

Bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit in der kundenspezifischen Produktentwicklung

Von der Fakultät für Maschinenbau
der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von
Dipl.-Kffr. Anna-Katharina Wittenstein
aus Würzburg

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

Mitberichter: Prof. Dr. E. Zahn

Tag der Einreichung: 24. Januar 2007

Tag der mündlichen Prüfung: 12. Juli 2007

Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart

2007

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. Dieter Spath

Anna-Katharina Wittenstein

**Bedarfssynchrone
Leistungsverfügbarkeit
in der kundenspezifischen
Produktentwicklung**

Nr. 463

Dr.-Ing. Dipl.-Kffr. Anna-Katharina Wittenstein

Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF), Universität Stuttgart
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. Dieter Spath

ord. Professor an der Universität Stuttgart
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

D 93

ISBN (10) 3-939890-19-7, ISBN (13) 978-3-939890-19-5

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 2007.

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 der Autorin

„Die Augen fürchten die Aufgabe,
die Hände aber bewältigen sie.“

Russisches Sprichwort

Eine Dissertation, wenn sie auch letztendlich von einem Einzelnen verfasst wird, ist immer das Werk vieler Menschen, die jeder auf seine Weise zum Entstehen beigetragen haben.

Die vorliegende Arbeit entstand auf Basis meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart. Dank gebührt an erster Stelle meinem Doktorvater Herrn Prof. Westkämper, der mir vorbehaltlos die Möglichkeit eröffnet hat, als Diplom-Kauffrau die Würde eines Doktor-Ingenieurs zu erlangen, und der mich kontinuierlich herausgefordert hat, meine Ideen und Konzepte weiter zu treiben, als ich es selbst für möglich gehalten hätte. Dank gebührt auch Herrn Prof. Zahn für die engagierte Übernahme des Mitberichts.

Für ihre fachliche und methodische Begleitung meiner Arbeit, die konstruktiven Diskussionen und die persönliche Motivation danke ich Herrn Dr.-Ing. Alexander Schloske und Frau Dr.-Ing. Vera Hummel. Sie haben wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Ich danke darüber hinaus meinen Kollegen, die sich weit genug auf das Thema dieser Arbeit eingelassen haben, um mir konstruktive Anregungen zu geben, mir jedoch stets dabei halfen, das große Ganze im Auge zu behalten. Dazu gehören im Besonderen Michael Wesoly, Dr.-Ing. Hans-Hermann Wiendahl, Oliver Mannuß und Dr.-Ing. Jörg Niemann. Hinzu kommen die Mitglieder der Arbeitsgruppe Wertstromdesign in der Administration sowie viele weitere Kollegen, Diplomanden und Studienarbeiter, die mich jeweils ein Stück meines persönlichen und fachlichen Weges begleitet haben.

Die abschließenden Arbeiten und die Validierung der entwickelten Methode erfolgten bei und mit Unterstützung der WITTENSTEIN AG. Hierbei danke ich besonders Herrn Dr.-Ing. Georg Konstas und Herrn Franz Eisele sowie ihren Mitarbeitern für ihre Bereitschaft, gemeinsam mit neuen Ideen zu experimentieren.

Dank schulde ich vor allem meiner Familie und meinen Freunden, die über alle Hochs und Tiefs der Dissertationsphase an mich geglaubt haben: meiner Großmutter Aenne Wittenstein dafür, dass sie in Gedanken immer bei mir war, meinem Vater Manfred Wittenstein dafür, dass er mit seinen sprühenden Ideen die Konzeptionsphase der Arbeit bereichert hat, und dessen Unterstützung ich immer sicher sein konnte, meiner langjährigen Freundin Judith Heise für ihre treffenden Analysen und motivierenden Gespräche, und meinem Partner Lars Aldinger für seine Gelassenheit und sein Verständnis, sowie seine tatkräftige Unterstützung wann immer ich sie benötigte.

Alle genannten Personen haben mir vor allem eines gezeigt: dass die Kraft zur Vollendung dieser Arbeit in mir selbst lag. Dieser Kraft, die in jedem von uns wohnt, widme ich meine Arbeit.

Inhaltsübersicht

1	Unternehmerische Leistung im turbulenten Umfeld.....	18 -
1.1	Abstimmung unternehmerischer Leistung auf den Kundenbedarf im turbulenten Umfeld.....	19 -
1.2	Notwendigkeit systematischer Verfügbarkeitssicherung in der kundenspezifischen Entwicklung	22 -
1.3	Entwicklung einer Methodik zur Sicherstellung der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit	24 -
2	Eingrenzung des Untersuchungsbereichs und begriffliche Grundlagen	26 -
2.1	Kundenspezifische Produktentwicklung im Maschinen- und Anlagenbau	26 -
2.2	Begriffliche Grundlagen zur bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit	32 -
2.3	Bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit und Kapazitätswirtschaft	38 -
3	Verfügbare Ansätze zur Unterstützung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit.....	43 -
3.1	Verfügbare Ansätze zur internen Prozesssynchronisation	43 -
3.2	Flexible Prozessstrukturierung in der Produktentstehung	52 -
3.3	Erhöhung der kapazitiven Reaktionsfähigkeit im turbulenten Umfeld	67 -
3.4	Fazit: Verfügbare Ansätze zur Unterstützung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit.....	76 -
4	Grundlagen einer bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit	78 -
4.1	Plug&Perform für mehr Reaktionsfähigkeit im turbulenten Umfeld	78 -
4.2	Adaptive Fokussierung für mehr Flexibilität im turbulenten Umfeld.....	93 -
4.3	Vorbereitete verfügbarkeitssichernde Maßnahmen für mehr Schnelligkeit im turbulenten Umfeld-	106 -
4.4	Gesamtkonzept einer bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit.....	121 -
5	Methode zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit	123 -
5.1	Leistung, Prozess und Ressourcen identifizieren	123 -
5.2	Verfügbarkeit und Synchronisation im Grundzustand herstellen	126 -
5.3	Verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten und Belastungsszenarien identifizieren	131 -
5.4	Verfügbarkeitssicherung gestalten.....	135 -
5.5	Verfügbarkeitssicherung anwenden	142 -
5.6	Zusammenfassende Beschreibung der Vorgehensweise	147 -
6	Validierung der Methode zur Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit.....	149 -
6.1	Hypothesen und Vorgehen.....	149 -
6.2	Planspiel zur Überprüfung des Kapazitäts-Pull-Verfahrens.....	153 -
6.3	Anwendung am Beispiel eines Herstellers von Getrieben mit kundenspezifischer Adaption einzelner Komponenten (Firma A)	155 -
6.4	Anwendung am Beispiel eines Herstellers von Elektromotoren mit hohem Anteil kundenspezifischer Varianten und Anpassungen (Firma B).....	160 -
6.5	Zusammenführung der Erkenntnisse aus der Anwendung der Methodik	164 -
7	Zusammenfassung und kritische Würdigung	170 -
7.1	Zusammenfassung	170 -
7.2	Kritische Würdigung der Ergebnisse	172 -
	Summary.....	178 -

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsübersicht	- 9 -
Inhaltsverzeichnis	- 10 -
Abbildungsverzeichnis	- 14 -
Abkürzungsverzeichnis	- 16 -
1 Unternehmerische Leistung im turbulenten Umfeld	- 18 -
1.1 Abstimmung unternehmerischer Leistung auf den Kundenbedarf im turbulenten Umfeld	- 19 -
1.2 Notwendigkeit systematischer Verfügbarkeitsicherung in der kundenspezifischen Entwicklung	- 22 -
1.3 Entwicklung einer Methodik zur Sicherstellung der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit	- 24 -
1.3.1 Zielsetzung und Aufgabenstellung	- 24 -
1.3.2 Vorgehen zur Bearbeitung der Aufgabenstellung	- 25 -
2 Eingrenzung des Untersuchungsbereichs und begriffliche Grundlagen	- 26 -
2.1 Kundenspezifische Produktentwicklung im Maschinen- und Anlagenbau	- 26 -
2.1.1 Maschinen- und Anlagenbau	- 26 -
2.1.2 Kundenspezifische Produktentwicklung.....	- 27 -
2.1.2.1 Prozess der kundenspezifischen Produktentwicklung	- 27 -
2.1.2.2 Objekte der kundenspezifischen Produktentwicklung.....	- 30 -
2.2 Begriffliche Grundlagen zur bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit	- 32 -
2.2.1 Kundenspezifische Produktentwicklung im turbulenten Umfeld.....	- 32 -
2.2.2 Leistung in der kundenspezifischen Produktentwicklung	- 33 -
2.2.3 Synchronität in der kundenspezifischen Produktentwicklung	- 35 -
2.3 Bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit und Kapazitätswirtschaft	- 38 -
2.3.1 Grundbegriffe zur Kapazität.....	- 38 -
2.3.2 Aufgaben der Kapazitätswirtschaft.....	- 39 -
3 Verfügbare Ansätze zur Unterstützung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit.....	- 43 -
3.1 Verfügbare Ansätze zur internen Prozesssynchronisation	- 43 -
3.1.1 Interne Synchronisation durch Projektmanagement und Multiprojektmanagement	- 44 -
3.1.2 Synchronisation durch Termin- und Kapazitätsplanung.....	- 47 -
3.1.3 Bedeutung der Steuerung für die interne Synchronisation	- 48 -
3.1.4 Steuerungsfokussierte Ansätze zur internen Synchronisation	- 49 -
3.1.5 Fazit: Interne Prozesssynchronisation	- 51 -
3.2 Flexible Prozessstrukturierung in der Produktentstehung	- 52 -
3.2.1 Arbeitsteilung als Grundlage der Prozessstrukturierung	- 52 -
3.2.1.1 Arbeitsteilung in der Produktentwicklung und Arbeitsvorbereitung	- 54 -
3.2.1.2 Kooperative Arbeitsteilung zur Unterstützung von Fachspezialisten	- 56 -
3.2.1.3 Fazit: Arbeitsteilung	- 58 -
3.2.2 Prozessstrukturierung in der Produktentstehung.....	- 58 -
3.2.2.1 Horizontale Strukturierung entlang des Prozesses	- 59 -
3.2.2.2 Vertikale Strukturierung.....	- 59 -
3.2.2.3 Objektorientierte Strukturierung zur Parallelisierung.....	- 60 -
3.2.2.4 Fazit: Prozessstrukturierung	- 62 -

3.2.3	Flexibilisierung von Prozessstrukturen	- 62 -
3.2.3.1	Die Bedeutung von Standardisierung für die Flexibilität	- 62 -
3.2.3.2	Standardisierte Flexibilität	- 63 -
3.2.3.3	Herstellung von Flexibilität in Prozessstrukturen	- 64 -
3.2.3.4	Fazit: Flexibilisierung von Prozessstrukturen.....	- 66 -
3.2.4	Fazit: Flexible Prozessstrukturierung in der Produktentstehung	- 66 -
3.3	Erhöhung der kapazitiven Reaktionsfähigkeit im turbulenten Umfeld	- 67 -
3.3.1	Flexibilität als Grundlage erhöhter Reaktionsfähigkeit	- 67 -
3.3.1.1	Mehrfachqualifikation für flexiblen Mitarbeiterereinsatz.....	- 67 -
3.3.1.2	Flexible Arbeitszeiten und Arbeitsformen	- 68 -
3.3.1.3	Flexible Organisationsstrukturen	- 69 -
3.3.1.4	Unternehmensübergreifender Kapazitätsabgleich	- 71 -
3.3.1.5	Fazit: Flexibilität als Grundlage erhöhter Reaktionsfähigkeit.....	- 73 -
3.3.2	Erhöhte Reaktionsfähigkeit auf Turbulenzen durch vorherige Betrachtung von Risiken.....	- 73 -
3.3.2.1	Allgemeine Ansätze des Risikomanagements	- 73 -
3.3.2.2	Vorausschauende Betrachtung von Risiken im Projektmanagement.....	- 75 -
3.3.2.3	Fazit: Erhöhte Reaktionsfähigkeit durch Vorbereitung	- 75 -
3.3.3	Fazit: Erhöhung der kapazitiven Reaktionsfähigkeit im turbulenten Umfeld.....	- 76 -
3.4	Fazit: Verfügbare Ansätze zur Unterstützung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit	- 76 -
4	Grundlagen einer bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit	- 78 -
4.1	Plug&Perform für mehr Reaktionsfähigkeit im turbulenten Umfeld	- 78 -
4.1.1	Prozessorientierte Leistungseinheiten in der Produktentwicklung	- 78 -
4.1.1.1	Äußere Struktur der prozessorientierten Leistungseinheit	- 79 -
4.1.1.2	Innere Struktur der prozessorientierten Leistungseinheit.....	- 80 -
4.1.1.3	Hierarchische Struktur der prozessorientierten Leistungseinheiten	- 80 -
4.1.2	Plug&perform zwischen prozessorientierten Leistungseinheiten	- 82 -
4.1.3	Interne Synchronisation durch Kapazitäts-Pull.....	- 84 -
4.1.3.1	Grundzusammenhänge logistischer Kenngrößen	- 84 -
4.1.3.2	Logistische Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Produktion und Produktentstehung	- 85 -
4.1.3.3	Kapazitäts-Pull-Verfahren.....	- 88 -
4.1.4	Zusammenfassung: Plug&perform zwischen Leistungseinheiten.....	- 93 -
4.2	Adaptive Fokussierung für mehr Flexibilität im turbulenten Umfeld.....	- 93 -
4.2.1	Konzept der adaptiven Fokussierung	- 94 -
4.2.2	Prämissen der adaptiven Fokussierung.....	- 96 -
4.2.3	Richtungen der adaptiven Fokussierung	- 96 -
4.2.4	Aufgabenmodell der adaptiven Fokussierung	- 98 -
4.2.4.1	Eigenschaften von sinnvoll verteilbaren Arbeitseinheiten: Eingabe	- 99 -
4.2.4.2	Eigenschaften von sinnvoll verteilbaren Arbeitseinheiten: Verarbeitung	- 99 -
4.2.4.3	Eigenschaften von sinnvoll verteilbaren Arbeitseinheiten: Ausgabe.....	- 102 -
4.2.5	Virtuelle Leistungseinheiten als Mittel zur Umsetzung der adaptiven Fokussierung.....	- 103 -
4.2.6	Zusammenfassung: Adaptive Fokussierung.....	- 105 -
4.3	Vorbereitete verfügbarkeitssichernde Maßnahmen für mehr Schnelligkeit im turbulenten Umfeld.....	- 106 -
4.3.1	Konzept vorbereiteter verfügbarkeitssichernder Maßnahmen	- 106 -
4.3.2	Systematisierung von Turbulenzen und ihren Kapazitätswirkungen	- 107 -

4.3.3	Systematisierung von Reaktionsmöglichkeiten	- 108 -
4.3.3.1	Personenbezogener Abgleich	- 109 -
4.3.3.2	Unternehmensinterne Anpassung	- 111 -
4.3.3.3	Unternehmensexterne Anpassung	- 112 -
4.3.3.4	Zeitlicher Abgleich	- 113 -
4.3.4	Einsatzreihenfolge verfügbarkeitssichernder Maßnahmen	- 115 -
4.3.5	Verbindung von Belastungsszenarien und verfügbarkeitssichernden Maßnahmen	- 116 -
4.3.5.1	Mengenmäßige Merkmale	- 117 -
4.3.5.2	Zeitliche Merkmale	- 117 -
4.3.5.3	Monetäre Merkmale	- 118 -
4.3.6	Zusammenfassung: Vorbereitung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen	- 120 -
4.4	Gesamtkonzept einer bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit.....	- 121 -
4.4.1	Gesamtkonzept zur Herstellung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit.....	- 121 -
5	Methode zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit	- 123 -
5.1	Leistung, Prozess und Ressourcen identifizieren	- 123 -
5.1.1	Gesamtleistung beschreiben.....	- 123 -
5.1.2	Leistungsprozess und Leistungsressourcen identifizieren	- 124 -
5.2	Verfügbarkeit und Synchronisation im Grundzustand herstellen	- 126 -
5.2.1	Grundlagen für plug&perform an den Nahtstellen gewährleisten	- 126 -
5.2.2	Interne Synchronisation herstellen	- 126 -
5.3	Verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten und Belastungsszenarien identifizieren	- 131 -
5.3.1	Verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten identifizieren.....	- 131 -
5.3.2	Belastungsszenarien beschreiben.....	- 133 -
5.4	Verfügbarkeitssicherung gestalten.....	- 135 -
5.4.1	Kapazitätsspielraum ermitteln	- 135 -
5.4.2	Mögliche Reaktionsmaßnahmen ableiten	- 138 -
5.4.3	Integration der Verfügbarkeitssicherung in Prozessbeschreibungen	- 141 -
5.5	Verfügbarkeitssicherung anwenden	- 142 -
5.5.1	Verfügbarkeitssichernde Maßnahmen einleiten	- 142 -
5.5.2	Pflege der Verfügbarkeitssicherung	- 146 -
5.6	Zusammenfassende Beschreibung der Vorgehensweise	- 147 -
6	Validierung der Methode zur Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit.....	- 149 -
6.1	Hypothesen und Vorgehen.....	- 149 -
6.1.1	Hypothesen und Messgrößen.....	- 149 -
6.1.2	Vorgehen bei der Validierung.....	- 151 -
6.2	Planspiel zur Überprüfung des Kapazitäts-Pull-Verfahrens.....	- 153 -
6.2.1	Aufbau des Planspiels.....	- 153 -
6.2.2	Durchführung des Planspiels	- 154 -
6.3	Anwendung am Beispiel eines Herstellers von Getrieben mit kundenspezifischer Adaption einzelner Komponenten (Firma A)	- 155 -
6.3.1	Charakterisierung des betrachteten Leistungsprozesses	- 155 -
6.3.2	Anwendung der Methode.....	- 155 -
6.3.3	Erkenntnisse aus der Anwendung bei Firma A	- 160 -

6.4	Anwendung am Beispiel eines Herstellers von Elektromotoren mit hohem Anteil kundenspezifischer Varianten und Anpassungen (Firma B).....	- 160 -
6.4.1	Charakterisierung des betrachteten Leistungsprozesses	- 160 -
6.4.2	Anwendung der Methode.....	- 161 -
6.4.3	Erkenntnisse aus der Anwendung bei Firma B	- 163 -
6.5	Zusammenführung der Erkenntnisse aus der Anwendung der Methodik	- 164 -
6.5.1	Erkenntnisse zum Kapazitäts-Pull-Verfahren (Hypothese 1)	- 164 -
6.5.2	Erkenntnisse zur adaptiven Fokussierung (Hypothese 2).....	- 166 -
6.5.3	Erkenntnisse zu den verfügbarkeitssichernden Maßnahmen (Hypothese 3)	- 167 -
6.5.4	Erkenntnisse zur Konsistenz der entwickelten Methode (Hypothese 4).....	- 169 -
7	Zusammenfassung und kritische Würdigung	- 170 -
7.1	Zusammenfassung	- 170 -
7.2	Kritische Würdigung der Ergebnisse	- 172 -
7.2.1	Darstellung der erzielten Ergebnisse	- 172 -
7.2.2	Allgemeine Grenzen, Randbedingungen und Potenziale	- 173 -
7.2.3	Der menschliche Faktor	- 175 -
7.2.4	Weitere Aufgabenstellungen.....	- 177 -
	Summary.....	- 178 -
	Anhang I: Arbeitsblätter	- 181 -
	Anhang II: Ergebnisse Fallbeispiel Firma A	- 187 -
	Literaturverzeichnis.....	- 192 -

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Strategien zur Verbesserung der gegenwärtigen Wettbewerbsfähigkeit	- 18 -
Abbildung 1-2: Turbulenter Auftragseingang im Maschinenbau	- 19 -
Abbildung 1-3: Gründe für Projektverzögerungen	- 20 -
Abbildung 1-4: Zielsetzung und Aufgabenstellung der Arbeit.....	- 24 -
Abbildung 1-5: Vorgehen zur Bearbeitung der Aufgabenstellungen	- 25 -
Abbildung 2-1: Betrachtungsbereich bezogen auf die technische Auftragsabwicklung	- 28 -
Abbildung 2-2: Aufgaben und Aktivitäten von Entwicklung und Arbeitsplanung	- 29 -
Abbildung 2-3: Unterscheidung von Entwicklungsaufgaben.	- 30 -
Abbildung 2-4: Typen von Entwicklungsaufgaben	- 31 -
Abbildung 2-5: Ursachen für Turbulenz.	- 33 -
Abbildung 2-6: Leistung und Leistungsverfügbarkeit	- 34 -
Abbildung 2-7: Aufgaben der Kapazitätswirtschaft	- 39 -
Abbildung 2-8: Möglichkeiten der Kapazitätsabstimmung	- 40 -
Abbildung 2-9: Übersicht über die Eingrenzung des Untersuchungsbereichs.....	- 42 -
Abbildung 3-1: Vorgehen zur Sichtung der Grundlagen bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit	- 43 -
Abbildung 3-2: Die fünf Hauptklassen von Konstruktionsarbeiten	- 56 -
Abbildung 3-3: Strukturierungsrichtungen des Produktentstehungsprozesses.....	- 59 -
Abbildung 3-4: Detaillierungsstufen von Geschäftsprozessen	- 60 -
Abbildung 3-5: Möglichkeiten der objektorientierten Strukturierung der Produktentwicklung	- 61 -
Abbildung 3-6: Unterschiedliche Arbeitsteilung innerhalb eines Prozessablaufs.....	- 66 -
Abbildung 3-7: Horizontale und vertikale Struktur von Leistungseinheiten.....	- 70 -
Abbildung 3-8: Struktur eines Arbeitssystems.....	- 71 -
Abbildung 3-9: Eigenschaften der zu entwickelnden Methode	- 77 -
Abbildung 4-1: Prozessorientierte Leistungseinheit	- 79 -
Abbildung 4-2: Hierarchische Struktur der prozessorientierten Leistungseinheiten	- 81 -
Abbildung 4-3: Handlungsfelder für plug&perform	- 83 -
Abbildung 4-4: Wirkzusammenhänge der Fertigungssteuerung.....	- 85 -
Abbildung 4-5: Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Produktion und Produktentwicklung (Teil 1).....	- 86 -
Abbildung 4-6: Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Produktion und Produktentwicklung (Teil 2).....	- 87 -
Abbildung 4-7: Prinzip des Kapazitäts-Pull-Verfahrens	- 89 -
Abbildung 4-8: Aufteilung der Kapazitäten auf mehrere Geschäftsprozesse	- 91 -
Abbildung 4-9: Wirkungsweise der adaptiven Fokussierung	- 94 -
Abbildung 4-10: Richtungen der adaptiven Fokussierung	- 98 -
Abbildung 4-11: Eignung von Aufgaben für eine Verteilung in Abhängigkeit von der Nähe zur Wertschöpfung.....	- 100 -
Abbildung 4-12: Eignung von Aufgaben für eine Verteilung in Abhängigkeit von der erforderlichen Qualifikation.....	- 101 -
Abbildung 4-13: Eigenschaften von sinnvoll verteilbaren Arbeitseinheiten	- 103 -
Abbildung 4-14: Turbulenzkeime mit kurzfristigen Auswirkungen auf die Kapazität	- 107 -
Abbildung 4-15: Auswirkungen von Turbulenzkeimen auf Kapazitätsbedarf.....	- 108 -
Abbildung 4-16: Möglichkeiten der kurzfristigen Verfügbarkeitsicherung.....	- 109 -
Abbildung 4-17: Arten von Springern im Rahmen der adaptiven Fokussierung	- 111 -
Abbildung 4-18: Einsatzreihenfolge verfügbarkeitsichernder Maßnahmen	- 116 -
Abbildung 4-19: Quantitative Beschreibung von Belastungsszenarien und Reaktionsmaßnahmen.....	- 118 -
Abbildung 4-20: Beschreibung und Vergleich von Belastungsszenarien und Reaktionsmaßnahmen im Vergleich	- 120 -
Abbildung 4-21: Gesamtkonzept für die Herstellung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit	- 121 -

Abbildung 5-1: Beschreibung der Hauptleistung "Auftragsabwicklung"	- 124 -
Abbildung 5-2: Identifikation von Leistungsprozess und Leistungsressourcen.....	- 125 -
Abbildung 5-3: Logistische Positionierung von Leistungseinheiten	- 128 -
Abbildung 5-4: Direkter und indirekter Bestand einer Leistungseinheit	- 128 -
Abbildung 5-5: Arten von Verfügbarkeitsrisiken	- 132 -
Abbildung 5-6: Identifikation von Verfügbarkeitsrisiken an Prozessschritten und Leistungseinheiten.....	- 133 -
Abbildung 5-7: Strukturierte Beschreibung von Belastungsszenarien	- 134 -
Abbildung 5-8: Aufgabenanalysen an verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten.....	- 135 -
Abbildung 5-9: Checkliste zur Verteilbarkeit von Arbeitseinheiten	- 136 -
Abbildung 5-10: Einsatzbereich der Varianten der Verfügbarkeitssicherung.....	- 139 -
Abbildung 5-11: Beispiel für Prozessbeschreibung	- 141 -
Abbildung 5-12: Ansatzpunkte zur Einleitung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen	- 143 -
Abbildung 5-13: Vorlauf zur Einleitung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen	- 146 -
Abbildung 5-14: Methode zur Gestaltung Bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit im Überblick	- 148 -
Abbildung 6-1: Hypothesen, Messgrößen und erforderliche Daten	- 151 -
Abbildung 6-2: Mehrstufiges Vorgehen zur Validierung	- 152 -
Abbildung 6-3: Startaufstellung des Planspiels zum Kapazitäts-Pull.....	- 154 -
Abbildung 6-4: Ergebnisse der Prozessaufnahme bei Firma A	- 156 -
Abbildung 6-5: Ergebnisse der Aufgabenaufnahme bei Firma A	- 158 -
Abbildung 6-6: Bewertung der Aufgaben bei Firma A hinsichtlich Verteilbarkeit.....	- 158 -
Abbildung 6-7: Belastungsmatrix und verfügbarkeitssichernde Maßnahmen bei Firma A	- 159 -
Abbildung 6-8: Ergebnisse des Planspiels zum Kapazitäts-Pull <i>ohne</i> und <i>mit</i> Störung.....	- 164 -
Abbildung 6-9: Prozentualer Anteil verteilter Aufgaben	- 167 -
Abbildung 6-10: Verkürzung der Reaktionszeiten.....	- 168 -
Anhang I-A: Arbeitsblatt zur Prozessaufnahme.....	- 181 -
Anhang I-B: Arbeitsblatt zur Aufgabenaufnahme	- 182 -
Anhang I-C: Arbeitsblatt zur Bewertung der Verteilbarkeit	- 183 -
Anhang I-D: Allgemeine Checkliste zur Bewertung der Verteilbarkeit	- 184 -
Anhang I-E: Arbeitsblatt zur Erstellung der Belastungsmatrix	- 185 -
Anhang I-F: Arbeitsblatt zur Beschreibung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen.....	- 186 -
Anhang II-A: Prozessaufnahme bei Firma A (Fallbeispiel).....	- 187 -
Anhang II-B: Aufgabenaufnahme bei Firma A (Fallbeispiel)	- 188 -
Anhang II-C: Bewertung der Verteilbarkeit bei Firma A (Fallbeispiel)	- 189 -
Anhang II-D: Belastungsmatrix bei Firma A (Fallbeispiel).....	- 190 -
Anhang II-E: Beschreibung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen bei Firma A (Fallbeispiel)	- 191 -

Abkürzungsverzeichnis

ArbZG	Arbeitszeitgesetz
AV	Arbeitsvorbereitung
BG	Bestandsgrenze
BMBF	Bundes Ministerium für Bildung und Forschung
BSLV	Bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit
BZ	Bearbeitungszeit
CAD	Computer Aided Design
CE	Concurrent Engineering
CONWIP	Constant Work-in-Process
DBF	Dezentrale Bestandsorientierte Fertigungsregelung
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DLZ	Durchlaufzeit
F&E	Forschung und Entwicklung
FIFO	First In First Out
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
IPA	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
IPT	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie
IRB	Fraunhofer-Informationszentrum für Raum und Bau
JIT	Just in time
LPDS	Lean Product Development System
LZ	Liegezeit
MS	Mechanisches System
MSLV	Methode zur Sicherung der Leistungsverfügbarkeit
MTM	Methods-Time Measurement
NC	Numerical Control
OPF	One Piece Flow
PKPI	Produktionsreife Konkretisierung der Produktidee
Polca	Paired-Cell Overlapping Loops of Cards with Authorization
REFA	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
SE	Simultaneous Engineering
SVAE	Sinnvoll verteilbare Arbeitseinheit

TB	Technisches Büro
TKPS	Termin- und Kapazitätsplanung bzw. -steuerung
TOC	Theory of Constraints
TPS	Toyota Production System
TQM	Total Quality Management
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
VVSM	Vorbereitete verfügbarkeitssichernde Maßnahme

1 Unternehmerische Leistung im turbulenten Umfeld

Verstärkte Innovation und mehr kundenspezifische Lösungen gehören zu den wichtigsten Strategien zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit im Maschinenbau (vgl. Abbildung 1-1). Der Trend zu individualisierten Produkten stellt Produktionsunternehmen vor die Anforderung, verstärkt kurzfristig Entwicklungsleistungen zur Verfügung zu stellen.

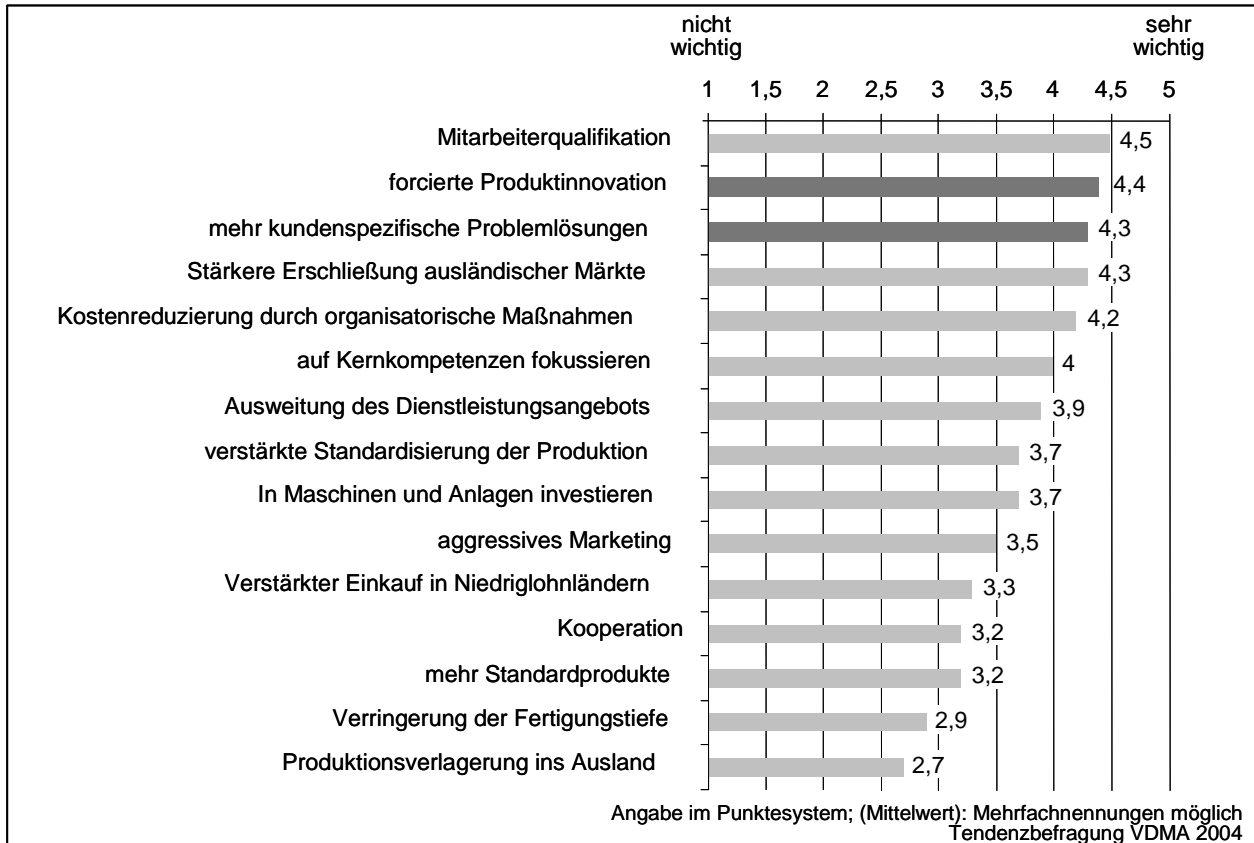


Abbildung 1-1: Strategien zur Verbesserung der gegenwärtigen Wettbewerbsfähigkeit (FVA 2006)

Aufgrund zunehmender Globalisierung, verstärkter Individualisierung von Produkten und rasantem technischen Fortschritt sind viele Märkte für Produktionsunternehmen jedoch von starker Turbulenz geprägt (vgl. WESTKÄMPER 2004, S. 4f). Die Auftragsentwicklung verläuft nicht stetig und bis zu einem gewissen Grade vorhersehbar, sondern zeigt sich unstetig und schwer prognostizierbar, eben turbulent (WIENDAHL, H.-H. 2006a, S. 183).

Turbulente Märkte fordern einerseits eine schnelle Reaktionsfähigkeit von Unternehmen, da die teils überraschend auftretenden Marktchancen sofort ergriffen werden müssen, um für die Kunden attraktiv zu bleiben. Insbesondere für Hersteller mit einem hohen Anteil kundenspezifischer Produkte ist dies überlebensnotwendig, da sie sich nur in geringem Maße auf ein stabilisierend wirkendes Grundprogramm an Produkten verlassen können. Wer bei der Vorstellung von Lösungskonzepten schneller ist, bestimmt zudem die Denkrichtung des Kunden und hat damit größere Chancen, sich im Wettbewerb durchzusetzen. Vor diesem Hintergrund ist Zeit heute ein wichtiger Wettbewerbsfaktor mit hohem Einfluss auf den Unternehmenserfolg (ADL 2003, S. 9; s.a. SCHEER 2003; HIRZEL 1992).

Die Bedeutung der Zeit als Erfolgsfaktor zeigt sich auch in hohen Anforderungen an kürzere Lieferzeiten und die strenge Einhaltung zugesagter Termine. Diese Anforderungen verkürzen den Spielraum für Unternehmen, ihre Kapazitäten dem Bedarf anzupassen. Bisher noch vorhandene Zeitreserven schwinden gerade bei Herstellern kundenspezifischer Produkte zusehends (WIENDAHL, H.-H. 2006a, S. 183).

1.1 Abstimmung unternehmerischer Leistung auf den Kundenbedarf im turbulenten Umfeld

Turbulente Märkte führen zu starken und unvorhersehbaren Schwankungen im Auftragseingang (vgl. Abbildung 1-2). Darüber hinaus wird der Auftragseingang mit einer höheren Variantenzahl erreicht, die Komplexität der Auftragsabwicklung hat also zugenommen. Die Anzahl an Varianten stieg in wachsenden Märkten von 1980 bis 1997 bis auf 410%, während die Mengen nur um 240% zunahm. In stagnierenden Märkten war der Anstieg der Varianten sogar noch größer (WILDEMANN 2003, S. 7). Zusammen mit den unvermeidlichen Störungen, d.h. unerwarteten Abweichungen vom geplanten Auftragsdurchlauf (WIENDAHL, H.-H. 2006a, S. 184f) führen sie zu Kapazitätsverfügbarkeits- bzw. Auslastungsproblemen vorhandener Ressourcen.

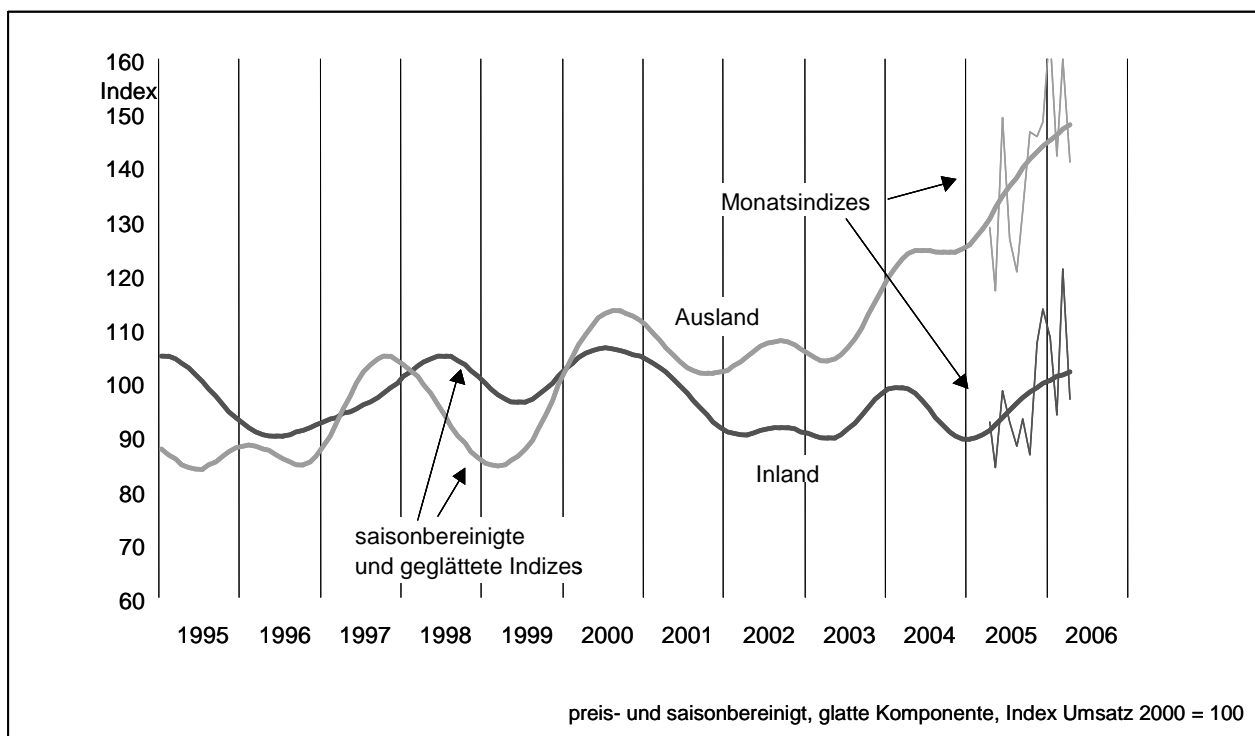


Abbildung 1-2: Turbulenter Auftragseingang im Maschinenbau (VDMA 2006, S. 10)

Dies gilt nicht nur für die Produktion, sondern angesichts der Individualisierung der Produkte treffen die Unsicherheiten in verstärktem Maße bereits in der Entwicklungsphase dieser Produkte auf (VIEWEG 2001, S. 77). Die wachsende Anzahl an Varianten und Anpassungen bedeutet für den Entwicklungsprozess immer wieder die Einbeziehung neuer Komponenten, Werkstoffe und Technologien sowie die Berücksichtigung neuer Anwendungsfälle. Der Entwicklungsprozess wird also komplexer und störungsanfälliger. Gleichzeitig schwinden aufgrund der kürzer gewordenen Lieferzeitanforderungen Zeitreserven, die vorher zum Ausgleich solcher Störungen vorhanden waren.

Auf die Gesamtdurchlaufzeit eines Auftrags hat die Entwicklung einen großen Einfluss (EVERSHEIM 1996, S: 235f). Verzögerungen in dieser Phase der Auftragsbearbeitung müssen oft unter großen Anstrengungen durch die Produktion wieder aufgeholt werden (BRANKAMP/SCHLUH 1985, S. 53). Gerade von einer kürzeren Durchlaufzeit und verbesserten Termintreue in der Entwicklung sind daher positive Auswirkungen auf die Gesamtdurchlaufzeit und Termineinhaltung zu erwarten.

Reaktionszeit, Bearbeitungs- und Durchlaufzeit werden in der Entwicklung maßgeblich durch die Verfügbarkeit qualifizierten Personals beeinflusst. Laut einer Studie der KPMG zusammen mit dem Fraunhofer IPT und der RWTH Aachen aus dem Jahre 2005 ist in 62% der Fälle Personalmangel die Ursache für die Verzögerung von F&E-Projekten (vgl. Abbildung 1-3).

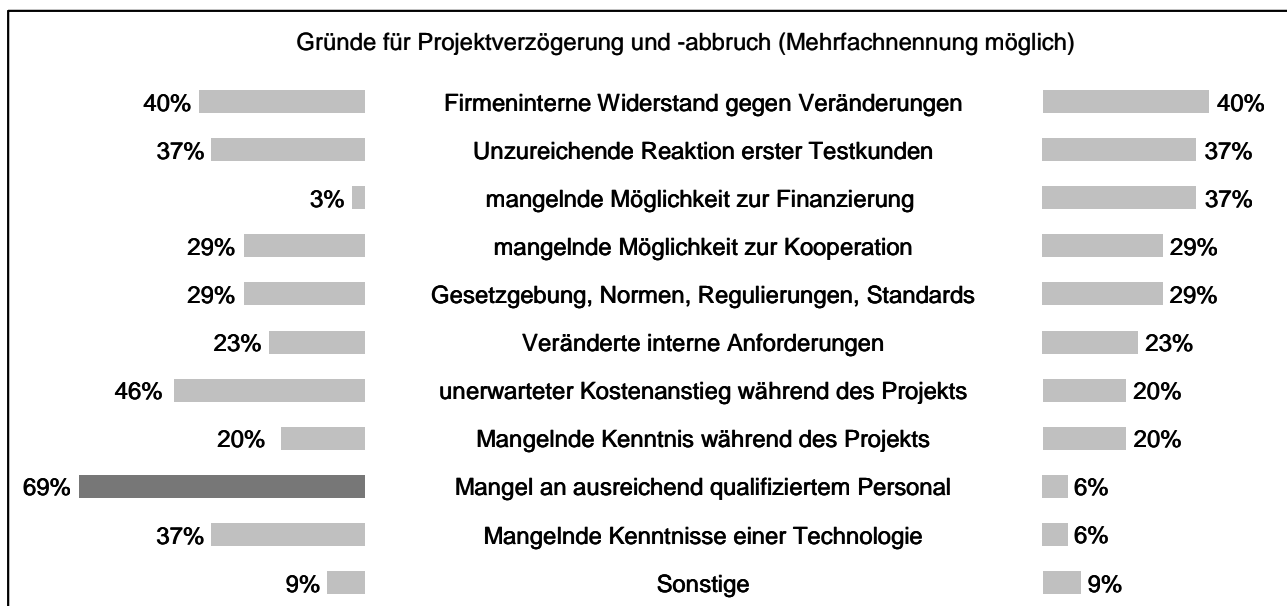


Abbildung 1-3: Gründe für Projektverzögerungen (KPMG 2005, S. 8)

Dies bestätigen auch zwei Studien von Arthur D. Little: bereits in einer Studie von 2003 werden Kapazitätsengpässe und Verschiebung von Projekten mit 60% der Nennungen als größtes Problemfeld identifiziert (ADL 2003, S. 5). Die ADL Innovation Excellence Studie von 2004 zeigt: Das Fehlen interner Ressourcen wird als interne Innovationsbarriere mit der höchsten Bedeutung eingestuft (s.a. IMPULS 2001a, S. 1; VDMA 2005a, S. 27). Bei den externen Barrieren rangiert der Fachkräfte- und Ingenieurmangel ebenfalls an oberster Stelle (ADL 2004, S. 15).

Diese Studien verdeutlichen die sehr hohe Bedeutung einer ausreichenden und qualifizierten Personalausstattung für eine erfolgreiche und vor allem termintreue Produktentwicklung.

Andererseits ist Personal in der Entwicklung vergleichsweise teuer. Der hohe Anteil an Fachkräften - über die Hälfte (55%) wissenschaftliches Personal mit Hochschulausbildung, knapp über 20% technisches Fachpersonal (BMBF 2004, S. 178f) - bedeutet für ein Unternehmen hohe Personalkosten. Verschiedene Unternehmen versuchen zwar, durch Outsourcing an Ingenieurbüros und die derzeit viel diskutierte Verlagerung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ins kostengünstigere Ausland hier Einsparungen zu erzielen, jedoch kann dies aus verschiedenen Gründen nicht immer die optimale Lösung sein: Das Abfließen von Fachwissen ist dabei ein besonders wichtiger Aspekt (SMI 2005, S. 9).

Schwerer wiegen dürfte allerdings für Unternehmen mit stark kundenindividueller Entwicklung nach (WITTENSTEIN, M. 2006, S. 69f) gerade bei Verlagerungen ins Ausland die geringere Nähe zum Kunden.

Aufgrund des bereits heute vielfach beklagten und vermutlich noch steigenden Fachkräftemangels (vgl. BADER 2006; WITTENSTEIN, M. 2006, S. 66; BMBF 2004, S. 479ff) werden die Personalkosten für diese Mitarbeitergruppe in den kommenden Jahren vermutlich eher steigen. Die richtige Personalausstattung wird daher zunehmend teurer werden. Gleichzeitig ist sie eine der wichtigsten Rahmenbedingungen der Innovationsfähigkeit (SMI 2005, S. 5). Angesichts der hohen Bedeutung von Kosten für die allgemeine Wettbewerbfähigkeit müssen hier neue Wege beschritten werden.

Gerade im mittelständischen Maschinenbau, dessen Unternehmen in der Regel einen sehr hohen Anteil an kundenspezifischen Produkten und damit kundenspezifischer Entwicklung haben (vgl. HEIDENREICH et al. 1997, S. 147; VIEWEG 2001, S. 74), ist damit die richtige Personalausstattung von hoher Bedeutung. Laut (BMBF 2005, S. 30) ist die Innovationsfähigkeit von Klein- und Mittelbetrieben besonders an die ausreichende Verfügbarkeit von ausgebildetem und erfahrenem Personal geknüpft. Andererseits haben mittelständische Unternehmen im Vergleich zu größeren Unternehmen üblicherweise ein geringeres finanzielles Polster und sind zum Teil weniger attraktiv für Ingenieure und Fachkräfte. Ihnen wird es damit schwer fallen, eine ausreichend große Personalausstattung aufzubauen, um mit allen Schwankungen fertig zu werden.

Nicht genug, dass qualifiziertes Personal in mittelständischen Unternehmen aus den genannten Gründen knapp ist. Es wird durch eine typische Form der Arbeitsorganisation noch weiter verknappt. Nicht, wie häufig in Großunternehmen anzutreffen, sind Spezialisierung und das Leben im Elfenbeinturm das Problem, sondern häufig die Überlastung des knappen hoch qualifizierten Personals mit einer Vielzahl von organisatorischen und Nebentätigkeiten. Der Entwickler ist gleichzeitig für den Vertrieb tätig, hilft der Fertigung und Montage bei Problemen mit den neuen Produkten oder der Arbeitsvorbereiter kümmert sich parallel um die Bestellung von Werkzeugen oder Maschinen (vgl. EHRENSPIEL 2007, S. 277ff). Die Organisation der täglichen Arbeit, Korrespondenz und Reisemanagement werden nebenbei mit erledigt. Unterbrechungen und unvorhergesehene Aufgaben charakterisieren den Tagesablauf. Die Zeit für tatsächliche Entwicklungsarbeit für den Kunden wird erheblich eingeschränkt.

Zusammenfassend zeigt sich, dass in turbulenten Märkten die Reaktionsfähigkeit auf den Kundenbedarf für produzierende Unternehmen lebensnotwendig ist. Bei Unternehmen mit hohem Anteil kundenspezifischer Entwicklung wird diese Reaktionsfähigkeit maßgeblich von ihren Entwicklungsbereichen beeinflusst. Diese Reaktionsfähigkeit wiederum hängt von der Verfügbarkeit der richtigen Mitarbeiter ab. Da eine qualitativ hochwertige Ressourcenausstattung vergleichsweise teuer ist, muss der Einsatz der Personalressourcen so effektiv und effizient wie möglich gestaltet werden. Es ist also notwendig, die Verfügbarkeit der Entwicklungsleistung möglichst genau auf den Kundenbedarf abzustimmen, um damit bei gleichzeitiger Wirtschaftlichkeit eine hohe Reaktionsfähigkeit, ausgedrückt in kurzen Durchlaufzeiten und hoher Termintreue zu erreichen.

1.2 Notwendigkeit systematischer Verfügbarkeitssicherung in der kundenspezifischen Entwicklung

Durch die Standardisierung von Prozessen, den Einsatz von Software oder durch Produktmodularisierung haben Produktionsunternehmen bereits viel für die Effizienzsteigerung ihrer Produktentwicklung getan bzw. tun es noch.

Effizienzsteigerung kann jedoch nicht nur erreicht werden, indem die Entwicklungs- und Konstruktionsarbeit selbst optimiert wird, sondern wie oben gezeigt wurde, hängt sehr viel von der Verfügbarkeit und dem Zusammenspiel der verschiedenen Ressourcen bei der Auftrags Erfüllung ab (vgl. BULLINGER 1974). Hier setzt diese Arbeit gedanklich an.

In der Tat wurden bereits eine Vielzahl verschiedener Ansätze der Termin- und Kapazitätsplanung in der technischen Auftragsabwicklung entwickelt. Diese Ansätze konzentrieren sich jedoch weitestgehend auf den Aspekt der Planung. Angaben, wie die geplanten Kapazitäten auch bei Störungen tatsächlich verfügbar gehalten werden, fehlen. Insgesamt leiden die Ansätze zur Termin- und Kapazitätsplanung unter einer Umsetzungslücke, da sie zwar Terminvorgaben machen, auf die Durchführung der Aufgaben jedoch in der Regel keinen Einfluss haben und auch keine Gestaltungsmöglichkeiten anbieten. Eine leistungsfähige Steuerung fehlt (vgl. WIENDAHL, H.-H. 2002, S. 39ff). Bei Störungen können sie dann zwar durch Umplanung reagieren oder auf Problemstellen aufmerksam machen, die tatsächliche Beseitigung der Engpässe muss jedoch an anderer Stelle erfolgen.

Gerade weil die Kapazitäten bzw. Verfügbarkeiten zwischen den verschiedenen an der Entwicklung beteiligten Bereichen heute nur mangelhaft aufeinander abgestimmt sind, entstehen immer noch unnötige Wartezeiten (vgl. EVERSHEIM 1996, S. 236). Lokale Optimierungen an der einen Stelle werden so oftmals durch Verzögerungen an anderer Stelle wieder zunichte gemacht. Insgesamt sind daher Mitarbeiter, Projektleiter oder Führungskräfte in der kundenspezifischen Produktentwicklung hauptsächlich mit einer aufwändigen Abstimmung bzw. Umplanung der Termine beschäftigt (vgl. KALLMEYER et al. 2001). Die Herausforderung eines terminlich zuverlässigen Auftragsdurchlaufs ist offensichtlich noch nicht vollständig gelöst.

Sehr häufig wird versucht, über die mittel- bis langfristige Personalplanung für eine qualitativ und quantitativ ausreichende Personalausstattung zu sorgen. Ausgehend von dieser Grundkapazität geht man dann davon aus, dass die Mitarbeiter bzw. ihre Vorgesetzten unter Rückgriff auf allgemeine Instrumente wie Arbeitszeitkonten und Urlaubsregelungen mögliche Schwankungen und Störungen „schon irgendwie“ ausgleichen können (HERRMANN 2006, Teil 2). Auf der Durchführungsebene, also in den Entwicklungsbereichen selbst, bleibt die Einsatzsteuerung des Personals, d.h. die Verteilung der Arbeitsinhalte auf die Mitarbeiter dem Erfahrungswissen des Vorgesetzten überlassen.

Zwar existieren zur Unterstützung der Entscheidung vielerorts Qualifikationsmatrizen, die jedoch nicht auf die Verkürzung von Durchlaufzeit und Termintreue ausgerichtet sind. Insbesondere für eine systematische Entlastung von Fachkräften durch flexible Ressourcen gibt es bisher keine genauen Hinweise. Insofern werden die Möglichkeiten durch den Einsatz zusätzlicher, flexibler Ressourcen nur punktuell und nicht systematisch genutzt. Die Abarbeitung der übertragenen Aufgaben ist in der

Regel abhängig von der momentanen individuellen Auslastung, wenn sie auch ggf. durch eine Prioritätensetzung durch den Vorgesetzten ergänzt wird.

Die unvermeidlichen Unsicherheiten (GOTTSCHAL/KÖNIG 2004) werden nur ansatzweise in die Planung mit einbezogen (beispielsweise durch eine Projekt-FMEA) und in der Regel durch Zeitpuffer abgefangen (GOLDRATT 2001). Wenn diese Puffer aufgrund der wachsenden Turbulenz schrumpfen, bleibt bei Auftreten von Störungen immer weniger Reaktionszeit zur Verfügung. Da wie beschrieben bisher nur ansatzweise Reaktionsstrategien systematisch vorgehalten werden, können meist nur wenige Standardmöglichkeiten zur Abfederung eingesetzt werden: meist Überstunden (BAUER et al. 2002) evtl. noch Terminverschiebungen bei anderen Projekten, zum Teil auch der Einsatz von Springern oder Zeitarbeitskräften (WITTENSTEIN, A.-K./WESOLY 2006, S. 81). Die Folge sind in vielen Fällen, wenn die entscheidenden Fachspezialisten oder guten Mitarbeiter knapp sind, intensive Überstunden und Überlastung (die wiederum über lange Sicht zu Leistungseinbußen führt (z.B. KNECHT 2006, S. 32; KÜHN et al. 2006, S.146) oder schlicht Terminverzögerungen, die dem Kunden gegenüber dann umständlich erklärt werden müssen.

Zusammenfassend lassen sich die Defizite bezüglich einer am Kundentermin ausgerichteten Verfügbarkeit kundenspezifischer Entwicklungsleistungen folgendermaßen beschreiben:

- Umsetzungslücke von Ansätzen der Termin- und Kapazitätsplanung,
- unabgestimmte Kapazitäten zwischen den beteiligten Bereichen und dadurch hoher Koordinationsaufwand,
- Personaleinsatzsteuerung beruhend auf Erfahrungswissen und damit nicht reproduzierbar,
- fehlende Möglichkeiten zur Entlastung von Fachspezialisten,
- keine ausreichende Berücksichtigung der Risiken von Schwankungen und Störungen auf die Leistungserstellung,
- eingeschränkte Ausgleichsmöglichkeiten durch langsame Reaktion auf Störungen.

1.3 Entwicklung einer Methodik zur Sicherstellung der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit

1.3.1 Zielsetzung und Aufgabenstellung

Aus den beschriebenen Anforderungen und Defiziten leitet sich die Zielsetzung ab, eine Methode zu entwickeln, die die Verantwortlichen für die kundenspezifische Entwicklung in die Lage versetzt, die Leistung dieses Prozesses mit kurzen Durchlaufzeiten und termingerecht – also bedarfssynchron – verfügbar zu machen, und zwar angesichts eines turbulenten Umfelds mit zahlreichen Unsicherheiten und Störungen und ohne dabei teures Fachpersonal über Gebühr belasten zu müssen.

Hierzu sind die folgenden Aufgabenstellungen zu lösen:

- Die Konzeption eines Vorgehens, das es ermöglicht, Kapazitäten zwischen prozessbeteiligten Leistungseinheit besser aufeinander abzustimmen, um hiermit Durchlaufzeiten zu verkürzen,
- Die Entwicklung einer Systematik, die es ermöglicht, Arbeitsinhalte flexibel und mit geringem Aufwand zwischen Mitarbeitern zu verteilen, um hiermit Engpässe zu entlasten und qualifizierte Ressourcen effizient zu nutzen,
- Die Beschreibung eines Ansatzes, der es ermöglicht, schneller auf eine Veränderung des Kapazitätsbedarfs zu reagieren, um Störungen abzufangen und die Termintreue zu sichern.

Anschließend ist als vierte, methodische Aufgabenstellung die entsprechende **Methode zur Herstellung und Sicherung der Leistungsverfügbarkeit** zu entwickeln. Die hiermit formulierte Zielsetzung und Aufgabenstellung ist in Abbildung 1-4 zusammenfassend dargestellt.

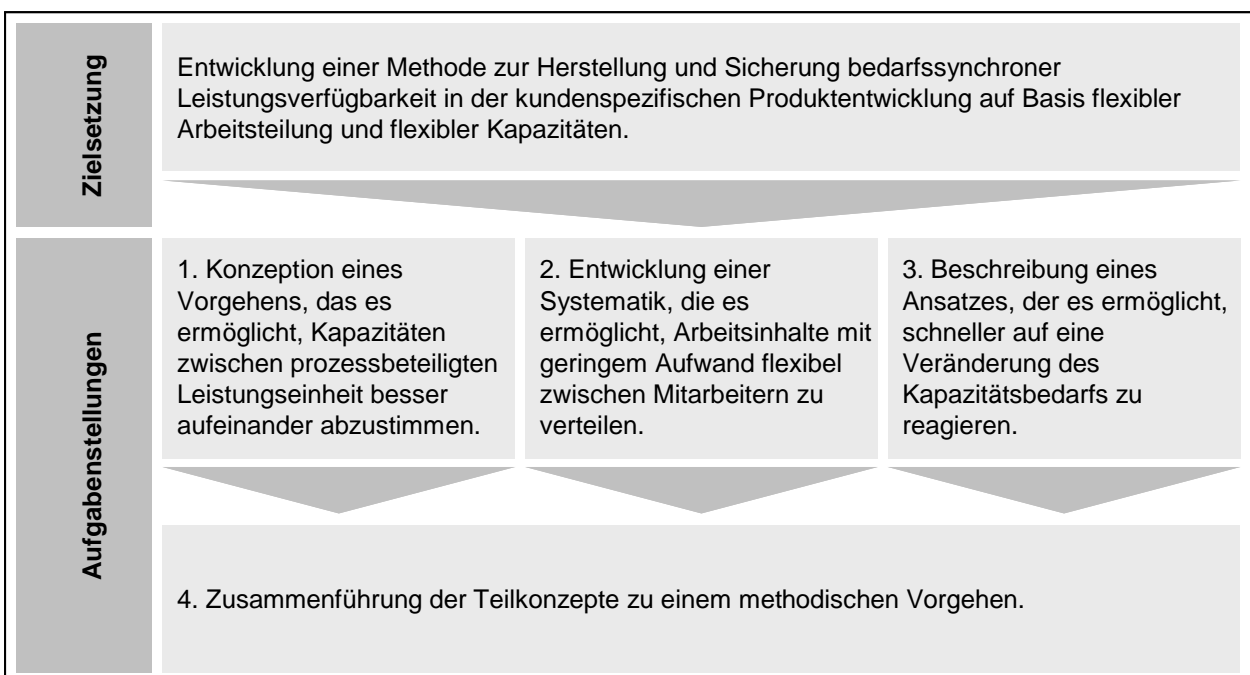


Abbildung 1-4: Zielsetzung und Aufgabenstellung der Arbeit (eigene Darstellung)

1.3.2 Vorgehen zur Bearbeitung der Aufgabenstellung

Die Bearbeitung der für diese Arbeit formulierten Aufgabenstellung erfolgt in insgesamt sieben Kapiteln. Abbildung 1-5 beschreibt das Vorgehen im Überblick.



Abbildung 1-5: Vorgehen zur Bearbeitung der Aufgabenstellungen (eigene Darstellung)

Nachdem in Kapitel 1 Ausgangssituation und Problemstellung beschrieben und die Zielsetzung formuliert wurden, erfolgen in Kapitel 2 wichtige Begriffsklärungen sowie die Eingrenzung des Untersuchungsbereichs. In Kapitel 3 werden bisher verfügbare Ansätze zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit gesichtet. Mit Kapitel 4 beginnt die Erarbeitung der Grundlagen der in Kapitel 5 zu beschreibenden Methode zur Verfügbarkeitsicherung in der kundenspezifischen Produktentwicklung. Zur Absicherung der entwickelten Konzepte und Methoden werden sie in Kapitel 6 anhand eines Planspiels und zweier Fallbeispiele überprüft. Kapitel 7 schließt die Arbeit mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse und der Formulierung weiterer Forschungsfragen ab.

2 Eingrenzung des Untersuchungsbereichs und begriffliche Grundlagen

In Kapitel 2 erfolgt vertiefend und ergänzend zu der bereits im ersten Kapitel vorgenommenen Fokussierung auf die Entwicklung kundenspezifischer Produkte im Maschinen- und Anlagenbau eine Beschreibung und weitere Eingrenzung des gewählten Untersuchungsbereichs (Kapitel 2.1). Anschließend werden in Kapitel 2.2 für die vorliegende Arbeit zentrale Begriffe eingeführt und erläutert. Kapitel 2.3 stellt die bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit in den Gesamtzusammenhang der Kapazitätswirtschaft.

2.1 Kundenspezifische Produktentwicklung im Maschinen- und Anlagenbau

Im Folgenden wird im Abschnitt 2.1.1 der Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland kurz charakterisiert, bevor im Abschnitt 2.1.2 das Untersuchungsobjekt „kundenspezifische Produktentwicklung“ näher betrachtet wird.

2.1.1 Maschinen- und Anlagenbau

Neben der Automobil-, Elektrotechnik- und Nahrungsmittelindustrie ist der Maschinenbau in der deutschen Wirtschaft eine der zentralen Branchen. 860.000 Beschäftigte, das sind etwa 15% aller Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe, erzeugen in fast 6.000 Unternehmen einen Umsatz von rund 150 Milliarden Euro (2005) (VDMA 2006, S. 6). Die Branche weist eine sehr heterogene Struktur auf. Mittelständische Familienunternehmen prägen das Bild des deutschen Maschinenbaus. Lediglich 2% der Unternehmen haben mehr als 1000 Beschäftigte (SCHRÖDER, J. 2003, S. 25). Die durchschnittliche Beschäftigtenzahl liegt bei etwa 150 Mitarbeitern (VDMA 2006, S. 7).

Der Maschinenbau ist eine der Kernbranchen für die technologische Leistungskraft der Industrie in Deutschland. Er liegt auf Platz drei der Innovatoren der deutschen Industriebranchen (VDMA 2005a). Da aus Maschinenbauinnovationen wichtige Innovationsimpulse auch für andere Branchen resultieren, kommt die hohe Innovationskraft des Maschinenbaus daher auch Unternehmen anderer Branchen zugute. Die Innovationstätigkeit des Maschinenbaus wird im Gegensatz zu den meisten anderen F&E-intensiven Branchen wesentlich geprägt von kleineren und mittleren Unternehmen (IMPULS 2001a, S. 1). Jedoch handelt es sich nicht immer um bahnbrechende Neuentwicklungen, sondern typisch ist die schrittweise Verbesserung bestehender Produkte (HEIDENREICH et al 1997, S. 147).

Da die produzierende Industrie als wichtigster Kunde stark auf Nachfrageschwankungen, wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen und Stimmungen reagiert, unterliegt der Auftragseingang im Maschinenbau traditionell starken Schwankungen (vgl. Abbildung 1-2 sowie SCHRÖDER, J. 2003, S. 27 und die dort zit. Literatur). Aufgrund seiner Stärke im Bereich kundenspezifisch ausgearbeiteter Produkte (HEIDENREICH et al. 1997, S. 149; SCHRÖDER, A. 2000, S. 57) nimmt die stetige Entwicklung und Weiterentwicklung neuer Produkte in dieser Branche einen sehr hohen Stellenwert ein. So liegt die durchschnittliche F&E-Quote – in der oftmals kundenspezifische Anpassungen nicht vollständig berücksichtigt werden –, bei einer im Auftrag des VDMA durchgeführten Befragung im Jahre 2005 bei 5.5% (VDMA 2005a, S. 7).

Die typischen Unternehmen des Maschinenbaus müssen daher kontinuierlich und mit hoher Kundenorientierung unter hohem Zeit- und Termindruck Produkte (weiter) entwickeln, können dabei jedoch aufgrund der meist geringen Unternehmensgröße die starken Auslastungsschwankungen nur schwer durch ein dickes Ressourcenpolster ausgleichen (vgl. SCHRÖDER, J. 2003, S. 32f). Der richtige Einsatz von Fachspezialisten ist daher von hoher Bedeutung für diese Unternehmen.

2.1.2 Kundenspezifische Produktentwicklung

Zur Charakterisierung der kundenspezifischen Produktentwicklung wird in Abschnitt 2.1.2.1 mit dem Fokus auf Produktentwicklung und Arbeitsvorbereitung der Prozess näher beschrieben und anschließend in Abschnitt 2.1.2.2 auf die Objekte eingegangen, die in diesem Prozess entstehen, d.h. die verschiedenen Konstruktionsarten und Aufgabentypen.

2.1.2.1 Prozess der kundenspezifischen Produktentwicklung

Produkte können sowohl kundenoffen als auch kundengebunden entstehen (vgl. EHRENSPIEL 2007, S. 270ff). Die Produktentstehung wird definiert als „der gesamte Prozess, der abläuft, bis ein Produkt genutzt wird: Von der Produktplanung und dann der Ideensuche, bei der das Produkt erst definiert wird, bzw. bei der Einzelfertigung: vom Auftrag bis zur Auslieferung des Produkts an den Nutzer“ (EHRENSPIEL 2007, S. 1). Als Synonyme werden bei Ehrenspiel Produkterstellung, Auftragsabwicklung, Produktentwicklung genannt.

Bei Vorliegen eines Auftrags für einen externen Kunden liegt eine kundengebundene oder auch kundenspezifische Produktentwicklung vor, die meist an feste Liefertermine gebunden ist und dadurch tendenziell unter einem hohen Termindruck steht. Bei kundenoffenen Produktentwicklungen spielen Produktplanung und Marketing zur Ermittlung der Kundenbedürfnisse eine größere Rolle. Die Termine (Start und Ende) werden in den allermeisten Fällen vom Unternehmen selbst bestimmt und sind im Vergleich zu kundengebundenen Produktentstehungsprozessen in größerem Umfang variabel. (WILDEMANN 1993b, S. 38f) überträgt diese Unterscheidung auf die zur Erfüllung der Aufgabe ‚Produktentwicklung‘ erforderlichen Prozessketten. Kundenoffene Entwicklungsprozesse laufen üblicherweise in eigenen Unternehmensbereichen mit eigenem Zeitraster ab, während kundenspezifische Entwicklungsprozesse Teil der Auftragsabwicklung sind. Aus Sicht eines vorwiegend kundenspezifisch operierenden Unternehmens ist die Entwicklung damit integraler Bestandteil des Leistungsprozesses (EVERSHEIM 1995, S. 22).

Zur Abgrenzung werden kundenoffen ausgelöste Entwicklungsprozesse im Folgenden als „Produktentstehungsprozess“ bezeichnet, kundenspezifische als „kundenspezifischer Produktentwicklungsprozess“ oder „kundenspezifischer Auftragsabwicklungsprozess“, und die Aufgabe selbst als „kundenspezifische Produktentwicklung“.

Aufgrund der hohen Herausforderungen an Termintreue und kurze Durchlaufzeiten einerseits und der hohen Bedeutung für den Maschinen- und Anlagenbau andererseits stehen im Rahmen dieser Arbeit die kundengebundenen Produktentwicklungen und damit der Auftragsabwicklungsprozess kundenspezifisch auszugestaltender Produkte im Vordergrund.

Für die weitere Eingrenzung des Untersuchungsbereichs wird eine Konzentration auf den der Produktion vorgelagerten Bereich der kundenspezifischen, technischen Auftragsabwicklung vorgenommen (vgl. Abbildung 2-1). Hierbei stehen die beiden Kernbereiche der unternehmensinternen Entwicklungsarbeit im Vordergrund, nämlich die Entwicklung und Arbeitsvorbereitung. Sowohl der Vertrieb als auch die Beschaffung werden im Rahmen dieser Arbeit außen vor gelassen, um einerseits den Aspekt der Erzeugung technischen Wissens in den Vordergrund zu stellen und andererseits die stark von der Interaktion mit Externen geprägten Bereiche zugunsten einer Vereinfachung der Analyse auszuklammern.

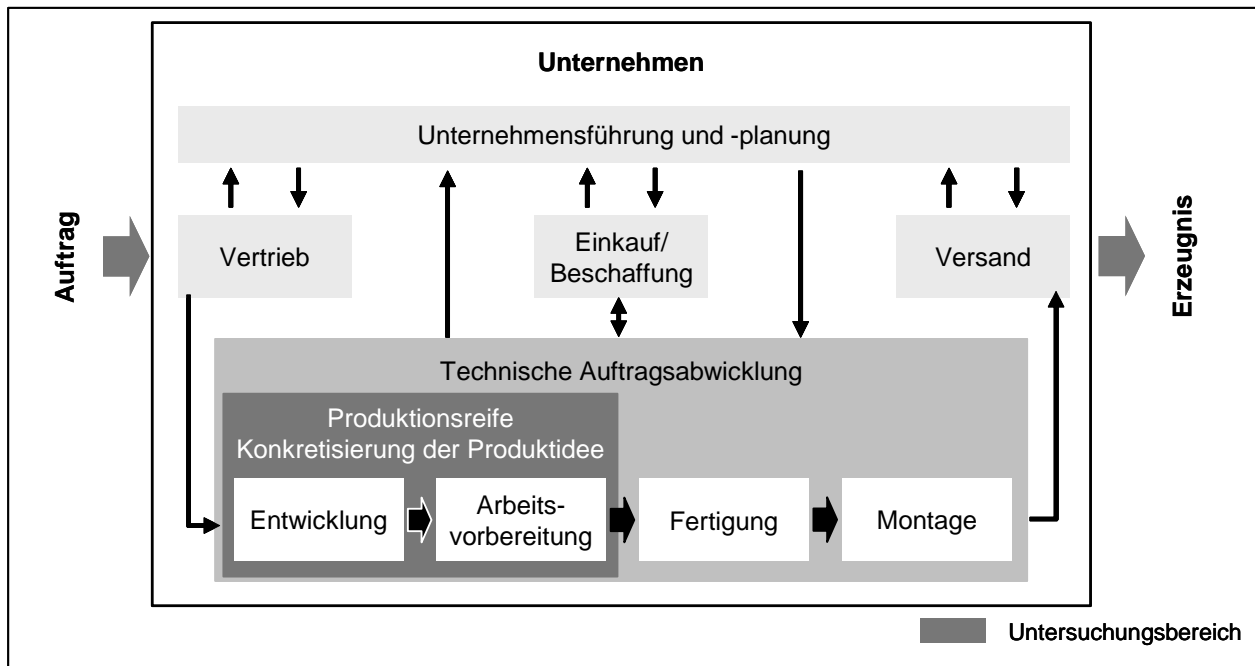


Abbildung 2-1: Betrachtungsbereich bezogen auf die technische Auftragsabwicklung (eigene Darstellung in Anlehnung an EVERSHEIM 1996, S. 228)

Ein Auftrag für ein kundenspezifisch zu entwickelndes Produkt durchläuft in der Konstruktion die Schritte Konzeption, Entwurf und Ausarbeitung (vgl. VDI 2221; VDI 2222). Ausgangspunkt ist die technische und wirtschaftliche Spezifikation des Produktes, für die in der Konzeptphase ein technisch und wirtschaftlich geeignetes Lösungskonzept entwickelt wird. Anschließend werden in der Entwurfsphase unter Angabe der wichtigsten Geometriedaten Gestalt, Anzahl und Anordnung von Baugruppen und Einzelteilen festgelegt. Der entstehende Entwurf wird in der Detaillierungsphase in Zeichnungen und Stücklisten überführt, die später von der Arbeitsvorbereitung bzw. Fertigung weiter verwendet werden (EVERSHEIM 1998). Grundsätzlich umfasst der Begriff Konstruktion zwar alle Tätigkeiten bis hin zur Festlegung der Produktdokumentation, mit denen die zur Herstellung und Nutzung eines Produktes erforderlichen Informationen erarbeitet werden (VDI 2221), ist aber in der allgemeinen Verwendung stark mit der Entwicklung mechanischer Systeme verbunden. Produkte beinhalten jedoch auch im Maschinenbau inzwischen viel Elektronik und Software. Um eine Verengung der Betrachtung auf mechanische Systeme zu vermeiden, und andererseits weitere mit der Produktentwicklung verbundene Aufgaben wie Versuch, Berechnung Projektierung, etc. nicht auszuschließen (vgl. EHRENSPIEL 2007, S. 241), wird daher im Folgenden allgemeiner von Entwicklung gesprochen.

Die Arbeitsvorbereitung umfasst die Aufgaben der Arbeitsplanung und der Arbeitssteuerung (EVERSHEIM 2002). Die Arbeitsplanung umfasst alle einmalig auftretenden Planungsmaßnahmen, während die Arbeitssteuerung alle Maßnahmen umfasst, die für eine der Arbeitsplanung entsprechende Auftragsabwicklung erforderlich sind. In Unternehmen mit hauptsächlich kundenspezifischer Produktion in Einzel- und Kleinserien überwiegen oft die Aufgaben der Arbeitsplanung. Die Arbeitsplanung lässt sich wiederum in die Bereiche Arbeitsablaufplanung und Arbeitssystemplanung unterteilen. Die Umsetzung der Produktinformationen aus der Entwicklung in Informationen für Fertigung und Montage ist Aufgabe der Arbeitsablaufplanung (BOCHTLER 1996, S. 18). Damit steht die Arbeitsablaufplanung im Rahmen dieser Arbeit im Vordergrund. Der Bereich, der die genannten Aufgaben durchführt, wird üblicherweise mit Arbeitsvorbereitung bezeichnet. Wenn im Folgenden von Arbeitsvorbereitung gesprochen wird, so sind damit in Anlehnung an die typische Begriffsverwendung in mittelständischen Unternehmen vorwiegend Aufgaben der Arbeitsablaufplanung gemeint.

Aufgaben und Aktivitäten	
Entwicklung (Produktdefinierende Aktivitäten)	Arbeitsplanung (Prozessdefinierende Aktivitäten)
<p>Anforderungsfestlegung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufgabenstellung festlegen - Produktanforderungen festlegen <p>Funktionsfindung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gesamtfunktion finden - Allgemeine Funktionsstruktur finden - Spezielle Funktionsstruktur finden <p>Prinziparbeit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Effekte ermitteln - Wirkprinzip ermitteln - Prinziplösung erstellen <p>Gestaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulare Struktur (Baustuktur) entwickeln - Baugruppen/Einzelteile Grobgestalten - Produktstruktur bestimmen <p>Detaillierung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einzelteile ausarbeiten - Dokumentation erstellen 	<p>Prozessplanung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fertigungsanforderungen ermitteln - Rohteil festlegen - Prozesse (Arbeitsvorgänge) bestimmen - Prozessfolge bestimmen - Arbeitsplätze/Maschinen ermitteln - Sonderbetriebsmittel bestimmen <p>Operationsplanung/NC-Programmierung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spannlage je Prozess bestimmen - Vorrichtungen/Spannmittel je Spannlage bestimmen - Operationen (Teilarbeitsvorgänge) je Prozess bestimmen - Operationsfolge je Prozess bestimmen - Werkzeuge je Operation bestimmen - Technologische Parameter je Operation bestimmen - Bewegungsparameter je Operation bestimmen - NC-Programme erstellen - Vorgabezeiten bestimmen

Abbildung 2-2: Aufgaben und Aktivitäten von Entwicklung und Arbeitsplanung (in Anlehnung an BOCHTLER 1996, S. 105)

In Abbildung 2-2 sind die typischen Aufgaben von Entwicklung und Arbeitsplanung bei der kundenspezifischen Auftragsabwicklung dargestellt. Gemeinsam führen sie alle notwendigen Schritte durch, um die Produktionsidee so weit zu definieren und in Dokumente zu gießen, dass das entsprechende Produkt hergestellt werden kann. Die aus den beschriebenen Aufgaben der Entwicklung und Arbeitsvorbereitung gebildete Prozesskette wird daher im Folgenden als „produktionsreife Konkretisierung der Produktidee (PKPI)“ bezeichnet. In Abgrenzung zu den Unternehmensbereichen Entwicklung und Arbeitsvorbereitung und den dort durchgeführten

Aufgaben wird im weiteren Verlauf von *Produktentwicklung* gesprochen, wenn die *Aufgabe* der Entwicklung eines neuen Produktes gemeint ist.

2.1.2.2 Objekte der kundenspezifischen Produktentwicklung

Zur weiteren Beschreibung von Entwicklungstätigkeiten können nach dem Neuigkeitsgrad der Aufgabe Neukonstruktion, Anpassungskonstruktion und Variantenkonstruktion unterschieden werden (EHRENSPIEL 2007, S. 256ff; PAHL 2005; EVERSHEIM 1998). Dann wird Neukonstruktion bezeichnet als Konstruktionsart, bei der alle Phasen des Konstruktionsprozesses durchlaufen werden und ein Produkt mit neuer prinzipieller Lösung entsteht. Eine Anpassungskonstruktion liegt vor, wenn das Konzept vorgegeben ist und der Entwurf an geänderte Anforderungen angepasst wird. Als Variantenkonstruktion wird bezeichnet, wenn der Entwurf zumindest grob-qualitativ vorgegeben ist und im Wesentlichen Abmessungen wegen Leistungs-/Schnittstellenanforderungen des Kunden geändert werden. Zur Verteilung der Zeitanteile gibt es nur wenige und keine aktuellen Untersuchungen. Frühere Untersuchungen haben ergeben, dass der größte Zeitanteil von Variantenkonstruktionen und teilweise noch Anpassungskonstruktionen eingenommen wird. Wirkliche Neukonstruktion machen nur 10% der Aufgaben in der Entwicklung aus (vgl. Abbildung 2-3).

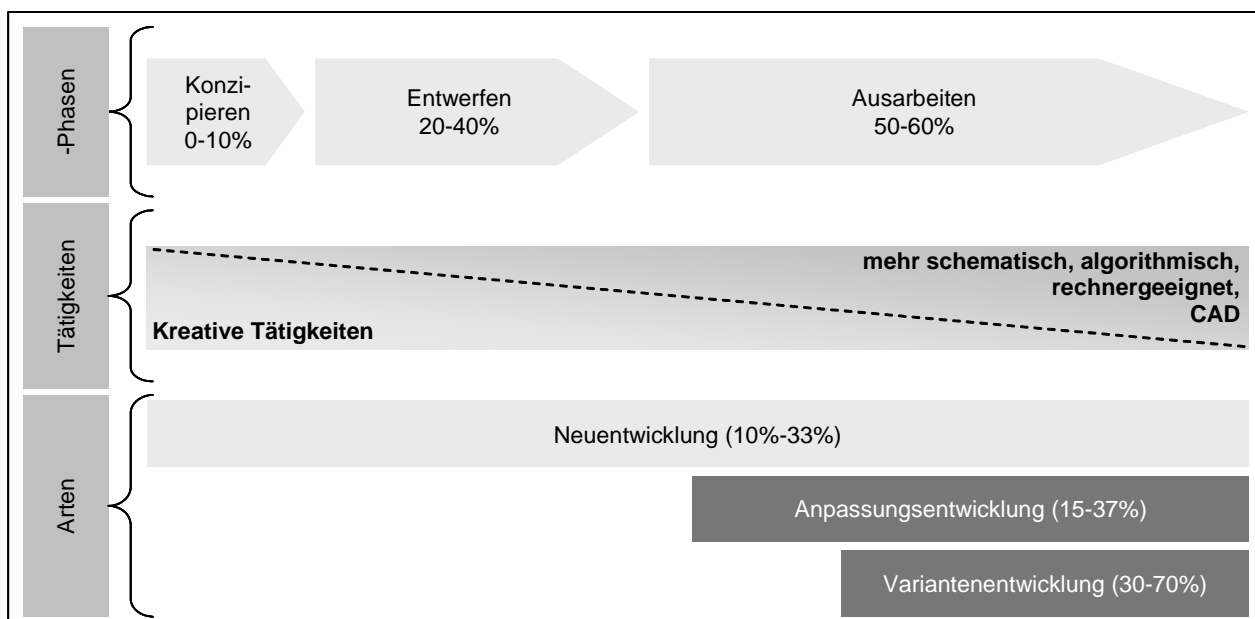


Abbildung 2-3: Unterscheidung von Entwicklungsaufgaben (in Anlehnung an EHRENSPIEL 2007, S. 258).

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Individualisierung der Produkte und der gleichzeitig von vielen Unternehmen verfolgten Baukastenstrategien sowie der typischen Innovationsstrategie der kleinen Schritte im Maschinen- und Anlagenbau (HEIDENREICH et al. 1997, S. 147) ist davon auszugehen, dass der Anteil an Anpassungs- und Variantenkonstruktionen auch heute noch deutlich größer ist als der der Neukonstruktionen, insbesondere in der kundengebundenen Entwicklung.

Mit der Typisierung der sich aus den verschiedenen Arten von Entwicklungsaufträgen ergebenden Entwicklungsaufgaben beschäftigen sich (NIPPA/REICHWALD 1990, S. 65-114). Bei ihnen steht neben dem Systematisierungsinteresse vor allem das Optimierungsinteresse im Vordergrund. Als Differenzierungsmerkmale für Entwicklungsaufgaben werden dabei eingeführt:

- a) Komplexitätsgrad: Die Komplexität "bestimmt sich aufgrund der Anzahl und Verknüpfung der einzelnen Aufgabenmerkmale".
- b) Neuigkeitsgrad: Die Neuigkeit lässt sich „anhand der Anzahl, dem Ausmaß und der Unvorhersehbarkeit von Abweichungen gegenüber vorliegenden Erfahrungen und Erkenntnissen feststellen.“
- c) Variabilitätsgrad: Die Variabilität "kann als Ausmaß der Aufgabenänderung (Ablauf, Ergebnis) im laufenden Entwicklungsprozess definiert werden."
- d) Strukturiertheitsgrad: Als Strukturiertheit "ist die sachliche und zeitliche Bestimmbarkeit des Entwicklungsziels (Produkt) und des Entwicklungsprozesses (Problemlösungsweg) zu verstehen."

Aus diesen Differenzierungsmerkmalen werden zwei Extremtypen der Entwicklungsaufgaben - Typ A und Typ B - abgeleitet (siehe Abbildung 2-4).

Aufgabentyp	Entwicklungsaufgaben vom Typ B	Mischtypen	Entwicklungsaufgaben vom Typ A
Formale Aufgabenmerkmale			
Komplexität	Hoch		Niedrig
Neuigkeitsgrad	Hoch		Niedrig
Variabilität	Hoch		Niedrig
Strukturiertheitsgrad	Niedrig		Hoch

Abbildung 2-4: Typen von Entwicklungsaufgaben (NIPPA/REICHWALD 1990, S. 73)

Beim Aufgabentyp B handelt es sich dabei z.B. um umfassende Neuentwicklungen hochtechnologischer Produkte oder um die unstrukturierte, komplexe und ständigen Änderungen unterworfenen Definitionsphase einer ansonsten unproblematischen Entwicklung. Beispiele für den Aufgabentyp A sind Anpass- oder Variantenentwicklung und gut strukturierte und definierte Entwicklungsphasen gegen Ende einer zunächst eher schwierigen Entwicklung (vgl. NIPPA/REICHWALD 1990, S. 72f). Zwischen diesen Extremtypen sehen die Autoren eine Reihe von Mischtypen, erkennen jedoch auch die Möglichkeit von Aufgaben an, die gegenläufige Ausprägungen der Differenzierungsmerkmale haben. Aufbauend auf dieser Typologie der Aufgaben in der Entwicklung werden anschließend verschiedene Gestaltungsempfehlungen abgeleitet.

Während bei Aufgaben vom Typ B stärker strukturierende und die Koordination verbessernde Maßnahmen zur Zeitverkürzung empfohlen werden, stellt der Aufgabentyp A mit sich wiederholenden, bekannten Entwicklungsabfolgen das „bevorzugte Anwendungsfeld bewährter Methoden und Verfahren zur quantitativen Analyse, der Systemforschung, zur organisatorischen Planung und Gestaltung des Fertigungsbereichs sowie des ausführenden administrativen Büro- und Verwaltungsbereiches“ (NIPPA/REICHWALD 1990, S. 78) dar. Dieser Auffassung schließt sich auch (EHRENSPIEL 2007, S. 286ff) an und empfiehlt unterschiedliche Rationalisierungsstrategien für die konstruktive Abwicklung bzw. Fortschrittskonstruktion.

Aufgrund der genannten Ausführungen zu den Aufgabenmerkmalen erscheint es nicht gerechtfertigt, Neuentwicklungen und Anpassungs-/Variantenentwicklungen bei der Entwicklung von Verbesserungsstrategien gemeinsam zu betrachten. Angesichts der Häufigkeit von Anpassungs- und Variantenentwicklungen im Maschinenbau wird eine Einschränkung auf diese Entwicklungsobjekte vorgenommen.

Wie den vorangegangenen Ausführungen zu entnehmen ist, ist Entwicklungsarbeit an vielen Stellen tatsächlich ein kreativer Prozess, ist „Wissensarbeit“ (HUBE 2005), die einer Standardisierung und Formalisierung nur eingeschränkt zugänglich ist. Ein großer Teil der Entwicklungsarbeit beruht jedoch auf der erneuten Anwendung bekannter Prinzipien und ist damit bis zu einem gewissen Punkt formalisierbar und standardisierbar (vgl. EVERSHEIM 1995, S. 22). Diese Erkenntnis bildet eine wichtige Grundlage für die im Rahmen dieser Arbeit zu entwickelnden Konzepte und Methoden.

Zusammenfassend ist fest zu halten, dass im Rahmen dieser Arbeit der Prozessabschnitt der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee im Rahmen der technischen Auftragsabwicklung für kundenspezifische Anpassungs- und Variantenentwicklungen im Maschinen- und Anlagenbau betrachtet wird.

2.2 Begriffliche Grundlagen zur bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit

Im Folgenden werden die begrifflichen Komponenten der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit näher untersucht und der Zusammenhang zu verwandten Begriffen bzw. Konzepten hergestellt. In Abschnitt 2.2.1 werden die Anforderungen eines turbulenten Umfeldes aufgeführt. Leistung in der Produktentwicklung wird in Abschnitt 2.2.2 betrachtet und abschließend in Abschnitt 2.2.3 der Begriff der Synchronität definiert.

2.2.1 Kundenspezifische Produktentwicklung im turbulenten Umfeld

In den bisherigen Ausführungen wurde bereits mehrfach die Problematik turbulent einströmender Kundenimpulse und durch sie verursachter schwer vorhersehbarer Schwankungen des Kapazitätsbedarfs angesprochen. Daher werden im Folgenden kurz die allgemeinen Charakteristika eines turbulenten Umfelds betrachtet.

(WIENDAHL, H.-H. 2006a, S. 183) nutzt zur Verdeutlichung von Turbulenz eine Analogie zur Strömungsmechanik. Die Strömungsmechanik beschreibt mit Turbulenz einen Bewegungszustand von Fluiden mit einer raum-zeitlich unregelmäßigen Strömung, d.h. Wirbelbildung. In einem turbulenten Zustand ist es nicht möglich, aus dem makroskopischen Verhalten des Fluids auf das mikroskopische Verhalten einzelner Elemente zu schließen. Ähnliche Verhaltensweisen lassen sich im Unternehmensumfeld beobachten: Kürzere Produktlebenszyklen, technologische Neuerungen in schneller Abfolge, kurzzyklische Konjunkturschwankungen, etc.. (GOTTSCHALK/KÖNIG 2004, S. 715-719) fassen verschiedene Untersuchungen zusammen und unterscheiden zwischen internen und externen Unsicherheiten, die sich einerseits aus dem eigenen Unternehmen bzw. dem Netzwerk, in das es eingebunden ist, und andererseits aus dem Markt ergeben. Neben diese inhaltliche Sicht stellt Wiendahl eine nach Planung und Steuerung differenzierte zeitliche Sicht und systematisiert die Ursachen für Turbulenz wie in Abbildung 2-5 dargestellt.

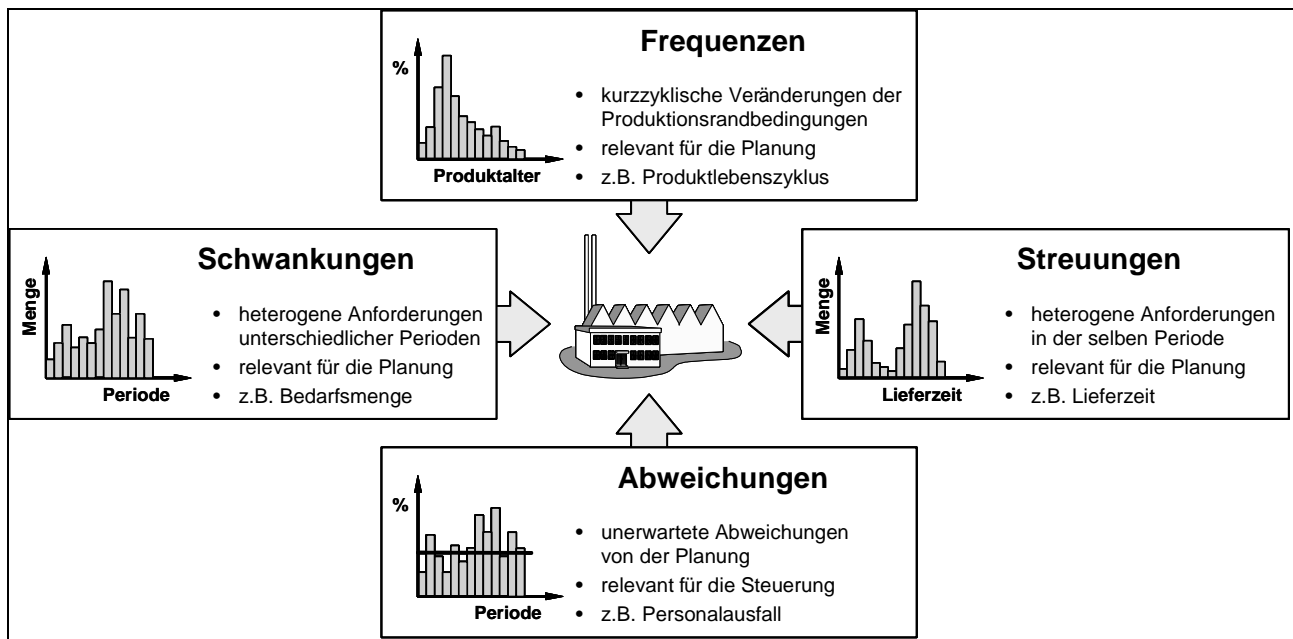


Abbildung 2-5: Ursachen für Turbulenz (WIENDAHL, H.-H. 2006a, S. 184f).

Frequenzen beschreiben dabei kurzyyklische Änderungen der Rahmenbedingungen. Schwankungen werden definiert als heterogene Anforderungen unterschiedlicher Perioden, während Streuungen heterogene Anforderungen der gleichen Periode darstellen. Als Abweichungen werden unerwartete Divergenzen von der ursprünglichen Planung bezeichnet. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird eine Konzentration auf solche Turbulenzen vorgenommen, die Unternehmen kurzfristig vor Herausforderungen bzgl. der Bereitstellung der geforderten Leistung stellen. Dabei handelt es sich um Schwankungen, Streuungen und Abweichungen mit Wirkung auf die bereitzustellende bzw. angebotene Kapazität. Sie resultieren aus internen und externen Unsicherheiten und erzeugen durch ihr unvorhersehbares Auftreten und Zusammenwirken Turbulenz. Damit müssen die Unternehmen durch ihre kapazitive Reaktionsfähigkeit fertig werden. Besondere Herausforderungen stellen dabei Abweichungen mit kapazitiven Wirkungen dar, da sie während einer bereits laufenden Auftragsabwicklung ausgeglichen werden müssen. Die verfügbare Reaktionszeit verkürzt sich dabei enorm. An dieser Stelle gilt es, Maßnahmen zu finden, die möglichst schnell und kostengünstig umgesetzt werden können, um einerseits Durchlaufzeit und Termineinhaltung abzusichern, andererseits jedoch die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit eines Unternehmens nicht über zu strapazieren.

2.2.2 Leistung in der kundenspezifischen Produktentwicklung

In den Naturwissenschaften ist Leistung = Arbeit/Zeit, wobei Arbeit als Kraft x Weg berechnet wird. Je mehr Arbeit in der gleichen Zeit erledigt wird, desto höher ist die Leistung. Diese Betrachtung fokussiert auf die Input-Output-Relation und berücksichtigt nicht die Qualität der erbrachten Leistung.

Die Betriebswirtschaftslehre definiert die (betriebliche) Leistung als „das (gelungene) Ergebnis eines betrieblichen Erzeugungsprozesses“ (GABLER 1994). Sie ergänzt das Konzept der Leistung verstanden als Arbeitseinsatz um eine ergebnis- und wertmäßige Betrachtung und stellt sie den entstandenen Kosten gegenüber.

Angesichts der wachsenden Bedeutung von Dienstleistungen hat der Begriff der Leistung eine zusätzliche Erweiterung erfahren. Leistung wird demnach sowohl als Prozess als auch als Ergebnis verstanden und beinhaltet materielle wie auch immaterielle Dimensionen (vgl. HUBE 2005, S. 64). Bezogen auf den Betrachtungsbereich sind dies also physische und geistige Ergebnisse in Form einer dokumentierten Problemlösung. Verschiedene Ansätze ergänzen dieses Verständnis durch eine Betrachtung der Potentialfaktoren, vornehmlich der zur Leistungserstellung notwendigen Ressourcen (vgl. hierzu ausführlich KARLOWITSCH 2000, S. 45ff und die dort zit. Lit.). Leistung ist nach diesen Ansätzen untrennbar mit dem zur Erstellung notwendigen Prozess sowie dem Einsatz von Ressourcen verbunden.

Damit umfasst der Begriff Leistung den Akt des Leistens, d.h. den Prozess der Leistungserbringung (Arbeitseinsatz), der innerhalb einer bestimmten (vorgegebenen) Zeitspanne von geeigneten Ressourcen erbracht wird, ebenso wie das Ergebnis dieses Prozesses, das anhand bestimmter Kriterien als ordnungsgemäß eingestuft und mit einem bestimmten Wert versehen wird. Analog dazu soll auch Leistung in der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee verstanden werden als das konkrete Ergebnis, nämlich einer anforderungsgemäßen fehlerfreien Produktdokumentation und entsprechender Fertigungsinformationen, das in einem bestimmten Prozess erstellt wurde, in dessen Verlauf personelle (und technische) Ressourcen effizient und termingerecht eingesetzt wurden (in Erweiterung zu EHRENSPIEL 2007, S. 287).

Leistung	Akt des Leistens	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prozess der Leistungserbringung (Arbeitseinsatz) innerhalb einer bestimmten (vorgegebenen) Zeitspanne
	Leistungsressourcen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zur Durchführung des Prozesses erforderliche personelle und technische Ressourcen
	Ergebnis dieses Prozesses	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anhand bestimmter Kriterien als ordnungsgemäß eingestuft und mit einem bestimmten Wert versehen
Leistungsverfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zustand, in dem ein Prozess anforderungsgemäß durchgeführt und das geforderte Ergebnis termingerecht fertig gestellt werden kann. Dies bedeutet, dass zum Zeitpunkt des Abrufs die zu Leistungserstellung notwendigen Ressourcen verfügbar sind, und zwar unabhängig von auftretenden Unsicherheiten, d.h. Schwankungen des Bedarfs oder von Störungen. 	

Abbildung 2-6: Leistung und Leistungsverfügbarkeit (eigene Darstellung)

Wenn festgelegt werden soll, was es bedeutet, eine Leistung zu Verfügung zu stellen, also von Leistungsverfügbarkeit, sind demnach alle drei genannten Aspekte einer Leistung zu betrachten.

Zunächst fordert der Kunde eine Leistung als Ergebnis, nämlich ein auf seine spezifische Problemstellung angepasstes Produkt, über das er zum gewünschten Zeitpunkt verfügen kann. Dieser Wunsch zieht auf Seiten des Unternehmens den Akt des Leistens nach sich, der in einem bestimmten Zeitraum stattfinden muss, um das Ergebnis termingerecht zur Verfügung zu stellen. Basis für die Berechenbarkeit dieses Ergebnisses ist eine Beschreibung des zugrunde liegenden Prozesses. Doch ohne Mitarbeiter, die diesen Prozess aktivieren, wird kein Ergebnis erzielt. Entsprechend bedeutet dies, dass die Leistung dieser Mitarbeiter im vorgesehenen Zeitraum verfügbar sein muss - und zwar

einerseits mengenmäßig, d.h. in Form eingesetzter Arbeitsstunden, als auch qualitativ, d.h. im Einsatz ihrer geistigen Fähigkeiten für die Problemlösung.

Wird im weiteren Verlauf der Arbeit von Leistungsverfügbarkeit gesprochen, so sind alle genannten Aspekte beinhaltet. Da jedoch ohne verfügbare Ressourcen weder der Prozess durchgeführt noch ein Ergebnis erzielt werden kann, geht es bei der Leistungsverfügbarkeit wie sie hier betrachtet wird vor allem um die Verfügbarkeit der Ressourcen und ihrer Leistung im Sinne geistiger Arbeit.

Die Anforderungen hinter diesem Gedanken verdeutlicht ein Blick in den technischen Bereich, wo der Begriff der Leistungsverfügbarkeit bereits heute seine Anwendung findet. So wird er beispielsweise bei Maschinen und Anlagen in dem Sinne verwendet, dass diese Betriebsmittel für den Einsatz verfügbar sind. In der Informationstechnologie wird der Gedanke der Leistungsverfügbarkeit dahingehend ergänzt, dass die Leistung der IT-Ressourcen auch bei vielen gleichzeitigen Zugriffen verfügbar sein soll und gegen Abstürze u.ä. zu sichern ist und beinhaltet damit auch den Gedanken der Absicherung gegen besondere Belastungen oder Ereignisse.

Wird der Begriff auf die produktionsreife Konkretisierung der Produktidee übertragen, wird Leistungsverfügbarkeit definiert als ein Zustand, in dem die produktionsreife Konkretisierung der Produktidee anforderungsgemäß durchgeführt und das geforderte Ergebnis termingerecht fertig gestellt werden kann. Dies bedeutet, dass zum Zeitpunkt des Abrufs die zur Leistungserstellung notwendigen Ressourcen verfügbar sind, und zwar unabhängig von auftretenden Unsicherheiten, d.h. Schwankungen des Bedarfs oder von Störungen.

Leistungsverfügbarkeit in Prozessen geistiger Leistungserstellung ist daher untrennbar mit dem Gedanken der Personalverfügbarkeit verbunden. Personalverfügbarkeit entsteht in mehreren Stufen auf Basis einer strategisch-langfristigen, mittelfristigen und kurzfristigen Personalplanung. Letztere wird über die Personaleinsatzplanung und –steuerung umgesetzt. "Die Personaleinsatzplanung hat das Ziel, den kurzfristig notwendigen Personalbedarf durch den vorhandenen Personalbestand zu decken. Dabei werden den vorhandenen Mitarbeitern jeweils bestimmte Aufgaben, Aufgabenbereiche oder Aufträge mit bestimmten Anforderungsmerkmalen zugewiesen. Die Einsatzplanung ist notwendig, da qualifikatorische, zeitliche und räumliche Restriktionen die Einsatzmöglichkeiten von Mitarbeitern beschränken. Die Personaleinsatzsteuerung ist die zeitnahe Anpassung der Planung an veränderte Randbedingungen, nachdem mit der geplanten Tätigkeit begonnen wurde (VASEN 2003, S. 11).

Personalplanung, Personaleinsatzplanung und –steuerung gehören zum übergeordneten Bereich der Kapazitätswirtschaft. Damit ist auch die Herstellung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit eng mit der Kapazitätswirtschaft verbunden. Dieser Zusammenhang wird in Kapitel 2.3 näher erläutert.

2.2.3 Synchronität in der kundenspezifischen Produktentwicklung

Im Begriff der Leistungsverfügbarkeit ist bereits ein zeitlicher Aspekt enthalten. Dieser wird durch den Begriff „Synchronität“ im Folgenden weiter konkretisiert. Der Begriff „synchron“ stammt aus dem Griechischen und besteht aus den Wortteilen „συν (syn)“, was soviel bedeutet wie „mit, gemeinsam“, und „χρονος (chronos)“ = „Zeit“. „Synchron“ bedeutet also „zeitgleich“, „zeitlich zusammen fallend“. Wenn mindestens zwei Ereignisse gleichzeitig stattfinden oder zwei Prozesse zeitlich parallel

verlaufen, dann sind sie „synchron“. Bezogen auf die produktionsreife Konkretisierung der Produktidee kann der Begriff „synchron“ unter Bezug auf die Leistungserbringung (den Kundenbedarf) daher unter zwei Blickwinkeln angewendet werden:

Im ersten Blickwinkel bedeutet Synchronität, dass ein Unternehmen unmittelbar auf einen Bedarf reagiert (*zeitliches Zusammenfallen von zwei Ereignissen*).

Je nachdem, ob der Bedarf intern oder extern entsteht, wird im Folgenden von interner und externer Synchronität bzw. Synchronisation als Vorgang der Herstellung von Synchronität gesprochen. Nach außen hin geht es bei einer Synchronisation grundsätzlich um die schnellstmögliche Reaktion auf eine Bedarfsäußerung bzw. die termingerechte Lieferung der Leistung an den Kunden. In dieser Arbeit wird dabei der Aspekt der termingerechten Lieferung fokussiert, da die Reaktion auf die Bedarfsäußerung als Aufgabe des Vertriebs von der Betrachtung ausgeschlossen wurde. Nach innen wird Synchronisation verstanden als die enge Kopplung zweier Unternehmenseinheiten bzw. Prozessschritte in der Form, dass minimale Liegezeiten und im Gesamtergebnis möglichst kurze Durchlaufzeiten entstehen.

Der Zeitpunktaspekt der Synchronität wird häufig durch den Gedanken des *just-in-time* (JIT) ausgedrückt. JIT, bekannt aus dem Toyota-Produktions-System TPS und ursprünglich für die Fertigung verwendet, beschreibt die Ausrichtung eines Produktionssystems auf den Kundenbedarf in der Art, dass ohne Bestände direkt auf Kundenauftrag hin produziert wird. Explizit benutzt Wildemann bereits Anfang der Neunziger Jahre den Begriff für die Produktentwicklung und versteht darunter „das richtige Produkt, in der richtigen Funktionalität, zum richtigen Preis in das richtige Marktfenster platziert“ (WILDEMANN 1993a, S. 1251). Dahinter versteckt sich jedoch hauptsächlich ein Konzept zur Vermeidung von Blindleistung und zur Steigerung der Geschwindigkeit der Produktentwicklung durch Prozesskettenorientierung (WILDEMANN 1993b).

Stärker auf kundenindividuelle Produkte geht *Manufacturing on Demand* ein, d.h. die Produktion erfolgt nur im Kundenauftrag in Losgröße eins, es betont jedoch eher die produktionsseitigen Aspekte (vgl. WESTKÄMPER 1996).

Der zweite Blickwinkel zur Synchronität besagt, dass der zeitliche und mengenmäßige Verlauf der externen Nachfragekurve (Kapazitätsnachfrage) und der internen Leistungskurve (Kapazitätsangebot) synchron abläuft, d.h. gleichlaufend ohne Verzerrungen der Kurven (*zeitlich paralleler Verlauf von zwei Prozessen*).

Hier wird ausgehend vom Begriff Synchronität der Bezug zur Kapazität hergestellt, die zur Erbringung einer nachgefragten Leistung benötigt wird (zum Thema Kapazität siehe unten Kapitel 2.3). Verlaufen Kapazitätsangebot und Kapazitätsnachfrage synchron, so entspricht die Menge der verfügbaren Kapazität zu jedem Zeitpunkt der Menge der nachgefragten Kapazität. Die eingesetzte Kapazität passt sich flexibel an den Bedarf an. Synchronität von Kapazitätsangebot und –nachfrage ist damit Ergebnis der Flexibilität des Kapazitätsangebots. Kurzfristig kann Synchronität nur unter Berücksichtigung momentan vorhandener flexibler Kapazitäten erreicht werden. Mittel- und langfristig kann Synchronität durch die Hinzuziehung oder den Abbau von Ressourcen (Kapazitätseinheiten) erreicht werden. Je flexibler also *ceteris paribus* das bestehende Kapazitätsangebot, desto synchroner können Nachfrage und Angebot verlaufen. Allerdings sind hier die beiden Aspekte quantitativer und

qualitativer Kapazität gleichermaßen zu betrachten. Es nützt nichts, mengenmäßig die ausreichende Anzahl Mannstunden zur Verfügung zu haben, wenn das verfügbare Personal nicht die geforderten Qualifikationen aufweist. Zur Flexibilität des Kapazitätsangebots muss allerdings noch eine leistungsfähige Kapazitätssteuerung hinzu treten, um die Flexibilität auch nutzen zu können.

Wegen der Bedeutung der Flexibilität für die Synchronität wird auch dieser Begriff im Folgenden im Wesentlichen unter Bezug auf (CORSTEN/GÖSSINGER 2005) sowie (KERSTEN/KERN 2005) näher erläutert. Flexibilität beschreibt allgemein die „Anpassungs-, Umstellungsfähigkeit oder Beweglichkeit eines Systems in Bezug auf wechselnde Aufgabenstellungen (...). Sie ist damit ein Ausdruck dafür, ob, in welchem Umfang und wie schnell die Leistung eines Systems an andersartige Aufgaben angepasst werden kann“ (CORSTEN/GÖSSINGER 2005, S. 108). Neben der klar reaktiven Komponente wird von den meisten Autoren hervorgehoben, dass Flexibilität auch im aktiven Sinne als Aktionsvermögen bzw. die Fähigkeit zur Nutzung von Chancen zu verstehen ist.

Flexibilität wird weiter unterteilt in eine Bestands- und Entwicklungsflexibilität, bzw. eine statische und dynamische Flexibilität (De TONI/TONCHIA 1998, S. 1587-1617). Hierbei entspricht die Bestandsflexibilität als Fähigkeit, mit dem vorhandenen System durch Veränderung der Kapazitätsnutzung auf wechselnde Aufgaben in adäquater Weise zu reagieren, entsprechend der oben beschriebenen Abgrenzung eher der Flexibilität im engen Sinne. Eine ähnliche Bedeutung hat auch der Begriff der statischen Flexibilität. Die Entwicklungsflexibilität als Möglichkeit, das System an langfristige Umweltveränderungen anzupassen entspricht vor allem unter Berücksichtigung der aktiven Komponente eher der dynamischen Flexibilität bzw. der Wandlungsfähigkeit. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird im Sinne einer schnellen Reaktionsfähigkeit auf turbulente Bedingungen die Bestandsflexibilität betrachtet.

Flexibilität ist sinnvoll nur in Bezug zu den Anforderungen der Umwelt zu bewerten. Ein ausreichend flexibles System liegt vor, wenn die Möglichkeiten zur Anpassung den Anforderungen der Umwelt entsprechen. Reichen die Handlungsoptionen nicht aus, so ist das System nur als eingeschränkt flexibel bzw. unflexibel zu bewerten. (CORSTEN/GÖSSINGER 2005, S. 110) fordern somit "die Schaffung und Aufrechterhaltung einer an den erwarteten Veränderungen der Aufgaben orientierten Bestandsflexibilität des Produktionssystems durch die Implementierung und Ausschöpfung von Optionen zur Kapazitätsnutzung. Ziel ist dabei, die Menge der Handlungsoptionen so zu gestalten, dass deren Eigenschaften vor dem Hintergrund des Eigenschaftsspektrums der erwarteten Veränderungen als adäquat empfunden wird." Als wesentliche Eigenschaften der Menge der Handlungsoptionen nennen sie Art (quantitativ, qualitativ), möglicher Anpassungsumfang, Dauer, Anpassungs- und Initialisierungs-geschwindigkeit. Diese sind unter Berücksichtigung ökonomischer Aspekte auf die wesentlichen Eigenschaften der erwarteten Veränderungen wie Art (quantitativ, qualitativ), Umfang, Dauer, Geschwindigkeit sowie Vorhersehbarkeit des Eintrittszeitpunktes abzustimmen.

Im Bezug zur Produktentwicklung kommen Kersten/Kern nach einer Literaturübersicht jedoch zu dem Schluss, dass die Thematik der flexiblen Produktentwicklung hauptsächlich unter der Perspektive der Gestaltung des Produkts und seiner Struktur, sowie auf die Gestaltung des Prozesses der Produktentwicklung vorwiegend durch modulare Ansätze bzw. durch die Unterstützung mit Informations- und Kommunikationstechnologien diskutiert wird (vgl. KERSTEN/KERN 2005, S. 235).

Eine intensivere Betrachtung der Kapazitätsflexibilität in der Produktentwicklung kann daher neue Perspektiven eröffnen.

Flexibilität wird vor allem in der neueren (ingenieurwissenschaftlichen) Literatur häufig vom Begriff der Wandlungsfähigkeit abgegrenzt (HERNANDEZ 2003, S. 26ff; WIENDAHL, H.-P. 2002; WESTKÄMPER et al. 2000, S. 25). Flexibilität wird dabei verstanden als Fähigkeit, schnell zwischen verschiedenen, jedoch grundsätzlich bekannten Anforderungen umzustellen. Demgegenüber wird betont, dass ein wandlungsfähiges System in der Lage ist, sich auch an unvorhergesehene Anforderungen anzupassen. Flexibilität wird dann als Unterbegriff der Wandlungsfähigkeit eingeordnet. Sobald die Begriffe jedoch auf vom Menschen gestaltete Systeme wie z.B. Unternehmen angewendet werden, verschwimmt die Grenze zusehends. Sowohl die Flexibilität als auch die Wandlungsfähigkeit müssen bereits während der Gestaltung berücksichtigt werden, so dass „unvorhergesehene Anforderungen“ letztlich als mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in der näheren oder fernerer Zukunft auftretende Anforderungen zu verstehen sind. Je nachdem, welche Wahrscheinlichkeiten und welcher Zeithorizont noch in der Gestaltung berücksichtigt werden, würde das System bei Einbeziehung von Anforderungen mit geringerer Wahrscheinlichkeit oder längerem Zeithorizont eher als wandlungsfähig beschrieben, bei Einschränkung auf solche mit eher größerer Wahrscheinlichkeit bzw. kürzerem Zeithorizont als flexibel. Damit lässt die zur bewussten Gestaltung von Systemen notwendige Einbeziehung einer Auftretenswahrscheinlichkeit die Grenze zwischen Flexibilität und der Wandlungsfähigkeit durchlässig werden, so dass in der Realität eine Grauzone besteht. Es lässt sich jedoch ableiten, dass ein Konzept zur Steigerung der Flexibilität eines Systems grundsätzlich auch seine Wandlungsfähigkeit fördert.

Die Ausführungen zum Begriff der Flexibilität zeigen, dass die Fähigkeit eines Systems, sich an wechselnde Bedingungen anzupassen, als eine wesentliche Voraussetzung der Erreichung einer bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit zu verstehen ist.

Zusammenfassend zu den obigen Ausführungen kann bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit demnach als *Ergebnis* einer hohen *Reaktionsfähigkeit* (eines Systems bzw. eines Prozesses), einer auf die Umfeldanforderungen ausgerichteten *Flexibilität* (eines Prozesses sowie seiner Kapazitäten), sowie einer *Absicherung* gegen intern und extern erzeugte Turbulenzen bezeichnet werden.

2.3 Bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit und Kapazitätswirtschaft

Bereits in den vorhergehenden Ausführungen wurde die enge Verbindung zwischen Leistungsverfügbarkeit und Kapazitätswirtschaft deutlich. Diese wird in den folgenden Abschnitten näher betrachtet. Abschnitt 2.3.1 klärt zunächst die wesentlichen Grundbegriffe. Abschnitt 2.3.2 beschreibt die allgemeinen Aufgaben der Kapazitätswirtschaft und zeigt, wie die vorliegende Arbeit mit diesen Aufgaben verbunden ist.

2.3.1 Grundbegriffe zur Kapazität

Der Kapazitätsbegriff umfasst grundsätzlich sowohl Menschen als auch Betriebsmittel; sollen die Besonderheiten der Bewirtschaftung menschlicher Kapazitäten gegenüber der von Betriebsmitteln hervorgehoben werden, so wird der Begriff „Kapazität“ durch „Personal“ ersetzt bzw. ergänzt (z.B.

Kapazitätseinsatzplanung gegenüber Personaleinsatzplanung). Vor allem die dem Personalwesen zuzurechnende Literatur zieht die entsprechende Präzisierung vor (z.B. BÜHNER 2005). Ansätze mit eher produktionswissenschaftlichem Hintergrund bevorzugen demgegenüber den Begriff „Kapazität“ mit der häufig impliziten Einschränkung auf die Ressource „Personal“, so z.B. die Literatur zum Dienstleistungsmanagement (CORSTEN/GÖSSINGER 2005; STUHLMANN 2000; CORSTEN/STUHLMANN 1997).

Unabhängig von der Spezifizierung der zugrunde liegenden Ressource (Personal oder Betriebsmittel) bleiben die grundlegenden Ansätze und Vorgehensweisen jedoch erhalten (REFA 1991, S. 209). Wegen der Eingrenzung auf personelle Ressourcen im Rahmen dieser Arbeit, sowie der Betonung der Umsetzung des betrieblichen Leistungsprozesses gegenüber der Sichtweise der Ressource Personal (es geht um die Leistungsfähigkeit der Ressource, nicht um die Ressource selbst), wird daher im folgenden „Kapazität“ als Synonym für „Personalkapazität“ verwendet. Davon abweichende Verwendungen werden entsprechend kenntlich gemacht. Bezogen auf die Ressource Personal wird die qualitative Kapazität durch ihr Leistungsangebot beschrieben („Was können die Mitarbeiter tun?“), die quantitative Kapazität durch die Anzahl der Mitarbeiter, den Zeitpunkt, die Dauer und ggf. den Ort ihres Einsatzes („Wann und wie lange können wie viele Mitarbeiter etwas tun?“) (vgl. REFA 1991, S. 180f).

2.3.2 Aufgaben der Kapazitätswirtschaft

Die zur Bearbeitung der Aufträge erforderlichen Kapazitäten wirtschaftlich bereit zu stellen, ist ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Aufgaben mit unterschiedlichem Zeithorizont. Dazu gehören Aufgaben der Planung mit einer mittel- bis langfristigen Perspektive ebenso wie Aufgaben der Steuerung mit einer kurzfristigen Perspektive. Eine Übersicht über die sich daraus ergebenden Aufgaben der Kapazitätswirtschaft gibt Abbildung 2-7.

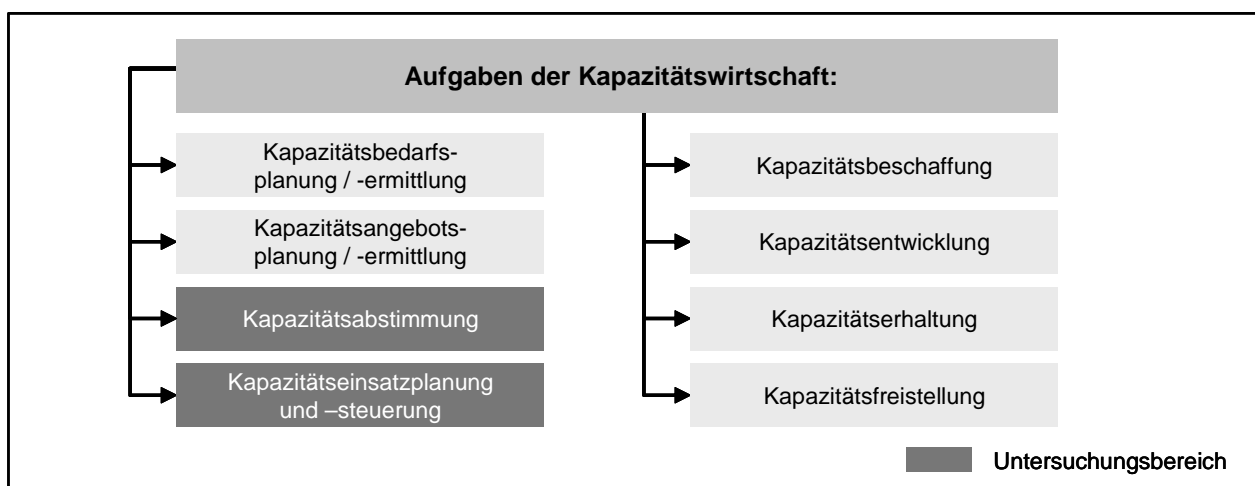


Abbildung 2-7: Aufgaben der Kapazitätswirtschaft (in Anlehnung an REFA 1991, S. 186)

Der in dieser Arbeit verfolgte verfügbarkeitsorientierte Ansatz berührt verschiedene Aufgaben der Kapazitätswirtschaft. Zunächst ist aufgrund eines typischen Auftragsanfalls (aus der Vergangenheit abgeleitet oder auf Prognosen aufbauend; auch: Produktionsprogramm) mittels der geplanten Kapazitätsbedarfe je Auftrag ein grundsätzlich notwendiges Kapazitätsangebot (Normalkapazität)

abzuleiten (programmbezogene Kapazitätsbedarfs-/angebotsplanung), das die grundlegende Verfügbarkeit der aktuell oder potenziell geforderten Leistungen sicher stellt. Darauf aufbauend erfolgt auf Basis des konkreten Auftragsanfalls ein Vergleich der tatsächlich erforderlichen Kapazitäten mit dem vorhandenen Kapazitätsangebot (Kapazitätsabstimmung). Ergibt sich eine Über- oder Unterdeckung, so sind Maßnahmen der Kapazitätsanpassung bzw. des Kapazitätsabgleichs notwendig.

Aufgrund der Konzentration dieser Arbeit auf den Umgang mit Turbulenzen stehen Kapazitätsabstimmung und Kapazitätseinsatzplanung bzw. -steuerung im Vordergrund. Die prinzipielle Eignung des vorhandenen Kapazitätsangebots (Stammkapazität; Normalkapazität) zur Erbringung der geforderten Leistungen wird vorausgesetzt und der Kapazitätsbedarf als Eingangsgröße übernommen. Die Kapazitätsabstimmung trägt dafür Sorge, dass aktueller Kapazitätsbedarf und -angebot zur Deckung gelangen. Grundsätzlich gibt es hierfür die Möglichkeit der Kapazitätsanpassung (Angebot nach oben oder unten an Bedarf anpassen) und des Kapazitätsabgleichs (Bedarf an Angebot anpassen) (REFA 1991, S. 192). Die Anpassung kann durch interne oder externe Kapazitäten vorgenommen werden. Der Abgleich kann in zeitlicher Hinsicht durch das Verschieben von Aufgaben erfolgen oder in technologischer Hinsicht durch das Verlagern auf andere Arbeitssysteme erfolgen. Präzisiert für den Bereich personeller Kapazitäten ergeben sich die in Abbildung 2-8 dargestellten grundsätzlichen Varianten der Kapazitätsabstimmung, jeweils ergänzt um Beispiele.

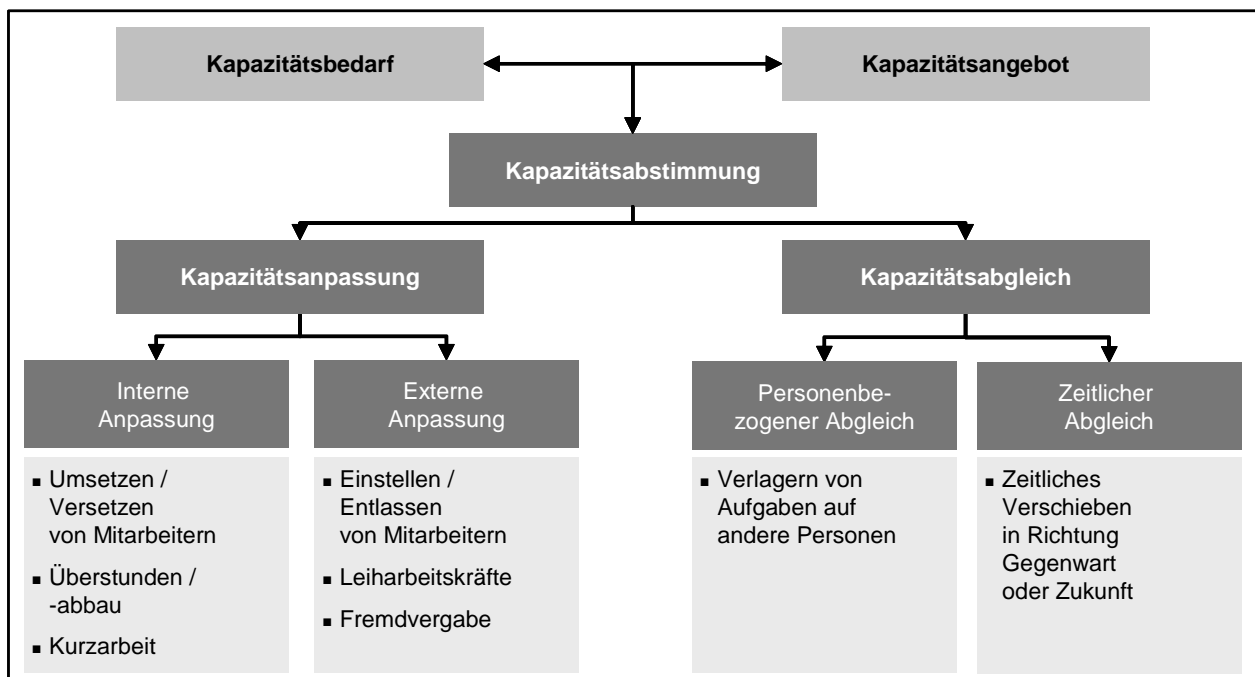


Abbildung 2-8: Möglichkeiten der Kapazitätsabstimmung (in Anlehnung an REFA 1991, S. 192; S. 309)

Im Rahmen dieser Arbeit werden Maßnahmen zur Anpassung des Kapazitätsangebots nach oben und der Entlastung von Engpässen diskutiert, d.h. der Umgang mit zusätzlichem Kapazitätsbedarf betrachtet. Das Pendant hierzu sind selbstverständlich Maßnahmen zur kurzfristigen Reduzierung des Kapazitätsangebots. Hierzu werden jedoch in den meisten Fällen die Möglichkeiten flexibler Arbeitszeiten ausreichen, sie werden daher nicht gesondert betrachtet.

Die Kapazitätsabstimmung beinhaltet sowohl planerische als auch steuernde Aspekte. Im Bereich der Planung werden die mittel- bis langfristige Kapazitätsabstimmung vorgenommen sowie Steuerungsmaßnahmen für die kurzfristige Kapazitätsabstimmung festgelegt. Im Bereich der Steuerung werden zur Durchsetzung der Planung periodenbezogen kurzfristige Anpassung bzw. Abgleich vorgenommen (vgl. REFA 1991, S. 193f). Eine detaillierte begriffliche Unterscheidung von Planung und Steuerung nimmt ausführlich (WIENDAHL, H.-H. 2002, S. 34ff) vor.

Aufbauend auf der Kapazitätsabstimmung werden Kapazitäts- bzw. Personaleinsatzplanung und -steuerung vorgenommen. Aufgabe der Einsatzplanung und -steuerung in der Entwicklung ist es, den Einsatz der Mitarbeiter an den Arbeitsplätzen zu planen und zu steuern bzw. da die meisten Mitarbeiter in der Entwicklung über feste Arbeitsplätze verfügen, die von ihnen zu erfüllenden Aufgaben fest zu legen (vgl. REFA 1991, S. 311; VASEN 2003, S. 11). Damit setzt die Personaleinsatzplanung und -steuerung die Maßnahmen der Kapazitätsabstimmung in die Tat um.

Die zu entwickelnde Methode zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit kann damit als ein Werkzeug zur Unterstützung von Kapazitätsabstimmung und Kapazitätseinsatzplanung und -steuerung im Rahmen der Kapazitätswirtschaft verstanden werden.

Nachdem in diesem Kapitel die wesentlichen Begriffe geklärt und der Untersuchungsbereich festgelegt wurde, werden im folgenden Kapitel 3 die verfügbaren Ansätze für eine bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit gesichtet. Die Ausführungen in diesem Kapitel fasst Abbildung 2-9 zusammen, indem sie in Form eines Morphologischen Kastens auf Basis der begrifflichen Klärungen die Eingrenzung des Untersuchungsbereichs im Überblick darstellt.

Kriterien	Mögliche Ausprägungen der Kriterien				
Branche	Maschinen- und Anlagenbau	
Unternehmensgröße	< 100 Mitarbeiter	100-1000 Mitarbeiter	1000-5000 Mitarbeiter	> 5000 Mitarbeiter	
Unternehmensbereiche	Vertrieb	Vorentwicklung	Entwicklung (Konstruktion)	Arbeitsvorbereitung	Beschaffung
Auftragsauslösung	Produktion auf Bestellung mit Einzelaufträgen	Produktion auf Bestellung mit Rahmenaufträgen	Anonyme Vor-/Auftragsbezogene Endproduktion	Produktion auf Lager	
Dringlichkeit	gering		mittel	hoch	
Produktart	nach Kundenspezifikation	typisiert mit kundenspezifischen Varianten	Standarderzeugnis mit Varianten	Standarderzeugnis ohne Varianten	
Stückzahl	sehr groß, Massenfertigung	groß, Massenfertigung	gering, Einzel- und Kleinserienfertigung	eins, Einmalfertigung	
Änderungsumfang	Keine Änderung, nur Produktion	gering, Variantenkonstruktion	mittel, Anpassungskonstruktion	hoch, Neukonstruktion	
Produktkomplexität	hochkomplex	komplex	normal	einfach	
Arten von Turbulenzen	Schwankungen	Störungen	Streuungen	Frequenzen	
Herkunft von Turbulenzen	intern		extern		
Aufgabenbereich der Kapazitätswirtschaft	Kapazitätsabstimmung	Kapazitätseinsatzplanung und -steuerung	
Betrachtungshorizont	kurzfristig		mittelfristig	langfristig	
Anpassungsrichtungen	nach oben (zusätzlicher Kapazitätsbedarf)		nach unten (verringertes Kapazitätsbedarf)		

Untersuchungsbereich
 Mit Einschränkungen Untersuchungsbereich

Abbildung 2-9: Übersicht über die Eingrenzung des Untersuchungsbereichs (eigene Darstellung)

3 Verfügbare Ansätze zur Unterstützung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit

Als erster Schritt zur Erarbeitung der anvisierten Methode werden im Folgenden die vorhandenen Grundlagen und Vorarbeiten gesichtet. Entsprechend der drei in Kapitel 1.3.1 identifizierten inhaltlichen Aufgabenstellungen erfolgt die Sichtung wie in Abbildung 3-1 dargestellt in drei Schritten: In Kapitel 3.1 werden Ansätze zur internen Synchronisation der Leistung in der Produktentstehung behandelt. Kapitel 3.2 beschäftigt sich mit flexibler Prozessstrukturierung in der Produktentstehung und den Möglichkeiten für eine flexible Verteilung von Arbeitsinhalten. In Kapitel 3.3 werden Möglichkeiten zur Absicherung der Prozessleistung in der Produktentstehung gegen kurzfristige Schwankungen und Abweichungen dargestellt. Kapitel 3.4 fasst die Analyse der Grundlagen und Vorarbeiten zusammen.

Aufgabenstellungen	Untersuchungsgegenstand
Konzept zur Abstimmung von Kapazitäten zwischen prozessbeteiligten Leistungseinheiten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlagen und verfügbare Ansätze zur internen Prozesssynchronisation, Kapitel 3.1
Systematik zur flexiblen Verteilung von Arbeitsinhalten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlagen und verfügbare Ansätze flexibler Prozessstrukturierung in der Produktentwicklung, Kapitel 3.2
Ansatz zur Erhöhung der Reaktionsfähigkeit bei Veränderungen des Kapazitätsbedarfs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlagen und verfügbare Ansätze zur Absicherung gegen Schwankungen und Störungen, Kapitel 3.3

Abbildung 3-1: Vorgehen zur Sichtung der Grundlagen bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit (eigene Darstellung)

3.1 Verfügbare Ansätze zur internen Prozesssynchronisation

Wie in Kapitel 2.2.3 gezeigt wurde, beschreibt die interne Synchronisation eine Verkürzung der Liegezeiten durch eine bessere Abstimmung zwischen zwei internen Leistungseinheiten. Damit ist die Synchronisation als Ansatz indirekter Rationalisierung von anderen Ansätzen zur Verkürzung von Durchlaufzeiten abzugrenzen, die dieses Ergebnis durch eine Rationalisierung der Bearbeitungszeiten erreichen möchten (direkte Rationalisierung; vgl. BULLINGER 1974; BRANKAMP 1975). Zu diesen Ansätzen gehören CAD und verwandte Techniken, Methoden wie z.B. QFD, Standardisierung und Absicherung von Arbeitsabläufen, Verbesserung von Mitarbeiterqualifikation und Wissensmanagement, aber auch produktbezogene Ansätze wie Baukastensysteme, etc..

Voraussetzung für eine interne Synchronisation ist die Bereitstellung für den Normalfall ausreichender Kapazitäten. Ansonsten sind Engpässe und Stauungen vorprogrammiert (LOCH/TERWIESCH 1999). In einer Organisation, deren kapazitive Leistungsfähigkeit deutlich überstrapaziert ist, wird die mit der vorliegenden Arbeit zu unterstützende bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit nur sehr schwer erreichbar sein, da Ausgleichsmanöver an der Tagesordnung sein werden, statt wie vorgesehen für Unsicherheiten reserviert zu sein. Der Aufwand für die Anwendung der zu entwickelnden

Verfügbarkeitssicherung würde den Nutzen schnell überschreiten. Die Bereitstellung ausreichender Personalkapazitäten für die produktionsreife Konkretisierung der Produktidee ist Aufgabe des mittel- bis langfristigen Personal- bzw. Kapazitätsmanagements (vgl. CORSTEN/STUHLMANN 1997) und soll für diese Arbeit als gegeben angenommen werden. Liegt die Überlastung an einem zu hohen Anteil an Verschwendung in den Prozessen und Arbeitsabläufen, so ist eine entsprechende Optimierung der Anwendung der zu beschreibenden Methode vorzuschalten.

Als Grundlagen für eine hierauf aufbauende Synchronisation werden in Abschnitt 3.1.1 die Möglichkeiten des Projektmanagement untersucht. In Abschnitt 3.1.2 wird überprüft, welche Lösungsvorschläge Ansätze der Termin- und Kapazitätsplanung beisteuern können. In Abschnitt 3.1.3 wird die Bedeutung der Steuerung für die interne Synchronisation analysiert und darauf aufbauend in Abschnitt 3.1.4 der Beitrag steuerungsfokussierte Ansätze beschrieben. Abschnitt 3.1.5 fasst die Ergebnisse zusammen.

3.1.1 Interne Synchronisation durch Projektmanagement und Multiprojektmanagement

Projektmanagement entspricht hinsichtlich des Themas Synchronisation einer auftragsindividuellen Terminplanung und versucht, Liegezeiten zu minimieren und damit die Durchlaufzeit von Projekten zu verkürzen. Projektmanagement ist in diesem Sinne als Methode zu verstehen, die funktionale Organisation mit ihren Schnittstellenproblemen zugunsten der objekt- bzw. prozessorientierten Betrachtung zu überwinden. Besonders im Hinblick auf die Produktentwicklung wurden über das klassische Projektmanagement hinaus ergänzende Konzepte entwickelt. Eine wichtige Entwicklungsrichtung bilden stark von japanischen Vorgehensweisen beeinflusste Ansätze, die die Produktentstehungszeit durch Überlappung von Entwicklungstätigkeiten des Produktes und der Produktion zu verkürzen trachten. Entwicklung und Arbeitsvorbereitung werden dabei gemeinsam betrachtet. Hierzu zählen Konzepte wie Concurrent Engineering (ANDREASEN 2005; CLARK/FUJIMOTO 1991), Simultaneous Engineering (LINCKE 1995; KROTTMAIER 1995), Integrierte Produktentwicklung (EHRENSPIEL 2007; LINNER 1995; BULLINGER et al. 1995). Über die Vermeidung von Liegezeiten hinaus werden weitere Durchlaufzeitpotenziale erschlossen, die im Wesentlichen darin begründet sind, dass eine nachfolgende Einheit auch mit unvollständiger Information vom Vorgänger bereits erste Aktivitäten starten kann und spätere zeitverzögernde Nacharbeit durch intensive Zusammenarbeit in interdisziplinären Teams vermieden wird. Allerdings liegt die Betonung auf der Bereitstellung von Daten, nicht Kapazitäten.

Auf die Fragestellung der durchlaufzeitoptimalen *Planung* von Produktentwicklungsprozessen (und damit mindestens implizit auf die Bereitstellung von Kapazitäten), teilweise unter Beschreibung einer entsprechenden Rechnerunterstützung, gehen die folgenden Autoren ein. Sie betonen dabei den Aspekt der dezentralen Selbststeuerung im Rahmen vorgegebener Meilensteine (STUFFER 1994), die Möglichkeit zur Adaption bzw. schrittweisen Konkretisierung (MURR 1999; SCHUMANN 1994) und stellen verschiedene Alternativen der Berücksichtigung begrenzter Kapazitäten vor, ohne jedoch einzelne Maßnahmen inhaltlich zu spezifizieren (VEH 2002). Diese Arbeiten haben jedoch im Gegensatz zum hier verfolgten Ansatz umfangreichere Entwicklungsprojekte im Blick.

Wird die Perspektive des einzelnen Projektes verlassen, rückt die ausreichende und rechtzeitige Bereitstellung von Kapazitäten im Hinblick auf eine Verkürzung der Durchlaufzeiten weiter in den

Vordergrund. Dies betont Wildemann mit seinem Ansatz von *Just-in-Time* (JIT) in der Produktentwicklung (WILDEMANN 1993a; WILDEMANN 1993b; WILDEMANN 1993c). Ergänzend zu ähnlichen Ideen, wie sie die oben genannten japanisch inspirierten Konzepte vorbringen, wird empfohlen, durch Priorisierung der Projekte weitere Durchlaufzeitpotenziale im Produktentwicklungsprozess zu realisieren.

Mit zunehmender Anzahl von Entwicklungsprojekten unter der Randbedingung begrenzter Ressourcen gewinnt das Multiprojektmanagement (MPM) an Bedeutung. Hierbei wird versucht, durch eine übergreifende Betrachtung alle durchgeführten Projekte so zu koordinieren, dass möglichst wenige Liegezeiten (Projektsicht) bzw. Leerzeiten (Ressourcensicht) entstehen. Kernpunkte eines allgemeinen MPM sind (vgl. GLASCHAK 2006; HIRZEL 2006; LOMNITZ 2004; HILLER 2002; BALZER 1998, S. 32ff):

- Klassifizierung und Typisierung von Projekten, um Vergleichbarkeit zu gewährleisten,
- Transparenz über die Projekte im Unternehmen durch zentrale Datenhaltung,
- Priorisierung und Selektion von Projekten vor Projektstart,
- Übergeordnete Ressourcensteuerung zur Sicherstellung der Einhaltung der Projektprioritäten.

Vorwiegendes Anwendungsgebiet sind (Produkt-) Entwicklungsprojekte, wobei der Ansatz grundsätzlich auf alle Arten von Projekten anwendbar ist. Eine Synchronisation der Projekte erfolgt im Grundansatz des Multiprojektmanagements zunächst auf strategisch übergeordneter Ebene beispielsweise durch Projekt-Roadmaps und ist planerisch orientiert. Auch wenn das MPM bei gravierenden Ressourcenkonflikten eingreift, bleiben die operative Synchronisation (Steuerung) und die Ressourcenverteilung zwischen den Projekten in der Praxis jedoch weitestgehend den einzelnen Projektleitern bzw. lokalen Abteilungsverantwortlichen überlassen.

Entsprechend des bereits im MPM anklingenden Gedankens ist bezogen auf die Produktentwicklung immer stärker eine prozessorientierte Perspektive festzustellen. (ADLER et al. 1996) beschreiben eindrucksvoll die Vorteile einer solchen Perspektive für die Produktentwicklung komplexer Produkte mit Entwicklungszeiten von ein bis zwei Jahren, aus der sie verschiedene grundlegende Empfehlungen zur Reduzierung der Durchlaufzeit ableiten. Wesentlich sind hierbei die Entlastung von Engpässen durch Standardisierung und Automatisierung bzw. zusätzliche Kapazitäten, die Reduzierung von Unterbrechungen durch dringende Projekte sowie eine Begrenzung der Anzahl simultan durchgeführter Projekte. (LOCH/TERWISCH 1999) führen diese Gedanken fort und ergänzen die Empfehlungen um flexible Kapazitäten, Aufgabenintegration und Bildung von Ressourcenpools, Ausgleich von Arbeitsinhalten zwischen den einzelnen Prozessschritten, Reduzierung der Losgrößen sowie konsequente Messung der Durchlaufzeiten.

Parallel dazu entwickelt (GOLDRATT 2001; die amerikanische Erstausgabe ist von 1997) einen beachtenswerten Beitrag zur Reduzierung von Liegezeiten in Projekten mit seinem Ansatz des Projektmanagements der Kritischen Kette, der auf der Theory of Constraints (TOC) basiert (GOLDRATT 1990). Durch die Explizierung von Unsicherheiten und Verlagerung der durch sie induzierten Puffer an das Ende eines Projektes bzw. Zulieferprozesses können Zeitpuffer dort

eingesetzt werden, wo sie tatsächlich gebraucht werden, statt in jedem Schritt stillschweigend verschwendet zu werden (ROMBERG/HAAS 2005, S. 145f; TECHT 2004). Zur Vermeidung von Liegezeiten zwischen verschiedenen Bearbeitungsschritten setzt Goldratt auf die intensive Kommunikation zwischen Vorgänger und Nachfolger. Dieses Staffellauf-Prinzip beschreibt eine Form der bilateralen Synchronisation, die sehr stark von der wechselseitigen Abstimmung abhängig ist und einen gewissen Zeitaufwand erfordert. Interessant wäre hier, eine Form der Synchronisation zu finden, die diese Abstimmung automatisiert und den Einzelnen von dem mit ihr verbundenen Aufwand entlasten könnte. Dem klassischen Ansatz des kritischen Pfads stellt Goldratt schließlich sein Konzept der Kritischen Kette (*critical chain*) gegenüber. Die Kritische Kette beschreibt den kürzest möglichen Projektpfad unter Berücksichtigung von Ressourcenabhängigkeiten. Goldratt zeigt, dass nicht der kürzest mögliche zeitlich-logische Ablauf (Kritischer Pfad) die Projektdauer bestimmt. Sobald verschiedene Arbeitspakete (z.B. auch solche, die nicht auf dem kritischen Pfad liegen und solche auf dem kritischen Pfad) gleichzeitig um dieselbe Ressource konkurrieren, kommt es zu Konflikten. Entweder reagiert der Mitarbeiter durch Multitasking, d.h. die parallele Abarbeitung verschiedener Aufgaben, deren negative Effekte (RUBINSTEIN et al. 2001) sowie (MEYER 2005) beschreiben, oder er nimmt eigenständig oder in Abstimmung mit seinem Umfeld eine Priorisierung vor (s.a. ROMBERG/HAAS 2005, S. 144). Bei beiden Vorgehensweisen gerät die Aufgabenbearbeitung in Verzug – entweder bei allen oder bei den zurückgestellten Aufgaben. Der kritische Pfad ist jedoch in beiden Fällen entweder direkt oder indirekt durch Verzögerungen auf Zulieferpfaden gefährdet. Goldratt empfiehlt daher, bereits bei der Projektplanung (Einzel- und Multiprojektsicht) mehrfache Ressourcenbelegungen (Engpässe bzw. *bottlenecks*) zu vermeiden und entsprechend der Kritischen Kette zu planen. Mit der Arbeit von Goldratt wird klar, welche Bedeutung ein wachsames Auge auf Engpässe für den schnellen Projektfortschritt hat. Auch (THOMAS 1991, S. 153ff) und (GRUBB 1998) betonen daher die Bedeutung eines One-Piece-Flow (OPF) für die Durchlaufzeit von Produktentwicklungsprojekten. Gerade weil die beschriebenen prozessorientierten Ansätze vorwiegend für den Projektfall (NIPPA 1996, S. 54), d.h. größere, komplexere Projekte mit einem hohen Neuheitsgrad gedacht sind, versprechen die vorgebrachten Lösungsansätze für Entwicklungsaufgaben mit einem höheren Wiederholungsgrad, bei denen der Prozesscharakter noch stärker hervortritt (Regelfall; NIPPA 1996, S. 54; NIPPA 1988, S. 87ff; S. 186ff), ebenfalls positive Effekte (EHRENSPIEL 2007, S. 286ff). Die prozessorientierten Projektmanagementansätze nähern sich tatsächlich bereits den Ansätzen der Konstruktions-Terminplanung und -Steuerung (s.u. Abschnitt 3.1.2).

Vor diesem Hintergrund bietet auch der Ansatz des Prozessmanagements bzw. der Prozessoptimierung weitere Beiträge für das Thema Synchronisation von Prozessen im Sinne einer Verkürzung von Liegezeiten. An erster Stelle steht die Vermeidung von Schnittstellen, da dort die höchsten Liegezeiten auftreten (SCHMELZER/SESSELMANN 2006, S. 68ff). Dort, wo sie unvermeidbar sind, betont das Prozessmanagement die Bedeutung von inhaltlich abgestimmten Schnittstellen für eine Verkürzung von Liegezeiten, die durch inhaltliche Unklarheiten entstehen. Das Prozessmanagement bietet vor allem bezogen auf IT- und ähnliche Dienstleistungen erste Ansätze für eine zeitliche Synchronisation von Teilprozessen über die Festlegung von Reaktionszeiten im Rahmen von Service Level bzw. Operational Level Agreements (z.B. Ellis/Kaufenstein 2004; BERNHARD et al. 2000). Die Beschreibung einer solchen Zielgröße unterstützt jedoch leider noch nicht

ihre Einhaltung im Tagesgeschäft. Allgemeine Hinweise zur Verkürzung von Durchlaufzeiten in der Produktentwicklung formulieren z.B. (HANDFIELD 1995; REICHWALD/SCHMELZER 1990; BAY 1993). Methodische Ansätze zur Prozessoptimierung in der kundenspezifischen Entwicklung bieten beispielsweise (EVERSHEIM 1995; EVERSHEIM/HEUSER 1995; TRÄNCKNER 1990).

3.1.2 Synchronisation durch Termin- und Kapazitätsplanung

Eine noch stärker prozessorientierte Sicht als das Projektmanagement nehmen Ansätze zur Termin- und Kapazitätsplanung bzw. -steuerung (TKPS) in der Produktentwicklung ein. Hier wird der Wiederholcharakter der Projekte bzw. der Aufträge in den Vordergrund gerückt (Je kleiner die Entwicklungsvorhaben vom Umfang her sind, desto häufiger wird von „Auftrag“ statt „Projekt“ gesprochen). Ziele von Ansätzen zur TKPS in der Produktentwicklung sind verlässlichere Aussagen zu Durchlaufzeiten und Terminen sowie die Verkürzung von Durchlaufzeiten und eine Verbesserung der Termineinhaltung durch eine verbesserte Kapazitätsplanung (Vermeidung von Engpässen und Leerlauf). Diese Systeme nehmen eine Multiprojektsicht bzw. Multiauftragssicht ein und ermöglichen damit die für diese Arbeit erforderliche Betrachtung der Wechselwirkungen von Bedarf und Ressourcenauslastung. Zudem sind sie im Gegensatz zu klassischen Projektmanagement- und Multiprojektmanagement-Werkzeugen besser auf die Fragestellung der Planung und Steuerung kundenspezifischer Entwicklungsaufträge zugeschnitten.

Die wesentlichen Forschungsarbeiten beziehen sich entweder direkt auf die Konstruktion (z.B. EHRENSPIEL et al. 1993; BULLINGER 1974; HEUWING 1974) oder binden die Terminplanung der Konstruktion und damit auch die Arbeitsvorbereitung in eine übergreifende Auftragskoordination ein (z.B. DRÄGER 1994; BINNER 1992; LINDL 1994; PAUL/BORGES 1991; HOFFMANN 1986; BRANKAMP/SCHLUH 1985; BRANKAMP/GRÄBLER 1978 sowie BRANKAMP 1975). Mehr oder weniger bewusst formuliertes Ziel der genannten Arbeiten ist es, den klassischen Ansatz der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) auf die produktionsvorgelagerten Bereiche zu übertragen. Im Rahmen dieser Forschungen wurden verschiedene Planungswerkzeuge entwickelt, wie z.B. „TERMIKON“ (HEUWING 1974; weitere siehe LINDL 1994). Einen detaillierten Überblick über den Stand der Konstruktionsplanung und -steuerung sowie weitere Quellen gibt Franken (FRANKEN 1998, S. 10-14).

Ergänzend sind für die Unterstützung strukturierter Prozessabläufe, wie in der Anpassungs- und Variantenentwicklung, vor allem Workflow-Management-Systeme (z.B. BEUTER 2003; EVERSHEIM et al. 1994) in Kombination mit Dokumentenmanagementsystemen im Einsatz. Teilweise bieten ERP- (Enterprise Resource Planning) und PPS-Systeme bereits eine Integration von Projektmanagementfunktionen an und betrachten damit die gesamte Auftragsabwicklungskette (LASSEN et al. 2005). Weniger strukturierte Prozesse werden durch eine Vielzahl von (Multi-)Projektmanagement-Werkzeugen unterstützt (zu einer Übersicht über unterschiedliche Arten von Werkzeugen siehe BALZER 2004).

Einen weiteren Beitrag zur bedarfssynchronen Bereitstellung von Personal könnten nach (LINDL 1994, S. 15ff) Systeme zur Personaleinsatzplanung und -steuerung bieten. Allerdings existieren zwar verschiedene Anwendungen für Bereiche wie z.B. Call-Center, Banken und Versicherungen, Flughafengesellschaften, Wachschutzunternehmen, Verkehrsbetriebe, Krankenhäuser oder den

Handel (vgl. HÜNNINGHAUSEN/KUTSCHER 2006; BOGUS 2002). Hierbei handelt es sich jedoch um relativ wenig vernetzte Tätigkeiten. Eine Personaleinsatzplanung für komplexe Bauprojekte unter Einbeziehung einer flexiblen Arbeitsteilung entwickelt (REISTER 1990). Spezifische Vorgehensweisen für die Entwicklung und/oder Arbeitsvorbereitung, die über die im (Multi-)Projektmanagement angewendeten Verfahren hinausgehen, konnten jedoch nicht ausgemacht werden. Entsprechend erfolgt für eine Personaleinsatzplanung im Rahmen der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee in der Praxis der Rückgriff auf Methoden des Projektmanagements oder Ansätze zur Termin- und Kapazitätsplanung.

3.1.3 Bedeutung der Steuerung für die interne Synchronisation

Die in den Abschnitten 3.1.1 und 3.1.2 beschriebenen Planungssysteme können zwar in sich schlüssige Pläne und terminliche Zielvorgaben erzeugen, bei denen nominell die Durchlaufzeit reduziert wird; ihnen allen ist jedoch prinzipiell eine Durchsetzungslücke gemeinsam. Dies bedeutet, dass zur Durchsetzung der sicherlich erforderlichen Planung - die prinzipielle Fähigkeit zur Umsetzung vorausgesetzt - eine leistungsfähige Steuerung erforderlich ist (vgl. WIENDAHL, H.-H. 2002, S. 39ff).

In der Literatur setzt sich in diesem Sinne zum Thema Planung und Steuerung in der Produktion inzwischen die Erkenntnis durch, dass noch mächtigere Planungswerkzeuge in vielen Fällen kein geeignetes Mittel sind, um die logistische Zielerreichung der Produktion zu verbessern. Vielmehr ist eine Fehlkonfiguration (WIENDAHL, H.-H. et al. 2005, S. 719 sprechen von Stolpersteinen) des Systems zur Planung und Steuerung für die mangelnde Zielerreichung verantwortlich. Da nach heutigem Stand die oben beschriebenen Vorgehensweisen eine zuverlässige Einhaltung der Termine in der kundenspezifischen Entwicklung noch nicht gewährleisten, erscheinen daher für den Bereich Planung und Steuerung der produktionsvorgelagerten Bereiche analoge Überlegungen viel versprechend.

(SCHUH et al. 2006) untersuchen typische Stolpersteine der Lieferterminermittlung bzw. -erfüllung über die gesamte Prozesskette der Auftragsabwicklung, also auch der Konstruktion und Arbeitsvorbereitung. Dabei werden drei Problemkreise identifiziert, die zu unrealistischen Lieferterminen bzw. unzureichender Liefertreue führen. Im Bereich der Planung (Lieferterminermittlung) sind dies: ungenügende Stammdaten, im Bereich der Steuerung (Lieferterminerfüllung) ungenügende Rückmeldedaten bzw. eine inkonsequente Auftragssteuerung. Eine mangelnde Qualität der Stammdaten bewirkt, dass aufgrund falscher Annahmen geplant wird und die Planung damit von vorne herein nicht realitätsgerecht ist. Eine mangelnde Qualität der Rückmeldedaten bewirkt, dass aufgrund falscher Annahmen über den Fortgang der Bearbeitung (Rückmeldequalität) die Planung nicht mit der Realität verglichen und angepasst werden kann, und somit der Teufelskreis veralteter Planung und inkonsequenter Rückmeldung in Gang gesetzt wird (SCHUH et al. 2006, S. 14).

Die beschriebenen Problemkreise aufnehmend verbessert (FRANKEN 1998) die Planungsbasis der Durchlaufzeiten, indem er Unterbrechungen als Besonderheiten des Arbeitsablaufs in der Konstruktion in sein Modell des Durchlaufzeitelements einarbeitet. Damit beherrscht er zwar die Folgen der Unsicherheiten auf die Durchlaufzeiten planerisch, ist jedoch nicht in der Lage, die Verzögerungen auszuschalten. Verschiedene Autoren beschreiben im Rahmen der Konzeption von Projektsteuerungssystemen Möglichkeiten der Rückmeldung (z.B. VEH 2002; MURR 1999;

SCHUMANN 1994, STUFFER 1994); das grundlegende Problem der Datenqualität können sie jedoch nicht lösen. Hier wäre ein Ansatzpunkt für weitere Arbeiten.

Selbst wenn diese Fragestellungen zur Zufriedenheit gelöst wären, so wäre das Ergebnis lediglich eine aktuellere Planung als Basis für Steuerungsmaßnahmen. Trotz noch so guter Qualität der Planungsdaten wird es in der Entwicklung aufgrund der inhärenten Unsicherheit der Aufgabenstellung immer wieder unerwartete Abweichungen geben. Hier müssen die Verantwortlichen in die Lage versetzt werden, diese Abweichungen einerseits schnell zu erkennen und andererseits schnell Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Ein darauf abzielender Lösungsansatz geht davon aus, nicht durch noch bessere Planung eine Verbesserung der Auslastung und Termintreue zu erreichen, sondern durch bessere Steuerungsmöglichkeiten. Für eine konsequente Auftragssteuerung ist von Bedeutung, dass zulässige Abweichungswerte bzgl. Menge und Termin, sowie Entscheidungsprozesse und Verantwortlichkeiten festgelegt sind (SCHUH et al. 2006, S. 14). Eine konsequente Visualisierung der eingeplanten Aufträge und Überwachung des Auftragsfortschritts in lokalen Rückmeldekreisläufen ergänzen diese Auftragssteuerung (JONES 2006). Die Verantwortung für die Termineinhaltung ist dann dezentral zu verankern und vor Ort alle Mittel an die Hand zu geben, um diese Verantwortung auch wahrzunehmen. Die übergeordnete Planung kann sich dann auf die Festlegung von Eckterminen beschränken. An diesem Punkt setzt die vorliegende Arbeit an und versucht, weitere Möglichkeiten zur Durchsetzung der Liefertermine anzubieten.

Diese Ausführungen zeigen, dass zur Verbesserung der Durchlaufzeit und Termintreue und zur Vermeidung von Engpässen in der kundenspezifischen Produktentwicklung keine neuen Planungswerkzeuge erforderlich sind. Vielmehr heben sie die Notwendigkeit einer leistungsfähigen, lokal ansetzenden Auftragssteuerung hervor und bestätigen darüber hinaus das Erfordernis einer konkreten Methodik zur Ableitung und Verankerung von Reaktionsmaßnahmen auf Bedarfsunsicherheiten, die dezentral am Ort des Auftreffens von Unsicherheiten wirksam werden, ohne den Umweg über eine zentrale Planung gehen zu müssen.

3.1.4 Steuerungsfokussierte Ansätze zur internen Synchronisation

Verschiedene Autoren versuchen, diese Erkenntnisse aufnehmend, die (Ergebnisse der) Planung näher an den Ort des Geschehens zu bringen. Sie konzentrieren sich auf die Steuerung und damit auf die Einhaltung der aus der Planung vorgegebenen Termine.

(MORGAN/LIKER 2006) führen frühere Veröffentlichungen (MORGAN 2002; SOBEK et al. 1999; SOBEK et al. 1998; WARD et al. 1995) zusammen und dokumentieren umfassend die Umsetzung eines synchronisierten Produktentwicklungsprozesses bei Toyota im so genannten *Lean Product Development System* (LPDS). Wesentlicher Baustein des synchronisierten Prozesses ist neben der Beseitigung von Unsicherheiten durch Standards (vgl. Kapitel 3.2) und der Verfügbarkeit ausreichender bzw. flexibler Kapazitäten (vgl. Kapitel 3.3) die Reduzierung von Terminverschiebungen bezüglich einer einmal durchgeführten engen (synchronisierten) Planung. Dies erreicht Toyota nach (MORGAN/LIKER 2006, S. 87-94) durch:

- regelmäßige Synchronisationspunkte paralleler Entwicklungsstränge in Form von strengen, inhaltlich orientierten und funktionsübergreifenden *Design Reviews*, Teilekoordinationsbesprechungen und Prototypenaufbauten,
- persönlich verantwortliche „*Simultaneous Engineers*“ in der Funktion von teilebezogenen technischen Teilprojektleitern,
- detaillierte, bei Testständen bis zu stundengenaue Terminpläne,
- eine hohe, (unternehmens-)kulturell geprägte Disziplin bzgl. der Termineinhaltung,
- regelmäßige Überprüfung des Arbeitsfortschritts auf operativer Ebene in bis zu täglichen Projektbesprechungen.

Die Bedeutung von individueller Verantwortlichkeit und Disziplin wird daraus ersichtlich. Zusätzlich unterstützt wird ein unterbrechungsfreier, kontinuierlicher Prozessfluss durch eine gestaffelte Freigabe von Daten. Durch die damit einhergehende Vermeidung großer Lose, d.h. Arbeitsumfänge, werden Liegezeiten reduziert (REINERTSEN 2003; LOCH/TERWIESCH 1999). Die genannten Maßnahmen bewirken, dass Verzögerungen kaum von einem zum anderen Prozessschritt weiter gegeben werden. Eine eng gekoppelte Abfolge der Entwicklungstätigkeiten ohne Liegezeiten und Verzögerungen (interne Synchronisation) wird auf diese Weise praktisch umsetzbar.

Trotz der teilweise starken Betonung der gegenseitigen Abstimmung gehen die bisher beschriebenen Ansätze implizit vom Bringprinzip (Push-Prinzip) aus. Dieses bedeutet, dass Aufgaben mit ihrer Fertigstellung an das nächste Arbeitssystem (den nächsten Prozessschritt) weiter gereicht werden. Demgegenüber verbleibt beim Holprinzip (Pull-Prinzip) der Bestand beim vorhergehenden System, bis das nachfolgende einen tatsächlichen Bedarf anmeldet (LÖDDING 2005, S. 194f). Vorteile des Holprinzips liegen, auf informationsverarbeitende Prozesse bezogen, in einer verzögerten Entscheidung über die Verwendung von Kapazitäten und in einer Erhöhung der Bestandstransparenz. Insbesondere Letzteres ist für die vorliegende Arbeit von Interesse, da die erhöhte Transparenz hilft, Verzögerungen im Prozessdurchlauf frühzeitig zu erkennen.

(MORGAN/LIKER 2006, S. 95ff) übertragen das Holprinzip auf die Entwicklung und bezeichnen Information und Wissen in Analogie zum Material in der Produktion als die zu ziehende Ressource. Diese Betrachtungsweise unterstützt jedoch nur mittelbar den schnellen, verzögerungsfreien Durchfluss der Entwicklungsaufgaben. Weiter gehen hierbei Ansätze, die in direkterer Analogie die Logik der Pull-Steuerung im Rahmen der Adaption der Methodik Wertstromdesign auf informationsverarbeitende Prozesse zu übertragen versuchen. Über Morgan/Liker hinaus betrachten sie nicht nur Information und Wissen, sondern die Kapazität der einzusetzenden Mitarbeiter als zu ziehende Ressource. Die Sinnhaftigkeit dieses Ansatzes verdeutlicht eine Analogie zur kundenauftragsorientierten Fertigung/Montage. Hier kann wie bei einer kundenspezifischen Entwicklungsaufgabe nur eingeschränkt auf vorproduzierte Teile zugegriffen werden. Die Verknüpfung der einzelnen Prozessschritte erfolgt dann nicht durch das Ziehen und Nachproduzieren vorgehaltener Teile, sondern durch eine Verknüpfung der Kapazitäten, beispielsweise über FIFO (*first-in-first-out*)-Strecken (ROTHER/SHOOK 2000; Anhang B). Diese können ein bestimmtes Arbeitspensum aufnehmen und wenn dieses ausgereizt ist, stoppt der vorhergehende Prozessschritt mit seiner Arbeit.

Ist dies bzw. die damit verbundene Verzögerung der Gesamtdurchlaufzeit nicht erwünscht, dann muss die Kapazität am nachfolgenden, überlasteten Prozess erhöht werden. Dies steuert (initiiert) der vorhergehende Prozess. Durch diese Kopplung der Prozesse werden Verzögerungen direkt am Entstehungspunkt sichtbar gemacht und Gegenmaßnahmen können unmittelbar ergriffen werden.

Erste Beschreibungen ähnlicher Pull-Steuerungen in administrativen Bereichen finden sich bei (KEYTE/LOCHER 2004, S. 76-78; TAPPING/SHUKER 2003, S. 100-105). Einen ansatzweisen Beitrag zur kundenspezifischen Entwicklung leisten jedoch nur Keyte/Locher, ohne allerdings auf das anzuwendende Verfahren und die Festlegung der für eine praktische Anwendung erforderlichen Parameter einzugehen.

Ein Blick auf den Bereich der Fertigungssteuerung führt hier weiter. Die beschriebenen FIFO-Strecken entsprechen einer Bestandsregelung in Kombination mit einer Rückstandsregelung. Hierzu stehen verschiedene Verfahren (CONWIP, Engpass-Steuerung, Polca, DBF, etc.) zur Verfügung, die im Gegensatz zur weit bekannteren Kanban-Steuerung auch eine Auftragsfertigung zentral oder dezentral steuern können (vgl. LÖDDING 2005, S. 295ff). Wesentliches Kennzeichen dieser Verfahren ist die Regelung des Bestandes innerhalb des Fertigungssystems auf einem definierten Niveau, wodurch die Durchlaufzeiten von Aufträgen ebenfalls bestimmt werden. Ein Arbeitssystem darf bei einem solchen Verfahren erst mit der Bearbeitung eines Auftrags beginnen, wenn das nachfolgende Arbeitssystem über ausreichende Kapazitäten verfügt und daraufhin die Freigabe erteilt hat. Ein solches Vorgehen entspricht dem Pull-Prinzip, wobei allerdings nicht Material, sondern Arbeitsinhalt gezogen wird. Um terminliche Prioritäten und die Termineinhaltung zu sichern, werden die beschriebenen bestandsregelnden Verfahren außer mit einer übergeordneten Terminplanung aus einem PPS-System oder Projektplanungssystem noch mit einer Rückstandsregelung kombiniert (LÖDDING et al. 2002), die ihrerseits wieder eine Kapazitätsanpassung auslöst (BREITHAUPT 2001).

Bestandsregelnde Verfahren der Fertigungssteuerung, die dezentral ansetzen, bieten daher eine sehr gute Grundlage für den angestrebten Ansatz einer dezentralen Steuerung mit enger Kopplung der Arbeitssysteme. Namentlich eignen sich die Dezentrale Bestandsorientierte Fertigungsregelung (LÖDDING 2001) sowie die Polca-Steuerung (SURI/KRISHNAMURTY 2003; SURI 1998) als Grundlage für eine interne Synchronisation im Prozess der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee.

3.1.5 Fazit: Interne Prozesssynchronisation

Eine realistische Planung muss Engpässe berücksichtigen. Eine Multiprojekt- bzw. Multiauftragssicht ist daher erforderlich. Die dabei zu Recht aufgestellte Forderung nach einer Selektion (bzw. Verschiebung) der zu bearbeitenden Projekte ist von hoher Bedeutung für die Praxis. Allerdings sind die Einflussmöglichkeiten auf den Liefertermin bei kundenspezifischen Projekten deutlich begrenzter als bei internen Projekten. Die Selektion von Projekten gehört daher nicht zum Betrachtungsbereich dieser Arbeit, sondern es wird vorausgesetzt, dass eine entsprechende Entscheidung bzw. Beeinflussung im Vorfeld erfolgt. Aufgabe der in dieser Arbeit entwickelten Methode ist vielmehr, die Durchsetzung der getroffenen Entscheidung zu unterstützen. Für eine wirksame Synchronisation ist sowohl die Verfügbarkeit der Daten als auch die der Kapazitäten *just-in-time* erforderlich. Für die Einhaltung der Planung und damit eine hohe Termintreue ist ein dezentraler Ansatz unerlässlich. Am Beispiel Toyota wird die Bedeutung dezentraler Verantwortung und hoher professioneller und

persönlicher Disziplin der Beteiligten für die Termineinhaltung deutlich. Auf dem Pull-Prinzip basierende, dezentral ansetzende Verfahren können die Transparenz über den Auftragsfortschritt erhöhen und die Auftragssteuerung auch in der Produktentwicklung unterstützen. Für den Bereich der Fertigungssteuerung existieren dazu mit bestandsregelnden Verfahren der Auftragsfreigabe bereits einige Ansätze. Erste Ideen zur Übertragung des Pull-Prinzips auf die Prozesssteuerung in der Produktentwicklung sind darauf aufbauend auszubauen und zu konkretisieren.

3.2 Flexible Prozessstrukturierung in der Produktentstehung

Grundlage einer planvollen flexiblen Verteilung von Aufgaben im Hinblick auf die Beseitigung von Engpässen sind flexible Prozessstrukturen. Diese ermöglichen die systematische Strukturierung, Verteilung bzw. Zusammenfassung geeigneter Aufgaben zur Wahrnehmung durch die verfügbaren Mitarbeiter. Im Folgenden wird zunächst als Vorüberlegung das Thema Arbeitsteilung grundsätzlich sowie in seiner Bedeutung für die Produktentstehung beschrieben (Abschnitt 3.2.1). Anschließend werden aufbauend darauf im Abschnitt 3.2.2 die grundsätzlichen Arten der Prozessstrukturierung in der Entwicklung und Arbeitsvorbereitung betrachtet. Im dritten Schritt (Abschnitt 3.2.3) wird untersucht, welche Ansätze zur Flexibilisierung von Prozessstrukturen angeboten werden.

3.2.1 Arbeitsteilung als Grundlage der Prozessstrukturierung

Arbeitsteilung ist ein wesentliches Kennzeichen von Organisationen. Sie bedeutet letztlich nichts anderes, als dass eine Gruppe von Menschen sich anfallende Arbeiten auf eine bestimmte Art und Weise aufteilen. Neben der einfachen Mengenteilung gleichartiger Aufgaben ist seit Adam Smith die Spezialisierung wesentliches Prinzip für die Gestaltung von Organisationen. Nach (KIESER/WALGENBACH, 2003, S. 79) bezeichnet Spezialisierung „die Form der Arbeitsteilung, bei der Teilaufgaben unterschiedlicher Art entstehen. In diesem Sinne spricht man auch von einer Artenteilung, die der (...) Mengenteilung gegenüber gestellt wird.“ Das Gegenstück zur Bildung unterschiedlicher Teilaufgaben stellt die Koordination dar, durch die diese Teilaufgaben im Hinblick auf das gemeinsame Ziel dieser Aktivitäten aufeinander abzustimmen sind. Koordination spiegelt sich wieder im Bedarf nach Führung, Organisation, Planung und Steuerung. "Spezialisierung und Koordination bilden die Grundprinzipien, auf denen Organisationsstrukturen beruhen" (KIESER/WALGENBACH, 2003, S. 77), und sind als solche in einem gesunden Gleichgewicht zu halten.

Mit dem berühmten Stecknadelbeispiel beschrieb 1776 bereits Adam Smith die Vorteile von spezialisierender Arbeitsteilung (SMITH/STREISSLER 2005), die ab Anfang des 20. Jahrhunderts durch Frederick W. Taylor mit seinem Konzept der wissenschaftlichen Betriebsführung weiter herausgearbeitet wurden (TAYLOR 1983; amerikanische Erstausgabe von 1911). Die Wirtschaftlichkeit der Spezialisierung wird basierend auf den Ausführungen der genannten Urväter mit den Argumenten verringerter Einarbeitungszeit und höherer Geschwindigkeit der Aufgabenerfüllung, besserer Zuordnung von Verantwortlichkeiten und Fehlern, geringerer Belastung und geringeren Lohnkosten begründet (KIESER/WALGENBACH 2003, S. 81). Auf diesen Annahmen beruhend wurde bis weit in das 20. Jahrhundert die Organisation industrieller Unternehmen im produktiven und administrativen Bereich gestaltet (weiterführend bezogen auf die Strukturen in administrativen Bereichen siehe BAHRDT 1972).

Mit der Verbreitung des als Taylorismus bezeichneten Konzepts einer hocharbeitsteiligen Organisation kamen jedoch auch bald kritische Stimmen auf, sowohl bezogen auf den Bereich der Produktion als auch auf die administrativen Bereiche (COOLEY 1985; HUWS 2003). Tatsächlich erwiesen sich die den oben genannten Argumenten zugrunde liegenden Annahmen im weiteren Verlauf als nur beschränkt gültig. Die Erkenntnisse über die Nachteile zu starker Arbeitsteilung sind vielfach beschrieben (z.B. KIESER/WALGENBACH 2003, S. 81f; EHRENSPIEL 2007, S. 184ff; FRIEDMANN 1959). Der für diese Arbeit wichtigste Aspekt ist, dass Spezialisierung die Flexibilität verringert, da die Mitarbeiter bei hoher Spezialisierung nur für eingeschränkte Aufgabenbereiche eingesetzt werden können.

Entsprechend dieser Erkenntnisse und begleitet von einem allgemeinen Wertewandel hin zur Individualisierung wandte sich die Arbeitswissenschaft seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts dem Ziel einer humanen Arbeitsgestaltung zu. Grundansatz ist die Rückintegration vormals herausgeschnittener Arbeitsinhalte zur Gestaltung ganzheitlicher Aufgaben mit dem Ziel der Beseitigung der negativen Effekte der Arbeitsteilung. Als wesentliche Gestaltungsanforderungen für eine Erhöhung der Motivation der Mitarbeiter werden formuliert (vgl. KIESER/WALGENBACH 2003, S. 82ff; ULICH et al. 1989):

- Ganzheitlichkeit (Job Enlargement/ Job Enrichment),
- Anforderungsvielfalt (Nutzung unterschiedlicher Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse des Mitarbeiters),
- Möglichkeiten der sozialen Interaktion,
- Autonomie (Grad der eigenständigen Entscheidungsmöglichkeiten),
- Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten,
- Feedback.

Aus organisationstheoretischer Sicht stellt sich die Problematik Spezialisierung vs. Aufgabenintegration als das Spannungsfeld zwischen Funktions- und Prozessorientierung dar. Zu den aus arbeitswissenschaftlicher/-organisatorischer Sicht formulierten Nachteilen hoher Arbeitsteilung und Spezialisierung treten aus Prozesssicht (sofern kein Fließband verwendet wird) die Nachteile verschlungener und undurchsichtiger Prozessketten und daraus resultierender langer Durchlaufzeiten hinzu (s.a. ZANGL 1985). Außerdem formuliert bereits Scholz die Erkenntnis, dass bei zu starker Funktionsorientierung „ein crossfunktionaler Kapazitätsausgleich entlang der originären Arbeitsabläufe nicht mehr stattfindet und somit die betriebliche Elastizität und Flexibilität verringert wird“ (SCHOLZ 1995, S. 15).

Aus dieser Perspektive gibt es seit spätestens den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts zahlreiche Veröffentlichungen, die wie z.B. (GAITANIDES et al. 1994) oder (HAMMER 1990) die Vorteile der Prozessorientierung gegenüber der lange vorherrschenden Funktionsorientierung hervorheben. Eine detaillierte Übersicht über die Entwicklung des Gedankens der Prozessorientierung in der Organisationswissenschaft gibt (SCHOLZ 1995). Den aktuellen Stand geben zahlreiche Veröffentlichungen wieder, von denen stellvertretend zu nennen sind: (SCHMELZER/SESSELMANN 2006; ALLWEYER 2005; BEST/WETH 2005; FELDMAYER/SEIDENSCHWARZ 2005; HORVÁTH&PARTNERS 2005b).

Jedoch hat auch die Aufgabenintegration ebenso wie die Spezialisierung ihre Grenzen: „Die generelle Forderung nach Aufgabenintegration bzw. ganzheitlicher, autarker Aufgabenabwicklung wird sich als ebenso verfehlt erweisen wie die entgegen gesetzten Konzepte der Aufgabenspezialisierung. Wesentlich ist eine aufgaben- und stellenbezogene Differenzierung“ (WELTZ/BOLLINGER 1987, S. 52ff). Gründe hierfür sind, dass die allgemeine Beanspruchung steigt (vgl. KÜHN et al. 2006, S. 154) und eine zunehmende Aufgabenintegration dazu führt, dass (hoch-)spezialisierte Fach- und Führungsspezialisten in wachsendem Umfang Aufgaben übernehmen, die auch von Personen mit weniger tiefer bzw. umfangreicher Fach- und Führungsausbildung bzw. anderen Spezialisierungen wahrgenommen werden können. Manche Autoren sprechen in diesem Zusammenhang von „niedriger Qualifikation“. Diesem Begriff soll hier nicht gefolgt werden, da er eine Wertung impliziert. Nehmen die beschriebenen Aufgaben überhand, so kommt es zu Produktivitätseinbußen. (NIPPA 1988, S. 134) fordert entsprechend eine technikerunterstützte Delegation von Regel- und Routineaufgaben sowie Entscheidungen auf nachgeordnete Ebenen und technische Abwicklungssysteme. (BELLMANN 1989) beschreibt zur Lösung dieser Problematik eine Vorgehensweise zur Bestimmung einer kostenoptimalen Arbeitsteilung im Büro, die jedoch keine Flexibilitätsaspekte berücksichtigt. (MAYER 1988) fordert eine kooperative Arbeitsteilung mit dem Fachspezialisten im Zentrum (s.u. Abschnitt 3.2.1.2).

3.2.1.1 Arbeitsteilung in der Produktentwicklung und Arbeitsvorbereitung

Für die Produktentwicklung ist Arbeitsteilung essentiell. Ist eine vollständige Aufgabenintegration (Prozessorientierung) bei einfacheren Prozessabläufen und auch einfacheren Entwicklungs- und Arbeitsvorbereitungsaufgaben noch denkbar, so lässt sie sich bei komplexeren Entwicklungsaufgaben aufgrund des notwendigen Fachwissens und der begrenzten Speicherkapazität des menschlichen Langzeitgedächtnisses nicht realisieren. Zur Beherrschung komplexer Entwicklungsprozesse ist heute das problemspezifische Zusammenwirken vieler Spezialisten, z.B. für Festigkeit, Kosten, Fertigung oder Werkstoffe, erforderlich (vgl. EHRENSPIEL 2007, S. 145). Um eine komplexe Entwicklungsaufgabe inhaltlich und in einem vertretbaren Zeitrahmen wirtschaftlich zu bearbeiten, muss diese mit Hilfe von Arbeitsteilung auf verschiedene Fachleute unterschiedlicher Qualifikationsarten und -stufen aufgeteilt werden. Den Erfolg dieser Zusammenarbeit bestimmen darüber hinaus zahlreiche weitere Faktoren, die bei einer ganzheitlichen Gestaltung der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee zu berücksichtigen sind. (FRANKENBERGER 1997) identifiziert insgesamt 18 unterschiedliche Einflussfaktoren auf den Ebenen Individuum, Gruppe und Organisation.

Zur Art und zum Grad der Arbeitsteilung in der Produktentwicklung gibt es keine verbindliche Festlegung. In der Regel sind auch verschiedene Formen der Arbeitsteilung gleichzeitig in ein und demselben Unternehmen oder gar Projekt anzutreffen. Die konkrete Ausprägung hängt vom Grad der Komplexität des Produktes ebenso ab wie von der Unternehmensgröße. Eine Aufgabe kann auch in der Produktentstehung grundsätzlich sequentiell oder parallel zerlegt werden (EHRENSPIEL 2007, S. 163ff).

Bei der sequentiellen Aufteilung oder Aufteilung nach Zwischenzuständen wird ein Prozess in verschiedene Schritte zerlegt, die von mehreren Personen nacheinander bearbeitet werden können. Die Form der Arbeitsteilung entspricht demnach einer *verrichtungsorientierten Spezialisierung* (zum

Begriff siehe KIESER/WALGENBACH 2003, S. 87). Für die Gliederung nach Verrichtungen können unterschiedliche Strategien gewählt werden. Gängige Strategien in der Produktentstehung sind nach (EHRENSPIEL 2007, S. 163):

- vom Vorläufigen zum Endgültigen,
- vom Abstrakten zum Konkreten,
- vom Wesentlichen zum weniger Wesentlichen,
- vom Unvollständigen zum Vollständigen,
- ...

Diese Form der Arbeitsteilung bildet sich entlang des Prozesses auf der obersten Ebene in der Gliederung nach Funktionsbereichen ab. In den meisten Betrieben ist z.B. eine Trennung zwischen Entwicklung/Konstruktion und Arbeitsvorbereitung die Regel. Teilweise - oft auch abhängig von der Unternehmensgröße - werden diese Bereiche dann nach einer der oben genannten Strategien weiter untergliedert.

Eine andere Möglichkeit ist die Aufteilung in parallele Prozesse. Hierbei kann eine *einfache Mengenteilung* oder eine *objektorientierte Artteilung* vorgenommen werden. Die einfache Mengenteilung wird eher in Bereichen anzutreffen sein, in denen es gilt, eine Menge von gleichartigen Arbeitsaufgaben zu bewältigen, z.B. in der Ableitung von Zeichnungen. Aufgrund des erforderlichen Fachwissens werden in der Produkterstellung in der Regel vor einer Mengenteilung zunächst objektorientierte Formen der Arbeitsteilung angewendet. So erfolgt eine Einteilung der Mitarbeiter z.B. nach Produktgruppen, Funktionen, Baugruppen, Technologien, etc..

Die beschriebenen Formen der Arbeitsteilung entlang des Prozesses entsprechen einer horizontalen Arbeitsteilung. Davon zu unterscheiden ist die vertikale Arbeitsteilung (vgl. vertikale und horizontale Prozessstrukturierung; SCHOLZ 1995). Während es sich bei der horizontalen Arbeitsteilung um die Verteilung gleichrangiger Aufgaben handelt, beschreibt die vertikale Arbeitsteilung die Trennung von Führungs- und Durchführungsaufgaben bzw. die Trennung in dispositive und ausführende Arbeit. Diese Trennung verfeinernd, existieren eine Reihe von weiteren Aufgabenklassifizierungen. Ausführende Arbeit wird in solchen Klassifizierungen zusätzlich nach kreativen und Routinetätigkeiten unterschieden bzw. davon abgeleitet nach unterschiedlichen Qualifizierungsstufen, so dass es zu Differenzierungen z.B. in Unterstützungs-, Sach-, Fach- und Führungsaufgaben kommt (z.B. bei MAYER 1988, S. 118ff; SZYPERSKI et al. 1982). Auf den Bereich der Entwicklung/Konstruktion bezogen unterscheidet (HUBKA 1976, S. 14) fünf unterschiedliche Arten von Aufgaben (vgl. Abbildung 3-2).

Klasse	Arbeitscharakteristik
I	<p>Qualifizierte Arbeit in Form von technisch-wirtschaftlichen Überlegungen zum Vorausdenken eines mechanischen Systems, das heißt Konstruktionsarbeit im eigentlichen Sinne des Wortes. In diesem Bereich müssen mindestens drei Stufen unterschieden werden, je nach Kompliziertheit und Originalität des mechanischen Systems:</p> <p>(1) Hochqualifizierte Facharbeit, z.B. Konzipieren bei einer Neuentwicklung inkl. Berechnungen</p> <p>(2) Mittlere Facharbeit, z.B. Entwerfen bei Weiterentwicklung einer Maschine, Neuentwicklung einer einfachen Gruppe mit den entsprechenden Berechnungen</p> <p>(3) Einfachere Facharbeit, z.B. Ausarbeiten von Teilzeichnungen, Zusammenstellungszeichnungen</p>
II	Tätigkeiten verbunden mit der Beschreibung des mechanischen Systems, also zeichnerische und Schreibearbeit
III	Fachlich qualifizierte Arbeit, jedoch kein direkter Beitrag zum Konstruieren des mechanischen Systems, z.B. Überwachung der Fertigung, Beratungen, Ausarbeiten von Angeboten, Normierung, Zeichnungsänderungen
IV	Hilfsarbeit, z.B. Kopieren, Schneiden der Zeichnungen, Archivieren
V	Leitungstätigkeit auf allen Ebenen

Abbildung 3-2: Die fünf Hauptklassen von Konstruktionsarbeiten (HUBKA 1976, S. 14)

3.2.1.2 Kooperative Arbeitsteilung zur Unterstützung von Fachspezialisten

Basierend auf den Vorarbeiten von (WELTZ/BOLLINGER 1987, S. 54-56) beschäftigt sich (MAYER 1988, S. 145ff) intensiv mit Varianten der vertikalen Arbeitsteilung im Bereich naturwissenschaftlich-technischer Fachspezialisten, zu deren Einsatzbereich die Produktentwicklung/Arbeitsvorbereitung zweifelsohne gehört. Der Aufgabenbereich der naturwissenschaftlich-technischen Fachspezialisten wird als selbstständig organisierte, wissensbasierte, einzelfall- und projektorientierte Arbeit mit einem hohen Anteil kreativer Problemlösungen und wenig Vorgaben charakterisiert, die durch eine hohe Nebenläufigkeit, d.h. Anzahl paralleler Aufgaben, gekennzeichnet ist (MAYER 1988, S. 80ff). Auch wenn damit eher Aufgaben im Bereich der Neuentwicklung beschrieben sind, lassen sich seine Lösungsansätze zum Thema Arbeitsteilung insofern auf den Bereich der Anpassungs- und Variantenentwicklung übertragen, als sie die wirtschaftliche Nutzung von Fachqualifikationen betreffen.

Konkret stellt Mayer die Frage, wie die Zusammenarbeit zwischen Fachspezialisten und Unterstützungskräften zu gestalten ist. Die *rigide Arbeitsteilung*, d.h. die strenge Arbeitsteilung und sogar räumliche Trennung von Fachspezialisten und Unterstützungskräften als konservativste Form der Arbeitsteilung, schließt er dabei für eine sinnvolle Anwendung aus, da sie träge ist und zu langen Durchlaufzeiten führt. Die *vertikale Aufgabenintegration* durch Rückdelegation (Übernahme von Neben- und Unterstützungstätigkeiten durch Fachspezialisten) oder Reintegration (Übernahme von Fach-/Sachaufgaben durch Unterstützungskräfte) erweist sich dann und nur so lange als sinnvoll, wie sie nicht zur unwirtschaftlichen Nutzung von (Hoch-)Qualifikationen führt. Durch die Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien sind beide Effekte zu beobachten. Die resultierende

Annäherung der Arbeitsinhalte der genannten Mitarbeitergruppen gepaart mit der durch den technischen Fortschritt verbundenen Einsparung an einfachen Arbeitsplätzen führt jedoch im Arbeitsalltag häufig dazu, dass viele Fachspezialisten sich mit Nebentätigkeiten beschäftigen, für die sie zu hoch qualifiziert sind.

Mayer empfiehlt daher eine *kooperative Arbeitsteilung* zwischen Fachspezialisten und Unterstützungskräften (vgl. MAYER 1988, S. 149f; S. 159ff und die dort zitierte Literatur). Diese zeichnet sich dadurch aus, dass die grundsätzliche Arbeitsteilung nicht in Frage gestellt wird, aber abgestimmt auf die jeweilige Aufgabe die Zusammenarbeit neu definiert wird. Ein dabei in verschiedenen Varianten immer wieder formulierter Vorschlag ist die Entlastung der Fachspezialisten von allen Tätigkeiten, die aus fachlicher Sicht auch durch andere erledigt werden können. Diese Entlastung soll möglichst durch räumlich und organisatorisch eng zugeordnete Unterstützungskräfte erfolgen. Eine konkrete Beschreibung der geeigneten Tätigkeiten erfolgt jedoch nur ansatzweise anhand einzelner Beispiele. Wesentlich für das vorgestellte Konzept ist, dass der Fachspezialist individuell den Umfang der jeweils benötigten Unterstützungstätigkeit bestimmt und einfordert, statt auf Basis festgelegter Standards zu operieren. Der Aufwand für Aufgabenklärungen und Rückfragen wird folglich bei der kooperativen Arbeitsteilung noch sehr hoch ausfallen.

Trotz des technischen Fortschritts sind heute immer noch viele der angesprochenen Unterstützungstätigkeiten am Arbeitsplatz von Fachspezialisten erforderlich. Jedoch ist eine kooperative Arbeitsteilung in der Regel den Führungskräften vorbehalten. Schritte zu einer Entlastung von Fachspezialisten und Führungskräften können große Industrieunternehmen gehen, die verschiedene Unterstützungstätigkeiten in eigenen Service-Bereichen bündeln. Hierzu gehören vor allem allgemeine Dienstleistungen wie Reisemanagement, Grafikabteilungen oder Fahrzeugbetreuung. Stärker fachbezogene Leistungen werden hier derzeit so weit bekannt nicht angeboten. Abzugrenzen davon sind die Shared-Services-Bereiche, in denen ganze Fachabteilungen ausgegliedert werden (SCHMELZER/SESSELMANN 2006, S. 88f).

Bei der Arbeitsorganisation am einzelnen Arbeitsplatz ist demnach eine Anreicherung der Aufgaben in beide Richtungen (Fachaufgaben und Unterstützungstätigkeiten) festzustellen. Die Aufgabenintegration bzw. Bildung ganzheitlicher Aufgaben ist bezogen auf den einzelnen Mitarbeiter bereits relativ weit umgesetzt. Gleichzeitig werden im Zuge von Rationalisierungsbestrebungen häufig Unterstützungsbereiche oder Assistenzstellen gestrichen, Outsourcing-Konzepte propagiert und Routinetätigkeiten ins kostengünstigere Ausland verlagert. In den entstehenden Spezialistenorganisationen wächst das Risiko, dass hochausgebildete Fachkräfte sowohl ihr eigener Chef als auch ihr eigener Sekretär sind. Bezogen auf den einzelnen Arbeitsplatz (Stelle) ändert sich eine einmal definierte Arbeitsteilung in der Regel nicht. Die Stelle wird immer noch übereinstimmend als die kleinste organisatorische Einheit der Verteilung von Arbeitsaufgaben betrachtet (BELLMANN 1989, S. 88f; KIESER/WALGENBACH 2003, S. 79). Auch wenn im täglichen Arbeitsablauf eine variable Aufgabenzuordnung durchaus praktiziert wird, ist eine systematische, situationsgerechte, variable Ausgestaltung von Aufgabenintegration und Spezialisierung nicht erkennbar.

3.2.1.3 Fazit: Arbeitsteilung

Arbeitsteilung und Spezialisierung sind für die Erstellung komplexer Produkte und Dienstleistungen unumgänglich. Spezialisierung führt jedoch nur bis zu einem gewissen Grade zu einer Produktivitätssteigerung. Wird sie zu weit getrieben, führt sie auf Ebene des Prozesses zu Mauerndenken und langen Durchlaufzeiten, auf Ebene des einzelnen Mitarbeiters zu Monotonie bzw. bei Fachspezialistentätigkeit zu geistiger Überlastung. Bei der Arbeitsteilung ist daher zu berücksichtigen, dass der Prozesszusammenhang erkennbar bleibt und ganzheitliche Aufgaben gebildet werden, um die Motivation der Mitarbeiter zu unterstützen. Tätigkeiten, die eine hohe Konzentration erfordern, sollten sich daher mit Phasen entspannterer Routinetätigkeit abwechseln. Eine solche Aufgabenintegration führt zu höherer Zufriedenheit und kürzeren Durchlaufzeiten. Sie kann jedoch auch zu unwirtschaftlicher Nutzung von Fachwissen führen. Dies wird gerade in Belastungssituationen ein Problem, wenn die Leistungsfähigkeit des Fachspezialisten ein knappes Gut ist. Sofern hier kein Unterstützungspotenzial vorhanden ist, wird der Fachspezialist zum Engpass, der die Leistung des Gesamtprozesses begrenzt. Könnte der Grad der Arbeitsteilung flexibel verändert werden, so könnten dadurch in Zukunft Engpässe beseitigt werden.

Nachdem Arbeitsteilung bzw. Spezialisierung in ihrer Bedeutung für und Auswirkung auf die effiziente Bearbeitung komplexer Aufgaben beschrieben wurde, sollen im nächsten Abschnitt aufbauend darauf die grundsätzlichen Arten der Prozessstrukturierung betrachtet werden, die arbeitsteilig organisierte Arbeit wieder in einen logisch-zeitlichen Zusammenhang bringen.

3.2.2 Prozessstrukturierung in der Produktentstehung

Zur Beherrschung komplexer, arbeitsteilig erledigter Aufgabenstellungen sind Vorgehenspläne erforderlich, die den Ablauf in seine logischen Phasen unterteilen sowie zeitlich, räumlich und personell strukturieren. Hierbei sind drei einander ergänzende Richtungen zu berücksichtigen: die horizontale, vertikale und objektorientierte Strukturierung (vgl. Abbildung 3-3).

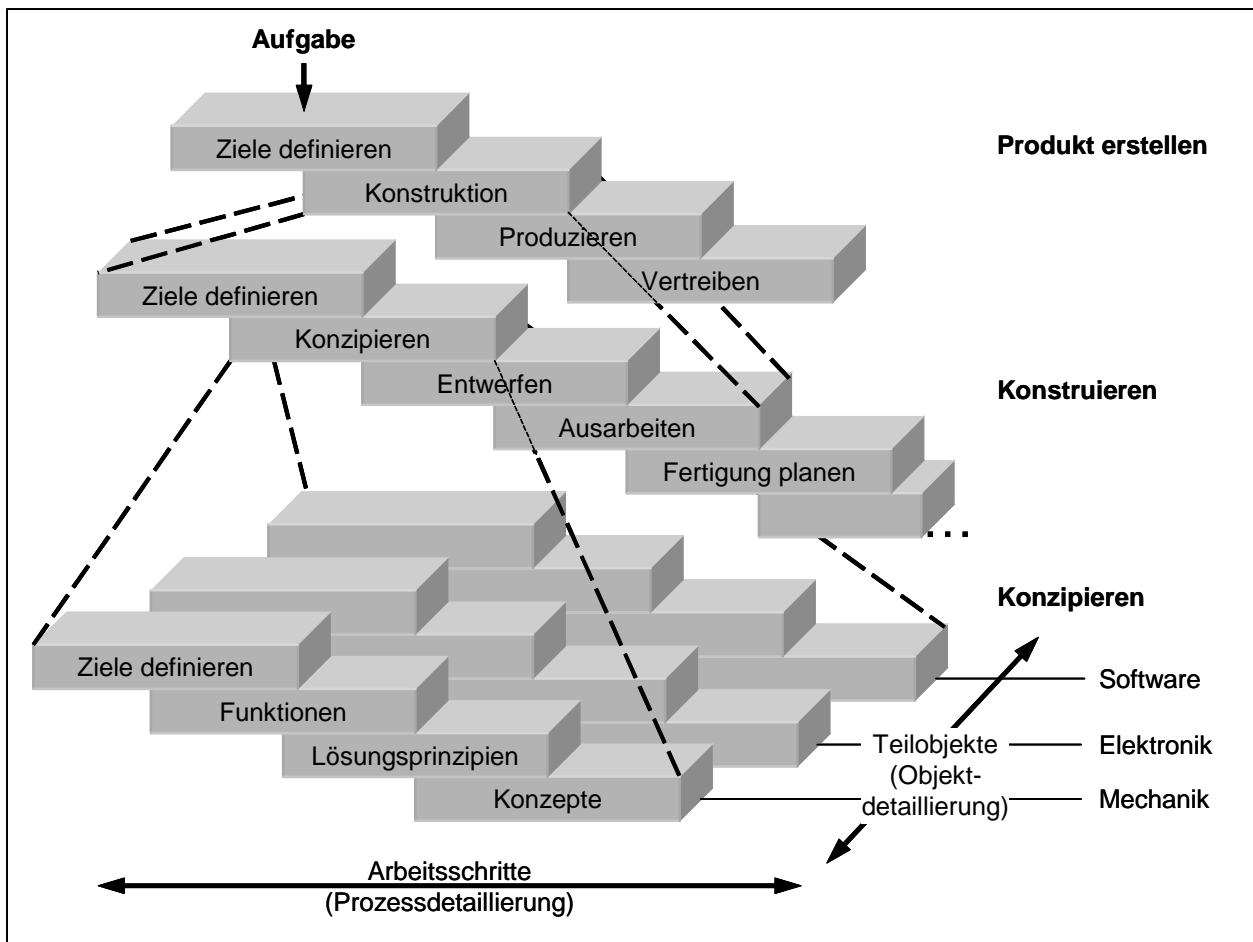


Abbildung 3-3: Strukturierungsrichtungen des Produktentstehungsprozesses (EHRENSPIEL 2007, S. 317)

3.2.2.1 Horizontale Strukturierung entlang des Prozesses

Die horizontale Strukturierung folgt dem logisch-zeitlichen Ablauf eines Prozesses. Einzelne Prozessphasen werden so abgegrenzt, dass schlüssige Zwischenergebnisse entstehen. Die entstehende Phasengliederung des Prozesses erlaubt es, bewusst Zäsuren in der Prozessbearbeitung vorzusehen und so Zwischenergebnisse zu überprüfen. Sie ist für die Produktentwicklung insbesondere von Bedeutung, als dabei immer wieder eine Rückkopplung des Ergebnisses mit den ursprünglichen bzw. ggf. zwischenzeitlich geänderten Spezifikationen möglich ist. Ergebnis einer horizontalen Prozessstrukturierung sind Vorgehenspläne, wie z.B. Phasenpläne, Meilensteinpläne, Quality-Gate-Modelle (SCHARER 2002) oder die Vorgehensweise nach (VDI 2221).

3.2.2.2 Vertikale Strukturierung

Die Prozessabläufe in der Produktentwicklung können unterschiedlich viele, teilweise selbständige Detaillierungsebenen enthalten (EHRENSPIEL 2007, S. 169f). Eine verbindliche Aufteilung für die Detaillierung des Produktentwicklungsprozesses gibt es nicht. Sie hängt immer von der Komplexität des Geschäftsprozesses an sich, von der Arbeitsorganisation und dem Zweck der Prozessbetrachtung ab. In der Regel werden zwischen drei und fünf Ebenen unterschieden (vgl. Abbildung 3-4; siehe auch BINNER 2005, S. 174; SCHMELZER/SESSELMANN 2006, S. 109ff; SCHOLZ 1995, S. 99;

HAIST/FROMM 1991; GAITANIDES et al. 1994, S. 37ff). Zweck der vertikalen Strukturierung ist die Zuordnung von Aufgabenträgern und Verantwortlichkeiten sowie die Leistungsmessung (SCHMELZER/SESSELMANN 2006, S. 109ff). Sie erlaubt darüber hinaus eine variable Betrachtungsgenauigkeit („Hineinzoomen“) je nach Perspektive und Erkenntnisinteresse des Beobachters.

Strienging; Haist / Fromm (IBM)	REFA- Verband	Horváth & Partners	Feldmayer / Seidenschwarz	Schmelzer / Sesselmann
1. Prozess	1. Unternehmensprozess	1. Geschäftsprozess	1. Prozessgruppen	1. Geschäftsprozess
2. Subprozess	2. Hauptprozess	2. Prozess	2. Basisprozesse	2. Teilprozess
3. Aktivität	3. Teilprozess	3. Teilprozess	3. Prozesskategorien	3. Prozessschritt
4. Aufgabe	4. Arbeitssystemprozess	4. Aktivität	4. Prozessketten	4. Arbeitsschritt
			5. Workflows	
			6. Arbeitsschritte	

Abbildung 3-4: Detaillierungsstufen von Geschäftsprozessen (SCHMELZER/SESSELMANN 2006, S. 111)

Der Geschäftsprozess „Produktentwicklung“ wird üblicherweise mindestens noch zwei Ebenen weiter detailliert, nämlich in verschiedene (parallele) Teilprozesse (Produktentwicklung/ Prozessentwicklung/ Beschaffung, etc.) mit Arbeitsschritten bzw. Aktivitäten je Prozessphase, bzw. Teilprojekte mit verschiedenen Stufen von Arbeitspaketen, wenn eher aus Sicht des Projektmanagements gedacht wird. Für die vorliegende Arbeit von Interesse ist der Detaillierungsgrad unterhalb der Ebene der Teilprozesse.

Der Detaillierungsgrad der Beschreibung richtet sich bei projektorientierter Herangehensweise nach der sinnvollen Größe von Arbeitspaketen (vgl. GASSMANN 2005, S. 71ff). Bei der prozessorientierten Sicht kann theoretisch bis zur Ebene von einzelnen Denkvorgängen (Arbeitselementen) detailliert werden (NORDSIECK 1955, S. 138ff; BINNER 2005, S. 174). Das kleinste *eigenständige* Element ist nach (NORDSIECK 1955, S. 133f) die Arbeitsstufe, definiert als „kleinste, geschlossene und in ihrer Wirkung relativ selbständige Arbeitseinheit“. Die Zeitbausteine wie „Suchen und Finden“, „Lesen“, „Vergleichen“, etc. des MTM-Bürodaten-Systems, seit 2003 als MTM-Office-System bezeichnet und vorwiegend zur Personalbedarfsermittlung konzipiert und eingesetzt (JOST 2004; BOKRANZ 1978), entsprechen soweit aus der frei zugänglichen Literatur erkennbar in etwa der Stufe der Teilarbeiten oder Arbeitselemente bei Nordsieck.

Für die praktische Abbildung von Prozessabläufen, z.B. beim Einsatz von Workflow-Systemen, wird als niedrigste Detaillierungsstufe die oberhalb der Denkvorgänge angesiedelte „Aktivität“ gewählt, ohne sie jedoch genauer zu charakterisieren (SCHMELZER/SESSELMANN 2006, S. 111).

3.2.2.3 Objektorientierte Strukturierung zur Parallelisierung

Zu dieser aus horizontaler (Prozessablauf) und vertikaler (Prozesshierarchie) Struktur zusammengesetzten Prozessarchitektur (SCHOLZ 1995, S. 99) tritt besonders in der Produktentwicklung die objektorientierte Struktur hinzu. Zur Beherrschung der inhaltlichen Komplexität werden die

Teilprozesse bzw. bestimmte Abschnitte objektorientiert vervielfältigt (vgl. EHRENSPIEL 2007, S. 316ff) und ggf. adaptiert.

System und Subsystem	Mögliche Teilobjekte
1) System allgemein	- Subsysteme, Module (z. B. beim Pkw: Fahrwerk, Karosserie, Antrieb, ...)
2) Produkt	
Umsatzart	- Modul für Energie-, Stoff-, Informationsumsatz
Funktion	- Haupt- / Nebenfunktion, Teilfunktion, Elementarfunktion (z. B. Antreiben, Steuern)
Physik	- hydraulisches, elektrisches, mechanisches Teilprojekt
Modul	- Anlageteil, Baugruppe, Teilverband
Element	- Bauteil, Funktionsträger, Gestaltzone

Abbildung 3-5: Möglichkeiten der objektorientierten Strukturierung der Produktentwicklung (nach EHRENSPIEL 2007, S. 318)

Auf oberster Ebene entstehen so Projektvarianten (Neu- vs. Anpassungsentwicklung) und auf untergeordneter Ebene Ablaufvarianten für verschiedene Objekte (Systeme, Produktkomponenten, Baugruppen, etc. (vgl. Abbildung 3-5). Die geschickte objektorientierte Strukturierung eines Produktentwicklungsprozesses nutzt Spezialisierungsvorteile, bildet die Basis für eine komplexitätsreduzierende Verteilung der Gesamtaufgabe auf verschiedene Aufgabenträger und ermöglicht eine Parallelisierung der Abarbeitung und damit zusätzliche Zeitersparnis. Die dahinter stehende Gliederung des Produktes in relativ unabhängige Teilsysteme reduziert gleichzeitig die Abhängigkeiten der Bearbeitung dieser Teilsysteme. Sowohl technische Probleme als auch zeitliche Verzögerungen lassen sich dadurch besser isolieren.

Die aufgrund dieser dreidimensionalen Strukturierung entstehenden Teilaufgaben werden anschließend verschiedenen Aufgabenträgern zugeordnet. Hierbei werden Aufbau- und Ablauforganisation miteinander verknüpft. Während das Geschäftsprozessmanagement hier eher starre Zuordnungen vorsieht, erlaubt das Projektmanagement grundsätzlich variable Zuordnungen. In der Unternehmenspraxis findet die variable Zuordnung frühestens unterhalb der Ebene „Abteilung“ statt. In der Regel werden Mitarbeiter jedoch bestimmten Produktbereichen und den daraus entstehenden Projekten fix zugeordnet. Für die vorliegende Arbeit wird aufbauend auf einem sinnvollen Detaillierungsgrad (vertikale Struktur) eine Variation der Aufgabenverteilung auf der horizontalen und objektorientierten Ebene vorzunehmen sein.

3.2.2.4 Fazit: Prozessstrukturierung

Zur Beherrschung komplexer, arbeitsteilig erledigter Aufgabenstellungen muss der Ablauf horizontal, vertikal und objektorientiert strukturiert werden, um eine sinnvolle Planung, Bearbeitung und Fortschrittskontrolle zu ermöglichen. Fokus der Prozessstrukturierung ist in erster Linie die Abbildung der benötigten Arbeitsschritte sowie die einmalige optimale Zuordnung zu Aufgabenträgern bzw. Gruppen von Aufgabenträgern. Aspekte der flexiblen Arbeitsteilung, wie beispielsweise die sinnvolle Teilbarkeit im Sinne einer variablen Zuordnung der Prozessschritte zu Aufgabenträgern, finden bei der Prozessstrukturierung keine systematische Berücksichtigung. Dennoch können die Überlegungen zu selbständig wirksamen Arbeitseinheiten (Arbeitsstufen, Aktivitäten) als Grundlage für die Bildung flexibel zuordenbarer Arbeitseinheiten verwendet werden.

3.2.3 Flexibilisierung von Prozessstrukturen

Nicht alle Prozesse laufen immer gleich ab (Routineabläufe), so dass ein fester Prozessablauf mit gleich bleibender Strukturierung möglich ist (vgl. NIPPA 1996, S. 54; NORDSIECK 1955, S. 135). Für das Betrachtungsobjekt der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee mit ihrer inhaltlichen Unbestimmtheit und vor allem in einem turbulenten Umfeld sind Varianten und Anpassungen zu erwarten. Daher werden im Folgenden verschiedene Ansätze zu Flexibilisierung von Prozessstrukturen beleuchtet (Abschnitt 3.2.3.3). Zuvor werden in Abschnitt 3.2.3.1 das Spannungsfeld zwischen Flexibilität und Standardisierung thematisiert und in Abschnitt 3.2.3.2 Ansätze zur erfolgreichen Verbindung beider Konzepte vorgestellt.

3.2.3.1 Die Bedeutung von Standardisierung für die Flexibilität

Die Bildung und Beschreibung von Prozessen für wiederholt auftretende Aufgaben entspricht der Standardisierung des Vorgehens, auch bezeichnet als Koordination durch Programme (KIESER/WALGENBACH 2003, S. 115ff). Ein Standard beschreibt die einfachste, leichteste, sicherste und schnellste Art und Weise, etwas zu tun (THOMPSON 2000, S. 54-57; BIEBER 2001, S. 30).

Mit der Standardisierung von wiederholt auftretenden Vorgängen entlastet sich ein Unternehmen analog dazu von einzelfallorientierter Koordination. Durch Standards wird die Reaktion auf bestimmte Situationen beschleunigt und eine problemadäquate Vorgehensweise unterstützt. Die entsprechenden (geistigen) Kapazitäten bleiben frei für Aufgaben, die tatsächlich ein neues, individuelles Vorgehen erfordern. Darüber hinaus ist die Art und Weise der Leistungserbringung durch die Standardisierung für Dritte und im Nachhinein nachvollziehbar. Weitere Vorteile der Standardisierung liegen neben der angesprochenen Produktivitätssteigerung und Nachvollziehbarkeit in der Speicherung von Wissen, die sowohl die Planung als auch das Einlernen neuer Mitarbeiter erleichtert, in der Fixierung von Qualitätsstandards, die als Basis für Verbesserungen dienen können oder in der Herstellung von Vergleichbarkeit als Grundlage für eine Leistungsbewertung. Eine ausführliche Beschreibung der Effekte von Standardisierung findet sich bei (THOMPSON 1997, S. 51-78). Die operativen und strategischen Nutzenpotenziale von Standardisierung beschreiben (FELDMAYER/SEIDENSCHWARZ 2005, S. 14ff).

Eine zu weit getriebene Standardisierung oder gar Maschinisierung der Abläufe birgt jedoch die Gefahr von Überregulierung und Erstarrung (vgl. BORGARD 2003). Ungeplante oder nicht den Standardfällen entsprechende Ereignisse können nicht mehr verarbeitet werden, berechnete Ausnahmen werden unmöglich. Die Reaktion durch bürokratische Standards gebundener Schalterbeamten oder Hotline-Mitarbeiter auf Sonderwünsche mag dazu als Beispiel dienen. Eine dahingehend aufschlussreiche Abhandlung über die Wirkung von Standardisierung im zwischenmenschlichen Bereich nimmt vertiefend (LEIDNER 1993) vor. Die Notwendigkeit der regelmäßigen Überprüfung und Anpassung von Standards bzw. ihrer Ergänzung durch fallorientierte Vorgehensweisen (die später wieder in Standards münden können) ist daher unbestritten (KIESER/WALGENBACH 2003, S. 117f).

3.2.3.2 Standardisierte Flexibilität

Ähnlich wie bei der Arbeitsteilung ist auch beim Thema der Standardisierung von Arbeitsabläufen demnach weder das eine noch das andere Extrem als sinnvoll zu beurteilen. Eine situationsgerechte Ausgestaltung der Standardisierung ist erforderlich. (FELDMAYER/SEIDENSCHWARZ 2005) sprechen in diesem Zusammenhang allgemein von „*Process Mass Customization*“ und meinen damit die Standardisierung der Abläufe bei gleichzeitiger kundenorientierter Ausführung bzw. Ergänzung. Gestaltungshinweise für eine aufgabengerechte Form der Standardisierung in der Produktentwicklung geben (NIPPA/REICHWALD 1990) mit ihrem Konzept der Prozessketten vom Typ A und B (vgl. Kapitel 2.1.2.2), für die sie unterschiedliche Standardisierungsstrategien vorschlagen.

Die Grundüberlegung muss dabei sein, den Konflikt zwischen Standardisierung und Flexibilität aufzulösen. (ADLER/BORYS 1996) unterscheiden dazu die Form der „*enabling bureaucracy*“ gegenüber der „*coercive bureaucracy*“. *Enabling bureaucracy* beschreibt Standardisierung, die vergangene Erfahrungen im Sinne von *lessons learned* aufnimmt, die *best practices* für andere verfügbar macht und damit neue organisationale Fähigkeiten verbreitet und die Mitarbeiter dabei unterstützt, die Wünsche ihrer Kunden besser umzusetzen. *Coercive bureaucracy* ist dagegen Bürokratie im negativen Sinne des Wortes. Sie geht davon aus, den unwilligen, illoyalen Mitarbeiter auf den rechten Weg zu zwingen. Merkmale guter Standardisierung sind *Verbesserungsfähigkeit* (repair), interne und globale Transparenz sowie Flexibilität. Standards müssen an reale betriebliche Vorkommnisse angepasst werden können. *Interne Transparenz* bedeutet, die Anforderungen zu erklären und Prozessverständnis herzustellen sowie durch Prozesskennzahlen Feedback über die Leistung zu ermöglichen. *Globale Transparenz* erzeugt ein Verständnis für den Gesamtzusammenhang durch umfassende Verfügbarkeit von Kontextinformationen und ermöglicht kreative Interaktion mit dem Umfeld. *Flexibilität* bedeutet, dass sachbedingte Abweichungen vom Standard möglich sind, die im Sinne von Lernmöglichkeiten ggf. zu Varianten des Standardablaufs führen können. Gute Standardisierung erhöht damit Qualität und Flexibilität und unterstützt das Handeln der Mitarbeiter im Prozess, weshalb die Ergebnisse von Adler/Borys von hoher Bedeutung für diese Arbeit sind.

Eine sehr wirksame Form der Verbindung von Standardisierung und Flexibilität („*standardized flexibility*“) verfolgt bereits sehr lange die Firma Toyota (MORGAN/LIKER 2006, S. 99ff). Durch das System einer dreifachen Standardisierung erreichen sie eine hohe Flexibilität und Qualität. Toyota

entwickelt darin konsequent verbindliche Standards im Bereich Produkt, Prozess und Personalqualifikation. Entwicklungsstandards (*design standards*) sichern die Verwendbarkeit der Komponenten in mehreren Produkten, auch über Produktfamilien und Generationen hinweg. Gezielte Personalentwicklung führt zu einem standardisierten Set von Erfahrungen und Qualifikationen (*standardized skills*), die ein Entwickler bei Toyota besitzt. Mitarbeiter können damit innerhalb ihrer Bereiche flexibel eingesetzt werden. Für diese Arbeit am bedeutendsten sind jedoch die zahlreichen Ablaufstandards (*standard processes*), die die verschiedensten Abläufe im Rahmen von Produktentwicklungsprojekten teilweise sehr detailliert beschreiben. Mithilfe dieser Ablaufstandards können einerseits Entwicklungszeiten sehr genau vorhergesagt werden. Andererseits dienen sie als Grundlage für den Einsatz der zahlreichen Satellitenfirmen, die zum Kapazitätsausgleich dienen und deren Mitarbeiter an wechselnden Stellen im Entwicklungsprozess eingesetzt werden. Die Verantwortung für die Entwicklung und Verbesserung der unterschiedlichen Standards liegt dezentral in den verantwortlichen Abteilungen. Entsprechend sind die Standards immer auf die konkrete Arbeitsaufgabe bezogen und aktuell. (LIKER et al. 1999) konnten in ihrer von der Vorgehensweise bei Toyota inspirierten Untersuchung bestätigen, dass Standardisierung im Sinne von Entwicklungsstandards, Dokumentation und Design-(bzw. Projekt-)Reviews unabhängig vom Neuigkeitsgrad der Entwicklung vorteilhaft für das Entwicklungsergebnis ist, während extreme Formalisierung im Sinne einer kontrollorientierten Bürokratie sich negativ auswirkt.

Für die produktionsreife Konkretisierung der Produktidee kann angesichts dieser Ergebnisse konstatiert werden, dass ein Großteil der Entwicklungsaufgaben, wenn auch nicht inhaltlich, so doch in jedem Fall vom Ablauf her wiederkehrend und damit standardisierbar ist (WOMACK 2005 spricht von „*transactional work*“). Die einzelfallorientierte Vorgehensweise wird auch bei komplexen Neuentwicklungen zugunsten einer zunehmenden Standardisierung verlassen. Je nach Wiederholhäufigkeit der Entwicklungsaufgabe entstehen (teil-)standardisierte Projektpläne, ganze Prozessmodelle oder in elektronischen Workflows gebundene Abläufe. Wenn in vielen Fällen auch der Gesamtprojektablauf sich nicht vollständig standardisieren lässt, so ist es für viele Teilleistungen dennoch möglich. Jede Form der flexiblen Arbeitsteilung sollte sich an den Anforderungen einer *enabling bureaucracy* orientieren.

3.2.3.3 Herstellung von Flexibilität in Prozessstrukturen

Aktuelle Ansätze zur Standardisierung der Abläufe in der Produktentwicklung bei gleichzeitiger Beibehaltung ausreichender Flexibilität schlagen daher eine Modularisierung des Vorgehens, die Bildung von Prozessbaukästen und die Betonung des iterativen Charakters der Entwicklungsarbeit gegenüber eine sequentiellen Vorgehensweise vor.

Zur Berücksichtigung der Indeterminiertheit der Aufgabe werden auf übergeordneter Ebene lediglich Phasenpläne oder Ecktermine zur terminlichen Koordination vorgegeben. Statt starrer Prozessabläufe werden auf untergeordneter Ebene aus flexibel zusammensetzbaren Prozessbaukästen oder Modulen aufgabengerecht Vorgehenspläne zusammengesetzt (vgl. GRUNWALD 2002, S. 61ff; SPECHT, W. 2002, S. 33ff und die dort jeweils zitierte Literatur). Diese können dezentral vom Entwicklungsteam individuell und situationsgerecht während der Projektarbeit in Reaktion auf die Unsicherheiten des Entwicklungsprozesses angepasst und ergänzt werden. (SCHUMANN 1994)

impliziert eine Art von Prozessbausteinen, die er jedoch weder hinsichtlich Form noch Inhalt konkretisiert. (MURR 1999) beschreibt eine auf Prozessbausteinen beruhende Methode zur adaptiven Planung und Steuerung der Produktentwicklung unter Berücksichtigung rechnergestützter Methoden. Die Definition der Prozessbausteine wird dabei den einzelnen Entwicklungsteams überlassen. Es erfolgt demnach keine grundsätzliche inhaltliche Festlegung der Prozessbausteine. (GRUNWALD 2002) beschreibt aufbauend auf (BICHLMAIER 2000) im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 336 der TU München ein aus Bausteinen der Typen Synthese, Analyse, Bewertung, Auswahl sowie Meilenstein bestehendes flexibel zusammensetzbares Prozessnetz für komplexe Produktentwicklungsprojekte. Bei beiden Autoren werden die Prozessbausteine inhaltlich konkretisiert und als integrierte Arbeitspakete von Entwicklung und Montage- bzw. Fertigungsplanung beschrieben.

Andere Ansätze gehen sogar so weit, lediglich Methodenbaukästen (EHRENSPIEL 2007, S. 336f; LÖFFLER/JAGUSCH 2004) oder gar Baukästen von Methodenelementen (ZANKER 1999) zu beschreiben, aus denen ebenfalls die jeweils sinnvollen Vorgehensweisen ausgewählt und situationsabhängig wiederholt und ergänzt werden können. Die beschriebenen Baukästen unterstützen die Flexibilität des Ablaufs. Die Systeme inhaltlich definierter Prozessbausteine, wie z.B. von Grunwald und Bichlmaier, können zur Vorstrukturierung der Prozesse im Hinblick auf eine flexible Arbeitsteilung herangezogen werden, müssten für eine Anwendung in der kundenspezifischen Anpassungs- und Variantenentwicklung jedoch entschlackt werden. Für die angestrebte Flexibilität der Aufgabenzuordnung wären die beschriebenen Prozessbausteine in jedem Fall weiter zu detaillieren.

Einen ersten Schritt in Richtung Variation der Aufgabenzuordnung auf einer Ebene unterhalb der Stelle gehen (MAYER 1988) sowie (BELLMANN 1989, S. 85f). Bellmann weist dabei explizit darauf hin, dass (durch den Einsatz von IK-Technik) zunehmend alternative Abläufe von Büroprozessen möglich sind (vgl. Abbildung 3-6). Allerdings geht er mit seinem Ansatz zur kostenoptimalen Arbeitsteilung davon aus, aus diesen den jeweils Besten auszusuchen und zu verankern. Mayer fordert eine Flexibilisierung, ohne dabei jedoch systematisch vorzugehen und eine Methode zu konkretisieren (vgl. Abschnitt 3.2.1.2). (WIEGRAN 1996) beschreibt in ihrer Arbeit unter anderem einen allgemeinen Ansatz zur variablen arbeitsorganisatorischen Differenzierung. Die „modulare Arbeitsorganisation“ sieht vor, die bisher auf eine Stelle zugeschnittenen Tätigkeiten in voneinander unabhängige Module aufzuteilen und den Mitarbeitern die Möglichkeit zu geben, zwischen diesen Modulen zu wechseln. Allerdings zielt die modulare Arbeitsorganisation auf eine mittel- bis langfristige Veränderung der Arbeitsteilung ab. Abgrenzungskriterien für die Module werden nicht formuliert; somit fehlt der Brückenschlag zur tatsächlichen Anwendung. Auch (WIEGAND/FRANCK 2004, S. 33) verweisen auf flexibel zu Dienstleistungen zusammensetzbare Prozessmodule offensichtlich unterhalb der Stellenebene, ohne jedoch den Detaillierungsgrad genau festzulegen. Eine flexible Arbeitsteilung steht bei ihnen nicht zur Debatte.

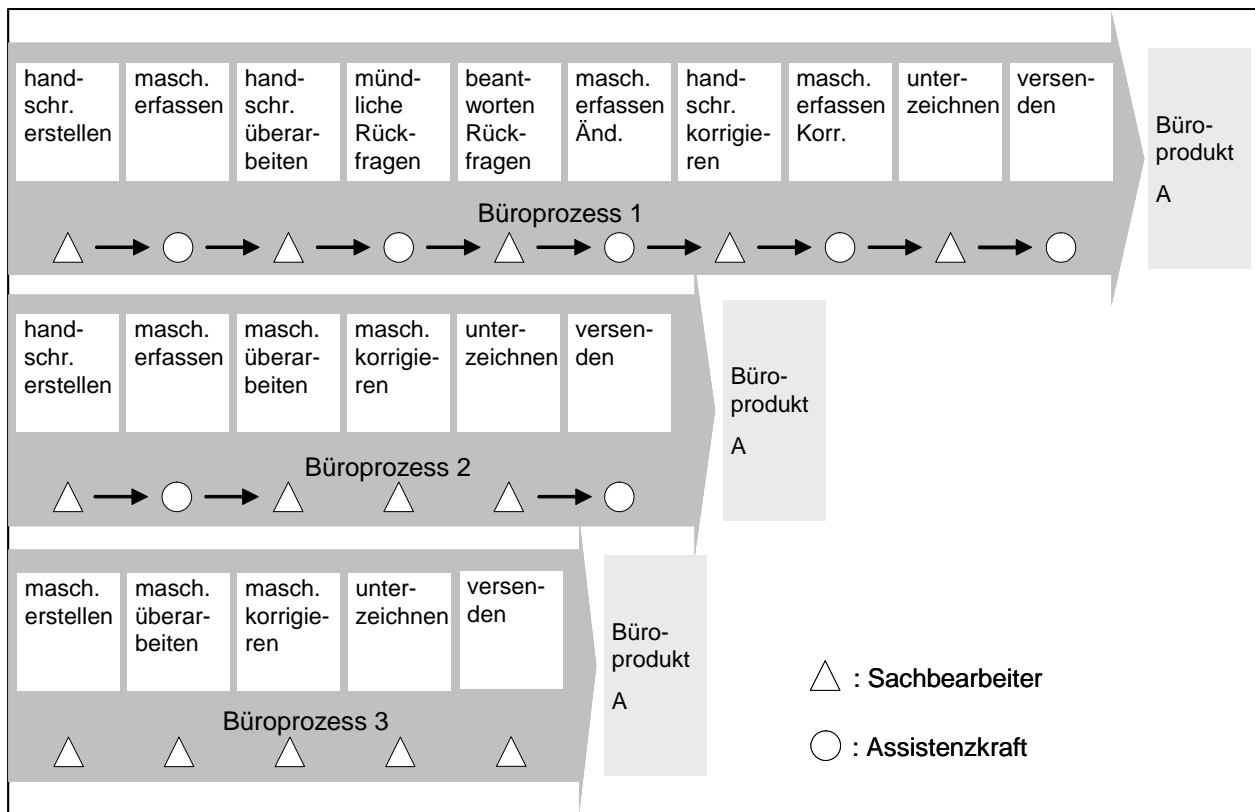


Abbildung 3-6: Unterschiedliche Arbeitsteilung innerhalb eines Prozessablaufs (vgl. BELLMANN 1989, S. 86)

3.2.3.4 Fazit: Flexibilisierung von Prozessstrukturen

Eine flexible Gestaltung der Prozesse ist für den Umgang mit Turbulenzen in der Produktentwicklung und Arbeitsvorbereitung unerlässlich. Das Konzept einer standardisierten Flexibilität fördert dabei die Wirtschaftlichkeit flexibler Strukturen. Eine modulare Gestaltung von Prozessen unter Zuhilfenahme von Prozessbausteinen und Methodenbaukästen ermöglicht die Verbindung von Standardisierung (und damit erhöhter Effizienz) und Flexibilität. Allerdings können die identifizierten Ansätze für eine variable Aufgabenzuordnung nur eine Grundlage bilden, da entweder Detaillierungsgrad oder Beschreibungsform hierfür nicht angemessen gestaltet sind und keine verwertbaren Abgrenzungskriterien formuliert werden.

3.2.4 Fazit: Flexible Prozessstrukturierung in der Produktentstehung

Arbeitsteilung ist für die Produktentwicklung unumgänglich. Spezialisierung und Aufgabenintegration haben dabei jeweils spezifische Vor- und Nachteile. Daher wird die Arbeitsteilung in industriellen Organisationen in der Regel aufgabenadäquat unterschiedlich gestaltet. Möglichkeiten einer Variabilisierung werden aus Sicht der Personalmanagement-orientierten Literatur vorgeschlagen, beziehen sich jedoch nicht auf einen konkreten Wertschöpfungsprozess. Die horizontale, vertikale und objektorientierte Strukturierung des Geschäftsprozesses „Produktentwicklung“ bildet die Grundlage für eine flexible Zuordnung der Teilaufgaben zu Aufgabenträgern. Eine intelligente Verbindung von Standardisierung und Flexibilisierungsmöglichkeiten mit Hilfe variabel kombinierbarer Prozessbausteine sichert das erforderliche Gleichgewicht zwischen Effizienz und Reaktionsfähigkeit. Ansätze zur

Prozessstrukturierung, die eine kurzfristige Verteilung von Arbeitsinhalten zur Verfügbarkeitsabsicherung direkt unterstützen, konnten jedoch nicht identifiziert werden.

Nach der Betrachtung der Grundlagen für eine flexible Arbeitsteilung auf Basis flexibler Prozessstrukturen in der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee wird im Folgenden der nächste wichtige Themenkomplex der Möglichkeiten zur kapazitiven Absicherung der Leistungsfähigkeit gegen Turbulenzen betrachtet.

3.3 Erhöhung der kapazitiven Reaktionsfähigkeit im turbulenten Umfeld

Um die Leistungsbereitschaft auch in anderen als einer wie auch immer zu definierenden ‚Normalsituation‘ aufrechterhalten zu können, ist eine Vorgehensweise zum Umgang mit diesen Turbulenzen erforderlich. Grundsätzlich können hierbei die beiden Grundstrategien „Turbulenz vermeiden“ oder „Turbulenz bewältigen“ verfolgt werden (vgl. WIENDAHL, H.-H. 2006b; REINHART et al. 1999). Ansatzpunkt dieser Arbeit ist es, Turbulenz durch Herstellung einer ausreichenden Reaktionsfähigkeit zu bewältigen. Hierzu gehört zunächst eine allgemeine Flexibilität als Grundlage (Abschnitt 3.3.1). Abschnitt 3.3.2 beschreibt Möglichkeiten, diese Flexibilität situationsspezifisch einzusetzen. Abschnitt 3.3.3 fasst die Ergebnisse dieses dritten Teils der Analyse der Grundlagen zusammen.

3.3.1 Flexibilität als Grundlage erhöhter Reaktionsfähigkeit

Eine zuverlässige Planung (Prognose) ist eine wichtige Voraussetzung, die Auswirkungen von Turbulenzen vorherzusehen und rechtzeitig Maßnahmen einleiten zu können. Jede noch so gute Planung muss jedoch mit den in der Realität vorhandenen Möglichkeiten im Einklang stehen. Darüber hinaus gibt es selbst in stabilen Umwelten immer wieder Abweichungen von der Planung zu beobachten, mit denen ein System umgehen können muss. Soll der ursprüngliche Plan nicht gefährdet werden, so ist Flexibilität das wichtigste Potenzial. Allgemeine Flexibilität wird auf verschiedenen Ebenen erreicht: Qualifikation des Mitarbeiters (Abschnitt 3.3.1.1), Arbeitsorganisation (Abschnitt 3.3.1.2), Unternehmensorganisation (Abschnitt 3.3.1.3) und durch unternehmensübergreifende Zusammenarbeit (Abschnitt 3.3.1.4).

3.3.1.1 Mehrfachqualifikation für flexiblen Mitarbeiterereinsatz

Grundlage für eine gute Reaktionsfähigkeit ist die Möglichkeit, Mitarbeiter für verschiedene Aufgaben einsetzen zu können. Voraussetzung hierfür ist, dass diese Mitarbeiter über umfassende und ggf. mehrfache Qualifikationen verfügen. Ansonsten sind sie nur lokal oder zeitlich flexibel einsetzbar.

In der Produktentwicklung (leider waren zur Arbeitsvorbereitung keine entsprechenden Daten auszumachen) sind eine Vielzahl unterschiedlicher Ausbildungen bzw. Berufe vertreten, wobei Mitarbeiter mit technischem Ausbildungshintergrund überwiegen. Auch wenn eine hohe Differenzierung der Berufsbilder vor allem in der Produktentwicklung von Großunternehmen möglich ist, ist gerade in mittelständischen Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung eher eine multifunktionale Tätigkeitsstruktur anzutreffen (EHRENSPIEL 2007, S. 277ff). Diese Aufgabenvielfalt und die damit einhergehende hohe Belastung der Mitarbeiter in der Entwicklung und

Arbeitsvorbereitung wird in dieser Arbeit einerseits als problematisch angesehen und nach Entlastungsmöglichkeiten gesucht. Die mit ihr verbundene umfassende Qualifikation der Mitarbeiter ist jedoch andererseits eine hervorragende Grundlage für einen flexiblen Mitarbeiterereinsatz.

Im Gegensatz dazu ist in größeren Unternehmen oft eine höhere Spezialisierung anzutreffen, die damit den flexiblen Einsatz von Mitarbeitern für unterschiedliche Aufgaben einschränkt. Hier wird eher ein Weg möglich sein, den Toyota sehr konsequent und erfolgreich beschreitet (MORGAN/LIKER 2006, S. 163ff). Ein Universitätsabsolvent durchläuft im Unternehmen entweder eine rigorose Fachausbildung, im Laufe derer er sich nach einer breiten Grundausbildung für ein bestimmtes Aufgabengebiet spezialisiert (*towering technical competence*). Alternativ dazu werden allgemeine Aufgaben im Rahmen der Produktentstehung von flexibel einsetzbaren Mitarbeitern übernommen. Diese werden zwischen den Projekten verteilt und dienen zum Abfangen von Kapazitätsspitzen. Nicht selten sind sie in eigenen Gesellschaften beschäftigt. Im Ergebnis verfügen die Mitarbeiter in der Produktentstehung über eine gemeinsame Basisausbildung, auf der sie dann aufbauen und sich differenzieren. Ließe sich diese Idee eines standardisierten Qualifikationsspektrums unter Abschwächung der Spezialisierung auf mittelständische Unternehmen übertragen, so könnte dies die Grundlagen für einen systematischen flexiblen Mitarbeiterereinsatz verbessern.

Als Teil der Qualifikation eines Mitarbeiters im Hinblick auf Flexibilität ist auch seine geistige Beweglichkeit anzusehen (vgl. HARMS 2000). Mitarbeiter, die sich nicht mit neuen Aufgaben auseinander setzen, werden sich schwer tun, auch umfassende Qualifikationen flexibel einzusetzen.

3.3.1.2 Flexible Arbeitszeiten und Arbeitsformen

Eine weitere wichtige Grundlage für die Fähigkeit eines Unternehmens, auf Turbulenz zu reagieren, sind flexible Arbeitszeiten und Arbeitsformen (zu einer Übersicht siehe z.B. OECHSLER 2000, S. 271-294; BAUER et al. 2002, S. 69ff). Sie ermöglichen die Entkopplung von Arbeits- und Betriebszeiten und damit die Ausdehnung der Betriebszeiten über das individuelle tägliche Arbeitspensum einerseits und die im Vergleich zu traditionellen Arbeitszeiten und -formen unbürokratische Anpassung an (interne und externe) Bedarfsschwankungen andererseits. Gleichzeitig bedeuten sie für die Mitarbeiter eine stärkere Berücksichtigung ihrer eigenen Interessen im Arbeitsalltag. Vor allem die für geistige Arbeit so wichtige Berücksichtigung individueller Leistungshochs und -tiefs kann durch flexible Arbeitszeiten verbessert werden. Der Einsatz flexibler Arbeitszeiten ist tariflich oder vertraglich geregelt und dem Umfang sind gesetzlich (ArbZG) bzw. tariflich bestimmte Grenzen gesetzt. Die vielfältigen Möglichkeiten zur Umsetzung flexibler Arbeitszeiten werden in der einschlägigen Literatur ausführlich behandelt (z.B. HERRMANN 2006, Teil 1).

(BAUER et al. 2002) beschreiben in einer umfangreichen Studie flexible Arbeitszeiten und -formen und ihre Nutzung und vergleichen diese auch mit den insgesamt genutzten Möglichkeiten zur Bewältigung von (nennenswerten) Schwankungen des Arbeitsanfalls. Die Nutzung von Arbeitszeitmaßnahmen und insbesondere Arbeitszeitkonten steht dabei im produzierenden Gewerbe im Vordergrund. Da für eine unbürokratische und kostengünstige Anpassung an kurz- und mittelfristige Schwankungen des Kapazitätsbedarfs vor allem diese Formen flexibler Arbeitszeiten interessant sind, ist das aus Sicht dieser Arbeit positiv zu werten. Die Studie zeigt auch, dass gerade für Fachkräfte überdurchschnittlich häufig Arbeitszeitkonten eingesetzt werden: 76% gegenüber 56% bei Hilfskräften und 44% bei

Führungskräften bezogen auf die Gesamtheit der befragten Betriebe. Der Einsatz von Hilfskräften wird wegen der geringeren Anlernzeiten überwiegend über personelle Maßnahmen abgefangen. Wenn auch die Aussagen sich auf die Betriebe insgesamt beziehen, so sind doch für den Prozessabschnitt produktionsreife Konkretisierung der Produktidee innerhalb dieser Betriebe ähnliche Ergebnisse anzunehmen. Der intensive Rückgriff auf arbeitszeitorientierte Maßnahmen ist grundsätzlich erfreulich. Insgesamt zeigt er jedoch, dass der Ausgleich von Bedarfsschwankungen vorwiegend über den individuellen Mitarbeiter erfolgt und weitergehende Entlastungsmöglichkeiten deutlich seltener genutzt werden. Die Nutzung arbeitsorganisatorischer und personeller Maßnahmen zur Bewältigung von Schwankungen des Arbeitsanfalls steht gegenüber arbeitszeitorientierten Maßnahmen im Hintergrund (s.a. SPECHT, G. et al. 2002, S. 297). Ein Grund ist möglicherweise der erhöhte Aufwand. Eine Methode, die den Einsatz solcher Maßnahmen vereinfacht, könnte hier positiv wirken.

(RENNER 2002) geht noch einen Schritt weiter und zeigt die Bedeutung nicht nur individualisierter Arbeitszeiten, sondern auch individualisierter Arbeitsinhalte für die Schaffung von Flexibilitätspotenzialen. Der Autor beschreibt dabei unter anderem verschiedene Möglichkeiten zur Individualisierung der Arbeitsinhalte, wie differentielle und dynamische Aufgabengestaltung, Aufgabenbörsen, modulare Arbeitsgestaltung und individuelle Stellen (RENNER 2002, S. 63-72). Er betont dabei die Wichtigkeit von Eingriffsmöglichkeiten seitens des Mitarbeiters bzgl. der Festlegung von Arbeitszeiten und –inhalten zur Förderung und Erhaltung der Leistungsbereitschaft. Renner zeigt, dass eine Individualisierung der Arbeitsinhalte grundsätzlich das Flexibilitätspotenzial eines Unternehmens erhöht. Eine systematische Kopplung mit dem tatsächlichen Bedarf sowie ein interindividueller Ausgleich werden dadurch jedoch nicht gewährleistet. Insgesamt ist die Arbeit von Renner als Hinweis darauf zu werten, dass eine flexible Verteilung von Arbeitsinhalten, sofern die Mitarbeiter diese steuern können, einerseits die Leistungsbereitschaft und andererseits die Flexibilität eines Unternehmens erhöhen können.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass flexible Arbeitszeiten und Arbeitsformen eine wichtige, jedoch allgemeine Grundlage für bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit sind. Wichtig ist die Verbindung mit dem tatsächlich auftretenden Bedarf (vgl. HERRMANN 2006, Teil 2), damit tatsächlich von Leistungsverfügbarkeit die Rede sein kann. Allerdings sind flexible Arbeitszeiten und Arbeitsformen mit individuellen Eingriffsmöglichkeiten zu verbinden, um die Motivation der Mitarbeiter zu fördern.

3.3.1.3 Flexible Organisationsstrukturen

Die Flexibilität auf der Ebene des einzelnen Mitarbeiters bzw. der einzelnen Ressource muss in einen stimmigen Gesamtkontext eingebunden sein. Im Zusammenhang mit organisationaler Flexibilität werden nach heutigem Stand überwiegend Ansätze der Systemtheorie angewendet. Die Systemtheorie vertieft im Hinblick auf die Produktentwicklung (PULM 2004). Grob zu unterscheiden sind Ansätze, die versuchen das Systemverständnis zu erhöhen (lernende Organisation, etc.) und andere, die eine Organisation als System gestalten wollen. Da die vorliegende Arbeit einen Gestaltungsansatz verfolgt, sollen im Folgenden letztere betrachtet werden.

In Anwendung der Systemtheorie zur Gestaltung organisationaler Flexibilität bzw. Wandlungsfähigkeit wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Ansätze entwickelt. Hierzu gehören als bekannteste

Vertreter das Fraktale Unternehmen (WARNECKE/HÜSER 1993), das Virtuelle Unternehmen (SPECHT, D./KAHMANN 2000; DAVIDOW/MALONE 1992), und weitere. Eine Übersicht geben (HERNANDEZ 2002, S. 26ff) und etwas allgemeiner (NIESS/SPANDAU 2005). Einen zwar stark von produktionswirtschaftlichem Denken inspirierten, jedoch allgemeinen und auf verschiedene Betrachtungsebenen anwendbaren Ansatz der Systemtheorie stellt das im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 467 „Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen“ entwickelte Stuttgarter Unternehmensmodell dar (z.B. WESTKÄMPER 2006; WESTKÄMPER 2004).

Kernelement des Stuttgarter Unternehmensmodells ist die Leistungseinheit. Eine Leistungseinheit ist ein teilautonomes System, das über Auftragsbeziehungen bzw. Ziel- und Feedbackbeziehungen mit anderen Leistungseinheiten horizontal bzw. vertikal verbunden ist. Aufgabe der Leistungseinheit ist es, einen eigenständigen Beitrag zur Wertschöpfung zu erbringen. Dazu verfügt sie über die notwendigen Ressourcen und Fähigkeiten. Sie nimmt darüber hinaus Aufgaben der internen und externen Koordination wahr. Ihre innere Struktur kann von der Leistungseinheit selbst festgelegt werden. Die Verbindung zwischen Leistungseinheiten stellt eine lose Kopplung dar, die in Abhängigkeit von den Leistungserfordernissen horizontal wie vertikal variiert werden kann (WESTKÄMPER 2006, S. 52f; WESTKÄMPER 2004).

Eine Leistungseinheit stellt primär eine organisatorische Einheit dar. Durch die Verknüpfung in horizontaler und vertikaler Richtung entsteht jedoch ein Netz von Leistungseinheiten, das die prozessuale (horizontale Verknüpfung) mit der organisatorischen Sicht (vertikale Verknüpfung) verbindet (vgl. Abbildung 3-7).

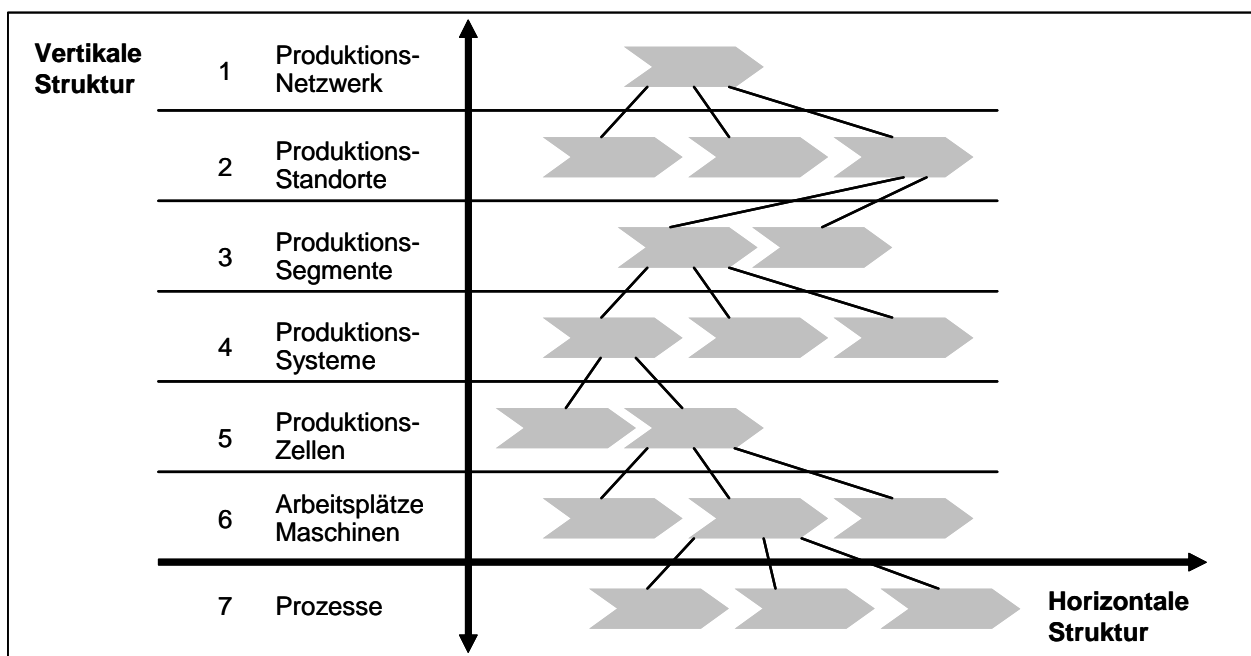


Abbildung 3-7: Horizontale und vertikale Struktur von Leistungseinheiten (WESTKÄMPER 2006, S. 56)

Hiermit wird deutlich, dass Aufbau- und Ablauforganisation zwei Seiten desselben Systems darstellen. Die Beschreibung des Unternehmens als Netzwerk von Leistungseinheiten ist von der konkreten Organisationsstruktur im Unternehmen unabhängig: sowohl eine funktionale als auch eine prozessorientierte Organisation kann prinzipiell mit Leistungseinheiten beschrieben werden. Durch die Unabhängigkeit von einer konkreten Organisation sowie die konzeptionelle Vorbereitung einer

flexiblen Verknüpfung der Leistungseinheiten über Auftrags- und Zielbeziehungen ist der Ansatz des Stuttgarter Unternehmensmodells eine gute Grundlage für eine flexible Verteilung von Arbeitsinhalten.

Für eine konkrete Gestaltung ist eine Präzisierung der Elemente innerhalb einer Leistungseinheit erforderlich. Eine Leistungseinheit dient der Aufgabenerfüllung und stellt damit ein Arbeitssystem dar. Ein Arbeitssystem dient nach REFA zur Erfüllung einer Arbeitsaufgabe und besteht wie Abbildung 3-8 zu entnehmen aus Arbeitsauftrag, Arbeitsaufgabe, Arbeitsablauf, Arbeitsgegenstand, Mensch, Arbeitsmittel, Eingabe, Ausgabe und Umwelteinflüssen (vgl. BINNER 2005, S. 133; LUCZAK 1998, S. 27; WESTKÄMPER et al. 2000, S. 23). Hiermit wird die Leistungseinheit hinsichtlich der notwendigen Systemelemente präzisiert, ohne jedoch unnötig einschränkende Vorgaben bezüglich der konkreten Ausgestaltung zu machen bzw. entsprechende Annahmen zu treffen. Bei der Gestaltung der flexibel zu verteilenden Arbeitsinhalte sind diese Elemente zu berücksichtigen.

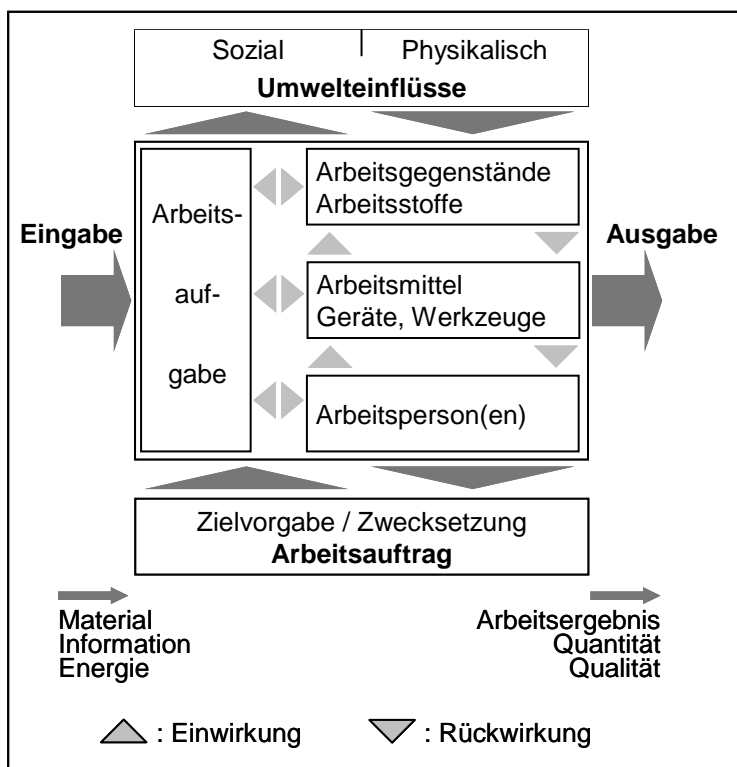


Abbildung 3-8: Struktur eines Arbeitssystems (LUCZAK 1998, S. 27)

Auch flexible Organisationsstrukturen können also die Reaktionsfähigkeit eines Unternehmens im turbulenten Umfeld unterstützen. Insgesamt bietet der Ansatz des Stuttgarter Unternehmensmodells einen konzeptionellen Rahmen zur Gestaltung flexibler Strukturen, stellt jedoch keine direkt anwendbare Methodik zum Umgang mit konkreten Unsicherheiten dar.

3.3.1.4 Unternehmensübergreifender Kapazitätsabgleich

Wird der Spielraum zum Umgang mit Kapazitätsschwankungen über die Unternehmensgrenzen hinweg erweitert, stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Externe Partner können Aufgabenpakete unterschiedlichen Umfangs auf Dauer oder zeitweise übernehmen. Hierbei können ganze Netzwerke entstehen, aber auch intensive bilaterale Beziehungen zwischen einem Nachfrager

und einem oder mehreren Anbietern. Im Hintergrund steht dabei immer eine kurz- oder langfristige Make-or-Buy-Entscheidung (vgl. BUND 2000, S. 28ff und die dort zitierte Literatur). Während im Hinblick auf die Konzentration auf Kernkompetenzen zunehmend der strategische Aspekt der Fremdvergabe (Outsourcing) betont wird (BUND 2000, S. 28f), sind für die vorliegende Arbeit vor allem operative und kapazitätsorientierte Fragestellungen interessant. Diese sind in der Praxis selbstverständlich in Abstimmung mit relevanten strategischen Entscheidungen zu behandeln. Gerade für eine kurzfristige Vergabe ist es positiv, wenn eine langfristige Zusammenarbeit im Hintergrund steht, da hier grundsätzliche Rahmenbedingungen im Vorfeld geklärt werden können und anschließend im Falle des Bedarfs an externer Leistung schneller in die Leistungsphase eingetreten werden kann.

Entwicklungsleistungen können in verschiedenem Umfang fremd vergeben werden:

- Bei einer **gemeinsamen Produktentwicklung** übernehmen die Partner gemeinsam eine Entwicklungsaufgabe und teilen dabei auch die Risiken. Diese Form ist beispielsweise weit verbreitet zwischen Herstellern und Zulieferern in der Automobil- oder Flugzeugindustrie.
- Bei einer **Auftragsentwicklung** übernimmt ein Partner die Entwicklungsaufgabe als kostenpflichtige Dienstleistung. Die Entwicklung wird vom Auftragnehmer in Eigenregie gemäß der Spezifikationen des Auftraggebers durchgeführt. Ergebnis ist in der Regel ein vollständiges Produkt bzw. eine eigenständige Teillösung. Dieses geht mit Abschluss der Entwicklung an den Auftraggeber über (objektorientierte überbetriebliche Arbeitsteilung).
- Im Sinne eines **verlängerten Zeichenbretts** werden Teilleistungen an Dritte vergeben. Diese können vom Projektmanagement über die Detaillierung einzelner Komponenten bis hin zu Berechnungs- und Testleistungen reichen (HAGEN 2003, S. 88ff) (verrichtungsorientierte überbetriebliche Arbeitsteilung).

Die erstgenannte Form kann zwar auch einer Entlastung knapper Kapazitäten dienen, sie stellt jedoch eine strategische Entscheidung dar und fällt damit nicht in den Betrachtungsbereich dieser Arbeit. Über eine Auftragsentwicklung wird in der Regel bereits vor Projektbeginn entschieden. Sie dient damit eher dem mittelfristigen Kapazitätsausgleich. Sie kann jedoch in die Überlegungen zum kurzfristigen Kapazitätsausgleich einbezogen werden, wenn die Projekte eine ausreichend lange Laufzeit haben. Im Sinne dieser Arbeit steht die letzte Form der Vergabe im Vordergrund. Durch die verrichtungsorientierte Struktur können Teilleistungen auch während des Bearbeitungsprozesses abgetrennt, vergeben und die Ergebnisse wieder in den eigenen Arbeitsprozess eingeschleust werden. Eine Methode zur systematischen Gestaltung von kurzfristigen unternehmensübergreifenden Engineering-Kooperationen beschreibt (HAGEN 2003).

Die Absicherung solcher Entlastungsmaßnahmen sollte zur Verringerung der Transaktionskosten im einzelnen Vergabefall mindestens über Rahmenverträge erfolgen. Eine auf länger angelegte Zusammenarbeit verkürzt im Bedarfsfall die Einarbeitungszeiten (MORGAN/LIKER 2006, S. 88).

Im Rahmen einer ganzheitlichen Absicherung gegen kurzfristig auftretende Turbulenzen ist die Einbindung externer Dienstleister als ein wesentliches Instrument zu betrachten, dessen Einsatzmöglichkeiten möglichst ex ante zu bestimmen sind, um im Bedarfsfall schnell reagieren zu können.

3.3.1.5 Fazit: Flexibilität als Grundlage erhöhter Reaktionsfähigkeit

Die vorangegangenen Ausführungen zeigen, dass die organisatorischen Rahmenbedingungen flexibler Arbeitsteilung einerseits sowie die konzeptionellen Grundlagen für eine umfassende organisatorische Flexibilität andererseits vorhanden sind. Die Nutzung der Flexibilisierungsmöglichkeiten im Bereich Produktentwicklung bei mittelständischen Unternehmen ist über flexible Arbeitszeiten hinaus noch ausbaufähig. Möglichkeiten zum externen Kapazitätsabgleich sind systematisch zu überprüfen. Das Stuttgarter Unternehmensmodell bildet mit dem Konzept der Leistungseinheiten eine gute Grundlage für die zu entwickelnde Methode.

3.3.2 Erhöhte Reaktionsfähigkeit auf Turbulenzen durch vorherige Betrachtung von Risiken

Um die mit den im vorherigen Abschnitt 3.3.1 beschriebenen Möglichkeiten vorhandene, eher unspezifische Flexibilität im Bedarfsfall richtig nutzen zu können, sollten Möglichkeiten zur Kanalisierung dieser Flexibilität geschaffen werden. Bereits im Kapitel 3.1.2 wurden hierzu verschiedene Ansätze der Kapazitätsplanung vorgestellt. Zusätzlich gilt es jedoch, auch im Rahmen der Steuerung, d.h. der Umsetzung der Planung, die Reaktionsfähigkeit zu erhöhen. Dies kann durch die vorherige Betrachtung typischer Risiken unterstützt werden. Als allgemeiner Ansatz zur Vorschau und vorsorglichen Reaktion auf (potenzielle) Turbulenzen wird in Abschnitt 3.3.2.1 Risikomanagement behandelt. Abschnitt 3.3.2.2 beschreibt verschiedene Aspekte des Projektmanagement im Hinblick auf die Bewältigung von kapazitiven Turbulenzen. Abschnitt 3.3.2.3 fasst die Ergebnisse zusammen.

3.3.2.1 Allgemeine Ansätze des Risikomanagements

Der Umgang mit unvorhersehbaren Ereignissen beschäftigt die betriebswirtschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Literatur seit langem. Als Risiko wird in der Literatur weitgehend übereinstimmend jede negative Zielabweichung verstanden, deren Ursache in der Unsicherheit zukünftiger Ereignisse begründet liegt (z.B. FRANZ 2000, S. 52; WOLF/RUNZHEIMER 2001, S. 24). Einige Autoren beschreiben auch Chancen als Risiken. Dieser Auffassung soll hier jedoch nicht gefolgt werden. Die Höhe eines Risikos wird als Produkt aus Auftretenswahrscheinlichkeit und Bedeutung eines unsicheren Ereignisses definiert. Tritt ein Ereignis also nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit auf und hat eine geringe Bedeutung (Auswirkung) für das System, so ist das Risiko gering einzuschätzen. Das Ergreifen von Gegenmaßnahmen hat also nur geringe Priorität. Diese Systematisierung ist deshalb wichtig, weil auch der Umgang mit dem Risiko eine gewisse Wirtschaftlichkeit wahren muss. Risikomanagement kann nicht Selbstzweck sein, sondern muss den Anforderungen des Systems in seiner Umwelt gerecht werden.

Insgesamt ist das Risikomanagement aus betriebswirtschaftlicher Sicht ein übergreifender Ansatz, der für die Verfügbarkeitssicherung auf Prozessebene lediglich einen Rahmen liefern kann (z.B. WOLF/RUNZHEIMER 2001; DÖRNER et al. 2000; KENDALL 1998). Betrachtungsbereich des betriebswirtschaftlichen Risikomanagements ist aus einer Unternehmensperspektive die mittel- bis langfristige Sicht unter Einbeziehung der verschiedensten Arten von Risiken (z.B. FREIDANK 2000, S. 350-356). Kapazitätsrisiken werden als einige unter vielen betrachtet. Die entsprechenden Handlungsempfehlungen können daher nur allgemeiner Natur sein. Explizit auf die Leistungsverfügbarkeit bzw. Kapazitätsverfügbarkeit ausgerichtete Ansätze konnten nicht ausgemacht

werden. Von Bedeutung für diese Arbeit ist der Grundansatz, dass eine vorausschauende Beschäftigung mit möglichen Ereignissen notwendig ist, um rechtzeitig, schnell und zielorientiert reagieren zu können, und dass dies unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten durchzuführen ist.

Für diese Arbeit wegen seines konkreten Bezugs zum Wertschöpfungsprozess von weitergehendem Interesse ist der Ansatz von Bockslaff. Dieser betont die Bedeutung der Aufrechterhaltung der betrieblichen Leistungsfähigkeit auch angesichts größerer Schadensfälle und fordert ein so genanntes „*Business Continuity Planning*“. Dies beinhaltet u.a. (BOCKSLAFF 2003, S. 36):

- Kenntnis der wesentlichen Wertschöpfungsketten und der Ersatzmöglichkeiten bei Ausfall wichtiger Ressourcen,
- aktuelle Beschreibung und Bewertung gefährlicher Szenarien,
- Definition von Maßnahmen zur Gefahrenabwehr,
- Bereitstellung der erforderlichen Ressourcen und Organisation,
- Aktualität der Notfallpläne,
- Abstimmung mit internen und externen Stellen,
- regelmäßige Tests der Funktionsfähigkeit,
- definiertes Vorgehen für Situationen, die nicht von den Notfallplänen erfasst sind.

Auch wenn Bockslaff dabei auf extreme und geschäftsbedrohende Risiken abzielt, so sind die Anforderungen an ein systematisches Notfallmanagement durchaus als Orientierungshilfe für den Einsatz von Reaktionsmöglichkeiten auf Bedarfsunsicherheiten verwendbar.

Wird die allgemeine Unternehmensperspektive verlassen und die Beschäftigung mit konkreten Projekt-, Produkt- bzw. Prozessrisiken tritt in den Vordergrund, so gewinnt die ingenieurwissenschaftliche Literatur an Bedeutung. (DAHMEN 2002) verbindet die Perspektiven von Produkt und Prozess und entwickelt hierzu ein prozessorientiertes Risikomanagement zur Handhabung von inhaltlichen Produktrisiken. Die wichtigste Methode zur Handhabung technischer Produkt- und Prozessrisiken ist die FMEA (Fehler-Möglichkeiten-und-Einfluss-Analyse). Die für technische Risiken ausgelegte und damit in ihrer Urform für diese Arbeit nicht relevante FMEA erfuhr einige interessante Erweiterungen in Richtung Geschäftsprozesse. Einen kurzen Überblick darüber geben (GOEBBELS/JAKOB 2005, S. 11-27). Vertiefende Arbeiten sind die von (GOEBBELS/JAKOB 2005; ALGEDRI/FRIELING 2001; GOGOLL 1995). Diese Erweiterungen konzentrieren sich jedoch meist klassisch auf die Fehler bzw. auf die Verbesserung der Qualität. Mit ihnen wird allerdings auch für Geschäftsprozesse und Projekte die Notwendigkeit einer vorausschauenden Beschäftigung mit Risiken betont und die Wirtschaftlichkeitsanforderung anerkannt. (WIRNSPERGER 1996) sowie (KNAPP 1999) erweitern jeweils mit einer Projekt-FMEA die Anwendung auf allgemeine unternehmerische Fragestellungen, wie z.B. Investitionen, Vertragsprüfung, Marketing, Störfallanalyse, etc. und berücksichtigen damit unter den FMEA-Varianten erstmals unter anderem auch Kapazitätsrisiken.

Die beschriebenen prozessorientierten Ansätze betonen jedoch insgesamt den präventiven Ansatz des Qualitätsmanagements, verstehen unter Risiken vorwiegend *Fehler* und versuchen, diese

vorausschauend zu vermeiden. *Kapazitäten* und entsprechende Reaktionsstrategien werden nur am Rande betrachtet.

Deutlicher werden (TAPPING/SHUKER 2003). Sie fordern im Rahmen einer kundenorientierten Prozessgestaltung im Sinne des Lean Management die Vorhaltung von *buffer* und *safety resources* für kunden- bzw. intern induzierte Bedarfe. Dieser Ansätze stellt jedoch eher eine allgemeine Aufforderung dar, flexible Kapazitäten bereit zu halten. Der Gedanke dieser kapazitätsorientierten Notfallpläne bildet eine wichtige Vorarbeit zur Erhöhung der Reaktionsfähigkeit und wird bei den konzeptionellen Grundlagen der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit verarbeitet und weiter entwickelt.

3.3.2.2 Vorausschauende Betrachtung von Risiken im Projektmanagement

Auch das Projektmanagement beschäftigt sich mit der Frage, wie Unsicherheiten bzw. Turbulenzen vorherzusehen, zu vermeiden und zu bewältigen sind. Aus Sicht des einzelnen Projektes werden verschiedentlich typische Projektrisiken systematisiert und allgemeine Handlungsempfehlungen gegeben. (KESSLER/WINKELHOFER 1999, S. 148) unterscheiden dabei projektspezifische und projektunspezifische Risiken und bereiten hiermit den Brückenschlag zum Multiprojektmanagement. Das Projektmanagement im Sinne einer übergeordneten Führungsfunktion nimmt bei der Betrachtung von Risiken jedoch die aus Projektsicht angebrachte übergreifende Sicht ein und berücksichtigt eine Vielzahl unterschiedlicher Unsicherheiten (z.B. PATZAK/RATTAY 2004, S. 47ff; BALZER 2002b, S. 3ff), zu denen auch spezifische Kapazitätsunsicherheiten gehören. Die in diesem Zusammenhang von der Projektmanagement-Literatur identifizierten kapazitätsbezogenen Unsicherheiten bzw. die vorgeschlagenen Gegenmaßnahmen können als Grundlage in die Systematisierung von Reaktionsmaßnahmen einfließen. (BALZER 2002a) betont die Bedeutung der Vorlaufzeit (Zeitspanne vom Eintreten einer Abweichung bis zur Wirksamkeit der Gegenmaßnahme) für eine wirksame Gegensteuerung. Die Vorlaufzeit setzt sich zusammen aus der Wirkungskette Eintritt der Abweichung – Erkennen – Ursachenanalyse – Maßnahmendefinition – Entscheidung - Einleitung der Maßnahmen - Wirkung der Maßnahmen. Je schneller diese Prozesskette durchlaufen wird, desto höher ist die Reaktionsfähigkeit.

Zur Bewältigung der Unsicherheiten werden Vorgehensweisen wie die oben beschriebene Projekt-FMEA oder allgemeinere Formen der Risikoanalyse angewendet (BALZER 2002b, S. 2f). Stets beschäftigt sich diese Risikobetrachtung im Allgemeinen und die kapazitätsorientierte Betrachtung im Besonderen jedoch mit dem einzelnen Projekt. Die insbesondere aus einer durchsatzorientierten Sicht relevante Frage der Gesamtbelastung von Kapazitäten kann die Einzel-Projektsicht nicht gewährleisten. Sie kann jeweils nur aus Sicht des einzelnen Projektes angeben, welche Gegenmaßnahmen bei Engpässen und Störungen ergriffen werden können. Aus Schwankungen des Bedarfs (Anzahl von Projekten) resultierende Anpassungserfordernisse kann sie nicht vorhersagen.

3.3.2.3 Fazit: Erhöhte Reaktionsfähigkeit durch Vorbereitung

Ansätze des Risikomanagements betonen die Bedeutung einer Vorbereitung auf das Eintreten von Unsicherheiten, um eine schnelle und zielgerichtete Reaktion zu ermöglichen.

Allerdings bieten sie keine konkrete Methode zum Umgang mit Kapazitätsrisiken an. Aus den Arbeiten zum Projektmanagement können die Aufzählungen von typischen kapazitiven Projektrisiken übernommen werden. Diese sollten durch eine simultane Betrachtung aller die Ressourcen belastenden Projekte ergänzt werden, um kombinierte kapazitive Effekte aus mehreren Projekten planerisch berücksichtigen zu können. Wesentliches Ziel muss die Verkürzung der Vorlaufzeit bis zur Wirkung einer Gegenmaßnahme sein.

3.3.3 Fazit: Erhöhung der kapazitiven Reaktionsfähigkeit im turbulenten Umfeld

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass für eine hohe Reaktionsfähigkeit von Unternehmen im turbulenten Umfeld bereits viele Grundlagen geschaffen wurden. Mit breit ausgebildeten Fachleuten, flexiblen Arbeitszeiten und -formen, systemtechnisch aufgebauten Organisationsstrukturen und der Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg können Unternehmen heute bereits über ein umfangreiches Flexibilitätspotenzial verfügen. Die vorausschauende Beschäftigung mit Risiken ist unabdingbar, um im Bedarfsfall schnell reagieren zu können. Bedarfsunsicherheiten und damit unsichere Kapazitätsbedarfe stellen in diesem Sinne Risiken dar, mit denen vorausschauend umzugehen ist. Reaktionsmöglichkeiten sollten so weit möglich vorbereitet werden. Eine konkrete Methodik bezogen auf die produktionsreife Konkretisierung der Produktidee ist hierfür noch nicht verfügbar.

3.4 Fazit: Verfügbare Ansätze zur Unterstützung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die zu einer Bearbeitung der drei inhaltlichen Aufgabenstellungen verfügbaren Vorarbeiten gesichtet. Es wurde offensichtlich, dass zwar auf umfangreiche Vorarbeiten zurückgegriffen werden kann, dass jedoch keine der drei inhaltlichen Aufgabenstellungen bereits zur Zufriedenheit gelöst wurde. Dementsprechend kann auch noch keine Methode existieren, die die zu erarbeitenden Lösungen integriert zur Anwendung bringt. Basierend auf den beschriebenen Vorarbeiten werden daher in den folgenden beiden Kapiteln die Aufgabenstellungen bearbeitet und die Methode zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit in der kundenspezifischen Produktentwicklung entwickelt.

Neben den inhaltlichen Grundlagen, die im folgenden Kapitel verarbeitet werden, lassen sich aus den gesammelten Vorarbeiten folgende Eigenschaften ableiten, über die die zu entwickelnde Methode verfügen sollte (vgl. Abbildung 3-9):

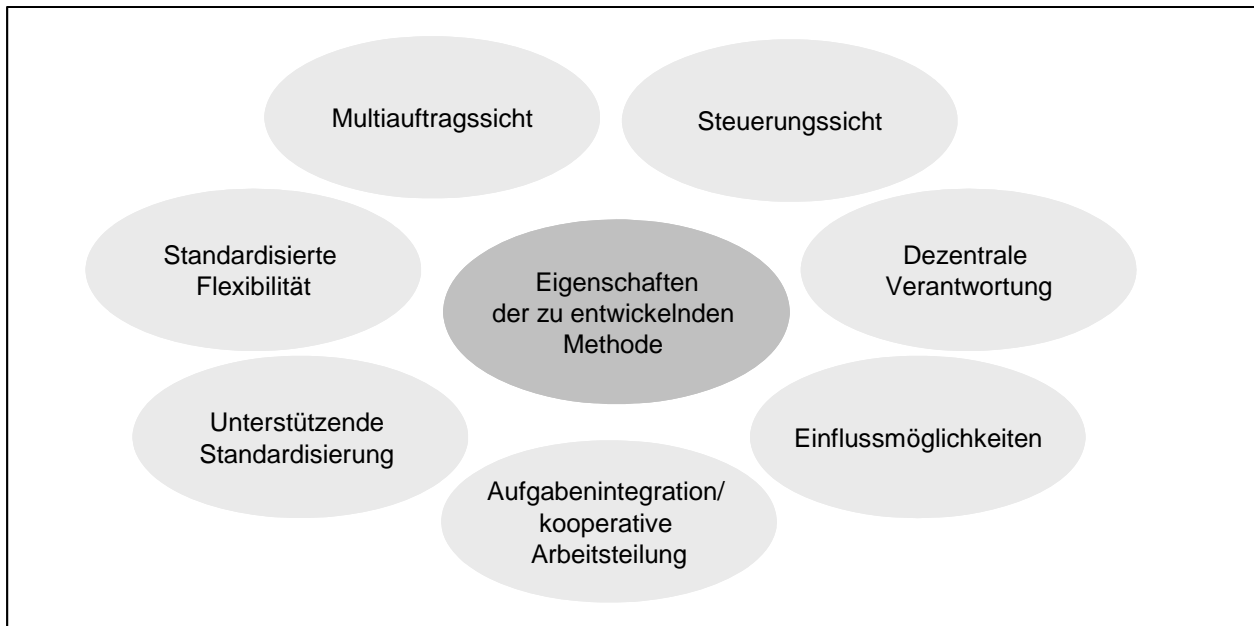


Abbildung 3-9: Eigenschaften der zu entwickelnden Methode (eigene Darstellung)

Zur Reduktion von Liegezeiten muss - einen inhaltlich beschriebenen und optimierten Prozess vorausgesetzt - eine Multiauftragssicht eingenommen, d.h. der Auftragsstrom statt nur ein einzelner Auftrag betrachtet werden. Um die Einhaltung einer Planung zu verbessern, ist eine Verbesserung der Steuerungsmöglichkeiten oft sinnvoller als eine bessere Planung. Die Umsetzung einer Planung im turbulenten Umfeld kann nur gelingen, wenn die Verantwortung dezentral verankert und mit Disziplin wahrgenommen wird. Um die Leistungsbereitschaft zu fördern und Durchlaufzeiten zu verringern, ist grundsätzlich auf Aufgabenintegration zu setzen, von der situationsspezifisch abgewichen werden sollte, um einer zu starken, motivations- und leistungshemmenden Belastung mit Sonder- und Nebentätigkeiten entgegen zu wirken. Damit Flexibilität wirtschaftlich sinnvoll nutzbar ist, sind standardisierte Prozessmodule erforderlich, um eine schnelle Einarbeitung zu ermöglichen. Standardisierung sollte unterstützend, d.h. verbesserungsfähig, flexibel und transparent gestaltet werden. Damit die Mitarbeiter die Standardisierung nicht als Zwang empfinden und ihre Leistungsbereitschaft beeinträchtigt wird, sind Einflussmöglichkeiten bei Gestaltung und Nutzung zu bieten.

4 Grundlagen einer bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit

Die Übersicht über die verfügbaren Ansätze zur Unterstützung der verschiedenen Aspekte der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit im vorangegangenen Kapitel hat gezeigt, dass für die Lösung der inhaltlichen Aufgabenstellungen auf umfangreichen allgemeinen Vorarbeiten aufgebaut werden kann. Wesentliche Aspekte der Problemstellung werden von den untersuchten Ansätzen noch nicht gelöst. Eine zusammenhängende Methode zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit in der kundenspezifischen Produktentwicklung konnte nicht identifiziert werden. Entsprechend werden für die zu entwickelnde Methode im folgenden Kapitel 4 die konzeptionellen Grundlagen geschaffen, bevor in Kapitel 5 der Ablauf beschrieben wird. Kapitel 4.1 formuliert die Grundlagen für eine Synchronisation der Leistungserstellung im Prozessabschnitt der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee. Anschließend wird in Kapitel 4.2 mit dem Konzept der adaptiven Fokussierung ein wesentlicher Baustein für eine kurzfristige Verfügbarkeitsicherung dieser Leistung erarbeitet. In Kapitel 4.3 werden vorbereitete Reaktionsmaßnahmen als Ansatz für eine reaktionsschnelle Verfügbarkeitsicherung im turbulenten Umfeld eingeführt. Kapitel 4.4 schließt mit einem zusammenfassenden Überblick über das Konzept zur Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit für die produktionsreife Konkretisierung der Produktidee.

4.1 Plug&Perform für mehr Reaktionsfähigkeit im turbulenten Umfeld

Grundlage für eine bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit bildet die Strukturierung des betrachteten Prozessabschnitts in prozessorientierten Leistungseinheiten (Abschnitt 4.1.1). Zur Synchronisation der Leistungserstellung dieser Einheiten wird in Abschnitt 4.1.2 das Konzept „plug&perform“ als Gestaltungsgrundsatz eingeführt und in Abschnitt 4.1.3 die Vorschläge zur externen und internen Synchronisation der Leistungserstellung in Form eines Kapazitäts-Pull weiter ausgearbeitet.

4.1.1 Prozessorientierte Leistungseinheiten in der Produktentwicklung

Grundlage der weiteren Arbeiten bildet eine Strukturierung des Prozesses in Leistungseinheiten. Dazu wird das Konzept der Leistungseinheiten aus dem Stuttgarter Unternehmensmodell auf die betrachtete Prozesskette der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee angewendet und mit dem Konzept des Arbeitssystems verknüpft (vgl. Kapitel 3.3.1.3). Für die Verwendung im Rahmen dieser Arbeit wird darüber hinaus der prozessorientierte Ansatz betont und die grundsätzlich organisationsunabhängige Bildung von Leistungseinheiten mit dem Prozessablauf verknüpft. Es entstehen prozessorientierte Leistungseinheiten. Die Gestaltung von Leistungseinheiten als Teilabschnitte eines Prozesses wird gewählt, um die Leistungssicht des Kunden hervor zu heben und den zeitlich-logischen Zusammenhang der Leistungserstellung zu betonen. Dazu sind einige Anpassungen gegenüber der ursprünglichen Form einer Leistungseinheit erforderlich, die in den folgenden Ausführungen ergänzt und in Abbildung 4-1 grafisch dargestellt werden.

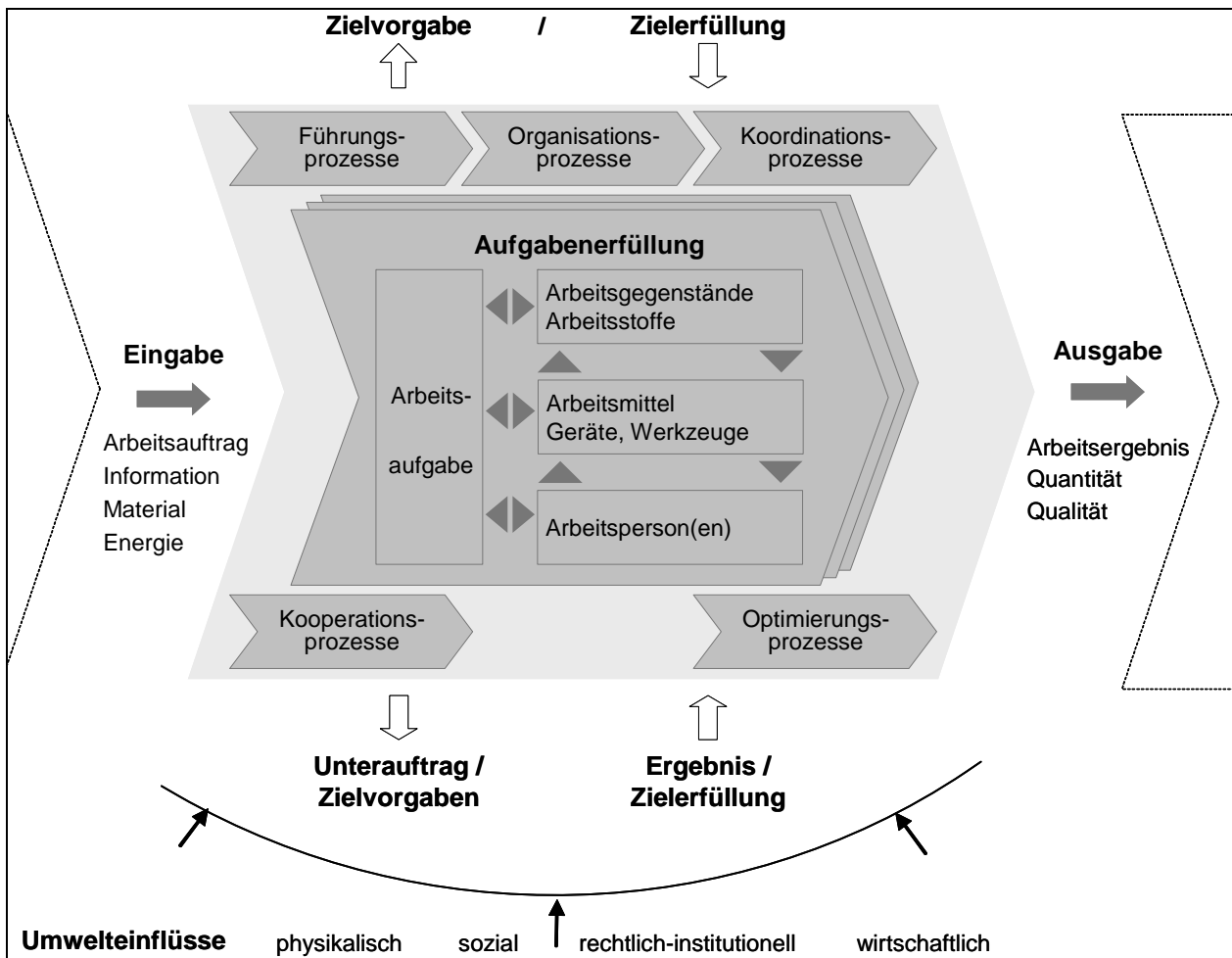


Abbildung 4-1: Prozessorientierte Leistungseinheit (eigene Darstellung in Erweiterung zu WESTKÄMPER 2006, S. 52f; LUCZAK 1998, S. 27)

4.1.1.1 Äußere Struktur der prozessorientierten Leistungseinheit

Eine prozessorientierte Leistungseinheit erhält von der im Prozess vorgelagerten Leistungseinheit die Eingabeinformationen in Form eines Arbeitsauftrags. In der Regel handelt es sich um dokumentierte Informationen wie Kundenanforderungen, Zeichnungen, Spezifikationen, etc. Teilweise werden auch in der kundenspezifischen Entwicklung Prototypen erstellt. Dann gehören zur Eingabe auch Material oder Energie. Innerhalb der Leistungseinheit erfolgt die Transformation in ein Arbeitsergebnis (dokumentierte Information bzw. materielles Ergebnis). Hierbei sind einerseits Qualitätsmerkmale von Bedeutung, d.h. die Frage, ob das Arbeitsergebnis der Spezifikation entspricht (Effektivität). Andererseits sind Fragestellungen der Effizienz der Transformation von Bedeutung wie die eingesetzte Arbeit oder Bearbeitungs- und Durchlaufzeiten. Mengenmäßige Aspekte sind in der kundenspezifischen Entwicklung für die Betrachtung nicht relevant. Das Arbeitsergebnis wird als Eingabeinformation an die nachfolgende Leistungseinheit weiter gegeben.

Eine prozessorientierte Leistungseinheit kann sich zur besseren Aufgabenerfüllung selbst wieder in prozessorientierte Unter-Leistungseinheiten organisieren. An diese nachgeordneten Leistungseinheiten werden Unteraufträge vergeben. Ebenfalls kann die prozessorientierte Leistungseinheit zur Entlastung ihrer eigenen Kapazitäten Unteraufträge an andere (externe) Leistungseinheiten vergeben. Da die Verantwortung für die Aufgabenerfüllung bei der vergebenden Leistungseinheit liegt, werden diese

ebenfalls unterhalb der Leistungseinheit dargestellt. Jede Leistungseinheit ist teilautonom und daher gegenüber der hierarchisch übergeordneten Leistungseinheit zur Erfüllung bestimmter Zielvorgaben verpflichtet. Die Aufgabenerfüllung (prozessorientierte Sicht) sowie die Erfüllung der Zielvorgaben (hierarchische Sicht) werden von verschiedenen Umweltbedingungen beeinflusst.

4.1.1.2 Innere Struktur der prozessorientierten Leistungseinheit

Im Zentrum der in Abbildung 4-1 dargestellten prozessorientierten Leistungseinheit steht die Erfüllung der sich aus dem Prozessgefüge ergebenden Arbeitsaufgabe, die von Arbeitsgegenständen, Arbeitsmitteln sowie Arbeitsperson abhängig ist und wieder auf sie zurück wirkt (vgl. LUCZAK 1998, S. 27). Die Arbeitsaufgabe sollte dabei den Anforderungen einer ganzheitlichen Aufgabe entsprechen (vgl. KIESER/WALGENBACH 2003, S. 82ff; LUCZAK 1998, S. 792; ULICH et al. 1989) sowie im Sinne der nachfolgenden Ausführungen in Kapitel 4.2.4 „sinnvoll verteilbar“ gestaltet sein.

In Erweiterung zu dieser klassischen Sicht ist die manifestierte Leistungseinheit als organisatorisches Systemelement für die Erfüllung mehrerer unterschiedlicher, in Geschäftsprozesse eingebundene Arbeitsaufgaben verantwortlich. Entsprechend multiplizieren sich die Arbeitssysteme innerhalb einer Leistungseinheit. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass in den indirekten Bereichen der Leistungserstellung wie eben auch in der Produktentwicklung und Arbeitsvorbereitung selten eine vollständige Reservierung von Kapazitäten für einen bestimmten Geschäftsprozess erfolgt sowie eine einzelne Ressource (Leistungseinheit) für einen bestimmten Geschäftsprozess durchaus unterschiedliche Arbeitsaufgaben erfüllen kann.

Mit den relevanten Arbeitssystemen ist eine teilautonome, prozessorientierte Leistungseinheit jedoch noch nicht vollständig beschrieben. Ergänzend treten verschiedene Prozesse der Führung, Organisation, Koordination, Kooperation sowie Optimierung hinzu, die innerhalb der Leistungseinheit ablaufen und ihre Teilautonomie begründen. Hierbei entfällt die im ursprünglichen Konzept der Leistungseinheit vorgesehene „Technische Intelligenz“, da sie nur für technische Systeme gilt (WESTKÄMPER 2006, S. 52). Die Selbstkonfiguration im Sinne von technischer Organisation wird für die vorgenommene geschäftsprozessorientierte Betrachtung den Organisationsprozessen zugeordnet, und die Selbstkontrolle umfassender zu „Führung“ erweitert (zum Begriff der Führung vgl. OECHSLER 2000, S. 373ff). Eine prozessorientierte Leistungseinheit beinhaltet damit nicht nur wertschöpfende Prozesse bzw. Abschnitte davon, sondern auch alle organisatorischen und Nebentätigkeiten, die zum Angebot und zur Aufrechterhaltung der Leistungserstellung erforderlich sind.

4.1.1.3 Hierarchische Struktur der prozessorientierten Leistungseinheiten

Eine prozessorientierte Leistungseinheit ist in ein hierarchisches System anderer prozessorientierter Leistungseinheiten eingebunden. Im Idealfall verbinden sich dabei Prozess- und Organisationsstruktur. Die horizontale Struktur entspricht dann der Ablaufstruktur bzw. horizontalen Prozessstruktur, die vertikale Struktur der vertikalen Prozessstrukturierung. Ergänzend soll wegen ihrer Bedeutung für die Produktentwicklung die Möglichkeit einer objektorientierten Strukturierung in jeder Phase und auf jeder Ebene hervorgehoben werden (vgl. Kapitel 3.2.2).

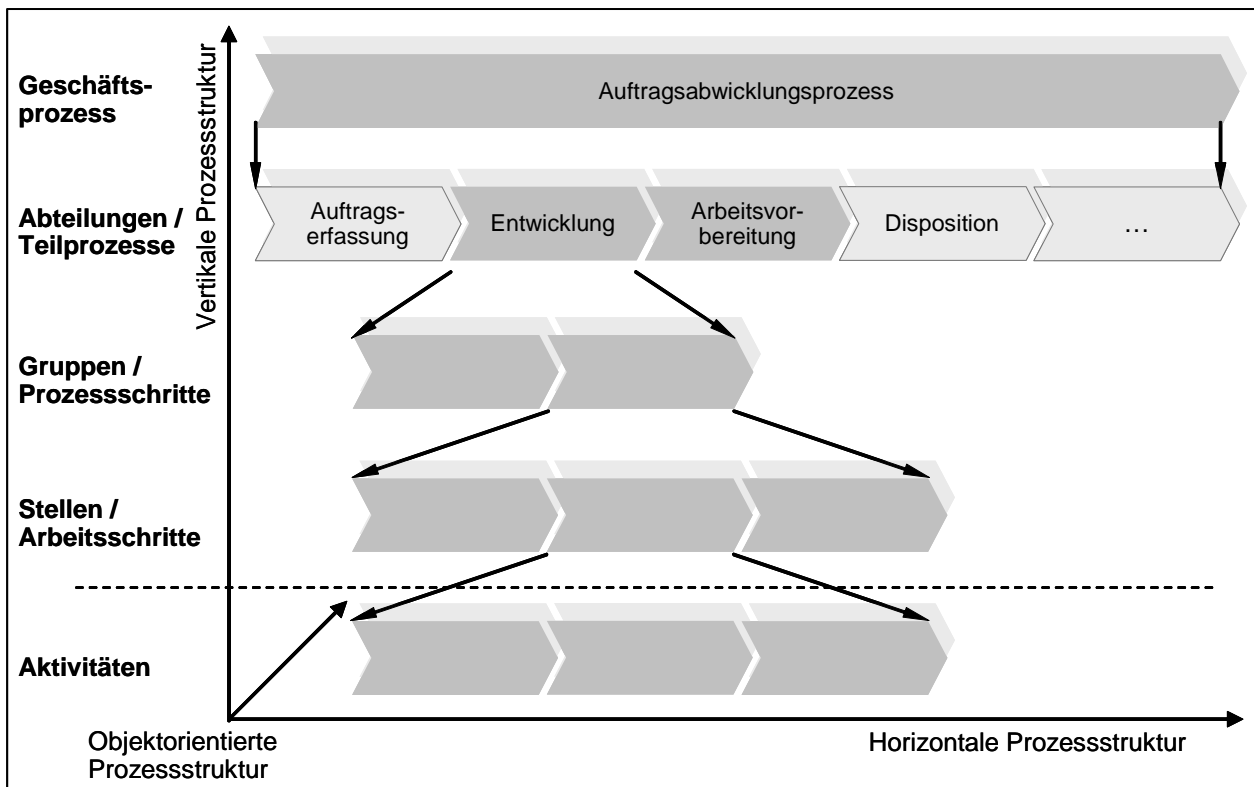


Abbildung 4-2: Hierarchische Struktur der prozessorientierten Leistungseinheiten (In Erweiterung zu WESTKÄMPER 2006, S. 55ff)

In Abbildung 4-2 ist die hierarchische Struktur der prozessorientierten Leistungseinheiten beispielhaft dargestellt. Für die vertikale Strukturierung wurde die Organisationsicht mit der Prozessicht verknüpft (vgl. Kapitel 3.2.2.2). Dies impliziert eine prozessorientierte Organisation der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee. Um eine Einheitlichkeit innerhalb der Organisation herzustellen, ist es sinnvoll, auch die in dieser Arbeit nicht betrachteten Aufgaben innerhalb des Auftragsabwicklungsprozesses wie Auftragsannahme, Disposition, etc. entsprechend zu gestalten.

Auf der obersten Ebene findet sich der Geschäftsprozess, der anschließend in Teilprozesse, Prozessschritte und Arbeitsschritte unterteilt wird, die jeweils von eigenen organisatorischen Einheiten wahrgenommen werden. Hierbei ist zu beachten, dass ggf. bei geringer Unternehmensgröße nicht alle organisatorischen Ebenen vorhanden sind. Die entsprechende prozessorientierte Detaillierung sollte dann dennoch den hier vorgeschlagenen Detaillierungsstufen folgen. Prozessschritte und Arbeitsschritte sind dann ggf. den gleichen organisatorischen Einheiten zuzuordnen. Unterhalb der Ebene „Stelle“ entsprechen die horizontal gebildeten Elemente nicht mehr jeweils einer Ressource, sondern stellen im Grundzustand die logischen Ablaufschritte dar, die von dem/den Stelleninhaber(n) durchgeführt werden. Im Vorgriff auf die in Kapitel 4.2 zu beschreibende adaptive Fokussierung sei jedoch voraus geschickt, dass hier die Aufteilung in sinnvoll verteilbare Arbeitseinheiten die Strukturierung nach Leistungseinheiten ablöst bzw. in gewissem Sinne fortsetzt, indem sie in sich geschlossene Prozesseinheiten schafft.

4.1.2 Plug&perform zwischen prozessorientierten Leistungseinheiten

Die Strukturierung der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee in prozessorientierte Leistungseinheiten bildet die Grundlage für synchronisierte Schnittstellen. An den horizontalen Schnittstellen wird die Aufgabe in einem bestimmten Erledigungsstatus von einer an die nächste Leistungseinheit zur weiteren Bearbeitung übergeben. Im Sinne einer Synchronisation aufeinander folgender Teilprozesse mit dem Ziel der Verkürzung von Liegezeiten müssen folgende Aspekte Berücksichtigung finden:

- Liegezeiten entstehen vor allem an den Schnittstellen (z.B. SCHMELZER/SESSELMAN 2006, S. 70),
- Liegezeiten entstehen durch unvollständige und fehlerhafte Information (z.B. BINNER 2005, S. 391),
- Liegezeiten entstehen, weil benötigte Kapazitäten nicht zur Verfügung stehen (LOCH/TERWIESCH 1999; GOLDRATT 2001).

Daraus lassen sich für eine Verkürzung von Liegezeiten die beiden Handlungsfelder Prozess (Information) und Ressource (Kapazitäten) ableiten. Innerhalb dieser Handlungsfelder ist jeweils dafür zu sorgen, dass die Leistungserbringung „gut“ ist, d.h. den Qualitätsanforderungen entspricht. Fehlerhafte oder unvollständige Teilleistungen sorgen für Verzögerung und Nacharbeit in nachfolgenden Prozessschritten, die hätten vermieden werden können, wenn die Information von vorne herein richtig und vollständig zusammengestellt worden wäre. Zusätzlich ist sowohl im Handlungsfeld Prozess als auch im Feld Ressourcen unter der Voraussetzung „Verkürzung der Durchlaufzeit“ eine „schnelle“ Leistungserbringung zu ermöglichen. Während die Gestaltungsaspekte im Feld Prozess eher indirekt der Verkürzung von Liegezeiten dienen, dienen jene im Feld Ressource der direkten Verkürzung. Aus diesen vier Aspekten leitet sich das in Abbildung 4-3 dargestellte Handlungsfeld für „plug&perform“ ab. Der Begriff plug&perform ist dabei dem ähnlich lautenden Begriff „*plug&produce*“ (bzw. „*plug&play*“ in der Computertechnologie; vgl. o.V. 2006; o.V. 2005) nachempfunden. Dieser beschreibt in der produktionswissenschaftlichen Literatur die Fähigkeit von technischen Systemen, „modulare Fabrikstrukturen durch das aufwandsarme Integrieren, Separieren oder Substituieren mobiler, modularer technischer Ressourcen (sog. Fabrikbausteine) ohne Störung des laufenden Fabrikbetriebs effizient zu erweitern, zu reduzieren oder qualitativ zu verändern.“ (HILDEBRAND 2005, S. 52; sowie ergänzend NAUMANN et al. 2000).

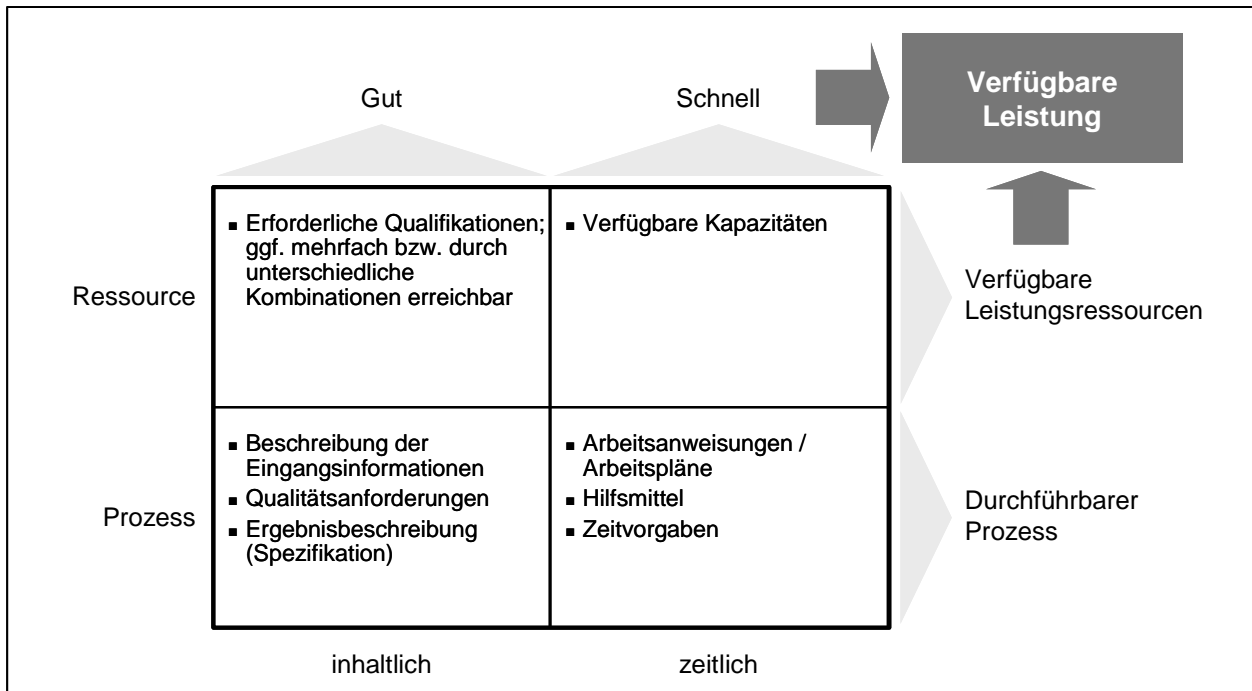


Abbildung 4-3: Handlungsfelder für plug&perform (eigene Darstellung)

Plug&perform beschreibt in Anlehnung daran die Fähigkeit von Prozessbausteinen, ohne Reibungsverluste oder Verzögerungen zur Erstellung einer vom Kunden geforderten Leistung aneinander gekoppelt zu werden. Reibungsverluste entstehen aus inhaltlichen Unklarheiten und Verzögerungen werden von mangelnder (nicht den Zielsetzungen entsprechender) Kapazitätsverfügbarkeit verursacht. Ziel von plug&perform ist es, eine zeitlich-inhaltliche Verfügbarkeit der geforderten Leistung an den Schnittstellen des Prozesses zu ermöglichen. Damit soll die Reaktionsfähigkeit der Leistungseinheiten aufeinander gesteigert werden. *Schnittstellen* werden so zu *Nahtstellen* (SCHMELZER/SESSELMANN 2006, S. 78). Auf der Ebene *Prozess* bedeutet dies im Bezug auf eine *gute* Leistungserbringung, dass die Arbeitsaufgabe möglichst genau zu beschreiben ist, damit das Ergebnis dem entspricht, was der Kunde fordert. Die Eingangsinformationen sind klar zu definieren und müssen vollständig sein; das zu erarbeitende Ergebnis ist genau zu beschreiben und Angaben zur geforderten Qualität zu machen. Dazu stehen geeignete Konzepte zur Gestaltung von Nahtstellen über Leistungsvereinbarungen zur Verfügung (vgl. hierzu z.B. SCHMELZER/SESSELMANN 2006, S. 118ff und die dort zit. Lit.; BINNER 2005, S. 391ff). Bezogen auf eine *schnelle* Leistungserbringung müssen angemessene Prozessbeschreibungen inkl. Arbeits- und Verfahrensanweisungen, Hilfsmitteln und Zeitvorgaben verfügbar sein (vgl. hierzu z.B. SCHMELZER/SESSELMANN 2006, S. 121ff). Die Prozessbeschreibungen und ergänzenden Dokumente dienen dazu, die geistige Rüstzeit des Durchführenden zu verkürzen und den Einstieg in die Aufgabenbearbeitung zu erleichtern. Je besser der Prozess beschrieben ist, desto weniger muss der Mitarbeiter sich mit bereits bekannten Inhalten neu auseinandersetzen. Je besser er bei der Durchführung der Aufgabe durch Hilfsmittel und Werkzeuge unterstützt wird, desto rationeller kann die Aufgabendurchführung erfolgen. Zeitvorgaben (Bearbeitungs- und/oder Durchlaufzeit) wirken allein schon durch ihr Vorhandensein häufig beschleunigend (vgl. erweiternd PARKINSON 1982, S. 11ff). Sie dienen in jedem Fall als Referenz für den Mitarbeiter, wie viel Aufwand

in die Bearbeitung zu investieren ist. Gemeinsam führen die beschriebenen Effekte zu einer beschleunigten Aufgabenbearbeitung.

Auch auf der Ebene *Ressourcen* können die Handlungsfelder „gut“ und „schnell“ unterschieden werden. Einen Beitrag zu einer *guten* Leistungserbringung leisten entsprechend ausgebildete Mitarbeiter. Hierbei ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Anzahl von Mitarbeitern die in der Leistungseinheit zu erbringenden Aufgaben beherrscht. Dies können jeweils einzelne Personen oder eine Gruppe von Personen sein. Eine regelmäßige Vertiefung, Anpassung und Ergänzung der Qualifikation der Mitarbeiter ist durchzuführen. Für eine *schnelle* Leistungserbringung ist es erforderlich, dass die entsprechenden Ressourcen im Moment der Anforderung zur Verfügung stehen. Dies ist unter Rückgriff auf die heute verfügbaren Lösungen nicht immer garantiert (vgl. Kapitel 3.1). Die Ressourcenverfügbarkeit ist der Ansatzpunkt für die zeitliche Synchronisation der Leistung mit dem anfallenden Bedarf. Das zur vollständigen Herstellung von plug&perform daher erforderliche Konzept wird im folgenden Abschnitt ausgearbeitet.

4.1.3 Interne Synchronisation durch Kapazitäts-Pull

Zur Synchronisation von Ressourcen zwischen zwei Leistungseinheiten sind diese zeitlich eng miteinander zu koppeln, damit keine unnötigen Wartezeiten entstehen und die Durchlaufzeit unnötig verlängert wird. Herkömmliche Systeme zur Planung und Steuerung in der Entwicklung arbeiten mit einer zentralen Terminplanung und setzen voraus, dass diese dann ‚irgendwie‘ eingehalten wird. Wie in Kapitel 3.1.3 gezeigt wurde, sind diese Planungen bei häufigen Abweichungen und mangelnder Rückmeldequalität jedoch bereits kurz nach dem Bearbeitungsbeginn häufig nicht mehr aktuell. Hier sind Ansätze erforderlich, die stärker auf die dezentrale Kopplung der Bearbeitungsschritte setzen. In Kapitel 3.1.4 wurde gezeigt, dass dezentral ansetzende bestandsregelnde Auftragsfreigabeverfahren dazu Erfolg versprechende Ansätze bieten. Sie vermeiden unkontrollierte Liegezeiten zwischen Arbeitssystemen und daraus resultierende Streuungen der Durchlaufzeiten und ermöglichen durch den dezentralen Ansatz eine schnelle Reaktion auf Abweichungen. Ein entsprechendes Verfahren für die kundenspezifische Produktentwicklung wird im Folgenden entwickelt.

4.1.3.1 Grundzusammenhänge logistischer Kenngrößen

Zur Einführung in das Verfahren werden zunächst die Grundzusammenhänge der (internen) logistischen Kenngrößen anhand des Aufgabenmodells der Fertigungssteuerung dargestellt (vgl. Abbildung 4-4). Die ausführliche Herleitung der Wirkzusammenhänge kann (LÖDDING 2005) entnommen werden.

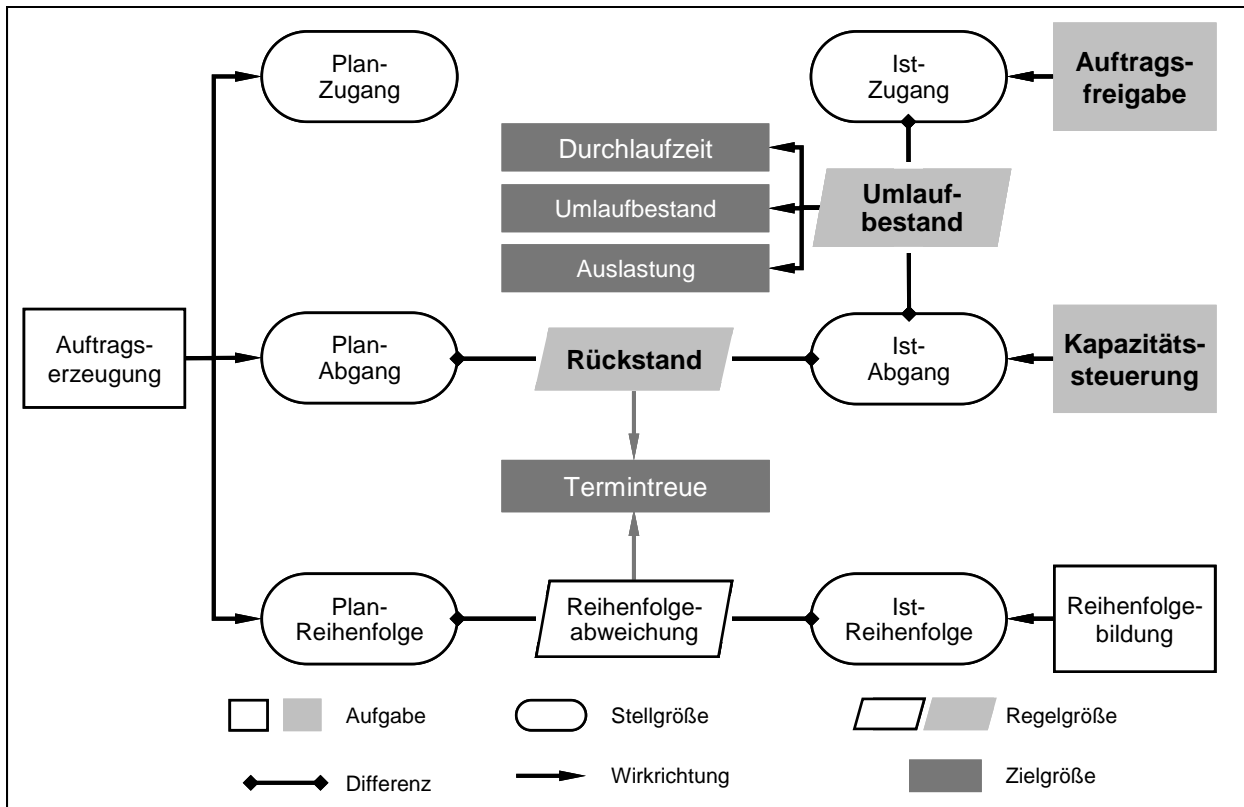


Abbildung 4-4: Wirkzusammenhänge der Fertigungssteuerung (LÖDDING 2005, S. 7)

Betrachtet werden in der vorliegenden Arbeit die Zielgrößen Durchlaufzeit und Termintreue. Die Auftragserzeugung nach Termin wird als erfolgt angenommen; die Reihenfolgebildung geschieht einheitlich nach der Regel des frühesten Liefertermins. Die Durchlaufzeit ist somit vom Umlaufbestand abhängig; die Termintreue vom Rückstand. Die beiden Zielgrößen werden folglich durch die Auftragsfreigabe und die Kapazitätssteuerung beeinflusst. Die Auftragsfreigabe soll nach Plan stattfinden können; daher ist der wichtigste Ansatzpunkt die Bereitstellung ausreichender Kapazitäten im Rahmen der Kapazitätssteuerung. Wird die pünktliche Auftragsfreigabe aufgrund eines Rückstands gefährdet, so sind ausreichend Kapazitäten bereit zu stellen, um diesen Rückstand wieder aufzuholen. Bei dem zu beschreibenden Verfahren handelt es sich also um ein Auftragsfreigabeverfahren, das bei der Regelung des Bestandes ansetzt. Es wird in um eine Rückstandsregelung ergänzt, um die Zielgröße Termintreue zu verbessern. Die Konzepte der adaptiven Fokussierung und der vorbereiteten verfügbarkeitssichernden Maßnahmen dienen als Bausteine einer Kapazitätssteuerung.

4.1.3.2 Logistische Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Produktion und Produktentstehung

Bevor Ansätze aus der Fertigungssteuerung auf die produktionsreife Konkretisierung der Produktidee übertragen werden können, ist eine Betrachtung der wesentlichen logistischen Gemeinsamkeiten und Unterschiede erforderlich, um festzustellen, ob eine solche Übertragung überhaupt zulässig ist bzw. wo Anpassungen vorzunehmen sind. Basis sind ähnliche Überlegungen von (FRANKEN 1998, S. 20f) und (MORGAN 2002, S. 44ff), die in Abbildung 4-5 erweitert, strukturiert sowie um die Bedeutung für das zu entwickelnde Verfahren ergänzt wurden.

Charakteristische Merkmale		Ausprägung in der Produktion (Einzel- und Kleinserienfertigung)	Ausprägung in der Varianten/Anpassungen	Ausprägung in der Produktentstehung (Neuentwicklung)	Bedeutung für das Kapazitäts-Pull-Verfahren
Objekt	Physischer Materialfluss	Virtueller Datenfluss	Virtueller Datenfluss	Virtueller Datenfluss	Steuerung kann nicht anhand des Materials erfolgen, sondern muss über eigene Repräsentanten verfügen
Art der Arbeit	Manuelle Arbeit mit physischen Resultat	Geistige Arbeit (zu weiten Teilen routinisiert)	Geistige Arbeit (Wissensarbeit)	Geistige Arbeit (Wissensarbeit)	Zeitpuffer für außerplanmäßig lange Lösungssuche bei den Vorgabezeiten berücksichtigen
Arbeitsfortschritt	Gerichteter Arbeitsfortschritt von Rohmaterial bis Endprodukt	Gerichteter Arbeitsfortschritt, teilw. mit Konsultationen; wenige Iterationsschleifen	Häufige Iterationsschleifen; gleichzeitiger Informationsfluss in verschiedene Richtungen	Häufige Iterationsschleifen; gleichzeitiger Informationsfluss in verschiedene Richtungen	Iterationen werden wie neue Aufträge behandelt; Zeitpuffer für Konsultationen bei den Vorgabezeiten berücksichtigen
Länge der Bearbeitungszeiten	Kurze Bearbeitungszeiten (Sekunden/Minuten)+C9	Mittlere Bearbeitungszeiten (Minuten/Stunden/Tage)	Lange Bearbeitungszeiten (Wochen/Monate)	Lange Bearbeitungszeiten (Wochen/Monate)	Planungsperioden und Steuerungsintervalle sind entsprechend zu verlängern
Vorhersehbarkeit der Bearbeitungszeiten	Gut vorhersehbare, häufig berechenbare Bearbeitungszeiten	Gut abschätzbare Bearbeitungszeiten wg. rel. häufigem Wiederholungsgrad	Unsichere Bearbeitungszeiten wg. inhaltlicher Unbestimmtheit	Unsichere Bearbeitungszeiten wg. inhaltlicher Unbestimmtheit	Höhere Zeitpuffer in die Vorgabezeiten einbauen; Schwankungen durch Kombination von unterschiedlichen Aufträgen pro Intervall ausgleichen
Staffelung der Auftragsbearbeitung	Vollständige Bearbeitung nach Auftragsfreigabe	Unterbrechungen der Bearbeitung aufgrund von Zeichnungsfreigaben	Unterbrechungen der Bearbeitung aufgrund von Zeichnungsfreigaben und Meilensteinterminen	Unterbrechungen der Bearbeitung aufgrund von Zeichnungsfreigaben und Meilensteinterminen	Gesonderte Freigabetermine an den entsprechenden Stellen im Prozess
Überlappung von Arbeitsschritten	Weitergabe von Teilergebnissen, d.h. Aufspaltung von Lösen möglich	I.d.R. keine Weitergabe von Teilergebnissen	Weitergabe von Teilergebnissen in Form von Vorabinformationen (Simultaneous Engineering)	Weitergabe von Teilergebnissen in Form von Vorabinformationen (Simultaneous Engineering)	Aufträge können nur komplett weiter gegeben werden
Lagerfähigkeit der Ergebnisse	Arbeitsergebnisse können gelagert, d.h. auch vorproduziert werden	Keine Lagerfähigkeit der kundenspezifisch zu erbringenden Arbeitsergebnisse	Geringe Lagerfähigkeit der Arbeitsergebnisse	Geringe Lagerfähigkeit der Arbeitsergebnisse	Nur geringer Spielraum zum zeitlichen Abgleich (wichtig für vorgelagerte Planung)
Inhärent, d.h. durch die Aufgabe selbst bedingt					

Abbildung 4-5: Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Produktion und Produktentwicklung (Teil 1) (eigene Darstellung)

Charakteristische Merkmale	Ausprägung in der Produktion (Einzel- und Kleinserienfertigung)	Ausprägung in der Produktentstehung (Varianten/Anpassungen)	Ausprägung in der Produktentstehung (Neuentwicklung)	Bedeutung für das Kapazitäts-Pull-Verfahren
Ressourcenverteilung	Ressourcen sind vollständig für Produktion (Geschäftsprozess Auftragsabwicklung) eingesetzt	Geteilte Ressourcen, die neben der Auftragsabwicklung noch weitere Geschäftsprozesse bedienen	Ressourcen sind weitestgehend vollständig für die Produktentwicklung eingesetzt	Aufteilung der Kapazitäten der Leistungseinheiten auf verschiedene Geschäftsprozesse wird durch unterschiedliche Kapazitätskanban erreicht
Ermittlung des Arbeitsinhalts	Vorgabe des Arbeitsinhaltes ergibt sich aus dem Arbeitsplan	Vorgabe des Arbeitsinhalts beruht auf Erfahrungswerten; teilweise auf statistischen Erhebungen	Vorgabe des Arbeitsinhalts beruht auf Erfahrungswerten	Schwankungen des Arbeitsinhalts durch Zeitpuffer berücksichtigen; durch Kombination von unterschiedlichen Aufträgen pro Intervall ausgleichen
Ausgleich des Arbeitsinhaltes	Ausgeglichene Arbeitsinhalte zwischen verschiedenen Leistungseinheiten (Austaktung)	Keine ausgeglichenen Arbeitsinhalte zwischen verschiedenen Leistungseinheiten	Keine ausgeglichenen Arbeitsinhalte zwischen verschiedenen Leistungseinheiten	Leistungseinheiten jeweils anhand von Standardlisten oder Projektplänen über den Arbeitsinhalt des Nachfolgers informieren; nur Leistungseinheiten mit hohem Arbeitsinhalt (Haupt-Leistungseinheiten) über Pull-Verfahren steuern
Kontinuität der Auftragsbearbeitung	An einer Leistungseinheit unterbrechungsfreie Auftragsbearbeitung	An einer Leistungseinheit meistens unterbrechungsfreie Auftragsbearbeitung, von kleineren Arbeitspausen abgesehen; bei größerem Auftragsumfang teilw. parallele Bearbeitung	Regelmäßige Unterbrechung der Auftragsbearbeitung an einer Leistungseinheit; häufig gleichzeitige Bearbeitung verschiedener Projekte	Durch Reduzierung von Störungen arbeitsorganisatorisch lösen; ggf. Unterbrechungen in der Durchlaufzeitberechnung berücksichtigen; Steuerungsintervalle entsprechend verlängern
Rückmeldung	Rückmeldung bei Bearbeitungsende (Stunden)	Rückmeldung bei Bearbeitungsende; teilw. auch Rückmeldung zwischen durch (Tage oder Wochen)	Mehrfache Rückmeldung des Arbeitsfortschritts bis zum Bearbeitungsende (Wochen oder Monate)	Rückmeldeintervalle werden mindestens eine Einheit kleiner gewählt als die geforderte Liefertreue
Durch die typische Arbeitsorganisation bedingt				

Abbildung 4-6: Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Produktion und Produktentwicklung (Teil 2) (eigene Darstellung)

Vergleichsgegenstand ist einerseits die Einzel- und Kleinserienfertigung, weil sie vom Grundansatz her der kundenspezifischen produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee bereits sehr ähnlich ist. Auf der anderen Seite wird zwischen Anpassungs- und Variantenentwicklungen bzw. Neuentwicklungen unterschieden. Allzu oft werden beide Formen der Entwicklung nämlich undifferenziert betrachtet, so dass die Ansatzpunkte für eine rationelle Abwicklung nicht klar genug hervortreten (anders z.B. EHRENSPIEL 2007, S. 287ff).

Aus der Zusammenstellung logistischer Gemeinsamkeiten und Unterschiede lässt sich erkennen, dass die Ähnlichkeiten zwischen Produktion und Anpassungs-/Variantenentwicklung ausreichend sind, um eine Übertragung von Verfahren der Fertigungssteuerung zu versuchen. Erforderliche Adaptionen sind in der Darstellung bereits aufgeführt.

4.1.3.3 Kapazitäts-Pull-Verfahren

Nachdem aus der Betrachtung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden zur Produktion die besonderen Anforderungen an eine Bestandsregelung in der Produktentwicklung bekannt sind, kann im Folgenden ein dezentral ansetzendes Verfahren zur Bestandsregelung für die kundenspezifische Produktentwicklung grundsätzlich beschrieben werden. Die Klassifizierung von (LÖDDING 2005, S. 311) zeigt, dass zur dezentralen Bestandsregelung bisher lediglich zwei Verfahren der Fertigungssteuerung verfügbar sind. Hierbei handelt es sich um das Polca-Verfahren (**P**aired-**C**ell **O**verlapping **L**oops of **C**ards with **A**uthorization; SURI/KRISHNAMURTHY 2003; SURI 1998) sowie die **D**ezentrale **B**estandsorientierte **F**ertigungsregelung (DBF) (LÖDDING 2001) (vgl. Kapitel 3.1.4). Beide Verfahren nutzen das Pull-Prinzip zur Regelung des Bestandes zwischen Arbeitssystemen. Während das Polca-Verfahren für die Bestandsregelung zwischen Fertigungsinseln entwickelt wurde und eher für einfache Prozessflüsse (Materialflüsse) geeignet ist, ist die DBF mit der Betrachtung von Arbeitssystemen allgemeiner gehalten und durch die Vergabe von Positionsnummern statt fester Kombinationen von Fertigungsinseln auch für komplexere Prozessabläufe mit vielen Rückflüssen geeignet.

Für eine Anwendung in der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee wird eine Kombination und Weiterentwicklung beider Verfahren vorgenommen. Grundlage der Weiterentwicklung sind eigene Vorarbeiten für eine kapazitive Synchronisation von Prozessen in indirekten Bereichen (vgl. WITTENSTEIN et al. 2005; Opitz et al. 2006).

Das zu beschreibende Verfahren läuft prinzipiell wie folgt ab (vgl. Abbildung 4-7): Ein übergeordnetes Terminplanungssystem, z.B. eine Projektplanung, erzeugt eine Liste freizugebender Aufträge mit einem Starttermin je Auftrag. Die Entscheidung zur Freigabe dieser Aufträge fällt in zwei Etappen:

1. Aufgrund der Erreichung des Plan-Starttermins an der Vorgänger-Leistungseinheit.
2. Aufgrund der Verfügbarkeit von Kapazitäten an der Nachfolger-Leistungseinheit.

Ist der Plan-Starttermin an einer Leistungseinheit erreicht, fragt die betreffende Leistungseinheit an der nachfolgenden Leistungseinheit nach, ob dort ausreichend Kapazität zur Bearbeitung des nächsten Auftrags auf der Liste vorhanden ist. Die Nachfolger-Leistungseinheit entscheidet dies aufgrund ihres direkten und indirekten (an vorangehenden Leistungseinheiten in Bearbeitung befindlichen) Bestandes. Dieser Bestand wird durch Kapazitätskarten (Kapazitätskanban) symbolisiert. Jede

Leistungseinheit verfügt über eine bestimmte Anzahl an Kapazitätskarten, die sie auf Anfrage an vorhergehende Leistungseinheiten verteilen kann. Diese haben dann die Erlaubnis, Aufträge mit einem entsprechenden Arbeitsinhalt der nachfolgenden Leistungseinheit zu bearbeiten. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass sich vor einer Leistungseinheit kein Bestand unkontrolliert aufbaut. Ist an der nachfolgenden Leistungseinheit ausreichend Kapazität vorhanden, so kann mit der Bearbeitung begonnen werden.

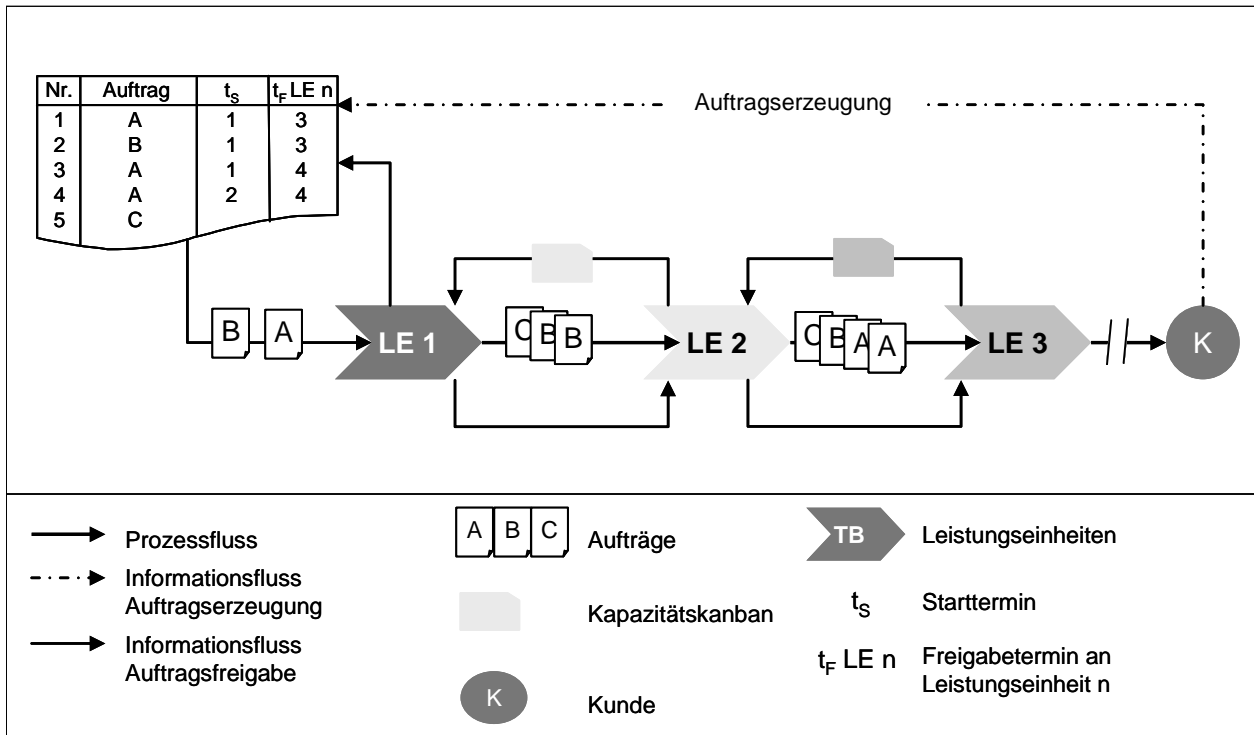


Abbildung 4-7: Prinzip des Kapazitäts-Pull-Verfahrens (eigene Darstellung in Anlehnung an LÖDDING 2005)

Der Vorteil an dieser Freigabe durch die nachfolgende Leistungseinheit ist, dass Kapazitäten nur dann eingesetzt werden, wenn die Ergebnisse später auch wirklich weiter verarbeitet werden. Zudem wird eine Überlastung und damit ein drohender Rückstand früher erkannt – nämlich spätestens, bevor die einem Engpass vorgelagerte Leistungseinheit mit der Bearbeitung beginnt. Die verfügbare Reaktionszeit wird dadurch erhöht.

Prinzipiell ist auch eine elektronische Abbildung des Bestandes möglich. Diese wird hier jedoch bewusst zunächst nicht gewählt, um den Mitarbeitern das Verfahren so transparent wie möglich zu machen. Wenn die Anwendung einmal eingespielt ist, kann ggf. auf eine elektronische Visualisierung umgestellt werden, um den Aufwand für den Kartentransport zu sparen. Vor allem in komplexeren, verteilten Prozessflüssen und bei Steuerungszyklen unter einem Tag werden die Kartensysteme an ihre Grenzen stoßen, will man nicht eigens Kartenlogistiker beschäftigen. Wo immer möglich, sollte jedoch versucht werden, eine anschauliche Visualisierung wie die durch Karten beizubehalten, um Transparenz und Selbststeuerung zu fördern. Praktisch können zur Feinplanung und Steuerung mit den Kapazitätskarten Planungstafeln genutzt werden.

Folgende Ergänzungen des Grundverfahrens sind aufgrund der Besonderheiten des betrachteten Prozesses der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee erforderlich:

Da in der Produktentwicklung üblicherweise eine inhaltliche Abstimmung der beteiligten Bereiche bzw. mit dem Kunden in Form von Freigaben (*Design Reviews*) stattfindet, kann ein Auftrag nicht notwendigerweise mit der ersten Auftragsfreigabe vollständig bearbeitet werden, sondern muss an einem oder mehreren Punkten auf solche Produkt- und Prozessfreigaben warten. Damit es zu keiner vorzeitigen Bearbeitung noch nicht freigegebener Prozessphasen kommt, werden für die einzelnen Leistungseinheiten in Anlehnung an die Polca-Steuerung z.B. auf Basis einer übergeordneten Projektplanung individuelle Freigabezeitpunkte bestimmt (vgl. Abbildung 4-7). Hierdurch wird vermieden, dass die Weiterbearbeitung von Aufträgen an einer innerhalb des Prozesses liegenden Leistungseinheit vorzeitig frei gegeben wird, auch wenn bspw. noch keine Grundsatzbemusterung erfolgt ist. Allerdings werden nicht für alle Leistungseinheiten individuelle Freigabezeitpunkte bestimmt, sondern nur dort, wo es aufgrund des individuellen Projektplanes erforderlich ist. Sind keine besonderen Freigabetermine zu berücksichtigen, wird (anders als vom Polca-Verfahren vorgesehen) auf die Bestimmung individueller Freigabetermine verzichtet. Es reicht ein einzelner Starttermin für den gesamten Auftrag.

Ressourcen in indirekten Bereichen wie den an der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee beteiligten stellen sehr häufig keine dedizierten, d.h. zu 100% für den betrachteten Wertschöpfungsprozess verfügbaren Ressourcen dar, sondern bieten Leistungen für mehrere Prozesse an. Daher ist es sinnvoll, die Kapazitäten dieser Ressourcen angemessen zwischen den verschiedenen Leistungsprozessen aufzuteilen (vgl. Abbildung 4-8). Deshalb werden von einer Leistungseinheit für jeden bedienten Leistungsprozess Karten bereitgehalten, die (ggf. mit einer gewissen Schwankungsbreite) einen entsprechenden Kapazitätsanteil dieser Leistungseinheit repräsentieren. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zur Polca-Steuerung, die ihre Karten fest auf zwei aufeinander folgende Leistungseinheiten bezieht, bzw. zur DBF, die eine Aufteilung von Karten gar nicht vorsieht. Diese Karten können dann zur Freigabe eines oder mehrerer Aufträge genutzt werden.

Bei nahezu einheitlichen Bearbeitungszeiten kann aus Vereinfachungsgründen eine Karte pro Auftrag vergeben werden; bei stark variierenden Bearbeitungszeiten sollten die Karten lediglich einen bestimmten, angemessen dimensionierten Arbeitsinhalt von z.B. einer Stunde oder einem Tag repräsentieren. Diese Repräsentanten eines Arbeitsinhalts werden dann je nach Auftragsumfang miteinander kombiniert. Grundvoraussetzung dabei ist, dass die vorausgehende Leistungseinheit darüber in Kenntnis gesetzt ist, welche Bearbeitungszeit der zu bearbeitende Auftrag an der nachfolgenden Leistungseinheit in Anspruch nimmt. Bei wenigen Varianten und gering schwankenden Bearbeitungszeiten reicht hierzu eine einfache Liste mit den entsprechenden Angaben aus. Bei steigender Variantenzahl und individuell zu kalkulierenden Bearbeitungszeiten muss die Planung dieser Bearbeitungszeiten den beteiligten Leistungseinheiten beispielsweise über Projektpläne zugänglich gemacht werden.

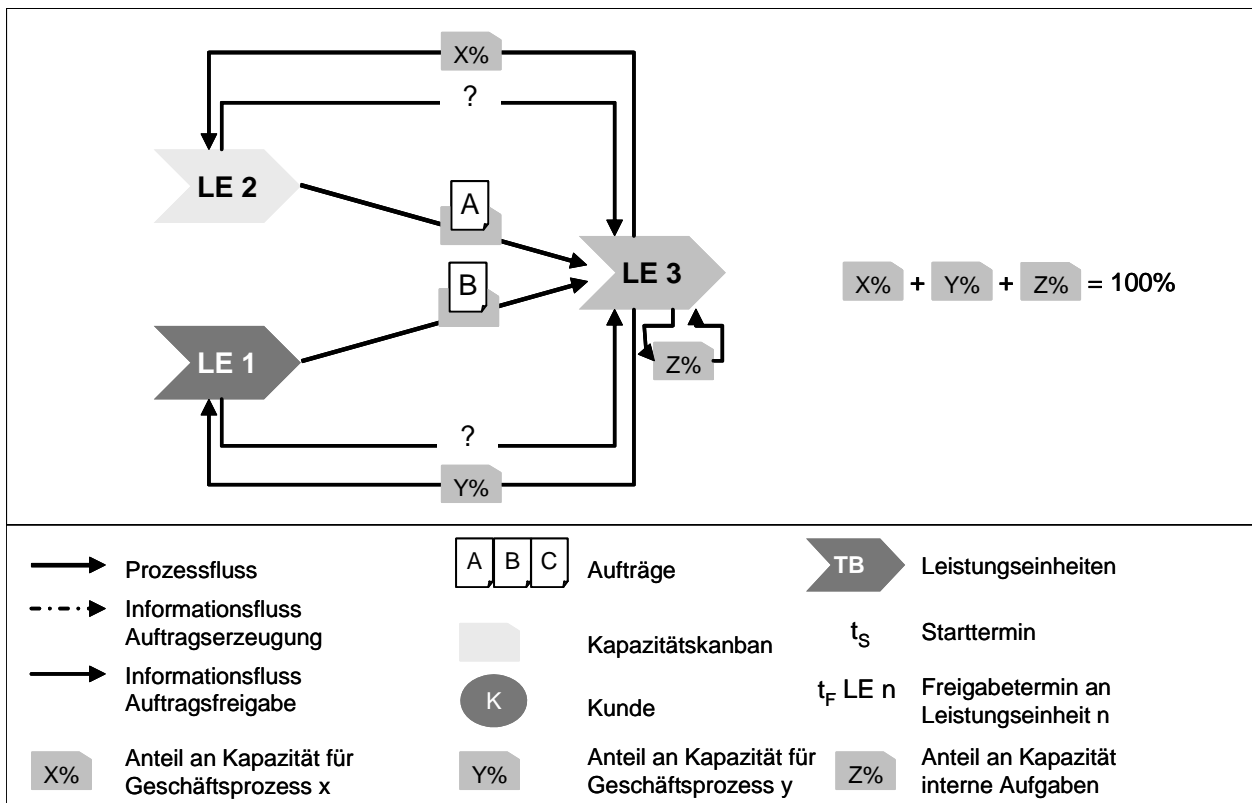


Abbildung 4-8: Aufteilung der Kapazitäten auf mehrere Geschäftsprozesse (eigene Darstellung)

Ergänzend zu den leistungsprozessbezogenen Kapazitätskarten kann eine Leistungseinheit auch Karten vorsehen, die sie für nicht prozessbezogene Aufgaben bereithält. Diese werden entweder zur eigenen Verwendung einbehalten oder für Einzelaufgaben vergeben. Dieses Vorgehen trägt der Besonderheit von Leistungseinheiten in indirekten Bereichen Rechnung, die meist viel stärker als solche in der Fertigung in die Planung ihrer eigenen Aufgaben eingebunden sind. Insgesamt darf die Anzahl der vorgehaltenen Kapazitätskarten die Gesamtkapazität der Leistungseinheit pro Periode und den vorgegebenen Bestand nicht überschreiten. Ein weiterer Vorteil der beschriebenen Loslösung von bestimmten Kombinationen von Leistungseinheiten, d.h. der Verteilung der Kapazitätskanbans an jede anfragende Leistungseinheit liegt darin, dass damit auch variierende Prozessflüsse gesteuert werden können.

Eine weitere Besonderheit des betrachteten Anwendungsbereichs der kundenspezifischen Produktentwicklung ist es, dass die Bearbeitungsumfänge an den einzelnen Leistungseinheiten sehr unterschiedlich sein können. Es gibt beispielsweise eine gewisse Anzahl von Freigabeschritten, die vom zeitlichen Umfang her nur sehr wenig Zeit in Anspruch nehmen. Hier ist es sinnvoll, die Ressourcen der entsprechenden Leistungseinheit nicht direkt zu steuern, um den Aufwand gering zu halten. Daher wird die Freigabe von Aufträgen nur auf die Haupt-Leistungseinheiten des jeweiligen Prozesses beschränkt. (LÖDDING 2001, S. 116ff) spricht für die als Vorlage dienende Variante der DBF von Meilenstein-Arbeitssystemen. Dieser Begriffsverwendung wird hier jedoch nicht gefolgt, um keine Verwirrung mit der in der Entwicklung intensiv verwendeten Terminologie des Projektmanagements herbei zu führen. Es bleibt bei dem Begriff der Haupt-Leistungseinheiten.

Basierend auf diesen Ausführungen zum Grundverfahren und den prozessspezifischen Besonderheiten werden im Folgenden die Regeln des als Kapazitäts-Pull bezeichneten Verfahrens beschrieben. Das

Verfahren wird deshalb als Kapazitäts-Pull bezeichnet, da eine vorhergehende Leistungseinheit die für die Bearbeitung eines anstehenden Auftrags erforderliche Kapazität einer nachfolgenden Leistungseinheit für sich sicher stellt, also zieht (pull). Die Verfahrensregeln lauten im Einzelnen:

Regel 1: Bevor ein Mitarbeiter an einer Haupt-Leistungseinheit einen Auftrag bearbeitet, überprüft er, ob der Plan-Starttermin (ggf. unter Berücksichtigung eines Vorgriffshorizonts, um Auslastungsverluste zu vermeiden) bzw. sofern definiert der Freigabetermin der Auftrags erreicht ist. Anschließend fragt er bei der nachfolgenden Haupt-Leistungseinheit nach, ob diese in ausreichender Menge (Arbeitsinhalt) Kapazitätskanban zur Verfügung stellen kann.

Regel 2: Über die Verfügbarkeit von Kapazitätskanban entscheidet der Mitarbeiter an der nachfolgenden Haupt-Leistungseinheit. Ein Kapazitätskanban ist dann verfügbar, wenn der Bestand an dieser Haupt-Leistungseinheit eine bestimmte Grenze zusammengesetzt aus direktem und indirektem Bestand unterschreitet. Davon ausgenommen ist die letzte Haupt-Leistungseinheit im Prozessfluss. Sie benötigt kein Kapazitätskanban, um mit der Bearbeitung zu beginnen. Der Prozessfluss zwischen den Haupt-Leistungseinheiten wird nach dem FIFO-Prinzip gesteuert. Für die Bearbeitung dieser nicht direkt gesteuerten Aufträge halten die betroffenen Leistungseinheiten einen bestimmten Prozentsatz ihrer Kapazitätskarten zurück und schieben diese regelmäßig unter Berücksichtigung einer mit dem betrachteten Geschäftsprozess zu vereinbarenden Durchlaufzeit zwischen die von anderen Geschäftsprozessen nachgefragten Kapazitäten.

Regel 3: Ist ein Auftrag blockiert, weil nicht ausreichend Kapazitätskanban verfügbar sind, überprüft der Mitarbeiter an der vorhergehenden Haupt-Leistungseinheit unter Berücksichtigung des Plan-Starttermins, ob für andere Aufträge aus dem eigenen Bestand ausreichend Kapazitätskanban verfügbar sind. Ist dies der Fall, so zieht er die Bearbeitung dieses Auftrags vor. Anschließend prüft er, ob für den ersten Auftrag nun genügend Kapazitätskanban verfügbar sind und beginnt mit der Bearbeitung, sofern dies der Fall ist.

Regel 4: Sobald der Mitarbeiter an der Vorgänger-Leistungseinheit mit der Bearbeitung beginnt, ist/sind dem Auftrag die Kapazitätskarte(n) fest zugeordnet. Sie werden erst wieder frei, wenn die nachfolgende Leistungseinheit die Bearbeitung an diesem Auftrag beendet hat bzw. einen dem Betrag einer einzelnen Kapazitätskarte entsprechenden Teil-Arbeitsinhalt abgearbeitet hat. Letzteres ist besonders für große Aufgabenumfänge sinnvoll, weil sonst beim Beenden eines solchen Auftrags plötzlich eine große Menge an Kapazität zu Verfügung stünde. Einerseits drohen dadurch Auslastungsverluste; andererseits würde aufgrund dieser Los-Verarbeitung Unruhe in den Prozessfluss gebracht.

Regel 5: Nach Bearbeitung eines Auftrags bzw. der einer Kapazitätskarte entsprechenden Teilmenge eines Auftrags vermindert sich der Bestand an einer Leistungseinheit. Bei Unterschreiten der für diese Leistungseinheit festgelegten Bestandsgrenze erteilt der Mitarbeiter weitere Freigaben für zuvor blockierte Aufträge.

Für die Anwendung des Verfahrens in der Praxis ist die Festlegung der relevanten Verfahrensparameter erforderlich. Dies wird in Kapitel 5 im Rahmen der Entwicklung der Methode näher beschrieben. Das Kapazitäts-Pull-Verfahren regelt den Bestand zwischen zwei Leistungseinheiten und damit die Durchlaufzeit durch einen Prozess. Um die Einhaltung der Fertigstellungstermine je Leistungseinheit

und letztlich des Liefertermins zu gewährleisten, muss eine Bestandsregelung durch eine Rückstandsregelung ergänzt werden (vgl. Abbildung 4-4). Diese wird ebenfalls in Kapitel 5 im Rahmen der Beschreibung der Anwendung der Methode zur Sicherung der Verfügbarkeit erläutert.

4.1.4 Zusammenfassung: Plug&perform zwischen Leistungseinheiten

Grundlage einer synchronisierten Leistungserstellung ist eine hierarchische Struktur prozessorientierter Leistungseinheiten. Mit dem plug&perform-Konzept wird ihre inhaltliche und kapazitive Verknüpfung sichergestellt. Neben einer logischen Kopplung durch definierte Nahtstellen zwischen den Leistungseinheiten ist für eine plug&perform-Leistung eine Kopplung der Ressourcen erforderlich. Hierzu wird ein Kapazitäts-Pull-Verfahren eingeführt, das Bestände und damit die Durchlaufzeiten eines Leistungsprozesses regelt. Es wird im weiteren Verlauf durch eine Rückstandsregelung ergänzt. Durch diese interne Synchronisation der Leistungserstellung können die Leistungen auch nach außen hin synchron, d.h. zum vom Kunden gewünschten Lieferzeitpunkt verfügbar gemacht werden.

Mit dem plug&perform-Ansatz wird die zeitlich-inhaltlich orientierte Sicht des Geschäftsprozessmanagements mit der kapazitiven Sicht verknüpft. Analog wird das Konzept der Leistungseinheiten um den Aspekt der kapazitiven Verknüpfung erweitert. Auf diese Weise wird nicht nur eine *gute*, sondern auch eine *schnelle* Leistungserstellung ganzheitlich unterstützt. Eine plug&perform-Prozessgestaltung ist eine wesentliche Grundlage für die im Folgenden beschriebene adaptive Fokussierung.

4.2 Adaptive Fokussierung für mehr Flexibilität im turbulenten Umfeld

In Kapitel 3.2.1 wurden die zwei Seiten spezialisierender Arbeitsteilung und Aufgabenintegration beschrieben. Spezialisierung führt einerseits zu Produktivitätsgewinnen, andererseits belastet der fehlende Aufgabenwechsel auf Dauer den Einzelnen und führt über Schnittstellenprobleme zu langen Durchlaufzeiten. Aufgabenintegration vermindert demgegenüber durch Abbau von Schnittstellen die Liegezeiten und Verzögerungen und fördert durch die abwechslungsreiche Arbeitsgestaltung die Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter. Andererseits führt sie, wenn sie zu weit getrieben wird, zu unwirtschaftlicher Nutzung von Fachwissen bzw. mangelnder Produktivität durch ausbleibende Übungeffekte. Sowohl starke Spezialisierung als auch hohe Aufgabenintegration können ein Unternehmen von einzelnen Mitarbeitern abhängig machen. Deren Kapazitäten werden zum Engpass und wirken als Restriktion für weiteren Umsatz. Hier setzt das Konzept der adaptiven Fokussierung an, das im folgenden Kapitel beschrieben wird. Abschnitt 4.2.1 beschreibt das grundsätzliche Konzept, für dessen Wirksamkeit in Abschnitt 4.2.2 verschiedene Prämissen formuliert werden. Die Abschnitte 4.2.3 bis 4.2.5 konkretisieren schrittweise die Idee der adaptiven Fokussierung durch Betrachtung der Fokussierungsrichtungen (Abschnitt 4.2.3), Ableitung eines Aufgabenmodells (Abschnitt 4.2.4) und der Einführung virtueller Leistungseinheiten (Abschnitt 4.2.5). Der Abschnitt 4.2.6 schließt die Konzeptbildung mit einer Zusammenfassung ab.

4.2.1 Konzept der adaptiven Fokussierung

Das Konzept der adaptiven Fokussierung setzt darauf, den Leistungserstellungsprozess von einem einzelnen Mitarbeiter unabhängig zu machen. Es geht über Ansätze zur Explizierung von Wissen hinaus, indem sie die erforderliche Kapazität zur Durchführung dieser explizierten Prozesse einbezieht. Die adaptive Fokussierung versucht, wo möglich zusätzliche Kosten zu vermeiden, indem eine schrittweise Entlastung von Engpass-Mitarbeitern dem Einsatz zusätzlicher externer Kapazitäten vorgezogen wird. Durch die Entkopplung der Leistungserstellung von dazu notwendigen Ressourcen wird aus Sicht des Unternehmens eine höhere Flexibilität erreicht, sowie das Risiko von Durchlaufzeitverzögerungen in besonderen Belastungssituationen verringert.

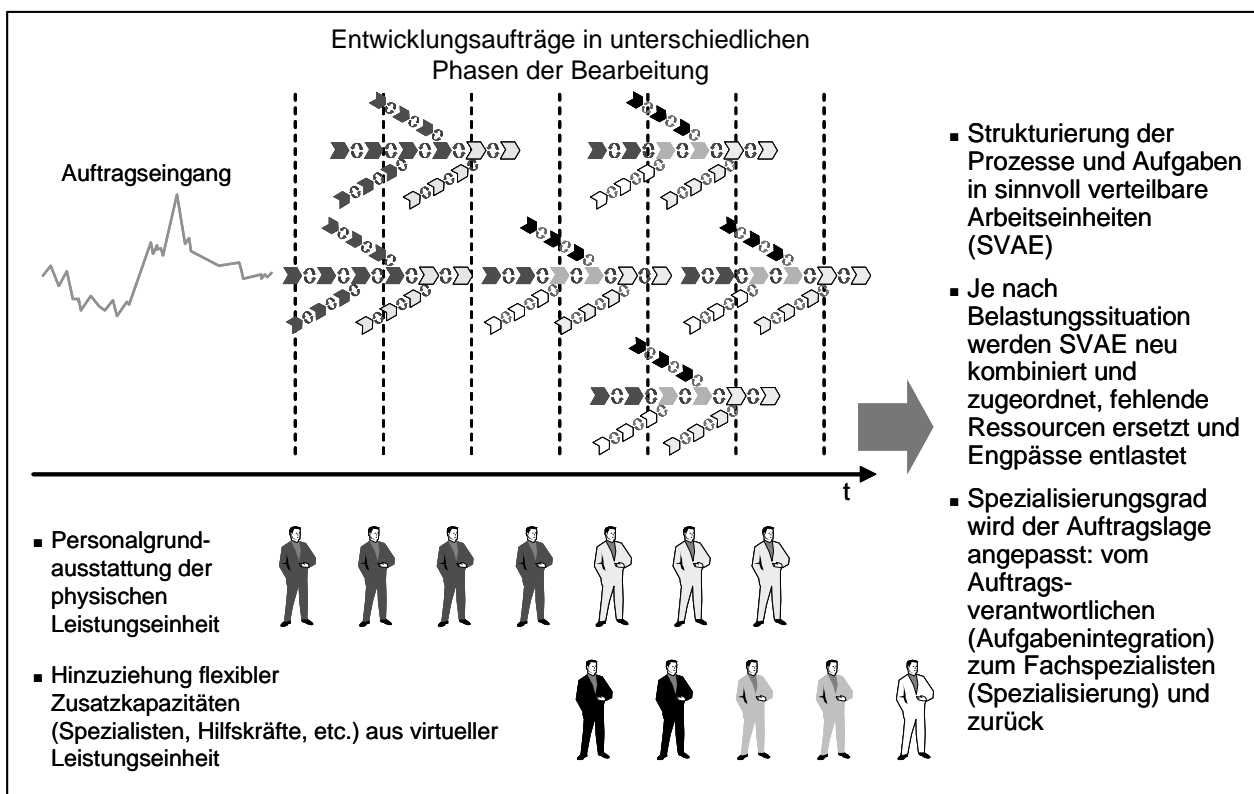


Abbildung 4-9: Wirkungsweise der adaptiven Fokussierung (eigene Darstellung)

Abbildung 4-9 verdeutlicht dieses Konzept. Die Idee der adaptiven Fokussierung ist es, je nach Bedarfssituation eine Variation der Arbeitsteilung vorzunehmen und damit eine Leistung durch unterschiedliche Ressourcenkombinationen zu erbringen. Gezielt sollen horizontale und vertikale Spezialisierungseffekte dort genutzt werden, wo ein Engpass im Prozessablauf auftritt. Damit können Kapazitäten frei gesetzt werden, die für die Befriedigung des Kundenbedarfs sonst nicht zur Verfügung stünden. Dabei wird davon ausgegangen, dass im Grundzustand eine Form der Arbeitsteilung gewählt wird, die mit den Anforderungen an eine ganzheitliche Aufgabe im Einklang steht (Vertikale Integration) (vgl. Kapitel 3.2.1). Darüber hinaus sollten Schnittstellen so weit wie möglich reduziert werden, um ihre negativen Effekte auf die Durchlaufzeiten zu vermeiden (Horizontale Integration). Dieser Grundzustand entspricht der horizontalen Prozessstruktur auf Stellenebene.

Werden nun aufgrund eines hohen Bedarfs bestimmte Mitarbeiter bzw. ihre Qualifikationen verstärkt nachgefragt, spezialisieren sie sich zeitweise auf die Durchführung der entsprechenden Aufgaben bzw. Aktivitäten. Entweder wird die horizontale Arbeitsteilung verändert bzw. verstärkt (andere bzw. mehr Schnittstellen), oder durch Delegation von Aufgaben bzw. Aktivitäten die vertikale Arbeitsteilung. Übernommen werden die zu verteilenden Aufgaben dann von weniger ausgelasteten internen oder flexibel hinzuzuziehenden externen Ressourcen. Geht der Bedarf zurück, übernehmen diese Mitarbeiter schrittweise wieder (ihre) andere(n) Aufgaben. Hierbei werden die Kapazitätsbedarfe für organisatorische und Nebentätigkeiten bewusst in die Planungsmasse mit aufgenommen, um hier den Spielraum zu erhöhen. Systeme zur Kapazitäts- und Personaleinsatzplanung dagegen nehmen in diesem Zusammenhang einen bestimmten Anteil an Verteilzeiten in die Auftragszeit auf (zur Beschreibung der verschiedenen Zeitarten vgl. REFA 1991, S. 209ff) bzw. reduzieren die verfügbare Kapazität um einen entsprechenden Betrag. Die dadurch blockierte Kapazität kann durch eine adaptive Fokussierung in besonderen Belastungssituationen zusätzlich genutzt werden.

Mit der adaptiven Fokussierung soll erreicht werden,

- dass vorhandene Kapazitäten zunächst so gut wie möglich genutzt werden, bevor neue hinzugezogen werden,
- dass Engpassmitarbeiter dabei so gut wie möglich entlastet werden, statt in hohem Umfang Überstunden leisten zu müssen,
- dass zusätzlich eingesetzte Kapazitäten so weit wie möglich für einfachere Aufgaben eingesetzt werden und damit möglichst günstig eingekauft werden können. Teure Spezialisten werden nur wenn nicht mehr anders möglich eingekauft.

Ziel dieser Maßnahmen ist die Vermeidung von Durchlaufzeitverzögerungen in besonderen Belastungssituationen unter möglichst geringen Zusatzkosten.

Durch eine systematische Beschreibung der Möglichkeiten einer adaptiven Fokussierung mit konkretem Bezug zu den Aufgaben der betrachteten Leistungseinheit sollen die Mitarbeiter von der heute vielfach notwendigen Verhandlungsaufgabe entlastet werden, die heute die flexible Verteilung von Aufgaben und damit gegenseitige Entlastung in und zwischen Leistungseinheiten begrenzt. Lediglich Führungskräfte kommen heute selbstverständlich in den Genuss, sich bedarfsorientiert durch Delegation an Assistenzkräfte oder Mitarbeiter von Aufgaben entlasten zu können. Wer den Vorteil genießt, über Auszubildende, studentische Mitarbeiter o.ä. verfügen zu können, hat ebenfalls noch gute Chancen. Viele Fachkräfte und Sachbearbeiter müssen heute jedoch über ein großes Verhandlungsgeschick verfügen, um in Engpasssituationen Kollegen zur Unterstützung zu überreden. Da der Aufwand vielfach zu groß erscheint, wird eher die Taktik des „Andere-Aufgaben-Liegen-Lassens“ gewählt. Andere Prozesse geraten dadurch ins Stocken (vgl. WITTENSTEIN, A.-K./WESOLY 2006, S. 81).

4.2.2 Prämissen der adaptiven Fokussierung

Für das Konzept der adaptiven Fokussierung sind aufgrund der in den Kapiteln 2 und 3 erfolgten Voruntersuchungen verschiedene Prämissen zu formulieren. Diese sind wesentlich für einen sinnvollen Einsatz. Werden sie nicht berücksichtigt, besteht die Gefahr nachteiliger Effekte auf Leistung und Motivation.

Prämisse 1: Die Wertschöpfung steht im Zentrum:

Ziel des Ansatzes ist es, die wertschöpfende Leistung abzusichern. Leistungen, die direkt für den Kunden erbracht werden, haben Priorität gegenüber anderen. Auch innerhalb der direkt wertschöpfenden Geschäftsprozesse wird eine Abstufung hinsichtlich des Beitrags zur Wertschöpfung vorgenommen. Wird diese Prämisse nicht beachtet, besteht das Risiko, dass unterstützende Leistungseinheiten über Gebühr die Unterstützungsleistungen adaptiver Fokussierung fordern könnten.

Prämisse 2: Wirtschaftlichkeit ist Rahmenbedingung:

Die Maßnahmen der adaptiven Fokussierung müssen sich der Wirtschaftlichkeitsforderung stellen. Insbesondere ist die Auslastung vorhandener Kapazitäten der Hinzuziehung zusätzlicher Kapazitäten und damit zusätzlichen Kosten vorzuziehen, sofern damit keine inakzeptablen Leistungseinbußen hinsichtlich der Qualität verbunden sind. Andernfalls besteht das Risiko, dass die Flexibilität zum Selbstzweck wird und dadurch unangemessen hohe Kosten entstehen.

Prämisse 3: Die adaptive Fokussierung erfolgt selbst bestimmt:

Die adaptive Fokussierung darf keine Bevormundung des Mitarbeiters darstellen. Die Mitarbeiter sind daher in die Gestaltung der Grundlagen einzubeziehen und ihre Präferenzen so weit möglich zu berücksichtigen (vgl. RENNER 2002; WIEGRAN 1996). Die Anwendung sollte so weit wie möglich in den Händen der betroffenen Mitarbeiter liegen. Wird dies nicht beachtet, kann die Motivation und Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter sinken.

Prämisse 4: Die Flexibilität bleibt erhalten:

Durch adaptive Fokussierung vorgenommene Veränderungen in der Arbeitsteilung dürfen nicht zementiert werden. Adaptive Fokussierung lebt von der Flexibilität der Aufgabenverteilung. Zu vermeiden ist, dass einzelne Mitarbeiter in feste Rollen als Hilfskraft gedrängt werden, oder andere sich permanent von allen ihnen unangenehmen Aufgaben entlasten lassen. Eine funktional spezialisierte Organisation mit hierarchischem Denken soll ja gerade überwunden werden, um den Gedanken der gegenseitigen Unterstützung zur Sicherung der Wertschöpfung zu fördern.

4.2.3 Richtungen der adaptiven Fokussierung

Die adaptive Fokussierung bedient sich verschiedener Fokussierungsrichtungen, die auf den in Kapitel 3.2.1.1 beschriebenen Möglichkeiten der Arbeitsteilung aufbauen. Es wird jedoch bewusst vom Begriff „Arbeitsteilung“ Abstand genommen, um zu verdeutlichen, dass das Ziel in der Freisetzung von Kapazitäten zur Befriedigung des Kundenbedarfs liegt, nicht in der Zergliederung von Arbeit. Die Mitarbeiter sollen sich bedarfsorientiert, d.h. adaptiv auf bestimmte Aufgaben

konzentrieren, eben fokussieren können. Diese Fokussierung kann vertikal, objektorientiert oder horizontal erfolgen:

- **Vertikale Fokussierung bezogen auf die Stelle:** Entlastung des Stelleninhabers von Nebentätigkeiten. Hierzu gehören auch aus dem eigentlichen Wertschöpfungsprozess sich ergebende Nebentätigkeiten wie Ablage oder Dokumentation. Der Mitarbeiter delegiert diese Aufgaben an andere. Er erhält gleichsam zeitweise ein eigenes Sekretariat. Beispiele für eine vertikale Fokussierung sind die Übernahme von Reiseorganisation, Organisation des Terminkalenders, Erstellung von Präsentationen, etc..
- **Objektorientierte Fokussierung bezogen auf die Stelle:** Entlastung des Stelleninhabers von zusätzlichen Prozessen. Der Mitarbeiter konzentriert sich vollständig auf einen bestimmten Aufgabentyp, für den er besondere Qualifikationen besitzt, während andere Aufgaben von anderen Mitarbeitern übernommen werden. Beispiel für eine objektorientierte Fokussierung in der Entwicklung ist die Abgabe von Aufgaben der Vertriebs- oder Montageunterstützung zugunsten einer Konzentration auf die Entwicklungstätigkeit.
- **Horizontale Fokussierung entlang des Prozesses:** Veränderung der horizontalen Arbeitsteilung durch eine Variation der Schnittstellen im Prozess. Durch Umverteilung der Aktivitäten werden die Schnittstellen entweder nach vorne oder hinten verschoben, oder neue Schnittstellen treten hinzu. Beispiel für eine horizontale Fokussierung in der Arbeitsvorbereitung ist die Konzentration auf die Erstellung von Arbeitsplänen, während die Berechnung von Herstellkosten abgegeben wird.

Abbildung 4-10 verdeutlicht die beschriebenen Fokussierungsrichtungen noch einmal grafisch.

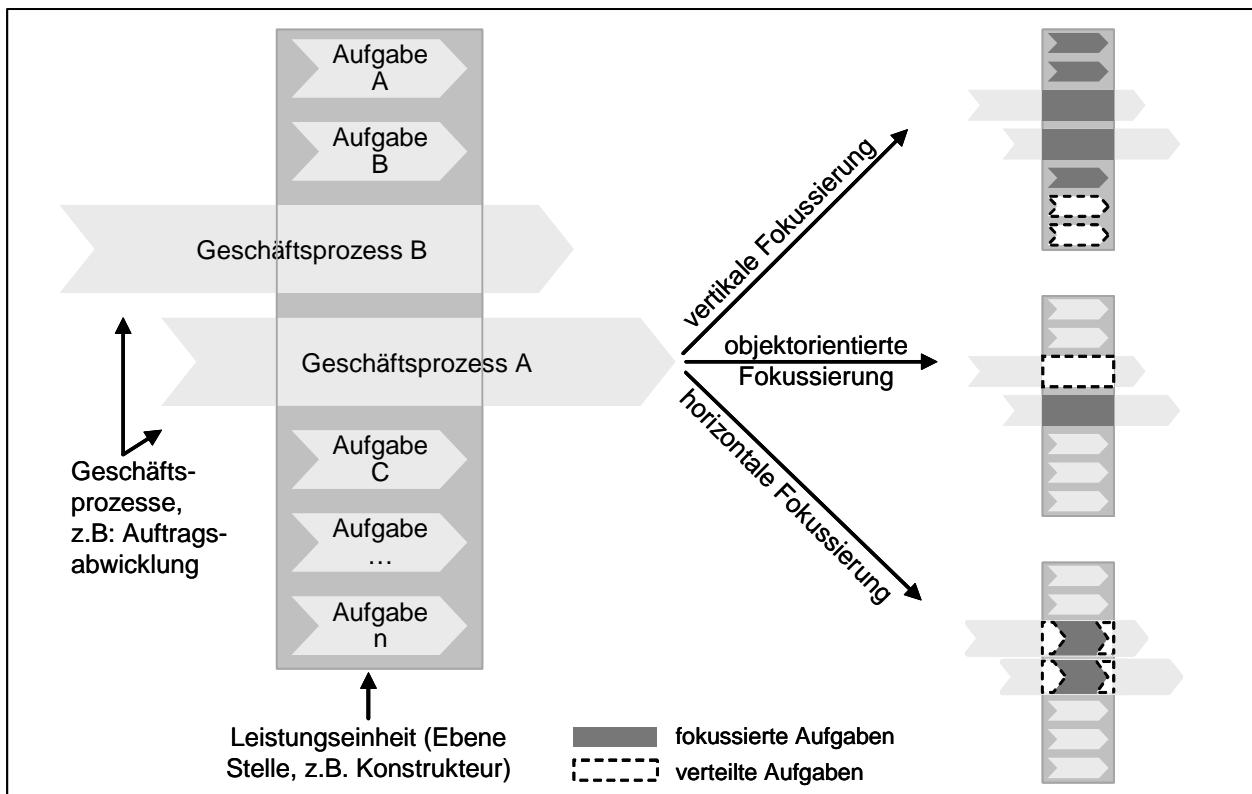


Abbildung 4-10: Richtungen der adaptiven Fokussierung (eigene Darstellung)

4.2.4 Aufgabenmodell der adaptiven Fokussierung

Um eine adaptive Fokussierung überhaupt möglich zu machen, sind die wertschöpfenden Aufgaben ebenso wie die Nebentätigkeiten so zu beschreiben, dass eine flexible Verteilung zwischen verschiedenen Mitarbeitern ohne großen Aufwand möglich ist. Wie in Kapitel 3.2 gezeigt wurde, berücksichtigen bisherige Ansätze zur flexiblen Prozessgestaltung diese Fragestellung noch nicht. Daher wird im Folgenden für den Zweck der adaptiven Fokussierung ein geeigneter Ansatz zur Prozessstrukturierung entwickelt. Bestehende Verfahren sollen damit nicht grundsätzlich in Frage gestellt werden. Vielmehr soll die bisher im Vordergrund stehende zeitlich-logische Strukturierung im Hinblick auf die flexible Verteilbarkeit ergänzt werden.

Grundelement für eine adaptive Fokussierung ist die Vorstellung einer „sinnvoll verteilbaren Arbeitseinheit“ (SVAE). Hier wird bewusst *nicht* von einer „kleinsten“ verteilbaren Arbeitseinheit gesprochen, um sich von den Ansätzen der Tätigkeitselemente abzugrenzen, wie sie z.B. in den synthetischen Methoden zur Zeitaufnahme (vgl. BOKRANZ 1978; NORDSIECK 1955) verwendet werden. Eine „kleinste verteilbare Arbeitseinheit“ würde implizieren, dass ein Prozess aus solchen kleinsten Elementen aufzubauen wäre. Neben der grundsätzlichen Infragestellung der Sinnhaftigkeit einer extremen Zerteilung geistiger Arbeit, wie sie bspw. von (COOLEY 1985) geäußert wird, wird hier zur Reduzierung des Aufwands der Ansatz verfolgt, vom Groben ins Feine vorzustoßen und dies nur dann, wenn aufgrund der Kapazitätssituation ein Anlass dazu besteht.

Eine sinnvoll verteilbare Arbeitseinheit kann daher einen Arbeitsinhalt unterschiedlichen Umfangs darstellen, d.h. von wenigen Minuten über Stunden bis hin zu ggf. Monaten reichen. So kann sie grundsätzlich auch ein umfangreiches Projekt als Ganzes umfassen. Der im Rahmen der hier

eingenommenen kurzfristigen Sicht betrachtete Umfang bewegt sich jedoch im Bereich von Minuten bis Tagen.

Zur Bestimmung der Eigenschaften einer SVAE wird die Arbeitsaufgabe nach Eingabe/Verarbeitung/Ausgabe strukturiert und die jeweils relevanten Einflussfaktoren identifiziert. Hier wird in Anlehnung an die in Kapitel 3.2.1.1 beschriebenen Vorarbeiten der Klassifizierung von Aufgaben hinsichtlich ihrer Automatisierbarkeit vorgegangen und Anleihen aus dem Delegationsmanagement (vgl. KONNERTH 2006) genommen.

4.2.4.1 Eigenschaften von sinnvoll verteilbaren Arbeitseinheiten: Eingabe

Hinsichtlich der Eingabe werden folgende Eigenschaften definiert, über die eine Arbeitsaufgabe verfügen sollte, um als sinnvoll verteilbar zu gelten:

Eigenschaft E1: Je besser die Arbeitsaufgabe, d.h. Zweck und anvisiertes Ergebnis beschrieben sind, desto besser ist sie für eine adaptive Fokussierung geeignet.

Je genauer die Ergebniserwartung formuliert werden kann, desto einfacher ist es für den Übernehmenden, diese Erwartungen auch zu erfüllen. Kann das Ergebnis nur allgemein oder schwammig beschrieben werden, so besteht das Risiko von erhöhter Nacharbeit, die den Vorteil der Verteilung wieder zunichte machen kann.

Eigenschaft E2: Je eindeutiger die notwendige Eingangsinformation beschrieben werden kann, desto besser ist die Aufgabe für eine adaptive Fokussierung geeignet.

Je besser die Eingangsinformation quantifiziert und/oder strukturiert werden kann, desto weniger Raum besteht für Fehlinterpretationen bzw. desto weniger Erklärungsnotwendigkeit ist vorhanden.

4.2.4.2 Eigenschaften von sinnvoll verteilbaren Arbeitseinheiten: Verarbeitung

Bezüglich der Verarbeitung, d.h. der Aufgabe selbst bzw. ihrer Durchführung unterstützen folgende Eigenschaften eine adaptive Fokussierung:

Eigenschaft E3: Wenn die Einarbeitungszeit in einem angemessenen Verhältnis zum Zeitaufwand der Gesamtaufgabe steht, ist die Aufgabe für eine adaptive Fokussierung geeignet.

Ist ein umfangreiches Eindenken in die Aufgabe erforderlich, während die eigentliche Bearbeitung nur wenig Zeit in Anspruch nimmt, so ist entweder die Aufgabe um ausreichende Arbeitsinhalte zu erweitern oder von einer Verteilung abzusehen. So ist z.B. die manuelle Durchführung einer Festigkeitsberechnung vergleichsweise aufwändig. Das Eindenken in eine Zeichnung und Strukturieren der Aufgabe nimmt zwar einige Zeit in Anspruch, ist jedoch im Vergleich zur Durchführung der eigentlichen Berechnung angemessen. In diesem Fall könnte die Aufgabe „manuelle Festigkeitsberechnung“ verteilt werden. Anders sieht es aus, wenn die Berechnung automatisch mittels Software basierend auf der CAD-Zeichnung durchgeführt wird. Hier wäre es unwirtschaftlich, würde zwischen Zeichnungserstellung und Durchführung der Berechnung noch einmal eine Schnittstelle eingeführt. Die automatisierte Berechnung kann vergleichsweise schnell erfolgen; eine Verteilung an andere lohnt sich kaum.

Eigenschaft E4: Je klarere Arbeitsanweisungen oder Hilfsmittel verfügbar sind, desto besser ist eine Aufgabe für die adaptive Fokussierung geeignet.

Ist der Lösungsweg prinzipiell bekannt, so kann er beschrieben werden. Ein Dritter kann die Vorgehensweise leichter nachvollziehen. Klare Arbeitsanweisungen verringern die Rüstzeit und sichern die Qualität der Vorgehensweise (vgl. Kapitel 3.2.3.1). Gleiches gilt für vorhandene Hilfsmittel.

Eigenschaft E5: Je weiter die Aufgabe von der wertschöpfenden Leistungserstellung für den Kunden entfernt ist, desto besser ist sie für eine adaptive Fokussierung geeignet (Prämisse P1).

Trotz guter Vorbereitung und Standardisierung ist derjenige, der eine Aufgabe regelmäßig durchführt, aufgrund von Übungseffekten gegenüber demjenigen in Vorteil, der eine Aufgabe weniger häufig durchführt. Wenn der Schutz der Leistung für den Kunden im Vordergrund steht, sind daher die geübten Mitarbeiter bevorzugt für diese Leistung einzusetzen bzw. diese so spät wie möglich an andere Mitarbeiter zu übergeben. Eventuelle Fehler der weniger geübten Kräfte dringen auf diese Weise nicht unmittelbar zum Kunden durch. Die sich dadurch ergebende Reihenfolge der Verteilung ist in Abbildung 4-11 dargestellt.

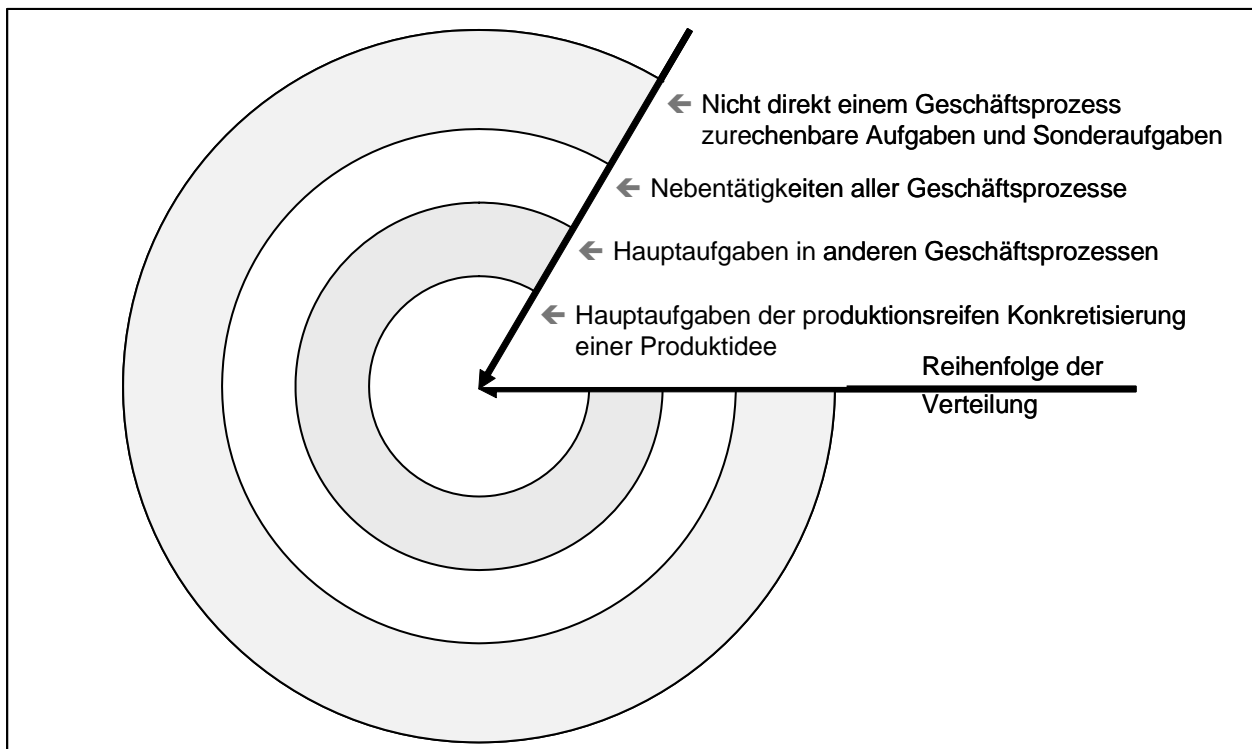


Abbildung 4-11: Eignung von Aufgaben für eine Verteilung in Abhängigkeit von der Nähe zur Wertschöpfung (eigene Darstellung)

Führungsaufgaben werden von einer adaptiven Fokussierung ausgeschlossen und daher nicht in die Zählung aufgenommen. Mit der Wahrnehmung von Führungsaufgaben im engeren Sinne sind häufig vertrauliche Informationen bzw. Vertrauensverhältnisse verbunden, die einer Flexibilisierung zu unterwerfen nachteilige Folgen für das Unternehmen haben könnte.

Eigenschaft E6: Je weniger spezifisch bzw. geringer die Qualifikationsanforderungen für die Aufgabenerfüllung, desto eher ist die Aufgabe für eine adaptive Fokussierung geeignet.

Je weniger spezifisch und geringer die Qualifikationsanforderungen, desto mehr Mitarbeiter stehen zur Erfüllung dieser Aufgabe potenziell zur Verfügung. Außerdem ist der Einarbeitungsaufwand für Aufgaben mit geringeren bzw. allgemeinen Qualifikationsanforderungen tendenziell geringer (vgl. Kapitel 3.2.1). Die geforderte Leistung kann also schneller erbracht werden. Die Überlegungen zur Verteilung in Abhängigkeit der Qualifikationsanforderungen sind in Abbildung 4-12 verdeutlicht.

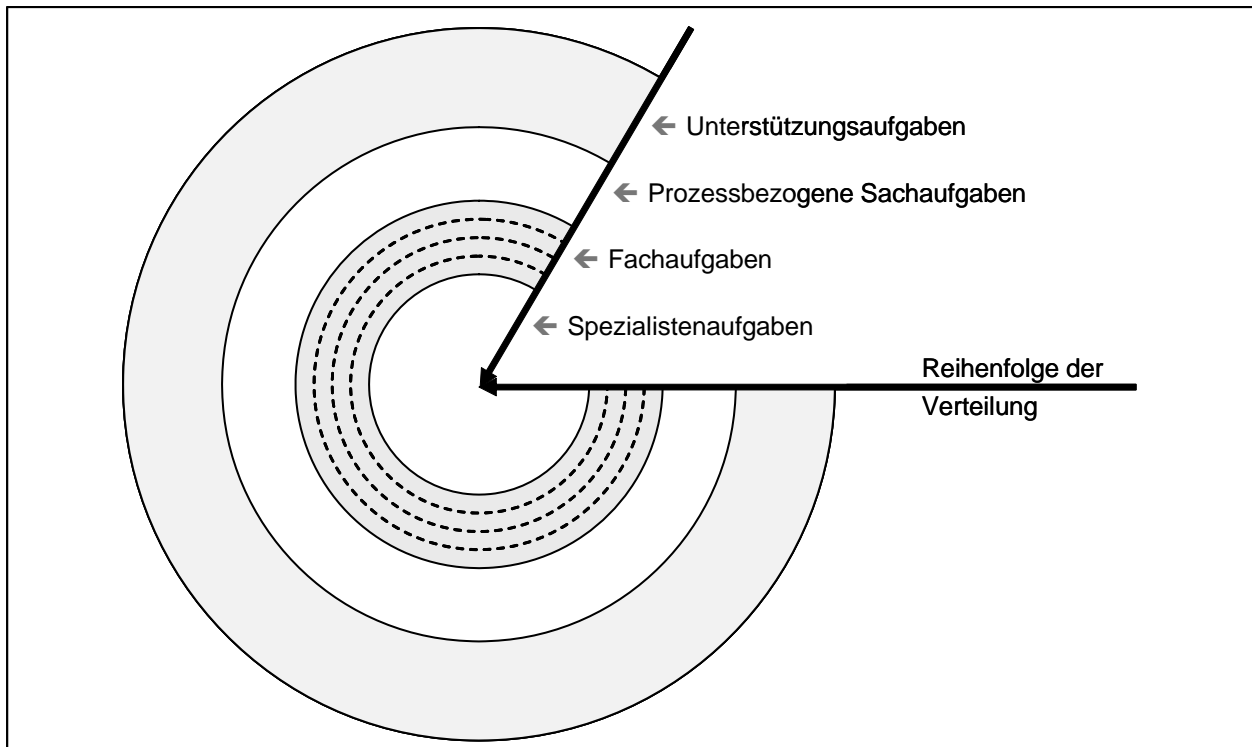


Abbildung 4-12: Eignung von Aufgaben für eine Verteilung in Abhängigkeit von der erforderlichen Qualifikation (eigene Darstellung)

Hierzu wurden in Erweiterung zu (HUBKA 1976, S. 14; vgl. Kapitel 3.2.1.1) vier Arten von Aufgaben definiert, wobei die „fachlich qualifizierte Arbeit ohne Bezug zur Konstruktion“ wegen des erweiterten Blickfeldes aus der Betrachtung herausgenommen wird, dafür aber die Fachtätigkeit deutlicher unterteilt wird. Auch die Führungsaufgaben fallen aus der Betrachtung heraus, da sie im Rahmen der adaptiven Fokussierung nicht berücksichtigt werden. Die Benennung der Stufen lehnt sich an (SZYPERSKI et al. 1982) an, da sie eine bessere Unterscheidbarkeit erzeugt.

Die geringsten bzw. allgemeinsten Qualifikationsanforderungen haben „prozessbezogene sowie allgemeine Unterstützungsaufgaben“, die jeder Mitarbeiter eines Unternehmens beherrschen sollte. Hierzu gehören Umgang mit Bürokommunikationswerkzeugen und Office-Standardsoftware, sowie die Beherrschung von grundsätzlichen Abläufen von Reiseorganisation bis hin zu allgemeinen Recherchen, etc.. Mit den „prozessbezogenen Sachbearbeitungsaufgaben“ beginnt bereits eine fachliche Spezialisierung. Hier ist es vorstellbar, dass in einem Unternehmen mehrere fachliche Säulen differenziert werden, denen ein Mitarbeiter dann jeweils zuzuordnen ist. Für den Bereich Entwicklung/Arbeitsvorbereitung fänden sich bei den prozessbezogenen Sachbearbeitungsaufgaben dann die Beherrschung der im Fachbereich genutzten Standardsoftware oder die Fähigkeit zur Erstellung einfacher Konstruktionen oder Arbeitspläne. „Fachaufgaben“ erfordern umfangreiches technisches Fachwissen; es handelt sich aber dennoch um wiederkehrende Aufgaben.

„Spezialistenaufgaben“ wiederum machen ein sehr hohes Fachwissen erforderlich und stellen oft Wissensarbeit dar (zum Begriff der Wissensarbeit vgl. vertiefend HUBE 2005). Die beiden letztgenannten Aufgabenkategorien stellen häufig Engpässe dar.

Für die praktische Anwendung reicht es aus, nur innerhalb der physischen und virtuellen Leistungseinheit (Abschnitt 4.2.5) eine Zuordnung von Aufgabenerfordernissen und Qualifikationen vorzunehmen. Dabei sind lediglich die angebotenen Leistungen zu beschreiben und fest zu legen, welcher Mitarbeiter welche Aufgaben im Rahmen der adaptiven Fokussierung übernimmt.

Eigenschaft E7: Liegt die Aufgabe am Anfang oder Ende des nächst höheren Aufgabenumfangs, aus dem sie herausgelöst werden soll, oder ist sie unabhängig vom Prozessablauf, dann ist sie besser für eine adaptive Fokussierung geeignet.

Sobald die Aufgabe in der Mitte eines Arbeitsablaufs liegt, bedeutet das für den Verteilenden mindestens zwei zusätzliche Schnittstellen, während sie sich im anderen Fall nur prozessaufwärts bzw. –abwärts verlagern. Damit wird ein unkontrolliertes Anwachsen der Schnittstellen und damit weitere Durchlaufzeitrisiken vermieden. Erfolgt nach Vergabe einer prozessabwärts gelegenen Aufgabe noch eine kurze Überprüfung des Ergebnisses wie z.B. die Durchsicht einer Zeichnung o.ä., so gilt dies, eine kurzfristige Abstimmung vorausgesetzt, nicht als Schnittstelle. Eigenständige, d.h. nicht in den Prozessablauf eingebundene Aufgaben berühren diesen nicht, stellen daher kein weiteres Risiko für eine Verzögerung der Durchlaufzeit dar und eignen sich daher besser für eine Verteilung.

4.2.4.3 Eigenschaften von sinnvoll verteilbaren Arbeitseinheiten: Ausgabe

Bezüglich der Ausgabe der betrachteten Aufgabe erleichtern folgende Eigenschaften die adaptive Fokussierung:

Eigenschaft E8: Stellt die Aufgabe eine in sich geschlossene Handlung dar, dann ist die Aufgabe für eine adaptive Fokussierung geeignet.

Eine geschlossene Handlung liegt vor, wenn der nächste Mitarbeiter das Ergebnis der Aufgabe direkt für den nächsten Arbeitsschritt weiter verwenden kann, ohne sich mehr mit der erfolgten Aufgabendurchführung auseinander setzen zu müssen. Die Auseinandersetzung mit den Lösungsanforderungen ist z.B. untrennbar mit der Entwicklung der Lösung verbunden und somit nicht teilbar, während die Aufnahme und Beschreibung der Lösungsanforderungen durchaus von der Entwicklung der Lösung getrennt werden kann. Auch die Aneignung persönlichen Wissens stellt eine geschlossene Aufgabe dar. Die Teilnahme an einer Ausbildungsveranstaltung kann nicht an eine andere Person weiter gegeben werden, ohne dass der Mitarbeiter einen Verlust an potenziellem Wissen erleidet.

Eigenschaft E9: Je besser das Ergebnis eindeutig beschrieben werden kann, d.h. quantifiziert oder strukturiert dokumentiert werden kann, desto besser ist die Aufgabe für eine adaptive Fokussierung geeignet.

Das Ergebnis kann dann als in sich verständliche Informationseinheit ohne größere Erklärungen weiter gegeben werden, wie z.B. eine technische Zeichnung oder ein Arbeitsplan. Schwieriger wird es z.B. bei umfangreichen Textdokumenten, die einen größeren Interpretationsspielraum offen lassen.

Die in den vorangegangenen Abschnitten 4.2.4.1 bis 4.2.4.3 angestellten Überlegungen zu den Eigenschaften sinnvoll verteilter Arbeitseinheiten sind in Abbildung 4-13 zusammen gefasst.

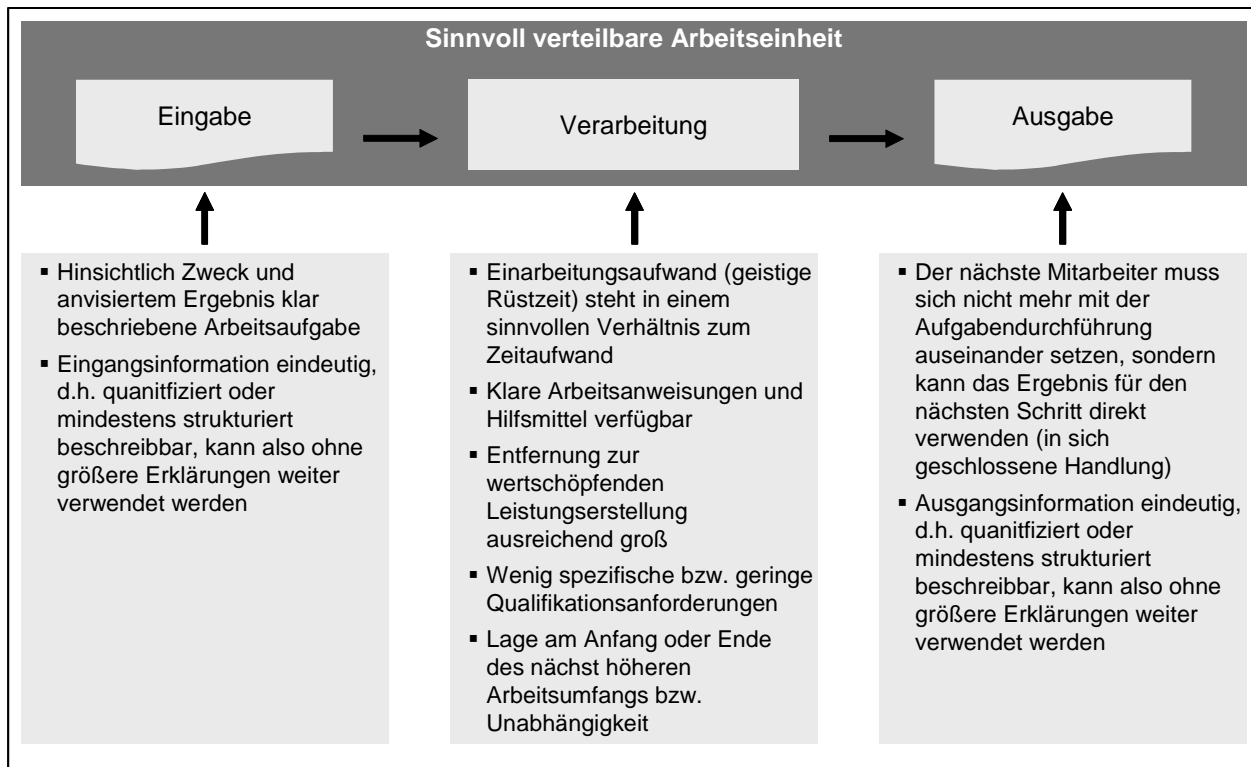


Abbildung 4-13: Eigenschaften von sinnvoll verteilbaren Arbeitseinheiten (eigene Darstellung)

4.2.5 Virtuelle Leistungseinheiten als Mittel zur Umsetzung der adaptiven Fokussierung

Eine adaptive Fokussierung kann nur funktionieren, wenn für einen internen Abgleich tatsächlich unbürokratisch flexible Kapazitäten zur Verfügung stehen. Dabei ist zunächst an Mitarbeiter der eigenen Organisationseinheit zu denken, die sich gegenseitig unterstützen. Eine weitere Möglichkeit sind Mitarbeiter, die in den gleichen Wertschöpfungsprozess eingebunden sind. Gerade bei Störungen ist dies eine gute Möglichkeit, da die Mitarbeiter entsprechend des Kapazitäts-Pull-Verfahrens aufgrund der Blockade weiterer Aufträge dann sowieso nicht weiter arbeiten könnten. Die horizontale Entlastung durch Mitarbeiter im gleichen Prozess ist vor allem dann sinnvoll, wenn die Aufgabe einen gewissen Grad an implizitem Wissen erfordert bzw. wenn der Einarbeitungsaufwand eher hoch ist, da die Prozesskollegen eher mit dem Thema vertraut sind als Dritte.

Gerade in Situationen mit hohem Kundenbedarf ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass alle Mitarbeiter der Organisationseinheit bzw. des betroffenen Prozesses stark beansprucht sind. Dann müssen externe Kapazitäten hinzu gezogen werden. Hierzu wird das Konzept der virtuellen Leistungseinheit eingeführt. Eine virtuelle Leistungseinheit ist eine Gruppe von Mitarbeitern aus unterschiedlichen Organisationseinheiten, die sich gegenseitig zum Belastungsabgleich zur Verfügung steht. Sie besteht aus Sicht des betrachteten kundenorientierten Wertschöpfungsprozesses (kundenspezifische Produktentwicklung) idealerweise aus einer Mischung von Mitarbeitern mit ähnlichem fachlichen Hintergrund, z.B. einem fachlichen Pendant aus der Vorentwicklung oder Auszubildenden im technischen Bereich, sowie Mitarbeitern mit völlig anderem Aufgabengebiet z.B. in wertschöpfungsfernen Bereichen, die möglichst andere Belastungszyklen haben als der betrachtete

Prozess. Die fachliche Ähnlichkeit treibt den Umfang der Entlastungsmöglichkeiten in die Höhe, während die Herkunft aus einem anderen Gebiet die Verfügbarkeit freier Kapazitäten deutlich erhöht. Eine virtuelle Leistungseinheit erster Ordnung besteht nur aus Mitarbeitern, die Angestellte des betrachteten Unternehmens sind. Positiver Nebeneffekt einer virtuellen Leistungseinheit erster Ordnung ist die Durchmischung verschiedener Fachbereiche, die insgesamt das Verständnis für die unternehmerische Wertschöpfung erhöhen kann (vgl. dazu auch die Effekte von verschiedenen Formen der Arbeitsanreicherung wie Job Enrichment, Job Enlargement und Job Rotation; siehe dazu z.B. OECHSLER 2000, S. 342ff; 594f; sowie RENNER 2002, S. 60ff). Die virtuelle Leistungseinheit zweiter Ordnung fügt unternehmensexterne Kapazitäten hinzu. Eine virtuelle Leistungseinheit ist abzugrenzen von einer physischen Leistungseinheit, die alle Mitarbeiter umfasst, die der betrachteten Organisationseinheit (z.B. Gruppe oder Abteilung) zugehören. Räumliche Nähe ist dabei förderlich, aber keine notwendige Bedingung für die Zugehörigkeit zu einer physischen Leistungseinheit.

Hierbei ist anzumerken, dass die vorgeschlagene Bildung virtueller Leistungseinheiten mindestens von einer statistischen Unabhängigkeit und im Idealfall von einer negativen Korrelation zwischen der Kapazitätsbelastung in den unterschiedlichen Unternehmensbereichen ausgeht. Konkret geht das Konzept virtueller Leistungseinheiten davon aus, dass Kapazitätsengpässe an der einen Stelle mit Überhängen an der anderen Stelle im Unternehmen einhergehen. Dies entspricht an vielen Stellen der Beobachtung. Eine entsprechende statistische Überprüfung wäre sehr aufwändig und nur für jeweils ein einzelnes Unternehmen möglich. Daher wird an dieser Stelle darauf verzichtet und angenommen, dass die vorgeschlagene Zusammensetzung der virtuellen Leistungseinheiten aus mehreren Fachgebieten und Geschäftsprozessen ausreichende Unterschiede in der dynamischen Kapazitätsbelastung aufweist, um wirksam zu werden. Zudem wird mit der virtuellen Leistungseinheit zweiter Ordnung der Spielraum erweitert, indem auf unternehmensexterne Kapazität zugegriffen werden kann.

Unter der Annahme einer flexiblen Verteilung der anstehenden Aufgaben möglichst auf vorhandene Ressourcen ist allerdings nicht davon auszugehen, dass die Mitglieder der virtuellen Leistungseinheit ohne weiteres zu Verfügung stehen, d.h. Zeit haben. Sie haben in der Regel andere Aufgaben im Unternehmen zu erfüllen. Bei der Zuteilung von zu verteilenden Aufgaben ist daher zu berücksichtigen, welche Kapazitäten bei diesen Ressourcen derzeit verfügbar sind bzw. kurzfristig verfügbar gemacht werden können. Neben Überstunden ist eine weitere Möglichkeit, Kapazität für die adaptive Fokussierung verfügbar zu machen, dass auch diese Personen (wie die zu betrachtenden Engpass-Ressourcen) einen bestimmten Anteil ihrer Tätigkeiten (nämlich die wertschöpfungsfernen) hinten anstellen können. Um die Unternehmensfunktionen dennoch aufrecht zu erhalten, kann hier eine zeitliche oder kapazitive Grenze gesetzt werden. So könnte ein Mitarbeiter aus dem Strategischen Marketing beispielsweise über einen Zeitraum von zwei Monaten maximal 10% seiner Kapazität oder einmal pro Woche zwei Stunden, etc. in die Unterstützung der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee investieren. Um die grundlegenden Unternehmensfunktionen aufrecht zu erhalten, können bestimmte Personenkreise vollständig von dem System der adaptiven Fokussierung in virtuellen Leistungseinheiten ausgenommen werden. Ist ein erhöhter Bedarf an flexibler Unterstützung vorhanden und sind die wirtschaftlichen Voraussetzungen gegeben, können natürlich auch Springer

unterschiedlicher Qualifikationsstufen eingesetzt werden. So könnte dabei z.B. zwischen „organisatorischen Springern“ und „fachlichen Springern“ unterschieden werden.

Eine virtuelle Leistungseinheit erster Ordnung stellt eine pragmatische Lösung dar, innerhalb eines Unternehmens eine Kapazitätsanpassung vorzunehmen. Aus den Unterstützungsanforderungen resultierende Qualifikationsanpassungen sind nur bei den Mitgliedern der virtuellen Leistungseinheit vorzunehmen. Um allgemein die Flexibilität des Mitarbeiterereinsatzes im Unternehmen zu erhöhen, ist die Bildung standardisierter Sets von Qualifikationen mit unterschiedlichen Abstufungen vorstellbar, die sich schrittweise fach- oder prozessspezifisch ausdifferenzieren. Über bestimmte allgemeine Grundqualifikationen muss dann jeder Mitarbeiter verfügen, Mitarbeiter technischer Bereiche haben ebenfalls gemeinsame Grundkenntnisse, die erst im nächsten Schritt nach Vorentwicklung, Konstruktion und Arbeitsvorbereitung differenziert werden. Angesichts der vorgenommenen Eingrenzung des Betrachtungsbereichs wird diese Idee, die ein umfassendes Personal- und Qualifikationskonzept erfordert, hier nicht weiter entwickelt, kann jedoch für weitere Arbeiten als Anregung dienen.

4.2.6 Zusammenfassung: Adaptive Fokussierung

Abschließend werden die verschiedenen Aspekte der adaptiven Fokussierung zusammenfassend dargestellt und eine Einbindung in den Gesamtkontext flexibler Kapazitäten vorgenommen.

Das Konzept der adaptiven Fokussierung beschreibt die Möglichkeit, die Arbeitsteilung entlang der horizontalen, vertikalen und objektorientierten Dimension flexibel zu variieren, um in besonderen Belastungssituationen an Engpässen Entlastungseffekte zu erzielen. Grundelement der adaptiven Fokussierung ist die sinnvoll verteilbare Arbeitseinheit (SVAE). Als Grundlage wurden die Eigenschaften sinnvoll verteilter Arbeitseinheiten beschrieben, die verschiedenen Mitarbeitern innerhalb virtueller Leistungseinheiten zugeordnet werden können. Wesentliche Einflussfaktoren auf die Verteilbarkeit sind dabei u.a. Nähe zur Wertschöpfung, erforderliche Qualifikation, Strukturierungsgrad der Aufgabe und Eigenständigkeit der Aufgabe.

Die adaptive Fokussierung ist einzubinden in den Gesamtkontext flexibler Kapazitäten, die im Unternehmen eingesetzt werden. Hierzu gehören die Nutzung flexibler Arbeitszeiten, von Teilzeit- und Aushilfskräften, sowie die bedarfsgerechte Einbindung externer Kräfte mit unterschiedlichen Qualifikationen bis hin zu Spezialisten. Die Gestaltung von SVAE erleichtert neben dem intra-organisationalen Kapazitätsabgleich auch die Einbindung externer Kräfte. Die adaptive Fokussierung unterstützt die systematische und effektive Nutzung flexibler Kapazitäten (siehe hierzu Kapitel 4.3), indem sie Anhaltspunkte liefert, wie Aufgaben zu strukturieren sind, damit sie im Bedarfsfall flexibel verteilt werden können. Ziel ist eine Entkopplung der Leistungserstellung vom einzelnen Mitarbeiter, damit die Verfügbarkeit der Leistung gegenüber dem Kunden auch in besonderen Belastungssituationen gewährleistet werden kann.

4.3 Vorbereitete verfügbarkeitssichernde Maßnahmen für mehr Schnelligkeit im turbulenten Umfeld

Damit die adaptive Fokussierung ihre Wirkung entfalten kann, ist neben der Abgrenzung sinnvoll verteilter Arbeitseinheiten eine Zuordnung zu möglichen übernehmenden Ressourcen vorzunehmen. In Kapitel 3.3.2 wurde grundsätzlich gezeigt, dass eine vorherige Definition solcher Zuordnungen im Falle des Eintretens wichtige Zeit sparen und damit die Reaktionsfähigkeit einer Leistungseinheit erhöht werden kann. Daher wird im folgenden Kapitel das Konzept vorbereiteter verfügbarkeitssichernder Maßnahmen (VVSM) eingeführt. Abschnitt 4.3.1 beschreibt das Konzept. In Abschnitt 4.3.2 werden mögliche Turbulenzen aufgeführt, die eine kurzfristige Kapazitätsabstimmung erforderlich machen, für die in Abschnitt 4.3.3 verschiedene Möglichkeiten unter Berücksichtigung der adaptiven Fokussierung beschrieben werden. In Abschnitt 4.3.5 wird vorgestellt, wie Turbulenzen und verfügbarkeitssichernde Maßnahmen über Profile miteinander verbunden werden können. Abschnitt 4.3.6 schließt mit einer kurzen Zusammenfassung.

4.3.1 Konzept vorbereiteter verfügbarkeitssichernder Maßnahmen

Kapazitätsschwankungen sind im turbulenten Umfeld nur schwer vorhersehbar. Umso wichtiger ist es, im Falle eines Auftretens schnell reagieren zu können. Wird die Situation individuell analysiert und werden individuell Maßnahmen definiert, so vergeht häufig wertvolle Zeit bis zur Wirksamkeit dieser Maßnahmen. Aufgrund des Zeitdrucks werden häufig Kostenüberlegungen weitgehend außen vor gelassen.

Geht man wie in Kapitel 1.1 beschrieben davon aus, dass auch für die Entwicklung kundenspezifischer Produkte die Zeit immer knapper wird, so verspricht die Anwendung vorbereiteter Reaktionsmaßnahmen durchaus Vorteile. Denn auch in der kundenspezifischen Produktentwicklung, so individuell die einzelnen Aufgaben auch von der Aufgabenstellung her sind, wirken bestimmte Turbulenzkeime doch immer wieder ähnlich auf die Kapazität, indem sie eine erhöhte (oder geringere) Belastung verursachen. Durch ein vorheriges Durchdenken von Reaktionsmöglichkeiten kann die Reaktionszeit verkürzt werden. So ist es z.B. von Vorteil, grundsätzlich in Frage kommende Konstruktionsbüros für die Fremdvergabe von Arbeitsinhalten bereits vorsorglich auszuwählen und mit den Besonderheiten des Unternehmens vertraut zu machen. Diese Fremdleistung kann dann, wenn es erforderlich ist, viel schneller wirksam werden, als wenn man sie im Bedarfsfall erst umständlich auswählen und einlernen muss (vgl. HAGEN 2003).

Das Konzept vorbereiteter verfügbarkeitssichernder Maßnahmen besagt also, dass für typische Belastungssituationen bereits im Vorfeld ihres Auftretens Reaktionsmaßnahmen – genauer als verfügbarkeitssichernde Maßnahmen bezeichnet – definiert werden, um im Falle des Eintretens gerüstet zu sein und schneller reagieren zu können. Es zielt dabei auf die Einsparung von Analyse- und Vorbereitungszeit ab. Hierbei wird bewusst das Risiko einer (inhaltlich) zweitbesten Lösung zugunsten der erhöhten Reaktionsfähigkeit in Kauf genommen. Im Rahmen dieser Verfügbarkeitssicherung werden alle geeigneten Alternativen der Kapazitätsabstimmung eingesetzt, wobei insbesondere auf die im vorherigen Kapitel eingeführte adaptive Fokussierung zurück gegriffen werden soll, um wirtschaftliche Vorteile zu erzielen.

4.3.2 Systematisierung von Turbulenzen und ihren Kapazitätswirkungen

Die Ursachen von Turbulenzen systematisiert (WIENDAHL, H.-H. 2006a, S. 183-189) mit dem Konzept der Turbulenzkeime. Auch für die der Produktion vorgelagerten Bereiche lassen sich mit einigen Anpassungen ähnliche Turbulenzkeime beschreiben. Diese erzeugen Unsicherheiten bezüglich des in einer bestimmten Periode erforderlichen Kapazitätsbedarfs bzw. des Kapazitätsangebots. Nicht alle für die Produktentwicklung identifizierten Turbulenzkeime haben jedoch direkte Auswirkungen auf *kurzfristigen* Kapazitätsbedarf bzw. -angebot. Im Folgenden werden daher nur die in Abbildung 4-14 dargestellten Turbulenzkeime mit direkter oder indirekter Auswirkung auf den kurzfristigen Kapazitätsbedarf weiter verfolgt.

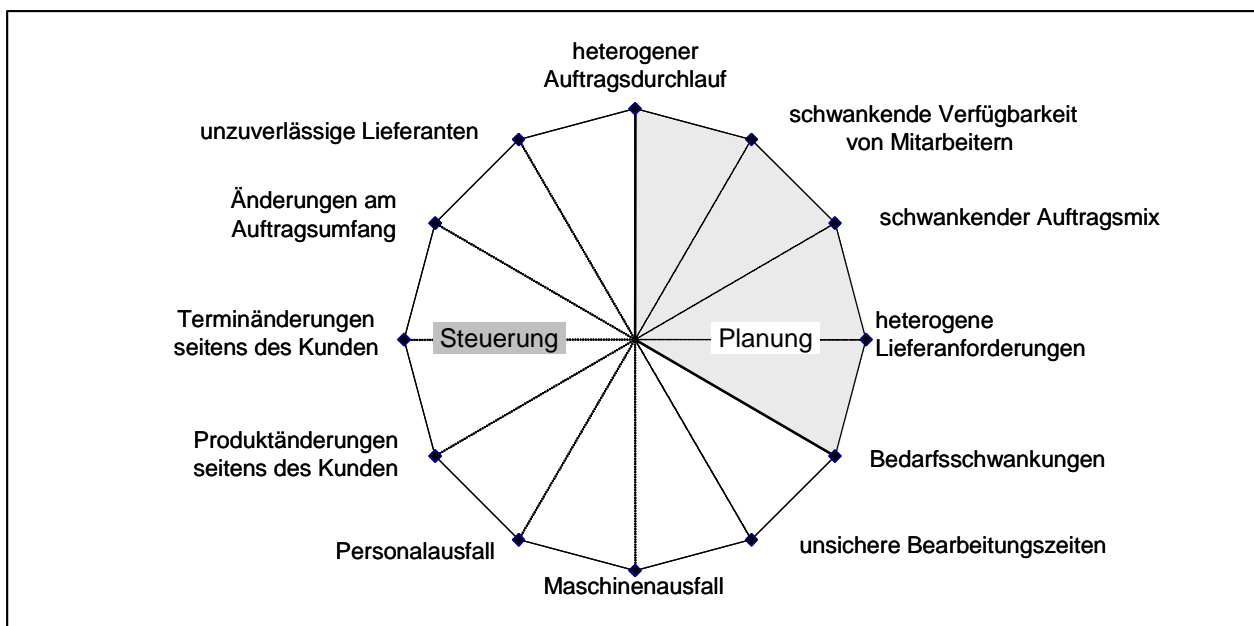


Abbildung 4-14: Turbulenzkeime mit kurzfristigen Auswirkungen auf die Kapazität (eigene Darstellung in Anlehnung an WIENDAHL, H.-H. 2006a, S. 183-189)

Diese Turbulenzkeime und ihre Kapazitätswirkungen sind in Abbildung 4-15 zusammenfassend beschrieben. Aus dieser Zusammenstellung wird deutlich, dass sich jede Turbulenz an einer bestimmten Leistungseinheit tatsächlich lediglich in Form von verändertem Kapazitätsbedarf niederschlägt. Entweder machen sich diese in der aktuellen Periode bemerkbar und sind dann im Rahmen der Steuerung durch innerhalb der Periode wirksame Maßnahmen der Kapazitätsabstimmung abzufangen, oder sie machen sich in einer späteren Periode bemerkbar und können dann noch in der Planung berücksichtigt werden.

	Turbulenzkeim	Auswirkung auf den Kapazitätsbedarf
Wirksam in der Planung	heterogener Auftragsdurchlauf (wechselnde Arbeitsinhalte, die von unterschiedlichen Leistungseinheiten bearbeitet werden)	schwankender Kapazitätsbedarf an den betroffenen Leistungseinheiten
	schwankende Verfügbarkeit von Mitarbeitern (Urlaub, Feiertage)	Schwankung der verfügbaren Kapazität der betroffenen Leistungseinheiten
	schwankender Auftragsmix (technologisch unterschiedliche Projekte über verschiedene Perioden hinweg)	schwankender Kapazitätsbedarf an stark spezialisierten Leistungseinheiten
	heterogene Lieferanforderungen (Eil- und Normalaufträge)	an den prozessbeteiligten Leistungseinheiten wird kurzfristig zusätzliche Kapazität benötigt
	schwankende Auftragsmenge (Anzahl der Kundenaufträge)	schwankender Kapazitätsbedarf an allen prozessbeteiligten Leistungseinheiten
Wirksam in der Steuerung (Auftragsdurchführung)	Unsichere Bearbeitungszeiten (Verzögerung oder Beschleunigung bei der Lösungsfindung)	zusätzlicher oder verringerter Kapazitätsbedarf bei der Leistungseinheit
	Maschinenausfall (Software-, Hardwareprobleme)	zeitlich verschobener Kapazitätsbedarf je nach Geschwindigkeit der Problemlösung
	Personalausfall (Krankheit, Unfall)	zusätzlicher Kapazitätsbedarf bei der betroffenen Leistungseinheit
	Produktänderungen seitens des Kunden (Konstruktionsänderungen)	zusätzlicher Kapazitätsbedarf an einer oder mehreren Leistungseinheiten; ggf. auch Wegfall von Tätigkeiten bei anderen Leistungseinheiten und damit verringerter Kapazitätsbedarf; in aktueller oder späterer Periode
	Terminänderungen seitens des Kunden	Verschiebung der Bearbeitung nach vorne, d.h. zusätzlicher Kapazitätsbedarf in aktueller Periode, oder nach hinten, d.h. zusätzlicher Kapazitätsbedarf in späterer Periode
	Änderungen am Auftragsumfang (zusätzliche/ zu streichende Leistungen, z.B. Tests, Dokumentation)	zusätzlicher oder verminderter Kapazitätsbedarf bei einer oder mehreren Leistungseinheiten; in aktueller oder späterer Periode
	Verzögerungen bei externen Lieferanten	Verringerung des Kapazitätsbedarfs in der betroffenen Periode; Erhöhung des Kapazitätsbedarfs in späteren Perioden

Abbildung 4-15: Auswirkungen von Turbulenzkeimen auf Kapazitätsbedarf (eigene Darstellung)

Den durch Turbulenzen hervorgerufenen Veränderungen des Kapazitätsbedarfs (Belastungsszenarien) sind geeignete Maßnahmen gegenüber zu stellen, um ein Durchschlagen der Turbulenzen auf Durchlaufzeit und Termintreue zu vermeiden. Diese werden im Folgenden beschrieben.

4.3.3 Systematisierung von Reaktionsmöglichkeiten

In Kapitel 3.3.1 wurden verschiedene Ansätze beschrieben, Bedarfsunsicherheiten durch Flexibilität zu beherrschen. Grundlage bilden flexible Arbeitszeiten und Organisationsstrukturen. Das Kapazitätsmanagement bietet grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten der Kapazitätsabstimmung an (vgl. Abbildung 2-8). Selektiert und um eigene Ansätze ergänzt eignen sich für die *kurzfristige* Verfügbarkeitssicherung die in Abbildung 4-16 zusammen gestellten Möglichkeiten.

Dabei wurden die Möglichkeiten ausgeschlossen, die für eine kurzfristige Verfügbarkeitssicherung nicht geeignet sind. Der Ausschluss bestimmter Möglichkeiten soll kurz begründet werden. Aus der Betrachtung heraus gefallen sind die Alternativen Einstellung/Entlassung sowie Verleihen eigener Mitarbeiter an andere Unternehmen bzw. Übernahme externer Aufträge. Einstellungen und

Entlassungen sind bei den herrschenden Arbeitsmarktverhältnissen nur mittel- bis langfristig realisierbar. Außerdem erfordert insbesondere die Einstellung neuer Mitarbeiter teilweise umfangreiche Einarbeitungsmaßnahmen, bis der Mitarbeiter auf Stand ist. Die Eignung für kurzfristige Verfügbarkeitsicherungsmaßnahmen ist damit nicht gegeben. Das Verleihen eigener Mitarbeiter bzw. die Übernahme externer Aufträge können zwar im Einzelfall durchaus schnell von statten gehen; in der Regel werden hier jedoch gewisse Vorlaufzeiten notwendig sein, da externe Einsatzmöglichkeiten erst gefunden werden müssen, was noch aufwendiger sein wird, wenn dieser Einsatz als Nebengeschäft angesehen wird. Zudem sind die Mitarbeiter dann für eine längere Zeit gebunden. Damit sind auch diese Möglichkeiten für eine kurzfristige Verfügbarkeitsicherung nicht geeignet, ebenso wie der Einsatz von Kurzarbeit wegen des damit verbundenen Vorlaufs bzw. Genehmigungsverfahrens.

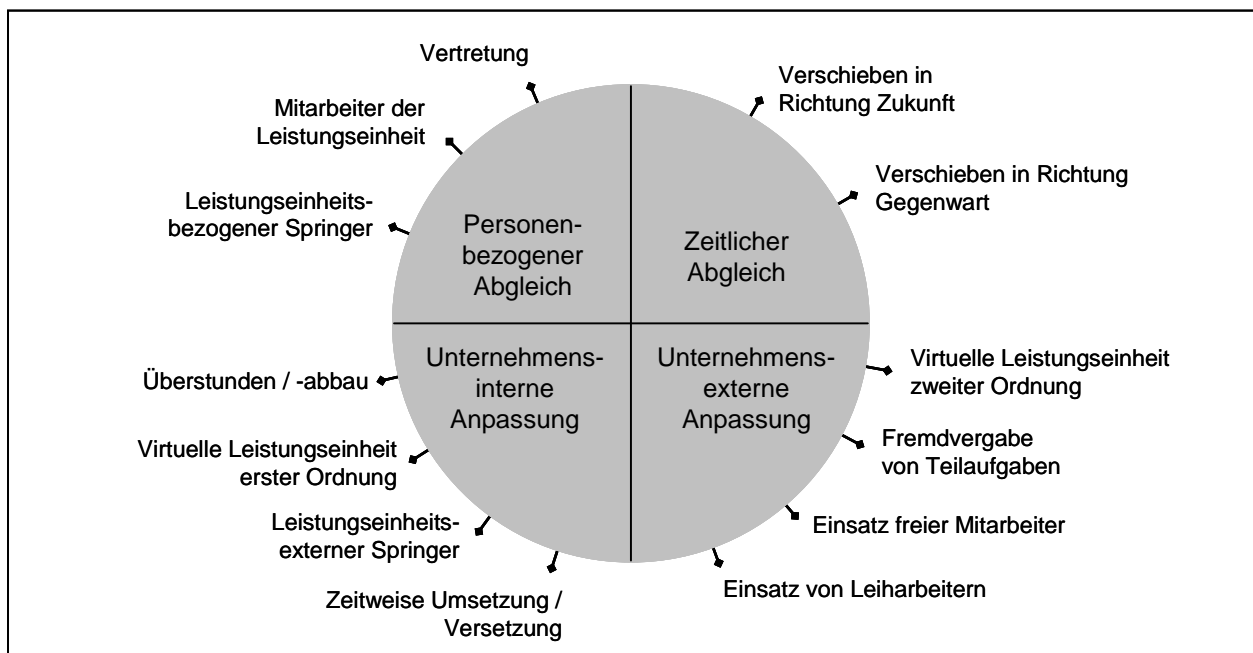


Abbildung 4-16: Möglichkeiten der kurzfristigen Verfügbarkeitsicherung (eigene Darstellung in Erweiterung zu REFA 1991, S. 309)

Für den Einsatz dieser Möglichkeiten für eine Verfügbarkeitsicherung sind diese im Hinblick auf die Nutzung adaptiver Fokussierung näher zu erläutern. Dies erfolgt in den folgenden Abschnitten 4.3.3.1 bis 4.3.3.4.

4.3.3.1 Personenbezogener Abgleich

Beim personenbezogenen Abgleich werden die Aufgaben unter Nutzung vorhandener Kapazitäten innerhalb der betrachteten Leistungseinheit neu verteilt. Die Möglichkeiten umfassen Vertretung, Einsatz von Kollegen oder Vorgesetzten, oder den Einsatz leistungseinheitsbezogener Springer.

Vertretung bezieht sich auf die direkt dem Wertschöpfungsprozess zugeordneten Aufgaben. Bei Abwesenheit eines Mitarbeiters werden diese Aufgaben von einem oder mehreren anderen Mitarbeitern in Kombination erledigt. Der grundsätzliche Prozessablauf bleibt erhalten, wird jedoch über andere Personen geleitet. Dies bedeutet in der Regel eine Zusatzbelastung der Vertreter. Daher kann ggf. eine Kompensation durch Überstunden bzw. durch den Einsatz von Mitgliedern der

virtuellen Leistungseinheit zur Unterstützung des Vertreters erforderlich sein. Vertretung sollte sich auf kurze Zeiträume beschränken.

Der **Einsatz von Kollegen oder Vorgesetzten** kann sich sowohl auf Haupt- als auch Nebentätigkeiten beziehen. Entsprechend kann eine kurzzeitige Veränderung der Arbeitsteilung im Sinne der adaptiven Fokussierung erfolgen. Im Vordergrund steht dabei üblicherweise die objektorientierte Fokussierung; eine horizontale oder vertikale Fokussierung ist jedoch genauso denkbar. So könnte die Ableitung von Zeichnungen, die sonst von dem Entwicklungsingenieur selbst gemacht wird um die Ganzheitlichkeit der Aufgabe zu erhalten, bei hoher Auslastung von einem Technischen Zeichner übernommen werden. In einem anderen Fall werden Änderungen normalerweise vom produktverantwortlichen Technischen Zeichner eingearbeitet und bei hoher Auslastung geht diese Aufgabe beispielsweise an eine spezialisierte Organisationseinheit oder an einen Auszubildenden über. Gerade bei mittelständischen Unternehmen sind darüber hinaus die Vorgesetzten häufig noch ausreichend tief mit den Wertschöpfungsprozessen vertraut, um im Notfall gerade bei Störungen unterstützend eingreifen zu können (siehe dazu auch WITTENSTEIN, A.-K./WESOLY 2006, S. 81f). Manche Unternehmen gehen sogar so weit, diese adaptive Fokussierung zur Regel zu machen. Rollierend übernimmt jeweils ein Mitarbeiter die Rolle eines *Libero* und entlastet als *Mädchen für alles* die Kollegen dann für einen bestimmten Zeitraum von Nebentätigkeiten.

Bei geringfügigen Überlastungen können die mit einer Spezialisierung verbundenen Effizienzvorteile sogar die insgesamt verfügbare Leistung steigern. Leider lassen sich diese Effekte nur äußerst schwierig allgemein quantifizieren, so dass in dieser Arbeit auf eine systematische Nutzung solcher Effizienzsteigerungseffekte verzichtet wird.

Der Einsatz von **leistungseinheitsbezogenen Springern**, d.h. in der jeweiligen physischen Leistungseinheit angesiedelten Personen ist eine Alternative, die es ermöglicht, Engpässe zu entlasten, ohne anderen Mitarbeiter zusätzliche Aufgaben aufzubürden. Leistungseinheitsbezogene Springer sind an keinen festen Arbeitsplatz gebunden und zeichnen sich in der Regel dadurch aus, dass sie ein großes Spektrum unterschiedlicher Leistungen erbringen können. Springer verfügen damit eher über eine breite als eine spezialisierte Qualifikation. Diese kann jedoch auf verschiedenen Ebenen angesiedelt sein. So könnte es einen Springer für Hilfstätigkeiten geben oder einen, der die Haupttätigkeiten der bearbeiteten Prozesse beherrscht. Die verschiedenen Arten von Springern sind in Abbildung 4-17 zusammen gestellt.

Arten von Springern		Qualifikation		
		Spezialspringer (Hoch spezialisiertes Fachwissen)	Fachspringer (Breit aufgestellt in Fachaufgaben)	Basisspringer (beherrscht Unter- stützungsaufgaben)
Organisatorische Zuordnung	Prozessspringer (ist einem Prozess zugeordnet)	—	X	(X)
	Leistungseinheits- bezogener Springer (einer Leistungseinheit zugeordnet)	X	X	X
	Leistungseinheits- übergreifender Springer (steht dem ganzen Unternehmen zur Verfügung)	X	(X)	X

X: sinnvolle Kombination (X): eingeschränkt sinnvoll

Abbildung 4-17: Arten von Springern im Rahmen der adaptiven Fokussierung (eigene Darstellung)

Entsprechend können Springer für jede Richtung der adaptiven Fokussierung eingesetzt werden. Grundvoraussetzung ist, dass es ein ausreichendes Potenzial an Aufgaben für einen solchen Springer gibt. Daher lohnt sich der Einsatz eines Vollzeit-Springers erst ab einer gewissen Größe der prozessorientierten Leistungseinheit. Alternativ kann ein Mitarbeiter auch nur zu einem gewissen Prozentsatz seiner Kapazität als Springer eingesetzt werden.

4.3.3.2 Unternehmensinterne Anpassung

Bei einer Kapazitätsanpassung wird das vorhandene Kapazitätswolumen verändert. Zusätzliche Kapazitäten werden hinzu gezogen bzw. Kapazitäten werden verringert. Unternehmensintern erfolgt die Anpassung der Kapazitäten durch Überstunden bzw. ihren Abbau, durch virtuelle Leistungseinheiten erster Ordnung, durch den Einsatz von Springern unterschiedlicher Qualifikationen von außerhalb der physischen Leistungseinheit (leistungseinheitsexterne Springer), oder durch zeitweilige Umsetzung von Mitarbeitern.

Kleinere Turbulenzen können ohne weiteres durch **Überstunden** aufgenommen werden. Hierbei arbeiten die Mitarbeiter zeitweise einfach länger, in der Regel zunächst ohne die Arbeitsteilung zu ändern, auch wenn sich Überstunden natürlich auch mit einer Veränderung der Arbeitsteilung kombinieren lassen. Überstunden sollten im Sinne einer Verfügbarkeitsicherung dann genutzt werden, wenn z.B. bei der Bearbeitung einer Aufgabe kurzfristig ein Problem entsteht. Diese Überstunden können dann mit einer Entlastung von organisatorischen Aufgaben einhergehen, um den Umfang nicht zu sehr anschwellen zu lassen.

Virtuelle Leistungseinheiten erster Ordnung können kurzfristige Kapazitätsschwankungen unbürokratisch auffangen (vgl. Abschnitt 4.2.5). Die Kapazitätsbelastung wird nicht nur innerhalb der physischen Leistungseinheit verteilt, wie normalerweise üblich, sondern es stehen ohne großen Verwaltungsaufwand zusätzliche Kapazitäten zur Verfügung. Wesentlicher Vorteil von virtuellen Leistungseinheiten aus Sicht des Gesamtunternehmens ist, dass vorhandene Kapazitäten ausgelastet werden und damit das Ausgaben verursachende Hinzuziehen externer Kapazitäten verzögert wird. Innerhalb virtueller Leistungseinheiten können sowohl organisatorische und Nebenaufgaben als auch Fachaufgaben verteilt werden.

Springer können nicht nur innerhalb einer bestimmten Leistungseinheit zugeordnet sein, sondern auch dem ganzen Unternehmen zur Verfügung stehen, d.h. **leistungseinheitsexterne Springer** sein. Auch hier sind analog zu den leistungseinheitsbezogenen Springern wieder unterschiedliche Qualifikationen von Fachspezialisten bis hin zu breit aufgestellten Unterstützungsmitarbeitern denkbar (vgl. Abbildung 4-17). Solche Fachspezialisten können z.B. Projektmanager oder Technologie-Spezialisten sein. Breiter aufgestellte Generalisten können die Mitarbeiter dort von Neben- und Unterstützungstätigkeiten entlasten, wo gerade eine hohe Arbeitsbelastung herrscht.

Zeitweilige Umsetzungen von Mitarbeitern erfordern bereits etwas mehr Planung, da diese Mitarbeiter eigene Arbeitsinhalte haben, deren Bearbeitung gesichert werden muss. Sie eignen sich daher eher für vorhersehbare bzw. länger dauernde Belastungssituationen. Umsetzungen funktionieren ähnlich wie ein Springer-Einsatz, nur dass hierbei tendenziell eher die wertschöpfungsferneren Tätigkeiten übernommen werden können, sofern die Prozesse sich nicht stark ähneln oder die Umsetzung für einen längeren Zeitraum vorgesehen ist, so dass sich eine Einarbeitung lohnt. Ein Mitarbeiter aus der Arbeitsvorbereitung könnte so z.B. zeitweilig in der Konstruktion eingesetzt werden, um Stücklisten zu erstellen. Hierfür sollten die entsprechenden Tätigkeiten standardisiert und dokumentiert sein, ansonsten ist der Einarbeitungsaufwand ggf. zu hoch. Dies gilt übrigens für alle Formen des Kapazitätsabgleichs bzw. der -anpassung.

Eine Form der **virtuellen Umsetzung** liegt vor, wenn ein Mitarbeiter einer bestimmten Leistungseinheit zwar nicht physisch umgesetzt wird, jedoch für eine andere Leistungseinheit Aufgaben übernimmt. Dies ist z.B. der Fall, wenn ein Mitarbeiter aus der kundenunabhängigen Entwicklung die Bearbeitung von Projekten der kundenspezifischen Entwicklung unterstützt. Die virtuelle Umsetzung wird durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien vereinfacht. Sie sollte jedoch nur für gut abgegrenzte Aufgaben eingesetzt werden, bei denen sehr wenige Rückfragen anfallen.

4.3.3.3 Unternehmensexterne Anpassung

Die Suche nach zusätzlichen Kapazitäten macht nicht an der Unternehmensgrenze Halt. Eine unternehmensexterne Anpassung der Kapazitäten kann durch Fremdvergabe, den Einsatz von Leiharbeitern oder freien Mitarbeitern oder mit Hilfe der virtuellen Leistungseinheit zweiter Ordnung erfolgen.

Eine Möglichkeit der kurzfristigen Kapazitätsabstimmung über extern ist der Einsatz von **Leiharbeitern** über Zeitarbeitsfirmen. Auch hier können wieder unterschiedliche Qualifikationen

eingekauft werden. Vom Manager bis hin zum Hilfsarbeiter ist alles möglich (vgl. SCHLEDT 2006). Vorlaufzeiten und Einsatzfristen betragen heute häufig nur noch einen bis wenige Tage (vgl. FILSER/HABERMANN 2006). Manche Unternehmen bauen in Zusammenarbeit mit Zeitarbeitsfirmen sogar gemeinsam mit anderen aus ihrer Branche Pools an Leiharbeitern mit bestimmten, zentralen Qualifikation auf, die dann quasi als unternehmensexterne Springer eingesetzt werden (z.B. BREITHAUPT/PANTEN 2002).

Vorteil der kurzfristigen **Fremdvergabe** (deutlich zu unterscheiden von strategischem Outsourcing) von Arbeitsinhalten ist, dass man sich bei (guten) Fremdfirmen nicht mit der Detailsteuerung auseinandersetzen muss. Kommunikationsprobleme durch die organisatorische bzw. räumliche Trennung können auch dadurch aus dem Weg geräumt werden, dass die Fremdfirmen Mitarbeiter zum Kunden entsenden. Erfolgt die Auswahl von Fremdleistern im Engineering-Bereich nach einem standardisierten Vorgehen, wie es z.B. (HAGEN 2003) beschreibt, wird der Einsatz zusätzlich erleichtert. Fremdvergabe entfaltet ihre Wirkung vor allem bei größeren Aufgabenumfängen und dann, wenn Arbeitsinhalte zu Beginn der Bearbeitung vergeben werden. Die Vergabe bereits angefangener Aufgaben erzeugt nämlich Verschwendung in Form erneuter Einarbeitung bzw. Doppelarbeit, die erst bei einem relativ großen Aufgabenumfang in Kauf genommen werden sollte. Fremdvergabe ist daher für die sehr kurzfristige Störungsbeseitigung weniger gut geeignet. Eine weitere Variante der unternehmensexternen Anpassung ist der Einsatz freier Mitarbeiter. Hier sollte jedoch darauf geachtet werden, Vorlaufzeiten und Mindestumfänge fest zu legen.

Für jede Form der unternehmensexternen Anpassung gilt, dass der Effekt umso besser ist, je besser der Einsatz vorbereitet ist. Standardisierung bzw. genaue Spezifikation der Aufgaben ist dabei essentiell. Je länger die Zusammenarbeit besteht, desto wirkungsvoller wird der Einsatz sein. Auch wenn gerade kleine Firmen nicht so weit gehen können wie Toyota, das eigene Engineering-Gesellschaften besitzt, die die Entwicklungsprojekte bedarfsgerecht unterstützen und in den Arbeitsabläufen von Toyota ausgebildet sind (MORGAN 2002; MORGAN/LIKER 2006), so können sie doch langfristige Kooperationsbeziehungen mit Ingenieurbüros oder Zeitarbeitsfirmen eingehen.

Virtuelle Leistungseinheiten zweiter Ordnung bieten daher eine Möglichkeit, auch den Einsatz externer Kapazitäten so zu organisieren, dass diese unbürokratisch und mit kurzen Vorlaufzeiten abgerufen werden können. Hierbei werden analog den virtuellen Leistungseinheiten erster Ordnung bestimmte unternehmensexterne Ressourcen bzw. Aufgaben definiert, die zum Belastungsabgleich auch über Unternehmensgrenzen hinweg dienen können. Kernpunkt ist hierbei die Festlegung konkreter Aufgaben im Vorfeld, die dann ohne umfangreiche Einarbeitung vergeben werden können.

4.3.3.4 Zeitlicher Abgleich

Ein zeitlicher Abgleich der Kapazitäten erfolgt durch Verschieben von Aufgaben in Richtung Gegenwart (Vorziehen) oder Zukunft (Aufschieben). Eine Veränderung der verfügbaren Kapazität der physischen Leistungseinheit wird nicht vorgenommen. Hierbei gilt es zu beachten, dass das Verschieben von Aufgaben nicht zu einer Verschiebung des Kundenliefertermins führen darf. Es kann sich also nur um solche Verschiebungen handeln, die die Auslastung innerhalb der Leistungseinheit verbessern, ohne den Liefertermin zu gefährden. Unter Berücksichtigung der Beobachtung, dass sich

Verspätungen in der Regel fortpflanzen (GOLDRATT 2001), gilt diese Forderung auch für interne Liefertermine.

Das **Vorziehen** von Aufgaben impliziert die Annahme, dass die Ergebnisse der vorzuziehenden Entwicklungstätigkeit lagerfähig sind. Prinzipiell speicherfähig sind die Ergebnisse im jedem Fall in Form von Zeichnungen, Stücklisten bzw. dem fertigen Produkt. Lagerfähig werden sie jedoch erst, wenn mit der Aufbewahrung keine Verschlechterung einhergeht, d.h. die Ergebnisse keinem Verfallsdatum unterliegen. Ein solcher Verfall könnte z.B. eintreten durch Veränderungen der Kundenanforderungen bzw. der daraus abgeleiteten Spezifikationen oder durch neue technische Entwicklungen. Das Vorziehen von Aufgaben sollte demnach nur dann erfolgen, wenn ein geringes Risiko besteht, dass die Arbeitsergebnisse obsolet werden, etwa durch spätere kundeninduzierte Endproduktänderungen oder wenn die Arbeitsergebnisse ausreichend allgemein gehalten sind, dass sie ggf. auch für andere Kunden verwendet werden können.

Das **Verschieben** in Richtung Zukunft (Aufschieben) ist gerade bei der Entwicklung von Produkten mit Vorteilen, aber auch mit großen Risiken verbunden. Einerseits kann es ein Vorteil sein, wenn man mit dem Arbeitsbeginn länger wartet, da dadurch tendenziell die Verfügbarkeit eindeutiger Spezifikationen seitens des Kunden steigt, der sich ja oft selbst in einem Entwicklungsprozess befindet. Das Risiko umfangreicher Änderungen oder Überarbeitungen sinkt damit ab (vgl. Risiko beim Vorziehen). Andererseits gehen durch das Aufschieben Zeitreserven verloren, die beim Auftreten von Schwierigkeiten für eine Reaktion notwendig werden können (vgl. dazu die Erläuterungen zum „Studenten-Syndrom“; GOLDRATT 2001; ROMBERG/HAAS 2005). Auch wenn die Entwicklungstätigkeiten hauptsächlich Varianten- und Anpassungskonstruktionen sind und damit die Unsicherheit der Lösungsfindung gegenüber Neuentwicklungen deutlich reduziert ist, ist sie gegenüber der einfachen Wiederholung festgelegter Arbeitsabläufe (wie in der Produktion) deutlich höher. Die Unsicherheit über die Bearbeitungszeit in der Produktion sinkt nämlich mit zunehmender Wiederholung (geringere Streuung), während dies bei Entwicklungstätigkeiten nicht notwendigerweise der Fall ist. Hier streuen die Bearbeitungszeiten deutlich stärker, da der Lösungsweg zwar methodisch durchaus wiederholt wird, die eigentliche Lösung jedoch jedes Mal unbekannt ist. Dies ist übrigens auch ein Argument dafür, dass in der Entwicklung ein deutlich höheres Augenmerk auf die Steuerung zu legen ist. Im Sinne der besseren Reaktionsfähigkeit bei Abweichungen ist daher die Verschiebung in Richtung Zukunft mit Vorsicht einzusetzen.

Die vorangegangenen Ausführungen zum Verschieben bezogen sich vor allem auf Hauptaufgaben (Wertschöpfung im Prozess). Neben dieser in den Planungssystemen üblicherweise berücksichtigten Aufgabenklasse gibt es jedoch in jedem Unternehmen und an jedem Arbeitsplatz einerseits (organisatorische Sicht) bzw. in jedem Prozess andererseits (Prozesssicht) Aufgaben und Tätigkeiten, die nicht der unmittelbaren Wertschöpfung zuzurechnen sind, sondern als Neben- oder Unterstützungstätigkeiten gelten. Planungssysteme ignorieren diese Aufgaben und Tätigkeiten entweder ganz oder nehmen einfach einen bestimmten Prozentsatz an, der dann die verfügbare Kapazität reduziert. In der Realität jedoch bilden sie eine Spielmasse, deren Ausnutzung Kapazitäten frei setzen kann. Verschiedene Untersuchungen haben – noch ohne die explizite Berücksichtigung von Verschwendung - Anteile von bis zu 45% in der Entwicklung bzw. Arbeitsvorbereitung identifiziert (EHRENSPIEL 2007, S. 245ff und die dort zitierte Literatur; BULLINGER et al. 1995, S. 11;

EVERSHEIM 1990, S. 113f). Wird also das Potenzial der Neben- und Unterstützungstätigkeiten mit in die Spielmasse zum zeitlichen Abgleich aufgenommen und bevorzugt ausgenutzt, so dass die Engpassmitarbeiter entlastet werden, können die Risiken von Verschiebungen bei den Haupttätigkeiten bis zu einem gewissen Grade umgangen werden.

4.3.4 Einsatzreihenfolge verfügbarkeitssichernder Maßnahmen

Lohnkosten der Stammebelegschaft sind für ein Unternehmen in der kurzen bis mittleren Frist fixe Kosten. Hier kommt es darauf an, unter Berücksichtigung des Kundenbedarfs eine möglichst gute Auslastung zu erreichen. Leerzeiten sollen auf andere Perioden oder Organisationseinheiten übertragen werden können, in denen der Bedarf nach zusätzlichen Kapazitäten besteht. Diese Überlegung hat zum Konzept der virtuellen Leistungseinheiten geführt. Kosten für externe Kapazitäten stellen für ein Unternehmen variable, aber auch zusätzlich Kosten dar. Daher ist darauf zu achten, dass externe Kapazitäten nicht eingesetzt werden, während die Auslastung der Stammebelegschaft noch nicht vollständig ausgenutzt wurde. Je besser der flexible Einsatz der eigenen Mitarbeiter vorbereitet ist, desto später ist eine externe Anpassung notwendig. Je geringer die dann zusätzlich anfallenden Kosten sind, desto besser ist es für das Gesamtergebnis des Unternehmens. Daher sollte versucht werden, mit Hilfe der adaptiven Fokussierung bei Rückgriff auf externe Unterstützung zunächst günstige Kapazitäten hinzu zu nehmen, bevor auf teurere zurückgegriffen werden muss.

Als Einsatzreihenfolge der verfügbarkeitssichernden Maßnahmen wird daher ein Vorgehen von innen nach außen vorgeschlagen (vgl. Abbildung 4-18). Erster Schritt der Absicherung der Leistung besteht in der Nutzung individueller Ausgleichsmöglichkeiten in Form von Gleitzeit- und Überstundenregelungen. Die Mitarbeiter sollen damit einen Anreiz erhalten, ihre Aufgaben effizient zu erledigen. Sind diese dennoch erschöpft, wird innerhalb der physischen Leistungseinheit, d.h. innerhalb der eigenen Gruppe oder Abteilung nach freien Kapazitäten gesucht und ggf. eine Veränderung der Arbeitsteilung vorgenommen (personenbezogener Abgleich unter Berücksichtigung adaptiver Fokussierung). Sehr eng schließt sich die Nutzung von Kapazitäten aus der virtuellen Leistungseinheit an, wobei die adaptive Fokussierung intensiv genutzt werden sollte, um geistige Rüstzeiten möglichst gering zu halten. Anschließend folgen die weiteren Möglichkeiten der unternehmensinternen Kapazitätsanpassung. Erst nach Überprüfung aller anderen Möglichkeiten sollen schließlich externe Kapazitäten hinzu gezogen werden, da diese zusätzliche Kosten verursachen und damit den Gewinn des Unternehmens schmälern.

Mit diesem Vorgehen wird einerseits die Bedeutung von Nähe auf die Reaktionsfähigkeit berücksichtigt, und andererseits eine Kostenwirkung so weit wie möglich nach hinten verschoben. Ansatzpunkt des Einsatzes verfügbarkeitssichernder Maßnahmen ist immer der einzelne Mitarbeiter (d.h. die Stellenebene), da an dieser Stelle im hierarchischen Gefüge der Leistungseinheiten zuerst Verzögerungen auftreten bzw. bemerkt werden.

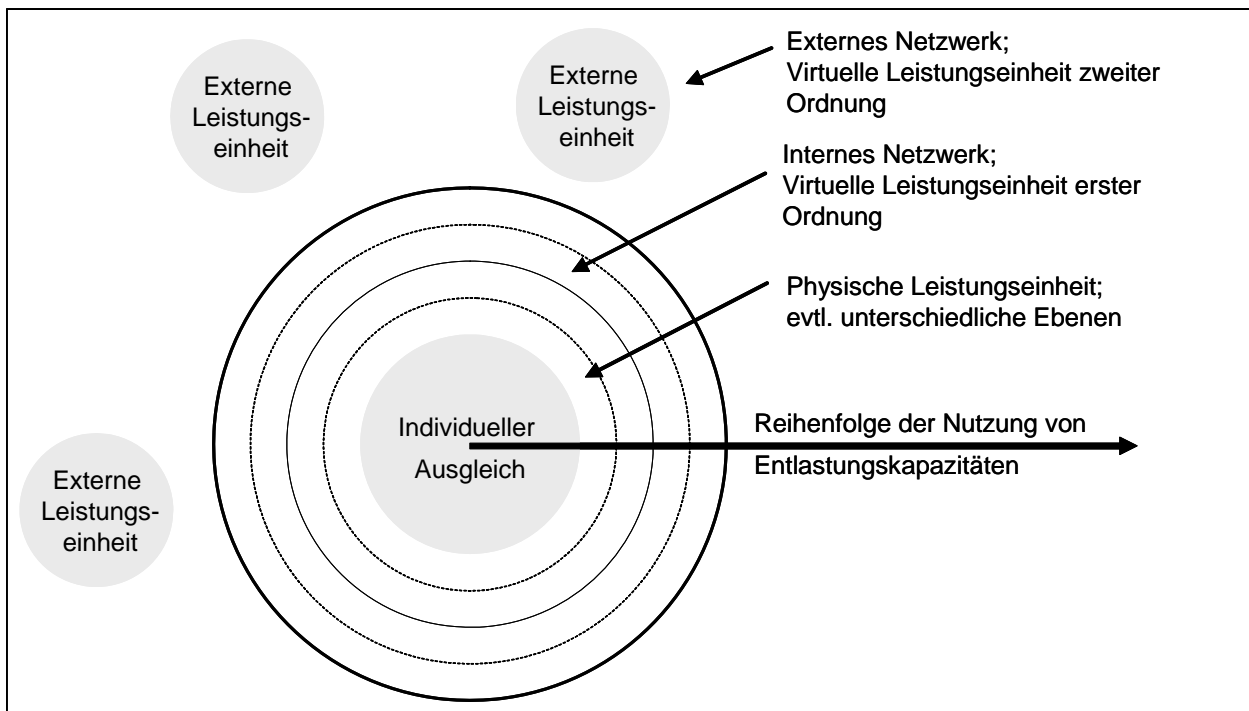


Abbildung 4-18: Einsatzreihenfolge verfügbarkeitssichernder Maßnahmen (eigene Darstellung)

Für den konkreten Einsatz werden die grundsätzlichen Möglichkeiten der Verfügbarkeitssicherung spezifiziert und damit von *Möglichkeiten* zu *Maßnahmen*. Es ist also für jede Leistungseinheit (Ressource) festzulegen, in welchem Umfang und für welche Dauer die Kapazität zu erweitern oder zu senken ist und welche Arbeitsinhalte ggf. an welche Personen übertragen werden sollen. Rahmenbedingung ist, dass die geforderte Qualität der Hauptleistung nicht beeinträchtigt wird, und die durch die Verteilung der Aufgaben induzierte Verlängerung von Bearbeitungs- oder Durchlaufzeiten so gering wie möglich gehalten wird.

Zentraler Ansatz dieser Arbeit ist es, die Möglichkeiten der Verfügbarkeitssicherung nicht nur allgemein zu beschreiben, sondern mögliche Situationen voraus zu denken und die Form der Verfügbarkeitssicherung zu konkretisieren. Hierzu müssen die durch das Wirken der Turbulenzkeime erzeugten Belastungsszenarien ebenso wie die Möglichkeiten der Verfügbarkeitssicherung einheitlich und möglichst quantitativ beschrieben werden, um eine schnelle Auswahl der richtigen Lösung zu ermöglichen.

4.3.5 Verbindung von Belastungsszenarien und verfügbarkeitssichernden Maßnahmen

Die geforderte kurzfristige Verfügbarkeitssicherung erfordert eine Beschreibung der Auswirkungen der Turbulenzen auf den Kapazitätsbedarf einerseits und eine entsprechende Beschreibung der Reaktionsmöglichkeiten andererseits. Auch die unterschiedlichen Reaktionsmöglichkeiten sind so zu beschreiben, dass sie zur Auswahl der besten Alternative untereinander verglichen werden können. Es ist also eine Form der Beschreibung zu finden, die eine eindeutige Beurteilung der Situation und Auswahl der verfügbarkeitssichernden Maßnahme ermöglicht. Hierzu eignet sich eine quantitative Beschreibung. Die Auswirkungen von Turbulenzen im Sinne von variierendem Kapazitätsbedarf (Belastungsszenarien) ebenso wie die kapazitiven Reaktionsmöglichkeiten lassen sich dabei durch ihre mengenmäßigen und zeitlichen (BREITHAUPT 2001; WIENDAHL, H.-P./BREITHAUPT 1998) sowie

kostenmäßigen (GOTTSCHALK et al. 2005; GOTTSCHALK/KÖNIG 2004) Ausprägungen quantitativ beschreiben.

Im Folgenden werden unter Rückgriff auf die Arbeiten der genannten Autoren die für die Beschreibung der Belastungssituationen und verfügbarkeitssichernden Maßnahmen zu nutzenden Parameter eingeführt.

4.3.5.1 Mengenmäßige Merkmale

Turbulenzen verursachen alleine oder gemeinsam eine bestimmte Veränderung des Kapazitätsbedarfs gegenüber der Normalsituation. Grundsätzlich drückt sich ein Bedarf in einer bestimmten Anzahl geforderter Leistungen aus. Damit würde eine ausstoßbezogene Beschreibung der Auswirkung von Turbulenzen die auch in dieser Arbeit eingenommene leistungsbezogene Sicht unterstützen. Jedoch stößt diese Sicht auf ihre Grenzen, wenn es um Planabweichungen wie z.B. unerwartet längere Bearbeitungszeiten geht. Um die Auswirkungen der verschiedenen Turbulenzen zusammenführen zu können, müssen diese daher in einer einheitlichen Verrechnungseinheit ausgedrückt werden. Hier bietet sich die Veränderung der benötigten Arbeitszeit an.

Eine rein mengenmäßige Betrachtung ist jedoch nicht ausreichend, um darauf aufbauend Maßnahmen der Kapazitätsabstimmung abzuleiten. Eine Ergänzung um die jeweils geforderten Qualifikationen muss erfolgen. Daher wird die erforderliche Veränderung der verfügbaren Kapazität noch mit der Art der benötigten Qualifikation kombiniert, so dass sich ein zusätzlicher oder verringerter Bedarf an qualifizierten Arbeitsstunden von beispielsweise „x Stunden der Kapazität vom Typ q_1 “ (xq_1 -Stunden) ergibt.

Die verschiedenen verfügbarkeitssichernden Maßnahmen werden in der gleichen Art und Weise mit der Anzahl der angebotenen qualifizierten Arbeitsstunden beschrieben. Kann durch eine einzelne Maßnahme die erforderliche Kapazität nicht angeboten werden, können über eine adaptive Fokussierung alternative Varianten der Leistungserstellung angeboten werden. Die adaptive Fokussierung übersetzt damit Xq_1 -Stunden zu xq_2 -Stunden oder zu yq_1 -Stunden + zq_2 -Stunden.

4.3.5.2 Zeitliche Merkmale

Die zeitlichen Aspekte eines Belastungsszenarios lassen sich durch die verfügbare Zeit bis zum wirksam Werden der Belastungsänderung einerseits und die Dauer ihrer Wirkung andererseits beschreiben. Der erste Parameter ist deshalb von Interesse, da die *verfügbare Reaktionszeit* t_R die möglichen Maßnahmen einschränkt, die ihrerseits unterschiedlichen Vorlauf benötigen. Die *Dauer der Wirkung* der Belastungsveränderung (*benötigte Installationszeit* t_B) andererseits schränkt den Gebrauch bestimmter Maßnahmen ein, während sie den anderer erst ermöglicht.

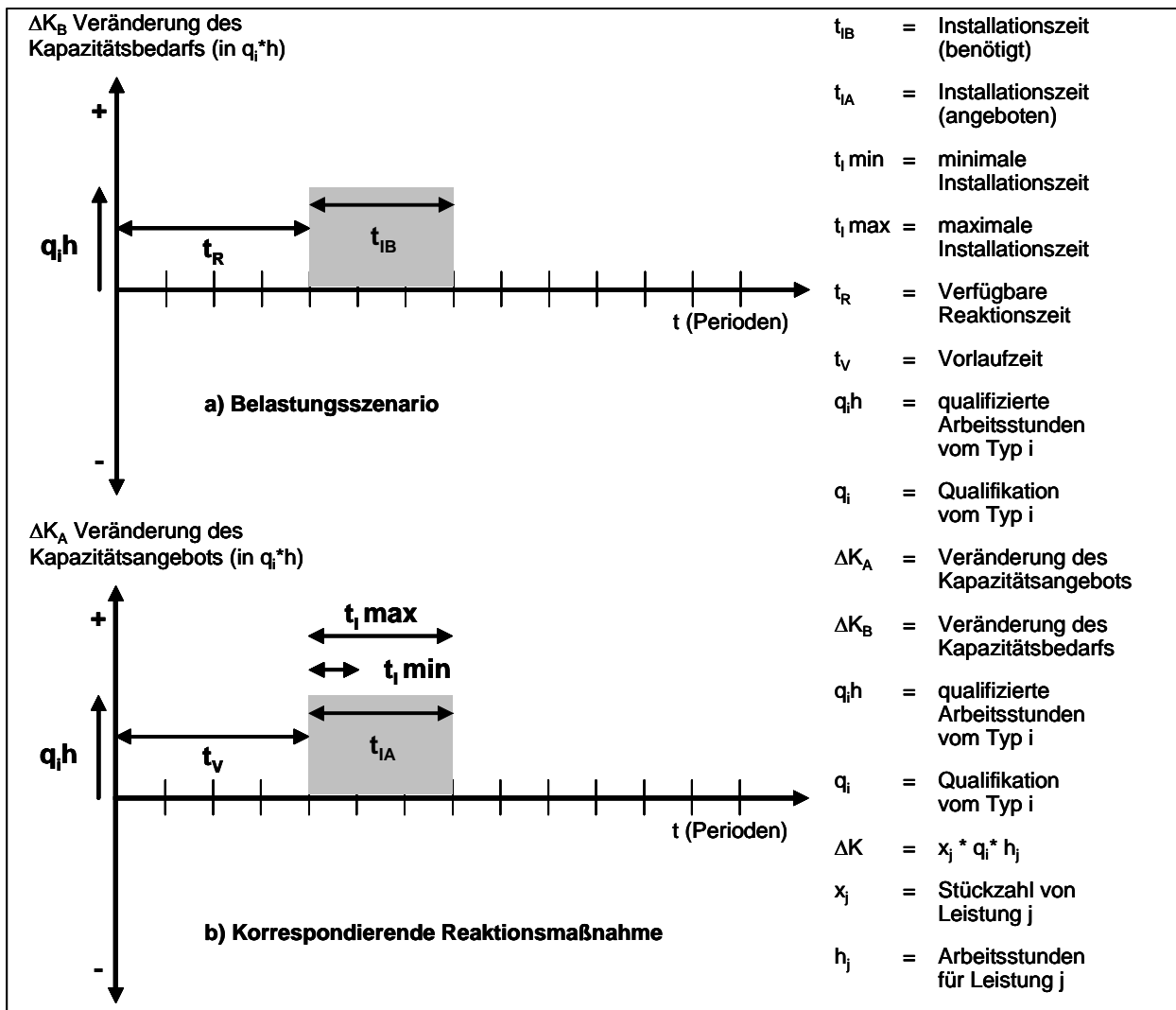


Abbildung 4-19: Quantitative Beschreibung von Belastungsszenarien und Reaktionsmaßnahmen (Menge und Zeit) (eigene Darstellung)

Analog werden die möglichen Reaktionsmaßnahmen beschrieben. Gegenstück zur Reaktionszeit ist dabei die *Vorlaufzeit der Maßnahme* t_V (Anlern- oder Einarbeitungszeiten eingeschlossen), während das Gegenstück zur benötigten Installationszeit die angebotene Installationszeit t_{IA} darstellt. Bei den Reaktionsmöglichkeiten ist die Unterscheidung in eine *minimal mögliche* (t_{IA}min) und eine *maximal mögliche Installationszeit* (t_{IA}max) vorzunehmen. So sind z.B. Überstunden nur bis zu einer gewissen Dauer möglich (vgl. ArbZG).

Die Überlegungen zu den mengenmäßigen und zeitlichen Merkmalen sind in Abbildung 4-19 für eine Erhöhung der Belastung zusammenfassend grafisch dargestellt. Eine Verringerung der Belastung wird analog beschrieben und nach unten aufgetragen.

4.3.5.3 Monetäre Merkmale

Der Einsatz flexibler Kapazitäten ist immer mit Kosten ΔC verbunden. Diese fallen entweder mit dem Zeitpunkt des Einsatzes dieser Maßnahme an, wie z.B. bei der Fremdvergabe oder bei der Hinzuziehung von Leiharbeitnehmern, oder sie fallen zeitlich verschoben an, indem sie beispielsweise in Lohnkosten von Springern oder mehrfach qualifizierten Mitarbeitern eingerechnet sind.

Aus Sicht des Unternehmens wären aufgrund der kurzfristigen Betrachtungsweise nur die Kosten *externer* Kapazitäten als tatsächliche Grenzkosten entscheidungsrelevant, für eine Leistungseinheit innerhalb des Unternehmens gilt dies jedoch nicht. Würden den Leistungseinheiten bei Rückgriff auf interne Kapazitäten keine Kosten entstehen, dann bestünde der Anreiz, die eigenen Kapazitäten extrem gering zu halten und ständig auf die Unterstützung anderer Leistungseinheiten oder vom Unternehmen angebotener Springer zurück zu greifen. Die Inanspruchnahme leistungseinheitsexterner, aber unternehmensinterner Kapazitäten muss daher für jede Leistungseinheit kostenpflichtig sein.

Als Basis der internen Verrechnung werden die Stundensätze (Vollkosten) gewählt. Zwar legt die adaptive Fokussierung eine Nutzung unterschiedlicher Verrechnungssätze je genutzter Qualifikation nahe, ein solches Vorgehen wäre jedoch zu aufwändig. Für jede Qualifikationsstufe wäre dann ein eigener Kostensatz festzulegen und aktuell zu halten. Zudem würde dann der gleiche Mitarbeiter, je nachdem was er gerade tut, mit unterschiedlichen Stundensätzen verrechnet werden. Die damit verbundene sehr detaillierte Stundenerfassung lässt diese Möglichkeit ausscheiden. Daher werden die *Stundensätze* (c_R) der jeweiligen genutzten *Ressource* (Mitarbeiter) für die kostenmäßige Bewertung von verfügbarkeitssichernden Maßnahmen heran gezogen. Damit besteht kein zusätzlicher Aufwand für die Festlegung, da diese Stundensätze in der Regel in den Unternehmen vorhanden sind. Maßnahmen unter Einbeziehung externer Kapazitäten werden zu ihren tatsächlichen Kosten bewertet bzw. verrechnet.

Als Referenz für den Vergleich unterschiedlicher verfügbarkeitssichernder Maßnahmen können die Einnahmen bzw. zu vermeidenden Kosten dienen, die aufgrund der Belastung entstehen. Hierbei ist jedoch einschränkend anzumerken, dass in dieser Arbeit davon ausgegangen wird, dass keine Entscheidungsspielräume bzgl. der Belastung mehr bestehen. Entscheidungen über die Annahme zusätzlicher Aufträge oder die Umsetzung geänderter Kundenwünsche werden als getroffen vorausgesetzt. Das Ziel kurzer Durchlaufzeiten und hoher Termintreue bewirkt, dass auch die Vermeidung von Verzögerungen unter allen vertretbaren Umständen anzustreben ist.

Damit der Aufwand für den Einsatz einer Maßnahme zur Reaktion auf ein Belastungsszenario in einem akzeptablen Verhältnis zum Nutzen steht, kann jedoch ergänzend eine Bewertung dieses Nutzens vorgenommen werden. Der veränderte Nutzen ΔN besteht entweder in zusätzlichen Einnahmen oder darin, dass zusätzliche Kosten bzw. Erlösminderungen vermieden werden können, wie sie beispielsweise für die Nichterfüllung bestimmter Spezifikationen oder Terminverzögerungen vereinbart werden. Können keine zusätzlichen Einnahmen oder vermiedenen Kosten beziffert werden, so ist unter den möglichen verfügbarkeitssichernden Maßnahmen die kostengünstigste Alternative auszuwählen.

Zusammenfassend lassen sich Belastungsszenarien und verfügbarkeitssichernde Maßnahmen anhand der in Abbildung 4-20 im Überblick dargestellten Parameter beschreiben und miteinander vergleichen. Die Veränderung des Nutzens ist dabei entsprechend der obigen Ausführungen fakultativ und daher in Klammern gesetzt.

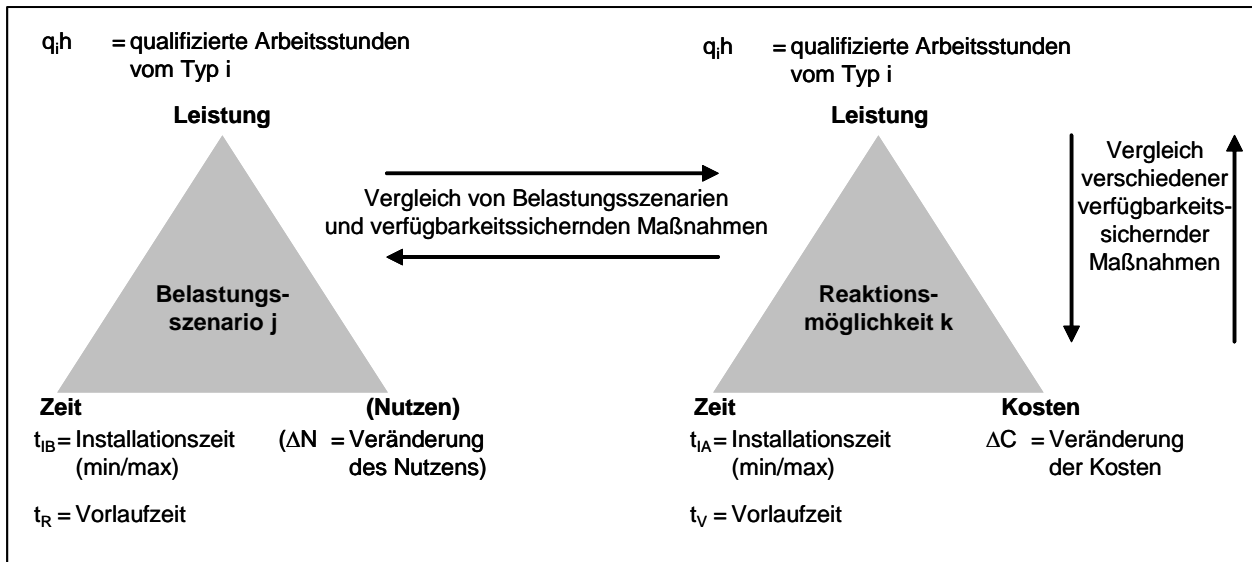


Abbildung 4-20: Beschreibung und Vergleich von Belastungsszenarien und Reaktionsmaßnahmen im Vergleich (eigene Darstellung)

4.3.6 Zusammenfassung: Vorbereitung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen

Durch die Vorbereitung von verfügbarkeitssichernden Maßnahmen kann im Falle des Eintretens wertvolle Zeit bis zur Reaktion eingespart werden. Das Risiko von Durchlaufzeitverzögerungen kann dadurch verringert werden. Die quantitative Bewertung von Belastungsszenarien und verfügbarkeitssichernden Maßnahmen anhand von Menge, Zeit und Kosten ermöglicht eine schnelle Auswahl geeigneter Maßnahmen. Darüber hinaus können neu auftretende Alternativen mit dieser Vorgehensweise schnell charakterisiert und in die Überlegungen zur Verfügbarkeitssicherung einbezogen werden.

Der große Nachteil vorbereiteter Maßnahmen zur Absicherung gegen Turbulenzen ist der Aufwand, der in jedem Fall mit ihrer Erstellung verbunden ist. Müssten für alle Eventualitäten verfügbarkeitssichernde Maßnahmen definiert und aktuell vorgehalten werden, so würde daraus ein wirtschaftlich nicht mehr vertretbarer Aufwand folgen. Daher soll die Definition verfügbarkeitssichernder Maßnahmen wie in Kapitel 5.3 ausgeführt werden wird, nur für verfügbarkeitskritische Prozessschritte bzw. Leistungseinheiten erfolgen. Ein weiterer Nachteil liegt darin, dass die Begrenzung auf einen Katalog vordefinierter Maßnahmen im Einzelfall zur Auswahl einer suboptimalen Lösung führen kann. Die Möglichkeit der Nutzung besserer anderer, vorher nicht definierter Maßnahmen der Verfügbarkeitssicherung ist daher ausdrücklich zuzulassen. Auch sollten die Maßnahmenkataloge selbst regelmäßig überarbeitet werden.

4.4 Gesamtkonzept einer bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit

Zum Abschluss von Kapitel 4 wird das Gesamtkonzept für die Herstellung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit für den Prozessabschnitt „Produktionsreife Konkretisierung der Produktidee“ zusammengefasst und die Wirkungszusammenhänge der entwickelten Konzepte im Überblick dargestellt.

4.4.1 Gesamtkonzept zur Herstellung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit

Das in dieser Arbeit entwickelte Konzept zur Herstellung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit besteht aus den drei Elementen „plug&perform zwischen prozessorientierten Leistungseinheiten“, „adaptive Fokussierung an verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten“ und „vorbereitete verfügbarkeitssichernde Maßnahmen“. Es ist in Abbildung 4-21 zusammenfassend dargestellt.

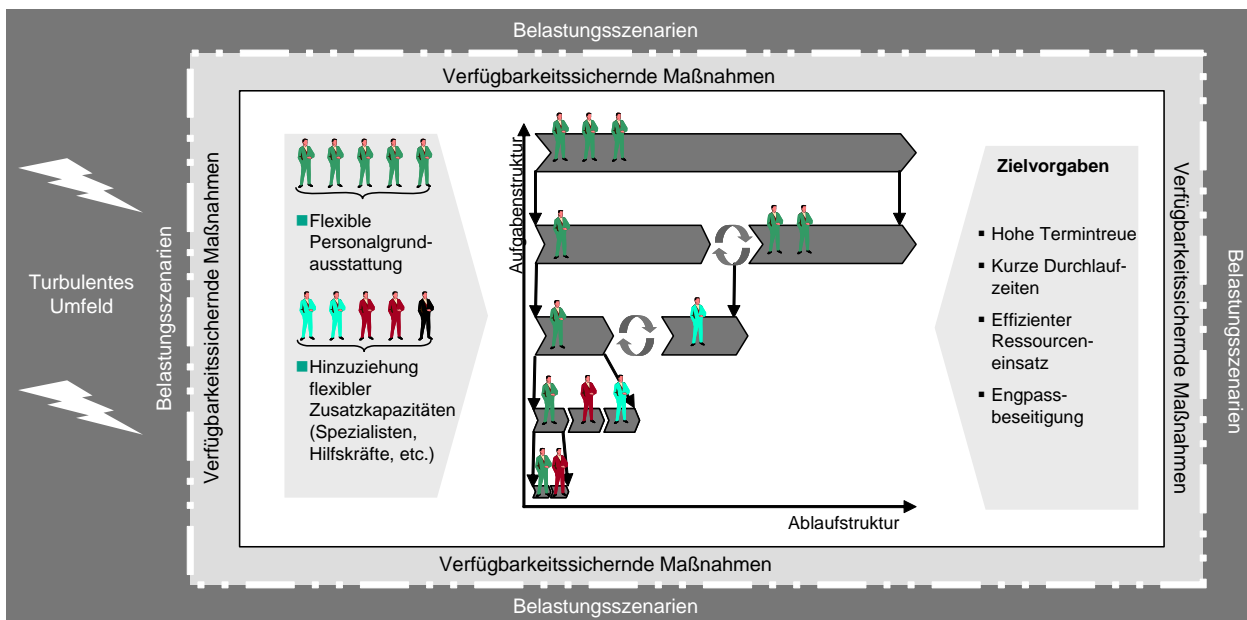


Abbildung 4-21: Gesamtkonzept für die Herstellung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit (eigene Darstellung)

Grundlage der Synchronisation mit dem Kundenbedarf ist die Strukturierung der Leistungserstellung in prozessorientierte Leistungseinheiten. Im Sinne von plug&perform werden diese Leistungseinheiten und insbesondere ihre Nahtstellen so gestaltet, dass eine gute und schnelle Leistungserbringung möglich ist. Wesentlich ist hierbei die Ergänzung der Prozessablaufsicht um die Kapazitätssicht. Durch eine Steuerung der Ablaufs mit Hilfe des Kapazitäts-Pull werden die Kapazitäten der Leistungseinheiten so aufeinander abgestimmt, dass über die Liegezeiten die Durchlaufzeiten beherrscht werden und der Kundenbedarf termingerecht - eben synchron - bedient werden kann.

Zur Absicherung der Leistungserstellung gegen Turbulenzen dient das Konzept der adaptiven Fokussierung. Diese beruht auf der Tatsache, dass es in der Regel möglich ist, eine bestimmte Leistung auf unterschiedlichen Wegen und durch unterschiedliche Ressourcenkombinationen zu erstellen. Hierbei hilft das Prozesselement der sinnvoll verteilbaren Arbeitseinheit. Eine Strukturierung der Leistungserstellung in sinnvoll verteilbare Arbeitseinheiten ermöglicht bei Schwankungen und Abweichungen eine Veränderung der Arbeitsteilung, die zur Entlastung von Engpässen genutzt

werden kann und damit Durchlaufzeitverzögerungen vermeidet. Kernpunkt ist, hierfür vor allem Neben- und Unterstützungstätigkeiten zu verwenden, die sich leichter auf andere Mitarbeiter übertragen lassen als Fachaufgaben. Die adaptive Fokussierung unterstützt und systematisiert den Einsatz flexibler Kapazitäten.

Um eine schnelle Reaktionsfähigkeit bei Turbulenzen, vor allem bei Planabweichungen, zu erreichen und damit weitere Durchlaufzeitverzögerungen zu vermeiden, wird die Nutzung vorbereiteter verfügbarkeitssichernder Maßnahmen vorgeschlagen. Hierbei werden typische Belastungsszenarien in den drei Parameterkategorien Menge, Zeit und Geld bewertet und mit analog beschriebenen Reaktionsmaßnahmen verglichen, so dass bereits vor dem Eintreffen der Belastungssituation mögliche Reaktionsmaßnahmen beschrieben und ausgewählt werden können, die dann im Ernstfall mit nur geringer Zeitverzögerung eingesetzt werden können. Die Verfügbarkeitssicherung besteht darin, dass durch den gezielten Einsatz flexibler interner und externer Kapazitäten mit Hilfe der adaptiven Fokussierung, d.h. einer flexiblen Verteilung von Arbeitsinhalten, Engpässe entlastet werden.

5 Methode zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit

Die im vorhergehenden Kapitel 4 ausgearbeiteten Konzepte sind die Basis für die zu entwickelnde Methode zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit in der kundenspezifischen Produktentwicklung. Diese Methode wird in den folgenden Kapiteln 5.1 bis 5.5 Schritt für Schritt aufgebaut und durch Hinweise zur Anwendung ergänzt. Kapitel 5.6 fasst die Methode im Überblick zusammen.

5.1 Leistung, Prozess und Ressourcen identifizieren

Erster Schritt zur Herstellung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit ist die Identifikation der Basisinformationen. Hierzu ist einerseits die Leistung selbst inhaltlich zu spezifizieren (Abschnitt 5.1.1), andererseits Leistungsprozess und Leistungsressourcen als Grundlage der Leistungserstellung (Abschnitt 5.1.2).

5.1.1 Gesamtleistung beschreiben

Der Auftragsabwicklungsprozess ist eine Leistungserstellung für den Kunden. Die prozessorientierten Leistungseinheiten Entwicklung/Arbeitsvorbereitung stellen für diese übergeordnete Leistung Teilleistungen zur Verfügung. Bei der Anwendung der Methode zur Sicherung der Leistungsverfügbarkeit (MSLV) sind zunächst die Arten von Leistungen aufzunehmen, die die betrachteten Leistungseinheiten einem unmittelbaren Wertschöpfungsprozess zur Verfügung stellen. Zwar stehen Leistungen für den Auftragsabwicklungsprozess kundenspezifischer Produktentwicklungen bei dieser Arbeit im Vordergrund, dennoch sollten alle Leistungen aufgenommen werden, die für Geschäftsprozesse erbracht werden, um ein realistisches Bild der regelmäßigen Beanspruchung durch die kundenorientierten Wertschöpfung zu erhalten. Gegebenenfalls bei den Leistungen bestehende unterschiedlich aufwändige Varianten („leicht-schwierig-komplex“) werden identifiziert.

Entsprechend werden im ersten Schritt je Hauptleistung folgende Informationen aufgenommen (vgl. Abbildung 5-1):

- Beschreibung der Leistung,
- Beschreibung unterschiedlich aufwändiger Leistungsvarianten („leicht-schwierig-komplex“),
- Häufigkeit der Nachfrage, ggf. auf die Leistungsvarianten aufgeteilt,
- Anforderungen an die Durchlaufzeit bzw. Liefertreue.

An diesem Punkt wird bewusst auf eine vollständige Aufnahme aller Leistungen, in die die betrachteten Leistungseinheiten eingebunden sind, insbesondere der Neben- und Unterstützungsleistungen sowie internen Leistungen verzichtet, um die Aufnahme nicht zu aufwändig zu gestalten. Bei Bedarf kann selbstverständlich ergänzend eine vollständige Aufnahme erfolgen, die dann beispielsweise zur Reduktion unnötiger oder unerwünschter Leistungen genutzt werden kann.

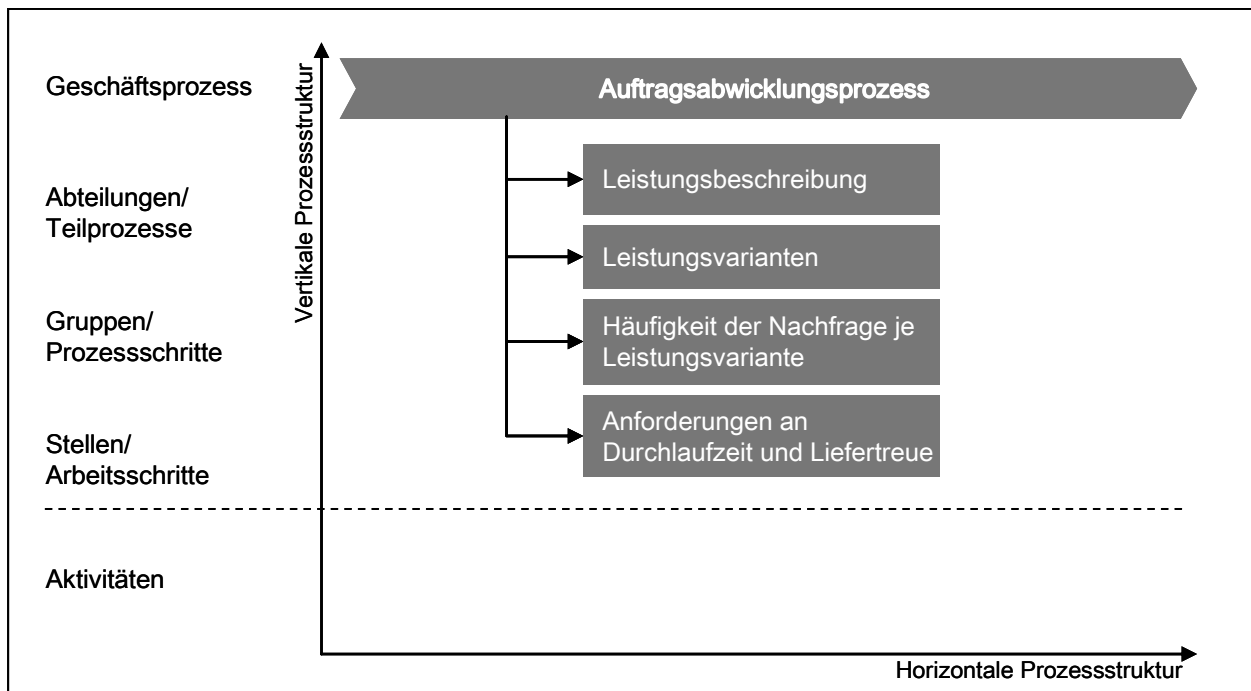


Abbildung 5-1: Beschreibung der Hauptleistung "Auftragsabwicklung" (eigene Darstellung)

Unter Umständen sind bei der Betrachtung der Häufigkeiten bestimmte zyklische Nachfrageschwankungen zu erfassen, aus denen abgeleitete Bedarfsprofile für eine mittel- bis langfristige Verfügbarkeitsicherung herangezogen werden können. Für die kurzfristige Verfügbarkeitsicherung stellen sie unterschiedliche Ausgangspositionen mit unterschiedlichen Herausforderungen dar. In diesem Falle ist die Methode für die verschiedenen Bedarfssituationen individuell zu durchlaufen.

Ergebnis dieses ersten Schritts ist eine kurze Beschreibung der angebotenen Leistung bzw. ihrer Varianten inkl. der inhaltlichen und zeitlichen Leistungsanforderungen seitens der externen und internen Kunden.

5.1.2 Leistungsprozess und Leistungsressourcen identifizieren

Im nächsten Schritt sind der zur Leistungserstellung erforderliche Prozess sowie die Anforderungen an die zur Verfügung zu stellende Leistung im Sinne aktivierter Kapazität aufzunehmen (vgl. Abbildung 5-2).

Folglich wird der zur Erstellung der Leistung „Produktionsreife Konkretisierung der Produktidee“ erforderliche Prozessablauf auf Stellenebene aufgenommen, sowie eine Zuordnung zu übergeordneten Leistungseinheiten, z.B. Gruppen oder Abteilungen vorgenommen. Letzteres erleichtert später die Identifikation der physischen Leistungseinheit. Der Detaillierungsgrad „Stelle“ wird gewählt, um die Bedeutung der Ressource als Träger der Bearbeitung gegenüber mehr oder weniger willkürlich gesetzten abstrakten Organisationsstrukturen hervor zu heben. Andererseits werden mit diesem Detaillierungsgrad gleichartige Ressourcen, d.h. Mitarbeiter mit gleichen oder zumindest sehr ähnlichen Aufgaben (dies entspricht einer gleichen/ sehr ähnlichen Stellenbeschreibung) und damit Qualifikationen zusammengefasst und eine weitere Detaillierung mit zu diesem Zeitpunkt nur geringem zusätzlichen Informationswert vermieden.

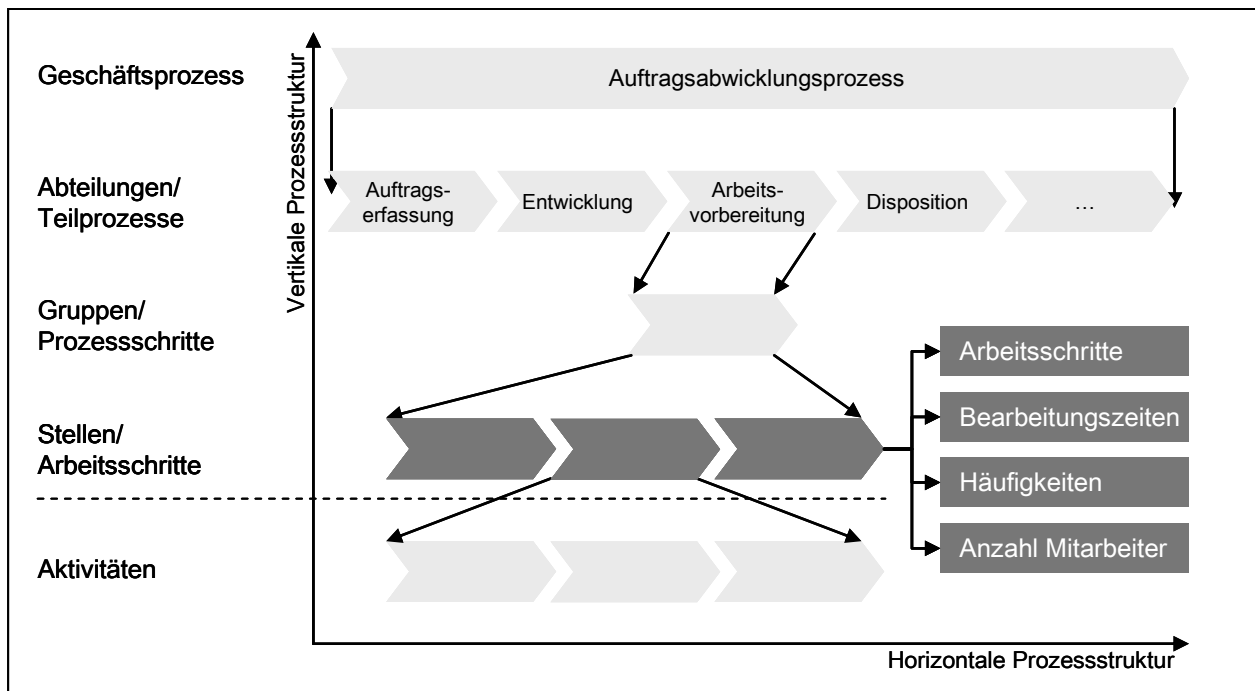


Abbildung 5-2: Identifikation von Leistungsprozess und Leistungsressourcen (eigene Darstellung)

Zu den einzelnen Arbeitsschritten auf Stellenebene werden die Bearbeitungszeiten und Häufigkeiten, ggf. nach Varianten gestaffelt, sowie die Anzahl der verfügbaren Mitarbeiter aufgenommen. Bei den verfügbaren Mitarbeitern wird unterschieden, welche Mitarbeiter die Leistungsschritte hauptsächlich ausführen und welche anderen Mitarbeiter in der Lage sind, diese Arbeitsschritte ebenfalls durchzuführen, auch wenn sie dies nicht regelmäßig tun.

Entsprechend werden also aufgenommen:

- Prozessablauf und beteiligte Leistungseinheiten auf Stellenebene (Arbeitsschritte),
- Bearbeitungszeiten je Variante an jeder Leistungseinheit (Stellenebene),
- Häufigkeit, mit der die Leistungen je Leistungseinheit nachgefragt werden, ggf. auf die Leistungsvarianten aufgeteilt,
- Anzahl verfügbarer Mitarbeiter je Leistungseinheit (Gruppe oder Abteilung), die den Prozessschritt hauptsächlich durchführen und solcher, die zwar die Qualifikation besitzen, die Aufgabe jedoch nicht regelmäßig durchführen.

Auf Basis der Häufigkeiten und benötigten Kapazitäten ist zu überprüfen, ob die vorhandenen Kapazitäten unter Berücksichtigung weiterer bedienter Geschäftsprozesse grundsätzlich ausreichen, um den Kundenbedarf zu befriedigen. Ein Vorgehen hierzu beschreiben z.B. (LOCH/TERWIESCH 1999). Werden hier bereits gravierende Lücken festgestellt, so sind Maßnahmen zur dauerhaften Erhöhung der Kapazität einzuleiten, bevor mit der in dieser Arbeit entwickelten kurzfristigen Verfügbarkeitsicherung gearbeitet werden kann. Hierzu gehören Qualifizierungsmaßnahmen oder Personaleinstellungen.

Die identifizierte Prozessstruktur beschreibt die Grundarbeitsteilung entlang der Leistungserstellung. Bei Bedarf kann an dieser Stelle eine Optimierung dieser Grundarbeitsteilung eingeschoben und eine Gestaltung hin zu ganzheitlicheren Aufgabenstrukturen oder einer kostenoptimalen Arbeitsteilung

vorgenommen werden. Hierzu kann auf verschiedene Verfahren der Prozessoptimierung zurückgegriffen werden (vgl. z.B. SCHMELZER/SESSELMANN 2006; REFA/MTM 2005; SCHOLZ 1995; BELLMANN 1991; REICHWALD/SCHMELZER 1990; NIPPA 1988).

Zur strukturierten Aufnahme der in diesem Abschnitt aufgeführten Informationen wird das im Anhang I im Detail darstellte Werkzeug zur Herstellung und Sicherung der Leistungsverfügbarkeit eingeführt, das im weiteren Verlauf der Beschreibung der Methode schrittweise erweitert wird. In der Horizontalen wird der Prozessablauf dargestellt, vertikal sind die jeweiligen Daten vermerkt wie oben beschrieben.

5.2 Verfügbarkeit und Synchronisation im Grundzustand herstellen

Sind die Grundlagen der zur Verfügung zu stellenden Leistung (Leistungsergebnis, Leistungsprozess und Leistungsressourcen) bekannt, so ist der nächste Schritt die Herstellung von Synchronität im Grundzustand (Abschnitt 5.2.2) auf Basis plug&perform-fähiger prozessorientierter Leistungseinheiten (Abschnitt 5.2.1).

5.2.1 Grundlagen für plug&perform an den Nahtstellen gewährleisten

Die Nahtstellen zwischen den beteiligten Leistungseinheiten (auf Stellenebene) sind entsprechend des in Kapitel 4.1 entwickelten plug&perform-Konzeptes zu gestalten. Dies bedeutet in der Dimension „Prozess“ klare Leistungsvereinbarungen zwischen internem Kunden und Lieferanten zu treffen, vom Umfang her angemessene Prozessbeschreibungen zu erstellen sowie aktuelle Hilfsmittel und Werkzeuge verfügbar zu machen. In der Dimension „Ressource“ ist zunächst für eine ausreichende Qualifikation zu sorgen sowie die Kapazität der Leistungseinheit grundsätzlich anzupassen. Für diese Grundlagen plug&perform-fähiger Leistungseinheiten kann im Unternehmen häufig auf bestehende Prozessbeschreibungen bzw. Schnittstellenvereinbarungen zurückgegriffen werden. Ein Beispiel für eine Prozessbeschreibung gibt ansonsten Abbildung 5-11. Weitere Beispiele sind in den in Kapitel 3.1.1 genannten Quellen zum Prozessmanagement zu entnehmen. Die beschriebenen Gestaltungsaspekte sind als Voraussetzung für den nun folgenden vierten Schritt der Umsetzung des plug&perform-Konzeptes zu verstehen. Erst durch das im folgenden Abschnitt beschriebene Verfahren wird im konkreten Prozessdurchlauf eine Synchronisation der Bearbeitung erreicht.

5.2.2 Interne Synchronisation herstellen

Zur internen Synchronisation der Leistungserstellung wird das in Kapitel 4.1.3 prinzipiell beschriebene bestandsregelte Ziehen von Kapazitäten in Form des Kapazitäts-Pull-Verfahrens angewendet. Für eine Anwendung des Verfahrens sind die folgenden Parameter fest zu legen:

- Bestandsgrenzen der Leistungseinheiten
- Vorgriffshorizont.

Für die Festlegung der Bestandsgrenzen gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten: zum einen die rechnerische Bestimmung auf Basis von logistischen Kennlinien, zum anderen eine Festlegung im laufenden Betrieb durch die Mitarbeiter vor Ort, wofür die modellbasiert festgelegten Werte als Referenz dienen können. Im Folgenden wird für das Verständnis der Zusammenhänge die

rechnerische Ermittlung kurz beschrieben. Für den hier vorgesehenen Anwendungsbereich Entwicklung und Arbeitsvorbereitung wird jedoch vorgeschlagen, auf eine dezentrale, experimentelle Festlegung und schrittweise Verbesserung durch die Mitarbeiter zu setzen. Grund hierfür ist, dass den Mitarbeitern bestandsregelnde Verfahren in diesem Umfeld weitestgehend unbekannt sein dürften. Vor diesem Hintergrund erscheint es förderlich, die Mitarbeiter in jeder Hinsicht stark in die Einführung und Anwendung des Verfahrens einzubinden, um damit das Verständnis aufzubauen, das für eine sinnvolle Anwendung des dezentralen Kapazitäts-Pull erforderlich ist. Dennoch ist die im Folgenden beschriebene, auf (LÖDDING 2001) und (LÖDDING 2005) zurückgehende, rechnerische Bestimmung eines Referenzwertes zur Überprüfung und ggf. Verbesserung der praktisch identifizierten Bestandsgrenze zu empfehlen.

Rechnerisch ergibt sich die Bestandsgrenze aus den beiden Bestandteilen Zielbestand und Indirektbestand:

$$BG = B_{Ziel} + B_{m,ind} \quad (5.1)$$

mit	BG	Bestandsgrenze [Std]
	B_{Ziel}	Zielbestand [Std]
	B_{m, ind}	mittlerer Indirektbestand [Std]

Der Zielbestand, also der direkte Bestand an der Leistungseinheit, wird im Rahmen der logistischen Positionierung der Leistungseinheit mit Hilfe von Kennlinien festgelegt. Die Theorie der logistischen Kennlinien geht auf Wiendahl und Nyhuis zurück, die den aktuellen Stand in (NYHUIS/WIENDAHL 2003) darstellen. Eine Erweiterung hinsichtlich der Anwendung im Bereich der Konstruktion wurde durch (FRANKEN 1998) beschrieben, bei dem die Vorgehensschritte zur Berechnung detailliert nachzulesen sind. Aus Gründen der Vereinfachung wird hier auf die Beschreibung der Formeln im Einzelnen verzichtet und es werden lediglich anhand von Abbildung 5-3 die grundsätzlichen Zusammenhänge skizziert.

Logistische Kennlinien beschreiben in ihrer normierten Variante einen allgemeingültigen funktionalen Zusammenhang zwischen Auslastung und relativem Bestand. Aufgrund dieses Zusammenhangs kann für jede Leistungseinheit ihre Auslastung und damit ihr relativer Bestand festgelegt werden. Je nachdem, ob es sich um mögliche Engpässe, d.h. kapazitiv verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten handelt (vgl. Abschnitt 5.3.1), oder nicht, wird entweder auf eine hohe Auslastung Wert gelegt und damit höhere Liegezeiten vor der Leistungseinheit in Kauf genommen, oder es wird auf niedrige Bestände gesetzt, um Liegezeiten zu vermeiden. Der relative Bestand lässt sich sehr einfach in den in Stunden ausgedrückten Zielbestand umrechnen.

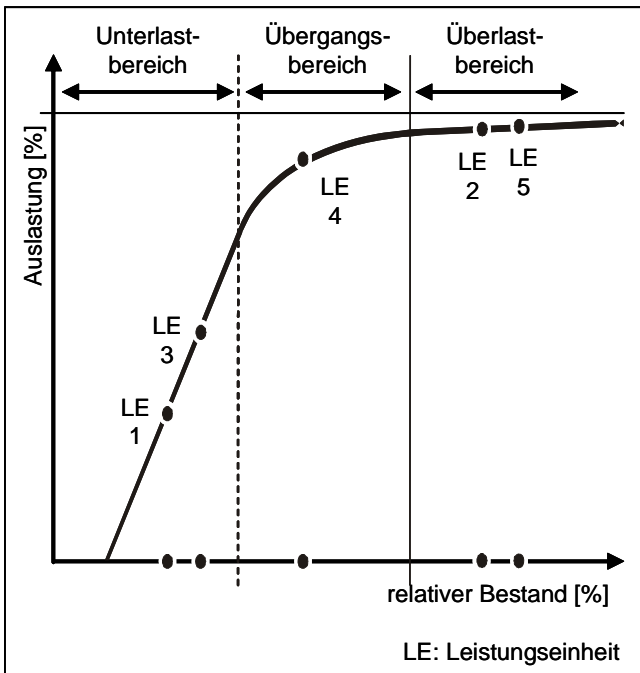


Abbildung 5-3: Logistische Positionierung von Leistungseinheiten (vgl. LÖDDING 2001, S. 53f; FRANKEN 1998)

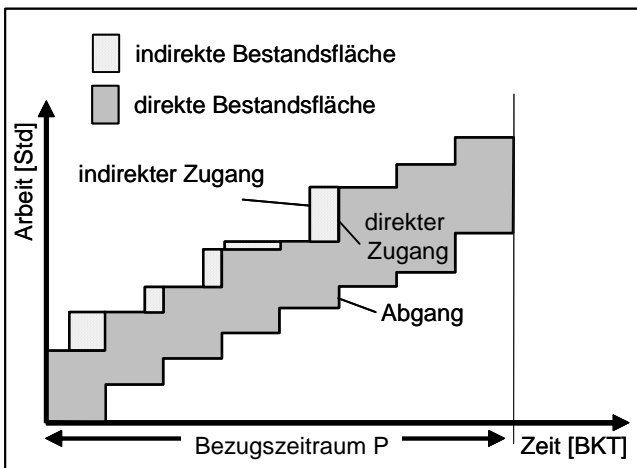


Abbildung 5-4: Direkter und indirekter Bestand einer Leistungseinheit (LÖDDING 2001, S. 54)

Der Indirektbestand, d.h. der Bestand, der an Vorgänger-Leistungseinheiten bearbeitet wird, kann aus dem Durchlaufdiagramm (Abbildung 5-4) abgelesen werden und errechnet sich mit Gleichung (5.2).

$$B_{m,ind} = \frac{FB_{ind}}{P} \tag{5.2}$$

- mit $B_{m,ind}$ mittlerer Indirektbestand [Std]
 FB_{ind} indirekte Bestandsfläche [Std*BKT]
 P Länge des Bezugszeitraums [BKT]

Nach einigen Umformungen ergibt sich daraus die folgende Gleichung (5.3):

$$B_{m,ind} = \frac{\sum_{i=1}^{AnzAVG} (ZAU_i * ZDF_{i,VgLE})}{\sum_{i=1}^{AnzAVG} ZDF_i} * AAP * \frac{A}{100} \quad (5.3)$$

mit $B_{m,ind}$	mittlerer Indirektbestand [Std]
$ZDF_{i,VgLE}$	Durchführungszeit von Auftrag i an Vorgänger-Leistungseinheit
ZAU_i	Auftragszeit von Auftrag i [Std]
ZDF_i	Durchführungszeit von Auftrag i [BKT]
AAP	Anzahl Arbeitsplätze [-]
A	bestandsbedingte Auslastung [%]
AnzAVG	Anzahl der Arbeitsvorgänge im Bezugszeitraum [-]

Auf Basis der somit festgelegten Bestandsgrenze wird nun beim Kapazitäts-Pull-Verfahren die Anzahl der Kapazitätskarten kalkuliert, über die die betrachtete Leistungseinheit verfügt und die sie auf Anfrage vorgelagerten Leistungseinheiten zur Verfügung stellt. Hierbei ist der Zeitwert je Kapazitätskarte zu berücksichtigen. Die Anzahl der Kapazitätskarten, über die eine Leistungseinheit insgesamt verfügen kann, ergibt sich daher auf Basis der Bestandsgrenze gemäß folgender Gleichung:

$$AnzKK = \frac{BG}{AI_{KK}} \quad (5.4)$$

mit AnzKK	Anzahl der Kapazitätskarten [-]
BG	Bestandsgrenze [Std]
AI_{KK}	Arbeitsinhalt je Kapazitätskarte [Std]

In einem weiteren Schritt ist die Verteilung der Kapazitäten auf die unterschiedlichen Geschäftsprozesse zu berücksichtigen, die die jeweilige Leistungseinheit bedient. Ebenso sind Karten für die Eigennutzung vorzusehen. Hiermit wird der Situation in indirekten Bereichen Rechnung getragen, dass ein großer Teil der Arbeitszeit für Selbstorganisation im weiteren Sinne verwendet wird (vgl. dazu die in Kapitel 4.1.1.2 beschriebenen ergänzenden internen Prozesse einer Leistungseinheit). Die Gesamtkapazität der Leistungseinheit verteilt sich auf die einzelnen Geschäftsprozesse und internen Prozesse wie folgt:

$$K_{LE} = \sum_{i=1}^{AnzGP} AntK_{GP_i} + AntK_{int} = 100\% \quad (5.5)$$

mit K_{LE}	Gesamtkapazität der Leistungseinheit [%]
$AntK_{GP_i}$	Kapazitätsanteil für Geschäftsprozess i [%]
$AntK_{int}$	Kapazitätsanteil für interne Prozesse [%]
AnzGP	Anzahl der bedienten Geschäftsprozesse [-]

Die Anzahl der Kapazitätskarten je bedientem Geschäftsprozess bestimmt sich demnach gemäß Formel (5.6). Sie gilt für interne Prozesse analog.

$$AnzKK_{GP_i} = AnzKK * AntK_{GP_i} = \frac{BG}{AI_{KK}} * AntK_{GP_i} \quad (5.6)$$

mit	$AnzKK_{GP_i}$	Anzahl der Kapazitätskarten für Geschäftsprozess i [-]
	$AnzKK$	Anzahl der Kapazitätskarten insgesamt [-]
	$AntK_{GP_i}$	Kapazitätsanteil für Geschäftsprozess i [%]
	BG	Bestandsgrenze [Std]
	AI_{KK}	Arbeitsinhalt je Kapazitätskarte [Std]
	$AnzGP$	Anzahl der bedienten Geschäftsprozesse [-]

Um die Nutzung des Kapazitäts-Pull einfach zu halten, sollte im Normalfall jede Kapazitätskarte in Abhängigkeit des typischen Arbeitsinhaltes der Aufträge den gleichen Arbeitsinhalt repräsentieren, also immer z.B. eine Stunde, einen Tag, etc.. Für größere Arbeitsumfänge können die Karten dann kombiniert werden, bei geringeren Arbeitsinhalten werden verschiedene Aufgaben zusammengefasst, bis die Kapazität der Karte erreicht ist. Treten relativ viele kleine Arbeitsinhalte auf und ist eine Losbildung aus Durchlaufzeitgründen nicht zu vertreten, so ist die Ausgabe von Kapazitätskarten mit einem Bruchteil des Arbeitsinhaltes der normalen Karten denkbar. Insgesamt ist bei der Kalkulation zu berücksichtigen, dass der Arbeitsinhalt sich nach der die Karten ausgebenden Leistungseinheit bestimmt.

Für die Anwendung der beschriebenen Synchronisation der Leistungseinheiten über Kapazitäts-Pull werden die Karten an die beteiligten Haupt-Leistungseinheiten verteilt. Sobald der erste Auftrag frei gegeben wurde, füllen sich nach und nach die Bestände zwischen den Leistungseinheiten auf und das Verfahren beginnt zu wirken. Zur dezentralen Anwendung des Kapazitäts-Pull ist den Mitarbeitern Zugang zu den erforderlichen Informationen zu verschaffen. Dabei handelt es sich um:

- zu bearbeitende Aufträge mit Startterminen, um zu wissen, ob der nächste Auftrag gestartet werden darf bzw. muss (Auftragslisten oder Projektpläne),
- Arbeitsinhalte der zu bearbeitenden Aufträge an der nachfolgenden Leistungseinheit, um gezielt um Kapazitäten bitten zu können (gemittelte Bearbeitungszeiten bzw. Aufwandsplanung aus Projekt).

Um das Leerlaufen von Leistungseinheiten zu verhindern, kann für einen Belastungsabgleich ein kurzer Vorgriffshorizont festgelegt werden, der jedoch interne und Kundenfreigaben berücksichtigen muss. Hinweise zur Berechnung gibt auch (LÖDDING 2005, S. 337). In der Regel ist durch die typische Einbindung in mehrere Geschäftsprozesse jedoch ausreichend Arbeit vorhanden, um die Leistungseinheiten beschäftigt zu halten.

5.3 Verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten und Belastungsszenarien identifizieren

Zur Absicherung der Prozessleistung gegenüber Schwankungen und Abweichungen werden im nächsten Schritt verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten (Abschnitt 5.3.1) und die an ihnen anfallenden Belastungen (Abschnitt 5.3.2) identifiziert.

5.3.1 Verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten identifizieren

In einem turbulenten Umfeld führen verschiedene Turbulenzkeime immer wieder zu Planabweichungen bzw. einem gegenüber der Normalsituation veränderten Kapazitätsbedarf. Daher wurde in Kapitel 4.3 vorgeschlagen, mit Hilfe vorbereiteter verfügbarkeitssichernder Maßnahmen die Reaktionsfähigkeit der betrachteten Leistungseinheiten zu erhöhen und so Durchlaufzeitverzögerungen aufgrund von Turbulenzen zu vermeiden bzw. zumindest zu verringern. Da der Aufwand für die Definition und Aktualisierung vorbereiteter Reaktionsmaßnahmen nicht unerheblich ist, werden diese nur für Leistungseinheiten bzw. Prozessschritte erstellt, die einen möglichen Engpass darstellen. Es gilt also, die verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten und die ihnen zugeordneten Prozessschritte zu identifizieren und dort für verschiedene Belastungsszenarien verfügbarkeitssichernde Maßnahmen zu definieren. Hierbei ist grundsätzlich darauf hinzuweisen, dass natürlich im täglichen Geschäft an weiteren Leistungseinheiten im Unternehmen aus verschiedenen Gründen Engpässe auftreten können. Diese können mit der beschriebenen Methode nicht vollständig vermieden werden. Eine vollständige Absicherung liegt jedoch auch nicht im Interesse der Methode zur Gestaltung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit.

Für die Identifikation verfügbarkeitskritischer Prozessschritte werden zunächst unterschiedliche Arten von Risiken unterschieden (vgl. Abbildung 5-5):

Operatives Risiko: Operative Risiken entstehen durch Prozessschritte, bei denen aufgrund von Prozessunsicherheiten im laufenden Geschäft immer wieder Verzögerungen auftreten. An den entsprechenden Leistungseinheiten bauen sich häufig hohe Bestände offener Aufgaben auf. Identifiziert wird ein solches Risiko an der Schwankung der Bearbeitungszeiten und am Bestand/Rückstand vor der Leistungseinheit durch Befragung der Prozessbeteiligten.

Qualifikatorisches Risiko: Risiken für die Leistungsverfügbarkeit, die dadurch entstehen, dass nur eine Person diese Tätigkeit beherrscht („Können“). Ein Ausfall eines solchen Mitarbeiters hat dadurch sehr große Auswirkungen auf die Erstellung der Leistung. Im schlimmsten Fall kann die Gesamtleistung gar nicht mehr erbracht werden. Bei schwankendem Auftragsanfall, Verzögerungen oder inhaltlichen Auftragsänderungen ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass qualifikatorisch verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten schnell an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen. Ein solches Risiko wird anhand der Anzahl verfügbarer Mitarbeiter (Anzahl = 1) ausgemacht.

Arten von Verfügbarkeitsrisiken			
Operatives Risiko	Qualifikatorisches Risiko	Inhaltliches Risiko	Kapazitives Risiko
An Leistungseinheiten oder Prozessschritten, deren Bearbeitungszeiten sehr unsicher sind und bei denen daher häufig ein Rückstand festzustellen ist.	An Leistungseinheiten oder Prozessschritten, die nur durch eine Person besetzt sind bzw. ausgeführt werden können.	An Leistungseinheiten, die vom Umfang her häufig geringe, für den Fortgang der Leistungserbringung jedoch kritische Prozessschritte durchführen.	An Leistungseinheiten, die zwar grundsätzlich in ausreichender Kopfzahl besetzt sind, jedoch bereits so nah an ihrer Kapazitätsgrenze arbeiten, dass zusätzliche Belastungen sehr schnell zu einer Überlast führen und damit Verzögerungen hervor rufen.
Messgröße: Schwankung der BZ, Rückstand	Messgröße: Anzahl an verfügbaren Mitarbeitern	Messgröße: Bearbeitungszeit; Aufgabeninhalt	Messgröße: Kapazitätsauslastung durch PKPI

Abbildung 5-5: Arten von Verfügbarkeitsrisiken (eigene Darstellung)

Inhaltliches Risiko: Prozessschritte, die zwar vom zeitlichen Umfang her geringe, für den Fortgang der Leistungserbringung jedoch kritische Aufgaben darstellen, führen an den entsprechenden Leistungseinheiten zu inhaltlichen Risiken. Hierunter fallen vor allem Aktivitäten am Anfang der Leistungserbringung wie z.B. Auftragsannahme oder Planungsaufgaben. Auch Entscheidungspunkte wie z.B. Freigaben fallen hierunter. Bei inhaltlich verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten ist es weniger die Frage, ob eine ausreichende Anzahl von Mitarbeitern diese Tätigkeit ausführen kann (wie beim qualifikatorischen Risiko), sondern ob es genügend Personen gibt, die es dürfen bzw. die in die Lage versetzt werden, es zu dürfen. Mögliche inhaltliche Risiken werden anhand der Art der Tätigkeit entsprechend obiger Beschreibung ggf. unter Rücksprache mit den Experten identifiziert.

Kapazitives Risiko: Ein kapazitives Risiko besteht an Leistungseinheiten, die zwar grundsätzlich in ausreichender Kopfzahl besetzt sind, so dass gegenseitige Vertretungen und damit die Absicherung der Leistungserbringung möglich sind, deren Ressourcen jedoch bereits so nah an ihrer Kapazitätsgrenze arbeiten, dass zusätzliche Belastungen sehr schnell zu einer Überlast führen und damit Verzögerungen hervor rufen. Als kapazitiv verfügbarkeitskritisch wird eine Leistungseinheit bezeichnet, wenn ihre regelmäßige Auslastung mit dem betrachteten Geschäftsprozess einen bestimmten Wert erreicht oder überschreitet. Die Warteschlangentheorie zeigt, dass ab einer Auslastung von ca. 80% die Durchlaufzeiten exponentiell steigen (HOPP/SPEARMAN 2001). Entsprechend wird die Grenze hier unter Berücksichtigung eines Puffers auf 70% festgelegt.

Zur Identifikation von verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten ist die erarbeitete horizontale Prozessstrukturierung auf Stellenebene schrittweise abzu prüfen und die Risiken zu kennzeichnen. Hierbei wird empfohlen, auf die Erfahrungen der Prozessbeteiligten zurück zu greifen und diese die einzelnen Prozessschritte anhand der oben beschriebenen Kriterien einordnen zu lassen. Die vier beschriebenen Risikoarten schließen einander dabei nicht aus.

Die Vorgehensweise zur strukturierten Identifikation der verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten ist in Abbildung 5-6 schematisch dargestellt. Das Werkzeug zur Herstellung und Sicherung der Leistungsverfügbarkeit wird entsprechend erweitert (vgl. Anhang I-A).

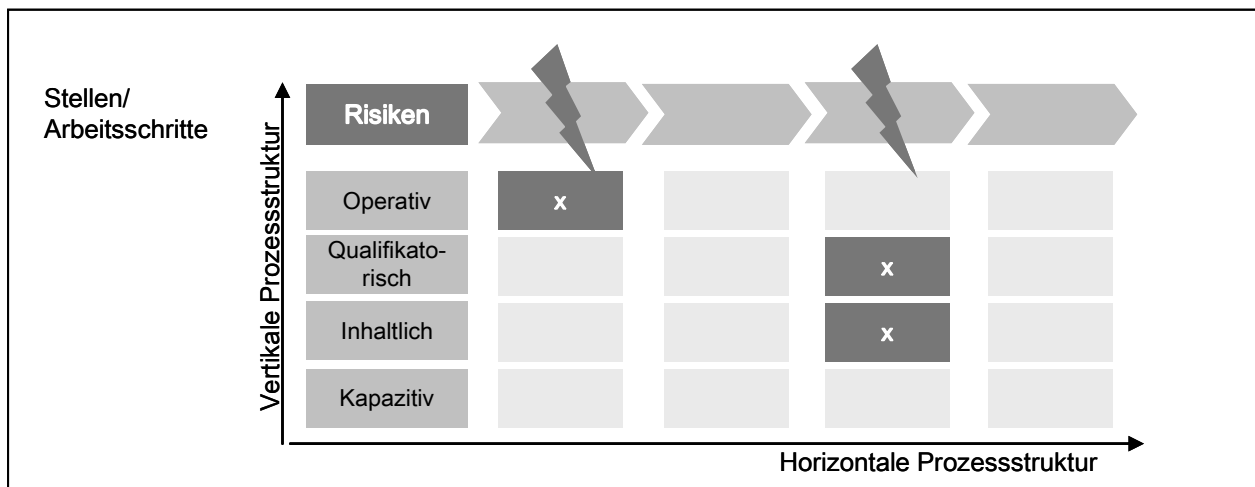


Abbildung 5-6: Identifikation von Verfügbarkeitsrisiken an Prozessschritten und Leistungseinheiten (eigene Darstellung)

5.3.2 Belastungsszenarien beschreiben

Durch das Auftreten einer konkreten Belastungssituation können die verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten zu Engpässen werden. Für die zu entwickelnde Methode ist es unerheblich, was die Ursache der Belastung ist. Nur ihre Kapazitätswirkung hinsichtlich Umfang und Dauer ist von Bedeutung. Entsprechend sind verschiedene Belastungsszenarien zu beschreiben.

Grundsätzlich ist es möglich, jedes einzelne Belastungsszenario genau hinsichtlich Umfang und Dauer des zusätzlichen Kapazitätsbedarfs zu beschreiben (vgl. Kapitel 4.3.5). Bei einem solchen Vorgehen könnte die Anzahl der zu beschreibenden Belastungsszenarien jedoch sehr hoch ausfallen. Zur Vereinfachung des Vorgehens und zur Reduzierung der zu beschreibenden Belastungsszenarien wird daher empfohlen, hinsichtlich Umfang und Dauer typische Belastungsbereiche abzugrenzen (vgl. Abbildung 5-7).

Oftmals ist es wegen der in den betrachteten Bereichen vergleichsweise unsicheren Bearbeitungszeiten - vor allem bei Störungen - nur schwer möglich, die erforderliche Kapazität bzw. Belastung exakt zu bestimmen. Hier ist die Angabe eines Bereichs, in dem sich die Belastung bewegt, dem Sachverhalt angemessener. Zusätzlich wird den Mitarbeitern in der praktischen Anwendung die Beschreibung auftretender Belastungen durch Einordnung in einen der festgelegten Wertebereiche erleichtert. Es ist meist einfacher, einen bestimmten Zeitrahmen zu nennen als genaue Minuten- oder Stundenangaben zu machen. Da die Belastungsszenarien sich auf Leistungseinheiten auf Stellenebene beziehen, kann davon ausgegangen werden, dass die benötigte Kapazität sich auf die speziellste Qualifikation der Leistungseinheit bezieht. Eine gesonderte Angabe der Qualifikationsart ist bei den hier beschriebenen Belastungsszenarien daher nicht erforderlich.

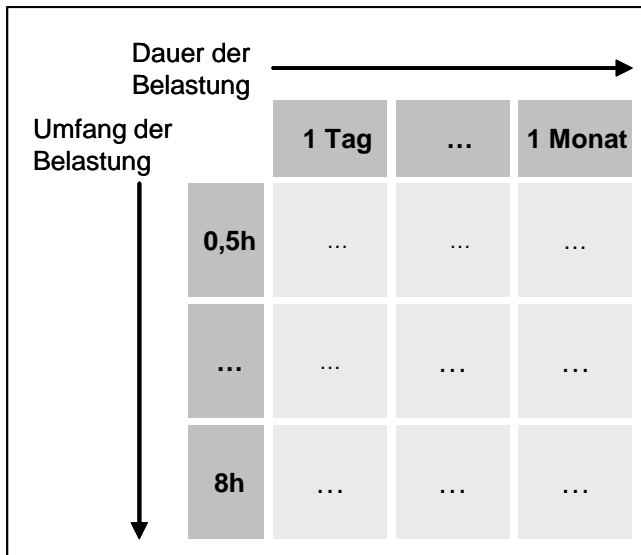


Abbildung 5-7: Strukturierte Beschreibung von Belastungsszenarien (eigene Darstellung)

In der Vertikalen werden verschiedene Intervalle bezüglich des Umfangs der Belastung aufgetragen. Der Minimalwert sollte 0,5 Stunden nicht unterschreiten, weil ansonsten das Verhältnis Vergabeaufwand zu Vergabenutzen zu schlecht ausfällt. Der Maximalwert beträgt ein Arbeitstag. Der Detaillierungsgrad weiterer Stufen hängt von der erforderlichen Liefergenauigkeit der Leistungseinheit ab. Muss diese auf eine Woche genau liefern, dann sollte mindestens tageweise der Fortschritt überprüft werden; entsprechend sollten Kapazitätsanpassungen in der nächst kleineren Einheit erfolgen können. Analog erhöht sich der Detaillierungsgrad mit höherer Liefergenauigkeit. Insgesamt sollten die Intervalle bzgl. des Umfangs die Anzahl fünf nicht überschreiten, um die Komplexität einzuschränken.

In der Horizontalen wird die Dauer der Belastung aufgetragen. Kleinste Dauer ist „einmalig“ oder „1 Tag“. Die Obergrenze der Betrachtung wird aufgrund der Beschränkung auf die kurzfristige Verfügbarkeitsicherung bei vier Wochen angesetzt. Bei der Einbeziehung mittelfristiger Belastungsänderungen als Erweiterung zu der hier vorgestellten Methode kann die Tabelle entsprechend erweitert werden. Hierbei sollte die Frist eines Jahres nicht überschritten werden, da die langfristige Personalplanung andere Überlegungen erfordert als nur den Ausgleich von Belastungsschwankungen.

Grundsätzlich gilt, dass die oben dargestellte ausführliche Form der Beschreibung von Belastungsszenarien hauptsächlich für kapazitiv und qualifikatorisch verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten erforderlich ist. Für operativ verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten sind eher Belastungssituationen kurzer Dauer (d.h. bis max. 1 Woche) zu berücksichtigen, die aufgrund der unsicheren Bearbeitungszeiten entstehen. Bei inhaltlich verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten dagegen reicht die Definition eines oder mehrerer Vertreter aus, die die vom Umfang her kurzen Aufgaben in der Regel sehr gut in ihren Tagesablauf integrieren können. Hierbei ist sicher zu stellen, dass die gegenseitige Vertretung tatsächlich funktioniert. Anwesenheitszeiten von Vertretenem und Vertreter sind zu koordinieren und die Bearbeiter der unmittelbar vorgelagerten Arbeitsschritte zu informieren, an wen sie sich jeweils wenden können.

5.4 Verfügbarkeitssicherung gestalten

Sind die verfügbarkeitskritischen Prozessschritte bzw. Leistungseinheiten identifiziert und typische Belastungssituationen beschrieben worden, erfolgt auf Basis einer Aufgabenanalyse (Abschnitt 5.4.1) die Definition verfügbarkeitssichernder Maßnahmen (Abschnitt 5.4.2). Diese sind anschließend in die Prozessbeschreibung aufzunehmen (Abschnitt 5.4.3).

5.4.1 Kapazitätsspielraum ermitteln

Um mögliche Reaktionsmaßnahmen ableiten zu können, wird an den verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten im Prozess der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee wie in Abbildung 5-8 schematisch dargestellt zunächst eine Aufgabenanalyse durchgeführt (vgl. zur Vorgehensweise z.B. REFA/MTM 2005; WIEGAND/FANCK 2004).

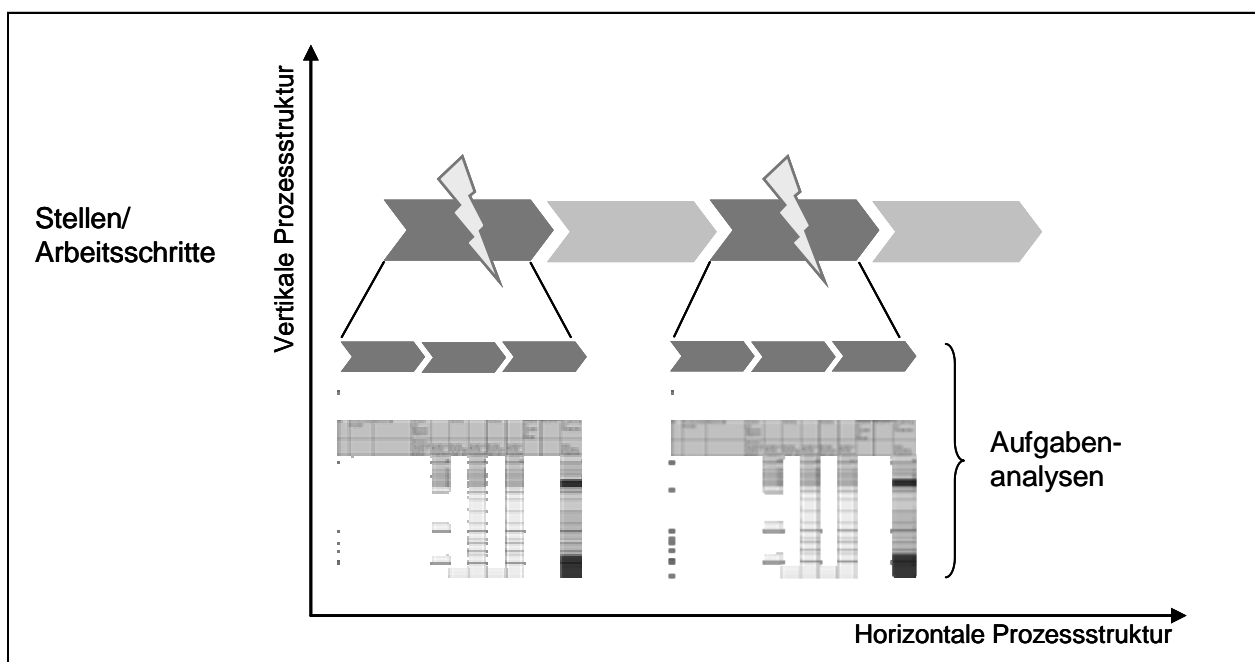


Abbildung 5-8: Aufgabenanalysen an verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten (eigene Darstellung)

Hierbei werden nun ergänzend zu Schritt 1 (Abschnitt 5.1.1) alle Leistungen betrachtet, die von dieser Leistungseinheit durchgeführt werden. Neben den Hauptleistungen werden dementsprechend auch Neben- und Unterstützungstätigkeiten, sowie die in der inneren Struktur der prozessorientierten Leistungseinheit anfallenden Prozesse Führung, Organisation, Koordination, Kooperation sowie Optimierung betrachtet (vgl. Kapitel 4.1.1). Von der prozessorientierten Sicht wird folglich auf die organisationsorientierte Sicht umgestellt. Zu den Aufgaben werden folgende Daten aufgenommen:

- Bezeichnung der Aufgabe sowie Zuordnung zu einem Geschäftsprozess bzw. internen Prozess der Leistungseinheit,
- Bearbeitungszeiten, ggf. unterteilt nach Varianten,
- Häufigkeiten pro Periode,
- Besondere Qualifikationsanforderungen wie z.B. Beherrschung bestimmter Werkzeuge,
- Angabe, welche Aufgaben von welchen Mitarbeitern der physischen Leistungseinheit (Gruppe oder Abteilung) hauptsächlich durchgeführt werden bzw. welche Mitarbeiter zusätzlich in der Lage dazu wären. Sofern bekannt, können hier bereits ergänzend Mitarbeiter außerhalb der physischen Leistungseinheit angegeben werden.

Die Arbeitsunterlagen für die MSLV werden entsprechend erweitert (vgl. Anhang I-B).

Die aufgenommenen Aufgaben werden anschließend schrittweise anhand ihrer Verteilbarkeit bewertet und der zeitliche Umfang einer möglichen Entlastung abgeschätzt. Hierzu wurden die Eigenschaften sinnvoll verteilter Arbeitseinheiten (SVAE) (vgl. Kapitel 4.2.4) zu einem Beurteilungsschema zusammen geführt, das in Abbildung 5-9 in Form einer allgemeinen Checkliste auszugsweise dargestellt ist. Die vollständige Checkliste ist in Anhang I-D dargestellt, das entsprechende Arbeitsblatt der MSLV in Anhang I-C. Die Aufgaben der Leistungseinheit werden anhand dieser Checkliste auf ihre Eignung zur flexiblen Verteilbarkeit hin beurteilt.

	Kriterien zur Beurteilung der Eignung für eine adaptive Fokussierung	Bewertung	Bewertungshilfe
1 Schritt 1: K.O.-Kriterien			
1.1.	Ist die Aufgabe so abgegrenzt, dass das Ergebnis von einem Dritten weiter verwendet werden kann, ohne dass er sich mit dem Lösungsweg auseinandersetzen muss?	1	1= ja 0= nein
1.2.	Ist das Verhältnis von zeitlichem Verlagerungsaufwand zu zeitlichem Aufgabenumfang ausreichend gering, d.h. kann eine echte Entlastung erreicht werden?	1	1= ja 0= nein
1.3.	Ist es keine direkte Führungsaufgabe (Personalverantwortung, Richtungsentscheidung)?	1	1= ja 0= nein
	Wurden alle drei Fragen mit ja beantwortet? Dann bitte fortfahren!	Weiter	
2. Schritt 2: Verteilungsförderer			
2.1	Wie weit ist die Aufgabe von der eigentlichen Leistungserstellung ...	4	Nicht direkt einem Geschäftsprozess zurechenbare Aufgaben; Sonderaufgaben = 4 Nebentätigkeiten in einem Geschäftsprozess = 3 Haupttätigkeiten in einem anderen Geschäftsprozess = 2 ... in dem betrachteten

Abbildung 5-9: Checkliste zur Verteilbarkeit von Arbeitseinheiten (Auszug; eigene Darstellung)

Das Beurteilungsschema wird in zwei Stufen angewendet. Zunächst erfolgt die Abfrage von k.o.-Kriterien. Diese leiten sich aus den Eigenschaften der SVAE sowie der Überlegung ab, dass eine Aufgabe nur dann sinnvoll verteilbar ist, wenn die Verteilung einen größeren Nutzen bringt, als die

Aufgabe selbst durchzuführen bzw. wenn mit der Verteilung kein Schaden angerichtet wird. Entsprechend lauten die k.o.-Kriterien:

1. Eine Aufgabe ist nicht für die Verteilung geeignet, wenn der Aufwand für die Vergabe größer als der tatsächlich zu verteilende Aufgabenumfang ist, d.h. die Verteilung keine echte Entlastung darstellt. Sofern erwünscht können Grenzwerte festgelegt werden, die bereits bei Erreichen eines Verhältnisses unterhalb von 100% eine Verteilung ausschließen. Hierbei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass heilbare Aufwände der Vergabe z.B. aufgrund von schlechter Organisation bzw. fehlenden Prozess-beschreibungen nicht zu einer Ablehnung führen (Eigenschaft E3).
2. Eine Aufgabe ist nicht für die Verteilung geeignet, wenn die Durchführung der Aufgabe untrennbar mit der Person des Durchführenden verbunden ist. Dies ist z.B. bei der Aneignung persönlichen Wissens der Fall. Die Teilnahme an einer Ausbildungs-veranstaltung kann z.B. nicht an eine andere Person weiter gegeben werden, ohne dass der Mitarbeiter einen Verlust an potenziellem Wissen erleidet (Eigenschaft E8).
3. Direkte Führungsaufgaben sind nicht für eine flexible Verteilung geeignet. Personalführung setzt ein gewisses Vertrauensverhältnis voraus, dem eine flexible Verteilung der damit verbundenen Verantwortung nicht förderlich ist. Auch strategische Entscheidungen bzgl. der Leistungseinheit gehören in den nicht delegierbaren Bereich von Aufgaben (vgl. HINTERHUBER/KRAUTHAMMER 1999). Bei einem häufigen Wechsel werden die Vertraulichkeit der Informationen, die Konsistenz dieser Entscheidungen, sowie die Rolle der Führungskraft gefährdet (in Ergänzung zu Eigenschaften E5 und E6).

Nur wenn keines der k.o.-Kriterien erfüllt ist, wird die Bewertung der Verteilbarkeit fortgesetzt. Hierbei werden die Kriterienbereiche „Nähe zur Leistungserstellung“, „erforderliche Qualifikation“, „Strukturiertheitsgrad“, Stellung im Prozessablauf“ nacheinander abgefragt und mit Punkten versehen.

Zur Konkretisierung der Forderung „Nähe zur Leistungserstellung“ wurden in Kapitel 4.2.4 vier Stufen beschrieben. Je stärker eine Aufgabe zur Wertschöpfung beiträgt, desto weniger gut eignet sie sich zur adaptiven Fokussierung (vgl. Eigenschaft E5). Daher erhält eine wertschöpfungsferne Unterstützungsaufgabe in der Verteilungsbewertung vier Punkte, eine direkt wertschöpfende Aufgabe einen Punkt.

Auch bzgl. der erforderlichen Qualifikation (Eigenschaft E6) kann eine vierstufige Bewertung vorgenommen werden. Je spezieller das benötigte Fachwissen ist, eine desto geringere Punktzahl erhält die betreffende Aufgabe.

Die Eigenschaften E1, E2, E4 und E9 werden zum Kriterienbereich „Strukturiertheitsgrad der Aufgabe“ zusammengefasst. Jede Eigenschaft wird mit „ja (= 1)“ oder „nein (= 0)“ bewertet; gemeinsam erhält dieser Kriterienbereich folglich ebenfalls vier Punkte.

Bezüglich der Stellung im Prozessablauf schließlich (Eigenschaft E7) werden Aufgaben, die am Anfang oder Ende eines bisherigen Prozessschrittes liegen bzw. für sich stehen mit einem weiteren Punkt bewertet.

Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt dreizehn. Da die Bewertung bzgl. der Verteilbarkeit trotz der vorgenommenen Systematisierung und bedingt durch die individuelle (persönliche) Bewertung immer noch eine gewisse Unschärfe aufweist, wird sie in eine Ampelsystematik überführt. Aufgaben und Aktivitäten mit gleicher Ampelfarbe können dann gleich behandelt werden. Die Überführung in die Ampelsystematik geschieht nach folgenden Regeln:

- Aufgaben mit einer Punktzahl unter fünf werden nicht für eine flexible Verteilung heran gezogen (Ampelfarbe „rot“),
- Aufgaben mit einer Punktzahl von zehn und mehr sind eindeutig für eine flexible Verteilung geeignet (Ampelfarbe „grün“),
- Die restlichen Aufgaben (Punktzahl größer fünf und kleiner zehn) werden mit der Ampelfarbe „gelb“ bezeichnet und sind genauer zu betrachten, um endgültig über eine Verteilbarkeit zu entscheiden. Möglicherweise kann durch Maßnahmen der Prozessoptimierung und -beschreibung die Punktzahl erhöht werden.

Die Ergebnisse der Verteilbarkeitsbewertung werden in das Arbeitsblatt zur Aufgabenanalyse übernommen. Je nach Unternehmen und Stelle wird es eine unterschiedliche Anzahl von Tätigkeiten in jeder Kategorie geben. Die jeweils sich bietenden zeitlichen Möglichkeiten, d.h. der tatsächliche Umfang des Kapazitätsspielraums, werden ebenfalls je nach Unternehmen und Stelle unterschiedlich ausfallen.

5.4.2 Mögliche Reaktionsmaßnahmen ableiten

Ausgehend von der aus dem Belastungsszenario abgeleiteten erforderlichen Kapazität können nun aus der Prioritätenliste eine oder mehrere Aufgaben ausgewählt werden, die im Rahmen einer adaptiven Fokussierung am Engpass auf andere Mitarbeiter der physischen oder virtuellen Leistungseinheit verteilt werden. Hierzu wird in der in Abbildung 4-18 angegebenen Reihenfolge gefolgt. Der vorwiegende Einsatzbereich der verschiedenen Varianten ist in Abbildung 5-10 dargestellt. Je nach Möglichkeiten des Unternehmens können die dargestellten Grenzen leicht unterschiedlich ausfallen.

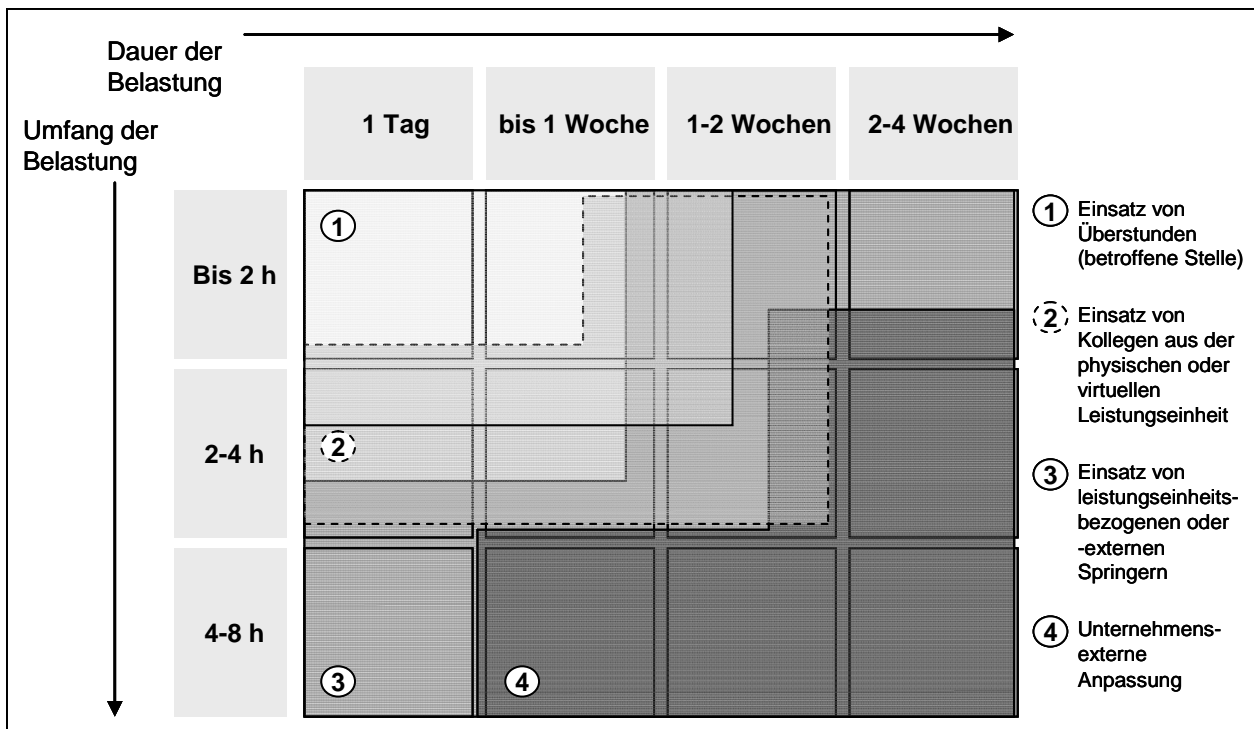


Abbildung 5-10: Einsatzbereich der Varianten der Verfügbarkeitssicherung (eigene Darstellung)

Zu jedem Belastungsszenario ist mindestens eine verfügbarkeitssichernde Maßnahme zu definieren. Bei besonders kritischen Leistungseinheiten bzw. Arbeitsschritten können auch mehrere alternative Maßnahmen je Belastungsszenario definiert werden. Die Maßnahmen sind durch die Einordnung in die Felder der Matrix zusätzlich zu Umfang (qh) und Dauer (t_i) auch hinsichtlich der Mindestinstallationszeit bestimmt. Letztere ergibt sich dadurch, dass eine Maßnahme nur für ein Feld aufgeführt wird, das die erforderliche Mindestinstallationszeit beinhaltet. Informationen zur Vorlaufzeit (t_v) werden in einem gesonderten Feld je Maßnahme erfasst, so dass je nach verfügbarer Reaktionszeit (t_r) bei Auftreten eines bestimmten Belastungsszenarios die passende Maßnahme ergriffen werden kann. Die erforderliche Qualifikation ist implizit mit der Auswahl einsetzbarer Mitarbeiter berücksichtigt. Deren Kosteninformationen (c_r) in Form von Stunden- oder Tagessätzen werden je Ressource hinterlegt.

Der Übersichtlichkeit halber empfiehlt es sich, die Maßnahmen in einem gesonderten Blatt zu beschreiben und in der Belastungsmatrix (vgl. Abbildung 5-7 und Abbildung 5-10) darauf zu referenzieren. Die entsprechende Erweiterung der Arbeitsunterlagen ist in Anhang I-E und Anhang I-F dargestellt.

Teil der Ableitung von vorbereiteten Reaktionsmaßnahmen ist die Bildung virtueller Leistungseinheiten (vgl. Kapitel 4.2.5). Hierzu ist gemeinsam mit den Prozessverantwortlichen/-beteiligten zu überlegen, welche nicht der betrachteten Leistungseinheit zugehörigen Mitarbeiter innerhalb des Unternehmens (virtuelle Leistungseinheit erster Ordnung) bzw. außerhalb des Unternehmens (virtuelle Leistungseinheit zweiter Ordnung) in die Verfügbarkeitssicherung einbezogen werden können. Eine virtuelle Leistungseinheit sollte neben dem/den Mitarbeitern der betrachteten Leistungseinheit mindestens aus zwei weiteren Personen bzw. Leistungseinheiten bestehen.

- Ressource aus einer ähnlichen Leistungseinheit, d.h. mit ähnlichem Qualifikationsprofil, innerhalb oder außerhalb des betrachteten Prozesses, für die Übernahme fachlich qualifizierter Tätigkeiten.
- Ressource aus einer Leistungseinheit mit weitgehend unterschiedlichem Leistungsspektrum und Bedarfszyklen für die Übernahme allgemeiner Tätigkeiten. Bei einer solchen Leistungseinheit wird die Wahrscheinlichkeit als gering angenommen, dass sie zur gleichen Zeit hohen Belastungen ausgesetzt ist wie die betrachtete Leistungseinheit und umgekehrt. Der Belastungsabgleich soll in beide Richtungen erfolgen können, um nicht (fälschlicherweise) den Eindruck aufkommen zu lassen, es gebe „wichtigere“ und „unwichtigere“ Mitarbeiter, Leistungseinheiten oder Prozesse im Unternehmen.

Die Mitglieder der virtuellen Leistungseinheit stammen vorzugsweise von innerhalb des Unternehmens, da dies die Auslastung verbessert und nur wenige zusätzliche Kosten verursacht. Kann der potenzielle Bedarf der betrachteten Leistungseinheit nicht unternehmensintern befriedigt werden, so ist auf unternehmensexterne Leistungseinheiten bzw. Ressourcen zurück zu greifen (Virtuelle Leistungseinheit zweiter Ordnung). Hierbei können sowohl fachlich qualifizierte als auch Unterstützungstätigkeiten vergeben werden.

Jedes Mitglied einer virtuellen Leistungseinheit ist mit den zu übernehmenden Aufgaben rechtzeitig vor Auftreten eines tatsächlichen Bedarfsfalles vertraut zu machen. Gegebenenfalls arbeiten die Mitglieder für einen gewissen Zeitraum auch tatsächlich physisch gemeinsam, um die Tätigkeitsausführung voneinander zu lernen. Dieses gegenseitige Lernen kann im laufenden Betrieb in regelmäßigen Abständen wiederholt werden. Für eine reibungslose Abwicklung der adaptiven Fokussierung wird empfohlen, neben den inhaltlich-fachlichen Themen auch dafür zu sorgen, dass die Mitglieder der virtuellen Leistungseinheit ein gutes persönliches Arbeitsverhältnis zueinander aufbauen. Hierzu können neben der eben beschriebenen tatsächlichen Zusammenarbeit ergänzende Methoden der Teambildung eingesetzt werden.

Die Matrix der Belastungsszenarien mit dem Verweis auf die definierten Maßnahmen in den Feldern der Matrix dient als Entscheidungshilfe für die Auswahl der geeigneten Maßnahme. Anhand der Matrix kann der Stelleninhaber selbst im Bedarfsfall selbständig auswählen, wie für Entlastung gesorgt wird. Er ist derjenige, der die entsprechende adaptive Fokussierung vornimmt und kontrolliert. Der Mitarbeiter legt dabei auch fest, welche Tätigkeiten im Rahmen der Entlastung zu einem Paket geschnürt und vergeben werden. Dies ist der letzte Konkretisierungsschritt einer verfügbarkeitssichernden Maßnahme. Da viele Aufgaben in der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee zwar immer wieder kehren, für einen konkreten Zeitpunkt bzw. begrenzten Zeitraum jedoch kaum vorherzusagen ist, welche Aufgaben aktuell anfallen, kann dieser Schritt erst mit der konkreten Aktivierung einer verfügbarkeitssichernden Maßnahmen erfolgen. Der Aspekt der Vorbereitung bezieht sich demnach auf die Beschreibung verteilter Aufgaben und einsetzbarer Ressourcen und weniger auf das konkrete Aufgabenpaket. Umso wichtiger ist daher die im nächsten Abschnitt beschriebene Integration der Verfügbarkeitssicherung in die Prozessbeschreibungen.

An dieser Stelle ist darauf hin zu weisen, dass die Definition von vorbereiteten Reaktionsmaßnahmen auf Basis adaptiver Fokussierung vom Grundsatz her eine Symptombekämpfung darstellt. Können für

bestimmte, häufiger vorkommende Belastungsszenarien (vor allem Abweichungen) abstellbare Ursachen identifiziert werden, sollte eine entsprechende Ursachenbeseitigung stattfinden bzw. im Rahmen der Verfügbarkeitsicherung initiiert werden. Dazu bietet es sich an, jedes Mal beim Einsatz einer verfügbarkeitsichernden Maßnahme die Ursache zu protokollieren und nach einem ausreichend großen Zeitraum von z.B. sechs Monaten eine Analyse mit dem Ziel der Ursachenbeseitigung vorzunehmen.

5.4.3 Integration der Verfügbarkeitsicherung in Prozessbeschreibungen

Um die Vorteile einer adaptiven Fokussierung in vollem Umfang ausnutzen zu können, sind die für eine Verteilung vorgesehenen Tätigkeiten in Prozessbeschreibungen bzw. Arbeitsanweisungen zu dokumentieren. Es ist das Möglichste zu tun, dass der Aufwand zur Übergabe an andere Mitarbeiter so gering wie möglich ausfällt, dass so gut wie keine Rückfragen während der Bearbeitung entstehen, und dass das Arbeitsergebnis den Anforderungen entspricht. Hierzu werden für Geschäftsprozesse und Neben- bzw. Unterstützungsaufgaben unterschiedliche Vorgehensweisen vorgeschlagen.

Bei Aufgaben, die einem Geschäftsprozess (direkten Wertschöpfungsprozess) zugeordnet sind, werden die unterschiedlichen Varianten der horizontalen Arbeitsteilung in die gemäß dem plug&perform-Konzept formulierten Prozessbeschreibungen integriert.

Prozessbeschreibung			
Produktionsreife Konkretisierung der			
Prozessname:	Produktidee	Verantwortlich:	Hr. Mayer
Produktvarianten:			Bearbeitungszeit (min)
1	Einfache Variantenkonstruktion; nur Stücklistenänderung		180
2	Variantenkonstruktion: Stücklisten- und Zeichnungsänderung		480
3	Anpassungskonstruktion: Einzelne Bauteile werden in größerem Umfang geändert; Stücklisten und Zeichnungen werden angepasst		1440
Eingabe	Bestellung	Ausgabe	Zeichnungen
	Technische Spezifikation		Stücklisten
			Arbeitspläne
			Vorkalkulation
Vorgänger	Vertrieb	Nachfolger	Produktion
Ablaufbeschreibung	Artikel gemäß Spezifikation entwickeln; Zeichnungen aus Sicht Entwicklung frei geben; Zeichnungen aus Sicht Arbeitsvorbereitung prüfen und freigeben; Artikel frei schalten; Arbeitspläne und Vorkalkulation erstellen <link Ablaufdiagramm>		
Arbeitsmittel	CAD, PLM, Baan, ...		
Qualifikationsanforderungen	Technisches Büro: Technischer Zeichner (Mechanik); CAD, Baab, PLM Arbeitsvorbereitung: Prozessentwicklung, Baan		
Erforderliche Kapazität	Technisches Büro:	28 h pro Woche	75%
	Arbeitsvorbereitung:	7 h pro Woche	40%

Abbildung 5-11: Beispiel für Prozessbeschreibung (eigene Darstellung)

Das kann in der Form von unterschiedlich strukturierten Ablaufdarstellungen, Verweisen auf zugeordnete Dokumente, die eine detailliertere Beschreibung liefern, wie in Abbildung 5-11 beispielhaft dargestellt, oder bei Nutzung von elektronischen Prozessbeschreibungen durch alternative hierarchisch strukturierte Prozessbeschreibungen erfolgen.

Eigenständige Aufgaben erhalten je nach Umfang der Aufgabe und Häufigkeit des Auftretens eigene Prozessbeschreibungen oder Arbeitsanweisungen. Idealerweise sind diese für die Mitarbeiter online verfügbar, so dass jederzeit von jedem Ort im Unternehmen die aktuelle Dokumentation aufgerufen werden kann. Die Liste der verfügbarkeitssichernden Maßnahmen (vgl. Anhang I-F) verweist dann auf diese Dokumente. Eine sehr praktikable Variante sind dabei Links zu den elektronisch verfügbaren Prozessbeschreibungen. Ergänzend können vor allem Arbeitsanweisungen für lokal gebundene Tätigkeiten geringen Umfangs in Punkt-Schulungen umgesetzt werden, die auf einem oder zwei DIN-A4-Blättern die Aufgabe kurz beschreiben. Die Formulierung der Prozess- und Aufgabendokumentation ist zu einer Standardisierung der Bearbeitung im Sinne der Verankerung von beispielhaften Vorgehensweisen (*best practices*) zu nutzen.

Durch die beschriebene Standardisierung und Dokumentation der Prozesse und Aufgaben werden die Übergangszeiten bei der adaptiven Fokussierung gemindert. Zusätzlich sind vereinbarte Übergabeorte oder die elektronische Weitergabe von Aufgaben zu nutzen, um den Zeitverlust möglichst gering zu halten. Darüber hinaus soll die adaptive Fokussierung proaktiv, d.h. vorausschauend erfolgen, indem z.B. Vorlaufzeiten für einen Kapazitätsabruf vereinbart werden.

5.5 Verfügbarkeitssicherung anwenden

Nachdem mit den bisher beschriebenen Schritten die Grundlagen für eine Verfügbarkeitssicherung geschaffen wurden, werden im Folgenden abschließend verschiedene Aspekte der Anwendung der Verfügbarkeitssicherung beschrieben. Abschnitt 5.5.1 zeigt, welche Informationen erhoben werden müssen, um verfügbarkeitssichernde Maßnahmen wenn erforderlich einleiten zu können und Abschnitt 5.5.2 schließt die Methodenentwicklung mit Bemerkungen zur Pflege der Verfügbarkeitssicherung ab.

5.5.1 Verfügbarkeitssichernde Maßnahmen einleiten

Um eine schnelle Reaktion auf auftretende Belastungen zu ermöglichen, ist die vorgezogene Definition möglicher verfügbarkeitssichernder Maßnahmen die Basis. Um sich ausreichend Reaktionszeit für eine Aktivierung dieser Maßnahmen zu verschaffen, ist sicher zu stellen, dass Informationen über Belastungen schnell und zuverlässig an der Leistungseinheit auftreffen. Hierzu gibt es prinzipiell vier Möglichkeiten, die im Folgenden kurz beschrieben werden (vgl. Abbildung 5-12). Die Einleitung von verfügbarkeitssichernden Maßnahmen kann erfolgen:

1. Auf Basis einer kurz- bis mittelfristigen Kapazitätsplanung,
2. Bei Überschreiten der Bestandsgrenze an der Start-Leistungseinheit,
3. Auf Basis einer periodischen der ereignisorientierten Rückstandsregelung,
4. Aufgrund konkreter Ereignisse.

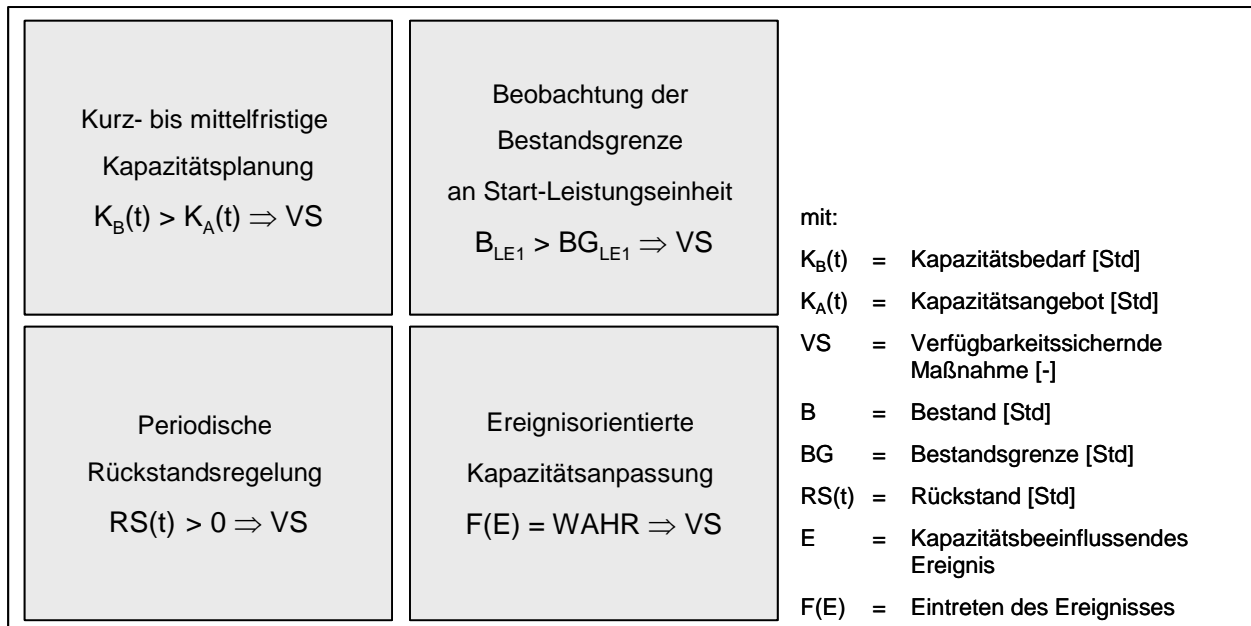


Abbildung 5-12: Ansatzpunkte zur Einleitung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen (eigene Darstellung)

Im Rahmen einer **kurz- bis mittelfristigen Kapazitätsplanung**, die die bereits erteilten und mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit eingehenden Aufträge berücksichtigt, erfolgt eine regelmäßige Vorschau auf mögliche Belastungen. Diese auf ein bis zwei Wochen bis hin zu wenigen Monaten zielende Vorschau kann zur frühzeitigen Vorhersage von Über- oder Unterauslastung genutzt werden. Verschiedene Termin- und Kapazitätsplanungssysteme ermöglichen eine solche Vorschau und sehen teilweise sogar einen Belastungsabgleich vor (vgl. Kapitel 3.1.2). Die Informationen aus diesen Systemen können genutzt werden, um Maßnahmen mit einem höheren Vorlauf einzuleiten. Zu beachten ist hier, dass die Anforderung zusätzlicher Kapazitäten im vertretbaren Rahmen möglichst weit hinausgezögert werden sollte, bis die tatsächliche Belastung mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit festgelegt werden kann.

Bei der Anwendung des Kapazitäts-Pull zeigt ein **Überschreiten der Bestandsgrenze an der Start-Leistungseinheit** eines Prozesses an, dass mehr als die üblicherweise zu erwartenden bzw. als die eingeplanten Aufträge eingegangen sind. Entsprechend zeigt ein Überschreiten dieser Bestandsgrenze an, dass im gesamten Prozess die Kapazitäten angepasst werden müssen. Zur Absicherung sollte dabei überprüft werden, ob das Überschreiten der Bestandsgrenze nicht auf ein Problem bei der Start-Leistungseinheit zurück zu führen ist. In diesem Falle wäre nur eine lokal ansetzende Maßnahme einzuleiten.

Aufbauend auf der Terminierung, die den Soll-Arbeitsbeginn und über die Arbeitszeiten auch den Soll-Abgang festlegt, erfolgt zur Identifikation kurzfristig auftretender Abweichungen eine **periodische Rückstandsregelung** an den Haupt-Leistungseinheiten. Voraussetzung für eine hohe Termintreue ist neben der Einhaltung der Bearbeitungsreihenfolge ein Rückstand von Null. Ziel einer Rückstandsregelung ist es, diesen Rückstand auf Null zu halten und damit die terminlichen Vorgaben der Planung so genau wie möglich umzusetzen. Der Rückstand berechnet sich aus der Differenz zwischen Plan- und Ist-Abgang (LÖDDING 2005, S. 463):

$$RS(t) = AB_{Plan}(t) - AB_{Ist}(t) \quad (5.7)$$

mit **RS(t)** **Rückstand [Std]**
 AB_{Plan}(t) **Plan-Abgang [Std]**
 AB_{Ist}(t) **Ist-Abgang[Std]**

Der Rückstand in Arbeitsstunden gemessen zeigt, wie sehr eine Leistungseinheit ihrer Plan-Leistung hinterher hinkt. Soll der geplante Abgang nicht verändert werden (was angesichts des Ziels „Termineinhaltung“ sinnvoll ist), wird der Rückstand allein durch den tatsächlichen Abgang und damit die Leistung der Leistungseinheit beeinflusst (vgl. Abbildung 4-4). Die Leistung wiederum kann unter der Bedingung gleich bleibender Qualität nur durch eine Erweiterung der Kapazität am Durchsatzengpass erhöht werden. Der Rückstand kann dann als Belastungsszenario verstanden werden und die Maßnahmen aus der Belastungsmatrix (Abschnitt 5.3.2) entsprechend eingeleitet werden. Um das System nicht zu übersteuern, empfiehlt sich eine periodische Rückstandsregelung (LÖDDING 2005, S. 478).

Bei Aufgaben mit kurzer Bearbeitungszeit kann der Rückstand sehr einfach daraus abgelesen werden, welche Aufgaben zum Zeitpunkt der Messung schon hätten gestartet werden sollen, aber nicht gestartet wurden. Um bei lang dauernden Aufgaben, d.h. Aufgaben, deren Bearbeitung sich über eine ganze oder sogar mehrere Steuerungsperioden erstreckt, den Rückstand zu erkennen, muss die Rückstandsmessung darüber hinaus kontinuierlich erfolgen. Dies bedeutet, dass auch der Arbeitsfortschritt an nicht fertig gestellten Aufträgen bei der Berechnung des Rückstands berücksichtigt wird. Bereits (GOLDRATT 2001) beschreibt die Wirkung der Notwendigkeit häufiger Rückmeldung, um Planabweichungen frühzeitig zu erkennen. Auch (MORGAN/LIKER 2006) identifizieren häufige Rückmeldungen der Projektmitarbeiter über den Stand ihrer Arbeit als wesentlich für die frühzeitige Identifikation von Planabweichungen und die Einhaltung von Terminen. Neben dem Informationsgehalt einer solchen Messung hat sie noch einen anderen Vorteil. Beide genannten Autoren betonen den positiven Effekt regelmäßiger Statusmeldungen auf die individuellen Anstrengungen zur Termineinhaltung. Vorteilhaft ist es, bereits bei der Planung der Arbeitspakete die Intervalle der Rückstandsmessung zu berücksichtigen.

Folglich wird im Rahmen der Rückstandsregelung zu einem bestimmten Zeitpunkt (periodisch) der Rückstand gemessen, mit einer Rückstandsgrenze verglichen und bei einer Überschreitung dieser Toleranzgrenze eine Kapazitätserhöhung (bzw. bei negativem Rückstand eine Kapazitätsverminderung) eingeleitet. Um die Kapazitätserhöhung nicht wirkungslos verpuffen zu lassen, soll diese nur an der jeweiligen Engpass-Leistungseinheit des Leistungsprozesses vorgenommen werden. Folgende Entscheidungskriterien für eine Kapazitätserhöhung gelten auch für das Kapazitäts-Pull-Verfahren (vgl. LÖDDING et al. 2002, S. 250f):

1. Der (positive) Rückstand der Leistungseinheit überschreitet eine bestimmte Grenze,
2. Die Anzahl der für die Leistungseinheit blockierten Aufträge bleibt unter einer bestimmten Grenze, so dass bei einer Kapazitätserhöhung nicht mit weiteren blockierten Aufträgen zu rechnen ist,
3. Der Bestand der Leistungseinheit liegt über einer bestimmten Grenze, so dass die Gefahr eines Leerlaufens der Leistungseinheit verringert wird.

Die Entscheidung über eine Kapazitätsminderung wird umgekehrt analog getroffen. Das Intervall für die Rückstandsmessung ist an der gewünschten Liefergenauigkeit auszurichten. Ist z.B. eine Liefergenauigkeit von einem Arbeitstag gefordert, ist für die Überprüfung des Rückstands das nächst kleinere Intervall, bspw. ein halber Arbeitstag zu wählen, um überhaupt noch eingreifen zu können.

Zusätzlich kann durch das **Eintreten bestimmter Ereignisse** direkt eine Kapazitätsanpassung eingeleitet werden, um wertvolle Reaktionszeit nicht unnötig zu verschenken. Solche Ereignisse sind z.B. Personalausfall, umfangreiche Produktänderungen, ein großer unerwarteter Auftrag, etc.. Hier sollten auch die Mitarbeiter in die Pflicht genommen werden, besondere Ereignisse mit hoher Wirkung auf die Leistung der Leistungseinheit unmittelbar an den für die Kapazitätssteuerung Verantwortlichen weiter zu leiten. Diese auslösenden Ereignisse sind bei Einführung der Methode zu Verfügbarkeitssicherung individuell fest zu legen.

Jede der genannten Möglichkeiten impliziert unterschiedliche Reaktionszeiten. Abbildung 5-13 zeigt schematisch ihre Ansatzpunkte. Die Kapazitätsplanung hat den größten Vorlauf, während die Rückstandsregelung die geringste Reaktionszeit erlaubt. Eine ereignisorientierte Kapazitätsanpassung kann zu jedem Zeitpunkt zwischen Einplanung und Abarbeitung am Engpass erfolgen. Idealerweise sind sie daher in Kombination mit einander anzuwenden. Mindestens jedoch sind das Überschreiten der Bestandsgrenze an der Start-Leistungseinheit sowie eine periodische Rückstandsregelung erforderlich.

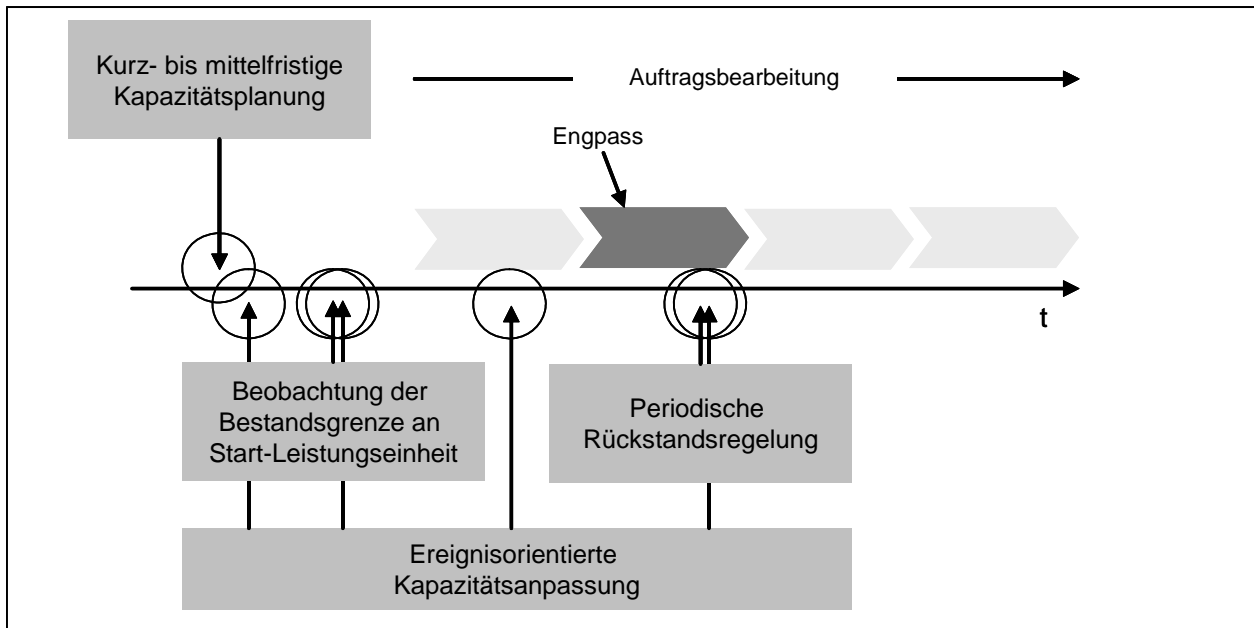


Abbildung 5-13: Vorlauf zur Einleitung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen (eigene Darstellung)

Zur Darstellung des Auftragsfortschritts bzw. Rückstands ebenso wie zur Kapazitätsplanung wird eine Visualisierung empfohlen. Zur lokalen Visualisierung kann dies mit Hilfe einer Planungstafel geschehen. Dies hat den Vorteil, dass die Daten unmittelbar am Ort des Geschehens verfügbar sind und den Mitarbeitern eine sehr unmittelbare Rückmeldung geben. Andernfalls sollte darauf geachtet werden, dass zur Auftrags- bzw. Projektplanung und -steuerung genutzte Systeme entsprechende Darstellungen ermöglichen.

5.5.2 Pflege der Verfügbarkeitssicherung

Die Wirksamkeit der beschriebenen Methode zur Verfügbarkeitssicherung hängt von ihrer Aktualität ab. Um die Aktualität der mit der beschriebenen Methode entwickelten Verfügbarkeitssicherung zu gewährleisten, sollte die Methode in regelmäßigen Abständen erneut angewendet werden. Hierzu werden drei unterschiedliche Aktualisierungszyklen vorgeschlagen:

1. **Aktualisierung aus Sicht der Leistungseinheit:** Wiederholung der Aufgabenanalysen und Überarbeitung der Maßnahmen zur Verfügbarkeitssicherung ca. im halbjährlichen Abstand. Insbesondere sind Maßnahmen zu streichen, die nicht mehr erforderlich sind, um eine Überlastung des Systems mit veralteten Daten zu vermeiden. Für die Pflege der beschriebenen Maßnahmen sind dezentrale Verantwortlichkeiten zu vergeben. Die mit der Systematik arbeitenden Mitarbeiter erkennen am ehesten, wo Lücken sind, wo Informationen nicht mehr aktuell sind, etc.. Im Zuge dieser Überarbeitung ist es auch sinnvoll, die Auswertungen über die Häufigkeiten von bestimmten Ursachen für die Notwendigkeit des Einsatzes einer verfügbarkeitssichernden Maßnahme zu nutzen, um die Ursachen häufig wiederkehrender Störfälle zu beseitigen.

2. **Aktualisierung aus Sicht des Prozesses:** Wiederholung der Identifikation verfügbareitskritischer Leistungseinheiten sowie der Beschreibung von Belastungsszenarien und anschließend entsprechende Aktualisierung der verfügbareits-sichernden Maßnahmen. Eine solche Betrachtung sollte mindestens einmal jährlich erfolgen.
3. **Aktualisierung aus dem Prozess übergeordneter Sicht:** Überprüfen und ggf. Überarbeiten der Leistung und des zu ihrer Erstellung erforderlichen Prozessablaufs sowie der Synchronisation der Nahtstellen ca. alle zwei Jahre. Anschließend werden auch die weiteren Schritte der Methode erneut durchlaufen.

Wird den beschriebenen Aktualisierungszyklen gefolgt, so ist sicher gestellt, dass die richtigen Maßnahmen an der richtigen Stelle wirken und Blindleistung innerhalb der Verfügbarkeitsicherung vermieden wird.

5.6 Zusammenfassende Beschreibung der Vorgehensweise

Zusammenfassend wird zur Absicherung der Leistungsverfügbarkeit in der kundenspezifischen Entwicklung folgendes Vorgehen vorgeschlagen (vgl. Abbildung 5-14):

1. **Leistung, Prozess und Ressourcen identifizieren:** Leistungen und Leistungsvarianten beschreiben, Häufigkeiten und Kapazitätsbedarfe bestimmen, Prozessabläufe, benötigte und verfügbare Kapazitäten auf Stellenebene aufnehmen.
2. **Plug&perform an den Nahtstellen sichern:** Nahtstellen hinsichtlich Prozess und Ressourcen miteinander synchronisieren, Nahtstelle inhaltlich spezifizieren, Arbeitsabläufe beschreiben, qualifizierte Mitarbeiter bereitstellen, Kapazitäten über Kapazitäts-Pull aufeinander abstimmen.
3. **Verfügbareitskritische Leistungseinheiten und mögliche Belastungsszenarien identifizieren:** Kritische Leistungseinheiten anhand der vier Risikoarten ausmachen, typische Belastungsszenarien hinsichtlich Dauer und Umfang bestimmen.
4. **Verfügbareitssicherung gestalten:** Aufgabenanalysen an verfügbareitskritischen Leistungseinheiten durchführen, Aufgaben hinsichtlich ihrer Verteilbarkeit bewerten, virtuelle Leistungseinheiten bestimmen, basierend auf der Verteilbarkeit für jedes Belastungsszenario Maßnahmen zur Verfügbarkeitsicherung ableiten.
5. **Verfügbareitssicherung anwenden:** Durch Nutzung von Kapazitätsplanung, Bestandsbeobachtung, Rückstandsregelung und ereignisorientierter Kapazitätssteuerung die erforderlichen Maßnahmen zur Verfügbarkeitsicherung initiieren und die Vorgaben der Planung einhalten, verfügbareitssichernde Maßnahmen regelmäßig aktualisieren.

Für das beschriebene Vorgehen wurden mehrere integrierte Arbeitsblätter entwickelt, die die Anwendung der Methode erleichtern und standardisieren. Diese Arbeitsblätter sind im Anhang I-A bis I-F dargestellt.

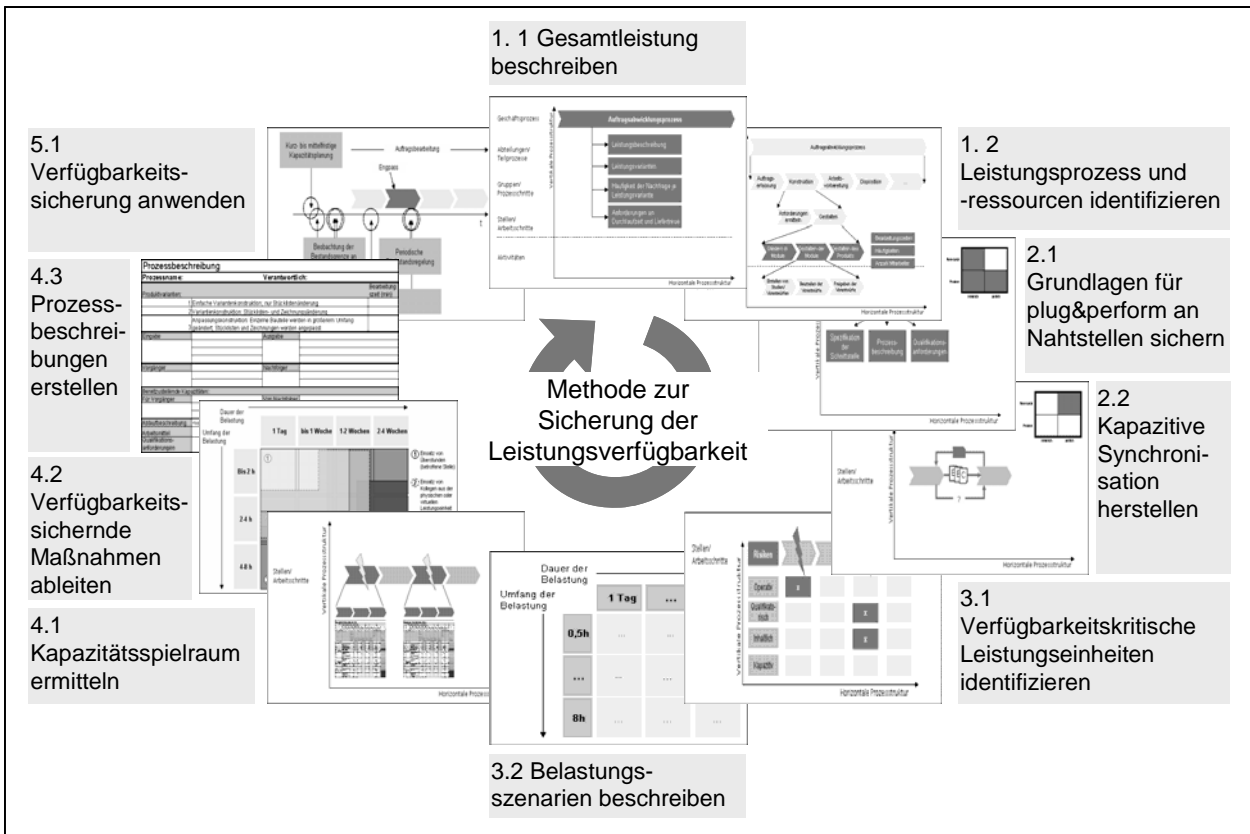


Abbildung 5-14: Methode zur Gestaltung Bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit im Überblick (eigene Darstellung)

Die in Kapitel 4 entwickelten Konzepte und die darauf aufbauend in diesem Kapitel beschriebene Methode werden nun prototypisch eingesetzt, um ihre Anwendbarkeit zu bestätigen. Dies ist im folgenden Kapitel 6 beschrieben.

6 Validierung der Methode zur Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit

Im vorliegenden Kapitel erfolgt die Anwendung der entwickelten Methode anhand zweier Fallbeispiele aus dem Maschinenbau mit dem Ziel ihrer Validierung. Hierzu werden in Kapitel 6.1 die zu prüfenden Hypothesen sowie das Vorgehen beschrieben. Kapitel 6.2 beschreibt den Aufbau eines Planspiels zur Überprüfung des Kapazitäts-Pull-Verfahrens. Anschließend werden in den Kapiteln 6.3 und 6.4 die beiden Fallbeispiele erläutert und erste Erkenntnisse formuliert. In Kapitel 6.5 werden schließlich die Ergebnisse der Validierung im Zusammenhang diskutiert und Aufgabenstellungen für die weitere Entwicklung der Methode zur Gestaltung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit abgeleitet.

6.1 Hypothesen und Vorgehen

Die vorzunehmende Validierung, d.h. die Überprüfung, ob mit der Anwendung der entwickelten Methode die angestrebten Ergebnisse erzielt werden (vgl. BORTZ/DÖRING 2005, S. 199ff), hat zwei Ziele. Zunächst ist die Konsistenz der vorgeschlagenen Methode und der mit ihr verbundenen Arbeitsunterlagen zu überprüfen. Erhebt sie alle erforderlichen Informationen? Beschreibt sie alle erforderlichen Schritte, um zum gewünschten Ergebnis zu kommen? Können bestimmte Aspekte weggelassen werden? Zweites Ziel ist die Überprüfung der im Rahmen der Bearbeitung der Aufgabenstellungen entwickelten Konzepte. Werden durch ihre Anwendung die jeweils gewünschten Effekte erzielt? Angestrebtes Ergebnis bei beiden Zielen ist eine prinzipielle Aussage bzgl. der Anwendbarkeit bzw. Wirksamkeit. Bei den formulierten Hypothesen handelt es sich zwar um wissenschaftliche, jedoch nicht um statistische Hypothesen (vgl. BORTZ/DÖRING 2005, S. 12). Statistisch belegbare Aussagen sind im bestehenden prototypischen Zustand der Methode noch nicht möglich.

Zur Validierung der entwickelten Methode sind die formulierten Aufgabenstellungen in Hypothesen zu überführen (Abschnitt 6.1.1). Anschließend wird in Abschnitt 6.1.2 das mehrstufige Vorgehen bei der Validierung beschrieben.

6.1.1 Hypothesen und Messgrößen

In Kapitel 1.3.1 wurden hinsichtlich einer Methode zur Gestaltung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit drei inhaltliche Aufgabenstellungen identifiziert. Diese umfassten die Konzeption eines Vorgehens zur internen Synchronisation zwischen prozessbeteiligten Leistungseinheiten, die Entwicklung einer Systematik, die es ermöglicht, Arbeitsinhalte flexibel zwischen Mitarbeitern zu verteilen, die Beschreibung eines Ansatzes zur Erhöhung der kapazitiven Reaktionsfähigkeit im Bedarfsfall sowie die Zusammenführung der Teilkonzepte zu einem methodischen Vorgehen.

Die inhaltlichen Aufgabenstellungen wurden in Kapitel 4 bearbeitet und in Kapitel 5 eine Methode zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit abgeleitet. Für die Validierung sind die formulierten Aufgabenstellungen in Hypothesen zu überführen. Diese werden anschließend operationalisiert, d.h. es sind Messgrößen zu definieren, anhand derer überprüft werden kann, ob die

Methode tatsächlich wirksam ist. Wirksam ist sie, wenn die ebenfalls in Kapitel 1.3.1 beschriebenen Zielsetzungen erreicht werden. Entsprechend werden folgende Hypothesen formuliert:

1. *H1: Durch die kapazitätsmäßige Synchronisation zwischen Leistungseinheiten werden die Liegezeiten innerhalb der Auftragsdurchlaufzeit verkürzt.*
Messgröße ist die Liegezeit. Diese wirkt unmittelbar auf die Auftragsdurchlaufzeit, die sich allgemein aus Bearbeitungs- und Liegezeit ergibt ($DLZ = BZ + LZ$).
2. *H2: Durch das systematische, situationsabhängige Verteilen sinnvoll verteilter Arbeitseinheiten können Engpässe bei der Bearbeitung kundenspezifischer Entwicklungsaufträge beseitigt werden.*
Messgröße ist die durch die Verteilung frei gesetzte, zusätzlich verfügbare Kapazität am potenziellen Engpass.
3. *H3: Durch vorbereitete Reaktionsmöglichkeiten erfolgt die kapazitätsmäßige Reaktion auf eintretende unsichere Ereignisse schneller.*
Messgröße ist die Zeitspanne zwischen dem Auftreten einer Belastungssituation und der Wirksamkeit einer adäquaten kapazitätsmäßigen Reaktion darauf.

Zusätzlich wird bzgl. der Konsistenz der Methode folgende Hypothese 4 formuliert:

4. *H4: Die Methode zur Unterstützung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit führt zu einer anwendbaren kurzfristigen Verfügbarkeitssicherung.*
Basis für die Bestätigung dieser Hypothese sind die Teilvalidierungen 1-3 sowie das Urteil der an der Durchführung beteiligten Experten.

In Abbildung 6-1 sind die formulierten Hypothesen und Messgrößen im Überblick dargestellt. Ebenso ist angegeben, welche Daten im Rahmen der Validierung zu erheben sind, um die Hypothesen überprüfen zu können.

Hypothesen	Messgrößen	Erforderliche Daten
1. Durch die kapazitätsmäßige Synchronisation zwischen Leistungseinheiten werden die Liegezeiten innerhalb der Auftragsdurchlaufzeit verkürzt.	- Liegezeit (Durchlaufzeit – Bearbeitungszeit)	- Leistungsbeschreibung - Kundenbedarf (Anzahl und ggf. Art von Aufträgen im Betrachtungszeitraum) - Prozessbeschreibung - Bearbeitungszeiten - Durchlaufzeiten
2. Durch das systematische, situationsabhängige Verteilen sinnvoll verteilter Arbeitseinheiten können Engpässe beseitigt werden.	- Zusätzlich verfügbare Kapazität an potenziellen Engpass-Leistungseinheiten	- Engpassbewertung - Tätigkeiten der potenziellen Engpassressource - Zeitaufwand und Häufigkeiten - Klassifizierung der Tätigkeiten hinsichtlich flexibler Fokussierung
3. Durch vorbereitete Reaktionsmöglichkeiten erfolgt die kapazitätsmäßige Reaktion auf eintretende unsichere Ereignisse schneller.	- Reaktionszeit zwischen Auftreten eines Belastungsszenarien und Wirksamkeit der Maßnahme	- Typische Störfälle bzw. Belastungssituationen der Vergangenheit - Ergriffene Maßnahmen - Zeitraum zwischen Auftreten und Wirkung - Zeitaufwand für die Entscheidungsfindung
4. Die Methode zur Unterstützung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit führt zu einer anwendbaren kurzfristigen Verfügbarkeitsicherung.	- Expertenurteil - Teilvalidierungen H1-H3	- Durchführung der Methode anhand der entwickelten Arbeitsunterlagen - Expertenurteil bzgl. Anwendbarkeit der Ergebnisse

Abbildung 6-1: Hypothesen, Messgrößen und erforderliche Daten (eigene Darstellung)

Da es sich im vorliegenden Fall um eine erste testweise Anwendung der Methode handelt, ist die Angabe von Größenordnungen der Veränderungen der Messgrößen bzw. von Signifikanzniveaus nicht sinnvoll möglich. Daher soll die Methode als *prinzipiell* wirksam eingestuft werden, wenn in den Anwendungsbeispielen eine deutliche positive Veränderung der Messgrößen gezeigt werden kann. Über das Ausmaß der Wirkung kann damit noch keine statistisch abgesicherte Aussage erfolgen. Ergänzend wird das Urteil der in die Validierung eingebundenen Experten bezüglich der Methode in die Beurteilung der Konsistenz und Wirksamkeit einbezogen. Aus diesen beiden Aspekten wird abschließend ein Gesamturteil gebildet. Dieses Vorgehen ist im folgenden Abschnitt genauer beschrieben.

6.1.2 Vorgehen bei der Validierung

Für die Validierung wurde aufgrund des prototypischen Charakters ein mehrstufiges Vorgehen gewählt. Hierzu werden die einzelnen Hypothesen und mit ihnen die Erreichung der jeweiligen Aufgabenstellung in zwei Schritten durch eine simulative Anwendung und eine ergänzende Expertenbefragung überprüft. Aus der Validierung dieser durch die drei Aufgabenstellungen ausgedrückten Kernaspekte wird anschließend auf die Anwendbarkeit der entwickelten Methode insgesamt geschlossen.

Die Hypothese 1 wird anhand eines Planspiels überprüft. Anschließend erfolgt eine Befragung der teilnehmenden Experten bzgl. ihrer Einschätzung der Anwendbarkeit des Verfahrens für den eigenen Prozess. Im Vordergrund der Anwendung steht dabei die Wirksamkeit des entwickelten Kapazitäts-Pull-Vorfahrens, da die positive Wirkung inhaltlich aufeinander abgestimmter Schnittstellen bereits

durch vorhergehende einschlägige Arbeiten als hinreichend bestätigt angesehen wird. Das Planspiel wird zunächst mit einer Gruppe unabhängiger Experten durchgeführt, um die Funktionsfähigkeit des Verfahrens in verschiedenen Situationen grundsätzlich zu überprüfen. Anschließend wird es in den beiden Beispielfirmen in der Grundform durchgeführt, um hierauf basierend Aussagen zur Anwendbarkeit in der jeweiligen Praxis zu erhalten. Für die Überprüfung der Hypothesen 2 und 3 wird in den Beispielfirmen aufgrund von realen Vergangenheitsdaten im Rahmen von Expertenworkshops die Ableitung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen exemplarisch-simulativ vorgenommen. Eine Überprüfung der Hypothese 4 folgt aus der Anwendung der Methode in den beiden Beispielfirmen.

Bei den beiden Beispielfirmen handelt es sich um Geschäftsbereiche eines größeren mittelständischen Unternehmens. Die Fallbeispiele wurden so ausgewählt, dass eines der Beispiele („Firma A“) vollständig in den eingegrenzten Untersuchungsbereich fällt, d.h. in dem betrachteten Prozess werden ausschließlich Varianten- und kleinere Anpassungsentwicklungen vorgenommen (vgl. Kapitel 2.1). Die andere Firma („Firma B“) führt neben Varianten- und kleineren Anpassungsentwicklungen auch größere Anpassungen und Neuentwicklungen durch. Mit der Auswahl dieses Beispiels sollen zusätzlich die Möglichkeiten der Übertragung der entwickelten Methode auf weitere Anwendungsbereiche ausgelotet werden.

Das Vorgehen zur Validierung in Zusammenarbeit mit den Anwendungspartnern ist in Abbildung 6-2 zusammenfassend dargestellt.



Abbildung 6-2: Mehrstufiges Vorgehen zur Validierung (eigene Darstellung)

Mit dem gewählten Untersuchungsdesign wird auf die besondere Herausforderung von organisatorischen Gestaltungsmaßnahmen reagiert, zu denen die entwickelte Methode gehört. Da eine Kontrolle von Variablen anders als im Laborexperiment in einer realen sozio-technisch komplexen Umgebung so gut wie unmöglich ist, muss die Anwendung der Methode so aus dem realen Umfeld herausgelöst werden, dass eine ungestörte Beeinflussung der Messgrößen erfolgen kann. Zusätzlich behindern wirtschaftliche Überlegungen einen sofortigen umfangreichen Einsatz einer vorher nicht wenigstens grundsätzlich abgesicherten Methode.

Eine im Rechner durchgeführte und damit hinsichtlich der Variablen vollständig kontrollierbare Simulation wird im derzeitigen Entwicklungsstadium der Methode ausgeschlossen. Sie könnte lediglich zur genaueren Festlegung eines sinnvollen Einsatzbereichs bzw. zur Feinabstimmung der verwendeten Parameter dienen. Zunächst stehen jedoch andere Erkenntnisse im Vordergrund.

Bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit wie sie in dieser Arbeit konzipiert wurde, berührt in hohem Maße den Arbeitnehmer in seiner individuellen Arbeitsorganisation. Ihm wird eine hohe Flexibilität und Kooperationsfähigkeit abverlangt. Übliche Bestimmungsgrößen der beruflichen Identität - die Stelle, die fachliche Qualifikation, die Rolle im Unternehmen ebenso wie die Bindung an organisatorische Einheiten, etc. sind mit der Anwendung der entwickelten Methode neu zu justieren. Erhebliches Erkenntnisinteresse der vorzunehmenden Validierung ist daher auch die Einschätzung möglicher Anwender. Diese soll im Rahmen einer intensiven persönlichen Auseinandersetzung mit der Methode erfolgen, ohne jedoch die Organisation der Anwendungspartner durch eine testweise Anwendung über die Maßen zu belasten. Daher wurde das beschriebene Untersuchungsdesign gewählt.

Bestätigt die beschriebene Validierung die grundsätzliche Brauchbarkeit der Methode, ist eine weitere, detailliertere Untersuchung durch tatsächlichen Einsatz in mehreren Unternehmen erforderlich, um die Anwendungsbedingungen näher zu spezifizieren. Durch eine parallele Befragung können die Potenziale der adaptiven Fokussierung statistisch abgesichert werden. Ebenso ist durch eine rechnergestützte Simulation eine Feinabstimmung der erforderlichen Parameter denkbar.

6.2 Planspiel zur Überprüfung des Kapazitäts-Pull-Verfahrens

Zur Validierung des Kapazitäts-Pull-Verfahrens wurde ein Planspiel entwickelt, das es ermöglicht, verschiedene Varianten der Steuerung kundenspezifischer Prozesse simulativ abzubilden. Die Durchführung des Planspiels soll einerseits die Funktionsweise des Verfahrens bestätigen, und andererseits die wesentlichen logistischen Zusammenhänge verdeutlichen und die Diskussion mit den Fachexperten unterstützen. In den Abschnitten 6.2.1 und 6.2.2 werden Aufbau und Durchführung des Planspiels erläutert.

6.2.1 Aufbau des Planspiels

Im Planspiel werden von einem dreistufigen Prozess (vgl. Abbildung 6-3), bestehend aus den Leistungseinheiten „Technisches Büro“ (TB), „Arbeitsvorbereitung“ (AV) und „NC-Programmierung“ (NC) im Rahmen der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee drei verschiedene Auftragsstypen sowie je Leistungseinheit interne Aufgaben bearbeitet.

Auftragsstyp A symbolisiert eine einfache Variantenentwicklung mit geringem Arbeitsinhalt, Auftragsstyp B eine einfache Anpassungsentwicklung, und Auftragsstyp C eine aufwändigere Anpassungsentwicklung. Der Arbeitsumfang wird jeweils durch eine bestimmte Anzahl Kästchen verdeutlicht. Jedes Kästchen entspricht dabei einem definierten gelegten, gleich bleibenden Arbeitsinhalt (Arbeitseinheit). Die Leistungseinheiten arbeiten ein fest gelegtes Auftragsaufkommen ab, das je Periode von den gedachten Kunden des Unternehmens bestellt wird. Dies entspricht einer Terminierung nach Kundenwunschtermin ohne Berücksichtigung von Kapazitätsrestriktionen. Grundsätzlich soll das Verfahren zwar die Einhaltung von Lieferterminen gewährleisten, so dass Plan-

Liefertermine zu ermitteln wären. Um das Planspiel jedoch einfach zu halten, werden lediglich die Effekte der zu vergleichenden Verfahren auf die Durchlaufzeit gezeigt.

Jede Leistungseinheit verfügt über eine bestimmte Anzahl Kapazitätskarten, wobei jede Karte eine Arbeitseinheit symbolisiert. Die Anzahl der Kapazitätskarten entspricht der für den Geschäftsprozess Auftragsabwicklung jeweils vorgesehenen Kapazität der Leistungseinheit.

In jeder Periode können nun die vorgesehenen Aufträge frei gegeben und bearbeitet werden, sofern entsprechend der in Kapitel 4.1.3.3 beschriebenen Verfahrensregeln ausreichend Kapazität vorhanden ist. Parallel zur Durchführung des Planspiels werden die Startperioden (Plan und Ist) und Fertigstellungsperioden (Ist) anhand einer Auftragsverfolgungsliste mitprotokolliert. Ebenso werden die Bestände je Leistungseinheit zum Ende jeder Periode dokumentiert. Da mit jeder Runde das Auftragsaufkommen, die Auftragsreihenfolge und die Bearbeitungszeit an jeder Leistungseinheit grundsätzlich gleich bleiben, schlagen Veränderungen des Bestandes über die Liegezeiten direkt auf die Durchlaufzeit durch. Die Wirkung der Bestandsregelung auf die Durchlaufzeiten kann damit simuliert werden.

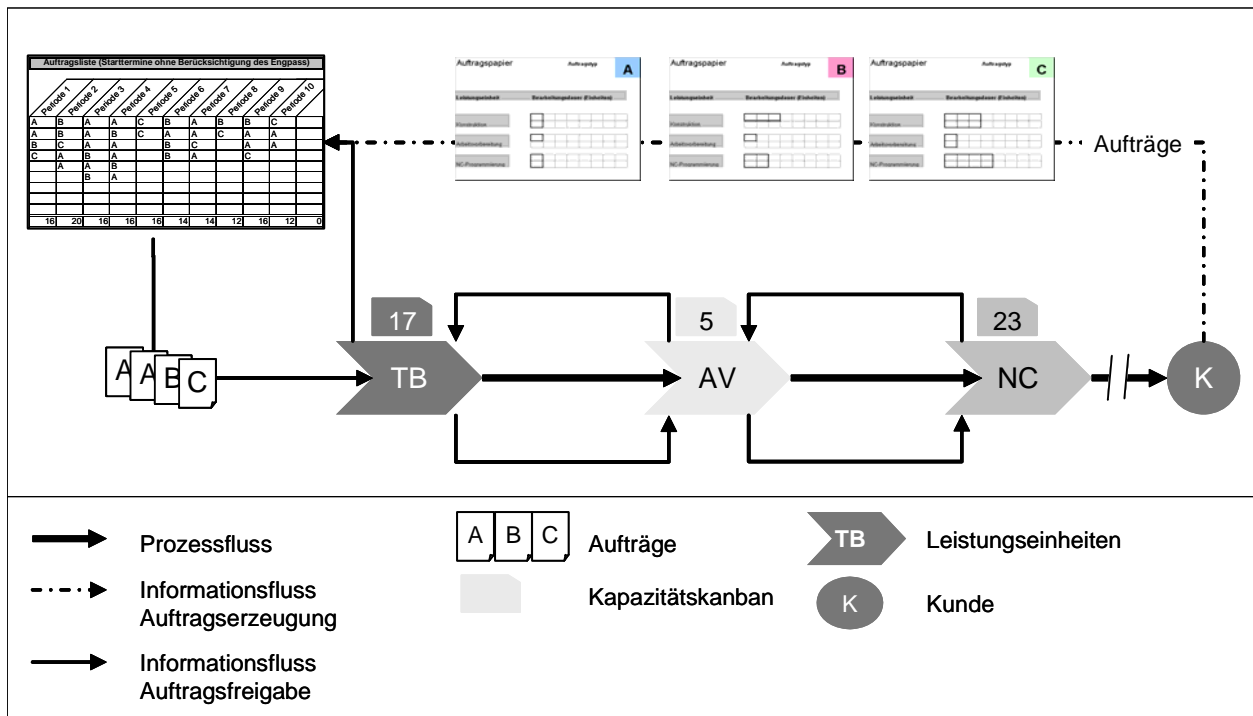


Abbildung 6-3: Startaufstellung des Planspiels zum Kapazitäts-Pull (eigene Darstellung)

6.2.2 Durchführung des Planspiels

Gespielt wird jeweils über sechs bis zehn Perioden. Nach einer ersten Referenzrunde können nun in jeder weiteren Runde, die jeweils etwa 20 Minuten dauert, gezielte Veränderungen an den Parametern vorgenommen werden. Folgende Änderungen sind möglich:

- Reduzierung des Bestands,
- Variation der Anzahl der Haupt-Leistungseinheiten,
- Störungen während der Bearbeitung,
- Ungeplante Erhöhung des Auftragsaufkommens (Eil-Aufträge),
- Veränderungen der Wertigkeit der Karten,
- Veränderung der verfügbaren Kapazität (Erhöhung bzw. Verringerung).

Um die Wirksamkeit des Kapazitäts-Pull grundsätzlich zu zeigen wird das Planspiel mit einem unregelmäßigem One-Piece-Flow (OPF) als Vergleichszustand durchgespielt, bevor das Kapazitäts-Pull-Verfahren mit zwei unterschiedlichen Bestandsgrenzen angewendet wird. Der Vergleich beider Verfahren konzentriert sich auf die Wirkung der Bestandsregelung. In der Praxis ist häufig eine losweise Weitergabe der Aufträge anzutreffen. Diese verlängert die Liegezeiten noch einmal deutlich. Im praktischen Einsatz sind daher noch zusätzliche Verbesserungen der Durchlaufzeiten zu erwarten, die durch die Nutzung des OPF bereits vorweg genommen werden. Bei jedem Verfahren wird jeweils eine Runde ohne und eine mit Störung durchgespielt. Die Störung wird durch einen zusätzlichen Auftrag an Leistungseinheit AV zu Beginn von Periode 3 symbolisiert. Nach jeder Runde werden die Effekte mit den Spielern diskutiert.

6.3 Anwendung am Beispiel eines Herstellers von Getrieben mit kundenspezifischer Adaption einzelner Komponenten (Firma A)

6.3.1 Charakterisierung des betrachteten Leistungsprozesses

Bei Firma A werden Getriebe größtenteils nach Katalog verkauft. Anpassungen beschränken sich weitestgehend auf nicht funktionskritische Bauteile, die bspw. zur Montage an unterschiedliche Motoren angepasst werden müssen. Selten werden umfangreichere Anpassungen im Kundenauftrag vorgenommen. Neu- und Weiterentwicklungen werden kundenunabhängig durchgeführt.

Im Technischen Büro, das die genannten kundenspezifischen Anpassungen im Rahmen der Auftragsabwicklung vornimmt, sind zwei Mitarbeiter zu je etwa 50% mit eben diesen Anpassungen beschäftigt. Weitere drei Mitarbeiter führen im Rahmen der Vertriebsunterstützung technische Machbarkeitsuntersuchungen und Berechnungen durch. Die Qualifikationen der Mitarbeiter sind vergleichbar; lediglich durch die unterschiedliche Spezialisierung sind derzeit bei Aufgabenwechsel gewisse Einarbeitungszeiten zu berücksichtigen. In der Arbeitsvorbereitung ist ein Mitarbeiter zu 50% für die kundenspezifischen Anpassungen abgestellt; der Rest seiner Kapazität und die eines Kollegen wird hauptsächlich für die kundenunabhängigen Neu- und Weiterentwicklungen eingesetzt.

6.3.2 Anwendung der Methode

Bei Firma A handelt es sich um eine beispielhafte Anwendung der Methode im vorgesehenen Einsatzbereich von Anpassungs- und Variantenentwicklungen. Ziele der Anwendung bei Firma A sind einerseits die Überprüfung der Vollständigkeit der Methode und andererseits die Abschätzung der

Wirksamkeit der mit der Methode vorgeschlagenen Maßnahmen, mithin also die Überprüfung der formulierten Thesen.

Schritt 1: Leistung, Prozess und Ressourcen identifizieren

In der technischen Auftragsabwicklung der Firma A wurden drei Leistungsvarianten identifiziert. Variante 1 umfasst einfache Variantenkonstruktionen, bei denen nur Stücklisten geändert werden. Diese machen ca. 75% der Aufträge aus. Bei Variante 2 handelt es sich um Variantenkonstruktionen mit Zeichnungsänderungen; diese machen ca. 25% der Aufträge aus. Sehr selten sind etwas aufwändigere Anpassungen vorzunehmen (Variante 3). Im betrachteten Zeitraum entsprachen sie ca. 2% des Auftragsvolumens. Die Varianten durchlaufen alle mit unterschiedlichen Bearbeitungszeiten den gleichen Prozess.

Der betrachtete Auftragsabwicklungsprozess umfasst die Schritte Konstruktion, Freigabe im Technischen Büro/in der Arbeitsvorbereitung, sowie das Erstellen von Arbeitsplänen und Vorkalkulation. Die Ergebnisse dieser Prozessaufnahme sind in Abbildung 6-4 dargestellt.

Geschäftsprozess: Auftragsabwicklung								
1	Varianten: 1	Einfache Variantenkonstruktion; nur Stücklistenänderung						
2	2	Variantenkonstruktion: Stücklisten- und Zeichnungsänderung						
3	3	Anpassungskonstruktion: Einzelne Bauteile werden in größerem Umfang geändert; Stücklisten und Zeichnungen werden angepasst						
4	Periode:	1 Woche						
5	Prozessschritte der Leistungseinheiten auf Ebene "Stelle"	Artikel gemäß Spezifikation entwickeln	Zeichnungen aus Sicht Entwicklung frei geben (Vier-Augen-Prinzip)	Zeichnungen aus Sicht Arbeitsvorbereitung prüfen und freigeben	Artikel frei schalten	Arbeitspläne und Vorkalkulation erstellen	Aufgabenumfang gesamt	Aufgabenumfang gesamt
6	Name der Leistungseinheit	Technisches Büro	Technisches Büro	Arbeitsvorbereitung	Technisches Büro	Arbeitsvorbereitung	Technisches Büro	Arbeitsvorbereitung
7	Daten zur Prozessbeurteilung							
8	Aufgabenvariante 1	Bearbeitungszeit (min) (Durchschnitt)	15	5	0	5	0	-
9		Häufigkeit pro Periode	20	20	0	20	0	-
10	Aufgabenvariante 2	Bearbeitungszeit (min) (Durchschnitt)	90	15	15	15	30	-
11		Häufigkeit pro Periode	8	8	8	8	8	-
12	Aufgabenvariante 3	Bearbeitungszeit (min) (Durchschnitt)	405	40	40	20	90	-
13		Häufigkeit pro Periode	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-
14	Anzahl verfügbarer Mitarbeiter	Hauptsächlich diese Tätigkeit durchführend	2	1	1	2	1	2
15		In der Lage, diese Tätigkeit durchzuführen (und diese nicht hauptsächlich durchführend)	1	1	1	1	1	1
16		Kapazität pro Mitarbeiter pro Periode (min)	1125	1125	1125	1125	1125	1125
17	Erreichbare Kapazität pro Periode		1222,5	240	140	230	285	1692,5
18	Anteil an der Gesamtkapazität der Leistungseinheit		54%	21%	12%	10%	25%	75%
19	Bewertung kritischer Leistungseinheiten		ok	Risiko	Risiko	Risiko	ok	Risiko
20		Inhaltliches Risiko		x	x	x		
21		Qualifikatorisches Risiko						
22		Kapazitatives Risiko					x	
23		Operatives Risiko						

Abbildung 6-4: Ergebnisse der Prozessaufnahme bei Firma A (eigene Darstellung)

Schritt 2: Verfügbarkeit und Synchronisation unter Normallast herstellen

Bei Firma A wurde das Planspiel mit den an der Validierung beteiligten Mitarbeitern durchgeführt. Gespielt wurden eine unregelmäßige Runde sowie zwei bestandsregelmäßige Runden mit unterschiedlichen Bestandsgrößen. Die Resonanz war grundsätzlich positiv. Auch wenn Firma A bereits über kurze Bearbeitungs- und vor allem Durchlaufzeiten verfügte, wurde das Verfahren als sinnvolle Unterstützung bei der weiteren Verkürzung und Einhaltung der Durchlaufzeiten angesehen. Vor allem der im Planspiel verarbeitete Aspekt des One-Piece-Flow führte zu intensiven Diskussionen bzgl. der verwendeten Losgröße.

Schritt 3: Verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten und Belastungsszenarien identifizieren

Die Ergebnisse der Überprüfung des Prozesses auf verfügbarkeitskritische Prozessschritte bzw. Leistungseinheiten sind ebenfalls in Abbildung 6-4 dargestellt. Kapazitive und Qualifikatorische Risiken wurden aus den gesammelten Daten berechnet; die Einordnung als inhaltliches oder operatives Risiko wurde im Rahmen von Interviews mit den Prozessbeteiligten anhand der in Kapitel 5.3.1 beschriebenen Kriterien vorgenommen. Inhaltliche Risiken wurden bei den Prozessschritten „Freigabe der Zeichnungen“ durch die Leistungseinheiten Entwicklung und Arbeitsvorbereitung, sowie bei der Freischaltung der Artikel durch das Technische Büro identifiziert. Kapazitive Risiken bestanden auf ersten Blick nicht. Nachdem die Arbeitsinhalte der Leistungseinheit Technisches Büro über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess jedoch gesammelt betrachtet wurden (Spalte „Aufgabenumfang gesamt/Technisches Büro“ in Abbildung 6-4), konnte bei dieser Leistungseinheit ein kapazitives Risiko festgestellt werden. Daher wurde für diese Leistungseinheit die Definition verfügbarkeitssichernder Maßnahmen als erforderlich angesehen.

Schritt 4: Verfügbarkeitssicherung gestalten

Als Grundlage der Festlegung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen wurde bei Leistungseinheit Technisches Büro eine Aufgabenaufnahme durchgeführt. Über eine Woche hinweg protokollierten die beiden Mitarbeiter Häufigkeit und Dauer der bei ihnen anfallenden Aufgaben, soweit gültig verteilt über die drei Auftragsvarianten. Die Struktur der Aufgaben wurde hierbei in vorbereitenden Gesprächen mit den Mitarbeitern so gestaltet, dass einerseits die wesentlichen Aufgaben der Leistungseinheit im Aufnahmebogen vorgegeben waren (selbstverständlich mit der Möglichkeit, diese im Bedarfsfall zu ergänzen) und andererseits anschließend ohne zusätzlichen Aufwand eine Bewertung bzgl. der Verteilbarkeit erfolgen konnte. In Abbildung 6-5 auf der folgenden Seite sind die Ergebnisse der Aufgabenaufnahme der Leistungseinheit Technisches Büro auszugsweise dargestellt.

Parallel dazu wurde, ebenfalls gemeinsam mit den Mitarbeitern, ihre jeweilige Qualifikation in Bezug zu den anfallenden Aufgaben bestimmt. Hierbei wurde wie in der Prozessaufnahme unterschieden zwischen Mitarbeitern, die die Aufgabe regelmäßig durchführen (im Arbeitsblatt mit „x“ markiert), solchen, die die Aufgabe zwar durchführen können, aber dies nicht regelmäßig tun (im Arbeitsblatt mit „o“ markiert), und solchen die diese Aufgabe nicht durchführen können (im Arbeitsblatt mit „-“ markiert). In diesen Gesprächen wurde bereits über die mögliche Zusammensetzung einer virtuellen Leistungseinheit diskutiert, sowie eine gemeinsame Bewertung der Verteilbarkeit vorgenommen (vgl. auszugsweise Abbildung 6-6 auf der folgenden Seite).

Leistungseinheit "Technisches Büro" (Firma A)																	
Varianten: 1		Einfache Variantenkonstruktion; nur Stücklistenänderung															
2		Variantenkonstruktion: Stücklisten- und Zeichnungsänderung															
3		Anpassungskonstruktion: Einzelne Bauteile werden in größerem Umfang geändert; Stücklisten und Zeichnungen werden angepasst															
Periode:		1 Woche															
Nr.	Prozessschritte/ Prozesse	Arbeitsschritte	Aktivitäten	Zeiten und Häufigkeiten	Erforderliche Kapazität pro Periode	Teilsommen	Bewertung bzgl. der Verteilbarkeit	Qualifikationsanforderungen	Verfügbare Mitarbeiter	Physische Leistungseinheit X: hauptsächlich mit dieser Aufgabe betraut O: kann die Aufgabe bei Bedarf ausführen				Virtuelle Leistungseinheit (1.Ordnung)			
							(siehe gesondertes Tabellenblatt)	besonderes explizit benötigtes Vorwissen		MA 1	MA 2	MA 3	FK 1	MA V1 (Berechnung)	MA V2 (Entwicklung)	MA V3 (Entwicklung)	MA V4 (Azubi)
1.	Auftragsabwicklung						7	0		X	X	-	O	O	O	O	O
1.1		Auftrag klären				1555	0			X	X	-	O	O	O	O	O
1.2		Zeichnungen erstellen			630		7	CAD		X	X	-	O	O	O	O	O
1.3		Stücklisten erstellen			445		7	PLM		X	X	-	O	O	O	O	O
1.4		Freigabe durch TB durchführen (Zeichnungen prüfen) (Vier-Augen-Prinzip)			240		8	PLM		X	X	-	O	O	O	O	-
1.5		Artikel freigeben			240		9	PLM		X	X	-	O	O	O	O	O
1.6		Allgemeine auftragsbezogene Dokumentation führen			0	270	12			X	X	O	O	-	-	-	O
1.6.1			Adapterplattenlisten führen		120		12	Excel		X	X	O	O	-	-	-	O
1.6.2			Dokumentation der Aufträge		150		12	Excel		X	X	O	O	-	-	-	O
1.7		Technische Klärungen durchführen			240	240	8	-		X	X	-	O	O	O	O	-
2.	Vertriebsunterstützung				0	120	9			X	X	-	O	-	-	-	-
2.1		Produktkommission			30		8	-		X	X	-	O	-	-	-	-
2.2		Vorläufige Maßblätter erstellen			90		12	CAD		X	X	-	O	O	O	O	O
3.	Produktpflege				0	780	6			X	X	-	O	-	-	-	-
								CAD, PLM		X	X	-	O	O	O	O	O
										X	-	O	O	-	-	-	-

Abbildung 6-5: Ergebnisse der Aufgabenaufnahme bei Firma A (Auszug; eigene Darstellung)

Verfügbarkeitssicherung													
Leistungseinheit "Technisches Büro" (Firma A)													
Nr.	Prozessschritte/ Prozesse	Arbeitsschritte	Aktivitäten	Gesamtbewertung der Verteilbarkeit	Bewertung der KO-Kriterien				Bewertung der Verteil				
					KO!!!!	ist die Aufgabe so abgegrenzt, dass das Ergebnis von einem Dritten weiter verwendet werden kann, ohne dass er sich mit dem Lösungsweg auseinandersetzen muss?	ist das Verhältnis von zeitlichem Verlagerungsaufwand zu zeitlichem Aufgabenumfang ausreichend gering? (stellt es eine echte Entlastung dar?)	ist es keine direkte Führungsaufgabe (Personalverantwortung, Richtungsentscheidung)?	Wie weit ist die Aufgabe von der eigentlichen Leistungserstellung entfernt?	Wie sind die Qualifikationsanforderungen?	Liegt die Aufgabe am Anfang oder Ende des nächsthöheren Arbeitsschrittes?		
1.	Auftragsabwicklung			7	Weiter	1	1	1	1	1	1	1	1
1.1		Auftrag klären		0	STOP	1	0	1					
1.2		Zeichnungen erstellen		7	Weiter	1	1	1	1	1	1	1	1
1.3		Stücklisten erstellen		7	Weiter	1	1	1	1	1	2	0	
1.4		Freigabe durch TB durchführen (Zeichnungen prüfen) (Vier-Augen-Prinzip)		8	Weiter	1	1	1	1	1	2	1	
1.5		Artikel freigeben		9	Weiter	1	1	1	1	1	3	1	
1.6		Allgemeine auftragsbezogene Dokumentation führen		12	Weiter	1	1	1	1	3	4	1	
1.6.1						1	1	1	1	3	4	1	
								1	1	3	4	1	

Abbildung 6-6: Bewertung der Aufgaben bei Firma A hinsichtlich Verteilbarkeit (Auszug; eigene Darstellung)

Auf Basis dieser Vorarbeiten wurden in einem Expertenworkshop bestehend aus Mitarbeitern und Führungskraft der Leistungseinheit Technisches Büro, dem verantwortlichen Mitarbeiter Arbeitsvorbereitung, sowie potenziellen Mitgliedern der virtuellen Leistungseinheit simulativ verfügbarkeitssichernde Maßnahmen beschrieben.

Erster Schritt war die Festlegung klarer Vertretungsregelungen bei den drei inhaltlich verfügbarkeitssichernden Prozessschritten. Hierbei wurde neben einem Mitarbeiter aus dem Bereich Vertriebsunterstützung/Berechnung als Mitglied der virtuellen Leistungseinheit auch die Führungskraft des Technischen Büros mit eingebunden. Hierzu war für beide Personen eine Erweiterung der bestehenden Lizenzen für das Produktdatenmanagement-System erforderlich.

Anschließend wurde für das Technische Büro die Belastungsmatrix aufgestellt und schrittweise verfügbarkeitssichernde Maßnahmen festgelegt. Hierbei wurde nicht von den aktuellen Möglichkeiten ausgegangen, sondern bewusst alle theoretisch in Betracht kommenden Möglichkeiten genutzt. Zu jeder Maßnahme wurden entsprechend dem Konzept der adaptiven Fokussierung die Aufgaben und Aktivitäten zusammengestellt, die bei der Nutzung dieser Maßnahme zur Verteilung gelangen können. Die Ergebnisse dieses Arbeitsschrittes sind in Abbildung 6-7 in Auszügen dargestellt. Im Vordergrund der Maßnahmendefinition stand die Nutzung der virtuellen Leistungseinheit, bestehend aus einem Mitarbeiter der Berechnung sowie zwei Mitarbeitern aus der Entwicklung, sowie die Entlastung der Mitarbeiter von den umfangreichen organisatorischen Aufgaben und Nebentätigkeiten durch die Einbindung der Teamassistentin des Technischen Büros. Zu den eingesetzten Mitarbeitern wurden jeweils Kosteninformationen hinterlegt.

Verfügbarkeitssicherung																			
Leistungseinheit "Technisches Büro" (Firma A)																			
Nr.	Beschreibung der Maßnahme	Vorlaufzeit	Unterstützende Mitarbeiter Physische Leistungseinheit				Unterstützende Mitarbeiter Virtuelle Leistungseinheit (1.Ordnung)				Betroffene Aufgaben	Nr. Prozessschritt Arbeitsschritte	1.	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
			MA 1 60 €/h	MA 2 60 €/h	MA 3 (Teamassistentenz) 40 €/h	FK 60 €/h	MA V1 (Berechnung) 60 €/h	MA V2 (Entwicklung) 60 €/h	MA V3 (Entwicklung) 60 €/h	MA V4 (Auszubildender) 40 €/h									
1	Nacharbeit am Ende des Arbeitstages im Rahmen der Gleitzeitregelung (bis zu 3 Tagen)	0 Tage	MA 1 (abwechselnd)	MA 2 (abwechselnd)	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-
1a	Nacharbeit am Ende des Arbeitstages im Rahmen der Gleitzeitregelung (bis 1 Woche)	2 Tage	MA 1 (abwechselnd)	MA 2 (abwechselnd)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1b	Nacharbeit am Ende des Arbeitstages im Rahmen der Gleitzeitregelung (bis 2 Wochen)	1 Woche	MA 1 (abwechselnd)	MA 2 (abwechselnd)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Nacharbeit am Ende des Arbeitstages im Rahmen der Gleitzeitregelung	0 Tage	MA 1 (gemeinsam)	MA 2 (gemeinsam)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Maßnahme 2; zusätzlich Unterstützung durch Teamassistentin und Mitarbeiter aus Berechnung; ggf. auch Einsatz des Vorgesetzten	0 Tage	MA 1 (gemeinsam)	MA 2 (gemeinsam)	MA 3	-	-	MA V1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Maßnahme 2; zusätzlich Unterstützung durch Teamassistentin und Mitarbeiter aus Berechnung; alternativ. Einsatz des Vorgesetzten	1 Tag	MA 1 (abwechselnd)	MA 2 (abwechselnd)	MA 3	FK	-	MA V1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Leistungseinheit "Technisches Büro" (Firma A)					
Belastungsmatrix		Dauer der Belastung			
		1T	2-3 Tage	bis 1 Woche	1-2 Wochen
Umfang der Belastung	bis 2 h	1	1	1a	1b
	2-4 h	2	2	5 6	9
	4-8 h	3	4	6 7 8	9

Abbildung 6-7: Belastungsmatrix und verfügbarkeitssichernde Maßnahmen bei Firma A (Auszug; eigene Darstellung)

Schritt 5: Verfügbarkeitssicherung anwenden

Bei Firma A kommt aufgrund der kurzen Zyklen, der kurzen, gut abschätzbaren Bearbeitungszeiten und des hohen Auftragsaufkommens die Anwendung des Kapazitäts-Pull-Verfahrens in Betracht. Eine Erweiterung der bereits bestehenden groben Kapazitätsplanung wurde ausgeschlossen, da bereits heute Kapazitätsbedarf und -angebot aus Sicht des Unternehmens ausreichend gut aufeinander abgestimmt sind. Eine halbtägliche Überprüfung des Auftragsfortschritts zur Rückstandsmessung wurde als sinnvoll erachtet. Personalausfall und „Chefaufträge“ wurden als Auslöser einer ereignisorientierten Kapazitätsanpassung festgelegt.

6.3.3 Erkenntnisse aus der Anwendung bei Firma A

Firma A verfügte bereits über eine gute Basis bzgl. der Durchlaufzeiten, da Kundenaufträge bereits in der Ausgangssituation gegenüber allen anderen Aufgaben priorisiert wurden. Nach Durchführung des Planspiels waren die Teilnehmer einhellig der Meinung, dass das beschriebene Kapazitäts-Pull-Verfahren zusätzlich positive Effekte auf die Durchlaufzeiten hat. Insbesondere die Möglichkeit einer frühzeitigen Erkenntnis von zusätzlichem Kapazitätsbedarf durch eine periodische Rückstandsregelung wurde positiv beurteilt. Die Bedeutung eines bereits stabil laufenden Prozesses, also die Umsetzung der vorgeschalteten Aspekte des plug&perform-Konzeptes wurde hervorgehoben.

Die Potenziale der adaptiven Fokussierung bei der betrachteten Leistungseinheit Technisches Büro konnten aufgezeigt werden. Überraschend waren für die Mitarbeiter die Ergebnisse der Aufgabenaufnahme, vor allem der hohe Anteil organisatorischer Aufgaben sowie die hohen Werte bzgl. der Verteilbarkeit der eigenen Aufgaben. Nur zwei Einzelaufgaben mit knapp 15% Anteil an der Gesamtkapazität der Leistungseinheit wurden als tatsächliche Spezialistentätigkeit eingeordnet. Aufgrund dieser Ergebnisse wurden die Möglichkeiten begrüßt, die die adaptive Fokussierung bei kurzfristigen Belastungsspitzen eröffnet.

Bei den verfügbarkeitssichernden Maßnahmen wurde bei Firma A viel auf Überstunden zurückgegriffen. Zusätzlich wurden jedoch die Einsatzmöglichkeiten unterstützender Kräfte konkretisiert, so dass zukünftig sowohl der Zugriff als auch der Einsatz gezielter erfolgen kann.

6.4 Anwendung am Beispiel eines Herstellers von Elektromotoren mit hohem Anteil kundenspezifischer Varianten und Anpassungen (Firma B)

6.4.1 Charakterisierung des betrachteten Leistungsprozesses

Bei Firma B handelt es sich um eine stark im Projektgeschäft tätige Geschäftseinheit des betrachteten Unternehmens. Das Produktspektrum umfasst Servomotoren für unterschiedlichste Anwendungen. Die Produkte werden größtenteils kundenspezifisch entwickelt und meistens in Klein- bzw. Kleinstserie produziert. Nur einige wenige dieser kundenspezifischen Produkte werden über mehrere Jahre in Serie gefertigt.

Die Entwicklung beschäftigt 15 Mitarbeiter, von denen vier in der Vorentwicklung, drei in der Berechnung, vier in der CAD-Konstruktion sowie vier im Prototypenbau tätig sind. Die Qualifikationen der Mitarbeiter innerhalb der vier Gruppen sind jeweils annähernd gleich; lediglich im Bereich CAD-

Konstruktion gibt es insofern Erfahrungsunterschiede, als eine Mitarbeiterin (MA 4) erst vor kurzem aus der Ausbildung übernommen wurde. Zusätzlich steht der CAD-Konstruktion zeitweise ein weiterer Auszubildender zum Technischen Zeichner zur Verfügung.

In der Arbeitsvorbereitung steht ein Mitarbeiter für die Bearbeitung der Produkte dieser Geschäftseinheit zur Verfügung. Es kann auf einen weiteren Mitarbeiter zurückgegriffen werden, der für eine andere Geschäftseinheit arbeitet. In der NC-Programmierung sind insgesamt vier Mitarbeiter sowie eine Führungskraft beschäftigt. Von diesen sind zwei Mitarbeiter für die betrachtete Geschäftseinheit abgestellt.

6.4.2 Anwendung der Methode

Die Anwendung der Methode konzentrierte sich bei Firma B auf die Identifikation verfügbarkeitssichernder Maßnahmen. Ziel der Anwendung war, auszuloten, inwieweit die Anwendung der Methode und insbesondere der adaptiven Fokussierung auch auf Fälle ausgedehnt werden kann, in denen in größerem Umfang aufwändige Anpassungen und Neuentwicklungen vorgenommen werden. Auf die Darstellung der Ergebnisse im Einzelnen wird aus Platzgründen an dieser Stelle verzichtet und auf die entsprechenden Abbildungen in Abschnitt 6.3.2 verwiesen.

Schritt 1: Leistung, Prozess und Ressourcen identifizieren

In der technischen Auftragsabwicklung der Firma B wurden drei Leistungsvarianten identifiziert. Variante 1 umfasst einfache Varianten- und Anpassungskonstruktionen mit jeweils ca. fünf geänderten Artikelcodes (Einzelteilen). Sie machen ca. 60% der Endprodukte aus. Variante 2, ca. 30% der Endprodukte, umfasst Anpassungskonstruktionen mit je ca. zehn geänderten Artikelcodes. Variante 3 beschreibt Neuentwicklungen mit jeweils etwa 20 geänderten Artikelcodes. Letztere machen bzgl. der Anzahl an Endprodukten nur ca. 10% aus. Die Varianten durchlaufen alle den gleichen Prozess, erfordern jedoch aufgrund der jeweiligen inhaltlichen Komplexität bzw. des jeweiligen Entwicklungsumfangs unterschiedliche Bearbeitungszeiten.

Der betrachtete Auftragsabwicklungsprozess umfasst die Schritte Vorentwicklung, Auftragsannahme, CAD-Konstruktion, Freigabe TB/AV, Arbeitsvorbereitung und NC-Programmierung. Nach der NC-Programmierung erfolgt der Übergang in die Produktion, der Prozess der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee ist somit mit diesem Schritt abgeschlossen.

Schritt 2: Verfügbarkeit und Synchronisation unter Normallast herstellen

Auch bei Firma B wurde das Planspiel durchgespielt. Die Mitarbeiter sahen das Verfahren als grundsätzlich machbar an; für die eigene Arbeit hatten sie jedoch Bedenken wegen der häufigen exogenen Unterbrechungen, die eine planmäßige Abarbeitung der Aufträge stark behindern. Darüber hinaus ist bei Firma B aufgrund der langen und unsicheren Bearbeitungszeiten das Kapazitäts-Pull-Verfahren grundsätzlich nicht ohne weiteres anwendbar. Bei der Prozessaufnahme wurde darüber hinaus festgestellt, dass vor Anwendung des Kapazitäts-Pull zunächst die Umsetzung der vorgeschalteten Aspekte des plug&perform-Konzeptes, namentlich klare Schnittstellenvereinbarungen und Aufgabenbeschreibungen, erforderlich wäre.

Schritt 3: Verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten und Belastungsszenarien identifizieren

Die Überprüfung des Prozesses auf verfügbarkeitskritische Prozessschritte und Leistungseinheiten zeigte, dass inhaltliche Risiken bei den Prozessschritten „Freigabe der Zeichnungen“ durch die Leistungseinheiten Entwicklung und Arbeitsvorbereitung bestanden. Kapazitive Risiken wurden bei Konstruktion und NC-Programmierung an den entsprechenden Leistungseinheiten festgestellt.

Schritt 4: Verfügbarkeitssicherung gestalten

Zur Vorbereitung der Festlegung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen wurde bei den Mitarbeitern der Leistungseinheiten CAD-Konstruktion und NC-Programmierung eine Aufgabenaufnahme durchgeführt. Über eine Woche hinweg protokollierten die Mitarbeiter Häufigkeit und Dauer der bei ihnen anfallenden Aufgaben. Die Struktur der Aufgaben wurde hierbei in vorbereitenden Gesprächen mit den Gruppenleitern bereits so aufgebaut, dass einerseits die wesentlichen Aufgaben der Leistungseinheit bereits im Aufnahmebogen vorgegeben waren (selbstverständlich mit der Möglichkeit, diese im Bedarfsfall zu ergänzen) und andererseits anschließend ohne zusätzlichen Aufwand eine Bewertung bzgl. der Verteilbarkeit erfolgen konnte.

Parallel dazu wurde ebenfalls in Gesprächen mit den Gruppenleitern die Qualifikation der Mitarbeiter hinsichtlich der anfallenden Aufgaben bestimmt. In diesen Gesprächen wurden bereits potenzielle Mitglieder einer virtuellen Leistungseinheit vorgeschlagen. Auch die Bewertung der Verteilbarkeit erfolgte in Zusammenarbeit mit den Gruppenleitern.

Ergänzend erfolgte eine Aufgabenaufnahme und Bewertung bzgl. der Verteilbarkeit auch in den anderen, nicht verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten, d.h. in Vorentwicklung und Arbeitsvorbereitung. Dies diente dazu, die Anwendbarkeit der Verteilbarkeitsbewertung auch für diese Fachbereiche zu überprüfen.

Auf Basis dieser Vorarbeiten wurde in einem Expertenworkshop, bestehend aus Vertretern der am betrachteten Prozessumfang beteiligten Leistungseinheiten, simulativ die Festlegung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen für die als kritisch eingestuften Prozessschritte bzw. Leistungseinheiten vorgenommen. Zunächst wurden bei den inhaltlich verfügbarkeitskritischen Prozessschritten klare Vertreterregelungen getroffen. Damit verbunden war die Aufforderung zu einer engen Abstimmung der Anwesenheitszeiten. Die Mitarbeiter im Bereich Arbeitsvorbereitung gingen dabei sogar so weit, eine zeitlich um zwei Stunden versetzte tägliche Anwesenheit einzuplanen. Ergänzende Qualifizierungsmaßnahmen waren nicht erforderlich.

Anschließend wurden für die als kapazitätskritisch eingestuften Leistungseinheiten die Belastungsmatrizen aufgestellt und schrittweise verfügbarkeitssichernde Maßnahmen festgelegt. Auch hier wurden wie bei Firma A bewusst alle theoretisch in Betracht kommenden Möglichkeiten genutzt. Für die CAD-Konstruktion wurde ein großes Potenzial der Nutzung der virtuellen Leistungseinheit in Zusammenarbeit mit einer in einem ähnlichen Fachgebiet arbeitenden Geschäftseinheit des gleichen Unternehmens offenbar. Ebenso wurde deutlich, dass die Zusammenarbeit mit Ingenieurbüros zu intensivieren ist, um mehr als die sehr kurzfristigen Kapazitätsspitzen abzudecken. Darüber hinaus wurde aufgrund des hohen Anteils an die Konzentration beeinträchtigenden organisatorischen und Nebentätigkeiten intensiv die Möglichkeiten einer rotierenden Übernahme solcher Aufgaben durch die aktuellen Mitarbeiter der Leistungseinheit bzw. einen organisatorischen Springer diskutiert.

Für die Leistungseinheit NC-Programmierung wurde ergänzend zur mittelfristigen Ursachenbehebung festgelegt, einen weiteren Mitarbeiter für die Erstellung einfacher NC-Programme auszubilden, da bei dieser Leistungseinheit durch die Entlastung von organisatorischen Aufgaben nur wenig Spielraum identifiziert werden konnte.

Schritt 5: Verfügbarkeitssicherung anwenden

Da bei der Firma B das Kapazitäts-Pull-Verfahren und somit eine Rückstandsregelung auf Basis des Bestands nicht sinnvoll war, wurde zur Anwendung der Verfügbarkeitssicherung eine tägliche Überprüfung des Auftragsfortschritts auf Basis individueller Projektpläne vorgesehen. Dieses Intervall ist bei einer Betrachtung nach Artikelcodes (Einzelteilen) für alle Auftragsvarianten sinnvoll, auch wenn die größeren Projekte eher wochengenaue Lieferzeiten erfordern. Zur Erhöhung der Transparenz sollte verstärkt darauf geachtet werden, dass die Mitarbeiter nur jeweils ein Projekt gleichzeitig bearbeiten.

6.4.3 Erkenntnisse aus der Anwendung bei Firma B

Auch durch die Anwendung der Methode bei der Firma B zeigte sich die hohe Bedeutung eines einigermaßen stabilen Prozesses für die Anwendung des Kapazitäts-Pull-Verfahrens. Wichtiger Beitrag seitens der Anwender war die Frage, wie häufige Störungen und Unterbrechungen mit dem Verfahren behandelt werden. Hier können sowohl Verfahren als auch Planspiel erweitert werden, um auch diese Facette des Arbeitsalltags in der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee eines mittelständischen Unternehmens abzubilden. Bei Firma B konnten die verfügbarkeitskritischen Prozessschritte bzw. Leistungseinheiten ebenfalls problemlos identifiziert werden.

Positiv zu vermerken war die Erkenntnis, dass die Bewertung hinsichtlich Verteilbarkeit bei allen betrachteten Leistungseinheiten funktioniert, d.h. sie ist offensichtlich ohne Einschränkungen für den betrachteten Prozessabschnitt produktionsreife Konkretisierung der Produktidee anwendbar. Der identifizierte Spielraum zur adaptiven Fokussierung kann als ausreichend beurteilt werden.

Die Definition verfügbarkeitssichernder Maßnahmen unter Berücksichtigung der adaptiven Fokussierung war einwandfrei möglich. Bei der Definition der Maßnahmen war bei den teilnehmenden Experten jedoch noch eine hohe Konzentration auf die Fachaufgaben festzustellen. Das Bewusstsein für die Bedeutung und Verteilbarkeit von nachgeordneten Aufgaben war offensichtlich noch nicht sehr stark ausgeprägt, konnte jedoch im Laufe der Workshops gestärkt werden und fand ein positives Echo. Die Experten teilten die Meinung, dass durch eine Vorbereitung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen erhebliche Reaktionszeit gewonnen werden kann. In der Diskussion wurde die Wichtigkeit der Klärung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für virtuelle Leistungseinheiten hervorgehoben. Als Alternative für die Rückstandsregelung auf Basis des abgearbeiteten Bestandes wurde auf die Möglichkeit verwiesen, den Rückstand anhand des Arbeitsfortschritts nach Projektplan zu messen.

6.5 Zusammenführung der Erkenntnisse aus der Anwendung der Methodik

Abschließend werden nun die Ergebnisse der Validierung zusammen geführt und schrittweise die Bestätigung der formulierten Hypothesen abgeleitet. Zunächst werden die Ergebnisse der Validierung der drei inhaltlichen Hypothesen 1 bis 3 dargestellt (Abschnitte 6.5.1, 6.5.2, 6.5.3), bevor abschließend die Validierung der Methode insgesamt festgestellt werden kann (Abschnitt 6.5.4).

6.5.1 Erkenntnisse zum Kapazitäts-Pull-Verfahren (Hypothese 1)

Die Validierung der Verfahrensregeln des Kapazitäts-Pull-Verfahrens erfolgte mit einer eigenen Versuchsgruppe, um die Validierung des Verfahrens selbst von der Diskussion über die Anwendbarkeit in den Beispielunternehmen zu trennen. Abbildung 6-8 zeigt die Ergebnisse der verschiedenen Verfahren jeweils *ohne* und *mit* Störung.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Kapazitäts-Pull-Verfahren prinzipiell funktionsfähig ist. Im Folgenden werden die Effekte beschrieben, die im Einzelnen im Vergleich mit anderen Verfahren erzielt wurden. Hier ist voraus zu schicken, dass aufgrund des Planspiel-Designs nicht die eigentlich zu verbessernde Größe „Liegezeit“ gemessen werden kann, sondern nur die Durchlaufzeit. Da jedoch Auftragsaufkommen und Bearbeitungszeiten in jeder Runde gleich bleiben, können die Veränderungen der Durchlaufzeit auf Veränderungen der Liegezeit zurückgeführt werden.

	One-Piece-Flow ohne Bestandsgrenze		Kapazitäts-Pull mit Bestandsgrenze 1 Periode		Kapazitäts-Pull mit Bestandsgrenze 0,5 Perioden	
	ohne Störung	mit Störung	ohne Störung	mit Störung	ohne Störung	mit Störung
Mittlere Durchlaufzeiten (Perioden)						
DLZ Ist	0,926	1,074	0,926	0,963	0,778	0,815
DLZ ggü. Plan-Start-Termin	0,926	1,074	0,926	1,185	1,222	1,667
Anzahl Startverzögerungen	0	0	0	6	12	19
Mittlere Bestände (Arbeitseinheiten)						
Technisches Büro	0,0	0,0	0,0	2,3	6,3	11,3
Arbeitsvorbereitung	1,2	1,5	1,2	1,7	1,8	1,3
NC-Programmierung	10,7	9,7	10,7	6,3	3,0	2,5
Periode, in der weitere Auftragsfreigaben blockiert werden	keine Blockade	keine Blockade	keine Blockade	3	2	2

Abbildung 6-8: Ergebnisse des Planspiels zum Kapazitäts-Pull *ohne* und *mit* Störung (eigene Darstellung)

Zwischen der Bearbeitung nach One-Piece-Flow und nach Kapazitäts-Pull mit Bestandsgrenze (BG) eine Periode ergibt sich in der Normalsituation kein Unterschied bzgl. der durchschnittlichen Durchlaufzeiten (DLZ-Ist und DLZ-Planstart). Das Kapazitäts-Pull mit niedriger Bestandsgrenze

(0,5 Perioden) verursacht wegen der häufigen Blockaden deutlich höhere DLZ-Ist und DLZ-Planstart. Hiermit zeigt sich bereits, dass die Bestandsgrenze mit 0,5 Perioden zu niedrig dimensioniert ist.

Auch die Bestände unterscheiden sich in der Normalsituation nicht zwischen OPF und Kapazitäts-Pull (1 Periode). Bei niedriger Bestandsgrenze werden die Bestände allerdings bereits in der Normalsituation bis vor die erste Leistungseinheit vor gezogen. Hinsichtlich der Auftragsfreigabe erfolgen keine Blockaden und dementsprechend auch keine Startverzögerungen bei OPF und Kapazitäts-Pull (1 Periode); bei niedriger Bestandsgrenze werden dagegen bereits zwölf mal Aufträge blockiert, d.h. eine Periode zu spät eingesteuert.

Beim Auftreten einer Störung schneidet OPF hinsichtlich DLZ-Planstart gegenüber den Kapazitäts-Pull-Varianten besser ab, aber schlechter hinsichtlich DLZ-Ist. Das bessere Abschneiden des Kapazitäts-Pull bei DLZ-Ist zeigt, dass die drei Leistungseinheiten besser aufeinander abgestimmt sind. Das Kapazitäts-Pull-Verfahren sorgt also dafür, dass die Durchlaufzeiten ab Bearbeitungsbeginn niedrig gehalten werden, während ohne Bestandsregelung einfach weiter gearbeitet wird. Die Bestände werden durch das Kapazitäts-Pull nach vorne gezogen, so dass bereits in Periode 3 (bzw. 2) durch die Blockade von Aufträgen an Leistungseinheit TB deutlich wird, dass eine Störung vorliegt. Die entsprechenden Kapazitäten von TB können dann anderweitig für interne Aufträge verwendet werden oder eine Kapazitätserhöhung bei AV eingeleitet werden. Diese wurde im Planspiel nicht vorgenommen, würde aber dafür sorgen, dass die Leistung an AV erhöht wird und der Rückstand abgebaut wird.

Ohne Bestandsgrenze wird kein Auftrag blockiert. Mit $BG = 1$ erfolgen beim Auftreten der Störung Blockaden bei der Auftragsfreigabe. Bei der kleineren $BG = 0,5$ ergibt sich keine Veränderung gegenüber der Situation ohne Störung.

Auch wenn die Ergebnisse nur auf einer sehr groben Simulation beruhen, zeigen sie doch die Wirkung einer Bestandsregelung. Bestände werden weiter nach vorne gezogen, so dass bei Störungen früher eine Information erfolgt und der Kapazitätseinsatz angepasst werden kann. Die Bestandsregelung zeigt Verbesserungsmöglichkeiten der DLZ-Ist bei Störungen auf, wenn entsprechend die Kapazität angepasst wird. Allerdings zeigt bereits das einfache Planspiel die Bedeutung der richtigen Dimensionierung der Bestandsgrenze. Die beiden gewählten Varianten ($BG = 1$ Periode; $BG = 0,5$ Perioden) weisen doch deutliche Leistungsunterschiede bzgl. Durchlaufzeiten auf.

Ergänzend zu diesen quantitativen Ergebnissen werden im Folgenden die wesentlichen Erkenntnisse aus der Diskussion mit den verschiedenen Experten zusammengefasst.

Der Vorteil des Verfahrens gegenüber der OPF-Abarbeitung zeigt sich erst bei Störungen. Bei einem ruhigen, unterausgelasteten Fluss ist es schwierig, den Vorteil des Kapazitäts-Pull zu verdeutlichen. Im Planspiel sollten daher mehr Störungssituationen eingebaut werden, um die Vorteile zu zeigen und die Diskussion anzuregen. Ebenfalls sollte eine losweise Verarbeitung als Vergleichszustand vorgesehen werden.

Mehrfach wurde der Vorteil einer genaueren Steuerung und vor allem Rückstandsmessung auf die Arbeitszeiten diskutiert. Einerseits sorgen die Vorgaben dafür, dass die aufgewendete Arbeitszeit nicht über Gebühr anwächst. Andererseits hilft die Rückstandsmessung, Abweichungen frühzeitig zu erkennen. Bei Firma B beispielsweise wurden die Bearbeitungszeiten immer wieder unterschätzt, d.h.

zu kurz eingeplant. Von der Rückstandsmessung wurden hier Vorteile bzgl. einer schnelleren Einleitung von Korrekturmaßnahmen erwartet.

Als Einschränkung für die Einhaltung der durch das Kapazitäts-Pull-Verfahren umgesetzten Planung wurden vorgebracht, dass Störungen und Änderungen der Prioritäten den planmäßigen Ablauf doch immer wieder gefährden. Hier wird die erforderliche Kombination mit der ebenfalls entwickelten Verfügbarkeitssicherung deutlich. Das Kapazitäts-Pull-Verfahren zeigt Störungen jedoch früher und deutlicher auf als ohne Bestandsregelung. Es sollte daher gerade in Prozessen mit vielen Störungen eingesetzt werden, um deren Auswirkungen aufzuzeigen und ihnen neben arbeitsorganisatorischen Maßnahmen durch eine flexible Kapazitätssteuerung entgegen zu wirken.

Um Blockaden zu verhindern kann bei niedriger Bestandsgrenze auch eine rollierende Weitergabe von Kapazitätskanban zwischen den Leistungseinheiten erfolgen. Eine Nachfolger-Leistungseinheit gibt die Karten bereits nach erfolgter Teil-Bearbeitung zurück. Eine Vorgänger-Leistungseinheit kann bereits mit der Bearbeitung beginnen, sobald sie die erste Karte erhält. Die weiteren frei werdenden Karten sind dann für sie reserviert. Damit wird zwar die Vermeidung vorzeitiger Verwendung von Kapazität etwas abgeschwächt, aber zu viele Blockaden verhindert und damit die Durchlaufzeit verbessert.

Aus den dargestellten Ergebnissen lässt sich schließen, dass das Kapazitäts-Pull-Verfahren grundsätzlich funktionsfähig ist. Allerdings sind einigermaßen stabile Bearbeitungszeiten sowie eine Reduktion vermeidbarer Störungen erforderlich, um das Verfahren nicht zu überlasten. Darüber hinaus ist eine sorgfältige Parametrisierung von Bestandsgrenzen, Arbeitsinhalt je Kapazitätskarte und Rückmeldeintervallen erforderlich. Dies kann jedoch das vorgestellte Planspiel nicht leisten. Eine entsprechende Methodik wäre in Weiterführung dieser Arbeit zu entwickeln. Hypothese 1 wird damit mit der Einschränkung, dass die Parameter des Verfahrens für die größtmögliche Wirksamkeit noch zu bestimmen sind, als bestätigt angesehen.

6.5.2 Erkenntnisse zur adaptiven Fokussierung (Hypothese 2)

Die Ergebnisse aus der Anwendung der adaptiven Fokussierung in den Beispielunternehmen sind in Abbildung 6-9 zusammenfassend dargestellt. Sie zeigen, dass in den meisten betrachteten Leistungseinheiten ausreichend Potenzial für eine adaptive Fokussierung vorhanden ist. Zu beachten sind die Ergebnisse bei der Leistungseinheit NC-Programmierung in Firma B. Hier gibt es einen hohen Anteil nicht verteilter Aufgaben. Dies ist damit zu erklären, dass hier bezogen auf das Auftragsvolumen tatsächlich nur sehr wenige Mitarbeiter die notwendige Qualifikation besitzen. Der Aufbau der entsprechenden Qualifikation dauert sehr lange, so dass die Kapazität dieser Leistungseinheit nicht mit dem vorhandenen Umsatzwachstum Schritt hält. Daher wurde sie bereits seit längerem als verfügbarkeitskritisch erkannt und die Mitarbeiter so weit es geht von zusätzlichen Aufgaben entlastet.

adaptive Fokussierung	Prozentualer Anteil verteilter Aufgaben		
	rot	gelb	grün
Firma A			
Technisches Büro	0%	67%	33%
Firma B			
Vorentwicklung	42%	20%	38%
Technisches Büro	1%	58%	41%
Arbeitsvorbereitung	9%	2%	89%
NC-Programmierung	56%	29%	15%

Abbildung 6-9: Prozentualer Anteil verteilter Aufgaben (eigene Darstellung)

Interessant ist auch das Ergebnis bei der Leistungseinheit „Vorentwicklung“. Diese hat einen hohen Anteil nicht verteilter Aufgaben und einen fast ebenso hohen Anteil an sehr gut verteilbaren Aufgaben. Bei ersterem handelt es sich um die eigentlichen Entwicklungsleistungen beim Entwurf neuer Motoren in der Angebotsphase. Letzteres sind in großem Maße organisatorische Aufgaben, die im Zusammenhang mit der Projektleitungstätigkeit dieser Mitarbeiter anfallen. Hier besteht ein großes Potenzial, die Kapazität und Qualifikation dieser hoch ausgebildeten Fachkräfte z.B. durch eine organisatorische Projektmanagementunterstützung besser zu nutzen.

Die adaptive Fokussierung wurde auf die wesentlichen im betrachteten Prozessabschnitt produktionsreife Konkretisierung der Produktidee beteiligten Leistungseinheiten angewendet und mit der Vorentwicklung wurde der Betrachtungsbereich sogar erweitert. Darüber hinaus ergaben die Diskussionen mit den Experten, dass die zur Bewertung der Verteilbarkeit genutzte Checkliste auch für das tägliche Arbeiten ein gutes Hilfsmittel sein kann, um die Verteilung von Aufgaben auf die Mitarbeiter der jeweiligen Gruppe oder die eigene Entlastung zu unterstützen. Bei vielen Aufgaben hängt die Verteilbarkeit nicht nur von der grundsätzlichen Art der Aufgabe ab (generische Bestimmung der Verteilbarkeit), sondern auch von ihrer Ausprägung z.B. als leicht/mittel/schwer oder in Abhängigkeit bestimmter Aufgabeninhalte wie z.B. Technologien. Hier ist eine ergänzende aufgabenspezifische Bestimmung der Verteilbarkeit im Tagesgeschäft sinnvoll.

Aus den dargestellten Ergebnissen lässt sich schließen, dass das Konzept der adaptiven Fokussierung anwendbar ist und damit die gewünschte Entlastung verfügbarkeitskritischer Leistungseinheiten erreicht werden kann. Hypothese 2 wird damit als bestätigt angesehen.

6.5.3 Erkenntnisse zu den verfügbarkeitssichernden Maßnahmen (Hypothese 3)

Die Verkürzung der Reaktionszeiten, die durch die vorheriger Definition verfügbarkeitssichernder Maßnahmen erreicht wurden, zeigt Abbildung 6-10 in einer Übersicht. Da in der Ausgangssituation zum Teil noch keine entsprechenden Maßnahmen definiert waren, werden die Verbesserungen lediglich qualitativ angegeben. Die Übersicht zeigt, dass in beiden Unternehmen fast durch jede Maßnahme Verbesserungen der Reaktionszeit erzielt werden konnten.

Verfügbarkeits sichernde Maßnahmen		Reaktionszeit vorher	Reaktionszeit nachher	Verbesserung
Firma A				
Zusätzliche Kapazität bis 2h	1 Tag	0 Tage	0 Tage	-
	2-3 Tage	0 Tage	0 Tage	-
	bis 1 Woche	nicht vereinbart	2 Tage	+
	bis 2 Wochen	nicht vereinbart	1 Woche	+
Zusätzliche Kapazität 2-4h	1 Tag	0 Tage	0 Tage	-
	2-3 Tage	0 Tage	0 Tage	-
	bis 1 Woche	nicht vereinbart	2 Tage	+
	1-2 Wochen	nicht vereinbart	1 Woche	+
Zusätzliche Kapazität 4-8h	1 Tag	nicht möglich	0 Tage	++
	2-3 Tage	nicht möglich	1 Tag	++
	bis 1 Woche	nicht möglich	max. 1 Woche	++
	1-2 Wochen	nicht möglich	1 Woche	++
Firma B				
Zusätzliche Kapazität bis 2h	1 Tag	0 Tage	0 Tage	-
	2-3 Tage	0 Tage/ nicht möglich	0 Tage/ 1 Tag	- ++
	bis 1 Woche	nicht möglich	1 Tag	++
	bis 2 Wochen	-	-	-
Zusätzliche Kapazität 2-4h	1 Tag	1 Woche	2 Tage	++
	2-3 Tage	1 Woche	2 Tage	++
	bis 1 Woche	nicht vereinbart/ 1 Woche	1 Tag/ 2 Tage	+ ++
	1-2 Wochen	4 Wochen	1 Woche	++
Zusätzliche Kapazität 4-8h	1 Tag	1 Woche	1 Tag/ 2 Tage	++
	2-3 Tage	nicht möglich	3 Tage	++
	bis 1 Woche	4 Wochen	1 Woche	++
	bis 2 Wochen	4 Wochen	1 Woche	++
				++

-- starke Verschlechterung/ - Verschlechterung/ o keine Veränderung/
+ leichte Verbesserung/ ++ starke Verbesserung

Abbildung 6-10: Verkürzung der Reaktionszeiten (eigene Darstellung)

Bei Firma A wird deutlich, dass die bestehende Handhabung der Überstundenregelung bereits eine gute Grundlage für die Verfügbarkeitsicherung bildet. Verbesserungen konnten einerseits durch eine verbindliche Festlegung von Vorlaufzeiten erzielt werden, und andererseits vor allem bei großen Umfängen erforderlicher Kapazität, d.h. im 4-bis-8-Stunden-Bereich.

Bei Firma B fallen die Verbesserungen noch deutlicher aus. Hier werden sie vor allem durch die erwarteten Auswirkungen klarer Vereinbarungen hinsichtlich der virtuellen Leistungseinheit erster und zweiter Ordnung erzielt. Die möglichen Reaktionszeiten durch den Einsatz von Springern wurden zwar aufgrund fehlender Erfahrungen nur abgeschätzt, aber auch hier wird nach entsprechender Vorbereitung eine kurze Reaktionszeit erwartet.

Die dargestellten Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die vorgelagerte Definition verfügbarkeitssichernder Maßnahmen im Ernstfall zu einer deutlichen Verkürzung der Reaktionszeiten führt. Hypothese 3 wird damit als bestätigt angesehen.

6.5.4 Erkenntnisse zur Konsistenz der entwickelten Methode (Hypothese 4)

Die entwickelte Methode zur Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit wurde anhand von zwei Fallbeispielen simulativ im Rahmen von Expertenworkshops wie oben beschrieben angewendet. Jedes der drei Kernelemente der Methode (siehe vorhergehende Abschnitte) wurde gesondert auf Anwendbarkeit und Wirksamkeit überprüft. Die jeweils angestrebten Ergebnisse konnten erzielt werden. Nachdem bereits zu Beginn der Untersuchungen die Bedeutung einer kurzfristigen Verfügbarkeitsicherung seitens der Beispielunternehmen hervor gehoben und gleichzeitig vor allem bei Firma B beklagt wurde, dass vorhandene Potenziale nicht systematisch genutzt würden, wurde im Laufe der Durchführung der Expertenworkshops von den Teilnehmern bestätigt, dass die beschriebene Methode die notwendige Systematik beisteuert und gleichzeitig neue Potenziale eröffnet.

Aus der Anwendung in den Beispielunternehmen sowie der positiven Resonanz der Experten lässt sich schließen, dass die entwickelte Methode eine schlüssige Vorgehensweise zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit anbietet. Hypothese 4 wird damit als bestätigt angesehen.

Insgesamt bleibt als Ergebnis der Validierung fest zu halten, dass die Anwendbarkeit der Methode und die Wirksamkeit der darin verarbeiteten Konzepte grundsätzlich bestätigt werden konnte. Die in Kapitel 1.3.1 formulierte Aufgabenstellung kann damit als erfüllt angesehen werden. Da es sich bei der Validierung – wie in Kapitel 6.1 beschrieben – nur um eine erste Überprüfung der prinzipiellen Anwendbarkeit und Wirksamkeit handelt, sind in einem weiteren Schritt anhand des realen Einsatzes in mehreren Unternehmen die Einsatzbedingungen und erzielbaren Effekte genauer zu spezifizieren. Dies ist jedoch nicht mehr Gegenstand dieser Arbeit.

7 Zusammenfassung und kritische Würdigung

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln die Aufgabenstellung definiert und Schritt für Schritt bearbeitet wurde, erfolgt in diesem abschließenden Kapitel eine Zusammenfassung der Arbeit (Kapitel 7.1), deren Ergebnisse anschließend einer kritischen Würdigung unterzogen werden (Kapitel 7.2).

7.1 Zusammenfassung

Verstärkte Innovation und mehr kundenspezifische Lösungen gehören zu den wichtigsten Strategien zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit im Maschinenbau. Der Trend zu individualisierten Produkten stellt Produktionsunternehmen vor die Anforderung, verstärkt kurzfristig Entwicklungsleistungen zur Verfügung zu stellen. In turbulenten Märkten ist die hohe Reaktionsfähigkeit auf den Kundenbedarf für solche Unternehmen lebensnotwendig. Diese Reaktionsfähigkeit hängt bei Unternehmen mit hohem Anteil kundenspezifischer Entwicklung von der Verfügbarkeit der richtigen Mitarbeiter ab. Da eine qualitativ hochwertige Ressourcenausstattung vergleichsweise teuer ist, muss der Einsatz der Personalressourcen so effektiv und effizient wie möglich gestaltet werden. Es ist also notwendig, die Verfügbarkeit der Entwicklungsleistung möglichst genau auf den Kundenbedarf abzustimmen, um hohe Reaktionsfähigkeit, ausgedrückt in kurzen Durchlaufzeiten und hoher Termintreue bei gleichzeitiger Wirtschaftlichkeit zu erreichen.

Bezüglich einer am Kundentermin ausgerichteten Verfügbarkeit kundenspezifischer Entwicklungsleistungen wurden jedoch Defizite festgestellt. Dabei handelt es sich um die Umsetzungslücke von Ansätzen der Termin- und Kapazitätsplanung in der Entwicklung/Arbeitsvorbereitung, unabgestimmte Kapazitäten zwischen den beteiligten Bereichen und dadurch bedingt hohem Koordinationsaufwand zur Termineinhaltung, einer auf Erfahrungswissen beruhenden und damit nicht reproduzierbaren Personaleinsatzsteuerung, fehlende Möglichkeiten zur systematischen Entlastung von Fachspezialisten, nicht ausreichender Berücksichtigung der Risiken von Schwankungen und Störungen auf die Leistungserstellung sowie eingeschränkter Ausgleichsmöglichkeiten durch langsame Reaktion auf Störungen. Daher wurde in Kapitel 1 die Zielsetzung abgeleitet, eine Methode zu entwickeln, die die Verantwortlichen für die kundenspezifische Entwicklung in die Lage versetzt, die Leistung dieses Prozesses mit kurzen Durchlaufzeiten und termingerecht – d.h. bedarfssynchron – verfügbar zu machen, und zwar angesichts eines turbulenten Umfelds mit zahlreichen Unsicherheiten und Störungen und ohne dabei teures Fachpersonal über Gebühr belasten zu müssen.

Als Anwendungsbereich für die Methode wurde der Prozessabschnitt der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee bestehend aus den Aufgabeninhalten von Entwicklung und Arbeitsvorbereitung im Rahmen der technischen Auftragsabwicklung für kundenspezifische Anpassungs- und Variantenentwicklungen im Maschinen- und Anlagenbau festgelegt (Kapitel 2). Als Grundlage der weiteren Arbeiten wurde das Konzept der Leistungsverfügbarkeit eingeführt. Leistungsverfügbarkeit wurde definiert als ein Zustand, in dem die produktionsreife Konkretisierung der Produktidee anforderungsgemäß durchgeführt werden und das geforderte Ergebnis termingerecht fertig gestellt werden kann. Dies bedeutet, dass zum Zeitpunkt des Abrufs die zu Leistungserstellung

notwendigen Ressourcen verfügbar sind, und zwar unabhängig von auftretenden Unsicherheiten, d.h. Schwankungen des Bedarfs oder von Störungen.

In Kapitel 3 wurden bisher verfügbare Ansätze zur Unterstützung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit auf ihre Anwendbarkeit für die zu entwickelnde Methode untersucht. Es wurde offensichtlich, dass zwar umfangreiche Vorarbeiten geleistet wurden, dass jedoch keine der Aufgabenstellungen dieser Arbeit bereits zur Zufriedenheit gelöst wurde. Eine integrierende Methode zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit bei der produktionsreifen Konkretisierung der Produktidee von Varianten- und Anpassungsentwicklungen konnte nicht identifiziert werden. Allerdings konnten aus den Vorarbeiten verschiedene ergänzende Anforderungen an die zu entwickelnde Methode abgeleitet werden.

In Kapitel 4 erfolgte die Erarbeitung der konzeptionellen Grundlagen für die Methode zur Sicherung der Leistungsverfügbarkeit. Diese bestehen aus den drei Elementen „plug&perform zwischen prozessorientierten Leistungseinheiten“, „adaptive Fokussierung an verfügbarkeitskritischen Leistungseinheiten“ und „vorbereitete verfügbarkeitssichernde Maßnahmen“.

Als Basis einer synchronisierten Leistungserstellung wurde eine hierarchische Struktur prozessorientierter Leistungseinheiten eingeführt. Im Sinne eines plug&perform werden diese Leistungseinheiten und insbesondere ihre Nahtstellen so gestaltet, dass eine gute und schnelle Leistungserbringung möglich ist. Wesentlich ist hierbei die Ergänzung der Prozessablaufsicht um die Kapazitätssicht. Hierzu wurde in Erweiterung zu der klassischen inhaltlichen Schnittstellenbetrachtung ein Kapazitäts-Pull-Verfahren eingeführt, das die Kapazitäten der Leistungseinheiten so aufeinander abgestimmt, dass über die Liegezeiten die Durchlaufzeiten beherrscht werden und der Kundenbedarf termingerecht - eben synchron - bedient werden kann.

Zur Absicherung der Leistungserstellung gegen Turbulenzen wurde anschließend das Konzept der adaptiven Fokussierung eingeführt. Diese beruht auf der Tatsache, dass es in der Regel möglich ist, eine bestimmte Leistung auf unterschiedlichen Wegen und durch unterschiedliche Ressourcenkombinationen zu erstellen. Mit der adaptiven Fokussierung wird die Möglichkeit beschrieben, die Arbeitsteilung entlang der horizontalen, vertikalen und objektorientierten Dimension flexibel zu variieren, um bei besonderen Belastungssituationen Entlastungseffekte an Engpässen zu erzielen. Grundelement der adaptiven Fokussierung ist die sinnvoll verteilbare Arbeitseinheit, die innerhalb physischer und virtueller Leistungseinheiten flexibel verteilt werden kann. Als physische Leistungseinheit wird dabei die eigentliche Organisationseinheit (z.B. Gruppe oder Abteilung) bezeichnet. Virtuelle Leistungseinheiten erster Ordnung bestehen aus Mitarbeitern unterschiedlicher Organisationseinheiten, die sich gegenseitig zum Belastungsabgleich zur Verfügung stehen. Virtuelle Leistungseinheit zweiter Ordnung ziehen ergänzend externe Ressourcen hinzu. Ziel der adaptiven Fokussierung ist eine Entkopplung der Leistungserstellung vom einzelnen Mitarbeiter, damit die Verfügbarkeit der Leistung gegenüber dem Kunden auch in besonderen Belastungssituationen gewährleistet werden kann.

Um eine schnelle Reaktionsfähigkeit bei Turbulenzen, vor allem bei Planabweichungen, zu erreichen und damit weitere Durchlaufzeitverzögerungen zu vermeiden, wurde für verfügbarkeitskritische Prozessschritte bzw. Leistungseinheiten die Nutzung vorbereiteter verfügbarkeitssichernder

Maßnahmen vorgeschlagen. Zur Identifikation verfügbarkeitskritischer Leistungseinheiten werden operative, qualifikatorische, inhaltliche und kapazitive Risikosituationen abgeprüft. Anschließend werden typische Belastungsszenarien definiert und mit möglichen Reaktionsmaßnahmen verglichen, so dass bereits vor dem Eintreffen der Belastungssituation verfügbarkeitssichernde Maßnahmen beschrieben und ausgewählt werden können, die dann im Ernstfall mit nur geringer Zeitverzögerung einsetzbar sind. Die quantitative Bewertung von Belastungsszenarien und verfügbarkeitssichernden Maßnahmen anhand von Menge, Zeit und Kosten ermöglicht eine schnelle Auswahl geeigneter Maßnahmen. Darüber hinaus können neu auftretende Alternativen mit dieser Vorgehensweise schnell charakterisiert und in die Überlegungen zur Verfügbarkeitssicherung einbezogen werden.

In Kapitel 5 wurde auf Basis dieser konzeptionellen Grundlagen die Methode zur Herstellung und Sicherung bedarfssynchroner Leistungsverfügbarkeit abgeleitet. Diese besteht im Wesentlichen aus den Schritten Leistung, Prozess und Ressourcen identifizieren, plug&perform an den Nahtstellen sichern, verfügbarkeitskritische Leistungseinheiten und mögliche Belastungsszenarien identifizieren, Verfügbarkeitssicherung gestalten, Verfügbarkeitssicherung anwenden.

Zur Überprüfung der Anwendbarkeit der entwickelten Methode wurde in Kapitel 6 eine prototypische Validierung der Teilkonzepte und der Methode vorgenommen. Die Anwendung der Methode zur Sicherung der Leistungsverfügbarkeit wurde im Rahmen von Expertenworkshops simulativ vorgenommen und Vorgehen und Ergebnisse bewertet bzw. diskutiert. Im Rahmen der Validierung konnte die Anwendbarkeit der Methode und die Wirksamkeit der darin verarbeiteten Konzepte grundsätzlich bestätigt werden.

7.2 Kritische Würdigung der Ergebnisse

Die kritische Würdigung der erarbeiteten Ergebnisse erfolgt in vier Schritten. Zunächst werden in Abschnitt 7.2.1 die wesentlichen neu entwickelten Ergebnisse kurz dargestellt. In Abschnitt 7.2.2 werden anschließend allgemeine Grenzen und Randbedingungen sowie mögliche Erweiterungen aufgezeigt. Überlegungen zur Wirkung des Faktors Mensch auf die Anwendung der beschriebenen Methode sowie ihre Rückwirkung auf ihn ergänzen diese allgemeinen Betrachtungen (Abschnitt 7.2.3). Abschnitt 7.2.4 fasst schließlich die sich aus der vorliegenden Arbeit insgesamt sowie der Validierung und kritischen Würdigung im Besonderen ergebenden weiteren Forschungsaufgaben zusammen.

7.2.1 Darstellung der erzielten Ergebnisse

Besondere Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, aufbauend auf den in Kapitel 3 beschriebenen Vorarbeiten, stellen die im Folgenden kurz zusammen gefassten Aspekte dar.

Die vorliegende Arbeit befasst sich erstmals mit dem Gedanken der Leistungsverfügbarkeit für Prozesse geistiger Leistungserstellung. Der Begriff der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit wird definiert und hinsichtlich des Aspektes der Kapazitätsverfügbarkeit näher untersucht. Neu ist die Übertragung des Konzeptes der Leistungseinheiten aus dem Stuttgarter Unternehmensmodell auf die kundenspezifische Produktentwicklung. Der Ansatz der Wandlungsfähigkeit wird damit erweitert. Im Rahmen der Formulierung des plug&perform-Konzeptes erfolgte eine Ergänzung der

Schnittstellengestaltung um den Aspekt der kapazitiven Synchronisation, die durch das für die kundenspezifische Produktentwicklung neu entwickelte Kapazitäts-Pull-Verfahren realisiert wird.

Der Ansatz verfügbarkeitssichernder Maßnahmen ermöglicht für die Verantwortlichen der kundenspezifischen Produktentwicklung einen systematischen Umgang mit einem turbulenten Umfeld. Basierend auf der Identifikation tatsächlicher Verfügbarkeitsrisiken an bestimmten Leistungseinheiten können dort Gegenmaßnahmen vordefiniert werden, wo sie mit hoher Wahrscheinlichkeit erforderlich sind. Die Prozessverantwortlichen können sich auf diese Weise besser auf mögliche Engpässe vorbereiten und diese schneller und wirtschaftlicher abfangen.

Mit der adaptiven Fokussierung wurde eine Möglichkeit zur systematischen flexiblen Aufgabenverteilung eröffnet, die die Vorteile von Spezialisierung und Aufgabenintegration miteinander verbindet und so auf effiziente Weise Engpässe entlasten kann. Die Umsetzung der Verfügbarkeitssicherung durch virtuelle Leistungseinheiten erweitert das Spektrum der Möglichkeiten des kurzfristigen Kapazitätsabgleichs um eine unbürokratische und wirtschaftliche Variante, die die Wertschöpfungsorientierung unterstützt und gleichzeitig Wissensverteilung und Zusammenhalt innerhalb eines Unternehmens stärken kann.

Als Gesamtergebnis ist erstmals eine zusammenhängende Methode zur Sicherung der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit verfügbar.

7.2.2 Allgemeine Grenzen, Randbedingungen und Potenziale

Die entwickelte Methode erfordert für eine sinnvolle Anwendung verschiedene Rahmenbedingungen. Sie geht davon aus, dass vorhandene Potenziale zur Prozessoptimierung, d.h. zur inhaltlich-logischen Verbesserung der Abläufe und zur Beseitigung von Verschwendung bereits ausgeschöpft wurden bzw. ergänzend eingesetzt werden. Viele Überlastungen und Liegezeiten sind in der Praxis tatsächlich häufig auf schlecht organisierte bzw. beschriebene Prozesse zurück zu führen. Die Beseitigung der entsprechenden Ursachen kann bereits große Verbesserungen bzgl. verfügbarer Kapazitäten oder Durchlaufzeiten bewirken, ohne dass die beschriebene Methode direkt zum Einsatz kommt.

Des Weiteren geht die Methode zur Sicherung der Leistungsverfügbarkeit davon aus, dass eine ausreichende Grundausstattung an Ressourcen vorhanden ist. Sie ist nicht dafür geeignet, die Probleme chronisch unterbesetzter Leistungseinheiten auszugleichen. Dies würde sowohl die Methode als auch die mit ihrer Anwendung betrauten Mitarbeiter überfordern. Aus übergeordneter Sicht ist die Methode daher mit einem langfristig orientierten Personalmanagement zu koppeln.

Die Methode beruht auf dem Gedanken, die Reaktionsfähigkeit zu erhöhen und stellt damit eine Umsetzung der Strategie „Turbulenz beherrschen“ dar. Möglichkeiten, aktiv den Auftragseingang zu steuern, z.B. durch Vertriebsaktivitäten oder Preisgestaltung, etc. werden mit der Methode nicht berücksichtigt. Aus Sicht eines ganzheitlichen Leistungsmanagements müssen jedoch aus der für diese Arbeit ausgegrenzten Strategie „Turbulenz vermeiden“ abgeleitete nach außen und innen gerichtete Gestaltungsmöglichkeiten ebenfalls in Betracht gezogen werden, um den bestmöglichen Umgang mit Turbulenzen zu erreichen.

Erklärtes Ziel der Anwendung der Methode ist die bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit gegenüber dem Kunden, umgesetzt durch kurze Durchlaufzeiten und eine hohe Termintreue. In dieser Arbeit

wurde zunächst eine Konzentration auf die Bereiche Entwicklung und Arbeitsvorbereitung vorgenommen. Zwar handelt es sich bei diesen Bereichen um die Kernbereiche der Konkretisierung der Produktidee, für die vollständige Leistungserfüllung sind jedoch noch weitere Bereiche erforderlich, namentlich Vertrieb/Auftragsannahme und Disposition. Diese sind bei einer Weiterentwicklung der Methode in die Betrachtung aufzunehmen. Vor allem die Frage der direkten Reaktion auf den Kundenimpuls, d.h. die Betrachtung der Schnittstelle Kunde-Unternehmen zur Verbesserung der ereignisorientierten externen Synchronisation ist im Hinblick auf eine in jeder Hinsicht bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit weiter zu bearbeiten.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde auf die Einbindung von Software-Unterstützung weitestgehend verzichtet, um die entwickelten Konzepte so begreiflich wie möglich zu machen und ein Over-Engineering zu verhindern, bevor Anwendbarkeit und Wirksamkeit grundsätzlich bestätigt sind. Dennoch ist an verschiedenen Stellen die Einbindung von Software-Unterstützung denkbar und auch sinnvoll. Angesprochen wurde bereits die Nutzung von Software für Prozessbeschreibungen. Die auf Excel-Basis entwickelten Arbeitsunterlagen sollten nach weiteren Anwendungstests schrittweise automatisiert und die Benutzerfreundlichkeit verbessert werden. Weiteres Potenzial birgt die Automatisierung der Überprüfung und Rückmeldung des Arbeitsfortschritts.

Die Validierung hat gezeigt, dass für eine praktische Anwendung des Kapazitäts-Pull und damit zur vollständigen Umsetzung von plug&perform eine intensivere, durch Computer-Simulation unterstützte Untersuchung der sinnvollen Parameter-Kombinationen erforderlich ist. Darüber hinaus betrachtet das Verfahren so wie beschrieben stark prozessorientierte Abläufe. In stark projektorientiert arbeitenden Unternehmen lohnt sich der Aufwand für das beschriebene Kapazitäts-Pull-Verfahren nicht. Um den Anwendungsbereich etwas breiter zu gestalten, ist ein Ausbau in Richtung weniger geradlinig und eindeutig ablaufender Aufgabenzusammenhänge in Entwicklung und Arbeitsvorbereitung erforderlich. Hier ist statt mit einer Bestandsregelung *zwischen* den Leistungseinheiten dann mit einer lediglich *leistungseinheitsbezogenen* Bestandsregelung (individueller Arbeitsvorlauf mit Bestandsgrenze) zu arbeiten. Damit wird die Überlastung wenigstens noch vor Bearbeitung durch die überlastete Leistungseinheit erkannt und die Reaktionszeit nur um die Bearbeitung durch die vorgelagerte Leistungseinheit vermindert. Sind die Bearbeitungszeiten so lang, dass eine Bestandsregelung gewaltige Durchlaufzeiten erforderlich machen würde, z.B. bei Neuentwicklungen, muss ganz auf die Bestandsregelung verzichtet und nur den Rückstand gemessen werden. Um den Anwendungsbereich weiter zu vergrößern, ist das Verfahren zudem um die Einbindung parallel ablaufender Produktentwicklungsstränge zu erweitern.

Die Wirksamkeit der adaptiven Fokussierung hängt stark davon ab, dass bestimmte Aufgaben immer wieder kehren und sich standardisieren und formalisieren lassen. In einem komplett projektorientierten Umfeld mit ständig wechselnden Aufgaben ist sie zwar auch anwendbar, wird sich aber hauptsächlich auf organisatorische und Nebenaufgaben beschränken müssen. Die (ständige) Arbeitsteilung in großen Beratungsunternehmen, die z.B. grafische Arbeiten ins Ausland verlagern, mag hier als Ausgangspunkt weiterer Überlegungen dienen. Adaptive Fokussierung wird nur dann ihr volles Potenzial entfalten, wenn das Unternehmen eine konsequente Strategie der Standardisierung verfolgt und durch ausreichend flexible Kapazitäten unterstützt. Nicht immer müssen virtuelle Leistungseinheiten erster Ordnung eingesetzt werden, um die Entlastung zu ermöglichen. Oft wird die

geschickte Einbindung externer flexibler Kapazitäten wie z.B. von Teilzeitkräften oder studentischen Mitarbeitern (virtuelle Leistungseinheiten zweiter Ordnung) bereits zufrieden stellende Ergebnisse erzielen. Andererseits ist es durchaus denkbar, in einer projektorientierten Organisation das Projektteam selbst als virtuelle Leistungseinheit zu definieren und die Mitarbeiter zu gegenseitiger Unterstützung anzuhalten. Zusammenhalt und Interdisziplinarität im Projektteam werden dadurch gestärkt, die gemeinsame Leistungsverantwortung gegenüber einer fachlichen Zugehörigkeit hervorgehoben.

Bereits bei der Untersuchung der verfügbaren Ansätze in Kapitel 3 wurde die Problematik der Qualität von Rückmeldedaten angesprochen, von der der Nutzen von Systemen zur Termin- und Kapazitätsplanung in der Produktentwicklung bzw. technischen Auftragsabwicklung entscheidend abhängt. Auch wenn die beschriebene Methode durch die Konzentration auf eine lokale Steuerung und damit Umgehung zentraler Systeme versucht, dieser Problematik aus dem Weg zu gehen, wird sie ihr doch nicht vollständig entkommen. Regelmäßige Überwachung des Auftragsfortschritts und kurzfristige Rückmeldung bei drohenden Verzögerungen sind wesentlich, damit die vorbereiteten verfügbarkeitssichernden Maßnahmen rechtzeitig eingeleitet werden können. Hier können im Übrigen weitere Arbeiten ansetzen und Möglichkeiten aufzeigen, die Rückmeldequalität in den Bereichen Entwicklung und Arbeitsvorbereitung zu erhöhen.

Nachdem in dieser Arbeit die Wirksamkeit der grundlegenden Konzepte sowie die Vollständigkeit der Methode bestätigt wurden, sollte nächster Schritt und Basis für die beschriebenen Erweiterungsmöglichkeiten die Anwendung der Methode an einem tatsächlichen Fall sein.

7.2.3 Der menschliche Faktor

Das Konzept der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit fordert ein klares Bekenntnis zum Wertschöpfungsprozess. Ziel aller in der beschriebenen Methode hinterlegten Anstrengungen ist es, die wertschöpfende Leistung für den Kunden zu schützen, sie gegen Turbulenzen abzusichern. Dies berührt zu einem wesentlichen Punkt den Menschen als Träger dieses Wertschöpfungsprozesses. Daher erfolgen an dieser Stelle einige Anmerkungen hierzu.

Steht die Wertschöpfung im Mittelpunkt, so ist jede Aufgabe hinsichtlich ihres Beitrags zu Wertschöpfung zu beurteilen. Manche Aufgaben haben einen direkteren Bezug zu ihr, manche einen eher mittelbaren. Werden Mitarbeiter, die im Wertschöpfungsprozess arbeiten oder gar Engpässe darstellen, nun bewusst durch andere von organisatorischen Aufgaben und Nebentätigkeiten entlastet, so könnte der Eindruck entstehen, dass diese Engpass-Mitarbeiter auf irgend eine Weise „mehr wert“ sind als diejenigen, die sie von diesen nachgeordneten Aufgaben entlasten. Diesem Gedanken ist konsequent entgegen zu arbeiten. In einem notwendigerweise arbeitsteilig organisierten Unternehmen trägt jeder Mitarbeiter zur Wertschöpfung bei. Ohne die unterstützenden Mitarbeiter wäre die Leistungserstellung gefährdet. Gerade durch das Schultern von Aufgaben, die zu einer Entlastung der Engpass-Mitarbeiter führen, wird die Wertschöpfung für den Kunden gesichert. Jeder Mitarbeiter leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Verfügbarkeitsicherung.

Umgekehrt darf daher die Möglichkeit zur Entlastung in besonderen Belastungssituationen nicht dahingehend ausgenutzt werden, dass der Arbeitsfortschritt so gesteuert wird, dass aufgrund der

Verfügbarkeitssicherung immer ein „Ausputzer“ erforderlich ist, mithin einzelne Mitarbeiter sich auf dem Rücken anderer ausruhen. In einem wertschöpfungsorientierten Unternehmen steht im Vordergrund, dass ein Mitarbeiter die Wertschöpfung aktiv unterstützt – unabhängig von Ausbildung oder hierarchischer Position. Bei einer konsequenten Umsetzung der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit ist im Zweifel jeder Mitarbeiter bis hin zur Unternehmensleitung aufgefordert, die für den Wertschöpfungsprozess anfallenden Aufgaben entsprechend seiner Fähigkeiten und Möglichkeiten zu übernehmen. Dies erfordert an vielen Stellen ein Umdenken.

Nicht mehr der eigene Arbeitsplatz oder die eigene Abteilung sind der Referenzpunkt, sondern der Leistungserstellungsprozess. Ein Zurücklehnen, sobald die eigenen Aufgaben vom Tisch sind, während andere Mitarbeiter Überstunden machen, um Verzögerungen aufzuholen, ist dann nicht mehr so ohne weiteres möglich. Die Mitarbeiter sind aufgefordert, ihre Komfortzone zu verlassen und neue Wege zu gehen. Diese geistig-unternehmenskulturelle Veränderung wird nur *mit* den Mitarbeitern erreicht.

Daher ist bei der Einführung des Konzepts der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit die Mitwirkung des Einzelnen in allen Stufen zu ermöglichen. Hierzu gehören

- die Mitwirkung bei Analyse der Prozesse und Gestaltung der verfügbarkeitssichernden Maßnahmen, sowie ihrer regelmäßigen Überarbeitung,
- die Mitwirkung bei der Anwendung der Verfügbarkeitssicherung im Sinne des Kapazitäts-Pull, der Rückstandsmessung und der passgenauen Aktivierung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen,
- die Revidierbarkeit bestimmter im Rahmen der Verfügbarkeitssicherung übernommener Rollen, sofern ein Mitarbeiter sich nicht wohl damit fühlt.

Nur aufgrund dieser Mitwirkung kann anschließend die Disziplin der Mitarbeiter bei der Einhaltung der durch die Methode vorgegebenen Regeln eingefordert werden. Die angestrebte Standardisierung der Verfügbarkeitssicherung soll unterstützend statt erzwingend wirken.

Die Methode zur systematischen Unterstützung der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit beruht auf einem umfassenden Teamverständnis. Alle Mitarbeiter arbeiten gemeinsam an der Leistungserstellung für den Kunden und unterstützen sich dabei gegenseitig. Dies beginnt in der physischen Leistungseinheit, setzt sich über die virtuelle Leistungseinheit fort und umfasst schließlich das gesamte Unternehmen.

Die Rolle der Führungskräfte des Unternehmens wandelt sich mit Anwendung der beschriebenen Methode. Die heute häufig noch von den Vorgesetzten vorgenommene Personaleinsatzplanung und vor allem die Priorisierung und Lösungsfindung bei Engpässen werden mit der Methode an die Mitarbeiter verlagert. Die Vorgesetzten geben damit einen Teil ihrer heutigen Macht ab. Ihre Rolle wandelt sich gleichzeitig noch stärker in Richtung eines Befähigers, der für die richtigen Rahmenbedingungen sorgt und „seine“ Mitarbeiter zum Besten der unternehmerischen Leistungserstellung einzusetzen versteht – auch wenn er sie damit aus der unmittelbaren Kontrolle entlässt.

7.2.4 Weitere Aufgabenstellungen

In Anbetracht der erzielten Ergebnisse und der in den vorhergehenden Abschnitten angestellten Überlegungen können die im folgenden aufgeführten, sich direkt aus der vorliegenden Arbeit ergebenden weiterführenden Aufgabenstellungen formuliert werden. Im Sinne einer Weiterführung und Vertiefung der Arbeit sind ein breit angelegter Feldeinsatz zur Klärung der genauen Anwendungsbedingungen sowie eine Parametrisierung des Kapazitäts-Pull-Verfahrens durch Simulationsversuche vorzunehmen. Im Sinne einer Erweiterung des Anwendungsbereichs kann die Methode für stark projektorientiert arbeitende Bereiche oder für komplexe Anpassungs- und Neuentwicklungen weiter entwickelt oder auf die gesamte Auftragsabwicklungskette erweitert werden. Im Sinne einer Ergänzung und Abrundung der Erkenntnisse kann eine Untersuchung der psychologischen Auswirkungen, Einflussfaktoren und Randbedingungen des Einsatzes der Methode stattfinden, sowie eine Untersuchung, wie die Qualität von Rückmeldedaten in der Entwicklung und Arbeitsvorbereitung verbessert werden kann. Darüber hinaus ist die dargestellte Methode in weiteren Arbeiten durch die schrittweise Einbeziehung der in Kapitel 2 ausgeschlossenen Aspekte der bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit zu vervollständigen.

Mit der Lösung dieser Aufgabenstellungen kann die Idee einer bedarfssynchronen Leistungsverfügbarkeit schrittweise verfeinert und auf den gesamten der Produktion vorgelagerten Aufgabenbereich bei kundenspezifischen Entwicklungen übertragen werden. Höchste Bereitschaft zur Erfüllung individueller Kundenwünsche trotz turbulenter Rahmenbedingungen wird damit wirtschaftlich sinnvoll umsetzbar.

Summary

Synchronizing the Availability of Customer-specific Product Development Performance with Demand

Increased innovation and a growing number of customer-specific solutions are among the most important strategies for increasing competitiveness in the engineering industries. The trend to customize products challenges manufacturing companies to increasingly provide design and engineering performance at short notice. Turbulent environments require considerable reactivity to customer demand for companies in order to survive. For companies with a high percentage of customer specific product development, this reactivity depends on the availability of the right personnel. As skilled workers and engineers are scarce and a qualified workforce comparatively expensive, the employment of human resources must be organized as effectively and efficiently as possible. Therefore, the availability of product development performance must be synchronized with customer demand as exactly as possible, in order to achieve high reactivity and cost-effectiveness at the same time.

Yet, the availability of product design and process engineering performance is not always assured. This is due to several factors, the most important of which are:

- Implementation gap of traditional approaches for scheduling and capacity planning in product design and process engineering,
- Unaligned capacity employment of the departments involved,
- The enormous coordination effort that results in order to adhere to delivery dates,
- Personnel employment policies that are based on experience and therefore not reproducible,
- Lack of alternatives to systematically prevent specialists and highly skilled personnel from being overloaded,
- Inadequate taking into account the risks that turbulences pose for the performance,
- And, last but not least, an often limited portfolio of adjustment alternatives in case of turbulences occurring.

Objective of this thesis is, therefore, to develop a method that allows those responsible for customer-specific product development to deliver according to customer demand in spite of a turbulent environment characterized by numerous uncertainties and perturbations. Research focuses on product design and process engineering as core tasks of the engineer-to-order process, and, within this process, on customer-specific product modifications and variants.

The thesis at hand is the first of its kind to investigate the concept of performance availability for processes involving creative intellectual work. Starting point for the development of the proposed method is the definition of performance availability as a situation in which the tasks of product design and process engineering can be performed according to given requirements, and the result is delivered

at the designated time. The research then focuses on the capacity aspect of performance. Therefore, it is necessary to have all resources needed to perform a certain task available at the moment of demand – in spite of a turbulent environment, and, therefore, independently from uncertainties occurring, e.g. sudden customer demand or other perturbations.

Core elements of the method developed are the concepts of securing “plug&perform between process-oriented performance units”, applying “adaptive focusing at performance units critical to availability”, and using “pre-defined measures to assure availability”.

A hierarchical structure of process-oriented performance units serves as a foundation, based on the Stuttgart model of transformable enterprise structures. Using the plug&perform-concept, these performance units and especially their interfaces are designed in a way that a flawless and expedient performance is possible.

Crucial is the idea to supplement the usual process flow perspective with the capacity perspective. To achieve this, in addition to the classically content-oriented approach to interfaces a so-called capacity-pull-procedure is introduced. It allows the coordination of the capacities of the performance units to the point that, by mastering waiting times, lead times are mastered, and customer demand can be met on time – Delivery, thus, being synchronized with demand.

In order to protect performance against turbulences, the next concept to be introduced is adaptive focusing. Adaptive focusing is based on the idea that a certain task can be performed by using different combinations of resources. It describes the possibility to flexibly vary division of labour along the horizontal, vertical and object-oriented dimensions, which allows relieving bottlenecks in situations of intense workload. At the heart of adaptive focusing lies the practically distributable work unit that can be redistributed at any time within physical and virtual performance units. The term physical performance unit refers to the formal organisation unit, whereas virtual performance units spread a network of employees and external resources across the formal organisation. The members of this network support each other in balancing capacity when required. Virtual performance units augment the spectrum of alternatives for short-term capacity balancing by a non-bureaucratic and cost-effective variant supporting the value-adding perspective and at the same time enforcing knowledge transfer and cohesion within a company.

In order to achieve high reactivity when turbulences occur, and to minimize lead time delays induced by these turbulences, the third core concept of this thesis suggests using pre-defined measures to assure availability for those performance units that are critical to the availability of overall performance. The idea of pre-defined availability-assurance measures allows those responsible for customer-specific product-development to systematically deal with a turbulent environment. In order to identify the critical performance units, four types of risks have been established. These risks consist of operational, qualification, content, and capacity risks, and are checked for all performance units. Then, for the units considered critical for performance availability, typical workload scenarios are described and, using the possibilities provided by adaptive focusing, measures to assure availability are defined. These can be used with only minimum delay in the case of a sudden change of capacity demand. Therefore, the process owners can be better prepared for potential bottlenecks and deal with them faster and more efficiently.

The method to assure synchronization of available performance with customer demand combines the three concepts described above in a systematic procedure. Validation of the method and the incorporated concepts based on case studies closes the research. The achievements of the work presented, its limits, and the influence on the people involved are discussed in the last section. The results of the prototype application imply that the use of the concepts and method developed positively influences availability of performance in customer-specific product development.

Anhang I: Arbeitsblätter

Anhang I-A: Arbeitsblatt zur Prozessaufnahme

Geschäftsprozess: xy									
1	Varianten: 1								
2	2								
3	3								
4	Periode: (Anzahl) Leistungseinheiten auf Ebene "Stelle"	(Einheit)							
5	Name der Leistungseinheit								
6	Daten zur Prozessbeurteilung								
7	Bearbeitungszeit (min) (Durchschnitt)								
8	Aufgabenvariante 1	Häufigkeit pro Periode							
9	Bearbeitungszeit (min) (Durchschnitt)								
10	Aufgabenvariante 2	Häufigkeit pro Periode							
11	Bearbeitungszeit (min) (Durchschnitt)								
12	Aufgabenvariante 3	Häufigkeit pro Periode							
13	Bearbeitungszeit (min) (Durchschnitt)								
14	Anzahl verfügbarer Mitarbeiter	Häufigkeit pro Periode							
15	Häufigkeit pro Periode	Häufigkeit pro Periode							
16	Kapazität pro Mitarbeiter pro Periode (min)								
17	Erforderliche Kapazität pro Periode		0	0	0	0	0	0	0
18	Anteil an der Gesamtkapazität der Leistungseinheit		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
19	Bewertung kritischer Leistungseinheiten		ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
20	Inhaltliches Risiko								
21	Qualifikatorisches Risiko								
22	Kapazitatives Risiko		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
23	Operatives Risiko								

bitte Werte eintragen
 bitte Werte eintragen

Anhang I-B: Arbeitsblatt zur Aufgabenaufnahme

Nr.	Prozessschritt/ Prozesse	Arbeits-schritte (Anzahl)	Aktivitäten (Einheit)	Zeiten und Häufig- keiten allgemeine Aufgaben	Variante 1 bzw. Häufig keiten Aufgaben	Anzahl pro Periode BZ (min) (Variante1) (Var 2)	Variante 2 BZ (min) (Var 2)	Anzahl pro Periode BZ (min) (Variante2) (Var 3)	Variante 3 Anzahl pro Periode (Variante3)	Erforderliche Kapazität pro Periode	Teilsommen	Bewertung bzgl. der Verteilbarkeit	Qualifikations- anforderungen	Verfügbare Mitarbeiter	Physische Leistungseinheit	Virtuelle Leistungseinheit (1. Ordnung)	Virtuelle Leistungs- einheit (2. Ordnung)									
																		Name			Name			Name		
																		Name			Name			Name		
																		Name			Name			Name		
1.	Geschäftsprozess 1																									
2.	Geschäftsprozess 2																									
3.	Führung																									
4.	Organisation																									
5.	Koordination																									
6.	Kooperation																									
7.	Optimierung																									
8.																										

0
0
0,0
0 Minuten
0 Stunden
0,0 Arbeitstage

bite Werte eintragen

Anhang I-C: Arbeitsblatt zur Bewertung der Verteilbarkeit

Leistungseinheit xy		Nr.	Prozessschritte/ Prozesse	Arbeitsschritte	Aktivitäten	Gesamtbewertung der Verteilbarkeit	Kriterien	Bewertung der KO-Kriterien	Bewertung der Verteilungsförderer	Wie weit ist die Aufgabe von der eigentlichen Leistungserstellung entfernt?	Wie sind die Qualifikationsanforderungen? Liegt die Aufgabe am Anfang oder Ende des nächsthöheren Arbeitsumfangs oder ist sie unabhängig vom Prozessablauf?	Ist die Eingangsinformation eindeutig (quantifiziert bzw. strukturiert) beschreibbar?	Ist der Lösungsweg bekannt und beschreiben?	Gibt es Hilfsmittel oder Standards für die Aufgabendurchführung?	Ist die Ausgangsinformation eindeutig (quantifiziert bzw. strukturiert) beschreibbar?
		1.					ist die Aufgabe so abgegrenzt, dass das Ergebnis von einem Dritten weiter verwendet werden kann, ohne dass er sich mit dem Lösungsweg auseinandersetzen muss? ist das Verhältnis von zeitlichem Verlagerungsaufwand zu zeitlichem Aufgabenumfang ausreichend gering? (stellt es eine echte Entlastung dar?) Ist es keine direkte Führungsaufgabe (Personalverantwortung, Richtungsentscheidung)?								
		1.1						0 STOP							
		1.1.1						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							
		.						0 STOP							

bitte Werte eintragen

Anhang I-D: Allgemeine Checkliste zur Bewertung der Verteilbarkeit

	Kriterien zur Beurteilung der Eignung für eine adaptive Fokussierung	Bewertung	Bewertungshilfe
1 Schritt 1: K.O.-Kriterien			
1.1.	Ist die Aufgabe so abgegrenzt, dass das Ergebnis von einem Dritten weiter verwendet werden kann, ohne dass er sich mit dem Lösungsweg auseinander setzen muss?	1	1= ja 0= nein
1.2.	Ist das Verhältnis von zeitlichem Verlagerungsaufwand zu zeitlichem Aufgabenumfang ausreichend gering? (stellt es eine echte Entlastung dar?);	1	1= ja 0= nein
1.3.	Ist es keine direkte Führungsaufgabe (Personalverantwortung, Richtungsentscheidung)?	1	1= ja 0= nein
	Wurden alle drei Fragen mit ja beantwortet? Dann bitte fortfahren!	Weiter	
2. Schritt 2: Verteilungsförderer			
2.1	Wie weit ist die Aufgabe von der eigentlichen Leistungserstellung entfernt?	4	Nicht direkt einem Geschäftsprozess zurechenbare Aufgaben; Sonderaufgaben = 4 Nebentätigkeiten in einem Geschäftsprozess = 3 Haupttätigkeiten in einem anderen Geschäftsprozess = 2 Haupttätigkeiten in dem betrachteten Geschäftsprozess = 1
2.2	Wie sind die Qualifikationsanforderungen?	4	Spezialistenaufgaben = 1 Fachaufgaben = 2 Prozessbezogene Sachaufgaben = 3 Unterstützungsaufgaben = 4
2.3	Liegt die Aufgabe am Anfang oder Ende des nächsthöheren Arbeitsumfangs oder ist sie unabhängig vom Prozessablauf?	1	1= ja 0= nein
2.4	Ist die Eingangsinformation eindeutig (quantifiziert bzw. strukturiert) beschreibbar?	1	1= ja 0= nein
2.5	Ist der Lösungsweg bekannt und beschrieben?	1	1= ja 0= nein
2.6	Gibt es Hilfsmittel oder Standards für die Aufgabendurchführung?	1	1= ja 0= nein
2.7	Ist die Ausgangsinformation eindeutig (quantifiziert bzw. strukturiert) beschreibbar?	1	1= ja 0= nein
	Punktzahl	13	Max. 13 Punkte
Je größer die Punktzahl, desto eher ist die Tätigkeit für eine adaptive Fokussierung geeignet!			

Anhang I-E: Arbeitsblatt zur Erstellung der Belastungsmatrix

Leistungseinheit xy Belastungs- matrix	Dauer der Belastung			
	Umfang der Belastung			

bitte Werte eintragen
 bitte Werte eintragen

Anhang I-F: Arbeitsblatt zur Beschreibung verfügbarkeitssichernder Maßnahmen

Leistungseinheit xy															
Nr.	Prozess- schritte/ Prozesse	Arbeits- schritte	Aktivitäten	Gesamt- punktzahl											
					Betroffene Aufgaben (aus Aufgaben- analyse über- nehmen)										
					Unterstützende Ressourcen Virtuelle Leistungseinheit (2.Ordnung)										
					Name		Name								Name
					Stunden- satz		Stunden- satz			Stunden- satz		Stunden- satz		Stunden- satz	
					Unterstützende Mitarbeiter Virtuelle Leistungseinheit (1.Ordnung)										
					Name		Name								Name
					Stunden- satz		Stunden- satz			Stunden- satz		Stunden- satz		Stunden- satz	
					Unterstützende Mitarbeiter Physische Leistungseinheit										
					Name		Name								Name
					Stunden- satz		Stunden- satz			Stunden- satz		Stunden- satz		Stunden- satz	
					Vorlaufzeit										
					Beschreibung der Maßnahme										
					Nr.										
					Beschreibung der Maßnahme										

■ bitte Werte eintragen

Anhang II: Ergebnisse Fallbeispiel Firma A

Anhang II-A: Prozessaufnahme bei Firma A (Fallbeispiel)

Geschäftsprozess: Auftragsabwicklung									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Varianten:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Einfache Variantenkonstruktion; nur Stücklistenänderung								
2	Variantenkonstruktion: Stücklisten- und Zeichnungsänderung								
3	Anpassungskonstruktion: Einzelne Bauteile werden in größerem Umfang geändert; Stücklisten und Zeichnungen werden angepasst								
4	Periode:	1	Woche						
5	Prozessschritte der Leistungseinheiten auf Ebene "Stelle"	Zeichnungen aus Sicht Entwicklung frei geben (Vier-Augen-Prinzip)	Zeichnungen aus Sicht Arbeitsvorbereitung prüfen und freigeben	Artikel gemäß Spezifikation entwickeln	Technisches Büro	Arbeitsvorbereitung	Arbeitsvorbereitung	Arbeitsvorbereitung	Arbeitsvorbereitung
6	Name der Leistungseinheit	Technisches Büro	Technisches Büro	Technisches Büro	Technisches Büro	Technisches Büro	Technisches Büro	Technisches Büro	Technisches Büro
7	Daten zur Prozessbeurteilung								
8	Aufgabenvariante 1 (Bearbeitungszeit (min) (Durchschnitt))	15	5	0	5	0	0	0	-
9	Häufigkeit pro Periode	20	20	0	20	0	20	0	-
10	Aufgabenvariante 2 (Bearbeitungszeit (min) (Durchschnitt))	90	15	15	15	15	30	30	-
11	Häufigkeit pro Periode	8	8	8	8	8	8	8	-
12	Aufgabenvariante 3 (Bearbeitungszeit (min) (Durchschnitt))	405	40	40	20	40	90	90	-
13	Häufigkeit pro Periode	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-
14	Anzahl verfügbarer Mitarbeiter	2	1	1	2	1	1	2	1
15	In der Lage, diese Tätigkeit durchzuführen (und diese nicht hauptsächlich durchführend)	1	1	1	1	1	1	1	1
16	Kapazität pro Mitarbeiter pro Periode (min)	1125	1125	1125	1125	1125	1125	1125	1125
17	Erforderliche Kapazität pro Periode	1222,5	240	140	230	285	1692,5	425	
18	Anteil an der Gesamtkapazität der Leistungseinheit	54%	21%	12%	10%	25%	75%	38%	
19	Bewertung kritischer Leistungseinheiten	ok	Risiko	Risiko	Risiko	Risiko	Risiko	ok	Risiko
20	Inhaltliches Risiko		x			x			
21	Qualifikatorisches Risiko								
22	Kapazitatives Risiko								x
23	Operatives Risiko								

bitte ggf. Werte eintragen

Anhang II-B: Aufgabenaufnahme bei Firma A (Fallbeispiel)

Leistungseinheit "Technisches Büro" (Firma A)																		
Nr.	Prozessschritt e/Prozesse	Arbeitschritte	Aktivitäten	Zeiten und Häufig- keiten	Erforderliche Kapazität pro Periode	Teil-summen	Bewertung bzgl. der Verteilbarkeit	Qualifikations- anforderungen	Verfügbare Mitarbeiter	Physische Leistungseinheit			Virtuelle Leistungseinheit (1. Ordnung)					
										MA 1	MA 2	MA 3	FK 1	V1 (Berec- hnung)	V2 (Entwi- cklung)	V3 (Entwi- cklung)	MA V4 (Azubi)	Virtuelle Leistungsein- heit (2. Ordnung)
Variante: 1 Einfache Variantenkonstruktion; nur Stücklistenänderung																		
2 Variantenkonstruktion: Stücklisten- und Zeichnungsänderung																		
3 Anpassungskonstruktion: Einzelne Bauteile werden in größerem Umfang geändert; Stücklisten und Zeichnungen werden angepasst																		
1 Woche																		
1.	Auftragsabwicklung																	
1.1		Auftrag klären				1555												
1.2		Zeichnungen erstellen		630			7 CAD											
1.3		Stücklisten erstellen		445			7 PLM											
1.4		Freigabe durch TB durchführen (Zeichnungen prüfen) (Vier-Augen-Prinzip)		240			8 PLM											
1.5		Artikel freigeben		240			9 PLM											
1.6		Allgemeine auftragsbezogene Dokumentation führen			0	270	12											
1.6.1		Adapterplattenlisten führen			120		12 Excel											
1.6.2		Dokumentation der Aufträge			150		12 Excel											
1.7		Technische Klärungen durchführen			240		8 -											
2.	Vertriebsunterstützung				0	120	9											
2.1		Produktkommission			30		8 -											
2.2		Vorläufige Maßblätter erstellen			90		12 CAD											
3.	Produktpflege				0	780	6											
3.1		Zeichnungsänderungen			200		11 CAD, PLM											
3.2		Montageunterstützung			180		7 -											
3.3		Stücklistenänderungen			400		11 CAD, PLM											
3.4		Qualitätsmanagement			0	65	6											
3.4.1		QS-Runde			45		6 -											
3.4.2		Abklärungen für QS-Runde			20		8 -											
4.	Organisationstätigkeiten					1530	8											
4.1		allgemeine Besprechungen			180		11 -											
4.2		Sonderaufgaben			1000		8 -											
4.3		allgemeine Korrespondenz			150		13 E-Mail											
4.4		Weitergabe von Dokumenten			200		13 -											

Anhang II-C: Bewertung der Verteilbarkeit bei Firma A (Fallbeispiel)

Leistungseinheit "Technisches Büro" (Firma A)																		
Nr.	Prozess- schritte/ Prozesse	Arbeitsschritte	Aktivitäten	Gesamt- bewertung der Verteil- barkeit	Bewertung der KO-Kriterien			Bewertung der Verteilungsförderer										
					Koiii	ist die Aufgabe so abgegrenzt werden kann, ohne dass er Dritten weiter verwendet sich mit dem Lösungsweg auseinander setzen muss? zeitlichem Verlagerungsaufwand zu zeitlichem Verlagerungsaufwand ausreichend gering? (stellt es eine echte Entlastung dar?); ist es keine direkte Führungsaufgabe (Personalverantwortung, Richtungsentscheidung)?	Wie weit ist die Aufgabe von der eigentlichen Leistungserstellung entfernt?	Wie sind die Qualifikationsanforderungen? Liegt die Aufgabe am Anfang oder Ende des nächsthöheren Arbeitsumfangs oder ist sie unabhängig vom Prozessablauf?	ist die Eingangsinformation eindeutig (quantifiziert bzw. strukturell) beschreibbar?	ist der Lösungsweg bekannt und beschreibbar?	Gibt es Hilfsmittel oder Standards für die Aufgabendurchführung?	ist die Ausgangsinformation eindeutig (quantifiziert bzw. strukturell) beschreibbar?						
1.	Auftragsabwick- lung				7 Weiter	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.1		Auftrag klären			STOP	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.2		Zeichnungen erstellen			7 Weiter	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.3		Stücklisten erstellen			7 Weiter	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1	1	1	1
1.4		Freigabe durch TB durchführen (Zeichnungen prüfen) (Vier-Augen- Prinzip)			8 Weiter	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
1.5		Artikel freigeben			9 Weiter	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
1.6		Allgemeine auftragsbezogene Dokumentation führen			12 Weiter	1	1	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1
1.6.1			Adapterplattenlisten führen		12 Weiter	1	1	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1
1.6.2			Dokumentation der Aufträge		12 Weiter	1	1	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1
1.7		Technische Klärungen durchführen			8 Weiter	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	0	0	1
2.	Vertriebsunterst- ützung				9 Weiter	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	0	1	1
2.1		Produktkommission Vorläufige Maßblätter erstellen			8 Weiter	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	0	1	1
2.2					12 Weiter	1	1	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1
3.	Produktpflege				6 Weiter	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	0	0	1
3.1		Zeichnungsänderungen			11 Weiter	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1
3.2		Montageunterstützung			7 Weiter	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	0	0	1
3.3		Stücklistenänderungen			11 Weiter	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1
3.4		Qualitätsmanagement			6 Weiter	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	0	0	1
3.4.1			OS-Runde		6 Weiter	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	0	0	1
3.4.2			Abklärungen für OS Runde		8 Weiter	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	0	0	1
4.	Organisationsstä- tigkeiten				8 Weiter	1	1	1	1	1	4	2	1	1	1	0	0	1
4.1		allgemeine Besprechungen			11 Weiter	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	0	1	0
4.2		Sonderaufgaben			8 Weiter	1	1	1	1	1	4	2	1	1	1	0	0	1
4.3		allgemeine Korrespondenz Weitergabe von Dokumenten			13 Weiter	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
4.4					13 Weiter	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1

Anhang II-D: Belastungsmatrix bei Firma A (Fallbeispiel)

Leistungseinheit "Technisches Büro" (Firma A)				
Belastungs- matrix	Dauer der Belastung			
	1T	2-3 Tage	bis 1 Woche	1-2 Wochen
Umfang der Belastung	1	1	1a	1b
bis 2 h	2	2	5 6	9
2-4 h	3	4	6 7 8	9
4-8 h				

Literaturverzeichnis

- ADL 2003 Arthur D. Little (Hrsg.):
Best Practice in der Produktentwicklung. Kurzfassung.
Wiesbaden, 2003 – Foliensatz
- ADL 2004 Arthur D. Little (Hrsg.):
Mit Innovation gegen Stagnation: Innovation Excellence Studie. Kurzfassung.
Wiesbaden, 2004 - Foliensatz
- Adler et al. 1996 Adler, Paul S.; Mandelbaum, Avi; Nguyen, Viën; Schwerer, Elizabeth:
Getting the Most out of Your Product Development Process.
In: Harvard Business Review 74 (1996), Nr. 2, S. 134-151
- Adler/Borys 1996 Adler, Paul S.; Borys, Bryan:
Two types of Bureaucracy: enabling and coercive.
In: Administrative Science Quarterly 41 (1996), S. 61-89
- Algedri/Frieling 2001 Algedri, Jamal; Frieling, Ekkehart:
Human-FMEA: menschliche Handlungsfehler erkennen und vermeiden.
München [u.a.]: Hanser, 2001
- Allweyer 2005 Allweyer, Thomas:
Geschäftsprozessmanagement: Strategie, Entwurf, Implementierung, Controlling.
Herdecke [u.a.]: W3L-Verl., 2005
- Andreasen 2005 Andreasen, M.M.:
Concurrent Engineering: Effiziente Integration der Aufgaben im Entwicklungsprozess.
In: Schächli, B. et al. (Hrsg.): Handbuch Produktentwicklung. München: Hanser, 2005
- Antoni et al. 2006 Antoni, Conny H. (Hrsg.); Eyer, Eckhard (Hrsg.); Kutscher, A. (Hrsg.):
Das flexible Unternehmen: Arbeitszeit. Gruppenarbeit. Entgeltsysteme / CD-ROM.
Düsseldorf: Symposion Publishing, Lieferung November 2006
- ArbZG Arbeitszeitgesetz
06. Juni 1994
- Bader 2006 Bader, Susanne:
Mangelware Technik-Profi.
In: Produktion (2006), Nr. 25, S. 3
- Bahrtdt 1972 Bahrtdt, Hans Paul:
Industriebürokratie: Versuch einer Soziologie des industrialisierten Bürobetriebes und
seiner Angestellten. Unveränderter Nachdruck d. 1. Aufl. m. neuen Vorbemerkungen.
Stuttgart: Enke, 1972
- Balzer 1998 Balzer, Harald:
Den Erfolg im Visier: Unternehmenserfolg durch Multi-Projekt-Management.
Stuttgart: Logis, 1998

- Balzer 2002a
Balzer, Harald:
Projektsteuerung.
In: Gienke, Helmut; Kämpf, Rainer (Hrsg.): Praxishandbuch Produktion - Band 2: Innovatives Produktionsmanagement; Organisation, Konzepte, Controlling. Köln: Dt. Wirtschaftsdienst, Lieferung vom Juni 2002, Kapitel 10.6
- Balzer 2002b
Balzer, Harald:
Risikomanagement.
In: Gienke, Helmut; Kämpf, Rainer (Hrsg.): Praxishandbuch Produktion - Band 2: Innovatives Produktionsmanagement; Organisation, Konzepte, Controlling. Köln: Dt. Wirtschaftsdienst, Lieferung vom März 2002, Kapitel 10.5.10
- Balzer 2004
Balzer, Harald:
Projektmanagement-Tools.
In: Gienke, Helmut; Kämpf, Rainer (Hrsg.): Praxishandbuch Produktion - Band 2: Innovatives Produktionsmanagement; Organisation, Konzepte, Controlling. Köln: Dt. Wirtschaftsdienst, Lieferung vom Juni 2004, Kapitel 10.9
- Bauer et al. 2002
Bauer, Frank; Groß, Hermann; Munz, Eva; Sayin, Suna:
Arbeits- und Betriebszeiten 2001: Neue Formen des betrieblichen Arbeits- und Betriebszeitmanagements. Ergebnisse einer repräsentativen Betriebsbefragung: Landesinitiative Moderne Arbeitszeiten des MWA, 2002.
www.arbeitszeiten.nrw.de (30.06.2006)
- Bay 1993
Bay, Christian Frank:
Möglichkeiten von Zeitverkürzungen im Produktentstehungsprozess.
Zürich: Eidgenössische Techn. Hochsch. Diss., 1993
- Bellmann 1989
Bellmann, Kurt:
Kostenoptimale Arbeitsteilung im Büro: Der Einfluss neuer Informations- und Kommunikationstechnik auf Organisation und Kosten der Büroarbeit.
Berlin: Schmidt, 1989
- Bellmann 1991
Bellmann, Kurt:
Prozessorientierte Organisationsgestaltung im Büro: Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnik erfordert Neuorientierung.
In: ZfO 60 (1991), Nr. 2, S. 107-111
- Bernhard et al 2000
Bernhard, Martin. G.; Lewandowski, Winfried; Mann, Hartmut (Hrsg.):
Service-Level-Management in der IT: wie man erfolgskritische Leistungen definiert und steuert. 1. Aufl.
Düsseldorf: Symposion Publishing, 2000
- Best/Weth 2005
Best, Eva; Weth, Martin:
Geschäftsprozesse optimieren: der Praxisleitfaden für erfolgreiche Reorganisation. 2., überarb. Aufl.
Wiesbaden: Gabler, 2005.
- Beuter 2003
Beuter, Thomas:
Workflow-Management für Produktenentwicklungsprozesse.
Osnabrück: Der Andere Verlag, 2003.
Zugl.: Ulm, Univ. Diss., 2002

- Bichlmaier 2000
Bichlmaier, Christoph:
Methoden zur flexiblen Gestaltung von integrierten Entwicklungsprozessen.
München: Utz, 2000.
Zugl.: München, Techn. Univ. Diss., 2000
- Bieber 2001
Bieber, Klaus:
Effizientes Office- Management mit Kaizen.
Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie, 2001
- Binner 1992
Binner, Hartmut F:
Durchgängige Regelkreise sichern die Termineinhaltung bei Einzelfertigern.
In: ZWF 87 (1992), Nr. 5, S. 279-281
- Binner 2005
Binner, Hartmut F:
Handbuch der prozessorientierten Arbeitsorganisation: Methoden und Werkzeuge zur Umsetzung. 2., überarb. Aufl.
München: Hanser, 2005
- BMBF 2004
BMBF (Hrsg.):
Bundesbericht Forschung, 2004
<http://www.bmbf.de/pub/bufo2004.pdf> (11.12.2005)
- BMBF 2005
BMBF (Hrsg.):
Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, 2005
http://www.bmbf.de/pub/zur_technologischen_leistungsfahigkeit_deutschlands_2005.pdf (08.07.2006)
- Bochtler 1996
Bochtler, Wolfgang:
Modellbasierte Methodik für eine integrierte Konstruktion und Arbeitsplanung.
Aachen: Shaker, 1996
Zugl.: Aachen, RWTH Diss., 1996
- Bockslaff 2003
Bockslaff, Klaus:
Notfallplanung als Kern eines integrierten Sicherheits- und Risikomanagements.
In: Robert Bosch u.a.: Integriertes Sicherheits- und Risikomanagement als Wettbewerbsvorteil. Konferenz, 10.-11. Februar 2003, Frankfurt/Main. Eschborn: WSF Wirtschaftsseminare GmbH, 2003
- Bogus 2002
Bogus, Thomas:
Simulationsbasierte Gestaltung von Arbeitszeitmodellen in Dienstleistungsbetrieben mit kundenfrequenzabhängigem Arbeitszeitbedarf.
Aachen: Shaker Verlag, 2002
Zugl.: Karlsruhe, Univ. Diss., 2002
- Bokranz 1978
Bokranz, Rainer:
Das MTM-Bürodaten-System.
In: REFA-Nachrichten 31 (1978), Nr. 6, S. 363-373
- Borgard 2003
Borgard, Gerhard:
Wirtschaftliche Produktion "Geistiger Güter" in einer selbstbestimmten Erwerbswelt. 1. Aufl.
Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2003

- Bortz/Döring 2005
Bortz, Jürgen; Döring, Nicola:
Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. 3., überarb. Aufl., Nachdruck.
Berlin [u.a.]: Springer, 2005
- Brankamp 1975
Brankamp, Klaus:
Leitfaden zur Leistungssteigerung in der Konstruktion: rationelle Angebots- und Auftragsbearbeitung sowie Konstruktionsterminsteuerung in kleinen und mittleren Industrieunternehmen; Methoden, Hilfsmittel, Fallstudien.
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1975
- Brankamp/Gräßler 1978
Brankamp, Klaus; Gräßler, D.:
Die Funktionen und Bausteine einer Gesamtauftragssteuerung. In: VDMA (Hrsg.): Gesamtauftragssteuerung in Maschinenbau-Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung - Leitfaden zur Vorgehensweise und Realisierung.
Frankfurt: Maschinenbau-Verlag, 1978, S.3-38
- Brankamp/Schluh 1985
Brankamp, Klaus; Schluh, K.-M.:
Terminsteuerung in Entwicklung und Konstruktion für die Einzelfertigung.
In: ZWF 80 (1985), Nr. 2, S. 53-59
- Breithaupt 2001
Breithaupt, Jan-Wilhelm:
Rückstandsorientierte Produktionsregelung von Fertigungsbereichen: Grundlagen und Anwendung, Als Ms. gedr.
Düsseldorf: VDI Verl., 2001
Zugl.: Hannover, Univ. Diss., 2000
- Breithaupt/Panten 2002
Breithaupt, Jan-Wilhelm; Panten, Matthias:
Maximierung der Termintreue durch Produktionsregelung: Einführung eines innovativen Steuerungsverfahrens bei einem Logistikdienstleister der Luftfahrtindustrie.
In: Industrie Management 18 (2002), Nr. 2, S. 25-28
- Bühner 2005
Bühner, Rolf:
Personalmanagement. 3., überarb. u. erw. Aufl.
München [u.a.]: Oldenbourg, 2005.
- Bullinger 1974
Bullinger, Hans-Jörg:
Kapazitätsplanungssystem für den Unternehmensbereich Entwicklung und Konstruktion,
Stuttgart, Univ. Diss., 1974
- Bullinger et al. 1995
Bullinger, Hans-Jörg; Kugel, Richard; Ohlhausen, Peter; Stanke, Alexander:
Integrierte Produktentwicklung: zehn erfolgreiche Praxisbeispiele.
Wiesbaden: Gabler, 1995
- Bund 2000
Bund, Martina:
F&E-Outsourcing: Planung - Kontrolle - Integration.
Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. [u.a.], 2000.
Zugl.: Hannover, Univ. Diss. u.d.T.: Integrative Outsourcing-Planung und -Kontrolle in Bereichen der industriellen Forschung und Entwicklung, 2000
- Clark/Fujimoto 1991
Clark, Kim B.; Fujimoto, Takahiro:
Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the world Auto Industry.
Boston, Mass, USA: Harvard Business School Press, 1991

- Cooley 1985
Cooley, Mike:
Die Taylorisierung der Kopfarbeit.
In: Drick, Klaus J.; Cooley, Mike; Yoxen, Edward: Management geistiger Arbeit. Frankfurt am Main: Nexus-Verlag, 1985, S. 41-64
- Corsten/Gössinger 2005
Corsten, Hans; Gössinger, Ralf:
Flexibilitätsgestaltung in Dienstleistungsunternehmen auf der Grundlage einer eigenschaftsorientierten Analyse.
In: Kaluza, Bernd; Blecker, Thorsten (Hrsg.): Erfolgsfaktor Flexibilität: Strategien und Konzepte für wandlungsfähige Unternehmen. Berlin: Schmidt, 2005
- Corsten/Stuhlmann 1997
Corsten, Hans; Stuhlmann, Stephan:
Kapazitätsmanagement in Dienstleistungsunternehmen.
Wiesbaden: Gabler, 1997
- Dahmen 2002
Dahmen, Jörn Wilhelm:
Prozessorientiertes Risikomanagement zur Handhabung von Produktrisiken.
Aachen: Shaker, 2002
(Berichte aus der Produktionstechnik. 2002,20)
Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch. Diss., 2002
- Davidow/Malone 1992
Davidow, William H.; Malone, Michael S.:
The Virtual Corporation: Structuring and Revitalizing the Corporation for the 21st Century.
New York: Harper Business, 1992
- De Toni/Tonchia 1998
De Toni, A.; Tonchia, S.:
Manufacturing Flexibility: a literature review.
In: International Journal of Production Research 36 (1998), Nr. 6, S. 1587-1617
- Dörner et al. 2000
Dörner, Dietrich (Hrsg.); Horváth, Péter (Hrsg.); Kagermann, Henning (Hrsg.):
Praxis des Risikomanagements: Grundlagen, Kategorien, branchenspezifische und strukturelle Aspekte.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2000
- Dräger 1994
Dräger, Heinrich:
Gesamtauftragsüberwachung in der Kleinserien- und Einzelfertigung am Beispiel des Betriebsmittelbaus, Als Ms. gedr.
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1994
Zugl.: Hannover, Univ. Diss., 1994
- Ehrlenspiel 1993
Ehrlenspiel, Klaus; Stuffer, Rupert; Rutz, A.:
Einführung einer methodischen Termin- und Kapazitätsplanung in Entwicklung und Konstruktion.
In: VDI-Gesellschaft Entwicklung, Konstruktion, Vertrieb (Hrsg.): Zeit- und Kostenmanagement in der Konstruktion. Tagung, 11. und 12. Mai 1993, Mannheim.
Düsseldorf: VDI-Verlag, S. 31-48
- Ehrlenspiel 2007
Ehrlenspiel, Klaus:
Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 3. aktualisierte Aufl.
München/Wien: Hanser, 2007

- Ellis/Kauferstein 2004 Ellis, Avy; Kauferstein, Michael:
Dienstleistungsmanagement: erfolgreicher Einsatz von prozessorientiertem Service Level Management
Berlin; Heidelberg: Springer, 2004
- Eversheim 1990 Eversheim, Walter:
Organisation in der Produktionstechnik: Band 1: Grundlagen.
2. neubearbeitete Aufl.
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1990
- Eversheim 1995 Eversheim, Walter (Hrsg.):
Prozessorientierte Unternehmensorganisation: Konzepte und Methoden zur Gestaltung "schlanker" Organisationen.
Berlin [u.a.]: Springer, 1995
- Eversheim 1996 Eversheim, Walter:
Organisation in der Produktionstechnik - Band 1: Grundlagen. 3., neu bearb. und erw. Aufl.
Düsseldorf : VDI Verlag, 1996
- Eversheim 1998 Eversheim, Walter:
Organisation in der Produktionstechnik - Band 2: Konstruktion. 3., vollst. überarb. Aufl.
Berlin [u.a.]: Springer, 1998
- Eversheim 2002 Eversheim, Walter:
Organisation in der Produktionstechnik - Band 3: Arbeitsvorbereitung. 4., bearb. u. korr. Aufl.
Berlin [u.a.]: Springer, 2002
- Eversheim et al. 1994 Eversheim, Walter; Pollack, Alexander; Walz, Martin:
Auch Entwicklungsprozesse sind planbar: Work-Flow-Management unterstützt die Auftragsabwicklung.
In: VDI-Z 136 (1994), Nr. 6, S. 78-83
- Eversheim/Heuser 1995 Eversheim, Walter; Heuser, Thomas:
Prozessorientierte Auftragsabwicklung in der kundenorientierten Fabrik.
In: ZWF 90 (1995), Nr. 1-2, S. 28-31
- Feldmayer/Seidenschwarz 2005 Feldmayer, Johannes; Seidenschwarz, Werner:
Marktorientiertes Prozessmanagement: wie Process Mass Customization Kundenorientierung und Prozessstandardisierung integriert.
München: Vahlen, 2005
- Filser/Habermann 2006 Filser, Hubert; Habermann, Frank:
Personalleasingkonzepte.
In: Antoni, Conny H. (Hrsg.); Eyer, Eckhard (Hrsg.); Kutscher, A. (Hrsg.): Das flexible Unternehmen: Arbeitszeit. Gruppenarbeit. Entgeltsysteme / CD-ROM. Düsseldorf: Symposion Publishing, Lieferung November 2006, Kapitel 10.4
- Franken 1998 Franken, Thomas:
Modellbasierte Beherrschung von Konstruktionsabläufen.
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1998
Zugl.: Hannover, Univ. Diss., 1998

- Frankenberger 1997
Frankenberger, Eckart:
Arbeitsteilige Produktentwicklung: empirische Untersuchung und Empfehlungen zur Gruppenarbeit in der Konstruktion.
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1997
Zugl.: Darmstadt, Techn. Hochsch. Diss., 1997
- Franz 2000
Franz, Klaus-Peter:
Corporate Governance.
In: Dörner, Dietrich; Horváth, Peter; Kagermann, Henning (Hrsg.): Praxis des Risikomanagements: Grundlagen, Kategorien, branchenspezifische und strukturelle Aspekte. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2000, S. 41-72
- Freidank 2000
Freidank, Carl-Christian:
Die Risiken in Produktion, Logistik und Forschung und Entwicklung.
In: Dörner, Dietrich; Horváth, Peter; Kagermann, Henning (Hrsg.): Praxis des Risikomanagements: Grundlagen, Kategorien, branchenspezifische und strukturelle Aspekte. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2000, S. 345-378
- Friedmann 1959
Friedmann, Georges:
Grenzen der Arbeitsteilung.
Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt, 1959
- FVA 2006
FVA Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. u.a.:
Elektrische und nichtelektrische Antriebe: Antreiben – Steuern – Bewegen: ASB Kongress 2006
Tagung Stuttgart, 21./22. Februar 2006
- Gabler 1994
Gabler-Wirtschafts-Lexikon
Band 5. L – O. 13., vollst. überarb. Aufl., Nachdruck 1994
Wiesbaden: Gabler, 1994
- Gaitanides et al. 1994
Gaitanides, Michael (Mitarb.); Scholz, Rainer (Mitarb.); Vrohlings, Alwin (Mitarb.); Raster, Max (Mitarb.):
Prozeßmanagement: Konzepte, Umsetzungen und Erfahrungen des Reengineering.
München; Wien: Hanser, 1994
- Gassmann 2005
Gassmann, Oliver (Hrsg.):
Praxiswissen Projektmanagement: Bausteine, Instrumente, Checklisten.
München: Hanser, 2005.
- Glaschak 2006
Glaschak, Stephan A.:
Strategiebasiertes Multiprojektmanagement: Konzept, Unternehmungsbefragung, Gestaltungsempfehlungen.
München [u.a.]: Hampp, 2006
Zugl.: Hannover, Univ. Diss., 2006
- Goebbels/Jakob 2005
Goebbels, Steffen; Jakob, Rüdiger:
Geschäftsprozess-FMEA: Fehlermöglichkeits- und Einfluss-Analyse für IT-gestützte Geschäftsprozesse. Sonderausgabe
Düsseldorf: Symposium, 2005 (Spezialreport)
- Gogoll 1995
Gogoll, Alexander:
Fehler im Dienstleistungsbereich vermeiden.
In: QZ 40 (1995), Nr. 2, S. 203-206

- Goldratt 1990
Goldratt, Eliyahu M.:
What is this thing called THEORY OF CONSTRAINTS and how should it be implemented?
Croton-on-Hudson, NY, USA: North River Press, 1990
- Goldratt 2001
Goldratt, Eliyahu M.:
Critical Chain: A Business Novel.
Great Barrington, MA, USA: North River Press, 2001
- Gottschalk et al. 2005
Gottschalk, Lutz; Guenther, Soeren; Hornung, Robin:
Flexibility Management System: concept and tool for analysis and configuration of alternatives to adapt manufacturing strategies.
In: Reinhart, Gunther; Zäh, Michael (Hrsg.): International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV 2005). 1. Konferenz, 22.-23. September 2005, München. München: Herbert Utz Verlag, 2005
- Gottschalk/König 2004
Gottschalk, Lutz; König, Roland:
Bedarfsunsicherheiten durch flexible Kapazitäten beherrschen.
In: ZWF: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (2004) Nr.12, S. 715-719
- Grubb 1998
Grubb, Lee:
Using total cycle time for quick response manufacturing.
In: Assembly Automation 18 (1998), Nr. 1, S. 20-24
- Grunwald 2002
Grunwald, Stefan:
Methode zur Anwendung der flexiblen integrierten Produktentwicklung und Montageplanung.
München: Utz, 2002
Zugl.: München, Techn. Univ. Diss., 2002
- Hagen 2003
Hagen, Florian von der:
Gestaltung kurzfristiger und unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen.
München: Utz, 2003
Zugl.: München, Techn. Univ. Diss., 2002
- Hagen 2003
Von der Hagen, Florian:
Gestaltung kurzfristiger und unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen:
München: Herbert Utz Verlag, 2003
Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 2002
- Haist/Fromm 1991
Haist, Fritz; Fromm, Hansjörg:
Qualität im Unternehmen: Prinzipien, Methoden, Techniken.
2., durchges. Aufl.
München [u.a.]: Hanser, 1991
- Hammer 1990
Hammer, Michael:
Reengineering Work: Don't Automate, Obliterate.
In: Harvard Business Review 68 (1990), S. 104-112
- Handfield 1995
Handfield, Robert B.:
Re-Engineering for Time-Based Competition: Benchmarks and Best Practices for Production, R & D and Purchasing.
Westport, Conn. [u.a.]: Quorum Books, 1995

- Harms 2000
Harms, Jörg M.:
Motivation bei hochqualifizierten Wissensarbeitern.
In: Bürgel, Hans Dietmar: Forschungs- und Entwicklungsmanagement 2000plus: Konzepte und Herausforderungen für die Zukunft. Berlin [u.a.]: Springer, 2000, S. 99-113
- Heidenreich et al. 1997
Heidenreich, Martin; Kerst, Christian; Munder, Irmtraud:
Innovationsstrategien im deutschen Maschinen- und Anlagenbau.
In: Heidenreich, Martin (Hrsg.): Innovationen in Baden-Württemberg. Baden-Baden: Nomos-Verlag, 1997
- Hernández 2003
Hernández Morales, Roberto:
Systematik der Wandlungsfähigkeit in der Fabrikplanung.
Düsseldorf: VDI-Verl., 2003
Zugl.: Hannover, Univ. Diss., 2002
- Herrmann 2006
Herrmann, Lars:
Flexible Arbeitszeiten im Büro, Teil 1-3
In: Antoni, Conny H. (Hrsg.); Eyer, Eckhard (Hrsg.); Kutscher, A. (Hrsg.): Das flexible Unternehmen: Arbeitszeit. Gruppenarbeit. Entgeltsysteme / CD-ROM. Düsseldorf: Symposion Publishing, Lieferung November 2006, Kapitel 4.3
- Heuwing 1974
Heuwing, Friedrich Wilhelm:
Grundlagen der Terminplanung in der Konstruktion, 1974.
Aachen, Techn. Hochsch. Diss., 1974
- Hildebrand 2005
Hildebrand, Torsten:
Theoretische Grundlagen der bausteinbasierten, technischen Gestaltung wandlungsfähiger Fabrikstrukturen nach dem PLUG+PRODUCE Prinzip.
Chemnitz: IBF, 2005
Zugl.: Chemnitz, Techn. Univ. Diss., 2005
- Hiller 2002
Hiller, Mark Christoph:
Multiprojektmanagement: Konzept zur Gestaltung, Regelung und Visualisierung einer Projektlandschaft.
Kaiserslautern: Univ., Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation, 2002
Zugl.: Kaiserslautern, Univ. Diss., 2002
- Hinterhuber/Krauthammer 1999
Hinterhuber, Hans H.; Krauthammer, Eric:
Das Leadership-Haus: die nicht-delegierbaren Aufgaben der Führenden.
München: TCW Transfer-Centrum GmbH, 1999
- Hirzel 1992
Hirzel, Leder & Partner (Hrsg.):
Speed-Management: Geschwindigkeit zum Wettbewerbsvorteil machen.
Wiesbaden: Gabler, 1992
- Hirzel 2006
Hirzel, Matthias:
Projektportfolio-Management: strategisches und operatives Multi-Projektmanagement in der Praxis. 1. Aufl.
Wiesbaden: Gabler, 2006
- Hoffmann 1986
Hoffmann, Heinz-Peter:
Flexibilität in der Auftragsabwicklung.
München: Ges. für Management u. Technologie, 1986

- Hopp/Spearman 2001 Hopp, Wallace J.; Spearman, Mark L.:
Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management. 2. Auflage,
Chicago [u.a.]: Irwin, 2001
- Horváth & Partners 2005a Horváth & Partners (Hrsg.):
Product Innovation Excellence: U-Boot-Projekte und andere Sünden.
In: The performance architect, Nr. 7 (2005) S.8-9
- Horváth & Partners 2005b Horváth & Partners (Hrsg.):
Prozessmanagement umsetzen: Durch nachhaltige Prozessperformance Umsatz steigern
und Kosten senken.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2005
- Hube 2005 Hube, Gerhard:
Beitrag zur Beschreibung und Analyse von Wissensarbeit.
Heimsheim: Jost Jetter Verlag, 2005
Zugl.: Stuttgart, Univ. Diss., 2005
- Hubka 1976 Hubka, Vladimir:
Theorie der Konstruktionsprozesse: Analyse der Konstruktionstätigkeit.
Berlin [u.a.]: Springer, 1976
- Hünninghausen/Kutscher 2006 Hünninghausen, Lars; Kutscher, Jan:
Von der Arbeitszeitflexibilisierung zur Personallogistik.
In: Antoni, Conny H. (Hrsg.); Eyer, Eckhard (Hrsg.); Kutscher, A. (Hrsg.): Das flexible
Unternehmen: Arbeitszeit. Gruppenarbeit. Entgeltsysteme / CD-ROM. Düsseldorf:
Symposion Publishing, Lieferung November 2006, Kapitel 4.12
- Huws 2002 Huws, Ursula:
Die Produktion eines Kybertariats: Die Wirklichkeit virtueller Arbeit. (2002)
<http://www.linksnet.de/artikel.php?id=1040> (1.3.2003)
- Imai 1997 Imai, Masaaki: Gemba Kaizen:
Permanente Qualitätsverbesserung, Zeitersparnis und Kostensenkung am Arbeitsplatz.
München: Wirtschaftsverlag Langen Müller / Herbig, 1997
- Impuls 2001a Impuls Stiftung (Hrsg.):
Innovationswege im Maschinenbau: Ergebnisse einer Befragung mittelständischer
Unternehmen.
Stuttgart, 2001- Materialienband
- Impuls 2001b Impuls Stiftung (Hrsg.):
Innovationswege im Maschinenbau (Kurzfassung): Ergebnisse einer Befragung
mittelständischer Unternehmen;
Mannheim, 2001 - Foliensatz.
- Jones 2006 Jones, Daniel T.:
LEA E-letter - Learning to Act.
E-Mail von LeanEnterpriseInstitute@Lean.org (13.10.2006)
- Jost 2004 Jost, Reinhard H.:
MTM-Office-System: der Weg von UOS über BSD zu MOS.
In: MTMaktuell (2004), Nr. 3, S. 12

- Kallmeyer et al. 2001 Kallmeyer, Olaf; Hauss, Ilja; Seidel, Alexander:
Engineering-Cooperations: Der Nutzen von Engineering Workflow.
Stuttgart: IRB-Verlag, 2001
- Kaluza/Blecker 2005 Kaluza, Bernd; Blecker, Thorsten (Hrsg.):
Erfolgsfaktor Flexibilität: Strategien und Konzepte für wandlungsfähige Unternehmen.
Berlin: Schmidt, 2005
- Karlowitsch 2000 Karlowitsch, Martin:
Leistungscontrolling mit der Balanced Scorecard.
Düsseldorf: Heinrich-Heine-Universität, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Diss., 2000
- Kendall 1998 Kendall, Robin:
Risk Management: Unternehmensrisiken erkennen und bewältigen.
Wiesbaden: Gabler, 1998
- Kersten/Kern 2005 Kersten, Wolfgang; Kern, Eva-Maria:
Flexibilität in der verteilten Produktentwicklung.
In: Kaluza, Bernd; Blecker, Thorsten (Hrsg.):
Erfolgsfaktor Flexibilität: Strategien und Konzepte für wandlungsfähige Unternehmen.
Berlin: Schmidt, 2005, S. 229-250
- Kessler/Winkelhofer 1999 Kessler, Heinrich; Winkelhofer, Georg:
Projektmanagement: Leitfaden zur Steuerung und Führung von Projekten. 2., korrigierte
Aufl.
Berlin [u.a.]: Springer, 1999
- Keyte/Locher 2004 Keyte, Beau; Locher, Drew:
The Complete Lean Enterprise: Value Stream Mapping for Administrative and Office
Processes.
New York, NY, USA: Productivity Press, 2004
- Kieser/Walgenbach 2003 Kieser, Alfred; Walgenbach, Peter:
Organisation. 4., überarb. und erw. Aufl.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2003
- Knapp 1999 Knapp, Christoph:
Projekt-FMEA: Know-How-Sicherung durch systematischen Methodeneinsatz bei
Entwicklungsprojekten.
In: Deutsches Projektmanagement Forum 1999: Mensch - Natur - Technik, S. 148-156
- Knecht 2006 Knecht, Thomas:
Kampf gegen die leeren Batterien: Ein Burnout entsteht durch innere und äussere
Faktoren. Arbeitgeber können letzteren präventiv entgegen wirken.
In: io new management (2006), Nr. 4, S. 29-33
- Konnerth 2006 Konnerth, Tania:
Erfolgreich Delegieren
<http://www.zeitzuleben.de/inhalte/be/delegieren/index.html> (19.07.2006)
- KPMG 2005 KPMG Deutsche Treuhand-Gesellschaft Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft
(Hrsg.):
Forschung und Entwicklung managen: Erfolgsfaktoren im Maschinen- und Anlagenbau
München [u.a.], 2005 - Studie

- Krottmaier 1995
Krottmaier, Johannes:
Leitfaden Simultaneous Engineering: Kurze Entwicklungszeiten, niedrige Kosten, hohe Qualität.
Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 1995
- Kühn et al. 2006
Kühn, Frank; Pleuger, Gudrun; Kreitel-Suciu, Anette:
Ressourcenmanagement - Schlüsselkompetenz für ein erfolgreiches Projektportfolio.
In: Hirzel, Matthias: Projektportfolio-Management: strategisches und operatives Multi-Projektmanagement in der Praxis. Wiesbaden: Gabler, 2006, S. 143-166
- Lassen et al. 2005
Lassen, Svend; Schmidt, Carsten; Sontow, Karsten:
Projektmanagement in ERP/PPS-Systemen: Was bietet der Softwaremarkt für die integrierte Planung von Projekten und Produktionsressourcen?.
In: REFA-Nachrichten (2005), Nr. 4, S. 4-14
- Liker et al. 1999
Liker, Jeffrey K.; Collins, Paul D.; Hull, Frank M.:
Flexibility and Standardization: Test of a Contingency Model of Product Design-Manufacturing Integration.
In: Journal of Product Innovation Management (1999), Nr. 16, S. 248-267
- Lincke 1995
Lincke, Wolfgang:
Simultaneous Engineering: Neue Wege zu überlegenen Produkten.
München [u.a.]: Hanser, 1995
- Lindl 1994
Lindl, Michael:
Auftragsleittechnik für Konstruktion und Arbeitsplanung.
Berlin [u.a.]: Springer, 1994
Zugl.: München, Techn. Univ. Diss., 1993
- Linner 1995
Linner, Stefan:
Konzept einer integrierten Produktentwicklung.
Berlin [u.a.]: Springer, 1995
Zugl.: München, Techn. Univ. Diss., 1993
- Loch/Terwiesch 1999
Loch, Christoph H.; Terwiesch, Christian:
Accelerating the Process of Engineering Change Orders: Capacity and Congestion Effects.
In: Journal of Product Innovation Management (1999), Nr. 16, S. 145-159
- Lödding 2001
Lödding, Hermann:
Dezentrale bestandsorientierte Fertigungsregelung.
Düsseldorf: VDI-Verl., 2001
Zugl.: Hannover, Univ. Diss., 2001
- Lödding 2005
Lödding, Hermann:
Verfahren der Fertigungssteuerung.
Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005
- Lödding et al. 2002
Lödding, Hermann; Lopitzsch, J.; Begemann, C.:
Rückstandsregelung erhöht die Termintreue: Einer Erweiterung der Dezentralen Bestandsorientierten Fertigungsregelung (DBF).
In: wt Werkstattstechnik online 92 (2002), Nr. 5, S. 248-252

- Löffler/Jagusch 2004
Löffler, Stefan; Jagusch, Burkhard:
Methodos - Ein Methodenbaukasten zur effizienten Produktentwicklung.
In: Zelewski, Stephan, Alparslan, A.; Industrieerprobte Lösungen und Werkzeuge für Produktentwicklung, Engineering und Kompetenzmanagement. Proceedings zum Abschlussworkshop des Verbundprojekt GINA, KoEffizient und KOWIEN, 5. und 6. Oktober 2004, Marketing Management Institut Braunschweig, Essen: Univ. Duisburg-Essen, Campus Essen, Inst. für Produktion u. Industrielles Informationsmanagement, 2004
- Lomnitz 2004
Lomnitz, Gero:
Multiprojektmanagement: Projekte erfolgreich planen, vernetzen und steuern. 2., aktualisierte Aufl.
Frankfurt/M.: Redline Wirtschaft, 2004
- Luczak 1998
Luczak, Holger:
Arbeitswissenschaft. 2., vollst. neubearb. Aufl.
Berlin [u.a.]: Springer, 1998
- Mayer 1988
Mayer, Dittmar:
Arbeits- und Organisationsgestaltung im technischen Büro.
Stuttgart, Univ. Diss., 1988
- Meyer 2005
Meyer, David:
Multitasking senkt Produktivität.
In: Simplify, Selbstmanagement-Letter - Einfacher arbeiten - besser leben!. E-Mail Newsletter. (08.12.2005)
- Morgan 2002
Morgan, James M.:
High Performance Product Development: A Systems Approach to a Lean Product Development Process.
Ann Arbor, MI, USA: University of Michigan, Diss., 2002
- Morgan/Liker 2006
Morgan, James M.; Liker, Jeffrey K.:
The Toyota product development system: integrating people, process, and technology.
New York, NY, USA: Productivity Press, 2006.
- Murr 1999
Murr, Otto:
Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen.
München: Utz, 1999
Zugl.: München, Techn. Univ. Diss., 1999
- Naumann et al. 2006
Naumann, Martin; et al.:
Robot Cell Integration by Means of Application-P'n'P.
In: VDI-Wissensforum u.a.: ISR 2006 - ROBOTIK 2006: Proceedings of the Joint Conference on Robotics, May 15-17, 2006, München: Visions are Reality. Düsseldorf, 2006, S. 8 (CD-ROM), Abstract S. 93
- Niess/Spandau 2005
Niess, Peter S. (Hrsg.); Spandau, Arnt (Hrsg.):
Industrielle Organisation: Vom tayloristischen zum virtuellen Unternehmen.
München: Vahlen, 2005
- Nippa 1988
Nippa, Michael:
Gestaltungsgrundsätze für die Büroorganisation: Konzepte für eine informationsorientierte Unternehmungsentwicklung unter Berücksichtigung neuer Bürokommunikationstechniken.
Berlin: Schmidt, 1988

- Nippa 1996
Nippa, Michael:
Anforderungen an das Management prozessdefinierter Unternehmen.
In: Nippa, Michael; Picot, Arnold: Prozessmanagement und Reengineering: die Praxis im deutschsprachigen Raum; [das Erfolgsrezept von Hammer/Champy auf dem Prüfstand]. Frankfurt/Main [u.a.]: Campus-Verl., 1996, S. 39-58
- Nippa/Picot 1996
Nippa, Michael; Picot, Arnold:
Prozessmanagement und Reengineering: die Praxis im deutschsprachigen Raum; [das Erfolgsrezept von Hammer/Champy auf dem Prüfstand], 2. Aufl.
Frankfurt/Main [u.a.]: Campus-Verl., 1996
- Nippa/Reichwald 1990
Nippa, Michael; Reichwald, Ralf:
Theoretische Grundüberlegungen zur Verkürzung der Durchlaufzeit in der industriellen Entwicklung.
In: Reichwald, Ralf; Schmelzer, Hermann J.: Durchlaufzeiten in der Entwicklung: Praxis des industriellen F&E-Managements. München [u.a.]: Oldenbourg, S. 65-114
- Nordsieck 1955
Nordsieck, Fritz:
Rationalisierung der Betriebsorganisation. 2., überarb. Aufl.
Stuttgart: Poeschel, 1955
- Nyhuis/Wiendahl 2003
Nyhuis, Peter; Wiendahl, Hans-Peter:
Logistische Kennlinien: Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen. 2. erw. und neubearb. Aufl.
Berlin [u.a.]: Springer, 2003
- o.V. 2005
o.V.: plug&play (2005)
<http://www.microsoft.com/technet/> (28.11.2006)
- o.V. 2006
o.V.: plug&play (2006)
<http://de.wikipedia.org/wiki/Plug&play> (28.11.2006)
- Oechsler 2000
Oechsler, Walter A.:
Personal und Arbeit: Grundlagen des Human Resource Management und der Arbeitgeber-Arbeitnehmer-Beziehungen, 7., grundlegend überarb. und erw. Aufl.
München [u.a.]: Oldenbourg, 2000
- Opitz et al. 2006
Opitz, Michael; Schöllhammer, Oliver; Wittenstein, Anna-Katharina; Wesoly, Michael:
Wertstromdesign - Schlanke Prozesse in der Administration: Ein Leitfaden vom Ist- zum Soll-Prozess im administrativen Bereich - Band 1.
Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2006
- Pahl 2005
Pahl, Gerhard:
Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung; Methoden und Anwendung, 6. Aufl.
Berlin [u.a.]: Springer, 2005
- Parkinson 1982
Parkinson, C. Northcote:
Parkinsons neues Gesetz.
Düsseldorf u.a.: Econ-Verlag, 1982
- Patzak/Rattay 2004
Patzak, Gerold; Rattay, Günter:
Projektmanagement: Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen. 4., wesentlich überarb. und erg. Aufl.
Wien: Linde, 2004

- Paul/Borges 1991 Paul, H.-J.; Borges, C.:
Auftragsleitstelle: Problemlösung für eine Gesamtauftragssteuerung.
In: Gesamtauftragssteuerung mit Auftragsleitstelle - Erfahrungen aus Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus. Tagung, Stuttgart, 10. und 11. Oktober 1991, VDI-Gesellschaft Produktionstechnik (ADB). VDI-Verlag, Düsseldorf, 1991, S. 1-34
- Pulm 2004 Pulm, Udo:
Eine systemtheoretische Betrachtung der Produktentwicklung:
München, Techn. Univ., Diss., 2004.
- REFA 1991 REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V.:
Planung und Steuerung - Teil 2.
München: Hanser, 1991
- REFA/MTM 2005 REFA/MTM:
Standard-Methoden des Organisierens für Verwaltung und Dienstleistung.
München [u.a.]: Hanser, 2005
- Reichwald/Schmelzer 1990 Reichwald, Ralf; Schmelzer, Hermann J.:
Durchlaufzeiten in der Entwicklung: Praxis des industriellen F&E-Managements.
München [u.a.]: Oldenbourg, 1990
- Reinertsen 2003 Reinertsen, Don:
Applying Batch Size to Product Development. Unconventional Wisdom on Speed and Flexibility (2003)
<http://www.roundtable.com/MRTIndex/LeanPD/ART-reinertsen-INT2-1.html>. (25.01.2006)
- Reinhart et al. 1999 Reinhart, Gunther; Dürrschmidt, Stephan; Hirschberg, Arnd; Selke, Carsten:
Reaktionsfähigkeit von Unternehmen: Eine Antwort auf turbulente Märkte.
In: ZWF 94 (1999), Nr. 1-2, S. 21-24
- Reister 1990 Reister, Dirk:
Entwicklung eines Verfahrens zur projektübergreifenden Personaleinsatzoptimierung.
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1990
Zugl.: Darmstadt, Techn. Hochsch. Diss., 1990
- Renner 2002 Renner, Lars:
Flexibilität durch individualisierte Arbeitsinhalte und Arbeitszeiten.
Lohmar [u.a.]: Eul, 2002
Zugl.: Siegen, Univ., Diss u.d.T.: Renner, Lars: Individualisierung der Arbeitsorganisation zur Steigerung der Unternehmungsflexibilität, 2002
- Romberg/Haas 2005 Romberg, Andreas; Haas, Martin:
Der Anlaufmanager: Effizient arbeiten mit Führungssystem und Workflow; von der Produktidee bis zu Serie.
Stuttgart: LOG X, 2005
- Rother/Shook 2000 Rother, Mike; Shook, John:
Sehen lernen: mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen. Dt. Ausg., Version 1.0.
Stuttgart: LOG_X, 2000

- Rubinstein et al. 2001 Rubinstein, Joshua S.; Meyer, David E.; Evans, Jeffrey E.:
Executive Control of Cognitive Processes in Task Switching.
In: Journal of experimental psychology (2001), Nr. 4, S. 763-797
- Scharer 2002 Scharer, Michael:
Quality Gate-Ansatz mit integriertem Risikomanagement: Methodik und Leitfaden zur
zielorientierten Planung und Durchführung von Produktentstehungsprozessen.
Karlsruhe: Universität Karlsruhe, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik,
2002
Zugl.: Karlsruhe, Univ. Diss., 2001
- Scheer 2003 Scheer, August-Wilhelm:
Real-Time Enterprise: mit beschleunigten Managementprozessen Zeit und Kosten sparen.
Berlin [u.a.]: Springer, 2003
- Schledt 2006 Schledt, Joachim:
Zeitarbeit.
In: Antoni, Conny H. (Hrsg.); Eyer, Eckhard (Hrsg.); Kutscher, A. (Hrsg.): Das flexible
Unternehmen: Arbeitszeit. Gruppenarbeit. Entgeltsysteme / CD-ROM. Düsseldorf:
Symposion Publishing, Lieferung November 2006, Kapitel 10.4
- Schmelzer/Sesselmann 2006 Schmelzer, Hermann J; Sesselmann, Wolfgang:
Geschäftsprozessmanagement in der Praxis: Kunden zufrieden stellen, Produktivität
steigern, Wert erhöhen, 5., vollst. überarb. Aufl.
München [u.a.]: Hanser, 2006
- Scholz 1995 Scholz, Rainer:
Geschäftsprozessoptimierung: crossfunktionale Rationalisierung oder strukturelle
Reorganisation. 2., durchges. Aufl.
Bergisch Gladbach [u.a.]: Eul, 1995
- Schröder, A. 2000 Schröder, Axel:
Spitzenleistungen im F&E-Management: mit Benchmarking Prozesse verbessern und
Entwicklungszeiten verkürzen.
Landsberg/Lech: Verl. Moderne Industrie, 2000
- Schröder, J. 2003 Schröder, Jens:
Benchmarking von Entwicklungsbereichen im Maschinenbau,
Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2003
- Schuh et al. 2006 Schuh, Günther (Hrsg.); Westkämper, Engelbert (Hrsg.); Wiendahl, Hans-Hermann
(Mitarb.) u.a.; Forschungsinstitut für Rationalisierung <Aachen> u.a.:
Liefertreue im Maschinen- und Anlagenbau : Stand - Potenziale - Trends. Stand der Daten:
Oktober 2005
Aachen, 2006
- Schumann 1994 Schumann, Gerd:
Adaptive Planung des Produktentwicklungsprozesses.
München [u.a.]: Hanser, 1994
Zugl.: Berlin, Techn. Univ. Diss., 1994
- SMI 2005 Strategy & Marketing Institute GmbH:
Innovationstrends in Deutschland: Expertenpanel von "Technology Review" und der
Initiative "Partner für Innovation".
Hannover: 2005

- Smith/Streissler 2005 Smith, Adam; Streissler, Erich W. (Hrsg.):
Untersuchung über Wesen und Ursachen des Reichtums der Völker.
Tübingen: Mohr Siebeck, 2005
- Sobek et al. 1998 Sobek, Durward K., II; Liker, Jeffrey K.; Ward, Allen C.:
Another Look at How Toyota Integrates Product Development.
In: Harvard Business Review (1998), Nr. July-August, S. 36-49
- Sobek et al. 1999 Sobek, Durward K., II; Ward, Allen C.; Liker, Jeffrey K.:
Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering.
In: Sloan Management Review 40 (1999), Nr. 2, S. 67-83
- Specht G. et al. 2002 Specht, Günter; Beckmann, Christoph; Amelingmeyer, Jenny:
F & E-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement. 2., überarb. und erw. Aufl.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2002
- Specht, D./Kahmann, J. 2000 Specht, Dieter; Kahmann, Joachim:
Virtuelle Organisation: Wege zur Gestaltung und Anwendung virtueller Unternehmen.
München: TCW Transfer-Centrum, 2000
- Specht, W.-S. 2002 Specht, Wolf-Stefan:
Variable Geschäftsprozessgestaltung in Virtuellen Unternehmen.
Düsseldorf : VDI Verlag, 2002
Zugl.: Hannover, Univ. Diss., 2001
- Stuffer 1994 Stuffer, Rupert:
Planung und Steuerung der integrierten Produktentwicklung.
München: Hanser, 1994
Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 1993
- Stuhec 2002 Stuhec, Ulrich:
Methode zur kompetenzorientierten Gestaltung von Entwicklungsprozessen.
Heimsheim: Jost Jetter Verlag, 2002
Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2002
- Stuhlmann 2000 Stuhlmann, Stephan:
Kapazitätsgestaltung in Dienstleistungsunternehmen: Eine Analyse aus der Sicht des
externen Faktors, 1. Aufl.
Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. [u.a.], 2000
Zugl.: Kaiserslautern, Univ. Diss., 2000
- Suri 1998 Suri, Rajan:
Quick Response Manufacturing: A Companywide Approach to Reducing Lead Times.
Portland, Oregon, USA: Productivity Press, 1998
- Suri/Krishnamurty 2003 Suri, Rajan; Krishnamurty, A:
How to Plan and Implement POLCA: A Material Control System for High-Variety or
Custom-Engineered Products. Technical Report.
Center for Quick Response Manufacturing, University of Wisconsin-Madison, 2003,
S. 1-17.
- Szyperski et al. 1982 Szyperski, Norbert; Grochla, Erwin; Höring, Klaus; Schmitz, Paul:
Bürosysteme in der Entwicklung: Studien zur Typologie und Gestaltung von
Büroarbeitsplätzen.
Braunschweig [u.a.]: Vieweg, 1982

- Tapping/Shuker 2003 Tapping, Don; Shuker, Tom:
Value Stream Management for the Lean Office: Eight Steps to Planning, Mapping and Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas.
New York, NY, USA: Productivity Press, 2003
- Taylor 1983 Taylor, Frederick Winslow:
Gesellschaft für Sozialwissenschaftliche und Ökologische Forschung: Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung: Nachdruck der Original-Ausgabe von 1919. 2. Aufl.
München: Raben Verlag, 1983
- Techt 2004 Techt, Uwe:
Schieflage ins Lot bringen: Critical-Chain Projekt: Potenziale in Konstruktion und Abwicklung freilegen.
In: KEM Konstruktion, Elemente, Methoden (2004), Nr. September, S. 20
- Thomas 1991 Thomas, Philip R.:
Getting competitive: middle managers and the cycle time ethic.
New York [u.a.]: McGraw-Hill, 1991
- Thompson 1997 Thompson, Jim:
The Lean Office: How to Use Just-in-Time Techniques to Streamline your Office.
Toronto: Productive Publications, 1997
- Thompson 2000 Thompson, Jim:
Lean Production for the Office: Common Sense Ideas to help your Office Continuously Improve.
Toronto: Productive Publications, 2000
- Tränckner 1990 Tränckner, Jan-Holger:
Entwicklung eines prozeß- und elementorientierten Modells zur Analyse und Gestaltung der technischen Auftragsabwicklung von komplexen Produkten.
Aachen: Shaker, 1990
Zugl.: Aachen, RWTH, Diss., 1990
- Ulich et al. 1989 Ulich, Eberhard; Conrad-Betschart, Hanspeter; Baitsch, Christof:
Arbeitsform mit Zukunft: ganzheitlich-flexibel statt arbeitsteilig: Grundlagen und 7 Fallstudien aus der Maschinenindustrie.
Bern [u.a.]: Lang, 1989
- Vasen 2003 Vasen, Joachim:
Einsatzplanung für den Technischen Kundendienst im Maschinenbau mit Bildung von Auftragsreihenfolgen durch ein kombiniertes Prioritätsregelverfahren.
Aachen: Shaker Verlag, 2003
Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2002
- VDI 2221 VDI 2221 05.1993:
Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte.
1993
- VDI 2222 VDI 2222 Blatt 1 06.1997:
Konstruktionsmethodik - Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien.
1997
- VDI-Gesellschaft Entwicklung,
Konstruktion, Vertrieb 1993 VDI-Gesellschaft Entwicklung, Konstruktion, Vertrieb (Hrsg.):
Zeit- und Kostenmanagement in der Konstruktion.
Tagung, Mannheim, 11. und 12. Mai 1993. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1993

- VDMA 2005a VDMA (Hrsg.):
Innovationswege im Maschinenbau: Ergebnisse einer Befragung mittelständischer Unternehmen. Projektbericht für die Stiftung Impuls.
Frankfurt am Main, 2005
- VDMA 2005b VDMA (Hrsg.):
Innovationswege im Maschinenbau (Kurzfassung).
Frankfurt am Main, 2005
- VDMA 2006 VDMA (Hrsg.):
Maschinenbau in Zahl und Bild 2006
Frankfurt am Main, 2006
- Veh 2002 Veh, Ulrich:
Konzept einer ablaufgeregelten Entwurfsphase im Konstruktionsprozess
Ort: Verlag, 2002
Zugl.: Essen, Univ., Diss., 2002
- Vieweg 2001 Vieweg, Hans-Günther:
Der mittelständische Maschinenbau am Standort Deutschland: Chancen und Risiken im Zeitalter der Globalisierung und "New Economy".
München: ifo Institut für Wirtschaftsforschung, 2001
- Ward et al. 1995 Ward, Allen C.; Liker, Jeffrey K.; Cristiano, John J.; Sobek, Durward K., II:
The Second Toyota Paradox: How Delaying Decisions Can Make Better Cars Faster.
In: Sloan Management Review 36 (1995), Nr. 3, S. 43-61
- Warnecke/Hüser 1993 Warnecke, Hans-Jürgen; Hüser, Manfred (Mitarb.):
Revolution der Unternehmenskultur: Das fraktale Unternehmen. 2. Aufl.
Berlin [u.a.]: Springer, 1993
- Weltz/Bollinger 1987 Weltz, F.; Bollinger, H.:
Dezentralisierung und Integration: Zauberformel der Büroarbeit.
In: Office Management (1987), Nr. 3, S. 52-56
- Westkämper 1996 Westkämper, Engelbert:
Manufacturing on Demand.
In: Warnecke, Hans-Jürgen (Hrsg.) u.a.; Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA: Gewinnen am Standort Deutschland - Beispiele für Quantensprünge: 4. Stuttgarter Innovationsforum.
Berlin [u.a.]: Springer, 1996, S. 11-24
- Westkämper 2004 Westkämper, Engelbert:
Wandlungsfähige Unternehmen.
In: Sonderforschungsbereich 467: Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen.
Lampertheim: Alpha Informations GmbH, 2004, S. 3-14
- Westkämper 2006 Westkämper, Engelbert:
Einführung in die Organisation der Produktion.
Berlin [u.a.]: Springer, 2006

- Westkämper et al. 2000 Westkämper, Engelbert; Zahn, Erich; Balve, Patrick; Tielebein, M.:
Ansätze zur Wandlungsfähigkeit von Produktionsunternehmen: Ein Bezugsrahmen für die Unternehmensentwicklung im turbulenten Umfeld.
In: wt Werkstattstechnik online 90 (2000), Nr. 1/2, S. 22-26
- Wiegand/Franck 2004 Wiegand, Bodo; Franck, Philip:
Lean Administration 1: So werden Geschäftsprozesse transparent. Die Analyse. Workbook für Manager und Mitarbeiter in Industrie, Verwaltung und Dienstleistungsbranchen. Version 1.0.
Aachen: Lean Management Insitut Stiftung, 2004
- Wiegran 1996 Wiegran, Gabriele:
Entwicklungsansatz einer differentiellen Personalwirtschaft.
München: Univ. der Bundeswehr Diss., 1996
- Wiendahl, H.-H. 2002 Wiendahl, Hans-Hermann:
Situative Konfiguration des Auftragsmanagements im turbulenten Umfeld.
Heimsheim: Jost-Jetter, 2002
Zugl.: Stuttgart, Univ. Diss., 2002
- Wiendahl, H.-H. 2006a Wiendahl, Hans-Hermann:
Auftragsmanagement im turbulenten Umfeld: Teil 1 - Anforderungen.
In: wt Werkstattstechnik online 96 (2006), Nr. 4, S. 183-189
- Wiendahl, H.-H. 2006b Wiendahl, Hans-Hermann:
Auftragsmanagement im turbulenten Umfeld: Teil 2 - Lösungsansätze.
In: wt Werkstattstechnik online 96 (2006), Nr. 5, S. 325-330
- Wiendahl, H.-H. et al. 2005 Wiendahl, Hans-Hermann; Wiendahl, Hans-Peter; Cieminski, Geger von:
Stolpersteine der PPS: Symptome - Ursachen - Lösungsansätze.
In: wt Werkstattstechnik online 95 (2005), Nr. 9, S. 717-725
- Wiendahl, H.-P. 2002 Wiendahl, Hans-Peter:
Wandlungsfähigkeit: Schlüsselbegriff der zukunftsfähigen Fabrik.
In: wt Werkstattstechnik online 92 (2002), Nr. 4, S. 122-127
- Wiendahl, H.-P./Breithaupt 1998 Wiendahl, Hans-Peter; Breithaupt, Jan-Wilhelm:
Kapazitätshüllkurven - Darstellung flexibler Kapazitäten mit einem einfachen Beschreibungsmodell 14 (1998), Nr. 4, S. 34-37
- Wildemann 1993a Wildemann, Horst:
Just-In-Time in Forschung&Entwicklung und Konstruktion.
In: ZfB 63 (1993), Nr. 12, S. 1251-1270
- Wildemann 1993b Wildemann, Horst:
Lean Management: Strategien zur Erreichung wettbewerbsfähiger Unternehmen. 1. Aufl.
Frankfurt am Main: Frankfurter Allg. Zeitung, Verl.-Bereich Wirtschaftsbücher, 1993
- Wildemann 1993c Wildemann, Horst:
Optimierung von Entwicklungszeiten: Just-In-Time in Forschung & Entwicklung und Konstruktion. 1. Aufl.
München: TCW Transfer-Centrum GmbH, 1993

- Wildemann 2003 Wildemann, Horst: Lean Management: Leitfaden zur Einführung schlanker Unternehmensstrukturen und Geschäftsprozesse. München: TCW Transfer-Centrum GmbH, 2003
- Wirnsperger 1996 Wirnsperger, Johann: Die Projekt-FMEA. In: QZ 41 (1996), Nr. 11, S. 1292-1294
- Wittenstein, A.-K. et al. 2005 Wittenstein, Anna-Katharina (Leitung); Opitz, Michael (Leitung); Schöllhammer, Oliver (Leitung); Wesoly, Michael (Leitung); Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA: Schlanke Prozesse in der Administration: Workshop Produktionsoptimierung, 03.11.2005, Stuttgart. Stuttgart, 2005
- Wittenstein, A.-K./Wesoly 2006 Wittenstein, Anna-Katharina (Hrsg.); Wesoly, Michael (Hrsg.); Georg Moeller (Mitarb.); Schneider, Ralph (Mitarb.); Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA; KAIZEN Institute Deutschland: Lean Office 2006: Studie. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2006
- Wittenstein, M. 2006 Wittenstein, Manfred: Forschung und regionale Produktionsnetzwerke - eine lebenswichtige Symbiose. In: Geißinger, Jürgen (Hrsg.): Forschung stärken - Produktion sichern. Berlin [u.a.]: Springer, 2006, S. 61-72
- Wolf/Runzheimer 2001 Wolf, Klaus; Runzheimer, Bodo: Risikomanagement und KonTraG: Konzeption und Implementierung. 3., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 2001
- Womack 2005 Womack, Jim: The Problem with Creative Work and Creative Management E-Mail von LeanEnterpriseInstitute@Lean.org (10.05.2005)
- Zangl 1985 Zangl, Hans: Durchlaufzeiten im Büro: Prozessorganisation und Aufgabenintegration als effizienter Weg zur Rationalisierung der Büroarbeit mit neuen Kommunikationstechniken. Berlin: E. Schmidt, 1985 Zugl.: München, Hochsch. d. Bundeswehr, Diss., 1984
- Zanker 1999 Zanker, Winfried: Situative Anpassung und Neukombination von Entwicklungsmethoden. Aachen: Shaker, 1999 Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 1999
- ZEW 2006 Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW (Hrsg.): Maschinenbau In: ZEW Branchenreport Innovationen: Ergebnisse der deutschen Innovationserhebung 2005. 13 (2006), Nr. 2.