennzahlenrechensystem (siehe Bild 26).

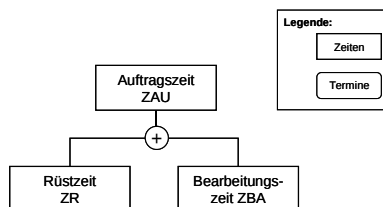


Bild 26: Kennzahlenrechensystem zur Auftragszeit

6.2 Multidimensionale Datenmodellierung

DV-technisch wird die Führungsdatenbasis durch eine Datenbank¹⁷⁸ realisiert. Verbreitet ist vor allem die relationale Datenbank, in der sich die Bedeutung und die Zusammenhänge der Daten allerdings nur ungenügend darstellen lassen¹⁷⁹. Da die Zusammenhänge aber für Auswertungen besonders wichtig sind, entstanden sog. **multidimensionale¹⁸⁰ Datenbanken**.

Um die Struktur einer Datenbank zu beschreiben, wird im Rahmen der **Datenmodellierung** unter Verwendung einer Datenbeschreibungssprache¹⁸¹ ein Datenmodell¹⁸² erstellt.

In der Datenmodellierung wird zwischen logischer und semantischer Datenmodellierung unterschieden¹⁸³:

- Die logische Datenmodellierung wird zur Beschreibung der physischen Datenbankstruktur verwendet und daher nicht weiter betrachtet.
- Die semantische Datenmodellierung hat das Ziel, eine möglichst verständliche Beschreibung von Datenstrukturen auf einer abstrakten, datenbankunabhängigen Ebene zu liefern. Daher wird sie im Weiteren zur Modellierung der Führungsdatenbasis betrachtet.

Die Führungsdatenbasis wird mit Hilfe einer semantischen Datenmodellierungssprache modelliert, um eine flexible Anpassung der Führungsdatenbasis zu ermöglichen. Veränderung im semantischen Führungsdatenmodell der Führungsdatenbasis führen zu Veränderungen an der Führungsdatenbasis. Der Benutzer hat größere Freiheitsgrade, die Führungsdatenbasis an seine Bedürfnisse anzupassen. Zusätzlich hilft ihm das semantische Datenmodell der Führungsdatenbasis, ihre Inhalte besser zu verstehen. In der semantischen Datenmodellierung existieren eine Reihe von Modellierungsmethoden, wie die Entity-Relationship-Modellierung (ERM)¹⁸⁴, die erweiterte ERM-Methode¹⁸⁵ und die Objekttypenmethode¹⁸⁶. Für eine multidimensionale Führungsdatenbasis sind allerdings multidimensionale Modellierungsmethoden besser geeignet¹⁸⁷. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die beiden

¹⁷⁸ Eine Datenbank übernimmt die Speicherung aller Daten eines computerunterstützten Informationssystems. Die Daten sind dabei übersichtlich und anwendungsneutral organisiert. (vgl. Much 1995, S. 92).

¹⁷⁹ Vgl. Gebhardt 1987, S. 93

¹⁸⁰ Über die Multidimensionalität werden quantitative Größen, wie z.B. eine Bearbeitungszeit, mehrere inhaltliche Größen, wie z.B. einem Auftrag, in Beziehung gesetzt. (vgl. Gabriel 1998, S. 494).

¹⁸¹ Vgl. Hars 1994, S. 23

¹⁸² Als Datenmodelle sind das relationale, das objektorientierte sowie das multidimensionale Datenmodell zu erwähnen (vgl. Vossen 1994, S. 17ff).

¹⁸³ Vgl. Gabriel 1998, S. 497

¹⁸⁴ Vgl. Chen 1976, S. 9ff

¹⁸⁵ Vgl. Scheer 1998, S. 35ff

¹⁸⁶ Vgl. Ortner 1989, S. 32ff

¹⁸⁷ Die Entity-Relationship-Modellierung beispielsweise erweist sich auch nach Erweiterung um sog. Cluster als zu ausdruckschwach, um die Konsolidierung von Kennzahlen beschreiben zu können (vgl. Gabriel 1998, S. 499)

Modellierungsmethoden ADAPT™- sowie DF-Model ausgewählt. ADAPT ist durch seine Vielzahl an Beschreibungselementen in der Lage, komplexe Strukturen hinreichend genau abzubilden¹⁸⁸, während DF-Model speziell Sichten auf Datenräume besonders gut beschreibt.

6.2.1 Datenraum

Die Strukturierung der Führungsinformationen in multidimensionaler Form wird als **Datenraum** bezeichnet. Die Visualisierung eines Datenraums als dreidimensionaler Würfel ist in der Literatur verbreitet, obwohl ein Datenraum beliebig viele Dimensionen haben kann. Die quantitativen Größen eines Datenraums werden als **Datenraumvariable** bezeichnet¹⁸⁹.

Der Datenraum drückt die mehrfache Abhängigkeit der Datenraumvariablen von einer Anzahl an Dimensionen aus. Dimensionen dienen dazu, Datenraumvariablen in einen semantischen Rahmen zu stellen. Der bloße Wert einer Datenraumvariablen ist ohne den Bezug zu den Dimensionen, Dimensionsebenen und Dimensionselementen nicht aussagekräftig (siehe Bild 27a).

Im Beispiel in Bild 27b ist eine Zeitmenge von 35 Minuten für die Datenraumvariable „Ist-Bearbeitungszeit“, im Arbeitsvorgang „4711/10“, am Arbeitsplatz „6203-3“ im „Februar 2009“ angenommen. Die Datenraumvariable „Ist-Bearbeitungszeit“ ist also von den Dimensionen „Zeit“, „Kapazitätseinheit“ und „Auftrag“ bzw. den zugehörigen Dimensionsebenen „Monat“, „Arbeitsplatz“ und „Arbeitsvorgang“ abhängig.

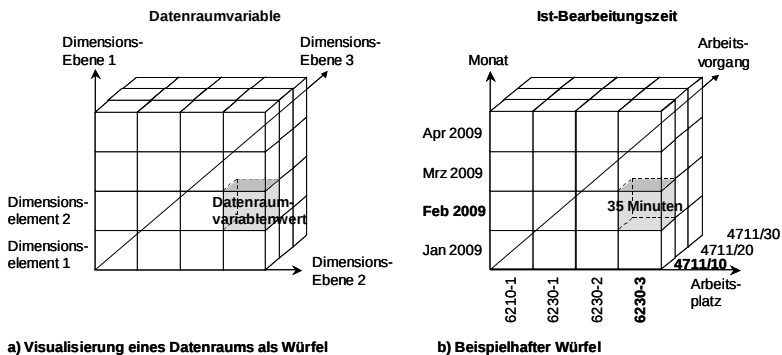


Bild 27: Visualisierung eines Datenraums als Würfel

Ein Datenraum kann auch als mehrdimensionale Matrix oder Kreuztabelle dargestellt werden¹⁹⁰. Die Strukturierung der Daten, in Form eines Datenraums vereinfacht die Datenanalyse durch flexible Abfragen¹⁹¹. Die Verständlichkeit eines Datenraumes

¹⁸⁸ Vgl. Gabriel 1998, S. 502

¹⁸⁹ Vgl. Chamoni 1998, S. 234

¹⁹⁰ Vgl. Holthuis 1998, S. 118

¹⁹¹ Vgl. Holthuis 1998, S. 43ff

hängt von der Anzahl seiner Dimensionen ab. In der Praxis haben sich Größenordnungen von vier bis maximal zehn Dimensionen als sinnvoll erwiesen¹⁹².

6.2.2 Dimension

Dimensionen sind Grundlage der Analysemethoden multidimensionaler Datenräume. Über Dimensionen erfolgt die Verdichtung oder Einschränkung der Variablenwerte. Dimensionen werden als **strukturelle Basisdaten** bezeichnet¹⁹³.

Eine **Dimension** besteht aus einer Menge an **Dimensionselementen**¹⁹⁴. Dimensionselemente stehen in Beziehungen zueinander. Im Falle einer hierarchischen Beziehung zwischen den Dimensionselementen einer Dimension werden diese **Dimensionsebenen** zugeordnet (siehe Bild 28). Die Beziehungen der Dimensionsebenen untereinander dokumentiert die **Dimensionshierarchie**. Dabei sollten maximal fünfzehn bis zwanzig Dimensionselemente wegen der Übersichtlichkeit einem übergeordneten Dimensionselement zugeordnet sein. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sollte die Anzahl der Dimensionsebenen einer Dimensionshierarchie den Richtwert von sieben nicht überschreiten¹⁹⁵.

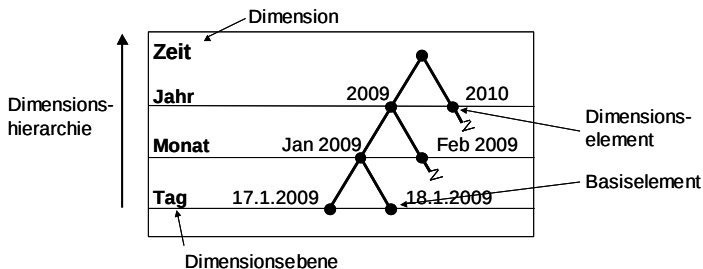


Bild 28: Dimension, Dimensionsebene, Dimensionselement

Dimensionselemente besitzen **Dimensionsattribute**, wie ihren identifizierenden Namen. Optionale Attribute beschreiben das Dimensionselement, wie z.B. die erläuternde Beschreibung des Dimensionselements. Zusätzlich können klassifizierende Attribute vorhanden sein, die eine Gruppierung der Dimensionselemente erlauben.

Datenraumvariablen hängen von den Dimensionen und die Variablenwerte von den Dimensionselementen ab. Die niedrigste Dimensionsebene in jeder der Dimensionen, von denen eine Datenraumvariable abhängt, wird als **Granularität** der Datenraumvariablen in dieser Dimension bezeichnet.

¹⁹² Vgl. Gabriel 1998, S. 496

¹⁹³ Vgl. Chamoni 1998, S. 234

¹⁹⁴ Die Dimensionselemente werden in Holthuis 1998, S. 118 auch Dimensionspositionen genannt.

¹⁹⁵ Vgl. Gabriel 1998, S. 496

Je nachdem wie die Beziehungen der Dimensionsebenen untereinander ausgeprägt sind, spricht man von nicht-hierarchischen, hierarchischen oder kategorischen Dimensionstypen. **Nicht-hierarchische Dimensionstypen** spiegeln eine einfache interne Struktur wider, ohne dass Beziehungen zwischen den Dimensionsebenen existieren. Ein Beispiel ist eine Dimension, die Variablenwerte in unterschiedliche Wertetypen oder Szenarien aufteilt. **Kategorische Dimensionstypen** werden meist durch Kombination mehrerer Merkmale zu Analysezwecken explizit entwickelt. Daher stehen bei kategorischen Dimensionen keine organisatorischen Strukturen der realen Welt im Vordergrund, sondern analyserelevante Gruppierungen anhand von Merkmalen der abzubildenden Informationsobjekte. Beispiel ist eine Gruppierung der Kunden nach einer Kombination aus Geschlecht, Alter und Einkommen. Der im Rahmen dieser Arbeit wichtigste Dimensionstyp ist die **hierarchische Dimension**, da sie zur Verdichtung von Daten auf Basis einer Verdichtungsfunktion¹⁹⁶ herangezogen wird. Die Dimensionselemente der untersten Dimensionsebene einer hierarchischen Dimension werden als **Basiselemente** bezeichnet¹⁹⁷. Jedem Dimensionselement, mit Ausnahme der Basiselemente, ist eine Menge von untergeordneten Dimensionselementen zugeordnet. Die Zuordnung basiert auf einer Generalisierung¹⁹⁸, Klassifizierung¹⁹⁹, Aggregation²⁰⁰ oder Gruppierung²⁰¹. Entlang der Dimensionsebenen einer hierarchischen Dimension werden später die von einer unteren Dimensionsebene abhängigen Variablen verdichtet. Dieser Pfad entlang der Dimensionsebenen wird **Konsolidierungspfad** genannt und in Form von **Dimensionshierarchien** dokumentiert.

Bei hierarchischen Dimensionen können durch Abweichungen²⁰² von der streng hierarchischen Baumform Probleme bei der Verdichtung entstehen. Bei der anteiligen Verrechnung sind einem Dimensionselement zwei Dimensionselemente hierarchisch übergeordnet.

Liegt eine logische oder natürliche Ordnung der Dimensionselemente innerhalb einer Dimensionsebene einer hierarchischen Dimension vor, wie z.B. bei den Monaten in der Dimension „Zeit“, so spricht man von einer **sequentiellen Dimension**. Diese Ordnung innerhalb der Dimensionselemente einer sequentiellen Dimension spielt eine entscheidende Rolle, da vom Benutzer erwartet wird, dass die Werte aufsteigend

¹⁹⁶ Eine Verdichtungsfunktion reduziert unter Verwendung einer mathematischen Funktion eine Wertemenge auf einen einzigen Wert. Die gebräuchlichste Verdichtungsfunktion ist die Summation.

¹⁹⁷ Vgl. Gabriel 1998, S. 495

¹⁹⁸ Durch eine Generalisierung („kind-of“-Beziehung bzw. Vererbung) werden mehrere spezialisierte Klassen zu einer allgemeineren Klasse zusammengefasst (vgl. Balzert 1999, S. 51ff, 553).

¹⁹⁹ Als Klassifizierung wird die Zusammenfassung gleichartiger Objekte zu einer Klasse bezeichnet (vgl. Holthuis 1998, S. 123). Die Klassifizierung ist eine spezielle Form der Generalisierung.

²⁰⁰ Die Aggregation („part-of“-Beziehung) beschreibt die Beziehung einer Klasse zu den Klassen, aus denen sie besteht (vgl. Balzert 1999, S. 46f, 534f). Bei der starken Form der Aggregation, der sog. Komposition, ist die Lebensdauer der Teile zusätzlich an die Lebensdauer des Ganzen gebunden (vgl. Balzert 1999, S. 47f, 543).

²⁰¹ Die Gruppierung mehrerer Einzelemente (vgl. Holthuis 1998, S. 124) ist eine spezielle Form der Aggregation.

²⁰² Diese Abweichungen werden als Strukturanomalien bezeichnet.

geordnet präsentiert werden. Je nach Beziehung der Dimensionselemente untereinander unterscheidet man in nominal, ordinal und kardinal **geordnete Dimensionstypen**²⁰³:

- Bei **nominal** geordneten Dimensionstypen bestehen zwischen den Dimensionselementen Beziehungen, die eine Differenzierung ausdrücken, wie z.B. Märkte oder Vertriebskanäle.
- Bei **ordinal** geordneten Dimensionen sind Rangbildungen der Dimensionselemente vom Kleinsten zum Größten möglich. Die Rangbildung drückt nur eine Reihenfolge aus, eine Quantifizierung der Abstände ist nicht möglich. Eine ordinale Dimension ist beispielsweise der Auftrag, da die Arbeitsvorgangsnummern in der Regel aufsteigend vergeben werden.
- In **kardinal** geordneten Dimensionen sind im Gegensatz zu ordinal geordneten Dimensionen die Abstände zwischen den Dimensionselementen quantifizierbar. Außerdem sind Berechnungen, wie Summen, Differenz- und Durchschnittsbildung zwischen einzelnen Dimensionselementen möglich. Kardinale Dimensionen müssen nicht notwendigerweise linear, sondern können auch beispielsweise logarithmisch skaliert sein. Eine kardinale Dimension ist beispielsweise die Zeit, bei der durch Differenzbildung Zeitintervalle entstehen.

Folgende Dimensionen sind in der Literatur häufiger genannt:

- die Zeit- und Wertetyp-Dimension²⁰⁴
- die Kunden- und die Produkt-Dimension
- die Unternehmensorganisations-Dimension und
- die betriebswirtschaftliche Kenngrößen-Dimension²⁰⁵.

6.2.3 Modellierungsmethode ADAPT

Eine speziell auf die Modellierung analytischer Datenbasen ausgerichtete Methode zur grafischen Abbildung mehrdimensionaler Datenstrukturen ist **ADAPT™**²⁰⁶. Die Modellierungsmethode ADAPT bietet eine Vielzahl unterschiedlicher Beschreibungselemente (siehe Bild 29).

Zentrales Beschreibungselement ist der **Datenraum**, der die Abhängigkeit einer Menge von Datenraumvariablen von einer Menge an **Dimensionen** ausdrückt und durch seinen Namen identifiziert ist. Die Aufzählung der Dimensionen drückt seine Beziehung zu diesen Dimensionen aus. Wenn eine mehrfache Abhängigkeit eines Datenraums zu ein und derselben Dimension mit anderer Bedeutung besteht, muss zusätzlich der Kontext in Klammern mit angegeben werden²⁰⁷ (siehe Bild 29). So

²⁰³ Vgl. Holthuis 1998, S. 126f

²⁰⁴ Vgl. Holthuis 1998, S. 119ff

²⁰⁵ Vgl. Behme 1993, S. 7 und Krallmann 1992, S. 127

²⁰⁶ Vgl. Bulos 1996, S. 33ff, ADAPT bedeutet „Application Design for Analytical Processing Technologies“ und ist ein eingetragenes Warenzeichen der Symmetry Corporation, San Rafael, Kalifornien, USA

²⁰⁷ An dieser Stelle wird die Modellierungssprache im Rahmen dieser Arbeit geringfügig erweitert.

bestehen beispielsweise bei einem Auftrag sowohl kunden- als auch lieferantenseitige Beziehungen zu Geschäftspartnern.

Je nach Größe des Modells sind die Datenraumvariablen alle in einem Datenraum²⁰⁸ enthalten oder über mehrere Datenräume²⁰⁹ verteilt. Bei einer Vielzahl an Datenraumvariablen, die wiederum von unterschiedlichen Dimensionen abhängig sind, empfiehlt sich eine Verteilung der Datenraumvariablen nach inhaltlichen Gesichtspunkten und ihrer Abhängigkeit von den Dimensionen auf mehrere Datenräume²¹⁰. Bei mehreren Datenräumen enthalten Teilmodelle die Beschreibungen der Dimensionen und Datenräume. Im Teilmodell zu einem Datenraum ist dieser mit seinen abhängigen Dimensionsebenen und Datenraumvariablen über Linien verbunden.

Bei **primären Datenraumvariablen** stammen die zugehörigen Werte aus einer externen Quelle. Die Werte **sekundärer Datenraumvariablen** berechnen sich über Formeln aus anderen Datenraumvariablenwerten.

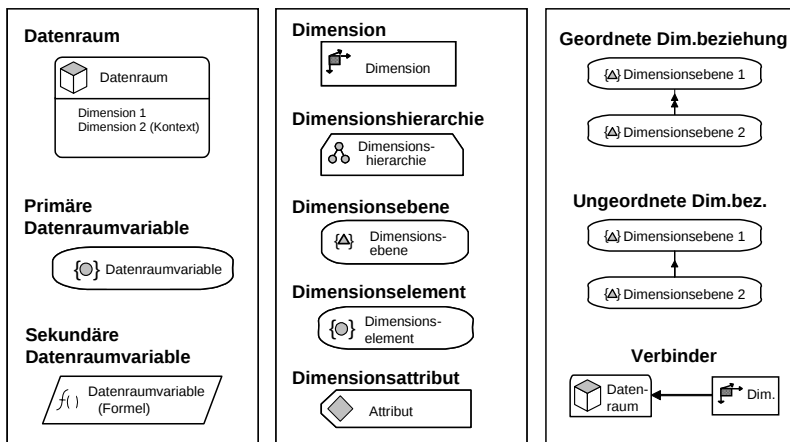


Bild 29: Beschreibungselemente der Modellierungsmethode ADAPT

In den Formeln können auch Datenraumvariablen eines anderen Datenraums oder einer Abfrage referenziert werden. Voraussetzung für solche datenraumübergreifenden Verknüpfungen ist es, dass die referenzierten Datenraumvariablen bzw. die referenzierten Abfragedatenraumvariablen von denselben oder einer Untermenge an Dimensionen abhängig sind als der Ausgangsdatenraum. Die **Referenzierung von Variablen aus anderen Datenräumen** oder **von Variablen aus Abfragen auf andere Datenräume** geschieht im Rahmen dieser Arbeit mit Hilfe von Formeln für sekundäre

²⁰⁸ Dieser Datenraum wird als Hypercube bezeichnet.

²⁰⁹ Der Ansatz, die Daten auf mehrere Datenräume zu verteilen, wird als Multicube- Ansatz bezeichnet.

²¹⁰ Vgl. Totok 1998, S. 30

Datenraumvariablen²¹¹, da die Modellierungsmethode ADAPT dies nicht explizit unterstützt (siehe Bild 29).

Zusätzlich unterscheidet ADAPT zwischen verschiedenen Dimensionstypen²¹², auf die hier nicht weiter eingegangen wird. Die Zuordnung einer Dimensionshierarchie zu ihrer Dimension, einer Dimensionsebene zu ihrer Dimensionshierarchie, eines Dimensionselements zu seiner Dimensionsebene und eines Dimensionsattributs zu seiner Dimensionsebene ist über **Verbinder** visualisiert. Die **Dimensionsbeziehung**²¹³ zwischen den Dimensionsebenen kann geordnet oder ungeordnet sein.

Neben diesen Kernelementen bietet die ADAPT-Modellierungsmethode weitere Gestaltungselemente, die Beziehungen zwischen und innerhalb von Dimensionen, Beziehungen zwischen Dimensionselementen inklusive der Kardinalität²¹⁴ oder die Verknüpfung zu vor- und nachgelagerten Informationssystemen ausdrücken, die aber im Rahmen dieser Arbeit nicht verwendet werden. Durch die Vielzahl der angebotenen Modellierungskonstrukte erweist sich ADAPT als sehr komplex.

6.2.4 Modellierungsmethode DF-Model

Eine weitere Methode zur semantischen Modellierung multidimensionaler Daten stellt **DF-Model** oder „Dimensional Fact Model“ dar²¹⁵. DF-Model ist speziell geeignet, eine Sicht auf einen Datenraum grafisch anschaulich zu beschreiben und wird daher im Weiteren zur Visualisierung der Abfragen²¹⁶ verwendet (siehe Bild 30).

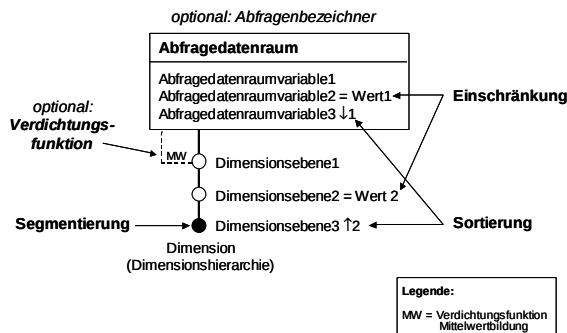


Bild 30: Beschreibungselemente der Modellierungsmethode DF-Model

²¹¹ Zur eindeutigen Referenzierung einer Variablen, wird dem Variablenbezeichner der Bezeichner eines Datenraums oder einer Abfrage durch einen Punkt getrennt vorangestellt.

²¹² Aggregierende, sequentielle, Datenart-, Kennzahlen-, Tupel- und Eigenschafts-Dimension

²¹³ Die Beziehungslinie einer ungeordneten Dimensionsbeziehung hat einen Pfeil auf der Linie, eine geordnete Dimensionsbeziehung hat einen Doppelpfeil auf der Beziehungslinie.

²¹⁴ Nach Balzert 1996, S. 140 gibt die Kardinalität an, mit wie vielen anderen Elementen ein Element in einer Beziehung stehen muss bzw. kann.

²¹⁵ Vgl. Golfarelli 1998, S. 1ff

²¹⁶ Näheres zu Abfragen siehe Abschnitt 6.3.4

Ein Modell besteht in DF-Model aus mehreren Datenräumen oder Fakten. Ein Fakt besteht aus mehreren Fakt-Attributen, die den Datenraumvariablen in ADAPT entsprechen. Mit dem Datenraum verbunden sind Dimensionen, von denen die Datenraumvariablen abhängig sind. Die Attribute der Dimensionsebenen²¹⁷ können ebenfalls angegeben werden.

Die Abfrage auf einen Datenraum wird nun wie folgt in DF-Model modelliert:

- Der Abfragenbezeichner steht optional oberhalb des Kastens²¹⁸.
- Der Datenraum und die notwendigen Datenraumvariablen stehen innerhalb des Kastens.
- Die Dimensionsebenen, nach denen später in der Abfrage verdichtet, eingeschränkt oder segmentiert werden soll, müssen als Kreise auf den Dimensionslinien angegeben werden. Ist ein Kreis ausgefüllt, so wird in der Abfrage nach dieser Dimensionsebene **segmentiert**²¹⁹. Dies bedeutet, dass die Werte nach den vorhandenen Dimensionselementen in dieser Dimensionsebene gruppiert werden. Bei einer Abfrage, die beispielsweise nach Monaten segmentiert ist, werden die Werte monatsweise verdichtet.
- **Einschränkungen**²²⁰ sind über Bedingungen an den Dimensionsebenen und Datenraumvariablen modelliert. Durch eine Einschränkung gehen nur Werte in die Abfrage ein, die mit Dimensionselementen in Beziehung stehen, die diese Bedingungen erfüllen. Auf diese Weise kann eine Abfrage beispielsweise auf Monate innerhalb des laufenden Geschäftsjahrs eingeschränkt werden.
- Auf- und absteigende **Sortierungen** werden über Pfeile an den Dimensionsebenen und Datenraumvariablen modelliert²²¹. Die Zahl hinter dem Pfeil gibt die Reihenfolge innerhalb der Sortierung an.
- Die bei der Verdichtung der Einzelwerte verwendete **Verdichtungsfunktion** kann in DF-Model an einer gestrichelten Linie von der Datenraumvariablen optional zur Dimension explizit modelliert werden. Wird keine Verdichtungsfunktion angegeben, so wird standardmäßig die Summation als Verdichtungsfunktion für eine Datenraumvariable und eine Dimension angenommen. In Bild 30 ist beispielhaft die Verdichtungsfunktion Mittelwertbildung (MW) modelliert.
- Die in DF-Model grafisch visualisierten Abfragen können sehr einfach in SQL²²²-Kommandos einer relationalen Datenbank umgewandelt werden. Die Segmentierung entspricht dabei dem GROUP BY-Konstrukt, die Ein-

²¹⁷ Die Dimensionsebene wird in DF-Model als Dimension und die Dimension als Hierarchie bezeichnet.

²¹⁸ Auch hier wurde die Modellierungsmethode DF-Model bewusst um die optionale Abfragenbezeichnung erweitert, um eine Referenz auf eine Abfrage bzw. die enthaltenen Abfragevariablen abbilden zu können.

²¹⁹ In Abschnitt 6.3.3 ist die Segmentierung näher erläutert.

²²⁰ In Abschnitt 6.3.1 ist die Einschränkung näher erläutert.

²²¹ Sortierungen sind in DF-Model in der zitierten Version ursprünglich nicht vorgesehen und wurden im Rahmen dieser Arbeit hinzugefügt.

²²² SQL oder auch „structured query language“ stellt die standardisierte Abfragesprache für relationale Datenbanken dar (vgl. Balzert 1996, S. 676).

schränkung der WHERE-Klausel und die Sortierung der ORDER BY-Klausel bzw. der HAVING-Klausel innerhalb des SQL-Kommandos.

6.3 Datenanalysemethoden für multidimensionale Datenbasen

Die multidimensionale Modellierung schafft die Voraussetzungen für die Anwendung spezieller Analysemethoden. Da nicht nur die syntaktische Struktur der Daten, sondern auch deren semantische Zusammenhänge in Form von Metadaten modelliert sind, kann der Benutzer bei der Datenanalyse unterstützt werden. Durch die Anreicherung des Datenmodells um Semantik wird der Informationsverlust ausgeglichen, der üblicherweise bei der Trennung von Analysefunktionen und Daten entsteht. Anforderungen an die Analyse multidimensionaler Datenbasen wurden durch zwölf **OLAP**-Regeln spezifiziert²²³. Danach muss ein Analysewerkzeug mehrdimensionale, konzeptionelle Sichten auf die Daten ermöglichen. Eine einfache Benutzerführung muss ein intuitives Arbeiten mit der Datenbasis gestatten.

Analysen in multidimensionalen Datenbasen werden durch Abfragen und Auswertungen vorgenommen. Eine **Abfrage** ist die Sicht auf einen Datenraum. Ausgehend von einer Abfrage kann durch gezielte Veränderung ihrer Einschränkungen und Segmentierungen in ähnliche Abfragen navigiert werden. Die zur **Abfragennavigation** notwendigen Methoden werden in den folgenden Abschnitten näher erläutert und unterstützen speziell die benutzergeführte Abweichungsanalyse²²⁴. Die Visualisierung einer oder mehrerer Abfragen in tabellarischer oder grafischer Form wird als **Auswertung** bezeichnet.

6.3.1 Abfrage

Eine Sicht auf einen Datenraum wird als **Abfrage** bezeichnet. Eine Abfrage stellt die Grundlage für die Verdichtung der Einzelwerte oder Datenraumvariablenwerte dar.

Eine Abfrage ist definiert durch

- den Datenraum, auf den die Abfrage ausgeführt wird,
- die Variablen des Datenraums, die abgefragt werden,
- die Segmentierungen und
- die Einschränkungen.

Durch die Segmentierung werden alle Variablenwerte verdichtet, die zu ein und demselben Dimensionselement in Beziehung stehen. Die verdichteten Variablenwerte werden für alle unterschiedlichen Dimensionselemente ausgegeben. Eine Einschränkung wird als Bedingung definiert, die ein Variablenwert, eine mathematische Verknüpfung von Variablenwerten oder ein Dimensionsattribut erfüllen muss. Als Ergebnis der Abfrage entsteht eine von den Dimensionen der Abfrage-segmentierungen abhängige Sicht auf den Datenraum, der die Abfragevariablen enthält.

²²³ Vgl. Codd 1993

²²⁴ Vgl. Holthuis 1998, S. 56f

6.3.2 Einschränkung

Die Aufgabe einer **Einschränkung** ist es, die Variablenwerte eines Datenraums auf diejenigen einzugrenzen, die mit der in der Einschränkung festgelegten Menge an Dimensionselementen in Beziehung stehen²²⁵.

Eine Einschränkung in einer Dimension ist durch eine Menge an Dimensionselementen definiert, die wiederum über eine gezielte Selektion einzelner, mehrerer, in einem Intervall liegenden oder einer spezifischen Bedingung gehorchender Dimensionselemente festgelegt ist. Die Menge an Dimensionselementen, die durch eine Einschränkung beschrieben ist, beinhaltet immer rekursiv auch alle Dimensionselemente niedrigerer Dimensionsebenen, die zum ausgewählten Dimensionselement in Beziehung stehen. Durch die Einschränkung wird ein Bereich innerhalb eines Datenraums eingegrenzt. Diese Teilmenge der Variablenwerte eines Datenraums wird als **Slice** bezeichnet²²⁶. Enthält eine Abfrage mehrere Einschränkungen, ist die Reihenfolge der Einschränkungen unerheblich (siehe Bild 31a).

Um beispielsweise die Ist-Bearbeitungszeit der Arbeitsvorgänge eines Fertigungsauftrags zu betrachten, muss die Abfrage auf diesen Fertigungsauftrag eingeschränkt werden (siehe Bild 31b: Arbeitsvorgang 4711/20)²²⁷.

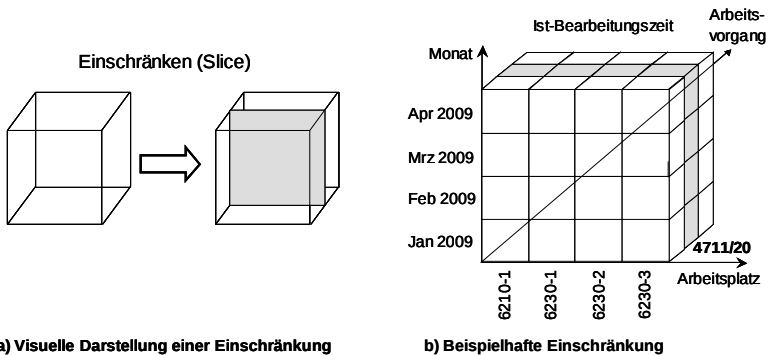


Bild 31: Einschränkung in einem Datenraum

Eine Einschränkung auf einen Datenraum in einer Dimension kann maximal auf einer Dimensionsebene geschehen, die in der Dimensionshierarchie gleich oder höher als die Dimensionsebene ist, von der die Variablen des Datenraums abhängig sind. Das bedeutet, dass z.B. eine Plan-/Istterminabweichung nur dann für einen speziellen Arbeitsplatz abgefragt werden kann, wenn diese Datenraumvariable auch von der Dimensionsebene „Arbeitsplatz“ oder einer darunter liegenden Dimensionsebene

²²⁵ Eine Einschränkung entspricht im Wesentlichen der WHERE-Bedingung innerhalb eines SQL-Kommandos.

²²⁶ Vgl. Mucksch 1997, S. 431, Holthuis 1998, S. 47f

²²⁷ Da aber die Bearbeitung des Arbeitsgangs 4711/20 in der Regel nur innerhalb eines Monats und nur auf einem Arbeitsplatz stattfindet, enthält nur einer der grau hinterlegten Würfelzellen eine Ist-Bearbeitungszeit ungleich Null.

abhängt. Liegt die Plan-/Istterminabweichung nur in Abhängigkeit von „Arbeitsplatzgruppen“ vor, so ist die Einschränkung auf den „Arbeitsplatz“ nicht möglich.

6.3.3 Segmentierung

Die Aufgabe einer **Segmentierung** ist es, mehrere Variablenwerte eines Datenraums über eine Verdichtungsfunktion gruppenweise zu verdichten. Die Gruppierung wird über das Attribut einer Dimensionsebene erreicht. Als **Verdichtungsfunktionen** eignen sich alle mathematischen Funktionen, die aus einer Wertemenge einen Einzelwert bilden, wie z.B. die Summation, die Mittelwertbildung, die Maximierung oder die Minimierung.

Eine Segmentierung ist somit eine Einschränkung nach allen Ausprägungen eines Dimensionsattributs und anschließende Zusammenfassung der selektierten Variablenwerte mit Hilfe einer Verdichtungsfunktion. Die Segmentierung wird durch die Benennung des Attributs einer Dimensionsebene definiert. Durch die Segmentierung werden alle diejenigen Datenraumvariablenwerte zusammengefasst, die zu einem Dimensionselement in Beziehung stehen, das im ausgewählten Attribut denselben Wert besitzt. Da das Attribut unterschiedliche Werte annehmen kann, besteht das Ergebnis einer Segmentierung meist aus mehreren Werten. Sind in einer Abfrage mehrere Segmentierungen enthalten, so beeinflusst ihre Reihenfolge das Ergebnis.

Eine wechselseitige Segmentierung nach unterschiedlichen Dimensionen führt zu einer anderen Ansicht des Würfels und wird als **Dicing** bezeichnet²²⁸. Ziel des „Dicing“ ist es, den Einfluss der Dimensionen auf den Variablenwert zu ermitteln.

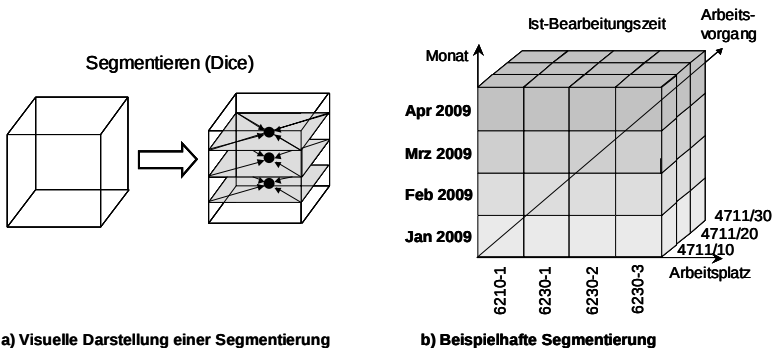


Bild 32: Werteverdichtung durch Segmentierung

Eine Segmentierung ist fast immer in Verbindung mit einer Einschränkung auf der direkt darüber liegenden Dimensionsebene sinnvoll. Ansonsten entsteht durch die vielen Dimensionselemente, nach denen jeweils segmentiert wird, ein sehr umfangreiches Abfrageergebnis, das sich nicht mehr übersichtlich darstellen lässt.

In Bild 32 werden beispielsweise durch die Segmentierung nach Monaten alle Ist-Bearbeitungszeiten summiert, die innerhalb desselben Monats liegen. Durch die

²²⁸ Vgl. Holthuis 1998, S. 47f

zusätzliche Einschränkung auf die vier Monate Januar bis April 2009 bleibt das Ergebnis übersichtlich. Ohne Einschränkung würden die Ist-Bearbeitungszeiten für alle dem System bekannten Monate angezeigt, wodurch eine Vielzahl von Werten gleichzeitig visualisiert werden müssten.

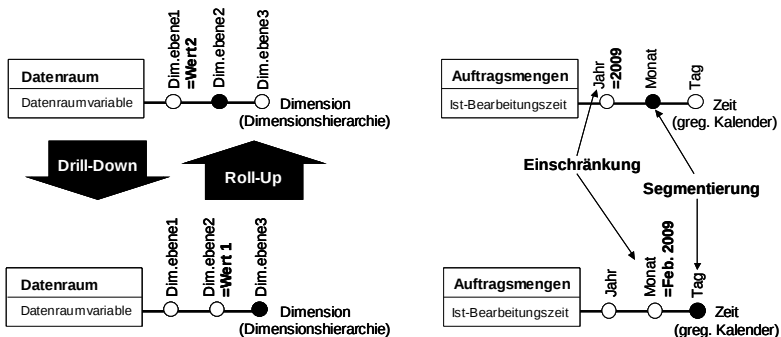
6.3.4 Abfragennavigation

Eine Abfragennavigation findet über Navigationsfunktionen statt, die eine Abfrage über Veränderungen in den Segmentierungen und Einschränkungen in eine ähnliche²²⁹ Abfrage überführen. Diese Veränderungen sind im Bild 33a an den veränderten Positionen der ausgefüllten Kreise (d.h. der Segmentierung) und den veränderten Bedingungen an den Dimensionsebenen (d.h. den Einschränkungen) zu erkennen.

Bei der Navigationsfunktion „Roll-Up“ wird die Segmentierung und die Einschränkung von einer Dimensionsebene auf die darüber liegende Dimensionsebene angehoben. Durch den „Roll-Up“ wird eine stärkere Verdichtung und eine geringere Einschränkung erreicht, wodurch die Menge der eingehenden Variablenwerte vergrößert wird. Dabei bleiben nicht betroffene Einschränkungen und Segmentierungen der Abfrage unverändert erhalten.

Da in einer hierarchischen Dimension ein Dimensionselement immer genau einem Dimensionselement der darüber liegenden Dimensionsebene zugeordnet ist, muss bei einem „Roll-Up“ nur die Dimension angegeben werden, über die der „Roll-Up“ erfolgen soll.

Liegt die Einschränkung auf der obersten Dimensionsebene der zugehörigen Dimension, werden durch den „Roll-Up“ alle Einschränkungen in dieser Dimension gelöscht. Eine evtl. vorhandene Segmentierung wird durch den „Roll-Up“ auf die darüber liegende Dimensionsebene geändert.



a) Navigationsfunktionen „Roll-Up“ und „Drill-Down“ b) Beispiel zum „Roll-Up“ bzw. „Drill-Down“

Bild 33: Navigationsfunktionen „Roll-Up“ und „Drill-Down“

²²⁹ Eine Ähnlichkeitsbeziehung zwischen Abfragen wird auf Basis der Unterschiede in ihren Definitionen festgelegt. Zwei Abfragen sind also dann ähnlich, wenn sie sich in wenigen Variablen, wenigen Einschränkungen oder wenigen Segmentierungen unterscheiden.

Das Gegenstück zur Navigationsfunktion „Roll-Up“ ist die Navigationsfunktion „**Drill-Down**“ (Bild 33a), bei dem die Einschränkung auf die darunter liegende Dimensionsebene geändert wird. Ein „Drill-Down“ verringert somit die Menge der eingehenden Datenraumvariablenwerte, um die Ursachen für eine Ziel-Ergebnis-Abweichung einzugrenzen. Beim „Drill-Down“ muss außer der Dimensionsebene das Dimensionselement festgelegt werden, auf das eingeschränkt werden soll. Liegt in dieser Dimension eine Einschränkung schon auf der untersten Dimensionsebene vor, wird auf das ausgewählte Dimensionselement eingeschränkt. Eine evtl. vorhandene Segmentierung wird auf die darunter liegende Dimensionsebene geändert.

Eine Abfrage, die beispielsweise die Ist-Bearbeitungszeiten im Monat „Februar 2009“ je Tag ausweist, wird durch einen „Roll-Up“ in der Zeit in eine Abfrage überführt, welche die Ist-Bearbeitungszeiten im Jahr „2009“ je Monat summiert (siehe Bild 33b). Ein weiterer „Roll-Up“ in der Zeit-Dimension würde die zeitliche Einschränkung komplett löschen.

Eine Abfrage, die beispielsweise die Ist-Bearbeitungszeiten im Jahr „2009“ je Monat ausweist, wird durch den „Drill-Down“ in der Zeit und Auswahl des Monats „Februar 2009“ in eine Abfrage überführt, welche die Ist-Bearbeitungszeiten im Monat „Februar 2009“ je Tag aufzeigt (siehe Bild 33b). Durch den „Drill-Down“ auf den Monat „Februar 2009“ kann beispielsweise untersucht werden, warum sich die Ist-Bearbeitungszeiten in diesem Monat von denen in den anderen Monaten unterscheiden.

6.3.5 Auswertung

Eine **Auswertung** stellt eine oder mehrere Abfragen grafisch oder tabellarisch dar. Je nach grafischer oder tabellarischer Darstellungsform sind unterschiedliche Parameter zu definieren, die das Erscheinungsbild der Auswertung maßgeblich beeinflussen.

Die **tabellarische Darstellungsform** einer Abfrage, die zusätzlich eine Reihe der oben erwähnten Analysefunktionalitäten zur Verfügung stellt, wird als Pivot-Tabelle bezeichnet²³⁰ (siehe Bild 34a).

Analysefunktionen sortieren die Daten, filtern Daten heraus oder fassen sie zusammen. Die Segmentierungen sind auf die Tabellenspalten bzw. Tabellenzeilen aufzuteilen. Dabei ist bei mehreren Segmentierungen zwingend eine Reihenfolge anzugeben, in der diese angeordnet bzw. gestaffelt sind. Für jede Datenraumvariable ist ebenfalls eine Tabellenspalte oder Tabellenzeile notwendig. Bei mehr als drei oder vier Segmentierungen bzw. Datenraumvariablen leidet allerdings die Übersichtlichkeit.

²³⁰ Nach Microsoft Excel 7.0 Hilfe ist eine Pivot-Tabelle eine interaktive Tabelle, in der große Datenmengen übersichtlich dargestellt werden können.

Dim.- ebene 1	Dim.- ebene 2	Datenraum- variable 1	Datenraum- variable 2
Dim.- objekt 1	Dim.- objekt 2	Abfrage- var.wert 1	Abfrage- var.wert 2

a) allgemeine Form einer tabellarischen Darstellung

Monat	Teilautonome Leistungseinheit	Ist- Bearbeitungszeit	Plan- Bearbeitungszeit
Januar 09	TLE 1	2,4 h	2,1 h
Januar 09	TLE 1	3,2 h	3,2 h
Januar 09	TLE 3	1,4 h	1,5 h
Februar 09	TLE 1	2,2 h	2,1 h
Februar 09	TLE 1	3,8 h	3,2 h
Februar 09	TLE 3	1,9 h	1,5 h

b) Beispiel einer tabellarischen Darstellung

Bild 34: Pivot-Tabelle mit zwei Segmentierungen und zwei Variablen

Als **grafische Darstellungsformen** einer Abfrage kommen unterschiedliche Diagrammtypen in Betracht. Je nach Diagrammtyp und seiner konkreten Ausgestaltung können unterschiedlich viele Variablen und Segmentierungen gleichzeitig dargestellt werden. Als Diagrammtypen existieren beispielsweise Säulendiagramme, Balkendiagramme, Liniendiagramme, Flächendiagramme, Oberflächendiagramme, Punktdiagramme, Kreisdiagramme, aber auch auf eine spezifische Aufgabenstellung angepasste Diagrammtypen wie Kursdiagramme²³¹ oder Ampeldiagramme²³². Je nach Ausgestaltung eines Diagrammtyps können unterschiedlich viele Variablen und Segmentierungen dargestellt werden.

Ein einfaches Säulendiagramm kann beispielsweise eine Variable und eine Segmentierung darstellen, wohingegen ein räumliches Säulendiagramm mit gestapelten Säulengruppen mehrere Variablen in zwei Segmentierungen darstellen kann. Kreis- oder Kuchendiagramme stellen Abfragen mit jeweils nur einer Segmentierung und einer Variable dar. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sollten bei allen Diagrammen nicht mehr als fünf Datenraumvariablen gleichzeitig dargestellt werden. Bei der Darstellung mehrerer Datenraumvariablen sollten diese möglichst die gleiche Einheit und denselben Wertebereich besitzen, da die Werteachse ansonsten mit unterschiedlicher Skalierung belegt werden muss. Bei dreidimensionalen Diagrammtypen können zwar zwei Segmentierungen gleichzeitig dargestellt werden, die perspektivische Darstellungsform erschwert aber die Übersichtlichkeit und die Möglichkeit zum optischen Vergleich zweier Werte. Aus diesem Grund sollten zwei Segmentierungen in einer Abfrage und somit dreidimensionale Darstellungsformen möglichst vermieden werden.

²³¹ Kursdiagramme sind Punktdiagramme, die üblicherweise für Börsenkurse benutzt werden und den minimalen, den maximalen und den Schlusswert darstellen.

²³² In einem Ampeldiagramm wird die Einhaltung eines Zielkorridors für mehrere unterschiedliche Führungskennzahlen in Form von Ampeln ausgewiesen.

7 Konzept des Führungsinformationssystems

Ausgehend von den Rand- und Rahmenbedingungen sowie den in Kapitel 3 aufgestellten Anforderungen ist das Führungsinformationssystem in funktionaler und datentechnischer Hinsicht konzipiert. Dieses Konzept basiert auf einem modellbasierten und DV-gestützten Ansatz und berücksichtigt die aufgeführten Anforderungen. Dabei stellen die in Abschnitt 6.2 und 6.3 beschriebenen Modellierungs- und Analysetechniken die fachlichen und inhaltlichen Aspekte dar.

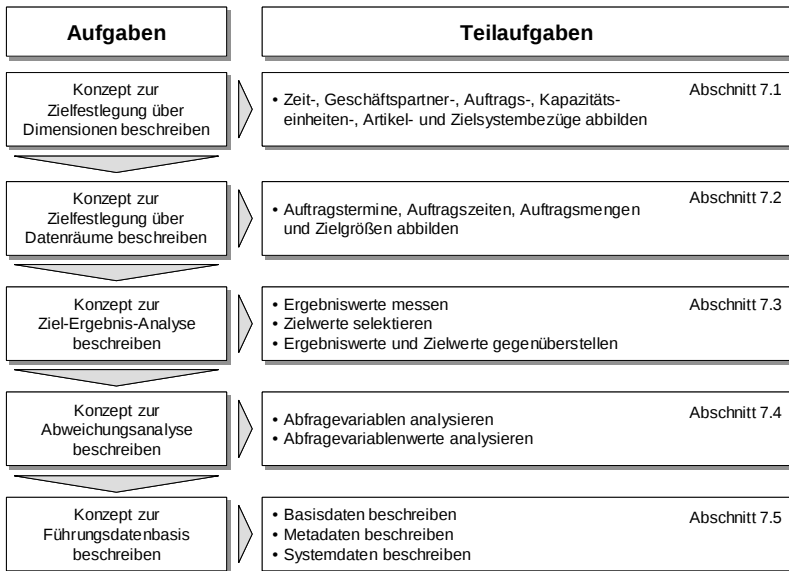


Bild 35: Aufbau Kapitel 7

Ausgangspunkt für das Konzept sind die Ablaufschritte „Zielfestlegung“, „Ziel-Ergebnis-Analyse“ und „Abweichungsanalyse“ des Führungsmodells MbO. Durch die Abbildung der Zielgrößen und Grundobjekte in einer multidimensionalen Datenbasis ist es möglich, die Ziel-Ergebnis-Analyse und Abweichungsanalyse mit Hilfe der Methoden zur Analyse multidimensionaler Datenbasen umzusetzen.

Die Zielfestlegung geschieht periodisch und mit zeitlichem Vorlauf für alle teilautonomen Leistungseinheiten, alle Ziele und die nächsten Führungsperioden. Ein Ziel ist durch den Zeit- und Organisationsbezug, die Zielgröße und Zielvorgaben beschrieben. Der Zeit- und Organisationsbezug ist über Dimensionen, die Werte für Zielgröße und Zielvorgaben über Datenräume abgebildet. Daher wird in Abschnitt 7.1 zunächst auf die **Zielfestlegung über Dimensionen** und anschließend in Abschnitt 7.2 auf die **Zielfestlegung über Datenräume** eingegangen.

7.1 Zielfestlegung über Dimensionen

Abschnitt 7.1.1 untersucht zunächst die zeitlichen Abhängigkeiten der Regelkreise, in denen eine Führungsinstanz ihre teilautonomen Leistungseinheiten führt. Die Zeit-Dimension stellt den notwendigen **Zeitbezug** für Zielgrößen und Zielvorgaben dar.

Den **Organisationsbezug** für Zielgrößen und Zielvorgaben stellt die in Abschnitt 7.1.2 modellierte Geschäftspartner-Dimension her. Die Geschäftspartner-Dimension enthält die teilautonomen Leistungseinheiten und ihre zugeordneten Führungsinstanzen.

Für Ursachenanalysen ist ein **Auftrags-, Artikel- und Kapazitätseinheitenbezug** der Zielgrößen nützlich, die in Abschnitt 7.1.3, 7.1.4 und 7.1.5 als Dimensionen modelliert sind.

Um auch Zielvorgaben in einem eigenen Datenraum ablegen zu können, sind die Zielgrößen in der **Ziel-Dimension** (siehe Abschnitt 7.1.6.) modelliert und gleichzeitig in Zielbereiche gruppiert.

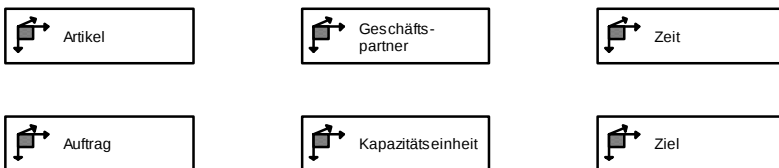


Bild 36: Dimensionsübersicht

7.1.1 Abbildung des Zeitbezugs

Die Führung der teilautonomen Leistungseinheiten durch Ziele erfolgt über zwei Regelkreise: Diese Regelkreise sind im Führungsmodell MbO als Feedback-Schleifen zu erkennen (siehe Bild 7). Die Führungsinstanz kontrolliert nach Ablauf einer **Führungsperiode** die Zielerreichung ihrer teilautonomen Leistungseinheiten. Die Führungsperiode, die zur Erreichung des Ziels zur Verfügung steht, stellt den Zeitbezug eines Ziels her.

Damit bei Zielabweichungen rechtzeitig reagiert werden kann, führt die teilautonome Leistungseinheit selbst Positionsbestimmungen durch. Sobald Zielabweichungen erkennbar sind, müssen diese im Rahmen einer Ursachenanalyse genauer betrachtet werden. Um während der Messungen zu einer Ursachenanalyse reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, müssen die Grundlagen der Messung über eine gewisse Zeit unverändert bleiben. Diese Zeitspanne, bis die Messungen abgeschlossen sind, wird als **Messperiode** bezeichnet.

Die Führungsdatenbasis wird zu definierten Zeitpunkten aktualisiert; in der Regel geschieht dies außerhalb der Arbeitszeit. Die Zeitdauer zwischen zwei Aktualisierungen der Führungsdatenbasis wird als **Aktualisierungsperiode** bezeichnet. Wenn beispielsweise zwischen zwei identischen Auswertungen neue Auftragszeitrückmeldungen oder neue Arbeitsgangtermine in die Führungsdatenbasis importiert wurden, können sich die Messergebnisse signifikant unterscheiden.

Bild 37 visualisiert die Zusammenhänge zwischen Führungs-, Mess- und Aktualisierungsperiode.

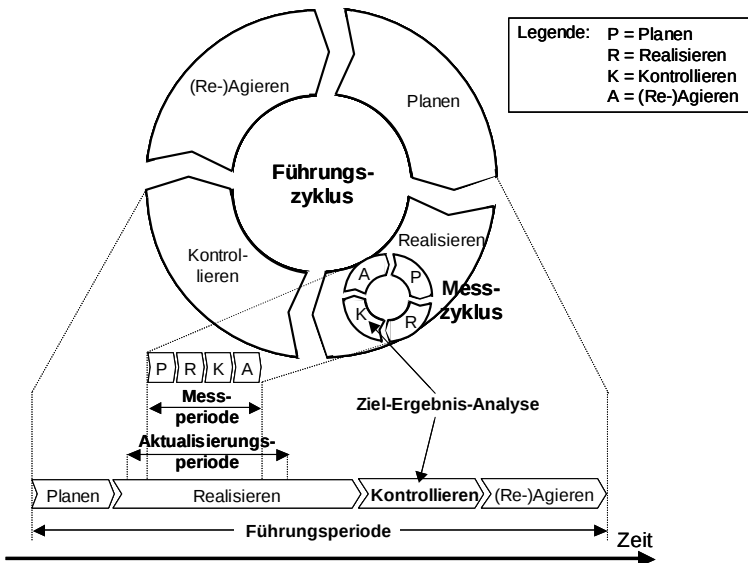


Bild 37: Führungsperiode und Messperiode

Damit die teilautonome Leistungseinheit innerhalb der Führungsperiode die eigene Position mehrfach bestimmen und auf Abweichungen reagieren kann, muss innerhalb einer Führungsperiode mehrfach die Zielerreichung gemessen werden. Das Messergebnis für eine Zielgröße verändert sich allerdings nur dann, wenn zwischenzeitlich die Führungsdatenbasis aktualisiert wurde. Während der Abweichungsanalyse sollte die Führungsdatenbasis allerdings unverändert bleiben, da sich ansonsten der zu analysierende Sachverhalt während der Analyse verändern könnte. In diesem Fall wäre der Benutzer gezwungen, die Analyse von neuem zu beginnen. Aus diesen Gründen sollte sich die Aktualisierungsperiode zwischen der Führungs- und der Messperiode befinden.

Eine Aktualisierung der Führungsdatenbasis ist speziell dann sinnvoll, wenn sich eine signifikante Anzahl von Werten geändert hat. Dies hängt bei den Auftragsrückmelde-daten in hohem Maße von der Anzahl der Produktionsaufträge und deren durchschnittlicher Durchlaufzeit, bzw. der Durchlaufzeit ihrer Arbeitsgänge, speziell innerhalb einer teilautonomen Leistungseinheit, ab. Im Betrachtungsbereich dieser Arbeit (siehe Abschnitt 2.3) sind Durchlaufzeiten von Stunden bis Tagen die Regel. Daher ist eine tägliche bzw. wöchentliche Aktualisierung der Führungsdatenbasis zu empfehlen. Messungen zur Positionsbestimmung bzw. Ursachenanalyse müssen sich dann abhängig von dieser Aktualisierungsperiode im Stunden- bis Tagesbereich

bewegen. Um Zielabweichungen rechtzeitig festzustellen und ggf. reagieren bzw. gegensteuern zu können, sollte die Führungsperiode ein Vielfaches der Aktualisierungsperiode sein. Hier ist eine wöchentliche oder monatliche Führungsperiode anzustreben.

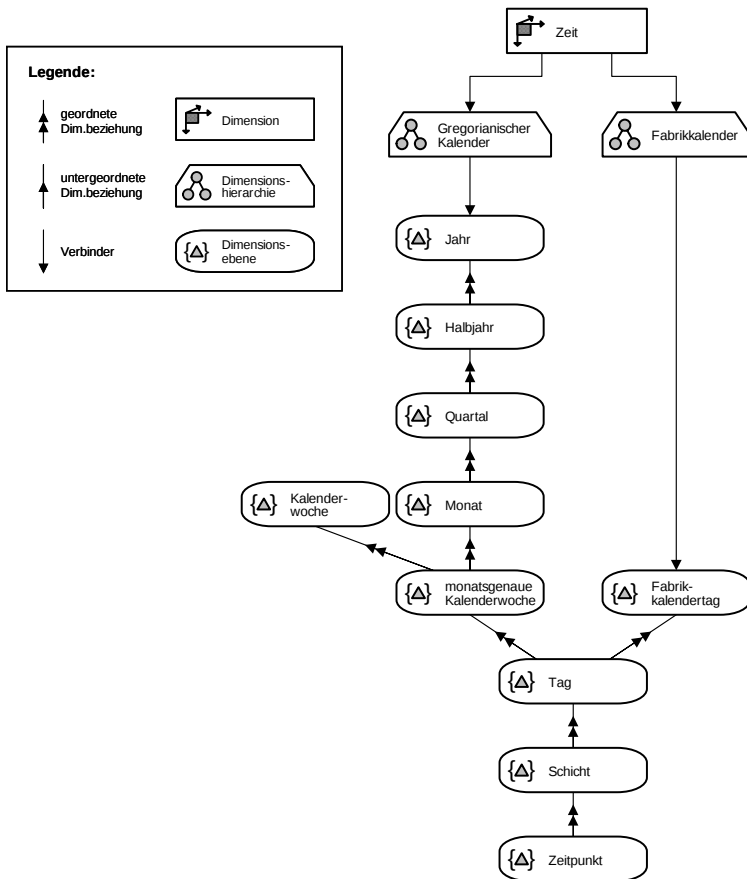


Bild 38: Modellierung der Dimension „Zeit“

Zielgrößen müssen von der Zeit abhängig sein, da ansonsten eine erbrachte Leistung keiner Führungsperiode zugeordnet werden kann. Die Zeit ist als hierarchische Dimension modelliert. Ein beliebiger Zeitpunkt gehört zu genau einem Tag. Tage sind nach dem gregorianischen Kalender in Wochen, Monate und Jahre gruppiert. Ein Jahr besitzt mehrere Monate und ein Monat mehrere Tage. Monate können zu Quartalen und Halbjahren und Tage zu Wochen zusammengefasst werden. Daraus ergibt sich eine Dimensionshierarchie „Greg. Kalender“ mit den Dimensionsebenen „Jahr“, „Halbjahr“, „Quartal“, „Monat“, „Woche“, „Tag“, „Zeitpunkt“ und einigen geordneten Dimensionsbeziehungen (siehe Bild 38).

Im Produktionsumfeld existiert zur vereinfachten Festlegung des Kapazitätsangebots in der Regel ein **Fabrikkalender** bestehend aus Fabrikkalendertagen. Ein Fabrikkalendertag ist ein Tag, an dem der überwiegende Teil der Kapazitätseinheiten des Unternehmens oder eines Unternehmensteils ein Kapazitätsangebot aufweist. Der Fabrikkalender legt durch Ausschluss der Feiertage, Wochenenden und Betriebsurlaubstage diejenigen Tage fest, an denen ein Kapazitätsangebot für die meisten Kapazitätseinheiten vorliegt. Bei einem Mehrschichtbetrieb wird der Fabrikkalendertag zusätzlich in Schichten unterteilt. Daher entsteht parallel zur Dimensionshierarchie „Greg. Kalender“ eine Dimensionshierarchie „Fabrikkalender“, die mit dem gregorianischen Kalender die Dimensionsebene „Tag“ gemeinsam hat (siehe Bild 38).

Eine unsachgemäße Modellierung der Zeit-Dimension führt zu fehlerhaften Verdichtungen. So wird zum Beispiel häufig die Kalenderwoche als eine dem Jahr oder dem Monat untergeordnete Dimensionsebene modelliert. Da sich Kalenderwochen aber nicht eindeutig einem Monat oder Jahr zuordnen lassen, kann es keine direkte hierarchische Beziehung zwischen Kalenderwochen und Monaten oder Kalenderwochen und Jahren geben. Vielmehr ist die Kalenderwoche eine Gruppierung von Tagen, die nicht weiter verdichtungsfähig ist. Eine Verdichtung auf Monate ist nur bei monatsgenauen Teilwochen möglich. Für jede monatsüberschreitende Kalenderwoche entstehen zwei monatsgenaue Teilwochen, die eine unterschiedliche Anzahl an Tagen beinhalten (siehe Bild 39).

	Kalender- wochen											
Monats genaue Teilwochen	KW 14	29	30	31								
	KW 15				1	2	3	4				
	KW 16	5	6	7	8	9	10	11				
	KW 17	12	13	14	15	16	17	18				
	KW 18	19	20	21	22	23	24	25				
	KW 18	26	27	28	29	30					1	2
		Tag										

Bild 39: Gregorianischer Kalender mit monatsgenauer Teilwoche

Durch die geordneten Dimensionsbeziehungen ist die Zeit-Dimension eine sequentielle Dimension²³³.

7.1.2 Abbildung des Geschäftspartner-Bezugs

Teilautonome Leistungseinheiten haben untereinander, wie mit externen Geschäftspartnern, Kunden-Lieferanten-Beziehungen. Teilautonome Leistungseinheiten treten somit über Aufträge selbst als interne Geschäftspartner auf. Interne und externe Geschäftspartner sind über die Geschäftspartner-Dimension abgebildet (siehe Bild 40).

Zu jeder teilautonomen Leistungseinheit existiert gemäß Abschnitt 2.2 genau eine Führungsinstanz, die Führungsverantwortung gegenüber der teilautonomen Leistungs-

²³³ Siehe Abschnitt 6.2.2

einheit wahrnimmt. Diese organisatorische Beziehung legt die Dimensionsebenen „Teilautonome Leistungseinheit“ und „Führungsinstanz“ in der Dimensionshierarchie „Führungsverantwortung“ fest. Eine teilautonome Leistungseinheit besitzt das Attribut „Führungsperiode“, das als Wert eine Dimensionsebene der Zeitdimension annehmen kann. Um ein zu engmaschiges Kontrollsystem zu vermeiden und eine Reaktion zwischen der Mess- und der Führungsperiode zu ermöglichen, ist die Führungsperiode an die mittlere Durchlaufzeit der Arbeitsvorgänge innerhalb einer teilautonomen Leistungseinheit anzupassen.

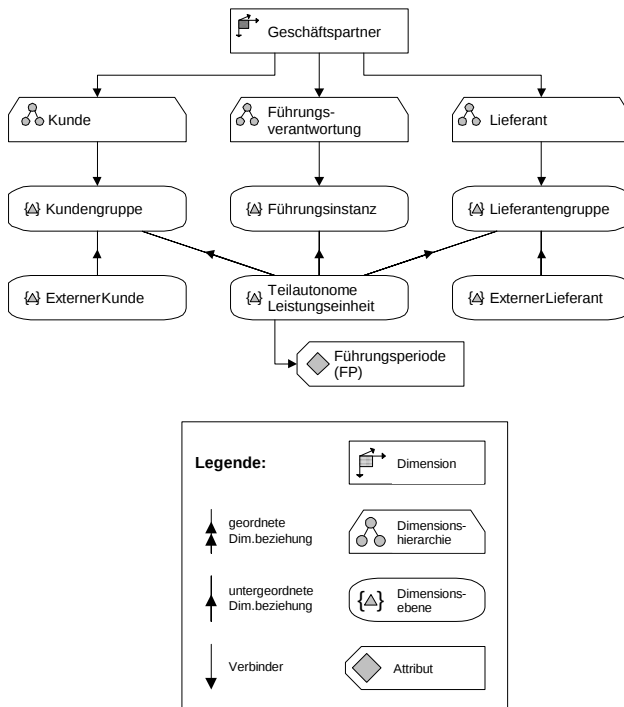


Bild 40: Modellierung der Dimension „Geschäftspartner“

Kunden sind nach diversen Kriterien, wie beispielsweise Priorität oder geografischer Lage, zu Kundengruppen zusammengefasst. Lieferanten sind beispielsweise gemäß ihrer qualitativen Einstufung oder nach ihrem Umsatz zu Lieferantengruppen zusammengefasst. Unter Verwendung dieser Gruppierungen können Zielgrößen definiert werden, die nur für spezielle Kunden- bzw. Lieferantengruppen zutreffend sind. Dazu müssen die für die Zielgrößendefinition ausgewählten Datenraumvariablen von der Geschäftspartner-Dimension abhängig sein.

7.1.3 Abbildung des Auftragsbezugs

Die teilautonomen Leistungseinheiten erbringen ihre Leistungen im Rahmen von zu bearbeitenden Aufträgen. Die Auftragsdimension stellt diesen Auftragsbezug dar (siehe Bild 41). Die Auftragsdimension wird bei signifikanten Zielabweichungen in der Ursachenanalyse angewendet.

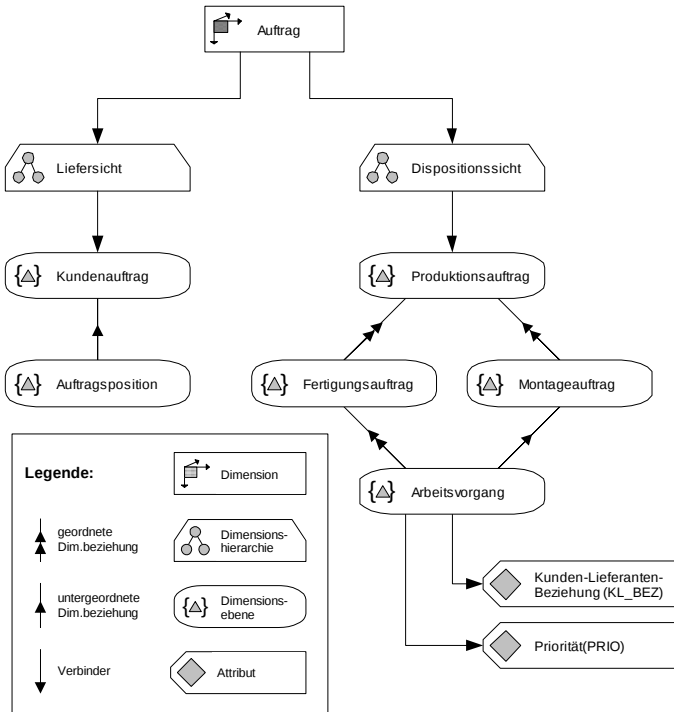


Bild 41: Modellierung der Dimension „Auftrag“

Bei den Aufträgen existiert eine Liefer- und eine Dispositionssicht²³⁴:

- Die **Liefersicht** bildet die Perspektive des Kunden ab, so dass diese Dimensionshierarchie den Kundenauftrag und wegen der Möglichkeit zur Bestellung mehrerer Produkte, die Auftragspositionen des Kundenauftrags als Dimensionsebenen beinhaltet.
- Die Dimensionshierarchie zur **Dispositionssicht** beinhaltet die Dimensionsebenen „Produktionsauftrag“, „Fertigungsauftrag“, „Montageauftrag“ und „Arbeitsvorgang“. Ein Produktionsauftrag besteht aus Fertigungs- und Montageaufträgen und diese wiederum aus einer geordneten Menge von Arbeitsvorgängen (siehe Bild 6). Da die Arbeitsvorgänge eines Fertigungsauftrags geordnet sind, handelt es sich bei

²³⁴ Vgl. Wiendahl, H.-H. 2002, S. 88

der Auftragsdimension um eine sequentielle Dimension²³⁵. Diese Ordnung wird bei den Arbeitsvorgängen von Fertigungsaufträgen üblicherweise durch eine aufsteigende Positionsnummer abgebildet.

Die vom Kunden bestellten Produkte werden nur bei kundenauftragsspezifischer Produktion direkt in Produktionsaufträge umgewandelt. Ansonsten erzeugen die Kundenaufträge bzw. ihre Kundenauftragspositionen Primärbedarf, der über die Mengenplanung (siehe Bild 4) unter Berücksichtigung von evtl. vorhandenen Lagerbeständen und Vorlaufzeiten in Produktionsaufträge umgewandelt wird. Dabei kann eine Auftragsposition mehrere Produktionsaufträge auslösen und ein Produktionsauftrag mehrere Auftragspositionen mit Produkten versorgen. Eine direkte hierarchische Beziehung zwischen Auftragsposition und Produktionsauftrag kommt nur bei kundenspezifischer Produktion vor. Der einzelne Produktionsauftrag verknüpft somit die Liefer- und Dispositionssicht auf mikroskopischer Ebene, der Produktionsplan auf makroskopischer Ebene²³⁶. Daher gibt es keine gemeinsame Dimensionsebene der beiden Dimensionshierarchien „Liefersicht“ und „Dispositionssicht“.

Um den Endtermin von Kundenaufträgen noch zu halten, sollten bei Störungen oder Engpässen die verspäteten Arbeitsvorgänge in der Abarbeitung bevorzugt werden²³⁷.

Über eine Priorität können die Arbeitsvorgänge gemäß ihrer Wichtigkeit geordnet werden.

Um später Zielgrößen auf diejenigen Arbeitsvorgänge einschränken zu können, deren nachfolgender Arbeitsvorgang in einer anderen Leistungseinheit ausgeführt wird, sind diese durch das Attribut „Kunden-Lieferanten-Beziehung“ gekennzeichnet.

7.1.4 Abbildung des Ressourcenbezugs

Im Rahmen der Aufträge werden die Produkte unter Verwendung der notwendigen Ressourcen wie Menschen, Maschinen und Werkzeuge aus Artikeln, gemäß einem vorgegebenen Prozess, hergestellt²³⁸. Aus Planungsvereinfachungsgründen sind einzeln geplante Ressourcen zu Arbeitsplätzen und von ihrem Leistungsspektrum gleichartige Arbeitsplätze zu Arbeitsplatzgruppen zusammengefasst. Arbeitsplatzgruppen wiederum sind einem Produktionsbereich und diese einem Werk zugeordnet. Diese Beziehungen sind in der Dimensionshierarchie „Kapazitätsgruppierung“ modelliert (siehe Bild 42).

²³⁵ Siehe Abschnitt 6.2.2

²³⁶ Vgl. Wiendahl, H.-H. 2002, S. 88

²³⁷ Diese terminliche Dringlichkeit eines Arbeitsvorgangs wird üblicherweise durch eine sogenannte Schlupfregelung abgebildet.

²³⁸ Siehe Abschnitt 6.1.2

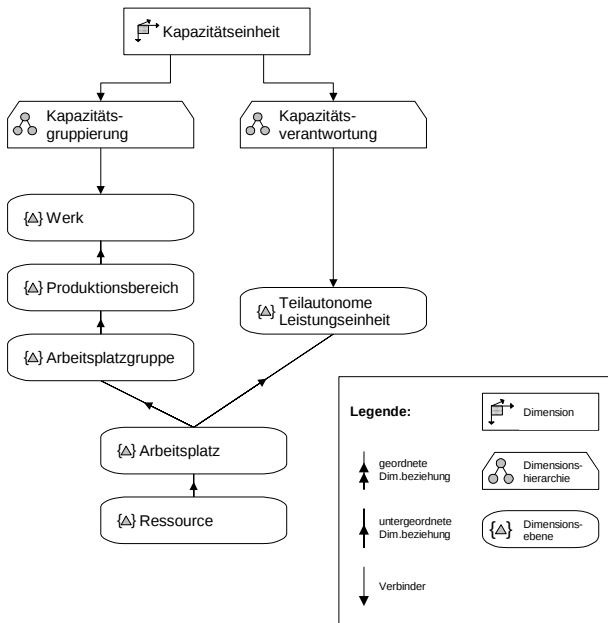


Bild 42: Modellierung der Dimension „Kapazitätseinheit“

Eine teilautonome Leistungseinheit verfügt im Rahmen ihrer Autonomie über eigene Ressourcen. Diese Zuordnung der planerischen Verantwortung für Ressourcen zu den Leistungseinheiten ist in der Dimensionshierarchie „Kapazitätsverantwortung“ abgebildet. Für alle Ressourcen, gruppiert zu Arbeitsplätzen, die einer teilautonomen Leistungseinheit zugeordnet sind, übernimmt die Leistungseinheit die planerische Verantwortung im Rahmen der integrierten Werkstattsteuerungsfunktionen. Daraus folgt, dass ein Arbeitsplatz bzw. seine Ressourcen immer nur einer teilautonomen Leistungseinheit zugeordnet sein darf²³⁹. Eine Möglichkeit, um eine sehr knappe bzw. wertvolle Ressource mehreren Arbeitsplätzen und somit unterschiedlichen teilautonomen Leistungseinheiten zur Verfügung zu stellen, besteht darin, eine physische Ressource in mehrere virtuelle Ressourcen mit disjunkten zeitlichen Verfügbarkeitsintervallen aufzutrennen. Die virtuellen Ressourcen sind dann unterschiedlichen Arbeitsplätzen und somit unterschiedlichen teilautonomen Leistungseinheiten zugeordnet.

Sinnvollerweise ist die Leistungseinheit nicht nur für die Planung, sondern auch für die Wartung, Instandsetzung, Modernisierung und den Ausbau der ihr zugeordneten Ressourcen bzw. Arbeitsplätze verantwortlich. Dazu kann die Leistungseinheit teilweise Dienstleistungen anderer Leistungseinheiten in Anspruch nehmen.

²³⁹ In Abschnitt 2.1.1 ist die exklusive Zuordnung von Ressourcen als Voraussetzung für die Teilautonomie der Leistungseinheit definiert.

Eine Zusammenfassung der Dimensionshierarchien „Kapazitätsgruppierung“ und „Kapazitätsverantwortung“ ist möglich, wenn für alle teilautonomen Leistungseinheiten eine Dimensionsebene existiert, bis zu der die Ressourcen genau einer teilautonomen Leistungseinheit zugeordnet sind. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn ein Produktionsbereich einer teilautonomen Leistungseinheit entspricht.

7.1.5 Abbildung des Artikelbezugs

Aufträge überführen Bedarfsartikel in Zielartikel. Eine Klassifikation der Artikel ist nach den unterschiedlichsten Merkmalen möglich. Die **Bezugsart** unterscheidet im eigenen Unternehmen hergestellte Bedarfsartikel die sog. Eigenteile und zugekaufte Bedarfsartikel, die sog. Kaufteile. Die **Verkaufsfähigkeit** eines Teils²⁴⁰ beschreibt, ob es sich um ein Produkt, also einen an Kunden auslieferungsfähigen Artikel, handelt. Je nach der **Strukturstufe** eines Teils in der Produktstruktur wird ein Teil als Baugruppe, Einzelteil oder Rohmaterial bezeichnet.

Das Logistikcontrolling teilt Artikel nach ihrem **Bedarfswert** in A-, B- oder C-Artikel, nach ihrer **Wiederbeschaffungszeit** in U-, V- und W-Artikel und nach ihrer **Bedarfsvarianz** in X-, Y- oder Z-Artikel ein²⁴¹.

Die **Artikel-Dimension** enthält die genannten Klassifikationsmerkmale in Form von Dimensionsebenen (siehe Bild 43). Konkrete Ausprägungen der Dimensionsebenen „Bezugsart“ und „Strukturstufe“, wie „Eigenteil“, „Fremdteil“, „Baugruppe“, „Einzelteil“ und „Rohstoff“, sind exemplarisch als Dimensionselemente modelliert.

Unter Verwendung der modellierten Dimensionsebenen und Dimensionselemente ist eine Einschränkung der Zielgrößen auf Aufträge möglich, die beispielsweise hochwertige A-Teile produzieren. Dazu muss der Datenraum, der die Zielgröße enthält, von der „Artikel“-Dimension abhängig sein. Durch die Klassifikation der Teile über die Dimensionsebene „Bedarfswert“ ist eine Einschränkung der Zielgrößenabfrage auf hochwertige Teile möglich. Zusätzliche Einschränkungen beispielsweise nach der Verkaufsfähigkeit sind ebenfalls möglich. Für eine Ursachenforschung im Rahmen der Abweichungsanalyse ist es hilfreich, die Zielgröße in Abhängigkeit von der Bezugsart oder Strukturstufe der eingesetzten Teile zu analysieren, da häufig ein Zusammenhang zwischen Terminabweichungen und diesen Merkmalen der verarbeiteten Teile besteht.

Zusätzliche Klassifizierungsmerkmale für Teile sind denkbar und können durch die Flexibilität in der Führungsdatenbasis jederzeit ergänzt werden.

²⁴⁰ Der Teile-Begriff wird synonym zum Artikel-Begriff verwendet.

²⁴¹ Vgl. Nyhuis 2003, S. 249-250

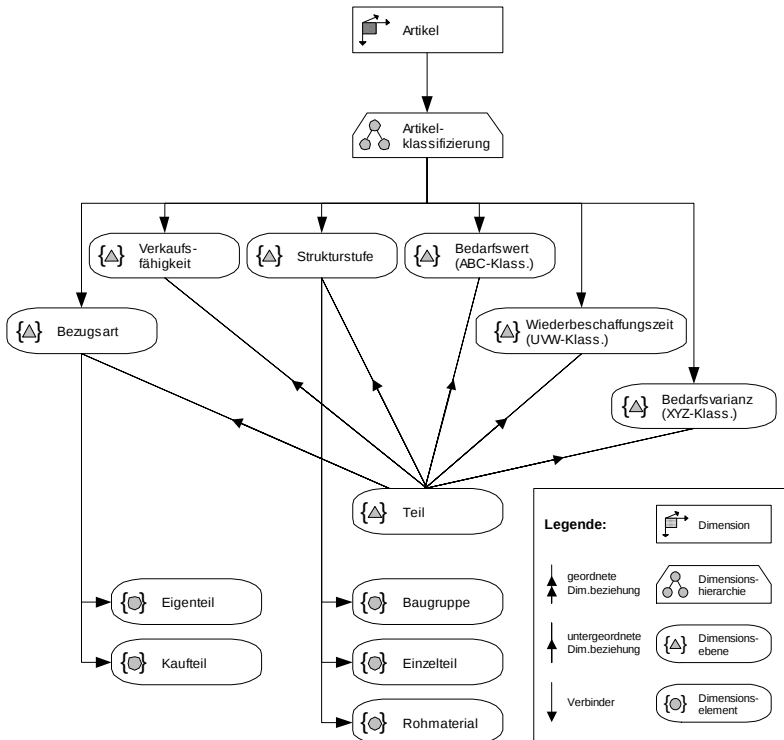


Bild 43: Modellierung der Dimension „Artikel“

7.1.6 Abbildung des Zielsystems

Das **Zielsystem** einer teilautonomen Leistungseinheit besteht aus mehreren Zielgrößen. Um die Übersichtlichkeit in den Ziel-Ergebnis-Auswertungen zu erhöhen, gruppieren **Zielbereiche** die Zielgrößen thematisch.

Eine **Zielgröße** ist durch ihre Beschreibung, Datenraumvariable, Zielrichtung, Abweichungssignifikanzfunktion, Verdichtungsfunktion und Einschränkungen definiert:

- Die **Beschreibung** der Zielgröße enthält die Bedeutung der abgebildeten Führungskennzahl.
- Jeder Zielgröße wird eine **Datenraumvariable** zugewiesen, die auch die Einheit der Zielgröße festlegt.
- Die **Zielrichtung** gibt an, ob die Zielgröße maximiert, minimiert oder innerhalb eines Intervalls liegen muss.
- Die **Abweichungssignifikanzfunktion** quantifiziert die Relevanz der Zielabweichungen.

- Die **Verdichtungsfunktion**²⁴² beschreibt die Zusammenfassung der Einzelwerte zur Zielgröße.
- Zusätzliche **Einschränkungen** selektieren eine Untermenge der zu verdichtenden Einzelwerte.

Gemäß diesen Festlegungen besteht die **Ziel-Dimension** aus den Dimensionsebenen „Zielgröße“ und „Zielbereich“ (siehe Bild 44). Die Verständlichkeit der Zielgröße wird durch ihre Attribute „Zielbeschreibung“ und „Zielrichtung“ erhöht. Die Zielrichtung beschreibt, ob eine Zielgröße minimiert, wie beispielsweise die Terminabweichung, oder maximiert werden muss. Die Attribute „Datenraumvariable“, „Verdichtungsfunktion“ und „Einschränkungen“ stellen die Messbarkeit der Zielgröße sicher. Die Abweichungssignifikanzfunktion unterstützt die Führungsphilosophie „Management by Exceptions“. Die Dimensionsebene „Zielbereich“ bildet eine thematische Gruppierung der Zielgrößen ab und erhöht somit die Übersichtlichkeit.

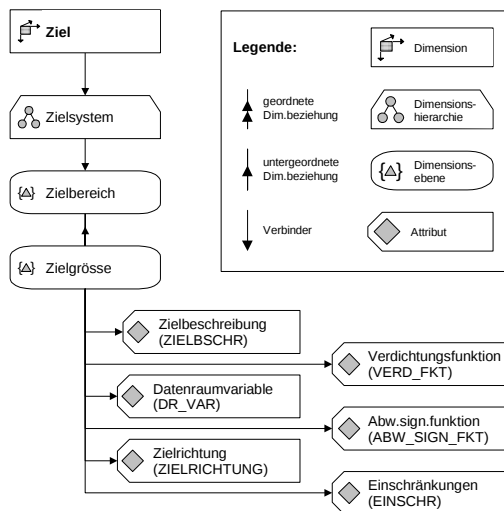


Bild 44: Modellierung der Dimension „Ziel“

7.2 Zielfestlegung über Datenräume

Eine Zielgröße wird als Datenraumvariable eines Datenraumes abgebildet. Die Verteilung der Zielgrößen auf mehrere Datenräume ist in unserem Anwendungsfall sinnvoll, da die Zielgrößen bzw. ihre Datenraumvariablen von unterschiedlichen Dimensionen abhängig sind²⁴³. So sind die Auftragsübergangszeiten beispielsweise

²⁴² Wie eine solche Verdichtungsfunktion beschaffen sein muss, ist in Abschnitt 6.3.2 beschrieben.

²⁴³ Die Kriterien für eine Aufteilung der Datenraumvariablen auf mehrere Datenräume sind bereits in Abschnitt 6.2.3 erwähnt.

von zwei Kapazitätseinheiten abhängig²⁴⁴, wohingegen die Auftragsdurchführungszeiten nur von einer Kapazitätseinheit abhängig sind²⁴⁵.

Die Datenraumvariablen wurden aufgrund dieser unterschiedlichen Dimensionsabhängigkeiten und aus thematischen bzw. Komplexitätsgründen auf folgende teilweise voneinander abhängige Datenräume verteilt:

- Auftragstermine (siehe Abschnitt 7.2.1),
- Auftragsübergangszeiten (siehe Abschnitt 7.2.2),
- Auftragsdurchführungszeiten (siehe Abschnitt 7.2.3),
- Auftragsdurchlaufzeiten (siehe Abschnitt 7.2.4),
- Auftragsmengen (siehe Abschnitt 7.2.5),
- Zielvorgabe (siehe Abschnitt 7.2.6),
- Terminabweichung (siehe Abschnitt 7.2.7) und
- Durchlaufzeitenabweichung (siehe Abschnitt 7.2.8).

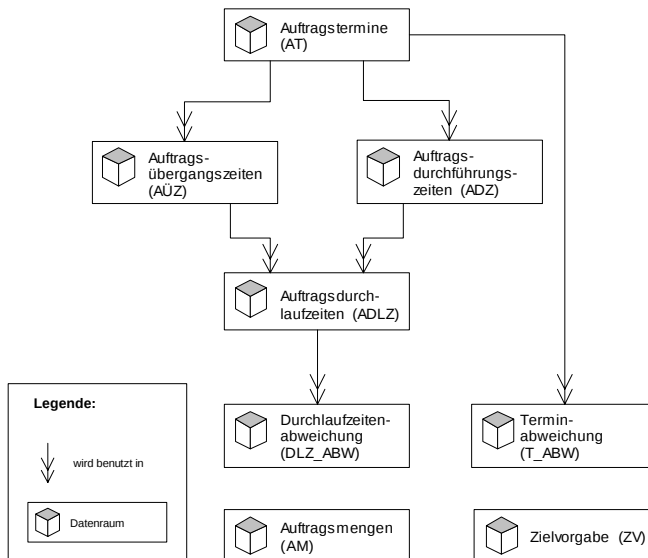


Bild 45: Datenraumübersicht

Die Abhängigkeiten zwischen den Datenräumen²⁴⁶ sind als funktionale Verknüpfungen, d.h. als sekundäre Datenraumvariable modelliert. Entlang dieser Ver-

²⁴⁴ Wie der Begriff „Auftragsübergangszeiten“ schon ausdrückt, sind hier diejenigen Auftragszeiten gemeint, die im Übergang eines Auftrags von einer Kapazitätseinheit zu einer anderen Kapazitätseinheit anfallen.

²⁴⁵ Die Auftragsdurchführungszeiten sind von derjenigen Kapazitätseinheit abhängig, auf der die Durchführung des Arbeitsgangs ausgeführt wird.

knüpfungen kann später eine Abweichungsanalyse unter Nutzung der Zielgrößen-Zusammenhänge unterstützt werden.

Die exemplarisch ausgewählten Zielgrößen zur **Terminabweichung** sind als Datenraumvariablen im Datenraum „Terminabweichungen“, die Zielgrößen zur **Durchlaufzeitenabweichung** als Datenraumvariablen im Datenraum „Durchlaufzeitenabweichung“ enthalten. Die zugehörigen Zielvorgaben, d.h. die Zielwerte und Zielprioritäten zu den Zielgrößen sind im Datenraum „**Zielvorgabe**“ abgelegt. Diese Zielvorgaben sind definitionsgemäß von der Führungsperiode und der teilautonomen Leistungseinheit, d.h. der Zeit- und Geschäftspartner-Dimension, abhängig.

7.2.1 Abbildung der Auftragstermine

Termine existieren auf der feinsten Stufe je Arbeitsvorgang. Ein Arbeitsvorgang besitzt einen Rüstanfangs-, einen Bearbeitungsanfangs- und einen Bearbeitungsendtermin. Zwischen zwei Bearbeitungen werden die Teile von einer zur nächsten Kapazitätseinheit transportiert. Diese Transportzeit ist durch den Transportanfangstermin und den Transportendtermin begrenzt²⁴⁷. Jeder Termin ist im Datenraum „Auftragstermine“ als primäre Datenraumvariable abgelegt (siehe Bild 46).

Diese Termine liegen in unterschiedlichen Bedeutungen vor:

- als Wunschtermin des Kunden,
- als dem Kunden zugesicherter Solltermin,
- als zu realisierender Plantermin oder
- als realisierter Isttermin.

Ausgehend vom Wunschliefertermin des Kunden errechnen sich die Wunsch-Bearbeitungsendtermine der Produktionsaufträge unter Berücksichtigung der Kommissionier- und Distributionszeiten.

Eine Durchlaufterminierung ohne Kapazitätsberücksichtigung mit Standard-Übergangszeiten und Standard-Durchführungszeiten bestimmt ausgehend vom Wunsch-Bearbeitungsendtermin die Soll-Bearbeitungsendtermine der Arbeitsvorgänge. Die Kapazitätsbedarfsermittlung und –abstimmung sowie die Reihenfolgeplanung legen unter Berücksichtigung des Kapazitätsangebots der benötigten Kapazitätseinheiten die Plantermine, d.h. das Plan-Bearbeitungsende des Vorgängers, der Plan-Transportanfang, das Plan-Transportende, der Plan-Rüstanfang, der Plan-Bearbeitungsanfang sowie das Plan-Bearbeitungsende fest. Die Abweichung zwischen Soll-Bearbeitungsende und Plan-Bearbeitungsende ist eine Zielgröße dafür, wie gut die in die Leistungseinheit integrierten Werkstattsteuerungsfunktionen wahrgenommen werden bzw. ob das Kapazitätsangebot zum Kapazitätsbedarf passt. Isttermine, wie das Ist-Bearbeitungsende des Vorgängers, der Ist-Transportanfang, das Ist-Transportende, der Ist-Rüstanfang, der Ist-Bearbeitungsanfang sowie das Ist-Bearbeitungsende werden über die Betriebsdatenerfassung zur Verfügung gestellt.

²⁴⁶ Diese Abhängigkeiten sind durch die bereits erwähnten Kennzahlensysteme (siehe Abschnitt 6.1.3) vorgegeben.

²⁴⁷ Findet kein Transport statt, so entspricht der Bearbeitungsendtermin dem Transportanfangstermin und dem Transportendtermin.

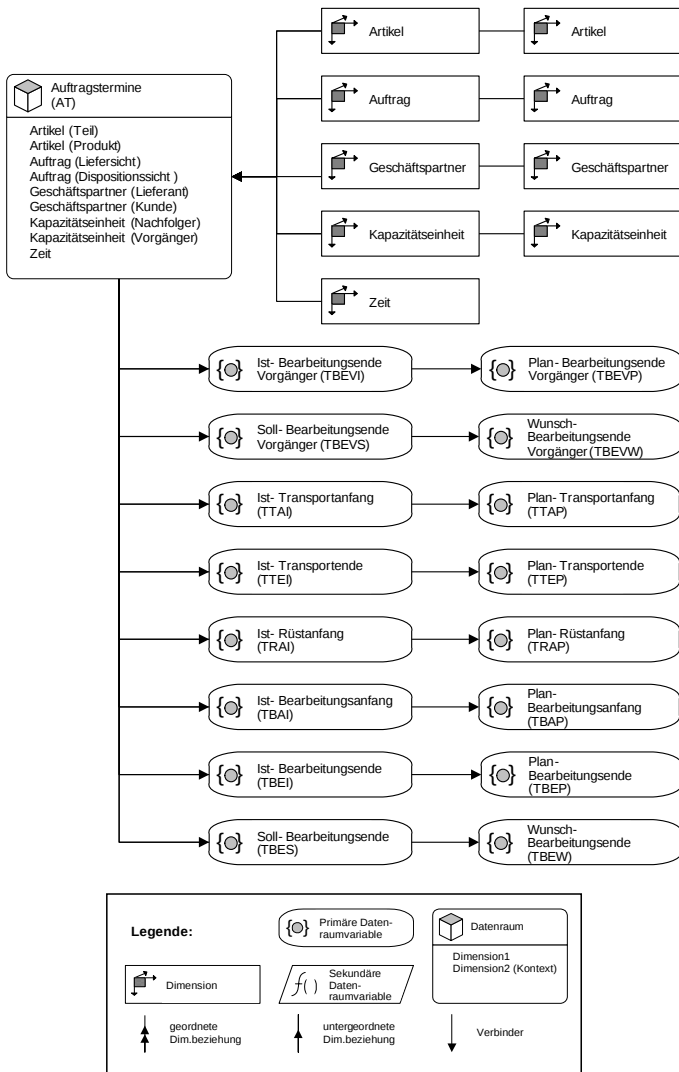


Bild 46: Datenraum zu den Auftragsterminen

Die primären Datenraumvariablen im Datenraum Auftragstermine stellen die Ausgangsbasis für eine Vielzahl sekundärer Datenraumvariablen in anderen Datenräumen dar.

Die Anfangs- und Endtermine der Produktions-, Fertigungs- bzw. Montageaufträge ergeben sich aus den Terminen der Arbeitsvorgänge. So entspricht beispielsweise der

Endtermin des Produktionsauftrags dem spätesten Bearbeitungsendtermin derjenigen Arbeitsvorgänge, die gemäß Auftragsdimension zum Produktionsauftrag gehören.

Durch den zweifachen Bezug der Auftragstermine zur Auftragsdimension werden die Liefersicht und die Dispositionssicht über den Datenraum miteinander verknüpft. Die Beziehung zur Auftragsdimension in der Liefersicht kann allerdings nur dann hergestellt werden, wenn die Beziehung der durch den Produktionsauftrag erzeugten Teile zu den in den Kundenaufträgen bzw. Kundenauftragspositionen bestellten Produkten ermittelt werden kann. Ist dies wegen einer zwischengeschalteten Dispositionsstufe²⁴⁸ nicht mehr möglich, entfällt die Abhängigkeit dieser Termine von der Auftragsdimension in der Liefersicht. In diesem Fall gehen diese Datensätze in Auswertungen mit Bezug auf diese Dimension nicht mit ein.

Der zweifache Bezug des Datenraums zur Artikel-Dimension ermöglicht durch eine Einschränkung auf spezielle Artikel oder Artikelgruppen eine artikelspezifische Zieldefinition. Dies ist dann sinnvoll, wenn die Anforderungen an die Termintreue bei bestimmten Produkten, in welche die produzierten Teile eingehen oder bei den produzierten Teilen selbst, besonders hoch sind.

Die lieferantenseitige Beziehung zur Geschäftspartner-Dimension stellt den für die Ziel-Ergebnis-Analyse notwendigen Organisationsbezug her. Eine Auswertung der Kunden-Lieferanten-Beziehungen einer Leistungseinheit aus Sicht eines speziellen Kunden ist über die kundenseitige Beziehung zur Geschäftspartnerdimension möglich. Bei Bearbeitungs- und Rüstterminen besteht eine Beziehung zu einer, bei Transport- und Liegezeiten zu zwei Kapazitätseinheiten.

Die für die Ziel-Ergebnis-Analyse notwendige Zuordnung eines Auftragstermins zu seiner Führungsperiode geschieht über die Abhängigkeit von der Zeitdimension. Sinnvollerweise wird der Zeitbezug im Datenraum „Auftragstermine“ über eine seiner Datenraumvariablen hergestellt²⁴⁹. Am besten eignet sich hierfür die Datenraumvariable „Plan-Bearbeitungsende“, da diese Variable erstens über den Terminierungslauf frühzeitig mit einem realistischen Termin belegt ist und zweitens das Ende der wertschöpfenden Tätigkeiten am Arbeitsvorgang darstellt. Die Isttermine der Arbeitsvorgänge sind erst nach ihrer Rückmeldung mit Werten belegt, so dass diese bis dahin nicht auswertbar wären. Würde man einen Beginntermin als Zeitbezug wählen, wären einige Zeitintervalle wegen den evtl. noch nicht rückgemeldeten, zugehörigen Endterminen nicht berechnet.

7.2.2 Abbildung der Auftragsübergangszeiten

Auftragsindividuelle Termine sind als Zielgrößen ungeeignet, da Termine nicht verdichtungsfähig sind. Um Handlungsspielräume zuzulassen, sollte es sich bei Zielgrößen aber um verdichtete Informationen handeln. Daher werden durch

²⁴⁸ Ausgewählte Stücklistenstufen werden dann als Dispositionsstufen bezeichnet, wenn die zugehörigen Teile aus logistischen Gesichtspunkten disponiert, d.h. gelagert, beschafft oder gefertigt werden.

²⁴⁹ In Wiendahl H.P. 1997, S. 188 in Bild 6.5 sind die unterschiedlichen Möglichkeiten beschrieben, einen Auftrag je nach Lage seiner Arbeitsvorgänge einer Zeitperiode zuzuordnen.

Subtraktion zweier Auftragstermine Zeitdauern gemäß dem Kennzahlenrechnungssystem (siehe Bild 24) gebildet.

Aus der Differenz zwischen Bearbeitungsendtermin des Vorgänger-Arbeitsvorgangs und Transportanfangstermin des Arbeitsvorgangs ergibt sich die Nachliegezeit. Die Transportzeit ist die Differenz zwischen Transportendtermin und Transportanfangstermin und die Vorliegezeit berechnet sich über die Differenz zwischen Rüstanfangstermin und Transportendtermin. Alle drei Zeitdauern addieren sich zur Übergangszeit. Jede Auftragsübergangszeit existiert als Ist- und Planzeit. Eine Istzeit berechnet sich aus den Differenzen der jeweiligen Isttermine, eine Planzeit aus den Differenzen der jeweiligen Plantermine.

Zur Bestimmung des Sollbearbeitungsendtermins wird eine Durchlaufterminierung mit Standard-Übergangszeiten ohne Kapazitätsberücksichtigung verwendet. Diese Standard-Übergangszeiten sind als primäre Datenraumvariable „Soll-Übergangszeit“ modelliert. Eine Modellierung der Wunsch-Übergangszeit ist nicht notwendig, da der Kunde üblicherweise keinen Einfluss auf die Übergangszeiten hat.

Da es sich bei den Auftragsübergangszeiten, außer bei der Soll-Übergangszeit, um berechnete Datenraumvariablen handelt, werden diese als sekundäre Datenraumvariablen modelliert. Durch die Abhängigkeit des Datenraums zur Auftragsübergangszeit von der Zeit- und Geschäftspartner-Dimension ist ein zeitlicher und organisatorischer Bezug vorhanden, so dass die Datenraumvariablen des Datenraums „Auftragsübergangszeiten“ die Voraussetzungen für Zielgrößen erfüllen (siehe Bild 47).

Je nachdem, ob in der späteren Ergebnisabfrage der zeitliche Bezug zur Dimensionshierarchie „gregorianischer Kalender“ oder „Fabrikkalender“ genutzt wird, findet eine Berücksichtigung der Kalendertage ohne Kapazitätsangebote statt, wie z.B. an Wochenenden oder Feiertagen.

Auftragsübergangszeiten, wie Liege- und Transportzeiten, entstehen zwischen zwei Arbeitsvorgängen. Da diese zwei Arbeitsvorgänge in der Regel auf zwei unterschiedlichen Kapazitätseinheiten bearbeitet werden, entsteht an dieser Stelle eine Kunden-Lieferanten-Beziehung. Daher ist eine zweifache Abhängigkeit der Auftragsübergangszeiten von den Dimensionen „Kapazitätseinheit“ und „Geschäftspartner“ modelliert. Die Verantwortung für die Auftragsübergangszeit kann entweder zwischen den beiden Leistungseinheiten verteilt oder einer von beiden zugewiesen werden²⁵⁰. Je nachdem sind die Zielgrößen für die Leistungseinheit zu definieren.

²⁵⁰ In Nyhuis 1999, S. 21ff wird die Verantwortung für eine Durchlaufzeitabweichung und somit auch Terminabweichungen in den Übergangszeiten der nachfolgenden Kapazitätseinheit zugewiesen.

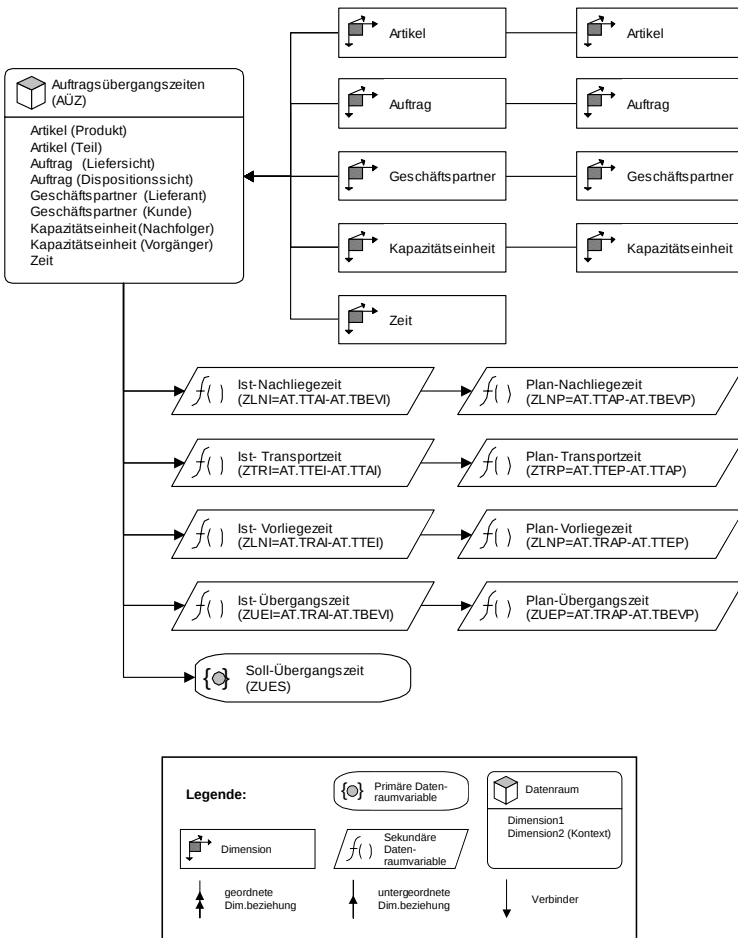


Bild 47: Datenraum zu den Auftragsübergangszeiten

7.2.3 Abbildung der Auftragsdurchführungszeiten

Ebenso wie die Auftragsübergangszeiten werden auch die Auftragsdurchführungszeiten durch Differenzbildung zweier Auftragstermine gemäß des Kennzahlenrechnungssystems zur Durchführungszeit ermittelt (siehe Bild 25).

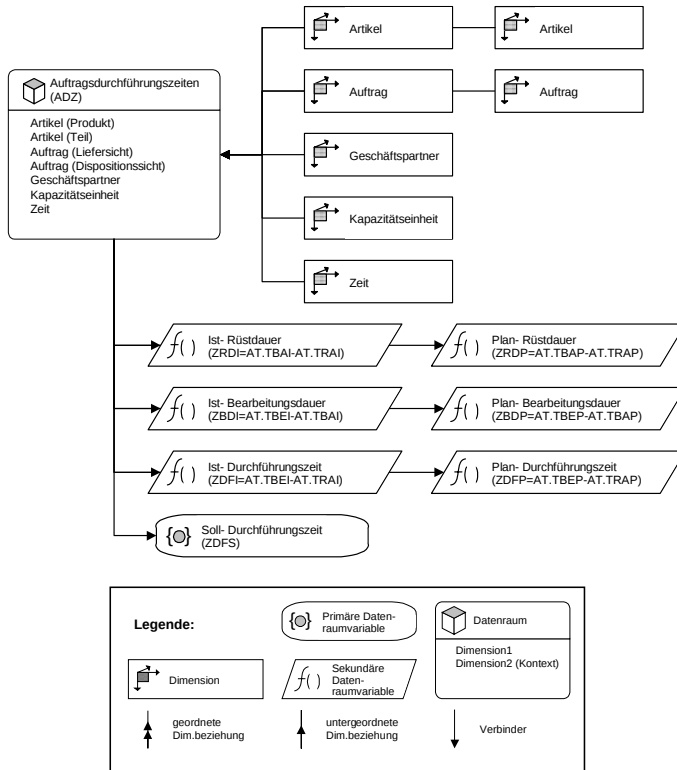


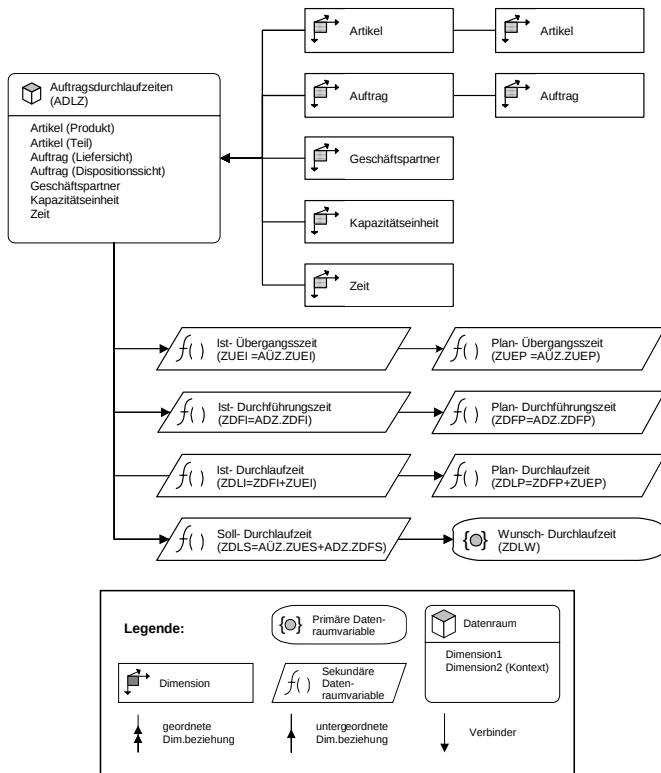
Bild 48: Datenraum zu den Auftragsdurchführungszeiten

Auftragsdurchführungszeiten, wie Rüst- und Bearbeitungszeiten, entstehen durch die Abarbeitung eines Arbeitsvorgangs an einer Kapazitätseinheit²⁵¹. Daher sind die Auftragsdurchführungszeiten nur noch von einer Kapazitätseinheit abhängig, so dass der Datenraum „Auftragsdurchführungszeiten“ (siehe Bild 48) nur noch jeweils eine Abhängigkeit von der „Kapazitätseinheit“-Dimension und der „Geschäftspartner“-Dimension besitzt.

7.2.4 Abbildung der Auftragsdurchlaufzeiten

Die Auftragsdurchlaufzeiten ergeben sich aus der Summe der Auftragsübergangszeiten und der Auftragsdurchführungszeiten gemäß des Kennzahlenrechnungssystems „Durchlaufzeit“ (siehe Bild 23).

²⁵¹ Soll ein Arbeitsvorgang an mehreren Kapazitätseinheiten abgearbeitet werden, so muss dieser in mehrere Arbeitsvorgänge gesplittet werden.

**Bild 49: Datenraum zu den Auftragsdurchlaufzeiten**

Die Abhängigkeiten des Datenraums zu den Auftragsdurchlaufzeiten stellt die Überschneidungsmenge der Abhängigkeiten der beiden verknüpften Datenräume „Auftragsübergangszeiten“ (AÜZ) und „Auftragsdurchführungszeiten“ (ADZ) dar. Dies ist deshalb notwendig, da die sekundären Datenraumvariablen ZUEI, ZUEP, ZDFI, ZDFP und ZDLS auf die beiden Datenräume AÜZ und ADZ verweisen; erkennbar an der Definition dieser sekundären Datenraumvariablen.

7.2.5 Abbildung der Auftragsmengen

Neben den Auftragsterminen und Auftragszeiten müssen noch die in den Aufträgen bearbeiteten Mengen abgebildet werden. Die Leistungsfähigkeit der Ressourcen beschreibt den Zusammenhang zwischen Mengen und Zeiten, die den Auftrag planmäßig bearbeiten werden oder schon bearbeitet haben.

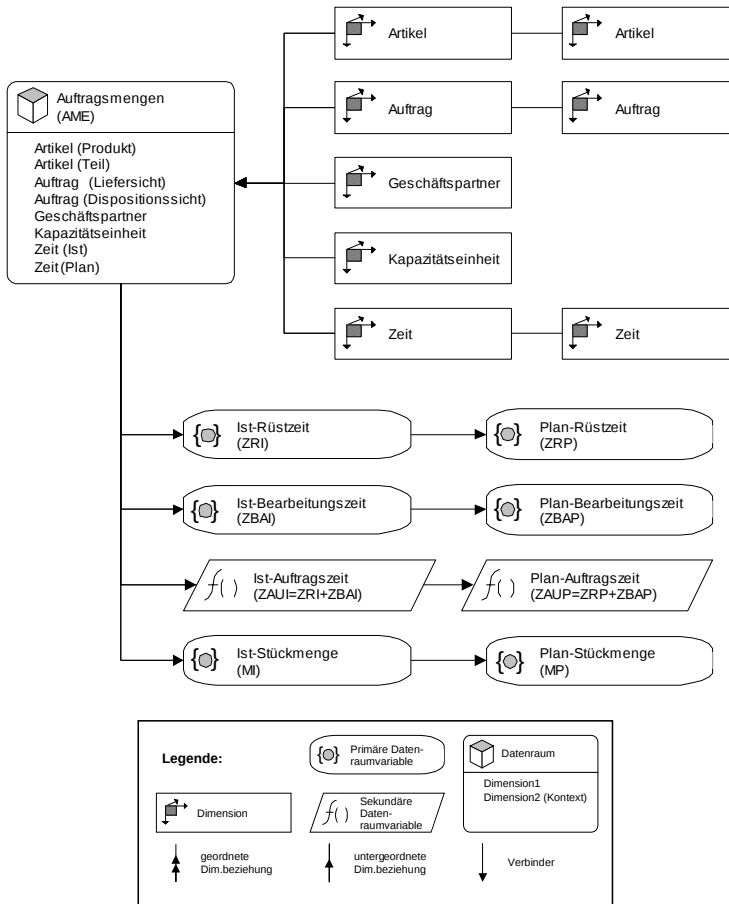


Bild 50: Datenraum zu den Auftragsmengen

Die Mengen können in unterschiedlichen Einheiten angegeben werden, wie beispielsweise Teileanzahl oder Vorgabezeiten in Minuten. Üblicherweise enthält ein, zur Einplanung benötigter Arbeitsplan, die zur Herstellung eines Teils benötigten Ressourceneigenschaften und Zeitmengen (siehe Bild 50).

Die Auftragszeit entspricht der Summe aus Rüstzeit und Bearbeitungszeit (siehe Bild 26). Durch die Einschränkung auf Produktionsbereiche mit diskreter Serienfertigung können die bearbeiteten Mengen auch als Stückmengen abgebildet werden. Über die auf einer Kapazitätseinheit eingeplanten oder abgearbeiteten Stückmengen ergibt sich ihre Belastung.

7.2.6 Allgemeine Abbildung einer Zielgröße

Folgende Forderungen müssen bei der Abbildung einer Zielgröße erfüllt sein:

- Jeder Zielgröße ist eine primäre oder sekundäre Datenraumvariable in der multidimensionalen Führungsdatenbasis zugeordnet.
- Es sind nur primäre oder sekundäre Datenraumvariablen aus Datenräumen zugeordnet, die eine Abhängigkeit von der Zeit- und Geschäftspartner-Dimension aufweisen, da ein zeitlicher und ein organisatorischer Bezug erforderlich ist.

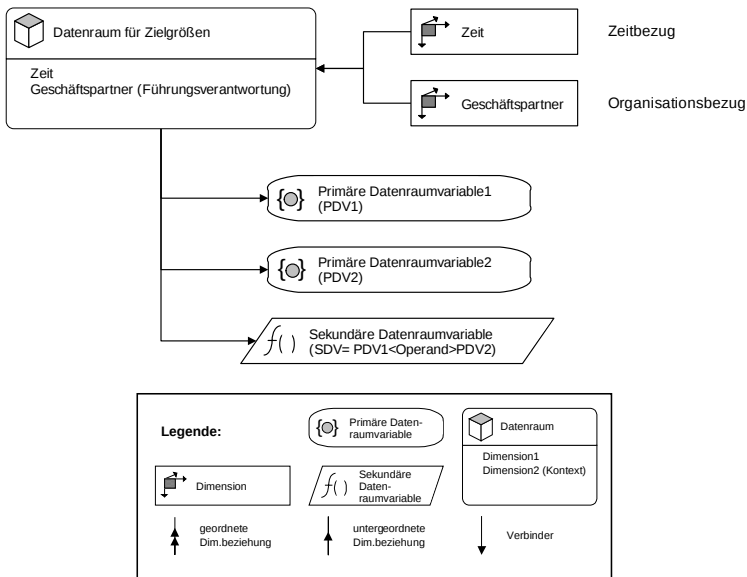
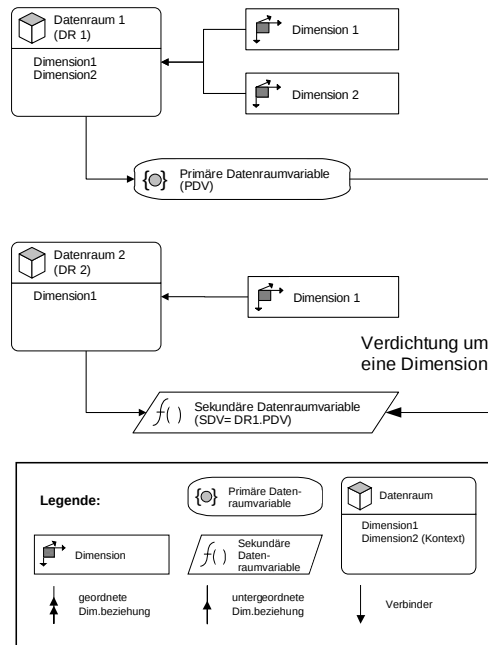


Bild 51: Zuordnung einer Datenraumvariable für eine Zielgröße

Ist eine Zielgröße direkt einer primären Datenraumvariable zugeordnet, so stammen die Zielwerte direkt aus einem operativen Informationssystem. Werden aus diesem operativen Informationssystem bereits verdichtete Daten ins Führungsinformationssystem importiert, so ist eine genauere Analyse im Führungsinformationssystem nicht mehr möglich. Daher ist es in vielen Fällen günstiger, unverdichtete Daten als primäre Datenraumvariablen zu importieren und im Führungsinformationssystem mit Hilfe funktionaler Verknüpfungen, abgebildet durch sekundäre Datenraumvariablen, zu verdichten. Als Vorlage der funktionalen Verknüpfungen dient in der Regel ein Kennzahlenrechnungssystem, das die mathematischen Zusammenhänge zwischen einer Spitzenkennzahl und mehreren Hilfskennzahlen festlegt (siehe Abschnitt 6.1.1). Die Spitzenkennzahl ist als sekundäre Datenraumvariable, die Hilfskennzahlen sind als sekundäre oder primäre Datenraumvariablen modelliert (siehe Bild 51). Treten signifikante Abweichungen in der Zielgröße auf, kann nicht nur die Spitzenkennzahl selbst, sondern auch die Hilfskennzahlen in die Ursachenanalyse einbezogen werden.

**Bild 52: Verdichtung um eine Dimension**

Massendaten, die primär zur Steuerung und Überwachung von Prozessen dienen, sollten allerdings nicht unverdichtet in die Führungsdatenbasis übernommen werden, da sie zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten ungeeignet sind. Die Grenzen sind hier fließend, so dass im Einzelfall geprüft werden sollte, bis zu welchem Daten-Detaillierungsgrad die Ursachenermittlung bei signifikanten Zielabweichungen adäquat unterstützt wird. Im Zweifelsfall sollten zunächst verdichtete Daten und im Bedarfsfall schrittweise detailliertere Daten in das Führungsinformationssystem importiert werden.

Häufig sind unverdichtete Daten, wie Hilfskennzahlen, von mehr Dimensionen abhängig, als verdichtete Daten, wie Führungskennzahlen. Daher können diese nicht in ein und demselben Datenraum abgebildet werden, da ein Datenraum von einer exakt definierten Menge an Dimensionen abhängig ist. Aus diesem Grund sind Hilfskennzahlen meist im separaten Datenraum modelliert und über sekundäre Datenraumvariablen mit dem Datenraum der zugehörigen Führungskennzahl verbunden. Durch die Verknüpfung von Datenräumen über sekundäre Datenraumvariablen werden die Datenraumvariablenwerte über die fehlenden Dimensionen verdichtet in einen anderen Datenraum übernommen (siehe Bild 52). Bei einer Verknüpfung zwischen Datenräumen ist zu beachten, dass der verknüpfte Datenraum mindestens von denselben Dimensionen abhängig ist, wie der Datenraum, von dem die Verknüpfung ausgeht.

7.2.7 Abbildung der speziellen Zielgrößen zur Termintreue

Die Koordination zwischen teilautonomen Leistungseinheiten geschieht in der Serienfertigung über Plantermine. Durch Störungen in der Produktion, wechselnde Belastungssituationen, kurzfristige Umplanungen sowie ungenaue Planungsgrundlagen entstehen Verfrühungen oder Verspätungen, d.h. Abweichungen zwischen den Soll-, Plan- und Istterminen. Diese blockieren den Start anderer Aufträge oder gefährden im schlimmsten Fall Liefertermine. Daher ist die **Termintreue** ein wichtiger Zielbereich für die teilautonomen Leistungseinheiten, so dass zugehörige Zielgrößen, wie die „**Terminabweichung Bearbeitung**“ und zugeordnete Datenraumvariablen, wie die „**Plan-/Istabweichung Bearbeitungsende**“ nachfolgend modelliert werden (siehe Bild 53).

Terminabweichungen sind als absolute Differenzen zwischen den rückgemeldeten Istterminen und den durch die Werkstattsteuerung vorgegebenen Planterminen oder den mit Hilfe der Durchlaufterminierung vorgegebenen Sollterminen beschrieben²⁵². Diese berechneten Kennzahlen werden als sekundäre Datenraumvariablen modelliert.

Die **Zielrichtung** gibt an, wie sich die Werte für die Datenraumvariablen verändern müssen, um eine hohe Zielerreichung zu erhalten. Um eine hohe Liefertreue zu erreichen, müssen Terminabweichungen minimiert werden. Die Zielrichtung bei der Zielgröße „Terminabweichung Bearbeitung“ entspricht somit der Minimierung. Durch die Betragsbildung bei der Berechnung der Datenraumvariablen „Terminabweichung Bearbeitung“ wird verhindert, dass sich Verfrühungen bzw. Verspätungen mit unterschiedlichem Vorzeichen in der Verdichtung aufheben. Um zu vermeiden, dass eine Verfrühung ebenso schlecht bewertet wird wie eine Verspätung, müssten Verspätungen und Verfrühungen als getrennte Zielgrößen und als getrennte Datenraumvariablen definiert werden. Auf diese Weise können den Zielgrößen zu den Verfrühungen bzw. Verspätungen auch unterschiedliche Zielprioritäten und Zielrichtungen zugewiesen werden²⁵³.

Die Datenraumvariable „Plan-/Istabweichung Bearbeitungsende“ könnte beispielsweise eine Zielgröße darstellen. Diese Zielgröße könnte zusätzlich über das Attribut „Kunden-Lieferanten-Beziehung“ im Arbeitsvorgang (siehe Bild 41) auf diejenigen Arbeitsvorgänge eingeschränkt werden, die eine Kunden-Lieferanten-Beziehung gemäß Bild 6 abbilden.

²⁵² In Nyhuis 1999, S. 23f, Wiendahl, H.H., S. 224 wird zwischen Zugangsterminabweichungen und Abgangsterminabweichungen unterschieden.

²⁵³ Werden nur Verspätungen berücksichtigt, spricht man von „Termineinhaltung“ (vgl. Wiendahl, H.H., S. 224 und Yu 2001, S. 13f).

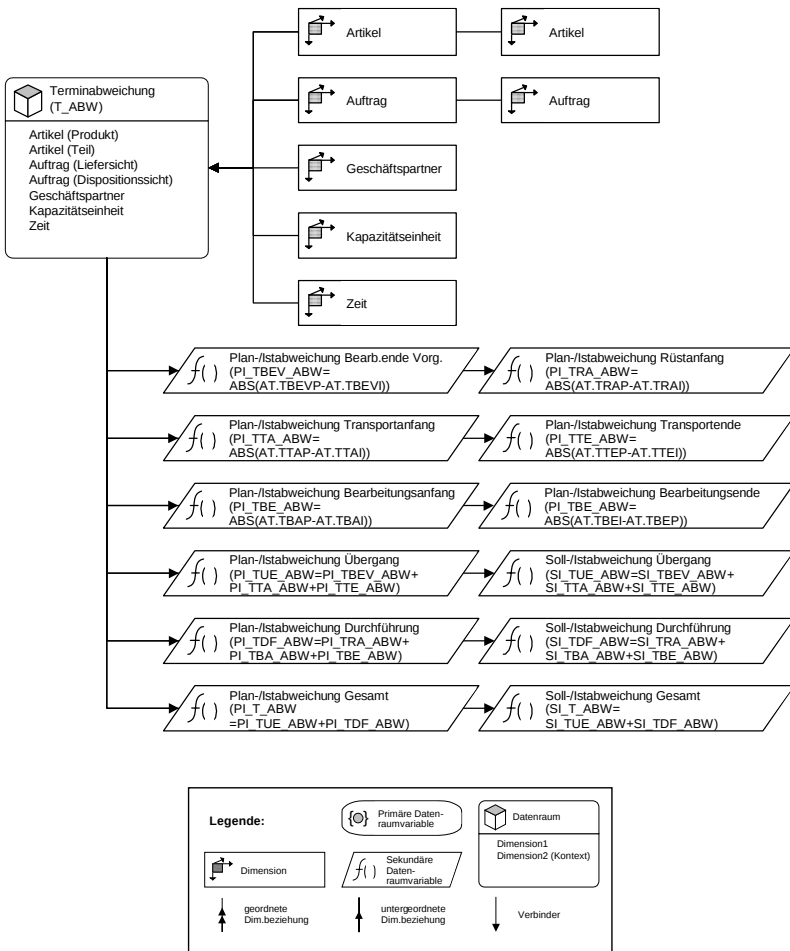


Bild 53: Datenraum zur Terminabweichung

Am Beispiel der Terminabweichung wird der Einfluss der **Verdichtungsfunktion** auf die Zielgrößendefinition betrachtet. Bei der Verdichtung der Terminabweichungen sind die Verdichtungsfunktionen Summation, Mittelwertbildung oder gewichtete Mittelwertbildung denkbar. Beim Summieren der absoluten Terminabweichungen steigt der Ergebniswert stetig an. Dies führt zu dem unerwünschten Nebeneffekt, dass Leistungseinheiten, die viele Arbeitsvorgänge innerhalb der Führungsperiode bearbeitet haben, in der Summe eine höhere Terminabweichung und damit eine schlechtere Liefertreue aufweisen. Daher ist in diesem Fall die Verdichtungsfunktion „Mittelwertbildung“ vorzuziehen, da der Mittelwert der absoluten Terminabweichungen nicht automatisch mit der Anzahl der bearbeiteten Arbeitsvorgänge ansteigt.

Um Terminabweichungen bei Arbeitsvorgängen mit großen Auftragsmengen stärker zu gewichten, müsste eine zusätzliche, sekundäre Datenraumvariable „gewichtete Terminabweichung“ modelliert werden, die das Produkt aus Arbeitsinhalt und absoluter Terminabweichung darstellt. Durch Verdichtung dieser „gewichteten Terminabweichung“ mit Hilfe der Mittelwertbildung entsteht eine mit der Auftragsmenge gewichtete mittlere Terminabweichung als weitere Zielgröße.

Signifikante und nicht-signifikante Abweichungen müssen jeweils vor und nach der Verdichtung der Terminabweichungen getrennt betrachtet werden. **Abweichungssignifikanz** in diesen **zwei Ebenen** legen das Intervall fest, außerhalb dessen Terminabweichungen relevant sind. Die erste Ebene der Abweichungssignifikanz bestimmt vor der Verdichtung, wann eine einzelne Abweichung signifikant ist²⁵⁴. Die zweite Ebene der Abweichungssignifikanz legt nach der Verdichtung der relevanten Abweichungen fest, wann eine Abweichung des verdichteten Ergebniswerts vom Zielwert eine signifikante Zielabweichung darstellt (siehe Abschnitt 7.3.2)²⁵⁵. Die Abbildung dieser beiden Abweichungssignifikanz geschieht an zwei unterschiedlichen Stellen.

Die **Abweichungssignifikanzebene 1** muss als Einschränkung in der Abfrage berücksichtigt werden, die den Wert für eine Zielgröße in der sekundären Datenraumvariable „Ergebniswert“ im Zielvorgabe-Datenraum ZV (siehe Bild 55) bereitstellt. Für die Zielgröße „Terminabweichung“ muss diese Abfrage auf den Datenraum T_ABW (siehe Bild 53) beispielsweise auf diejenigen Sätze eingeschränkt werden, bei denen die zu verdichtende Datenraumvariable „Plan-/Istabweichung Gesamt“ T_ABW.PI_T_ABW einen vorgegebenen **Toleranzwert** TLW überschreitet. Auch dieser Toleranzwert TLW ist Teil der Zielvorgaben und somit im Zielvorgabe-Datenraum ZV abgelegt.

Die **Abweichungssignifikanzebene 2** wird über die Abweichungssignifikanzfunktion und den Ziel-Ergebnis-Monitor (siehe Abschnitt 7.3.2) abgebildet. Im Ziel-Ergebnis-Monitor werden dazu Abweichungen innerhalb der Führungsperiode für jede Zielgröße einzeln je nach Abweichungssignifikanz unterschiedlich gekennzeichnet. Die Abweichungssignifikanz ergibt sich als funktionale Abhängigkeit der Datenraumvariablen Ergebniswert, Zielvorgabewert und den **Zielgrenzwerten** aus dem bereits erwähnten Zielvorgabe-Datenraum ZV.

Die Plan-/Istterminabweichung kann nur dann durch die teilautonome Leistungseinheit minimiert werden, wenn die in der Kunden-Lieferanten-Beziehung vorgelagerte Leistungseinheit ihren Endtermin ebenfalls eingehalten hat. Ist dies nicht der Fall, gibt es mehrere Möglichkeiten: Werden die Plantermine durch eine erneute Durchlaufterminierung aktualisiert, so werden die nachfolgenden Leistungseinheiten an neuen, realistischen Planterminen gemessen, wobei die ursprünglichen Solltermine unberührt bleiben und immer noch als zusätzliche Zielgrößen für alle Leistungseinheiten zur Verfügung stehen. Werden die Plantermine nicht aktualisiert, so werden zwar Leistungseinheiten bestraft, die den Verzug nicht zu verantworten haben, aber diese

²⁵⁴ Diese Abweichung in einem Einzelereignis vornehmlich aus der Ausführungsebene gibt die mikroskopische Sicht, d.h. die Sicht der Produktionssteuerung, wieder.

²⁵⁵ Diese Abweichung bei einem aggregierten Wert vornehmlich aus der Planungsebene gibt die makroskopische Sicht, d.h. die Sicht der Produktionsplanung, wieder.

Leistungseinheiten haben ein großes Interesse, dass der Terminverzug wieder eingeholt wird und wirken auf die vorgelagerten Leistungseinheiten ein, dass diese Verzögerungen zukünftig nicht mehr auftreten. Je nachdem, ob der Vorlieferant eine Monopolstellung besitzt oder nicht, sind diese Einwirkungsversuche mehr oder weniger erfolgversprechend. Als dritte Alternative können statt der Zielgrößen zur „Terminabweichung“ die Zielgrößen zur „Durchlaufzeitabweichung“ zum Einsatz kommen, die im nächsten Abschnitt näher untersucht werden. Alle Möglichkeiten sind denkbar und müssen bei der Zielgrößendefinition berücksichtigt werden.

7.2.8 Abbildung der speziellen Zielgrößen zur Durchlaufzeit

Der Datenraum zur Zielgröße „Durchlaufzeit“ enthält die betragsmäßigen Abweichungen zwischen der erreichten und der gewünschten, der geplanten und der zugesagten sowie zwischen der zugesagten und der geplanten Durchlaufzeit (siehe Bild 54). Da sich durch Durchlaufzeitabweichungen Liefertermine verzögern können, sind diese als Zielgrößen von Interesse.

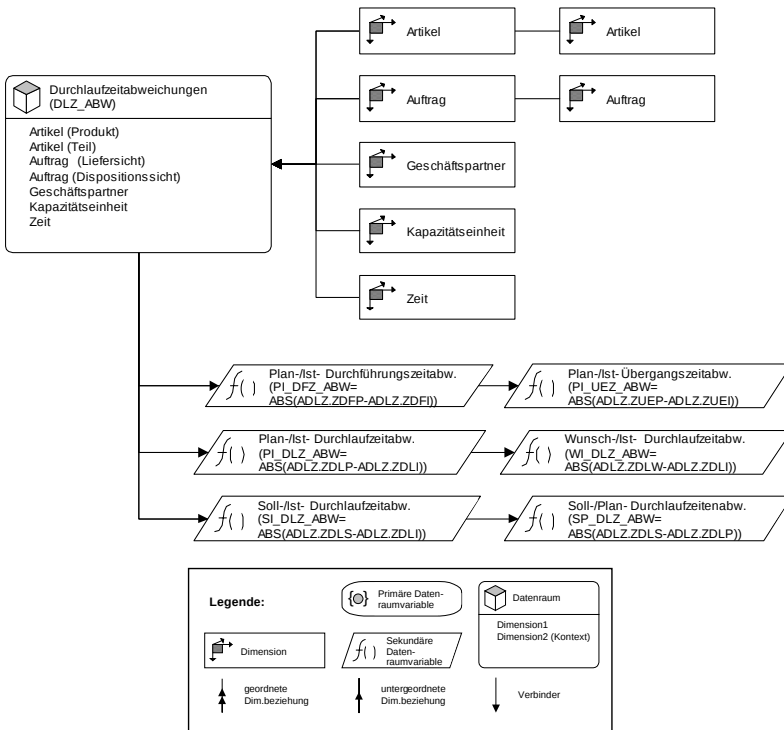


Bild 54: Datenraum zur Durchlaufzeitabweichung

Durch die Integration der Werkstattsteuerungsfunktionen aus der Planungsebene und den operativen Tätigkeiten aus der Ausführungsebene in die teilautonome Leistungseinheit können die Durchlaufzeiten durch die Leistungseinheit direkt beeinflusst werden. Als Zielgrößen kommen die **Datenraumvariablen** „Soll-/Plan-Durchlaufzeitabweichung“ und „Plan-/Ist-Durchlaufzeitabweichung“ als Zielgrößen in Betracht.

Zielrichtung bei der Durchlaufzeitabweichung ist wie bei der Terminabweichung eine Minimierung. Als **Verdichtungsfunktion** ist die gewichtete oder ungewichtete Mittelwertbildung anwendbar. Bei der Gewichtung der Durchlaufzeit eines Arbeitsvorgangs mit seinem Arbeitsinhalt²⁵⁶ haben Arbeitsvorgänge mit großen Arbeitsvolumina einen stärkeren Einfluss auf die Zielgröße²⁵⁷. Zusätzliche **Einschränkungen** sind nicht unbedingt notwendig.

7.2.9 Abbildung der Zielvorgaben

Zielvorgaben müssen für alle Zielgrößen einer teilautonomen Leistungseinheit für die nächsten Führungsperioden existieren. Zielvorgaben sind abhängig von der Zielgröße, für die sie gelten, von der Organisationseinheit, die für die Zielerreichung verantwortlich ist und von der Führungsperiode, in der die Zielvorgabe erreicht werden soll.

Zielvorgaben bestehen aus den Zielwerten, den Zielprioritäten, den Toleranzwerten, den Zielgrenzwerten und der Zielerreichung:

- Ergebnismessungen für die Zielgröße und vergangene Führungsperioden helfen bei der erstmaligen Vorgabe der **Zielwerte** für eine neue Zielgröße. Bei der Festlegung der Zielwerte müssen die Zielrichtung, die Verdichtungsfunktion und die Einschränkungen der Zielgröße berücksichtigt werden.
- Zwischen den Zielen einer Leistungseinheit kommt es typischerweise zu Zielkonflikten²⁵⁸. **Zielprioritäten** machen Ziele vergleichbar und helfen sie gegeneinander abzuwägen, d.h. sie zu priorisieren.
- Da Abweichungen zwischen Soll-, Plan- und Istwerten unvermeidlich sind, müssen durch **Toleranzwerte**, signifikante und nicht signifikante Abweichungen vor ihrer Verdichtung zu Ergebnissen von Zielgrößen getrennt werden (Abweichungssignifikanzebene 1).
- Da auch Zielwerte im Allgemeinen nie exakt erreicht werden können, sind obere und/oder untere **Zielgrenzwerte** sinnvoll, welche in Verbindung mit einer Abweichungssignifikanzfunktion die Relevanz einer Zielabweichung im Rahmen der Ziel-Ergebnis-Analyse quantifizieren (Abweichungssignifikanzebene 2).
- Der **Ergebniswert** ist als sekundäre Datenraumvariable modelliert, da der Istwert für das Ziel als Datenraumvariable in einem separaten Datenraum existiert und die Eigenschaften einer Zielgröße erfüllen muss²⁵⁹.

²⁵⁶ Vgl. Hildebrandt 1992a, S. 5ff

²⁵⁷ Vgl. Wiendahl H.-P. 1991, S.59 bzgl. gewichtete Mittelwertbildung und Nyhuis 2003, S. 210ff bzgl. ungewichtete Mittelwertbildung.

²⁵⁸ Siehe Abschnitt 2.1.2

²⁵⁹ Siehe Abschnitt 7.2.6

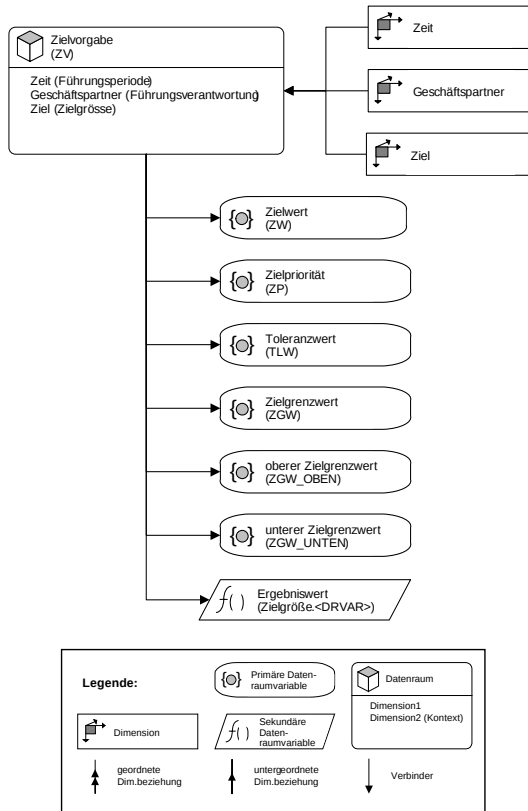


Bild 55: Zielvorgabe-Datenraum

Der **Zielvorgabe-Datenraum** ist von den Dimensionen „Geschäftspartner“, „Zeit“ und „Ziel“ abhängig und enthält die primären Datenraumvariablen „Zielwert“, „Zielpriorität“, „Toleranzwert“, „Zielgrenzwert“ bzw. „oberer Zielgrenzwert“ und „unterer Zielgrenzwert“ sowie die sekundäre Datenraumvariable „Ergebniswert“ (siehe Bild 55).

Die zeitliche Granularität der Zielvorgaben ist von der Führungsperiode der zugehörigen teilautonomen Leistungseinheit abhängig (siehe Bild 40).

Im Rahmen der **Zielfestlegung** werden Zielvorgaben zwischen Führungsinstanz und Leistungseinheit individuell vereinbart²⁶⁰. Zielwerte sind üblicherweise über mehrere Führungsperioden konstant, können aber im Rahmen des periodischen Abstimmungsprozesses zwischen teilautonomer Leistungseinheit und ihrer organisatorisch übergeordneten Führungsinstanz neu festgelegt werden. Anspruchsvollere Zielwerte sind dann realistisch, wenn diese durch Prozessverbesserungen erreicht werden können. Veränderungen im Umfeld einer teilautonomen Leistungseinheit können auch dazu

²⁶⁰ Siehe Abschnitt 2.2

führen, dass Zielwerte abgesenkt werden müssen. Der Prozess der Zielfestlegung ist nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit, da er je nach Unternehmen, momentaner Unternehmenssituation und -entwicklung, Leistungseinheit, Zielgröße, der Zielerreichung innerhalb der letzten Führungsperioden für diese Zielgröße und weiterer Faktoren sehr unterschiedlich ist. Eine detaillierte Untersuchung des Zielfestlegungsprozesses würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen, so dass hier nur die Abbildung der Ergebnisse des Zielfestlegungsprozesses betrachtet wird.

7.3 Ziel-Ergebnis-Analyse

Die Aufgabe der Ziel-Ergebnis-Analyse ist gemäß dem Führungsmodell MbO der regelmäßige Vergleich von erzieltm Ergebnis und gesetzten Zielvorgaben für Zielgrößen. Die Führungsinstanz kontrolliert periodisch diesen Vergleich für jede teilautonome Leistungseinheit und alle ihre Ziele.

Schon vor Ablauf der Führungsperiode hat die teilautonome Leistungseinheit ein Interesse, ihre aktuelle Zielerreichung zu überprüfen. Auf diese Weise kann die Leistungseinheit durch die Positionsbestimmung mit Hilfe der Ziel-Ergebnis-Analyse innerhalb eines Führungszyklus rechtzeitig auf Zielabweichungen reagieren, bevor diese am Ende des Führungszyklus durch die Führungsinstanz kontrolliert wird.

Die Messperiode hängt von mehreren Kriterien ab. Grundsätzlich ist eine erneute Messung nur dann sinnvoll, wenn sich Datenraumvariablenwerte seit der letzten Messung verändert haben, d.h. dass neue Auftragstermine, Auftragsmengen oder Zielvorgaben vorliegen müssen²⁶¹. Dies hängt bei Planterminen und -mengen von den Planungszyklen, bei Istterminen und -mengen von der Anzahl der in der Zwischenzeit rückgemeldeten Arbeitsgänge innerhalb der Leistungseinheit ab. Die mittlere Anzahl rückgemeldeter Arbeitsgänge ist wiederum abhängig von der Anzahl der in Bearbeitung befindlichen Arbeitsgänge innerhalb der Leistungseinheit und der mittleren Durchlaufzeit dieser Arbeitsgänge.

Damit die Leistungseinheit einen ausreichenden zeitlichen Spielraum für Korrekturen bei Zielabweichungen besitzt, sollte die Führungsperiode ein Vielfaches der Messperiode sein. Um die Leistungseinheiten nicht ständig mit neuen Zielvorgaben zu konfrontieren, sollten diese für mehrere Führungsperioden konstant bleiben.

Die Integration einer Frühwarnfunktionalität in die Ziel-Ergebnis-Analyse unterstützt die Führungsphilosophie „Management by Exceptions“ und besteht aus dem „Scanning“, das die signifikanten Zielabweichungen feststellt, und dem „Monitoring“, das diese Abweichungen darstellt.

Das „Monitoring“ geschieht durch Darstellung der Abweichungen im **Ziel-Ergebnis-Monitor** (siehe Abschnitt 7.3.1). Der Ziel-Ergebnis-Monitor visualisiert die Zielerreichung für alle Ziele einer teilautonomen Leistungseinheit in der aktuellen Führungsperiode. Eine Abweichungssignifikanzfunktion quantifiziert beim „Scanning“ die Signifikanz einer Zielabweichung (siehe Abschnitt 7.3.2).

Der Ziel-Ergebnis-Monitor ermöglicht durch seine einfache und übersichtliche Darstellungsform einen schnellen Überblick über die Zielerreichung einer

²⁶¹ Siehe Abschnitt 7.1.1

Leistungseinheit. Durch seine Einfachheit unterstützt der Ziel-Ergebnis-Monitor die Verständlichkeit der Führungsinformationen. Mit Hilfe des Ziel-Ergebnis-Monitors können sowohl Führungsinstanz, als auch Leistungseinheit signifikante Zielabweichungen auf einen Blick erkennen. Die anschließende Untersuchung der Symptome identifiziert den Handlungsbedarf²⁶².

7.3.1 Ziel-Ergebnis-Monitor

Der **Ziel-Ergebnis-Monitor** visualisiert **alle Zielgrößen** einer teilautonomen Leistungseinheit für die **aktuelle Führungsperiode** (siehe Bild 56). Die Kopfzeile enthält den Namen der teilautonomen Leistungseinheit und die Führungsperiode. Zur besseren Übersicht sind die Zielgrößen in Zielbereiche gruppiert. Innerhalb eines Zielbereichs sind die Zielgrößen, ihre Zielvorgaben sowie ihre momentane Zielerreichung dargestellt.

Die Attribute einer Zielgröße sind in der gleichnamigen Dimensionsebene der „Ziel“-Dimension (siehe Abschnitt 7.1.6) aufgeführt. Von diesen Attributen sind speziell die verbale Zielbeschreibung, der Name der zugeordneten Datenraumvariablen und die Zielrichtung geeignet, um die Zielgröße im Ziel-Ergebnis-Monitor zu beschreiben. Von den Attributen der Zielvorgabe (gemäß Abschnitt 7.2.9) sind der Zielwert und die Zielpriorität für die Anzeige im Ziel-Ergebnis-Monitor relevant. Die Zielerreichung wird durch den Ergebniswert und die Abweichungssignifikanz bestimmt. Die in Abschnitt 7.3.2 beschriebenen Abweichungssignifikanzfunktionen errechnen die Abweichungssignifikanz unter Berücksichtigung der Zielgrenzwerte, der Zielvorgaben und der Ergebniswerte.

Teilautonome Leistungseinheit Führungsperiode	
Zielbereich 1	
Zielgröße 1	Attribute der Zielgröße aus der Ziel-Dimension Attribute der Zielvorgabe aus dem Zielvorgaben-Datenraum Zielerreichung gemäß Abweichungssignifikanzfunktion
Zielgröße 2	...
...	
Zielbereich <m>	
Zielgröße <n-1>	...
Zielgröße <n>	...

Bild 56: Schematischer Ziel-Ergebnis-Monitor

²⁶² Wie die identifizierten Handlungsbedarfe angegangen werden müssen, siehe Wiendahl H.-H. 2002, S. 96ff.

Für jede Zielgröße ist eine Abfrage auf den Zielvorgabe-Datenraum zu definieren, deren Ergebnisse der Ziel-Ergebnis-Monitor visualisiert. Diese **Ziel-Ergebnis-Abfrage** (siehe Bild 57) selektiert die für eine teilautonome Leistungseinheit innerhalb einer Führungsperiode und alle Zielgrößen relevanten Informationen aus dem Zielvorgabe-Datenraum. Die Ziel-Ergebnis-Abfrage ist auf die Führungsperiode <FP> und die teilautonome Leistungseinheit <TLE> eingeschränkt²⁶³ sowie nach den Zielgrößen segmentiert²⁶⁴.

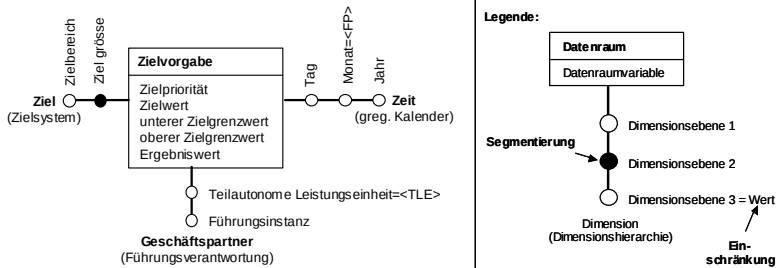


Bild 57: Ziel-Ergebnis-Abfrage zum schematischen Ziel-Ergebnis-Monitor

7.3.2 Abweichungssignifikanzfunktion

In der Praxis gibt es immer geringfügige Abweichungen zwischen der Wunschvorstellung des Kunden, den Soll-, den Plan- und den Istwerten. Daher ist ein Ziel so zu definieren, dass signifikante und nicht signifikante Abweichungen in der Zielerreichung unterschieden werden können (siehe S. 102).

Dazu dienen sog. **Abweichungssignifikanzfunktionen** f^{ASF} . Nachfolgend sind einige Abweichungssignifikanzfunktionen exemplarisch skizziert:

Die einfachste Abweichungssignifikanzfunktion f^{ASF} ist zweiwertig und trennt signifikante und nicht signifikante Zielabweichungen über einen Zielgrenzwert ZGW. Zusätzlich ist die Abweichungssignifikanzfunktion von der Zielrichtung der Zielgröße abhängig. Bei einer zu minimierenden Zielgröße lautet sie:

$$f^{ASF}(EW, ZW, ZGW) = \begin{cases} \text{signifikant, falls } |EW - ZW| > ZGW \\ \text{nicht signifikant, sonst} \end{cases}$$

mit EW = Ergebniswert, ZW = Zielwert, ZGW = Zielgrenzwert

Gleichung 1: Zweiwertige Abweichungssignifikanzfunktion mit einem Zielgrenzwert

²⁶³ Die Einschränkungen sind an den Gleichheitszeichen und den anschließenden Werten in der Zeit- und Geschäftspartner-Dimension zu erkennen (siehe Bild 33).

²⁶⁴ Die Segmentierung nach Zielgrößen ist am ausgefüllten Kreis in der Ziel-Dimension zu erkennen (siehe Bild 33).

Eine signifikante Abweichung liegt genau dann vor, wenn der absolute Betrag der Differenz von Ergebniswert und Zielwert einen unteren Zielgrenzwert ZGW überschreitet. Bei einer zu maximierenden Zielgröße muss die Abweichungssignifikanzfunktion so angepasst werden, dass die absolute Differenz einen oberen Zielgrenzwert unterschreitet.

Bei Zielgrößen, deren Ergebniswerte in einem vorgegebenen Zielkorridor liegen müssen, ist eine Abweichungssignifikanzfunktion mit zwei Zielgrenzwerten notwendig.

$$f^{ASF}(EW, ZW, ZGW1, ZGW2) = \begin{cases} \text{signifikant, falls } |EW - ZW| < ZGW1 \\ \text{signifikant, falls } |EW - ZW| > ZGW2 \\ \text{nicht signifikant, sonst} \end{cases}$$

mit EW = Ergebniswert, ZW = Zielwert, ZGW1 = unterer Zielgrenzwert, ZGW2 = oberer Zielgrenzwert

Gleichung 2: Zweiwertige Abweichungssignifikanzfunktion mit zwei Zielgrenzwerten

Die Darstellung der Zielerreichung kann bei einer zweiwertigen Abweichungssignifikanzfunktion (wie in Gleichung 1 oder Gleichung 2) mit Hilfe einer zweifarbigten Ampel oder mit zwei Symbolen visualisiert werden.

Wird für die Ziel-Ergebnis-Auswertung ein dreifarbiges Ampeldiagramm verwendet, so ist eine dreiwertige Abweichungssignifikanzfunktion (siehe Gleichung 3) notwendig. Die Abweichungssignifikanzfunktion wird mit Hilfe von zwei Zielgrenzwerten ZGW1 und ZGW2 definiert. Jede Differenz zwischen Ergebniswert und Zielwert wird über die beiden Zielgrenzwerte einer der drei Ampelfarben zugeordnet.

$$f^{ASF}(EW, ZW, ZGW1, ZGW2) = \begin{cases} \text{grün, falls } |EW - ZW| < ZGW1 \\ \text{rot, falls } |EW - ZW| > ZGW2 \\ \text{gelb, sonst} \end{cases}$$

mit EW = Ergebniswert, ZW = Zielwert, ZGW1 = unterer Zielgrenzwert, ZGW2 = oberer Zielgrenzwert

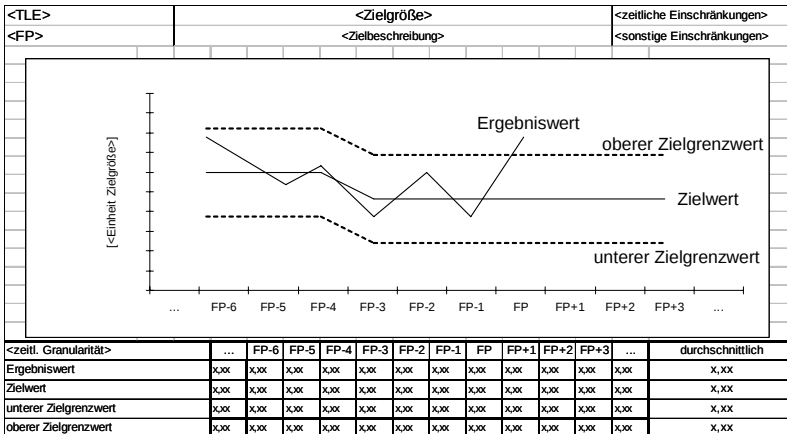
Gleichung 3: Dreiwertige Abweichungssignifikanzfunktion

Liegt eine signifikante Abweichung vor, so wird diese durch eine rote Ampel innerhalb des Ziel-Ergebnis-Monitors angezeigt. Eine gelbe Ampel stellt eine Warnung dar, dass die Ergebniswerte für ein Ziel in Randbereiche abdriften und daher beobachtet werden müssen. Bei einer grünen Ampel liegen die Ergebniswerte in der Nähe der Zielwerte.

7.3.3 Ziel-Ergebnis-Auswertung

Die **Ziel-Ergebnis-Auswertung** (siehe Bild 58) visualisiert **ein Ziel** einer teil-autonomen Leistungseinheit für **mehrere Führungsperioden**. Durch die Ausweitung des Zeithorizonts in der Ziel-Ergebnis-Auswertung gegenüber dem Ziel-Ergebnis-Monitor ist eine Beurteilung der Abweichung im zeitlichen Verlauf möglich. Auf diese Weise lassen sich erste Ursachen für eine Zielabweichung ermitteln, wie beispielsweise eine Veränderung in den Zielwerten. Gelingt dies nicht, müssen im nächsten

Schritt die Ergebniswerte näher untersucht werden. Dies geschieht durch weitere Auswertungen im Rahmen der Abweichungsanalyse (siehe Abschnitt 7.4).



Legende: TLE = teilautonome Leistungseinheit, FP = Führungsperiode

Bild 58: Schematische Ziel-Ergebnis-Auswertung

Der Kopf der Ziel-Ergebnis-Auswertung enthält analog dem Ziel-Ergebnis-Monitor zumindest die teilautonome Leistungseinheit <TLE>, die Führungsperiode <FP> und die Zielgröße selbst. Weitere Bestandteile der Kopfzeile sind beliebige Attribute der Zielgröße (siehe Abschnitt 7.1.6). Außerdem sind alle zusätzlichen Einschränkungen im Kopf enthalten. Die Zeit ist auf der X-Achse aufgetragen und umfasst mehrere Führungsperioden vor und nach der aktuellen Führungsperiode FP. Die schon vorliegenden Ergebniswerte, die Zielwerte und ihre unteren bzw. oberen Zielgrenzwerte zur Zielgröße sind auf der Y-Achse wiedergegeben.

Eine Ziel-Ergebnis-Abfrage selektiert die in der Ziel-Ergebnis-Auswertung dargestellten Werte. Die **Ziel-Ergebnis-Abfrage** (siehe Bild 59) selektiert die Zielwerte sowie die Zielgrenzwerte zur Zielgröße <ZG> und die Ergebniswerte. Durch die Einschränkung auf die teilautonome Leistungseinheit werden nur Ergebniswerte selektiert, die diese Leistungseinheit in den ausgewählten Führungsperioden zu verantworten hat.

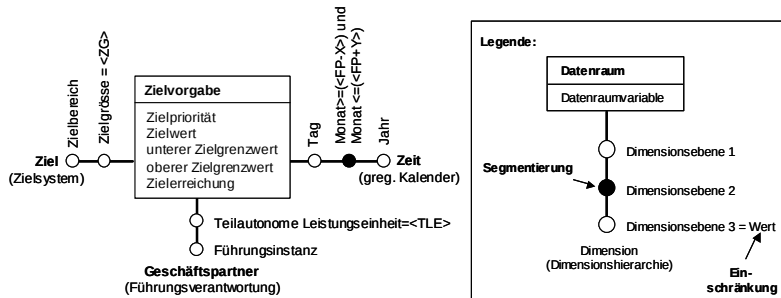


Bild 59: Ziel-Ergebnis-Abfrage zur schematischen Ziel-Ergebnis-Auswertung

7.4 Abweichungsanalyse

Die Abweichungsanalyse ermittelt die Ursachen für eine Zielabweichung, so dass die teilautonome Leistungseinheit darauf reagieren, daraus lernen bzw. die Erkenntnisse bei der nächsten Zielvorgabenfestlegung berücksichtigen kann. Ihr Ausgangspunkt ist eine signifikante Zielabweichung in der Ziel-Ergebnis-Auswertung.

Die Ursachenanalyse betrachtet die Variablen der Abweichungssignifikanzfunktion (siehe Bild 60). Liegt die Ursache für die signifikante Zielabweichung in einem veränderten **Zielgrenz- oder Zielwert** (Fall 1 und 3), so ist dies in der Ziel-Ergebnis-Auswertung (siehe Bild 58) daran zu erkennen, dass es sich bei der Zielgrenz- bzw. Zielwertfunktion nicht um eine konstante Funktion handelt.

Ob die Ursache in veränderten **Toleranzwerten** liegt (Fall 3), muss durch Analyse der signifikanten Einzelabweichungen erfolgen. Die Anzahl der zur Zielgröße verdichteten Einzelabweichungen nimmt in diesem Fall zu.

In den meisten Fällen wird allerdings der **Ergebniswert** analysiert (Fall 2). Dabei ist prinzipiell zu unterscheiden, ob die Abfragevariable im Analyseprozess beibehalten wird (Fall 2.2) oder nicht (Fall 2.1).

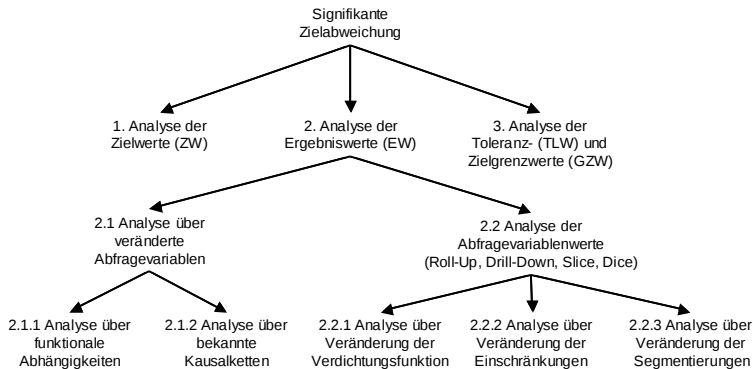


Bild 60: Möglichkeiten der Abweichungsanalyse

Da Führungskennzahlen Vorlagen für die Definition von Zielgrößen darstellen und diese zumeist ein Kennzahlenrechensystem besitzen, sind die durch den Ergebniswert referenzierten Datenraumvariablen häufig sekundäre Datenraumvariablen. Die Hilfskennzahlen des Kennzahlenrechensystems sind dann als weitere Datenraumvariablen angelegt und die mathematische Verknüpfung der Führungskennzahl zu ihren Hilfskennzahlen durch die Berechnungsformel zur sekundären Datenraumvariable modelliert. Dadurch ist eine **Analyse über veränderte Abfragevariablen** möglich, da das Beziehungswissen des Kennzahlenrechensystems in Form der Berechnungsformel und sekundären Datenraumvariablen abgebildet ist (Fall 2.1.1). So kann eine Terminabweichung in der Durchführung gemäß dem Kennzahlensystem zur Durchführungszeit (siehe Bild 25) auf eine Terminabweichung am Bearbeitungsanfang bzw. am Bearbeitungsende zurückgeführt werden (siehe beispielhafte Abweichungsanalyse in Abschnitt 8.4.2).

Handelt es sich bei der referenzierten Datenraumvariable zur Zielgröße um eine primäre Datenraumvariable, ist eine Analyse über veränderte Abfragevariablen nur dann möglich, wenn dem Benutzer eine Kausalkette zu anderen Datenraumvariablen bekannt ist (Fall 2.1.2) und er dieses Wissen bei der Abweichungsanalyse selbst einbringt. Wenn dem Benutzer beispielsweise ein Zusammenhang zwischen den Abweichungen am Bearbeitungsende und den Auftragsmengen der Aufträge bekannt sein sollte, kann er die Analyse durch den Wechsel auf eine Datenraumvariable aus dem Datenraum der Auftragsmengen, unter Beibehaltung möglichst vieler Segmentierungen und Einschränkungen, fortsetzen.

Die benutzergesteuerte Abweichungsanalyse über veränderte Abfragevariablen findet die Ursachen für eine signifikante Zielabweichung somit nicht über die Analyse der Datenraumvariablenwerte zur Zielgröße selbst, sondern über die Analyse der Werte funktional oder inhaltlich abhängiger Datenraumvariablen. Eine Untersuchung der Ursachen geschieht dann durch Navigation von der Ziel-Ergebnis-Abfrage zu einer Abfrage mit geänderten Abfragevariablen, aber zunächst identischer Segmentierungen und Einschränkungen.

Unter Beibehaltung der Abfragevariable können die **Abfragevariablenwerte** selbst untersucht werden (Fall 2.2). Da die Menge der in die Berechnung eingehenden

Datenraumvariablenwerte im Regelfall sehr groß ist, kann eine Analyse nicht durch Sichtung aller Einzelwerte durchgeführt werden. Vielmehr muss die Menge der Datenraumvariablenwerte auf die für die Abweichung relevante Menge eingegrenzt werden. Dies geschieht durch schrittweise Veränderung der Verdichtungsfunktion, der Einschränkungen oder der Segmentierungen. Ist diese Anzahl klein genug, wird evtl. der Abweichungsgrund sichtbar. Ist dieser bekannt, kann durch geeignete Maßnahmen versucht werden, die Ursachen im Zuge eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses abzustellen. Über den Wechsel der Einschränkung und Segmentierung wird mit den in Abschnitt 6.3 aufgezeigten Navigationsmethoden (Roll-Up, Drill-Down, Slice, Dice) auf ähnliche Auswertungen verzweigt.

Die Verdichtung der Einzelwerte zum Ergebniswert findet mit Hilfe einer Verdichtungsfunktion statt. Durch **Veränderung der Verdichtungsfunktion** kann eine Ursachenanalyse stattfinden (Fall 2.2.1). So identifiziert der Wechsel von der Summen- auf die Maximum- bzw. Minimumfunktion als Verdichtungsfunktion, Extremwerte in den verdichteten Einzeldaten als Ursachen einer Zielabweichung. Auf diese Weise können beispielsweise Aufträge mit extrem hohen Terminabweichungen identifiziert und die Ursachen gezielt untersucht werden.

Die Einschränkungen in der Zielgrößenabfrage bestimmen die Einzelwerte, die in die Verdichtung eingehen. Die schrittweise **Veränderung der Einschränkungen** grenzt die Einzelwerte auf eine für die Abweichung relevante Menge ein (Fall 2.2.2). Auf diese Weise wird der Zeitraum bzw. der Verursacher für eine Zielabweichung ermittelt. Durch die schrittweise Einschränkung auf diejenigen Aufträge, welche die größten Terminabweichungen aufweisen, wird eine Einzelfallbetrachtung erst möglich.

Um die Einschränkungen zielgerichtet vorzunehmen, werden durch **Veränderung der Segmentierung** diejenigen Einschränkungen ausfindig gemacht, in der die umfangreichsten Zielabweichungen entstanden sind (Fall 2.2.3). Liegt bei einer Segmentierung eine signifikante Abweichung innerhalb eines Segmentierungselements vor, so verkleinert eine Einschränkung auf dieses Element und eine weitere Segmentierung die Anzahl der zu betrachtenden Datenraumvariablenwerte. Auf diese Weise nähert man sich in der Regel schrittweise den Ursachen der signifikanten Zielabweichungen. Dadurch können beispielsweise durch Segmentierung der Terminabweichungen nach Produktgruppen vorhandene Gesetzmäßigkeiten erkannt werden.

7.5 Führungsdatenbasis des Führungsinstruments

Den beschriebenen Führungsfunktionen liegt eine geeignete Führungsdatenbasis zu Grunde (siehe Bild 19). Durch die multidimensionale Modellierung dieser Führungsdatenbasis und Implementierung in Form eines „Data Warehouse“ können die genannten Anforderungen²⁶⁵ an das Führungsinstrument für teilautonome Leistungseinheiten erfüllt werden. Die verfügbaren DV-gestützten Methoden zur Analyse multidimensionaler Datenbasen unterstützen die aufwandsarme Ziel-Ergebnis-Analyse. Die Themenorientierung und Vereinheitlichung der Inhalte des „Data Warehouse“ fördert die Verständlichkeit für die Führungsinformationen. Die Zeitorientierung und Beständigkeit der Daten in einem „Data Warehouse“ ermöglicht eine nachvollziehbare und somit objektive und zuverlässige Ziel-Ergebnis-Analyse. Die

²⁶⁵ Siehe Kapitel 3

Modellierung der Zielgrößen als Datenraumvariablen unterstützt die ausnahmegetriebene, benutzergesteuerte und transparente Abweichungsanalyse durch Analysefunktionen. Somit sind alle in Kapitel 3 aufgeführten Anforderungen an ein Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten durch die Struktur und die Inhalte der Führungsdatenbasis und durch die Wahl geeigneter DV-gestützter Werkzeuge erfüllt. Im nachfolgenden wird die Struktur der Führungsdatenbasis erläutert.

Die Führungsdatenbasis enthält die auswertbaren **Basisdaten** als Datenraumvariablen. Die vom Kunden vorgegebenen Wunsch- und Solltermine und -mengen, die im Planungsprozess erzeugten Plantermine und -mengen, die aus der Ausführungsebene gemeldeten Istwerte und die vereinbarten Zielwerte und -prioritäten²⁶⁶ sind als primäre Datenraumvariablen modelliert. Kennzahlensysteme sind als mathematisch abgeleitete, sekundäre Datenraumvariablen abgebildet. Außerdem sind in der Führungsdatenbasis die zur Verdichtung benötigten Dimensionen mit ihren Hierarchien, Ebenen, Elementen und Attributen enthalten.

Datenquellen für Basisdaten sind die operativen Informationssysteme. Datenveränderungen in den operativen Informationssystemen führen bei der Aktualisierung der Führungsdatenbasis zu neuen bzw. geänderten Datenraumvariablenwerten oder zu neuen, geänderten oder gelöschten Dimensionselementen. Einem neuen Dimensionselement muss eine Dimensionsebene zugeordnet werden. Nach der periodischen Aktualisierung der Führungsdatenbasis erfolgt die Berechnung aller funktional abhängigen, sekundären Datenraumvariablen. So verändert die Meldung eines Bearbeitungsendes für einen Arbeitsvorgang im BDE-System den Wert der zugehörigen primären Datenraumvariable „Ist-Bearbeitungsende“ im Datenraum „Auftragstermine“. Anschließend wird die sekundäre Datenraumvariable „Ist-Bearbeitungsdauer“ im Datenraum „Auftragsdurchführungszeiten“ neu berechnet.

Die Definition eines neuen Arbeitsplatzes im Produktionsplanungs- und -steuerungssystem führt beispielsweise bei der nächsten Aktualisierung der Führungsdatenbasis zu einem neuen Dimensionselement in der Dimension „Kapazitätseinheit“ (siehe Bild 42). Erst durch die Zuordnung des neuen Arbeitsplatzes zu einer teilautonomen Leistungseinheit können die rückgemeldeten Termine dieser zugeordnet werden.

Anpassungen in den Zielen führen zu Veränderungen im Zielvorgabe-Datenraum (siehe Bild 55) und der Ziel-Dimension (siehe Bild 44). Diese Veränderungen können inhaltlicher Natur sein, wie die Anpassung von Zielvorgabewerten oder aber struktureller Natur, wie neue Datenräume, auf Grund neuer Zielgrößen. Strukturelle Anpassungen erreicht man durch Veränderung der Metadaten.

Eine Flexibilität im Zielsystem und in der Abbildung der Unternehmensstrukturen setzt eine Flexibilität in der Führungsdatenbasis voraus. Die modellbasierte Beschreibung der Basisdaten in Form von **Metadaten** ermöglicht diese Flexibilität im informationstechnischen Sinne. Durch die explizite Speicherung und Präsentation der Metadaten kann der Benutzer Abfragen und Auswertungen konsistent definieren. Die Segmentierungen und Einschränkungen einer Abfrage verweisen dabei auf vorhandene Dimensionsebenen und Dimensionselemente, so dass der Benutzer die Datenselektion und -verdichtung selbst nachvollziehen kann. Die Beschreibungen der

²⁶⁶ Siehe Abschnitt 2.1.3

Zusammenhänge in den Metadaten und die nachvollziehbare Verdichtung der Einzelwerte ermöglicht die Transparenz in der Aufbereitung der Führungsinformationen.

Entsprechend geschulte Benutzer können mit Hilfe einer Modellierungsumgebung Veränderungen in den Metadaten vornehmen, die anschließend Veränderungen in der Basisdatenstruktur zur Folge haben. Veränderungen in den Metadaten sind beispielsweise das Anlegen, Löschen oder Ändern eines Datenraumes, einer Datenraumvariable, einer Dimension, einer Dimensionshierarchie, einer Dimensionsebene, eines Dimensionsattributs oder einer Dimensionsbeziehung. Da sich die Definitionen von Abfragen und Auswertungen auf die Metadaten abstützen, können Veränderungen in den Metadaten Abfragen und Auswertungen ungültig machen. Deshalb sollten Veränderungen in den Metadaten immer wohl überlegt sein.

Die Generierung einer neuen Basisdatenstruktur auf Basis der geänderten Metadaten ist jederzeit möglich. Allerdings können durch die Veränderung der Basisdatenstruktur Datenverluste eintreten. So bewirkt die Löschung einer Datenraumvariable die Löschung aller zugehörigen Datenraumvariablenwerte und macht alle Abfragen und zugehörigen Auswertungen ungültig, die diese Datenraumvariable verwenden. Durch die Veränderung des Datentyps einer Datenraumvariable können bei der anschließenden Konvertierung der Datenraumvariablenwerte ebenfalls Datenverluste eintreten. In der Praxis vermeidet der Export der Datenraumvariablenwerte und der anschließende Import in die neu generierte Basisdatenstruktur mögliche Datenverluste. Nachfolgend werden dennoch die Konsequenzen von Anpassungen in den Metadaten betrachtet.

Unkritisch ist die **Neuanlage** eines **Datenraums**, für den die notwendigen Dimensionen und Datenraumvariablen vorhanden sein müssen. Nachdem der Datenraum definiert, über angebundene Datenquellen befüllt und für vorgegebene Benutzer im Rahmen der Berechtigungssteuerung freigegeben wurde, ist er für neue Auswertungen verfügbar. Für diesen neuen Datenraum fehlen in der Regel allerdings die Datenraumvariablenwerte der vergangenen Perioden, wenn diese nicht explizit ebenfalls aus der Datenquelle importiert wurden. Die **Löschung** eines **Datenraums** macht alle Abfragen und Auswertungen ungültig, die diesen Datenraum verwenden. Aus diesem Grund ist beispielsweise das Löschen des Datenraums „Zielvorgabe“ unzulässig. **Änderungen** am **Datenraum** sind nur über Änderungen an seinen Dimensionen oder seinen Datenraumvariablen möglich.

Wird eine primäre **Datenraumvariable neu angelegt**, muss die Datenherkunft und der Datenimport, evtl. auch der historischen Werte, geklärt sein. Bei sekundären Datenraumvariablen ist die Berechnungsvorschrift festzulegen, die sich auf vorhandene Datenraumvariablen abstützt. Nach jeder Aktualisierung der Führungsdatenbasis werden die sekundären Datenraumvariablen neu berechnet. Durch das **Löschen** einer **Datenraumvariablen** sind alle darauf aufbauenden Abfragen und Auswertungen ungültig. Daher ist auch die Löschung von Datenraumvariablen nur in seltenen Fällen ratsam. Wird eine primäre Datenraumvariable gelöscht, sind auch alle sekundären Datenraumvariablen ungültig, die auf diese primäre Datenraumvariable verweisen. Auch bei **Änderungen** an einer **Datenraumvariable**, wie beispielsweise ihrem Datenformat, können unerwünschte Auswirkungen in den abhängigen sekundären Datenraumvariablen, Abfragen und Auswertungen auftreten, im schlimmsten Fall kann sogar ein Datenverlust auftreten. Im Vorfeld zur Anlage eines neuen Datenraums sind häufig **neue Dimensionen**, neue **Dimensionshierarchien**,

Dimensionsebenen oder **Dimensionsattribute** notwendig. Ebenso wie bei den Datenraumvariablen muss bei neuen Dimensionsebenen und Dimensionsattributen die Datenherkunft und der Datenimport geklärt sein. Durch das **Löschen** einer **Dimensionsebene** oder eines **Dimensionsattributs** sind alle darauf aufbauenden Abfragen und Auswertungen ungültig. Kritisch ist das **Löschen** einer **Dimension**, da alle ihre Dimensionshierarchien, -ebenen und -elemente inkl. ihrer -attribute ebenfalls gelöscht sind. Ebenso wird die Verwendung der Dimension bei allen betroffenen Datenräumen gelöscht. Ein Löschen der Dimensionen „Zeit“, „Geschäftspartner“ oder „Ziel“ und der Dimensionshierarchie „Führungsverantwortung“ ist wegen der Abhängigkeit der Ziele von diesen Objekten unzulässig. **Veränderungen** der **Dimensionen**, ihrer **Hierarchien**, **Ebenen** und **Attribute** können ebenso zu Problemen bei den darauf aufbauenden Abfragen und Auswertungen führen. Beispielsweise ist durch Veränderung der Zuordnung eines Teils zu seiner Teilegruppe eine Vergleichbarkeit von davor und danach erzeugten Auswertungen nicht mehr möglich. Aus diesem Grund sind Veränderungen in den Dimensionen zwar möglich, aber kritisch zu hinterfragen.

Neuanlagen sind, bis auf die fehlende Historie, eher unkritisch, Veränderungen teilweise kritisch und Löschungen als sehr kritisch zu betrachten, speziell, wenn die gelöschten Objekte in anderen Objekten referenziert sind. In der Praxis lassen daher kommerzielle DV-Systeme Löschungen von Objekten aus Konsistenzgründen nur dann zu, wenn keine Verwendungen zu diesem Objekt mehr bestehen.

Die dritte Kategorie von Daten, die in der Führungsdatenbasis gespeichert werden muss, sind die sog. **Systemdaten**. Diese systemtechnischen Informationen beinhalten die im System vorhandenen Auswertungen und Abfragen, die in den Abfragen genutzten Segmentierungen und Einschränkungen und auch die Berechtigungen für alle im System gespeicherten Basisdaten. Da die Struktur der Systemdaten nur für die Implementierung des Führungsinformationssystems von Interesse sind, wird im Rahmen dieser Arbeit nicht näher auf sie eingegangen.

8 Einsatz des Führungsinformationssystems

Dieses Kapitel beschreibt den Einsatz des Führungsinformationssystems im Bereich der Automobilindustrie. Auch dort wird das Konzept der teilautonomen Leistungseinheiten in Produktionsbereichen wie den Komponentenfertigungen angewendet. Diese Komponentenfertigungen, wie beispielsweise das Motorenwerk, sind interne Lieferanten der Fahrzeugendmontagewerke. Aus Geheimhaltungsgründen wurde der Anwendungsfall, so weit notwendig, verfremdet und aus Komplexitätsgründen vereinfacht dargestellt. Im Nachfolgenden wird der Einsatz des Führungsinformationssystems im Motorenwerk beschrieben:

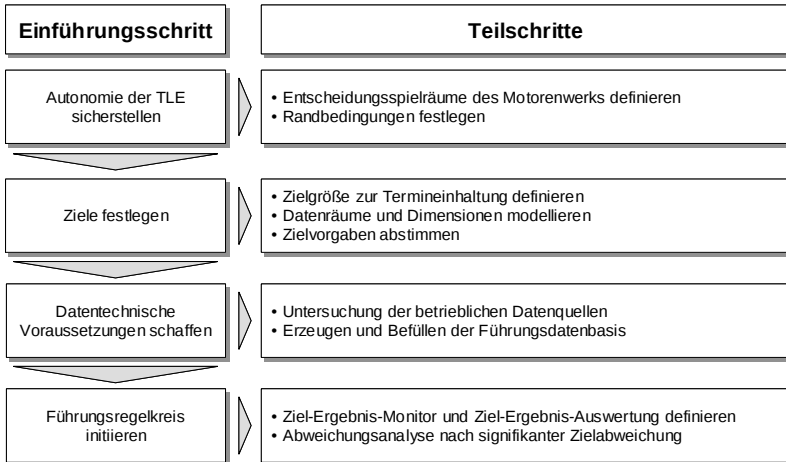


Bild 61: Einsatz des Führungsinformationssystems im Motorenwerk

8.1 Autonomie der Leistungseinheit

Organisatorische Maßnahmen, Vereinbarungen und Investitionen schaffen die notwendigen Entscheidungsspielräume und stellen die Autonomie des Motorenwerks sicher.

Das Motorenwerk besitzt drei Montagelinien, die für die Produktion von baureihen-spezifischen Motorenvarianten zuständig sind. Jede dieser drei Montagelinien verfügt über ein individuelles Schichtmodell.

Der Auftragsfortschritt des Fahrzeugmontageauftrages und des Motorenmontageauftrages wird an definierten Meldepunkten erfasst (siehe Bild 62). Über die rückgemeldeten Isttermine können die tatsächlichen Durchführungs- und Übergangszeiten der Motorenmontageaufträge, als auch die Abweichungen der Isttermine zu den Planterminen berechnet werden.

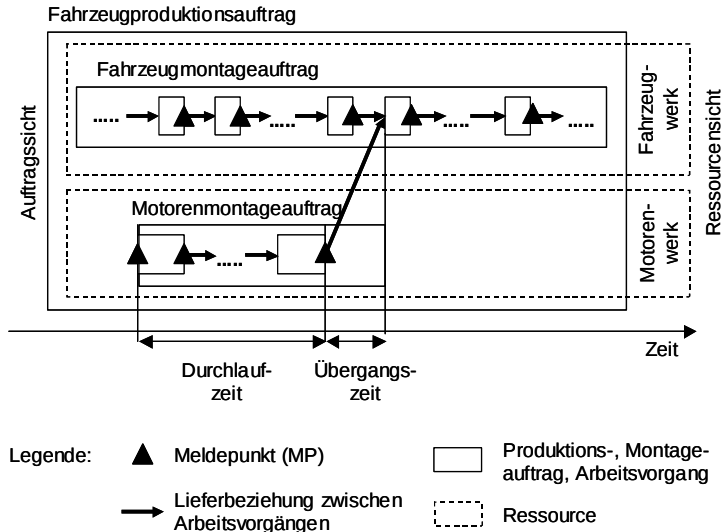


Bild 62: Auftragssicht mit Meldepunkten und Ressourcensicht

Das Motorenwerk erhält aus der zentralen Planung tagesgenaue, fahrzeugneutrale Motorenbedarfe für mehrere Wochen, um seine dispositiven Aufgaben erledigen zu können. Zusätzlich erhält es kurzfristig produktionssynchrone, fahrzeugspezifische Feinabrufe mit Liefertermin, zu fertigender Motorenvariante und Anlieferstelle vom Fahrzeugwerk. Die geplanten Anfangs- und Endtermin der Motorenmontageaufträge werden vom Motorenwerk durch die Einplanung auf die vorhandenen Montagelinien festgelegt.

Durch die integrierten Produktionsplanungs- und steuerungsaufgaben kann das Motorenwerk die Verantwortung für die termingerechte Auslieferung der Motoren übernehmen und verfügt über folgende **Entscheidungsspielräume**:

- Die zur Verfügung stehenden Kapazitäten können durch Veränderung des Schichtmodells für die einzelnen Montagelinien angepasst werden, um Bedarfsschwankungen oder Rückstände durch Störungen, etc. auszugleichen.
- Kapazitätsengpässe können auch durch Auswärtsvergaben ausgeglichen werden. Das Verlagern von Arbeitsinhalten zu externen Lieferanten stellt sicher, dass trotz Variantenvielfalt und Bedarfsschwankungen, eine hohe Auslastung mit kurzen, konstanten Lieferzeiten im Motorenwerk erzielt werden kann.
- Die Planung entscheidet über die Reihenfolge der Motorenmontageaufträge, die durchaus von der Fahrzeugmontagereihenfolge abweichen kann.

Auf diese Weise sind die folgenden **Randbedingungen** für die Teilautonomie des Motorenwerks gegeben:

- Die Montagelinien und alle ihnen zugeordneten Ressourcen stehen dem Motorenwerk zur ausschließlichen Nutzung zur Verfügung.

- Die Termin-, Kapazitäts- und Transportplanung wird durch das Motorenwerk selbst durchgeführt.
- Die Disposition des Motorenwerks erhält mit einem zeitlichen Vorlauf Bedarfsvorschaun, so dass es die Materialverfügbarkeit für die benötigten Teile sicherstellen kann.

8.2 Ziele der teilautonomen Leistungseinheit

Das Motorenwerk muss, zusätzlich zu den Zielen, die sich aus der Montage selbst ergeben, die Verantwortung für die Ziele der integrierten Produktionsplanungs- und steuerungsaufgaben übernehmen. Teamleiter im Motorenwerk legen zusammen mit den Führungskräften ihre konkreten Ziele fest. Die Ziele sind dabei so spezifisch, dass die Mitarbeiter die Auswirkungen ihres Handelns direkt nachvollziehen können und die Ziele nicht konträr zu den Unternehmenszielen stehen. Die Zielgrößen sind für die Mitarbeiter verständlich, ihre Berechnung nachvollziehbar und die Anforderungen an eine Messgröße erfüllt.

Die Auswahl der Ziele für das Motorenwerk erfolgte anhand folgender Überlegungen:

- Oberstes Ziel ist die termingetreue Auslieferung der Motoren, da ansonsten ein Stillstand in der Fahrzeugendmontage droht.
- Es ist eine möglichst hohe Auslastung der Montagelinien anzustreben, um die Produktionskosten so gering wie möglich zu halten.
- Wegen der hohen Motorenvarianz ist eine Vorproduktion und Lagerhaltung von Motoren schlecht möglich. Daher wird das Ziel der Bestandsminimierung zunächst nicht betrachtet.
- Die Durchlaufzeiten der Fahrzeuge und Motoren sind bekannt und stabil. Abweichungen durch Störungen machen sich auch als Terminabweichungen bemerkbar, so dass das Ziel der Durchlaufzeitenabweichung zunächst nicht betrachtet wird.

Auf Basis dieser Überlegungen wurde die Zielgröße **Terminabweichung** für das Einsatzbeispiel gewählt. Dabei mussten folgende Randbedingungen berücksichtigt werden:

- Um einen Stillstand in der Fahrzeugmontage bzw. eine Umreihung der Fahrzeugmontageaufträge zu vermeiden, ist eine ausreichende Nachliegezeit nach der Motorenmontage, eine ausreichende Transportzeit für die Überführung der Motoren ans Fahrzeugmontageband und eine ausreichende Vorliegezeit vor dem Einbau des Motors am Fahrzeugmontageband einzuplanen.
- Die planmäßigen Vor- und Nachliegezeiten bzw. Transportzeiten orientieren sich an den im Mittelwert auftretenden Störungen und Verzögerungen beim Transport und im Motorenwerk und dimensionieren die Kapazitäten der Zwischenpufferlager im Motorenwerk, am Fahrzeugmontageband und die Transportkapazitäten.
- Der Transport an das Fahrzeugmontageband und die Bereitstellung der Motoren am Fahrzeugmontageband sind durch ausreichende Kapazitäten und Liegezeiten abgesichert.
- Rüstzeiten sind bei der Motorenmontage kaum vorhanden und werden daher vernachlässigt.

- Die Bearbeitungszeiten in der Motorenmontage sind bekannt und stabil.

Die Modellierung der Zielgröße „Terminabweichung“ orientiert sich am Datenraum **Terminabweichung** (siehe Abschnitt 7.2.7) und berücksichtigt zusätzlich die spezifischen Randbedingungen des Einsatzbeispiels. Daher wurde die Datenraumvariable **Plan-/Istabweichung Gesamt** zur Abbildung der Zielgröße ausgewählt. Dieser Datenraumvariable entspricht dem Mittelwert der Datenraumvariablen Plan-/Istabweichung Übergang und Plan-/Istabweichung Durchführung. Die **Plan-/Istabweichung Durchführung** ist in der Vorlage als Mittelwert der Plan-/Istabweichung Rüstanfang, Plan-/Istabweichung Bearbeitungsanfang und Plan-/Istabweichung Bearbeitungsende definiert. Da im Motorenwerk keine Rüstzeiten anfallen, sind nur die Abweichungen am Bearbeitungsanfang und Bearbeitungsende von Interesse, die jeweils als Differenz der primären Datenraumvariablen **Plan-Bearbeitungsanfang** und **Ist-Bearbeitungsanfang** bzw. **Plan-Bearbeitungsende** und **Ist-Bearbeitungsende** aus dem Auftragstermine-Datenraum modelliert sind.

Die beiden Datenräume „Terminabweichung“ und „Auftragstermine“ werden durch die **Dimensionen** Artikel, Auftrag, Geschäftspartner, Kapazitätseinheit und Zeit aufgespannt.

Bei der Festlegung der **Zeitintervalle** für die Führungsperiode, Aktualisierungsperiode und Messperiode mussten unterschiedliche Anforderungen²⁶⁷ berücksichtigt werden. Um Trends rechtzeitig zu erkennen und auf Zielabweichungen schnell zu reagieren, wurde von den verantwortlichen Mitarbeitern im Motorenwerk eine tagesgenaue Messung gewünscht. Eine tägliche **Aktualisierungsperiode** ist auch deshalb sinnvoll, da täglich mehrere hundert Montageaufträge im Motorenwerk abgearbeitet werden, die eine Durchlaufzeit von wenigen Stunden besitzen. Somit sind täglich die Messergebnisse des Vortages für das Motorenwerk zugänglich.

Die Führungsinstanz forderte eine wöchentliche oder monatliche Ziel-Ergebnis-Analyse. Um dem Motorenwerk einen ausreichenden zeitlichen Spielraum zu geben und Schwankungen auszugleichen, einigte man sich auf eine monatliche **Führungsperiode**.

Die **Zielvorgaben** hängen von der Prozessfähigkeit der Montageprozesse innerhalb des Motorenwerks, den Kundenanforderungen an das Motorenwerk und den Lieferantenfähigkeiten der Zulieferer des Motorenwerks ab. Da es sich in der Automobilindustrie um stabile und ausgereifte Serienprozesse handelt und die Anforderungen der Fahrzeugendmontage sehr hoch sind, sind die Zielvorgaben entsprechend anspruchsvoll definiert. Um dennoch realistische Zielvorgaben zu erhalten, wurden die Ergebnismesswerte für eine Zielgröße über einen längeren Zeitraum im Vorfeld gemessen. Dadurch wurden auch Fehler in der Berechnungsvorschrift oder Fehler in den Daten gefunden und bereinigt.

Da Plan- und Ist-Termine der Montageaufträge minutengenau vorliegen, sind geringe Differenzen zwischen diesen Terminen unvermeidbar. Durch die Mittelwertbildung über alle Termindifferenzen der Montageaufträge eines Monats fallen diese geringen Terminabweichungen aber nicht mehr ins Gewicht²⁶⁸.

²⁶⁷ Siehe Abschnitt 7.1.1 bzgl. der Abhängigkeiten zwischen den genannten Perioden.

²⁶⁸ Da die Anzahl der innerhalb eines Monats bearbeiteten Montageaufträge annähernd konstant bleibt, wird im Einsatzbeispiel die Anzahl der Terminabweichung nicht betrachtet.

Im Einsatzbeispiel wird als **Zielvorgabe** für die Zielgröße „**Terminabweichung Gesamt**“ ein Zielwert von 0,5 h Stunden und ein oberer Zielgrenzwert von 1,0 Stunden für die nächsten 3 Monate und ein Zielwert von 0,4 h Stunden, sowie ein oberer Zielgrenzwert von 0,8 Stunden für die darauffolgenden 9 Monate angenommen (siehe Bild 64 und Bild 65).

8.3 Datentechnische Voraussetzungen

Um die datentechnischen Voraussetzungen zu schaffen, sind diejenigen DV-Systeme zu untersuchen, die als Datenquellen für das Führungsinformationssystem in Betracht kommen. Diese DV-Systeme und ihre Schnittstellen sind im Nachfolgenden aufgeführt:

Im **zentralen Planungssystem** des Automobilherstellers werden aus dem Produktionsprogramm die Bedarfe der Fahrzeugvarianten, Motorvarianten bzw. ihrer Bestandteile schrittweise abgeleitet bzw. prognostiziert. Diese Bedarfe gehen periodisch an die **Dispositionssysteme** der Fahrzeugwerke und des Motorenwerks. Die Dispositionssysteme stellen dann die Materialverfügbarkeiten für alle notwendigen Bestandteile sicher. Zusätzlich werden die Motorenbedarfe an das Auftragssystem des Motorenwerks übergeben, so dass dort Planaufträge angelegt werden können. Mit Hilfe dieser Planaufträge führt das Motorenwerk im **lokalen Planungssystem** einen Kapazitätsabgleich durch und passt ggf. seine Schichtmodelle an.

Mit einem ausreichenden zeitlichen Vorlauf fixiert das **zentrale Auftragssystem** die Fahrzeugendmontageaufträge und übergibt diese als sog. Tagesscheibe an die lokalen Auftragssysteme der Fahrzeugwerke. Die fixierten Fahrzeugaufträge werden in den lokalen Auftragssystemen in eine Reihenfolge gebracht und anschließend die Lieferantenabrufe für Kauf- und Eigenfertigungsteile speziell auch für die Motorenvarianten erzeugt. Die Abrufe für Motorenvarianten werden an das **lokale Auftragssystem** des Motorenwerks gegeben und dort den Motorenaufträgen zugeordnet.

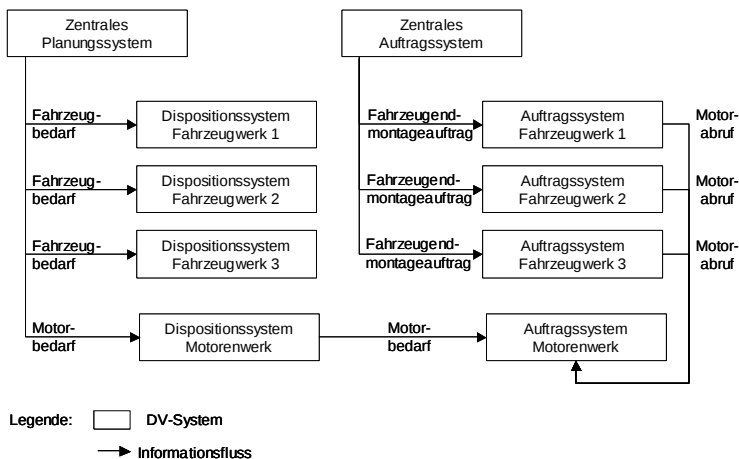


Bild 63: Betrachtete DV-Systeme

Das Dispositionssystem und das Auftragssystem des Motorenwerks stellen die wesentlichen Datenquellen für das Führungsinformationssystem des Motorenwerks dar.

Die Montagelinien aus dem Auftragssystem liefern die notwendigen Informationen zum Aufbau der **Kapazitätseinheiten-Dimension**.

Die zulässigen Motorenvarianten aus dem Dispositionssystem bestimmen die Teile in der **Artikel-Dimension**.

Die Montageaufträge im Auftragssystem des Motorenwerks liefern die Dimensionselemente der **Auftrags-Dimension** und die **Plan-Auftragstermine**. Der Auftragsfortschritt der Montageaufträge im Motorenwerk wird an definierten Meldepunkten (siehe Bild 62) rückgemeldet. Diese Auftragsfortschrittsmeldungen werden stündlich an das lokale Auftragssystem des Motorenwerks übertragen. Von dort können die **Ist-Auftragstermine** für den **Auftragstermin-Datenraum** übertragen werden.

Die **Zeit-Dimension** wurde über eine Kalenderfunktion und den Import des Fabrikkalenders aus dem zentralen Planungssystem erzeugt.

In der **Geschäftspartner-Dimension** wurden die Fahrzeugwerke und das Motorenwerk als Geschäftspartner angelegt.

In der **Ziel-Dimension** wurde der Zielbereich „Termintreue“ und die Zielgröße „Terminabweichung Bearbeitung“ angelegt.

Zunächst wurde eine **Führungsdatenbasis** mit den Strukturen der modellierten Datenräume, der zugehörigen Datenraumvariablen, der Dimensionen und ihrer Dimensionsebenen aus dem Metamodell erzeugt. Durch die Anbindung des Führungsinformationssystems an das Dispositions- und Auftragsverwaltungs- und -steuerungssystem des Motorenwerks, konnten die relevanten Datenraumvariablen, Dimensionselemente und ihre Beziehungen anschließend mit Werten versorgt werden. Der **Detaillierungsgrad** der importierten Daten ist dabei implizit durch die Modellierung der Datenräume und Dimensionen festgelegt und so fein zu wählen, dass eine sinnvolle Abweichungsanalyse möglich ist.

Durch den anschließenden **Import** wurden den **Dimensionselementen** in den Dimensionen Artikel, Auftrag, Kapazitätseinheit und den **primären Datenraumvariablen** im Datenraum Auftragstermine (AT) konkrete Werte zugewiesen. Danach wurden die Werte für alle sekundären Datenraumvariablen aus den primären Datenraumvariablen berechnet.

Die **Zielvorgaben** wurden aus einer bereitgestellten Datei in den Datenraum für Zielgrößen eingelesen. Diese Datei wurde mit den im vorigen Abschnitt festgelegten Zielvorgaben erzeugt.

Nachdem ein erster **Import** aller bereitgestellten Daten erfolgt war, wurden die Daten auf ihre Qualität hin überprüft und teilweise qualitätsverbessernde Maßnahmen vorgenommen. So waren beispielsweise bei speziellen Auftragsvarianten, wie z.B. Montageaufträge für Ersatzteilmotoren, teilweise nicht immer die Bestelltypen der zugehörigen Fahrzeuge bekannt.

Um die Führungsdatenbasis gemäß der vereinbarten Aktualisierungsperiode täglich mit neuen oder veränderten Daten zu versorgen, wurden die Datenimporte aus den

Planungs-, Dispositions- und Auftragsverwaltungssystemen durch nächtliche Verarbeitungsjobs automatisiert.

8.4 Führungsselregelkreis initiieren

Um den Führungsselregelkreis zu initiieren, wurden der Ziel-Ergebnis-Monitor und die zugehörige Ziel-Ergebnis-Auswertung für das Motorenwerk definiert. Anschließend wurde die Zielerreichung durch die Führungsinstanz periodisch kontrolliert und Abweichungsanalysen durchgeführt, um den Ursachen der Zielabweichungen auf die Spur zu kommen. Durch die periodische Positionsbestimmung konnten nach kurzer Zeit realistische und anspruchsvolle Zielvorgaben bestimmt werden. Da die Plan- und Ist-Auftragstermine einen direkten Einfluss auf Zielerreichung im Motorenwerk hatten, erhöhte sich auch die Planungsgüte in den Planungssystemen und die Rückmeldgüte im Auftragssystem des Motorenwerks.

8.4.1 Beispielhafte Ziel-Ergebnis-Analyse

Im Ziel-Ergebnis-Monitor (siehe Bild 64) ist eine signifikante Zielabweichung in der Zielgröße **Terminabweichung** in der Führungsperiode **Mai 2009** im **Motorenwerk** zu erkennen, da der Ergebniswert von 0,89 h über dem oberen Zielgrenzwert von 0,8 h liegt.

Stand 03.06.2009

Ziel-Ergebnis-Monitor per Mai 2009										
Vorstandsbereich	Organisationseinheit	Name der TLE	Zielbereich	Zielgröße	Datenraum	Datenraumvariable	Alarm	Unterer Grenzwert	Zielwert	Oberer Grenzwert
P	PKM	Motorenwerk	Termin	Terminabweichung	Terminabweichung	Plan/Ist-Abweichung Gesamt		0 h	0,4 h	0,8 h
			...	...	...	...		...	...	...
										0,89 h
										...

Bild 64: Ziel-Ergebnis-Monitor

Ausgehend von dieser Zielabweichung werden im Rahmen der Abweichungsanalyse die Ursachen ermittelt. Dazu wird aus dem Ziel-Ergebnis-Monitor in die Ziel-Ergebnis-Auswertung verzweigt, welche die zeitliche Entwicklung der Ergebniswerte und Zielwerte speziell für diese Zielgröße darstellt.

Wie in Bild 65 in der Zeile „Zielwert“ erkennbar ist, hat sich die übergeordnete Führungsinstanz mit dem Motorenwerk seit April 2009 auf einen neuen oberen Zielgrenzwert von 0,8 h für die Zielgröße „Terminabweichung“ verständigt. Durch diesen neuen Zielgrenzwert stellt der Ergebniswert von 0,89 h im Mai 2009 bereits eine signifikante Zielabweichung dar.

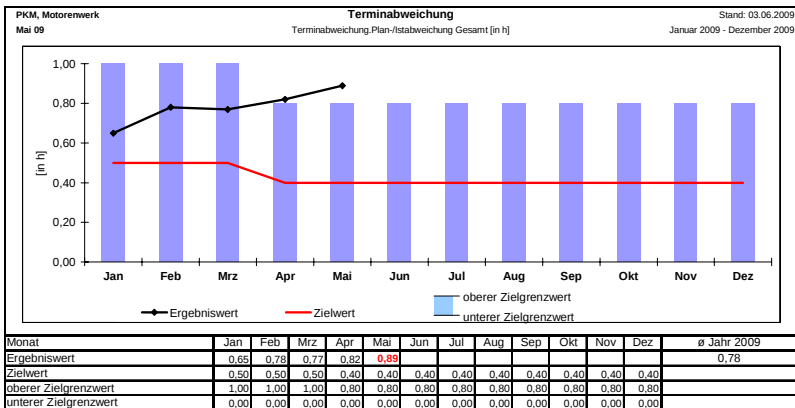


Bild 65: Ziel-Ergebnis-Auswertung

In der nachfolgenden Abweichungsanalyse für den Monat Mai 2009 navigiert ein Mitarbeiter des Motorenwerks, ausgehend von der Ziel-Ergebnis-Auswertung, in ähnliche Auswertungen, um die Ursachen schrittweise einzugrenzen.

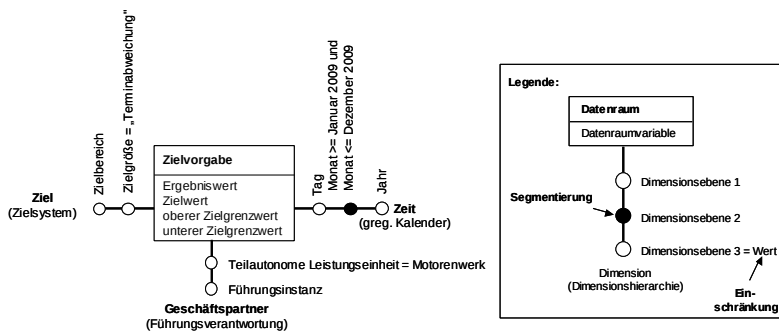


Bild 66: Ziel-Ergebnis-Abfrage zur Ziel-Ergebnis-Auswertung

Die Ziel-Ergebnis-Abfrage zur Ziel-Ergebnis-Auswertung enthält die Abfragevariablen Zielwert, oberer Zielgrenzwert und Ergebniswert des Zielvorgabe-Datenraums. Durch die Einschränkungen in der Geschäftspartnerdimension auf die teilautonome Leistungseinheit „Motorenwerk“, die Zielgröße „Terminabweichung“ und den Zeitraum auf die Monate Januar 2009 bis Dezember 2009, gehen in das Ergebnis der Abfrage nur Werte ein, die das Motorenwerk für diese Zielgröße in diesen Monaten zu verantworten hat. Die Ziel-Ergebnis-Abfrage ist nach der Führungsperiode segmentiert, d.h. in unserem Anwendungsfall nach Monaten, erkennbar an dem ausgefüllten Kreis.

8.4.2 Beispielhafte Abweichungsanalyse

Um die signifikante Abweichung für die Zielgröße „Terminabweichung“ im Mai 2009 näher zu analysieren, ist die der Zielgröße zugeordnete Datenraumvariable näher zu betrachten. Diese sekundäre Datenraumvariable „Plan-/Istabweichung Gesamt“ ist als Mittelwert der Datenraumvariable „Plan-/Istabweichung Übergang“ und der Datenraumvariable „Plan-/Istabweichung Durchführung“ des Datenraums „Terminabweichung“ definiert (siehe Bild 53, S.101).

Um zu lokalisieren, ob die Ursachen für die signifikante Zielabweichung im Übergang oder in der Durchführung liegen, müssen diese beiden Datenraumvariablen in die erste Abfrage zur Abweichungsanalyse (siehe Bild 67) aufgenommen werden. Da diese beiden Datenraumvariablen im beschriebenen Anwendungsfall selbst keine eigenständigen Zielgrößen mit Zielwerten darstellen, sind ihre Werte auch nicht im Zielvorgabe-Datenraum enthalten. Daher ist ein Wechsel des Datenraums und der Abfragevariablen notwendig. Ansonsten besitzt die Abfrage dieselben Dimensionen, Einschränkungen und Segmentierungen, wie die Ziel-Ergebnis-Abfrage.

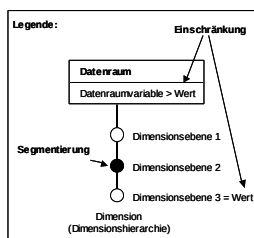
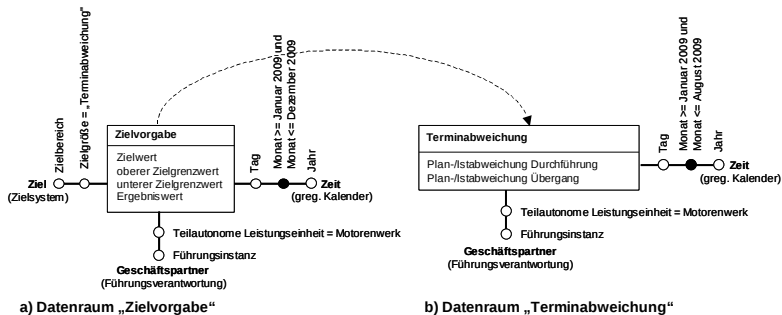


Bild 67: Abfrage zur Abweichungsanalyse (1)

Die Visualisierung der ersten Abfrage zur Abweichungsanalyse in Form einer Auswertung (siehe Bild 68) zeigt, dass die Terminabweichung speziell in der Durchführung stark über der Zeit schwankt und daher die Gesamt-Terminabweichung in hohem Maße beeinflusst hat.

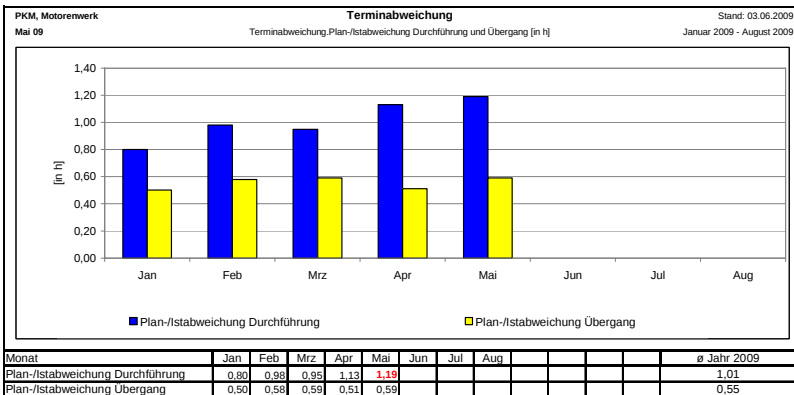


Bild 68: Grafische Auswertung zur Abweichungsanalyse (1)

Die Durchführungszeit nimmt den größten Anteil ein, da es sich um eine optimierte Montage komplexer Serienprodukte handelt und durch die starke logistische Verkettung nur geringe Warte- und Transportzeiten auftreten. Daher ist zur Ursachenanalyse speziell die Datenraumvariable „Plan-/Istterminabweichung Durchführung“ von Interesse.

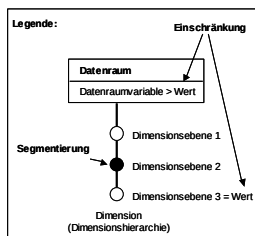
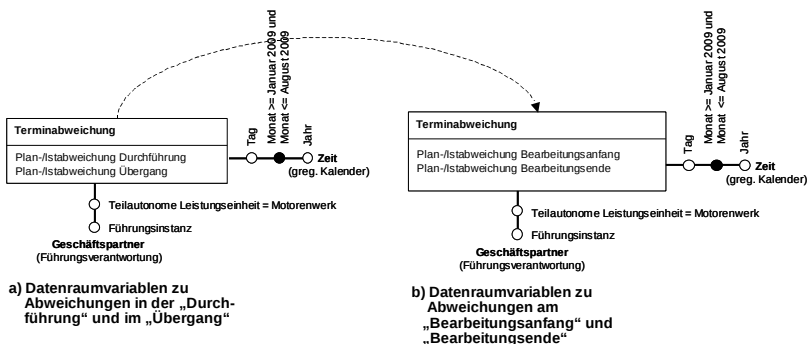


Bild 69: Abfrage zur Abweichungsanalyse (2)

Da es sich um eine Serienmontage handelt, sind die Arbeitsplätze und Vorrichtungen so gestaltet, dass keine bzw. geringfügige Rüstzeiten auftreten, die nicht getrennt geplant bzw. rückgemeldet werden. Aus diesem Grund ist die sekundäre Datenraumvariable „Plan-/Istterminabweichung Durchführung“ als Mittelwert der Datenraumvariablen „Plan-/Istterminabweichung Bearbeitungsanfang“ und „Plan-/Istterminabweichung Bearbeitungsende“ definiert.

Ausgehend von der ersten Abfrage werden durch den Wechsel der Datenraumvariablen (siehe Bild 69) die Bestandteile der Terminabweichungen in der Auswertung separat ausgewiesen (siehe Bild 70).

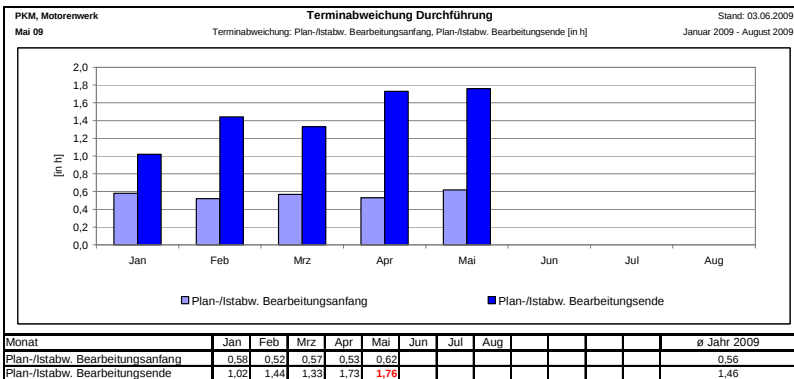


Bild 70: Grafische Auswertung zur Abweichungsanalyse (2)

Die zweite Auswertung zur Abweichungsanalyse zeigt größere Terminabweichungen am Bearbeitungsende als am Bearbeitungsanfang. Somit werden die Motorenmontageaufträge schon zu spät begonnen und verzögern sich während der Abarbeit im Motorenwerk noch weiter.

Um den Verursacher für die schlechte Termintreue am Bearbeitungsende weiter einzugrenzen, wird in der Abfrage eine Segmentierung nach der Dimensionsebene „Arbeitsplatzgruppe“ in der Dimension „Kapazitätseinheit“ ergänzt. Die so entstandene dritte Abfrage (siehe Bild 71) selektiert die Terminabweichungen je Motorenmontagebereich.

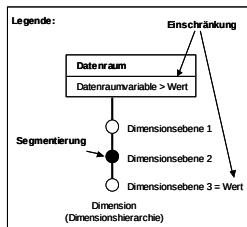
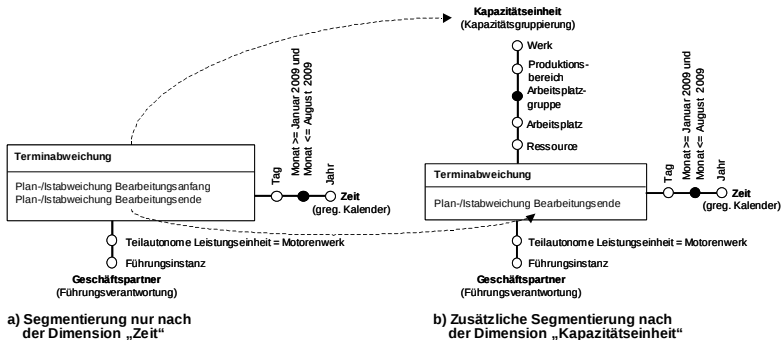


Bild 71: Abfrage zur Abweichungsanalyse (3)

Die Auswertung (siehe Bild 72) zeigt, dass vor allem Aufträge der „Motorenmontage 2“ verspätet sind.

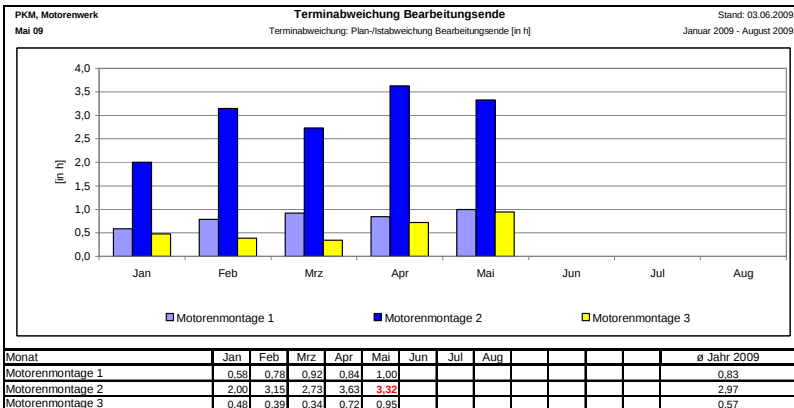


Bild 72: Grafische Auswertung zur Abweichungsanalyse (3)

Um die Ursachen für die Terminabweichungen genauer zu analysieren, ist es sinnvoll, diejenigen Motorenmontageaufträge zu selektieren, die maßgeblich zur schlechten Termintreue beigetragen haben. Dazu ist eine zusätzliche Segmentierung nach der Auftrags-Dimension notwendig. Die zusätzliche Einschränkung der Abfrage auf die

Kapazitätseinheit „Motorenmontage 2“ und den 04. Mai 2009 verhindert, dass zu viele Einzeldaten in die Analyse einfließen. Die Werte sind außerdem nach ihrer Größe absteigend sortiert, so dass die Montageaufträge mit der größten Verspätung ganz oben aufgeführt sind (siehe Bild 73). Durch die zusätzlich in die Abfrage aufgenommenen Auftrags- und Artikeldimensionen sind weitere Informationen über die Montageaufträge bekannt, die ebenfalls mit angezeigt werden.

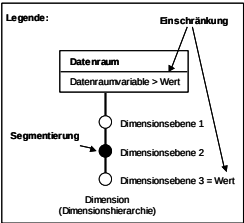
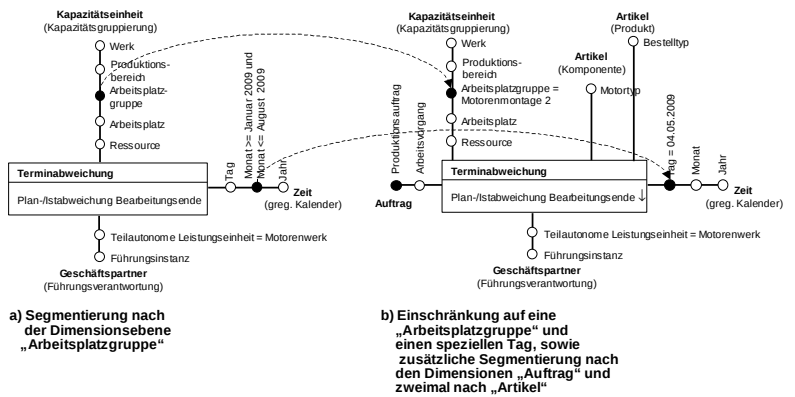


Bild 73: Abfrage zur Abweichungsanalyse (4)

PKM	Terminabweichung Bearbeitungsende			Stand: 03.06.2009
Mai. 09	Plan-/Istabweichung Bearbeitungsende [in h]			
		Plan	Ist-	Plan-/Istabweichung
Auftrag	TLE	Bearbeitungsende	Bearbeitungsende	Bearbeitungsende
1300058	Motorenmontage 2	20.5.09 19:50	25.5.09 6:08	4,429
1300059	Motorenmontage 2	20.5.09 20:16	25.5.09 6:31	4,427
1300060	Motorenmontage 2	20.5.09 20:42	25.5.09 6:46	4,420
1300061	Motorenmontage 2	20.5.09 14:58	20.5.09 16:09	0,050
1300066	Motorenmontage 2	25.5.09 10:13	25.5.09 11:19	0,046
1300067	Motorenmontage 2	25.5.09 12:18	25.5.09 13:38	0,056
1300068	Motorenmontage 2	25.5.09 10:46	25.5.09 11:45	0,042
1300069	Motorenmontage 2	25.5.09 12:39	25.5.09 13:59	0,055
1300001	Motorenmontage 2	6.5.09 6:00	5.5.09 20:43	0,386
*****	*****	*****	*****	*****

Bild 74: Tabellarische Auswertung zur Abweichungsanalyse (4)

Die Darstellung der Abfrage geschieht wegen der größeren Datenmenge tabellarisch.

Als nächstes müssen die Motorenmontageaufträge mit den größten Plan-/ Ist-abweichungen genauer untersucht werden. Zusätzliche Eigenschaften des Auftrags können Hinweise über die Ursachen für die signifikante Abweichung enthalten. Sind die Ursachen gefunden, müssen geeignete Maßnahmen eingeleitet werden, um die Abweichungen zukünftig zu vermeiden.

Die Abweichungsanalysen deckten im Praxiseinsatz einige Schwachstellen auf. So wurden beispielsweise Montageschritte durch verbesserte Vorrichtungen oder modifizierte Teile vereinfacht bzw. prozesssicherer gemacht, die häufig zu Terminverzögerungen führten. Teile, die in seltenen Fällen bei der Montage beschädigt werden, liegen nun als sog. Bandersatzteile am Montageplatz bereit.

Sowohl die Führungsinstanz, als auch die Mitarbeiter der teilautonomen Leistungseinheit erreichten spürbare Verbesserungen im Führungsprozess durch den Einsatz des Führungsinformationssystems.

8.5 Kritische Würdigung

Bei der kritischen Bewertung der Ergebnisse ist zwischen den Grenzen des Führungsmodells und den Grenzen des Führungsinformationssystems zu unterscheiden. Da das Führungsinformationssystem auf dem gewählten Führungsmodell basiert, wirken sich die Grenzen des Führungsmodells auch auf das Führungsinformationssystem aus. Daher muss bei der praktischen Anwendung des Führungsmodells darauf geachtet werden, dass dessen Schwächen allen bekannt sind und entsprechend reagiert wird.

Zu den **Grenzen des Führungsmodells** „Führen durch Ziele“ gehört, dass durch die Fokussierung auf verdichtete Zielgrößen, diese nur eine komprimierte Realität widerspiegeln, wobei nicht quantifizierbare Zielgrößen weitgehend unberücksichtigt bleiben. Dies birgt die Gefahr, sich ausschließlich auf quantifizierbare Zielgrößen auszurichten. Die Führungsinstanz muss daher auch nicht quantifizierbare Zielgrößen in ihre Entscheidungen einbeziehen.

Bei der Zielfestlegung ist darauf zu achten, dass nicht nur Zielgrößen definiert werden, die kurzfristige Erfolgspotentiale betreffen, sondern auch Zielgrößen enthalten sind, die eine längerfristige Erfolgssicherung des Unternehmens überwachen.

Durch eine starre Ausrichtung auf Führungszyklen, insbesondere dann, wenn diese sehr lang sind, besteht die Gefahr, dass nicht permanent, sondern erst am Ende der Führungsperiode auf die Zielerreichung hingearbeitet wird. Dies ist unter dem Begriff Quartalswende bzw. Jahresabschlusswende bekannt. Über eine mehrfache Positionsbestimmung innerhalb der Führungsperiode kann die teilautonome Leistungseinheit dieser Gefahr begegnen.

Die unreflektierte Übernahme von Zielvorgaben aus externen Quellen berücksichtigen häufig nicht die eigenen spezifischen Einflussfaktoren. Dies geschieht, wenn Zielvorgaben beispielsweise aus branchenspezifischen „Benchmarks“ abgeleitet wurden. Dadurch können die spezifischen Wettbewerbsvorteile des Unternehmens verloren gehen, da die individuellen Erfolgsfaktoren nicht genügend Berücksichtigung finden.

Um dies zu vermeiden, sollte die Zielerreichung bzgl. der neuen Zielgrößen immer erst eine Weile gemessen werden, bevor Zielvorgaben definiert werden.

Der ständige Umgang mit Zielgrößen vermindert die erforderliche kritische Distanz zu ihnen. Um ein Verständnis für seine Zielgrößen zu entwickeln, sollte sich jeder Verantwortliche mit den zugehörigen Berechnungsgrundlagen vertraut machen. Ebenso sind die berechneten Werte kritisch auf Fehler, speziell in den Basisdaten, zu prüfen. Die beschriebenen Methoden zur benutzergesteuerten Abweichungsanalyse sind geeignet, diese Prüfungen durchzuführen.

An die **Grenzen** stößt das **Führungsinformationssystem**, wenn schlecht messbare Zielgrößen abgebildet werden sollen, wie z.B. die Mitarbeiterzufriedenheit. In diesem Fall muss auf messbare Zielgrößen ausgewichen werden, die mit der ursprünglichen Zielgröße in einem vermuteten, kausalen Zusammenhang stehen, wie z.B. die Anzahl der Mitarbeiter, welche die teilautonomen Leistungseinheit verlassen haben.

Schwierigkeiten gibt es bei Zielgrößen, bei denen die Verantwortung für die Zielgröße schlecht zugewiesen werden kann, wie z.B. bei der Qualität. So machen sich die Folgen einer unzureichenden Qualität oftmals erst spät im Ausführungsprozess bemerkbar. In diesem Fall kann die Zielgröße entweder auf den gesamten Ausführungsprozess angewendet werden oder die Zuordnung der Verantwortung wird im nachhinein festgelegt, d.h. beispielweise wird jedem Qualitätsmangel nachträglich eine oder mehrere Verantwortungseinheiten zugewiesen.

Nimmt ein Arbeitsvorgang sehr viel Zeit in Anspruch, kann die durch ihn erbrachte Leistung nicht mehr nur **einer** Führungsperiode zugeordnet werden. Dann ist die Leistung auf mehrere Führungsperioden aufzuteilen. Bei dieser Abgrenzungsproblematik besteht die Schwierigkeit darin, automatisch eine möglichst realistische Verteilung der Leistung auf die Führungsperioden vorzunehmen. Sollte eine automatische Verteilung zu Problemen führen, sind zusätzliche Teilrückmeldungen von Arbeitsvorgängen zu bestimmten Zeitpunkten einzuführen.

Schon nach kurzer Zeit könnten die Mitarbeiter der teilautonomen Leistungseinheiten Möglichkeiten finden, die Ergebniswerte zu beeinflussen, ohne dass ein Nutzen für das Unternehmen entsteht. Um dem vorzubeugen, sind die Zielgrößen periodisch anzupassen bzw. neu auszurichten.

Ziele, die an eine teilautonome Leistungseinheit gestellt werden, sind oftmals gegenläufig. Aus diesem Grund sind Zielkonflikte unvermeidbar und werden durch das Führungsinformationssystem nicht aufgelöst. Die Priorisierung der Ziele gibt der Leistungseinheit Anhaltspunkte, die Zielkonflikte aufzulösen.

Weitere Grenzen des Führungsinformationssystems liegen im Bereich des schrittweisen Herunterbrechens der Unternehmensziele und anschließenden Abstimmung der Ziele mit den teilautonomen Leistungseinheiten. Es ist nicht sichergestellt, dass alle für den Unternehmenserfolg wichtigen Zielgrößen definiert und überwacht werden. Die Zielvorgaben sind zwar im Führungsinformationssystem strukturiert abgelegt, die Festlegung der Zielvorgaben findet aber im Rahmen eines nicht unterstützten Abstimmungsprozesses statt. Es kann daher nicht garantiert werden, dass die Zielvorgaben konsistent, konfliktfrei, realistisch, motivierend und dennoch anspruchsvoll definiert sind. Dies liegt in der Verantwortung der Führungsinstanz und der Vertreter aus den teilautonomen Leistungseinheiten, die periodisch die sog. Führungsregelgespräche durchführen.

Für den konkreten Anwendungsfall ist in der Regel eine individuelle Modellanpassung notwendig, da das beschriebene Führungsinformationssystem nur ein generisches Grundmodell mit wenigen Zielgrößen enthält. Diese Anpassungsfähigkeit der Führungsdatenbasis ist durch die modellbasierte Architektur gegeben.

Beim Mitarbeiter wird ein Wissen über die logistischen Zusammenhänge vorausgesetzt, da keine Kausalketten im Grundmodell abgebildet sind. Die bei signifikanten Zielabweichungen durchzuführende Abweichungsanalyse erfolgt benutzergesteuert. Die Ursachen für Zielabweichungen werden also nicht durch das Führungsinformationssystem, sondern durch einen Mitarbeiter ermittelt. Ob ihm das gelingt, hängt vom Wissen des Mitarbeiters und der Granularität der Daten in der Führungsdatenbasis ab.

Beim gewählten Führungsmodell „Führen durch Ziele“ (siehe Bild 7) wurden die Ablaufschritte „Festlegung von Zielen“, „Ziel-Ergebnis-Analyse“ und die „Abweichungsanalyse“ für eine DV-technische Unterstützung durch das Führungsinformationssystem ausgewählt. Das Betreiben des Führungsinformationssystem verursacht einen Aufwand, der einer nicht DV-gestützten Lösung gegenübergestellt werden muss. Dabei ist zwischen dem einmaligen Erstellungsaufwand und dem permanenten Nutzungsaufwand zu unterscheiden.

Der Erstellungsaufwand entsteht im wesentlichen in der Zielfestlegung d.h., wenn neue Ziele, Zielgrößen, etc. angelegt oder bestehende geändert werden müssen, um die Zielgrößen an geänderte Markterfordernisse anzupassen. Bei einer DV-gestützten Lösung fallen in diesem Bereich zunächst höhere Aufwände an, die aber durch eine aufwandsärmere Ziel-Ergebnis-Analyse und Abweichungsanalyse kompensiert werden. Die modellbasierte Architektur des Führungsinformationssystems minimiert außerdem die Aufwände zur Einrichtung neuer Datenraumvariablen und Dimensionselemente und der darauf aufbauenden Zielgrößen.

Der permanente Nutzungsaufwand entsteht in der Ziel-Ergebnis-Analyse und der Abweichungsanalyse. In diesem Bereich ist das DV-gestützte Führungsinformationssystem einer nicht oder gering DV-gestützten Lösung aufwandstechnisch überlegen, da die Erzeugung des periodischen Ziel-Ergebnis-Berichts und die Abweichungsanalyse mit Hilfe der implementierten Methoden und Werkzeuge wesentlich aufwandsärmer möglich ist.

Ein zusätzlicher Nutzen bei einem DV-gestützten Führungsinformationssystem entsteht durch die schnellere und aufwandsärmere Verteilung der aktuellen Führungsinformationen, da diese schon in elektronischer Form vorliegen.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Unternehmen müssen sich heute an ständig veränderte Rahmenbedingungen anpassen. Diese Veränderungen haben auch Auswirkungen auf die Unternehmensziele, die entsprechend nachjustiert und bereichsspezifisch auf ein für den Mitarbeiter in einer teilautonomen Leistungseinheit beeinflussbares und nachvollziehbares Niveau heruntergebrochen werden müssen.

Da dies oft nicht geschieht, besitzen die Mitarbeiter eigene, unabgestimmte oder veraltete Ziele. So wird beispielsweise häufig die Auslastung der Arbeitsplätze auf Kosten der Termintreue optimiert. Dass durch eine mangelnde Termintreue in den nachgelagerten Bereichen hohe Folgekosten entstehen und im Extremfall Kunden verloren gehen, ist den Mitarbeitern nur selten bewusst.

Um diesen Problemen zu begegnen, wurde ein Führungsinstrument entworfen, das durch seine Modellbasierung eine hohe Flexibilität in den abgebildeten Zielen gewährleistet und sich so an wechselnde Rahmenbedingungen anpasst. Es unterstützt die Führung teilautonomer Leistungseinheiten mit Hilfe von Zielen in den Bereichen Zielfestlegung, Ziel-Ergebnis-Analyse und Abweichungsanalyse. Die eingesetzten Methoden und Techniken unterstützen eine objektive, zuverlässige und aufwandsarme Messung der Zielerreichung. Die Ziele sind verständlich definiert und die Messung der Zielerreichung ist für die Führungsinstanz und die teilautonome Leistungseinheit nachvollziehbar.

Das beschriebene Führungsinformationssystem lässt auch notwendige Handlungsspielräume und somit eine Teilautonomie der Leistungseinheiten zu, ohne dass die Führungsinstanzen die Kontrolle über die Leistungseinheiten verlieren. Es leistet somit einen wichtigen Beitrag für den Einsatz moderner Führungsmodelle in teilautonomen Leistungseinheiten, wie der Führung durch Ziele. Bei diesem Führungsmodell kann durch die Dezentralisierung von Aufgaben und Verantwortung das vor Ort vorhandene Spezialwissen genutzt werden. Außerdem wächst die Motivation der Mitarbeiter durch die Anreicherung ihrer Aufgaben. Ein direktes Feedback und das Erkennen von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen ermöglicht den Leistungseinheiten die ständige Überprüfung und Optimierung ihrer eigenen Abläufe und Verfahren. Dieser kontinuierliche Verbesserungsprozess birgt ein Potenzial zur Kostenreduktion bei gleichzeitiger Erhöhung der Termintreue und Verkürzung der Durchlaufzeiten.

Ausgehend von einem Grundmodell mit den Dimensionen Zeit, Geschäftspartner, Auftrag, Kapazitätseinheit, Artikel, Ziel und Datenräumen in den Zielbereichen Termintreue und Durchlaufzeiten wurden in einem konkreten Anwendungsfall Zielgrößen definiert, gemessen und im Rahmen der Ziel-Ergebnis-Analyse den Zielvorgaben gegenübergestellt. Beispielfhaft wurden signifikante Zielabweichungen mit Hilfe der Methoden zur Abfragennavigation zielgerichtet und benutzergesteuert analysiert.

Im Rahmen der **Zielfestlegung** ergeben sich im Bereich des beschriebenen Grundmodells folgende Ansatzpunkte für mögliche Weiterentwicklungen: Die modellierten Dimensionen und Datenräume bilden im Wesentlichen die Zielbereiche „Termintreue“ und „Durchlaufzeiten“ ab. Ausgehend vom Datenraum der Auftragsmengen sollte das Grundmodell um Datenräume hinsichtlich der Zielbereiche „Auslastung“ und „Bestand“ ergänzt werden.

Ein häufig geäußelter Wunsch der Führungsinstanz ist eine zusätzliche systematische Unterstützung bei der Wahl geeigneter Zielgrößen für eine teilautonome Leistungseinheit. Hier könnte ein Katalog gängiger Führungskennzahlen, inkl. Auswahlkriterien, eine methodische Hilfe bei der Zielfestlegung leisten. Speziell die Auswirkungen von Veränderungen im Markt oder im Unternehmen, wie beispielsweise neue Produktsegmente auf die Zieldefinition, wären hier zu berücksichtigen.

Gemäß der Eingrenzung des Untersuchungsbereichs in Abschnitt 2.3 ist das Grundmodell in Produktionsbereichen mit diskreter Serienfertigung in der Stückgüterindustrie bis hin zu variantenreicher Serienfertigung anwendbar. Betrachtet man andere Unternehmenstypen, wie z.B. Großserienfertiger bzw. die Prozessindustrie, so sind dort andere Zusammenhänge in den Grundobjekten „Auftrag“, „Artikel“ und „Prozess“, wie z.B. Chargen, Rezepturen etc., zu finden. Um das Führungsinformationssystem in diesen Unternehmenstypen anzuwenden, muss das Grundmodell entsprechend ergänzt bzw. angepasst werden.

„Weiche“ Zielgrößen, wie beispielsweise im Bereich der Kunden- oder Mitarbeiterzufriedenheit, könnten ebenfalls als Zielgrößen aufgenommen und die Zielerreichung periodisch durch Befragungen an Hand eines anonymen, standardisierten Fragebogens gemessen werden. Eine Abweichungsanalyse ist in diesem Fall aber nur eingeschränkt möglich.

Wie bereits erwähnt, muss das Führungsinformationssystem an vorhandene operative Informationssysteme angeschlossen werden. Um den dazu notwendigen Aufwand zu minimieren, könnten branchenspezifische Grundmodelle bzw. Standardschnittstellen für weit verbreitete ERP-Systeme (z.B. SAP R/3) vordefiniert werden.

Durch die Fokussierung auf Ausreißer im Rahmen der **Ziel-Ergebnis-Analyse** wird die Aufmerksamkeit gezielt auf Problemfälle gelenkt. Zielgrößen in denen sich alles im „grünen Bereich“ befindet, werden nicht weiter betrachtet. Um dennoch auf negative Trends rechtzeitig reagieren zu können, sollten diese Trends erkannt und in einer gesonderten Rubrik aufgezeigt werden.

Im Bereich der **Abweichungsanalyse** würde die Berücksichtigung von logistischen Wirkungsketten funktional stärkere Abweichungsanalysemethoden ermöglichen. Dazu müssten die Wirkungsketten und ihre Zusammenhänge zu den Zielgrößen modelliert und im Rahmen der Abweichungsanalyse bei der Auswahl des Navigationspfades berücksichtigt werden. Hier könnten die Erkenntnisse aus dem Bereich der Kennlinientheorie wertvolle Hinweise zu den logistischen Abhängigkeiten liefern. Durch die Verknüpfung der logistischen Abhängigkeiten mit einem Maßnahmenkatalog könnten die im Rahmen der Abweichungsanalyse aufgespürten Defizite durch die teilautonome Leistungseinheit gezielt angegangen werden.

Um die Abweichungsrelevanz zu quantifizieren, wäre eine Schätzung der durch sie verursachten Kosten und Auswirkungen hilfreich. Auf diese Weise könnte die teilautonome Leistungseinheit eine Priorisierung bei der Abweichungsanalyse ableiten.

Summary

Today's manufacturing companies have to respond flexible to a constantly changing business environment. Only a high degree of internal adaptability makes sure that they can operate successfully in such a dynamic environment. A way to achieve adaptability is the adoption of decentralized organizational structures, for instance autonomous production units. As a result, the need for instruments to manage such autonomous production units is growing. An approach that allows managing these units without depriving them of the decision-making authority they need to optimize their production area is Management by Objectives (MbO). MbO is a process that includes the steps of „target setting“, „target/result analysis“ and „deviation analysis“, which need the support of a computer-based tool.

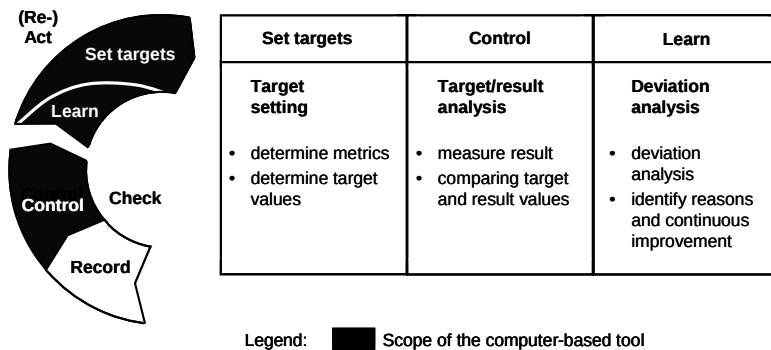


Figure1: Computer-supported steps of the management model

This PhD thesis proposes a management information system to lead autonomous production units by objectives. The scope of research was limited to production areas involved in the discrete manufacturing of products.

To derive the objectives of autonomous production units, their duties and responsibilities have to be analyzed first. Especially the indirect planning functions of shop-floor scheduling can be integrated into the autonomous units. Therefore, the objectives of the autonomous production units must be identical to those of shop floor scheduling, especially schedule reliability, lead time, work in process level, and the utilization of resources.

After analyzing a number of state-of-the-art approaches with a view to management information and information systems, it became clear that none of them meets all demands. While the strength of production controlling and management databases can be found in the field of *target/result analysis*, the strength of the operational navigation system lies in the area of *target setting*. The requirements of the *deviation analysis* are best met by the use of logistical characteristics and PPC controlling. Thus, only the combination of several approaches offers a suitable solution.

Only a model-based approach is able to meet the demands on flexibility, individuality, and comprehensibility. The multidimensional data modelling methodology ADAPT™ has been chosen to model the basic objects of a production area, the indicators and the objectives of an autonomous production unit and represent them as metadata. The graphical representation of the metadata takes the form of a semantic data model enabling a better understanding of the data and their logical connections. To support new target figures, it might be necessary to expand or change the basic data. This can be done by adjusting the metadata before generating the basic data.

The meta model consists of the following six dimensions: Article, capacity, target, order, external parties, and time. These dimensions have been derived from the basic objects of production planning and from the attributes of a target. The eight data cubes of the meta model are labelled 'order due dates', 'order transit time', 'order execution time', 'order lead time', 'order quantity', 'deviation of manufacturing lead time', 'deviation of due dates and target values'. The data cubes are derived from the indicator system containing the key performance indicators of a production unit and also the attributes of a target.

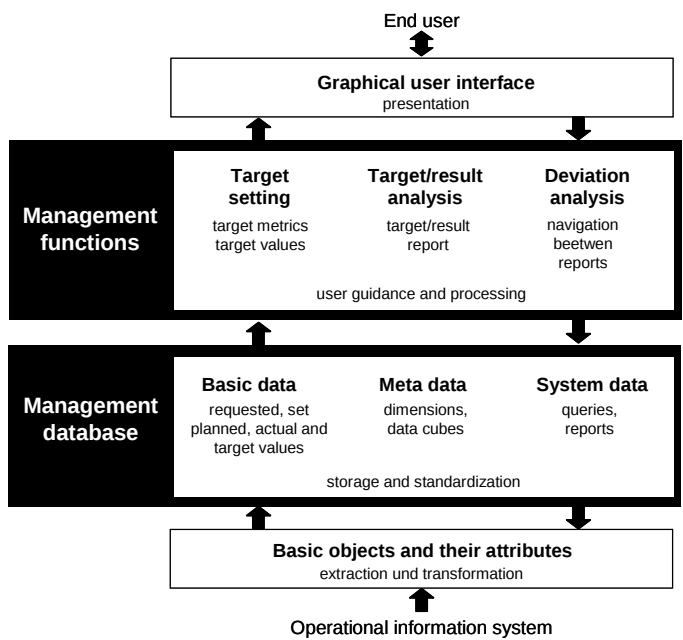


Figure2: Structure of the management information system

Supporting both the target setting phase of the MbO process and the control and analysis phase requires powerful multidimensional data analysing methods. Queries on the modelled data cubes and reports visualizing those queries as charts or tables

are the tools that allow for creating an objective and clear target/result analysis report with little effort.

The multidimensional data modelling methodology "DF Model" is used to visualize the queries. To supervise target achievement a special target/result monitor has been defined.

If the achieved value deviates significantly from the target value, the deviation can be analysed stepwise by navigating between similar graphical reports to determine the reasons. Among the operations used for navigating through the multidimensional data warehouse are drill down, roll up, slicing and dicing.

The management information system is therefore based on management functions provided with OLAP functionality and an underlying database which is in fact a data warehouse containing the analyzable basic data and their description as metadata.

The presented case study proves that the described management information system can be applied to series production in the automobile industry. The major objective of the considered department, the engine plant, is schedule reliability. Starting from an exemplary deviation in schedule reliability, the analysis uses causal relationships to navigate between several reports. At the end, the reason for the deviation could be identified. To avoid the problem in the future, the identified production steps have to be further analyzed.

10 Literaturverzeichnis

- Aldinger 2005 Aldinger, K.: Adaptive Manufacturing; Vortrag der SAP Deutschland AG & Co. KG, im Rahmen der Tagung FIT 2005; Freidrichshafen: 23.09.2005
- Balzert 1996 Balzert, H.: Lehrbuch der Software-Technik; Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1996
- Balzert 1999 Balzert, Heide: Lehrbuch der Objektmodellierung: Analyse und Entwurf; Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1999
- Behme 1993 Behme, W.; Schimmelpfennig, K. (Hrsg.): Führungs-informationssysteme; Wiesbaden: Gabler, 1993
- Behme 1996 Behme, W.; Hanning, U. (Hrsg.): Data Warehouse und Managementinformationssysteme; Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1996
- Bieri 1995 Bieri, B.: Kybernetisches Produktions-Controlling mit Hilfe von Kennzahlen; Bamberg: Difo-Druck, 1995
- Bischoff 1999 Bischoff, J.: Ein Verfahren zur zielorientierten Auftragseinplanung für teilautonome Leistungseinheiten; Stuttgart: Springer, 1999. Zugl. Stuttgart, Univ., Diss., 1999
- Bischoff 2000 Bischoff, J.; Burr, G.: Einsatz eines flexiblen Führungsinformationssystems in der Produktion; In: PPS Management 5 (2000), Berlin: GITO, 2000, S.46-51
- Bleicher 1996 Bleicher, K.; Eversheim, W. (Hrsg.): Management-Konzepte. In: Hütte: Produktion und Management <Betriebshütte>; Herausgeg. v. W. Eversheim und G. Schuh, 7. neu bearb. Aufl., Berlin u.a.: Springer, 1996
- Bomm 1992 Bomm, H.: Ein Ziel- und Kennzahlensystem zum Investitionscontrolling komplexer Produktionssysteme; Berlin usw.: Springer, 1992
- Bullinger 1991 Bullinger, H.-J.; Huber, H.; Koll, P.: Chefinformationssysteme (CIS), Navigationsinstrumente der Unternehmensführung; In: Office Management (1991) 3, S. 6-20
- Bullinger 1992 Bullinger, H.-J.; Friedrich, R.; Koll, P.: Management-Informationssysteme (MIS), Vorgehensweise, Trends und Entwicklungen; In: Office Management (1992) 11, S. 6-18
- Bullinger 1993 Bullinger, H.-J.; Koll, P.; Niemeier, J.: Führungsinformationssysteme (FIS) - Ergebnisse einer Anwender- und Marktstudie; Baden-Baden: FBO Fachverlag, 1993
- Bullinger 1995 Bullinger, H.-J.; (Hrsg.): Data Warehouse und seine Anwendungen; Data Mining, OLAP, und Führungsinformationen im betrieblichen Einsatz; IAO Forum, Stuttgart.: IRB Verlag, 1995
- Bullinger 1996 Bullinger, H.-J.; Warnecke, H. J. (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen; Berlin usw.: Springer Verlag, 1996

- Bullinger 2003 Bullinger, H.-J.; Warnecke, H. J.; Westkämper, E. (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen; Berlin usw.: 2. neu bearb. und erw. Aufl., Springer Verlag, 2003
- Bulos 1996 Bulos, D.: A New Dimension, In: Database Programming & Design; 6/1996, S. 33-37
- Burr 1994 Burr, G.; Kirchhoff, M.; Bitsch G.: Werkzeuge zur Führung autonomer Bereiche; In: wt Werkstatttechnik (1994), S. 121-124
- Chamoni 1998 Chamoni, P.; Gluchowski, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme; Berlin usw.: Springer, 1998
- Chen 1976 Chen P. P.: The entity relationship model - Toward a unified view of data; In: ACM Trans. Database Syst. 1, No. 1 (1976)
- Codd 1993 Codd E. F.: Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User Analysts; Whitepaper, o.O. 1993
- Corsten 1998 Corsten, H.; Gössinger, R.: Dezentrale Produktionsplanung und -steuerungs-Systeme; Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer, 1998
- Dechange 1994 Dechange A.: Fertigungsleitstand als Controllinginstrument; In: Logistik Heute 7/8-94
- Demming 1992 Demming W. E.: Out of Crisis; 2. edition; Cambridge/Mass.: Massachusetts Institute of Technologie 1992; 18. Aufl.
- Eversheim 1996 Eversheim, H. W.: Prozessorientierte Unternehmensorganisation; Berlin usw.: Springer, 1996, 2. Aufl.
- Förster 1996 Förster, T.; Widmaier G.: Die Verfolgung von Unternehmenszielen in der Fraktalen Fabrik: Alle ziehen an einem Strang; In: io Management 65 (1996) Nr.12, S. 75-79
- Frese 1996 Frese, E.; Schmidt, G.; Hahn, D.; Horvath P. Eversheim, W. (Hrsg.): Organisationsstrukturen und Managementsysteme. In: Hütte: Produktion und Management <Betriebshütte>; Herausgeg. v. W. Eversheim und G. Schuh, 7. neu bearb. Aufl., Berlin u.a.: Springer, 1996
- Fritz 1993 Fritz, B.: Controlling-Anforderungen an ein Führungsinformationssystem; In: Controlling, Heft 6, Nov/Dez 1993, S. 328-339
- Gabriel 1998 Gabriel, R.; Gluchowski, P.: Grafische Notationen für die semantische Modellierung multidimensionaler Datenstrukturen in Management Support Systemen; In: Wirtschaftsinformatik 40 (1998) 6, S. 493-502
- Gebhardt 1987 Gebhardt, F.: Semantisches Wissen in Datenbanken - Ein Literaturbericht; In: Informatik-Spektrum (1987) 10, S. 79-98
- Geitner 1997 Geitner, U. W.: von Graeve, M.; Methodenlehre der Unternehmensentwicklung; Teil 2; Prozess- und Datenorganisation; Darmstadt: REFA, 1997
- Gluchowski 1997 Gluchowski, J.; Gabriel, R.; Chamoni P.: Management Support Systeme; Berlin usw.: Springer, 1997

- Golfarelli 1998 Golfarelli, M.; Maio, D.; Rizzi, S.: Conceptual Design of Data Warehouses from E/R Schemes; In: Proceedings of Hawaii International Conference on Systems Sciences, January 6-9, 1998, Kona, Hawaii, <ftp://ftp-db-dies.unibo.it/pub/stefano/hicss98.ps.gz>, Abruf am 1998-02-01
- Greif 1996 Greif, M.: Teamerfolge in der Produktion durch Visualisierung; Landsberg am Lech: moderne Industrie, 1996
- Grimm 1995 Grimm U.; Sokolowsky, P. (Hrsg.): Strategische Führungsinformationssysteme; Wiesbaden: Gabler, 1995
- Groffmann 1992 Groffmann, H.-D.: Kooperatives Führungsinformationssystem; Wiesbaden: Gabler, 1992
- Gronau 1994 Gronau, N.: Führungsinformationssysteme für das Management der Produktion; München: Oldenburg, 1994
- Gutenberg 1951 Gutenberg, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre; Band 1: Die Produktion; Berlin u.a.: Springer, 1. Aufl., 1951
- Hackstein 1989 Hackstein, R.: Produktionsplanung und -steuerung (PPS) – Ein Handbuch für die Betriebspraxis; Düsseldorf: VDI, 1989
- Hahn 1989 Hahn, D.: Integrierte und flexible Unternehmensführung durch computergestütztes Controlling; In: ZfB 59 (1989), S. 1135-1158
- Hahn 1993 Hahn, D.; Laßmann, G.: Produktionswirtschaft - Controlling industrieller Produktion, Informationssystem; Mannheim: Physika, 1993, Band 3, Zweiter Teilband
- Hannig 1996 Hannig, U.: Data Warehouse und Managementinformationssysteme; Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1996
- Hars 1994 Hars, A.: Referenzdatenmodelle: Grundlagen effizienter Datenmodellierung; Wiesbaden: Gabler, 1994
- Heinen 1971 Heinen, E.: Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen; Wiesbaden: Gabler, 1971
- Hildebrand 1992a Hildebrand, R.; Mertens P.: PPS-Controlling mit Kennzahlen und Checklisten; Berlin usw.: Springer Verlag, 1992
- Hildebrand 1992b Hildebrand, R.: Periodische kennzahlenbasierte Schwachstellendiagnosen im Fertigungsbereich; In: CIM Management, 1/92, S. 40-45
- Hoitsch 1990 Hoitsch, H.-J.: Aufgaben und Instrumente des Produktionscontrollings; In: WiSt Heft 12, Dezember 1990
- Holthuis 1998 Holthuis, J.; Der Aufbau von Data-Warehouse Systemen; Wiesbaden: Gabler, 1998
- Hopfenbeck 1995 Hopfenbeck, G.: Allgemeine Betriebswirtschafts- und Managementlehre; 9. Auflage, München, Moderne Industrie, 1995
- Humble 1972 Humble, J. : Praxis des Management by objectives; München: Moderne Industrie, 1972
- Inmon 1992 Inmon, W.H.: Building the Data Warehouse; New York, 1992

- Kaplan 1997 Kaplan R.S.; Norton D.P. (Hrsg.): Balanced Scorecard: Strategien erfolgreich umsetzen; Aus dem Amerikanischen von P. Horvath; Stuttgart: Schäffer Poeschel, 1997
- Kern 1993 Kern, S.: Produktions-Controlling für Fertigungsinseln; Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 1993
- Kirchhoff 1994 Kirchhoff, M.: Betriebliche Navigation; In: FB/IE 43 (1994) 4, S. 152-156
- Klotz 1994 Klotz, M.; Wenzel H.: Führungsinformationssysteme im Unternehmen; Berlin: Erich Schmidt, 1994
- Krallmann 1992 Krallmann, H.; Papke, J.; Rieger, B. (Hrsg.): Rechnergestützte Werkzeuge für das Management; Berlin: Erich Schmidt, 1992
- Krämer 1991 Krämer, W.; Scheer, A.-W.: Wissensbasiertes Frühwarnsystem und Kostenanalyse mit einem intelligenten Controlling-Leitstand; In: CIM Management 5/91
- Köhler 1997 Köhler, A; Lämmle, C.; Wiendahl, H.-H.: Dezentralisierung und Vernetzung der Produktionsplanung und -steuerung; In: FTK'97: Innovation durch Technik und Organisation, Berlin u.a.: Springer 1997
- Luczak 1996 Luczak, H.; Eversheim, W. (Hrsg.): Arbeitsorganisation. In: Hütte: Produktion und Management <Betriebshütte>; Herausgeg. v. W. Eversheim und G. Schuh, 7. neu bearb. Aufl., Berlin u.a.: Springer, 1996
- Luczak 1997 Luczak, H.; Heiderich, T.: Leistungsstand aktueller Standard-PPS-Systeme bei der Unterstützung wandelbarer Produktionsnetzwerke; In: Industrie Management 13 (1997) 4, S. 9-12
- Luczak 1999 Luczak, H.; Eversheim, W. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung; 2. korr. Auflage, Berlin usw.: Springer, 1999
- März 2002 März, L.: Ein Planungsverfahren zur Konfiguration der Produktionslogistik; Jost Jetter Verlag, Heimsheim, 2002
- Maier 1998 Maier, R.: Nutzen und Qualität der Datenmodellierung - Ergebnisse einer empirischen Untersuchung; In: Wirtschaftsinformatik, 2/1998, S. 130-149
- Mertens 1993 Mertens, P.: Integrierte Informationsverarbeitung; Wiesbaden: Gabler, 11. Aufl., 1993
- Milberg 1996 Milberg, J.; Reinhart, G.; Eversheim, W. (Hrsg.): Produktionssystemplanung. In: Hütte: Produktion und Management <Betriebshütte>; 7. neu bearb. Aufl., Berlin u.a.: Springer, 1996
- Much 1995 Much, D.; Nicolai, H.: PPS-Lexikon; Berlin: Cornelsen, 1995
- Mucksch 1997 Mucksch, H.; Behme W. (Hrsg.): Das Data Warehouse Konzept; 2. Aufl.: Wiesbaden, Gabler, 1997
- Müller-Wünsch 1990 Müller-Wünsch, M.; Weiterer, M.: Wissensbasiertes Fertigungs-Controlling; In: CIM Management 5/90, S. 41-47
- Nyhuis 2003 Nyhuis, P.; Wiendahl H.-P.: Logistische Kennlinien – Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen, 2. Auflage, Berlin u.a.: Springer, 2003

- Odiorne 1967 Odiorne, G.S.: Management by objectives; München: Moderne Industrie, 1967
- Ortner 1989 Ortner, E.; Söllner, B.: Semantische Datenmodellierung nach der Objekttypenmethode; In: Informatik-Spektrum (1989) 12, S. 31-42
- Post 1996 Post, H.-J.: Führungsinformationssysteme - Phönix aus der Asche ?; In: Business Computing 1/96 (1996), S. 67-69
- Reichmann 1990 Reichmann, T.: Produktionscontrolling; Sindelfingen: Seminarbericht, Oktober, 1990
- Reichmann 1993 Reichmann, T.: Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten; München: Franz Vahlen, 3. Aufl., 1993
- Rieg 1997 Rieg, R.: Architektur und Datenmodell eines koordinationsorientierten Controlling-Informationssystems; Heidelberg: Physika 1997
- Rieger 1997 Rieger, B.: Führungsinformationssysteme in Standardsoftware-Paketen; In: Industrie Management 13 (1997), S. 8-12
- Rohrbacher 1995 Rohrbacher, A.: Konzept und prototypische Realisierung eines Informationssystems für das Produktionscontrolling; Kaiserslautern: FBK Produktionstechnische Berichte, Universität Kaiserslautern, Band 21, 1995
- Scheer 1998 Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse; Berlin usw.: Springer, 2. durchges. Aufl., 1998
- Schmidhäusler 1990 Schmidhäusler, F.J.: EIS - Executive Information System. Zur Computerunterstützung des Topmanagement; In: zfo (1990) 2, S. 118-127
- Schönsleben 1994 Schönsleben, P.: Praktische Betriebsinformatik; Berlin usw.: Springer, 1994
- Schönsleben 2002 Schönsleben, P.: Integrales Logistikmanagement - Planung und Steuerung von umfassenden Geschäftsprozessen; Berlin usw.: Springer, 3. Aufl., 2002
- Schulte 1989 Schulte, H.: Strategisches Controlling hilft dem Steuermann bei der Arbeit; In: io Management 58 (1989), S. 81-86
- Sihn 1998 Sihn, W.; Rist, T.: Experiences with the Fractal Company Value Shift; In: Manufacturing Systems 27 (1998), Nr. 1, S. 23-30
- Staudt 1985 Staudt, E. u.a.: Kennzahlen und Kennzahlensysteme; Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1985
- Struckmeier 1997 Struckmeier, H.: Gestaltung von Führungsinformationssystemen; Wiesbaden: Gabler-Verlag, 1997
- Totok 1998 Totok, A.; Jaworski, R.: Modellierung von multidimensionalen Datenstrukturen mit ADAPT; Braunschweig: Berichte des Instituts für Wirtschaftswissenschaften der TU Braunschweig, Juli 1998

- Troßmann 1996 Troßmann, E.: Ablaufplanung bei Einzel- und Serienproduktion; In: Kern, W.; Schröder, H.; Weber J. (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2. Aufl., 1996
- Vossen 1994 Vossen, G.: Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbank-Management-Systeme; Bonn usw.: Addison-Wesley, 1994
- Wallmüller 1990 Wallmüller, E.: Software-Qualitätssicherung; München, Wien: Carl Hanser, 1990
- Warnecke 1992 Warnecke, H. J.: Die Fraktale Fabrik: Revolution der Unternehmenskultur ; Berlin usw.: Springer, 1992
- Warnecke 1993a Warnecke, H. J.: Revolution der Unternehmenskultur - Das Fraktale Unternehmen; Berlin usw.: Springer, 2. Aufl., 1993
- Warnecke 1993b Warnecke, H.J., Kirchhoff, M.; Horvath, P. (Hrsg.): Betriebliche Navigation in der Fraktalen Fabrik.; In: Horvath, P. (Hrsg.): Marktnähe und Kosteneffizienz schaffen; Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1993
- Warnecke 1998 Warnecke, H. J.; Sihn W.; Wiendahl, H.H.: Informationstechnologie unterstützt die verteilte Produktion; In: wt Produktion und Management 88 (1998), H. 3, S. 87-92
- Weber 1993 Weber, J. (Hrsg.): Logistik-Controlling; Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 3. Aufl., 1993
- Weber 1995 Weber, J.: Einführung in das Controlling; Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 6. Aufl., 1995
- Westkämper 1994 Westkämper, E., Laucht, O.: Dezentralität als Basisprinzip zeitgemäßer Unternehmensorganisation: Teil 1: Gestaltungsregeln und Strukturen; In: wt Produktion und Management 84 (1994), S. 421-425
- Westkämper 1996a Westkämper, E., Wiedenmann, H.: Dezentrale Organisation und ihre informationstechnische Unterstützung in der Produktionsplanung und -steuerung; In: Industrie Management 12 (1996), S. 39-42
- Westkämper 1996b Westkämper, E.: Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen; In: Siemens-Zeitschrift Special FuE (1996/97), S. 5-7
- Westkämper 1997 Westkämper, E.: Lernfähige Produktion; In: FTK'97: Innovation durch Technik und Organisation, Springer Verlag (1997)
- Westkämper 1998 Westkämper, E.; Wiendahl, H.H.; Balve, P.: Dezentralisierung und Autonomie in der Produktion; In: ZWF 93 (1998) 9, S.407-410
- Westkämper 1999 Westkämper, E.: Die Wandlungsfähigkeit von Unternehmen; In: wt Produktion und Management 89 (1999), S. 131-143
- Westkämper SFB 1999 Westkämper, E.: Ergebnisbericht des Sonderforschungsbereichs 467: Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion; Stuttgart 1999, Förderperiode 1997-1999

- Westkämper 2000 Westkämper, E.; Schmidt, Th.; Wiendahl, H.-H.: Production Planning and Control with Learning Technologies: Simulation and Optimization of Complex Production Processes; In: Knowledge-Based Systems, Techniques and Applications; Vol. 3; C. T. Leondes (Hrsg.); San Diego Academic Press 2000; S. 839-887
- Wiedenmann 2001 Wiedenmann, H.: Modellierung von Produktionsprozessen als Beitrag zur Generierung von Termin- und Kapazitätsplanungs-Systemen bei variantenreicher Serienfertigung; Heimsheim: Jost Jetter, 2001. Zugl. Stuttgart, Univ., Diss., 2001
- Wiendahl H.-P. 1987 Wiendahl, H.-P.: Belastungsorientierte Auftragsfreigabe; München: Hanser, 1987
- Wiendahl H.-P. 1991 Wiendahl, H.-P. (Hrsg.): Anwendungen der belastungsorientierten Fertigungssteuerung; München: Hanser, 1991
- Wiendahl H.-P. 1996a Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure; München: Hanser, 4. Aufl., 1996
- Wiendahl H.-P. 1996b Wiendahl, H.-P. (Hrsg.), Schuh, G. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung. In: Hütte: Produktion und Management <Betriebshütte>; 7. Aufl., Berlin u.a.: Springer, 1996
- Wiendahl H.-P. 1997 Wiendahl, H.-P.: Fertigungsregelung: logistische Beherrschung von Fertigungsabläufen; München: Hanser, 1997
- Wiendahl H.-P. 1998 Wiendahl, H.-P., Engelbrecht, A.: Auf das Ziel kommt es an; In: it.AV 3/98; München: Hanser, 1998
- Wiendahl H.-P. 2004 Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure; München: Hanser, 5. aktual. Aufl., 2004
- Wiendahl H.-H. 2002 Wiendahl, H.-H.: Situative Konfiguration des Auftragsmanagements im turbulenten Umfeld; Heimsheim: Jost Jetter, 2002. Zugl. Stuttgart, Univ., Diss., 2002
- Wiendahl H.-H. 2003 Wiendahl, H.-H.: Situative Konfiguration des Auftragsmanagements im turbulenten Umfeld; Vortrag zum deutschen Wissenschaftspreis Logistik 2003, Berlin; 23. Oktober 2003
- Wöhe 1990 Wöhe, G.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre; München: Vahlen, 1990
- Wünsch 1990 Wünsch, M.: Wissensbasiertes Fertigungscontrolling; In: CIM Management 5/90
- Xu 1993 Xu, X.: Wissensbasiertes kennzahlen-orientiertes Diagnose-System im Produktionsbereich; In: CIM Management 4/93 S. 46-50
- Yu 2001 Yu, K.W.: Terminkennlinie : eine Beschreibungsmethodik für die Terminabweichung im Produktionsbereich; Düsseldorf: VDI-Verlag, 2001 (Fortschritts-Berichte VDI; Reihe 2, Nr. 576). Zugl. Hannover, Univ., Diss., 2000

11 Anhang

11.1 Realisierung des Führungsinformationssystems

Das Führungsinformationssystem wurde in der ersten Version mit Hilfe der Microsoft Produkte Visual Basic®, SQL-Server®, Visio® und Excel® realisiert²⁶⁹.

11.1.1 Definition des Zielsystems

Um einen Zugriff auf das Führungsinformationssystem bzw. die relevanten Bereiche in der Führungsdatenbasis zu erhalten, muss sich der Benutzer zunächst am Führungsinformationssystem anmelden. Über ein sog. Rollenkonzept²⁷⁰ werden dem Benutzer spezifische Berechtigungen zugewiesen.

Die Zielgrößen für eine teilautonome Leistungseinheit können nur durch die Führungsinstanz definiert werden. Sind dazu neue Basisdaten aus den operativen Informationssystemen notwendig, muss der Systemverwalter ggf. neue Dimensionen oder Datenräume modellieren und die notwendigen Datenquellen an die Führungsdatenbasis anschließen. Dazu nutzt er eine mit Hilfe von Visio realisierte, grafische Modellierungsumgebung.

Aus dem Modell wird eine neue Führungsdatenbasis in Form einer SQL-Server-Datenbank generiert. Danach wird der Inhalt der vorigen Führungsdatenbasis in die neue Führungsdatenbasis importiert. Anschließend wird die periodische Aktualisierung der Dimensionselemente und primären Datenraumvariablen aus den operativen Informationssystemen eingerichtet. Die Werte für die sekundären Datenraumvariablen werden automatisch ermittelt. Üblicherweise geschieht die Aktualisierung der Führungsdatenbasis aus DV-technischen Gründen nachts, um die operativen Informationssysteme nicht zusätzlich zu belasten.

Die Zielvorgaben, wie Zielwerte und Zielprioritäten, werden in einer Microsoft Excel-Tabelle mit vordefiniertem Format abgelegt und anschließend als primäre Datenraumvariablenwerte in den Zielvorgabe-Datenraum importiert.

11.1.2 Definition der Ziel-Ergebnis-Abfragen

Um eine Ziel-Ergebnis-Abfrage zu definieren, muss zunächst ein Datenraum selektiert werden. Danach erscheint ein Fenster, in dem die momentane Definition der Abfrage dargestellt wird (siehe Bild 75).

²⁶⁹ Diese Produkte sind ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation, USA.

²⁷⁰ In einem Rollenkonzept werden Rechte nicht einem einzelnen Benutzer sondern sog. Rollen zugeordnet. Je nach Aufgabengebiet kann ein Benutzer eine oder auch mehrere solcher Rollen ausfüllen und bekommt damit die entsprechenden Rechte zugewiesen.

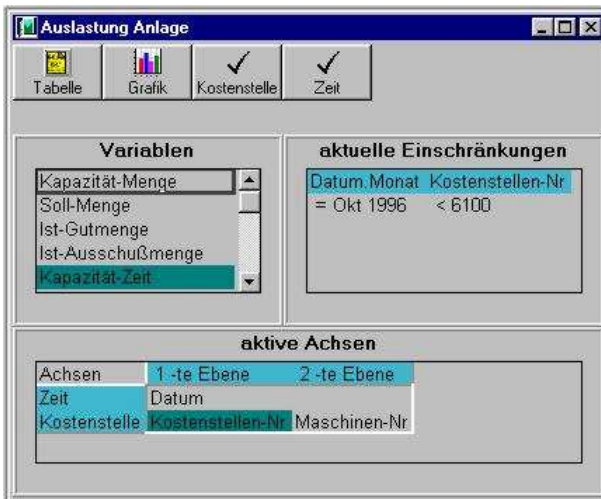


Bild 75: Definition einer Abfrage

Die linken oberen Schaltflächen verzweigen in eine Visualisierung der Abfrage in tabellarischer oder grafischer Form. Mit den rechten oberen Schaltflächen können die verfügbaren Dimensionen des Datenraums selektiert oder deselektiert werden. Im mittleren Bereich werden die Datenraumvariablen des gewählten Datenraums aufgeführt und können für die Abfrage ausgewählt werden. Rechts daneben werden die bisher definierten Einschränkungen der Abfrage dargestellt. In diesem Bereich kann auf ein Fenster zur Definition weiterer Einschränkungen verzweigt werden. Im unteren Bereich werden die Segmentierungen zu den möglichen beiden Achsen dargestellt. Durch Markieren der Dimensionsebenen wird nach dieser Dimensionsebene segmentiert, wobei das identifizierende Attribut eines Dimensionselements standardmäßig in die Abfrage aufgenommen wird. Durch Anwählen der Dimensionsebene mit der rechten Maustaste können weitere Attribute in die Anzeige aufgenommen werden. Eine Abfrage kann jederzeit unter einem frei wählbaren Namen abgespeichert werden.

11.1.3 Definition der Ziel-Ergebnis-Auswertung

Die Visualisierung einer Abfrage in Form einer Auswertung kann tabellarisch oder grafisch erfolgen. In der tabellarischen Darstellungsform wird am oberen Rand die Sortierung angezeigt. Als Tabellenüberschrift werden zunächst die Namen der Dimensionselementattribute, nach denen die Abfrage segmentiert wurde, und die Namen der ausgewählten Datenraumvariablen angezeigt. Die Werte folgen in den weiteren Zeilen. Durch Anwählen der Spaltenköpfe mit der rechten Maustaste können diverse Navigationsfunktionen ausgeführt werden, wie die Auswahl neuer Datenraumvariablen, einer neuen Sortierung, Veränderungen in den Einschränkungen oder Segmentierungen.

Ergebnis : Auslastung Anlage

keine Sortierung

	Kostenstellen-Nr	Kapazität-Zeit	Leistung	Ist-Stillstandzeit	Auslastungsgrad in %
1	4740	10.230,00	11.809,51	472,06	121,0245416
2	1610	10.230,00	11.809,51	497,02	121,3350238
3	1810	20.460,00	23.619,02	852,30	120,4579163
4	1840	40.920,00	47.238,05	1.024,76	118,405218
5	1850	10.230,00	11.809,51	501,20	121,3671937
6	3000	10.230,00	11.809,51	508,65	121,480157
7	3070	20.460,00	23.619,02	518,78	118,4432739
8	3150	10.230,00	11.809,51	446,09	120,7034404
9	4000	10.230,00	11.809,51	462,13	121,1496156
10	4010	10.230,00	11.809,51	553,35	122,0413609
11	4100	20.460,00	23.619,02	1.050,55	121,6882946
12	4110	20.460,00	23.619,02	973,00	121,2045441
13	4150	20.460,00	23.619,02	942,40	121,0139549
14	4170	10.230,00	11.809,51	524,12	121,6738334

Bild 76: Tabellarische Darstellungsform

In der grafischen Darstellungsform wird als Standard-Darstellungsform ein „Säulendiagramm“ gewählt, das mit Hilfe der Schaltfläche verändert werden kann.

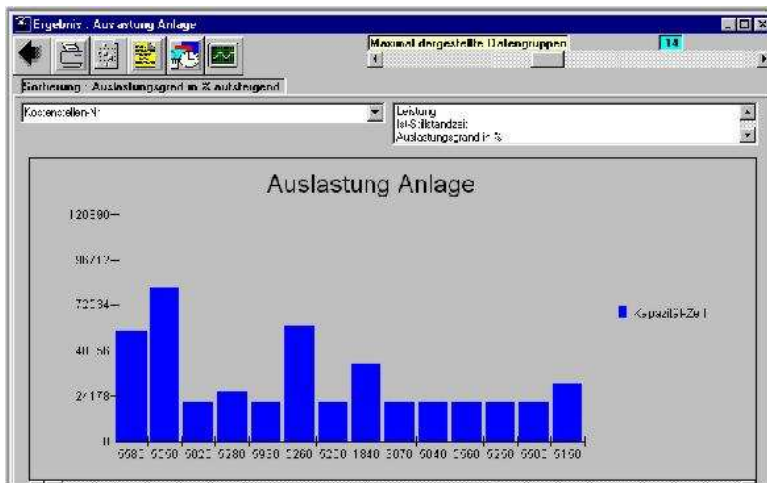


Bild 77: Grafische Darstellungsform

11.1.4 Navigation in ähnliche Auswertungen

Eine Navigation in ähnliche Auswertungen ist mit Hilfe der Maus möglich. So kann z.B. durch einen Doppelklick auf einen der Balken im Balkendiagramm ein Drill-Down ausgelöst werden. Ein Roll-Up kann mit Hilfe des kontextsensitiven Pop-Up-Menüs durch Verwendung der rechten Maustaste ausgeführt werden. Die im Diagramm angezeigten Datenraumvariablen können mit Hilfe der oberen rechten Auswahlbox verändert werden. In der Abfragedefinitionsanzeige können diese verändert und anschließend die Auswirkungen in der Auswertung betrachtet werden.

11.2 Glossar

Abfrage	Eine Abfrage ist eine Sicht auf einen Datenraum, die durch ihre Abfragevariablen, ihre Segmentierung und ihre Einschränkung definiert ist.
Abweichungs- signifikanzfunktion	Die Abweichungssignifikanzfunktion bewertet die Signifikanz einer Zielabweichung. Mit Hilfe der Abweichungssignifikanzfunktion kann eine Frühwarnfunktionalität unterstützt werden.
Aktualisierungs- periode	Die Zeitdauer zwischen zwei Aktualisierungen der Führungsdatenbasis wird als Aktualisierungsperiode bezeichnet.
Arbeitsplatz	Die Ressourcen einer Leistungseinheit, die im Rahmen der direkten, wertschöpfenden Aufgaben Fertigungs- und Montageaufträge bearbeitet, werden als Arbeitsplätze bezeichnet.
Arbeitsplatzgruppe	Eine im Sinne der Planung und Steuerung gleichartige Menge an Arbeitsplätzen wird als Arbeitsplatzgruppe bezeichnet.
Arbeitsvorgang	Ein Arbeitsvorgang beschreibt den Arbeitsinhalt eines Produktionsauftrages an einem Arbeitsplatz.
Artikel	Als Artikel werden Einzelteile, Baugruppen und Produkte bezeichnet. Artikel können Kaufteile oder Eigenteile sein.
Auftrag	Aufträge erzeugen Eigenfertigungsteile und bestehen aus einer geordneten Menge von Arbeitsvorgängen.
Basisdaten	Die Basisdaten sind Bestandteil der Führungsdatenbasis und enthalten die strukturellen und die materiellen Basisdaten. Materielle Basisdaten sind Istwerte aus dem Ausführungsprozess, Soll- und Planwerte aus den operativen Planungssystemen, Zielwerte aus der Zielfestlegung und berechnete Werte. Mit Hilfe der strukturellen Basisdaten, wie Dimensionen, Dimensionsebenen und Dimensionselementen, werden die materiellen Basisdaten zu Führungsinformationen verdichtet.
Data Warehouse	Ein Data Warehouse ist eine Datenbasis, mit deren Hilfe eine Entscheidungsunterstützung im Echtzeitbetrieb durch vorselektierte, vorverdichtete und mehrdimensionale Auswertungen über beliebige Daten des Unternehmens möglich ist.
Daten	Die Darstellung von Informationen mit Hilfe des verfügbaren Zeichenvorrats werden als Daten bezeichnet.
Datenbank	Eine Datenbank übernimmt die Speicherung aller Daten eines computerunterstützten Informationssystems. Die Daten sind dabei übersichtlich und anwendungsneutral organisiert.

Datenbasis	Eine Datenbasis ist die zentrale bis verteilte Datenhaltung unter Nutzung produkteigener oder fremder Datenhaltungskomponenten.
Datenmodell	Ein Datenmodell ist ein strukturiertes Abbild der Daten eines fest abgegrenzten Teils der wahrgenommenen Realität, die für eine bestimmte Anwendung bzw. für bestimmte Benutzer relevant ist, einschließlich der zwischen ihnen bestehenden Beziehungen.
Datenmodellierung	Datenmodellierung ist die Erfassung und Beschreibung von Datenstrukturen.
Datenraum	Die Strukturierung der Daten in multidimensionaler Form wird als Datenraum bezeichnet. Durch den Datenraum wird die mehrfache Abhängigkeit einer Datenraumvariable von den Dimensionen ausgedrückt. Ein Datenraum kann auch als mehrdimensionale Matrix oder Kreuztabelle dargestellt werden.
Datenraumvariable	Datenraumvariablen sind die quantitativen Größen eines Datenraums. Sie werden als materielle Basisdaten bezeichnet.
Datenraumvariablenwert	Der Datenraumvariablenwert ist der konkrete Wert einer Datenraumvariable. Dieser Datenraumvariablenwert wird bestimmt durch die Menge aller Dimensionselemente der Dimensionen, von denen die Datenraumvariable abhängig ist.
Dimension	Eine Dimension besteht aus einer Menge von Dimensionselementen, die Dimensionsebenen zugeordnet sind. Dimensionen dienen dazu, Datenraumvariablen in einen semantischen Rahmen zu stellen. Dimensionselemente werden als strukturelle Basisdaten bezeichnet. Je nach Beziehung der Dimensionselemente einer Dimension gibt es unterschiedliche Dimensionstypen.
Dimensionsebene	Eine Dimensionsebene ist die Menge an Dimensionselementen, die einem übergeordneten Dimensionselement zugeordnet sind.
Dimensionselement	Ein Dimensionselement ist Teil einer Dimension und genau einer Dimensionsebene zugeordnet.
Dimensionstypen	Je nach Beziehung der Dimensionselemente untereinander unterscheidet man nominal, ordinal und kardinal geordnete Dimensionstypen.
Einschränkung	Eingrenzung eines Datenraums durch Festlegung einer Menge an Dimensionselementen, die diesen Datenraum aufspannen.
Ergebniswert	Der quantitative Wert, der in einer Führungsperiode durch eine teilautonome Leistungseinheit für eine Zielgröße erreicht wurde, wird als Ergebniswert bezeichnet. Die Ergebniswerte werden durch eine Zielgrößenabfrage ermittelt.
Führungsdatenbasis	Alle für die Funktionsfähigkeit des Führungsinformationssystems notwendigen Daten werden als Führungsdatenbasis

	bezeichnet. Die Führungsdatenbasis besteht aus den Basisdaten, den Metadaten und den Systemdaten.
Führungsdatenmodell	Das Datenmodell der Führungsdatenbasis wird als Führungsdatenmodell bezeichnet.
Führungsinformation	Führungsinformationen werden zur Ausübung der Führungsaufgaben benötigt und im Rahmen dieser Arbeit mit Hilfe von Abfragen erzeugt und in Auswertungen visualisiert.
Führungs- informationssystem	Als Führungsinformationssystem wird das DV-gestützte Instrument zur Führung teilautonomer Leistungseinheiten durch Ziele bezeichnet.
Führungsinstanz	Die Führungsinstanz ist die der teilautonomen Leistungseinheit direkt übergeordnete Organisationseinheit in der Unternehmensorganisation.
Führungsinstrument	Als Führungsinstrument wird ein Instrument zur Unterstützung der Führung bezeichnet.
Führungskennzahl	Die als Vorlagen zur Definition der Zielgrößen verwendeten Kennzahlen werden als Führungskennzahlen bezeichnet.
Führungsmodell	Ein Führungsmodell ist ein umfassendes Konzept zur Beschreibung der Unternehmensführung.
Führungsperiode	Der Zeitraum, innerhalb dessen ein Führungszyklus durchlaufen wird, wird als Führungsperiode bezeichnet.
Führungszyklus	Der Regelkreis, in dessen Verlauf eine periodische Leistungsbewertung der teilautonomen Leistungseinheit durch die Führungsinstanz vorgenommen wird, wird als Führungszyklus bezeichnet.
Hilfskennzahl	Die im Rahmen eines Kennzahlenrechnungssystems verwendeten Kennzahlen zur Definition einer Führungskennzahl, werden als Hilfskennzahlen bezeichnet.
Information	Information ist ein zweckgerichtetes, speziell entscheidungssteuerndes Wissen. Als Informationen werden im betrieblichen Umfeld zweckorientierte Nachrichten über den Zustand betrieblicher Systeme und den Verlauf betrieblicher Prozesse verstanden.
Informationssystem	Ein Informationssystem wird als System zur Speicherung, Verarbeitung und Verbreitung von Information bezeichnet.
Istwerte	Rückmeldungen aus der Produktion werden als Istwerte bezeichnet. Istwerte können z.B. benötigte Zeiten und gefertigte Mengen sein.
Kennzahl	Kennzahlen sind Zahlen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt in Bezug auf das Erkenntnisziel des Subjekts relevant sind und zwar unabhängig von ihrer quantitativen Struktur.

Kennzahlensystem	Ein Kennzahlensystem ist definiert als eine geordnete Gesamtheit von Kennzahlen, die in sachlogischer und/oder rechentechnischer Beziehung zueinander stehen.
Kunden-Lieferanten-Beziehung	Kunden-Lieferanten-Beziehungen beschreiben die Einbindung von teilautonomen Leistungseinheiten in den Materialfluss. Eine Kunden-Lieferanten-Beziehung besteht immer dann, wenn zwischen zwei Arbeitsgängen die zuständige Leistungseinheit wechselt. Handelt es sich um den letzten Arbeitsvorgang eines Auftrages, so besteht immer eine Kunden-Lieferanten-Beziehung, außer wenn die Teile ausschließlich durch einen Auftrag verwendet werden, dessen erster Arbeitsvorgang ebenfalls in derselben Leistungseinheit stattfindet.
Leistungseinheit	Leistungseinheiten sind definiert als produzierende, dezentrale Organisationseinheiten innerhalb der Produktion eines Unternehmens.
Messperiode	Der Zeitraum, innerhalb dessen ein Messzyklus durchlaufen wird, wird als Messperiode bezeichnet.
Messzyklus	Der Regelkreis innerhalb der teilautonomen Leistungseinheit, in dessen Verlauf die teilautonome Leistungseinheit selbst periodisch eine Positionsbestimmung gemäß ihrer momentanen Zielerreichung vornimmt, wird als Messzyklus bezeichnet.
Metadaten	Metadaten sind Daten, die andere Daten beschreiben.
Multidimensionalität	Multidimensionalität steht für die Beschreibung quantitativer Größen durch mehrere sachliche Kriterien.
Primäre Datenraumvariable	Primäre Datenraumvariablen werden nicht aus anderen Datenraumvariablen durch funktionale Verknüpfungen abgeleitet, sondern in die Führungsdatenbasis direkt eingegeben oder eingelesen.
Segmentierung	Eine schrittweise Einschränkung eines Datenraums nach allen vorhandenen Ausprägungen eines Dimensionselementattributs wird als Segmentierung bezeichnet.
Sekundäre Datenraumvariablen	Sekundäre Datenraumvariablen werden aus anderen Datenraumvariablen durch funktionale Verknüpfungen abgeleitet.
Planwerte	Alle innerhalb des Planungsprozesses im Umfeld der operativen Informationssysteme benutzten und erzeugten Informationen werden als Planwerte bezeichnet.
Teilautonome Leistungseinheit	Eine teilautonome Leistungseinheit ist eine Leistungseinheit, der ein erweiterter Entscheidungsspielraum im Rahmen der Produktionsplanung und -steuerung zugestanden wird.
Toleranz	Größe für das Ausmaß einer Abweichung, die als noch nicht relevant eingestuft wird.

Unternehmensstrukturen	Als Unternehmensstrukturen werden alle hierarchischen Strukturen verstanden, die zur Verdichtung von Daten zu Führungsinformationen herangezogen werden. Eine solche in allen Unternehmen vorliegende Struktur ist beispielsweise die Zeitstruktur, nach der Daten, die demselben Zeitintervall zugeordnet werden können, zu einem Wert verdichtet werden.
Verdichtungsfunktion	Eine Verdichtungsfunktion reduziert unter Verwendung einer mathematischen Funktion eine Wertemenge auf einen einzigen Wert.
Ziel	Als Ziel wird ein zukünftiger Zustand bezeichnet, der als erstrebenswert angesehen wird. Ein Ziel ist im Rahmen dieser Arbeit definiert durch seine Zielgröße, seine Zielvorgaben und seine Priorität.
Ziel-Ergebnis-Abfrage	Als Ziel-Ergebnis-Abfrage wird eine Abfrage auf den Zielvorgabe-Datenraum bezeichnet, in der die Zielwerte, Zielprioritäten, Ober- und Untergrenzen und die Ergebniswerte für Zielgrößen, teilautonome Leistungseinheiten und Führungsperioden selektiert werden.
Ziel-Ergebnis-Monitor	Beim Ziel-Ergebnis-Monitor handelt es sich um eine spezielle Auswertung, in der die Zielerreichung innerhalb einer Führungsperiode für alle Ziele einer teilautonomen Leistungseinheit in einer einfachen und übersichtlichen Weise visualisiert wird.
Zielgröße	Eine Zielgröße ist eine Messgröße, die zur Quantifizierung eines Zieles geeignet ist. Vorlagen zur Definition von Zielgrößen sind Kennzahlen. Eine Zielgröße wird in dieser Arbeit als Datenraumvariable umgesetzt.
Zielpriorität	Eine Zielpriorität ist eine Maßzahl, die eine Menge an Zielen gemäß einer Ordnung priorisiert.
Zielsystem	Ein Zielsystem ist im Rahmen dieser Arbeit definiert als eine Menge von Zielen und ihren Beziehungen untereinander.
Zielvorgabe	Eine Zielvorgabe besteht aus allen Informationen, die zur Feststellung der Zielerreichung im Rahmen einer Ziel-Ergebnis-Analyse für ein Ziel notwendig sind.
Zielwert	Der quantitative Wert, der in einer Führungsperiode durch eine teilautonome Leistungseinheit für eine Zielgröße zu erreichen ist, wird als Zielwert bezeichnet.

Lebenslauf

PERSÖNLICHES

Name:	Günther Burr
Geburtsdatum	7. Juni 1964
Geburtsort	Schwäbisch Gmünd / Ostalbkreis
Familienstand	verheiratet, 2 Kinder

AUSBILDUNG

1970 - 1974	Grundschule Böbingen
1974 - 1983	Gymnasium Heubach, Abschluß: Abitur
1983 - 1989	Studium der Informatik an der Universität Karlsruhe Abschluß: Diplom-Informatiker

BERUFSTÄTIGKEIT

01.04.1990 - 31.12.1992	Softwareentwickler bei der Firma becos in Zuffenhausen, abgestellt im Rahmen einer BMFT-Kooperation an das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart.
01.01.1993 - 31.12.1995	Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart (IFF)
01.01.1996 - 31.01.2001	Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart
seit 01.02.2001	Mitarbeiter der Porsche AG in der Abteilung FAK2 „Informationssysteme Kunde-Kunde-Prozess Planung“, Stuttgart-Zuffenhausen
03.07.2009	Promotionsprüfung (Dr.-Ing.)

Heubach, den 07.Juli 2009

