

Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) an der Leibniz Universität Hannover

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)

### **Schlussbericht zum AiF-Vorhaben 14992 N**

ProdLog-Design – Reifegradbasierte Entwicklungspfade zur leistungssteigernden  
Gestaltung der Produktionslogistik in kleinen und mittleren Unternehmen

Förderkennzeichen: 14992 N

Projektlaufzeit: 01.01.2008 – 31.12.2009

© Institut für Fabrikanlagen und Logistik,  
© Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung,

15.03.2010

## Themenstellung

**ProdLog-Design** - Reifegradbasierte Entwicklungspfade zur leistungssteigernden Gestaltung der Produktionslogistik in kleinen und mittleren Unternehmen.

Entwicklung eines modellbasierten Reifegradmodells zur Bewertung der Produktionslogistik kleiner und mittlerer Unternehmen und einer Systematik zum Aufzeigen möglicher Entwicklungspfade zur Steigerung der entsprechenden Performance. Umsetzung und Bereitstellung der Ergebnisse im Rahmen eines fragebogenbasierten, über das Internet zugänglichen Software-Tools.

## Kurzzusammenfassung

Die Erwartungen an die logistische Leistungsfähigkeit stehen in zahlreichen Branchen den Kosten- und Qualitätsansprüchen der Kunden produzierender Unternehmen in nichts nach [Baumgarten'04, Barkawi'06]. Logistisch erfolgreiche Unternehmen wachsen daher schneller und sind ertragsstärker als ihre Wettbewerber. Die Leistungsfähigkeit der eigenen Produktionslogistik stellt als ein wesentlicher Garant für diesen Erfolg den Fokus des vorliegenden Forschungsprojektes dar.

Es wurde eine Methodik entwickelt, welche es Unternehmen erlaubt ihre wesentlichen Konfigurationsfehler der Produktionslogistik zu identifizieren und gezielt Maßnahmen zu deren Begrenzung bzw. Abschaffung einzuleiten.

Dazu wurden im Rahmen von Literaturrecherchen und Expertengesprächen in Forschung und Praxis zunächst typische Symptome des Unbehagens identifiziert - Probleme, welche sich unmittelbar in den verschiedenen Hierarchieebenen industrieller Unternehmen bemerkbar machen. Nach einer Gruppierung dieser zu sogenannten Stolpersteinen der Produktionslogistik lassen sich bereits erste Wirkzusammenhänge zu den wesentlichen problemursächlichen Gestaltungsaspekten der Produktionslogistik erkennen. Die erarbeiteten Stolpersteine wurden mittels einer Fehlerbaumanalyse systematisch bzgl. ihrer Ursachen hinterfragt und somit ca. 300 Konfigurationsfehler der Produktionslogistik identifiziert, welche ursächlich für die angesprochenen Misszustände sind. Im Rahmen einer Recherche zu existierenden Reifegradmodellen erwiesen sich Grundzüge der, in der Praxis weit verbreiteten Modelle EFQM und CMMI als geeignet und flossen in ein neu entwickeltes Reifegradmodell der Produktionslogistik ein.

Die Konfigurationsfehler wurden den Gestaltungsaspekten nach dem Verursacherprinzip zugeordnet und Kriterien abgeleitet, welche auf das Vorliegen der zu Clustern aggregierten Konfigurationsfehler schließen lassen. Die Erkenntnisse sind in eine Reifegrad-Morphologie eingeflossen, die dem Anwender für jedes Kriterium bis zu vier verschiedene Ausprägungen anbietet. Diese stellen direkt den Reifegrad für dieses Kriterium dar, was eine einfache, transparente und doch ganzheitliche Bewertung der Disziplin Produktionslogistik erlaubt.

Zur Verbesserung einzelner Kriterien sind bereits Maßnahmen in die Ausformulierung der Reifegrade eingeflossen. Zudem werden diese übersichtlich für Kriterien mit schlechtem Reifegrad zusammengefasst.

Die Ergebnisse der Arbeiten – Grundlagen zum Thema Produktionslogistik, Reifegradmodell und Maßnahmenhinweise – werden dem Anwender im Rahmen eines Excel-VBA-Tools und weiterführender Informationen über die Internetseite [www.prodlog-design.de](http://www.prodlog-design.de) zur Verfügung gestellt.

Das Ziel des Vorhabens, kleine und mittlere Unternehmen bei der Identifizierung und Beseitigung von Konfigurationsfehlern der Produktionslogistik systematisch zu unterstützen, wurde damit erreicht.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Themenstellung .....</b>	<b>2</b>
<b>Kurzzusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Einleitung und Darstellung des Projektansatzes .....</b>	<b>9</b>
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung .....	9
1.2 Zielsetzung des Projektes .....	10
1.3 Vorgehensweise im Projekt.....	10
<b>2 Erzielte Ergebnisse im Rahmen des Projektes .....</b>	<b>12</b>
2.1 Beschreibung der Ursache-Wirkzusammenhänge zwischen Symptomen des Unbehagens und Gestaltungsaspekten der Produktionslogistik .....	13
2.2 Aufbau von Wirkmodellen für die Konfigurationsfehler.....	17
2.3 Entwicklung eines Bewertungsmodells zur Beurteilung der Qualität der Produktionslogistik und Konzeption eines Fragebogens zu deren Erfassung .....	22
2.3.1 Bestehende Reifegradmodelle in Industrie und Wissenschaft .....	22
2.3.2 Detaillierte Anforderungsanalyse zur Positionierung in existierenden Ziel- und Interessenkonflikten.....	24
2.3.3 Aufbau des Reifegradmodells für die Produktionslogistik .....	29
2.3.4 Entwicklung der Reifegrad-Bewertungslogik.....	32
2.3.5 Bestandteile der Reifegrad-Bewertungslogik .....	36
2.3.6 Zusammenfassung .....	38
2.4 Entwicklung eines Gestaltungsmodells zur Ableitung von Maßnahmen zur konsistenzfördernden und ganzheitlichen Gestaltung der Produktionslogistik .....	39
2.4.1 Identifizierung maßgeblicher Stellhebel der Produktionslogistik...39	39
2.4.2 Aggregation der Konfigurationsfehler zu Ursachenbündeln und Ableitung von Bewertungskriterien .....	43
2.4.3 Maßnahmen zur Beeinflussung Produktionslogistik.....	46

2.4.4	Ausgestaltung von Reifegradstufen zur Bewertung der Produktionslogistik.....	53
2.4.5	Individuelle Ableitung von Entwicklungspfaden.....	55
2.5	Online basierte Bereitstellung der Methodik.....	57
2.5.1	Bereitstellung der Projektergebnisse im Internet.....	57
2.5.2	Anforderungen an das Bewertungswerkzeug .....	60
2.5.3	Ausgestaltung des Bewertungswerkzeuges.....	64
2.6	Projektmanagement .....	75
2.7	Publikation und Dokumentation der Projektergebnisse .....	76
<b>3</b>	<b>Nutzen und wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere Unternehmen (kmU).....</b>	<b>80</b>
3.1	Nutzung der angestrebten Forschungsergebnisse.....	80
3.2	Möglicher Beitrag zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der kmU.....	82
<b>4</b>	<b>Projektbegleitender Ausschuss .....</b>	<b>83</b>
<b>5</b>	<b>Beteiligte Forschungsstellen und Ansprechpartner .....</b>	<b>87</b>
5.1	Leiter der Forschungsstellen .....	88
5.2	Projektleiter .....	88
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>89</b>
<b>7</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>93</b>
7.1	Fragebogen zu Reifegradmodell und Bewertungsdurchführung .....	94
7.2	Übersicht aller Gestaltungsfelder, Subcluster und Kriterien zur ganzheitlichen Bewertung der Produktionslogistik .....	101
7.3	Kriterien mit Reifegradstufen .....	102

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitplan der Arbeitspakete und Treffen des Projektbegleitenden Ausschusses .....	11
Abbildung 2: Stolpersteine der Produktionslogistik.....	14
Abbildung 3: Gestaltungsfelder der Produktionslogistik.....	15
Abbildung 4: Darstellung der Vorgehensweise des ersten Arbeitsschrittes.....	16
Abbildung 5: Ausschnitt aus dem Fehlerbaum „Fehlende oder widersprüchliche Zielvorgaben“.....	19
Abbildung 6: Ausschnitt aus dem Fehlerbaum „Divergierende Akteursinteressen“ .....	20
Abbildung 7: Befragung zur Gestaltung des Reifegradmodells - Allgemeine Anforderungen.....	26
Abbildung 8: Befragung zur Gestaltung des Reifegradmodells – Modellcharakteristika .....	27
Abbildung 9: Befragung zur Gestaltung des Reifegradmodells – Inhalt und Zweck des Modells I .....	27
Abbildung 10: Befragung zur Gestaltung des Reifegradmodells – Inhalt und Zweck des Modells II .....	28
Abbildung 11: Reifegradmodell der Produktionslogistik.....	31
Abbildung 12: Funktionen der PPS und deren Wechselwirkungen.....	37
Abbildung 13: Auszug eines Excel-Werkzeug zur Verortung der Ursache und Wirkungen aller Problemherde in den Gestaltungsfeldern der Produktionslogistik.....	41
Abbildung 14: Verortung von Stolpersteinursachen der Produktionslogistik hinsichtlich Auswirkung und Ursprung .....	42
Abbildung 15: Systematik zur ganzheitlichen Bewertung der Produktionslogistik .....	44
Abbildung 16: Wandlungsfähigkeit in Abgrenzung zur Flexibilität [Nyhuis'08b] .....	47
Abbildung 17: Zielkonformität bekannter Fertigungssteuerungsverfahren.....	50
Abbildung 18: Parameter der Produktionskennlinien [Nyhuis'08c].....	52
Abbildung 19: Exemplarische Kriterienausprägung zur Reifegradbestimmung im Problemcluster Mitarbeiterqualifikation .....	54
Abbildung 20: Ausschnitt aus der Internetplattform „ProdLog-Design“ .....	58

Abbildung 21: Befragung zur Ausgestaltung des Bewertungswerkzeuges – Durchführung der Bewertung I.....	61
Abbildung 22: Befragung zur Ausgestaltung des Bewertungswerkzeuges – Durchführung der Bewertung II.....	62
Abbildung 23: Befragung zur Ausgestaltung des Bewertungswerkzeuges – Anzahl der Personen zur Bewertungsdurchführung .....	63
Abbildung 24: Befragung zur Ausgestaltung des Bewertungswerkzeuges – Durchführungszeit für die Bewertung .....	63
Abbildung 25: Übersicht über mögliche Steuerelemente in VBA.....	68
Abbildung 26: Phasen der Softwareentwicklung.....	69
Abbildung 27: Anwendungsrahmen der Methodik .....	71



# 1 Einleitung und Darstellung des Projektansatzes

Sahen sich Industrieunternehmen vor einigen Jahren noch überwiegend nationalen Märkten, langen Produktlebenszyklen, hauptsächlich auf technische Details ausgerichteten Kundenansprüchen und einer hohen Wertschöpfungstiefe konfrontiert, haben sich die Rahmenbedingungen für sie grundsätzlich gewandelt. Heute stehen für die über 45.000 produzierenden Unternehmen in Deutschland [StatBAmt'08] eine globale Ausrichtung auf Seiten der Beschaffung und Distribution, eine Verschiebung und zunehmende Verteilung der Leistungserstellung entlang der Wertschöpfungskette [Arndt'08], eine enorme Produktindividualisierung und damit verbundene kurze Produktlebenszyklen im Fokus - alles Herausforderungen für die Logistik. Die logistischen Leistungsmerkmale von Industrieunternehmen erweisen sich mittlerweile als ebenso wichtige Kriterien bei der Kaufentscheidung wie der Preis und die Qualität angebotener Produkte. Die logistische Leistungsfähigkeit eines Unternehmens bestimmt damit maßgeblich dessen Wettbewerbsfähigkeit [Barthel'06].

## 1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Zahlreiche Konfigurationsfehler, hindern aber vor allem kleine und mittlere Unternehmen (kmU) an der Erreichung der selbst gesetzten logistischen Ziele. Basierend auf den Erfahrungen aus der industriellen Beratungstätigkeit wurden von den Projekt bearbeitenden Forschungsinstituten bereits mehrere Konfigurationsfehler der Produktionslogistik wie unklare Schnittstellendefinitionen, divergierende Akteursinteressen und ein mangelndes Logistikverständnis identifiziert.

Unternehmen fehlt häufig die erforderliche Kenntnis zur systematischen Verbesserung der Produktionslogistik. Vielmehr sind aus einer aktuellen Situation resultierende, unkoordiniert gestartete Aktionen einzelner Verantwortlicher in einzelnen Gestaltungsaspekten der Produktionslogistik (diese sind: Ziele, Funktionen, Prozesse, Objekte, Instanzen sowie Planungs- und Steuerungswerkzeuge) typisch. Nach oftmals kurzfristig erreichten Verbesserungen folgt nahezu unvermeidlich der „Rückfall in den alten Trott“. Eine nachhaltige und ganzheitliche Verbesserung wird verfehlt. Ursachen sind beispielsweise die

Komplexität der Produktionslogistik mit wachsenden Strukturen der Unternehmen und die Vielzahl gestalterischer Freiheitsgrade.

Bisher standen bei der Gestaltung der Produktionslogistik die externen Anforderungen, wie z. B. heterogene Lieferzeit- oder Liefermengenanforderungen, Bedarfs- und Auftragsmixschwankungen oder Prioritätsänderungen im Fokus der Betrachtung. Die alleinige Ausrichtung auf die externe Sicht der Marktanforderungen greift jedoch nach Ansicht der beantragenden Institute zur Sicherung eines nachhaltigen Markterfolgs zu kurz. Deshalb ist eine ergänzende interne Sicht auf eine konsistente Auslegung der Produktionslogistik vorzusehen.

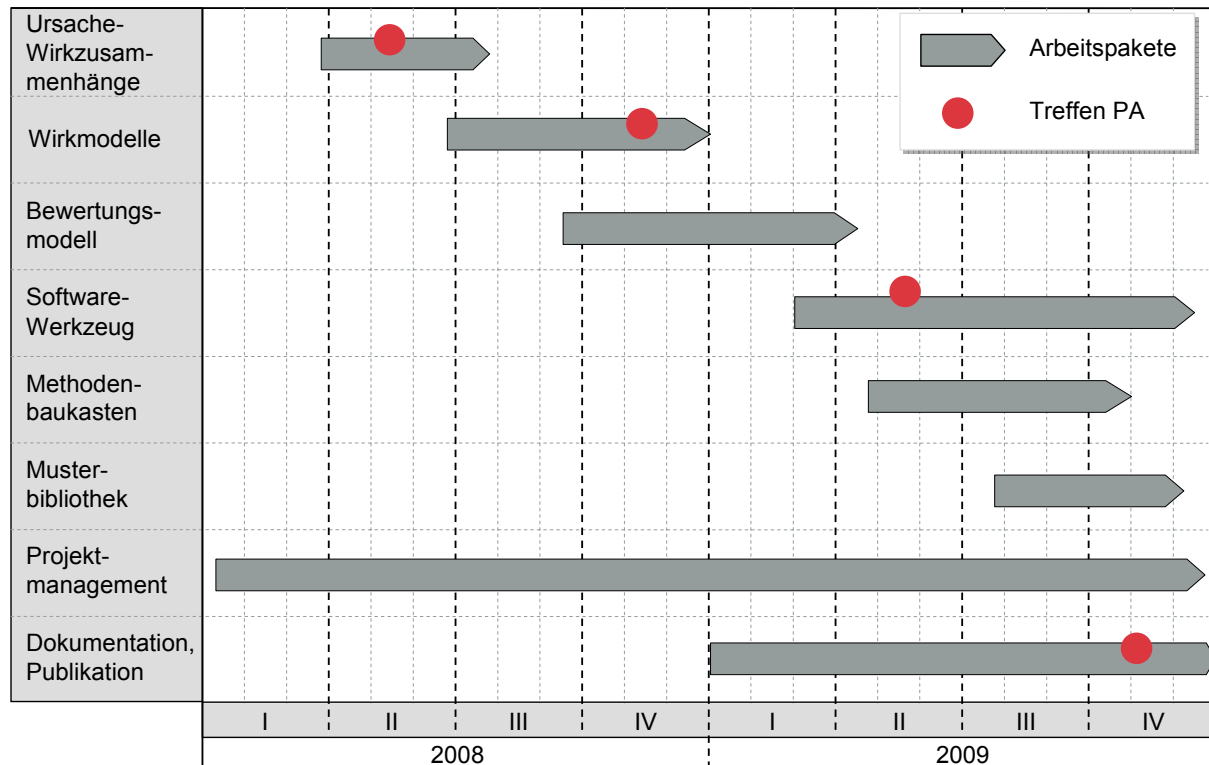
## **1.2 Zielsetzung des Projektes**

Im Rahmen des Forschungsprojektes ProdLog-Design sollte eine Methode entwickelt werden, welche zieladäquat und aufwandsarm die wichtigsten Konfigurationsfehler der Produktionslogistik im Unternehmen identifiziert und mittels einer hinterlegten Logik einer Bewertung zugänglich macht. Damit werden kmU befähigt, die anwenderspezifischen Schwachstellen im Bereich Produktionslogistik zu ermitteln. Ziel war es, die Methodik im Rahmen eines frei zugängigen Software-Demonstrators einer möglichst breiten Anwendung zuzuführen. Zudem galt es, eine Vorgehensweise zu erarbeiten, die die resultierenden Handlungsfelder so ableitet, dass eine systematische Verbesserung eingeleitet werden kann.

## **1.3 Vorgehensweise im Projekt**

Das Forschungsprojekt ProdLog-Design startete in Abstimmung mit dem Forschungsträger AiF am 01.01.2008 und somit abweichend vom ursprünglich geplanten Bewilligungszeitraum. Aufgrund der zweijährigen Verschiebung war es nicht möglich, den projektbegleitenden Ausschuss (PA) in der ursprünglich geplanten Formation aufrecht zu erhalten. Personalwechsel bei den interessierten Unternehmen und im Laufe der Zeit anderweitig eingeplante Kapazitäten zwangen die projektbeteiligten Forschungsstellen zunächst zum Zusammenstellen eines neuen projektbegleitenden Ausschusses.

Der dahingehend aktualisierte und fortgeschriebene Arbeitsplan ist in Abbildung 1 dargestellt. Zudem lassen sich die durchgeführten Treffen des Projektbegleitenden Ausschusses zur Vorstellung der durchgeführten Arbeiten, zur Validierung der jeweils aktuellen Ergebnisse und zur Abstimmung weiterer Tätigkeiten diesem Plan entnehmen. Ein zusätzliches Abschlusstreffen mit den Vertretern des Projektbegleitenden Ausschusses hat Anfang 2010 stattgefunden.



**Abbildung 1: Zeitplan der Arbeitspakete und Treffen des Projektbegleitenden Ausschusses**

## 2 Erzielte Ergebnisse im Rahmen des Projektes

Die Vorgehensweise zur Realisierung der Zielsetzung verteilt sich auf die in diesem Abschnitt vorgestellten Arbeitsschritte. Dabei wurden die einzelnen Schritte in Kooperation der Forschungsstellen und des Projektbegleitenden Ausschusses durchgeführt.

Ziel des Projektes war es, eine anwenderspezifische, systematische Überprüfung auf Konfigurationsfehler der Produktionslogistik zu ermöglichen. Dazu war es in einem ersten Schritt (vgl. Kapitel 2.1) notwendig, grundsätzlich mögliche Probleme, sog. Symptome des Unbehagens [WiendahlHH'08] zu ermitteln und diese zu handhabbaren Clustern zusammenzufassen. Diese als Stolpersteine der Produktionslogistik bezeichneten Cluster wurden mittels der Fehlerbaumanalyse systematisch nach ihren möglichen Ursachen in kmU über mehrere Hierarchieebenen hinweg hinterfragt (vgl. Kapitel 2.2), um im Anschluss auf die entsprechenden Verursacher des jeweiligen Unbehagens schließen zu können. Die Erkenntnisse wurden einem Reifegradmodell zugänglich gemacht. Dazu war es notwendig, Anforderungen an dieses zu identifizieren, bestehende Reifegradmodelle bzw. einzelne Bausteine auf ihre Eignung zu überprüfen und auf Basis dieser Erkenntnisse ein Gerüst für das Reifegradmodell der Produktionslogistik zu entwickeln (vgl. Kapitel 2.3). In Kapitel 2.4 wurde dieses Gerüst mit Inhalten - im Kern den Ursachen der Stolpersteine - gefüllt und ausgestaltet sowie Maßnahmen zur Verbesserung des Reifegrades hinterlegt. Um die entwickelte Methodik einem möglichst breiten Anwenderkreis zugänglich zu machen, werden die erarbeiteten Inhalte in Kapitel 2.5 in einem Demonstrator vereint und potenziellen Nutzern online zur Verfügung gestellt.

Die Kapitel 2.6 und 2.7 erläutern kurz die besonderen Aufgaben des Projektmanagements, welche während der Laufzeit des Projektes angefallen sind und geben Auskunft über erstellte Beiträge in nationalen Zeitschriften zu den (Zwischen-)Ergebnissen des Projektes.

Im Folgenden werden die erarbeiteten Ergebnisse detailliert vorgestellt.

## **2.1 Beschreibung der Ursache-Wirkzusammenhänge zwischen Symptomen des Unbehagens und Gestaltungsaspekten der Produktionslogistik**

In Unternehmen der industriellen Produktion existieren zahlreiche Symptome des Unbehagens, also gefühlte Missstände, welche sich nicht ohne weiteres beseitigen lassen. Das kann beispielsweise daran liegen, dass die Ursachen für eine derartige Situation nicht offensichtlich sind. Probleme an Prozessschnittstellen können auf unzureichender Klärung der Verantwortung zurückzuführen sein. Genauso gut möglich wären aber auch inkonsistente Zielvorgaben der beteiligten Prozesse oder ein unzureichendes Verständnis auf Seiten der Mitarbeiter. Werden derartige Missstände lange Zeit ignoriert, kann das zu einer Art Abschottung einzelner Abteilungen führen – die Frage nach den Ursachen würde dadurch noch erschwert. Dem sollte im Rahmen dieses Projektes Abhilfe geschaffen werden, wozu zunächst eine umfassende Aufnahme von Symptomen des Unbehagens notwendig war.

Bereits zum Kick-off Treffen des branchenübergreifenden Projektbegleitenden Ausschusses (vgl. Kapitel 4) wurden gemeinsam umfassende typische Probleme in den Bereichen Produktion und Logistik aufgedeckt. Neben dem mangelnden Bewusstsein einzelner Mitarbeiter für die Wichtigkeit zeitnaher Rückmeldungen sind bspw. eine nicht automatisierte Rückmeldung bei Maschinenausfällen oder häufige Reihenfolgevertauschungen in der Produktion häufig genannte Fehler.

Mittels einer zusätzlichen umfangreichen Recherche in zahlreicher Fachliteratur und verschiedenen Projektdokumentationen der beteiligten Institute und Unternehmen sowie durchgeführten Experteninterviews im wissenschaftlichen Umfeld der Forschungsstellen und innerhalb des Projektbegleitenden Ausschusses wurden die vermuteten Zusammenhänge überprüft und maßgeblich erweitert und so zahlreiche Symptome des Unbehagens in der Produktionslogistik identifiziert und festgehalten (Abbildung 4, Schritt 1).

Um die Komplexität auf ein vertretbares Maß zu reduzieren, wurden die mitunter sehr detaillierten Symptome zu sogenannten Stolpersteinen der Produktionslogistik aggregiert (Abbildung 2). Dabei haben sich die Institute an ihren Vorarbeiten, insbesondere denen von Wiendahl [WiendahlHH'08], orientiert.



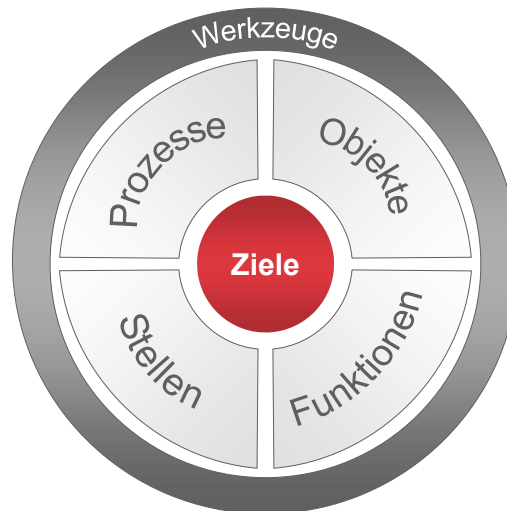
**Abbildung 2: Stolpersteine der Produktionslogistik**

Ein Beispiel des Stolpersteins „fehlende oder widersprüchliche logistische Zielsetzung“ ist die unterschiedliche Zielgewichtung auf verschiedenen Hierarchieebenen. Zielt etwa die Werksleitung auf eine hohe Termintreue gegenüber den Kunden ab, verträgt sich dieses sehr gut mit der Zielsetzung des ausführenden Mitarbeiters nach einer kurzen Durchlaufzeit. Strebt dieser aber nach einer hohen Auslastung und in Folge dessen nach einem hohen Auftragsbestand an seinem Arbeitssystem, so liegen widersprüchliche logistische Ziele innerhalb des Unternehmens vor, welche die logistische Leistungsfähigkeit negativ beeinflussen. Zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit ist es demnach unerlässlich, dem Stolperstein entgegen zu wirken oder ihn im Idealfall zu beseitigen.

Das Ergebnis dieses zweiten Schrittes (vgl. Abbildung 4) sind also Stolpersteine, welche sich aus einer systematischen Aggregation ähnlicher Symptome ergeben.

Die Stolpersteine der Produktionslogistik weisen nach wie vor einen Symptomcharakter auf. Sie bündeln Aussagen zu möglichen Problemen in der Produktionslogistik, geben aber wenig Auskunft über die Ursache und den/die Verursacher/Betroffenen. Um letzteres zu realisieren, ist eine systematische Gliederung der Produktionslogistik notwendig. Die Institute bedienen sich dabei der Gestaltungsfelder der Produktionslogistik, welche mögliche Handlungsfelder zur Verbesserung derselben darstellen. Die

Produktionslogistik lässt sich in ihrem Gesamtumfang durch die Gestaltungsfelder *Ziele*, *Funktionen*, *Objekte*, *Prozesse*, *Stellen* und *Werkzeuge* beschreiben (vgl. Abbildung 3).



**Abbildung 3: Gestaltungsfelder der Produktionslogistik**

Sie wurden von H.-H. Wiendahl [WiendahlHH'05] auf Basis der von Specker [Specker'01] entwickelten „aspektweisen Modellierung und Darstellung von Systemen“ auf die Produktionslogistik übertragen und erweitert und bilden die Grundlage für die folgenden Betrachtungen.

Im Zentrum stehen die *Ziele* des Unternehmens, welche eine Positionierung im logistischen Zielsystem bezüglich Termintreue, Durchlaufzeit, Bestand sowie Auslastung ermöglichen. Unter *Funktionen* ist die Auswahl geeigneter Planungs- und Steuerungsverfahren der Produktions- und Lagerprozesse und deren Parametrierung zu verstehen, während *Objekte* die Datenquantität und -qualität bzgl. der Betrachtungsgegenstände des Auftragsmanagements fokussieren. Die wichtigsten davon sind Artikel (Endprodukte, Komponenten oder Material), Ressourcen (Betriebsmittel und Personal), Ausführungsprozesse (Beschaffen, Produzieren, Liefern) und Aufträge (Einzel, Serie, Ersatzteil usw.). *Prozesse* ordnen die Entscheidungs- und Ausführungsaktivitäten unter sachlogischer und zeitlicher Abfolge und beschreiben damit den Workflow in der Informationsflussebene. *Stellen* beschreiben, welche Organisationsstelle – und damit bspw. welcher Mitarbeiter oder welche Abteilung – die Aktivität im Rahmen der Organisation verantwortet und welche Anforderungen bzgl. Kompetenzen und Qualifikation bestehen. Ne-



ben diesen fünf Kernkonzeptbausteinen der Produktionslogistik unterstützen *Werkzeuge* wie einerseits Planungs- und Steuerungssoftware, andererseits aber auch Hilfsmittel im Prozess (z. B. Scanner) die erforderlichen Aktivitäten durch Standardisierung und Teilautomatisierung.

Um nun einerseits die Bereiche im Unternehmen zu identifizieren, in denen sich die Stolpersteine der Produktionslogistik auswirken und um andererseits die Hebel zur Beseitigung derselben aufzudecken, war es erforderlich, die Zusammenhänge zwischen den Stolpersteinen und den Gestaltungsfeldern produzierender Unternehmen zu ermitteln (Abbildung 4, Schritt 3). Systematisch wurden anhand der Listen der Symptome des Unbehagens aus der Recherchephase die Folgen im Unternehmen abgeleitet.

Ergebnis ist eine Abstufung der Auswirkungen einzelner Stolpersteine in den verschiedenen Gestaltungsfeldern. Zudem wurde für jeden Stolperstein ausführlich erarbeitet, in welchen Gestaltungsfeldern ein Potenzial zur Beseitigung bzw. Eingrenzung der Stolpersteine liegt. Das ermöglicht Aussagen darüber, welche Gestaltungsfelder die wesentlichen Hebel zur Effizienzsteigerung der Produktionslogistik darstellen und erlaubt Aussagen über die grundlegenden Wirkzusammenhänge der Gestaltungsfelder untereinander.

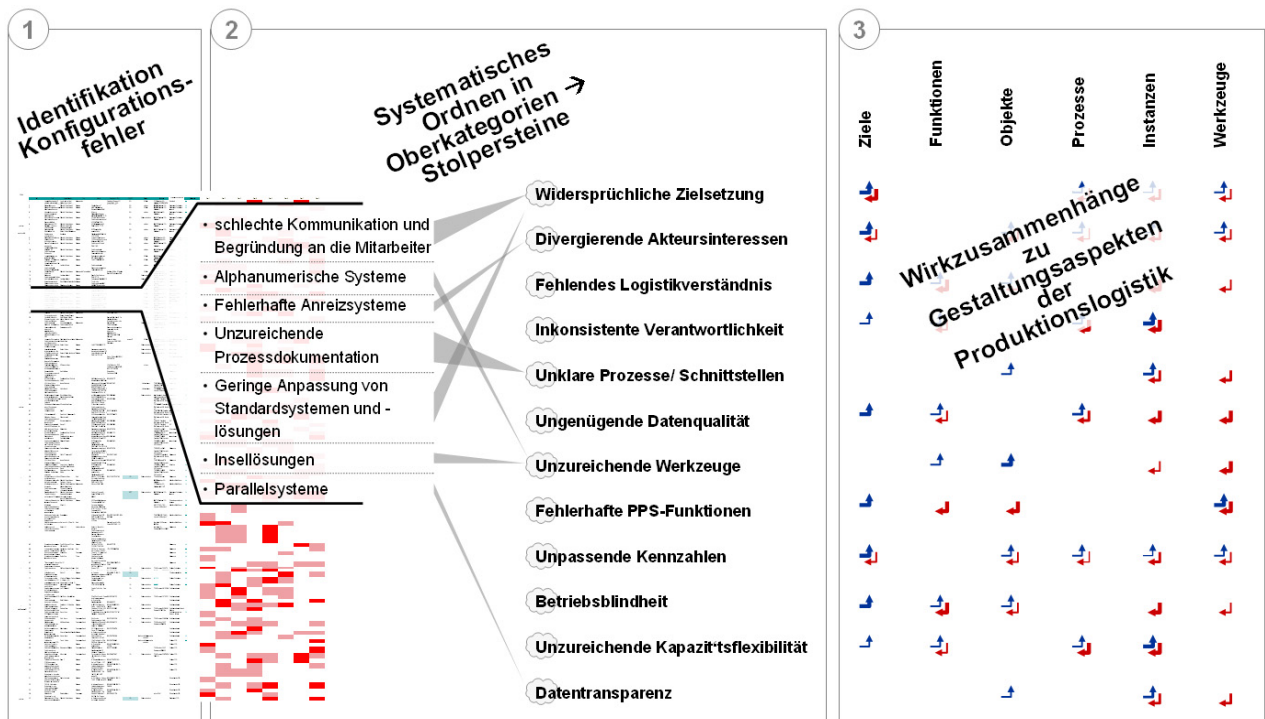


Abbildung 4: Darstellung der Vorgehensweise des ersten Arbeitsschrittes



Im Rahmen der Bearbeitung dieses ersten Abschnittes ist es damit gelungen, die gesetzten Ziele zu erreichen, welche in der Identifikation und Klassifizierung der Symptome des Unbehagens in der Produktionslogistik und dem Aufzeigen der Ursache-Wirkzusammenhänge zwischen diesen und den Gestaltungsfeldern der Produktionslogistik bestehen. Eine spezifische Zuordnung der Stolpersteine der Produktionslogistik zu jeweils einzelnen Gestaltungsfeldern, in welchen die Ursachen des Unbehagens zu finden sind, ist damit aber noch nicht gezielt möglich. Im folgenden Kapitel werden die Stolpersteine dazu systematisch auf ihre Ursachen hin untersucht, welche eine detailliertere Betrachtung der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge erlauben.

Wie bei allen weiteren Arbeitsschritten auch, war die Herangehensweise sehr personalintensiv, da Recherchen, Abstimmungen und Diskussionen Grundlage der erzeugten Ergebnisse sowie unentbehrlich für die weiteren Schritte sind. Schließlich sollen die hier identifizierten und klassifizierten Symptome beseitigt und in ausgewählten Gestaltungsfeldern gezielt effiziente Modelle zu deren Handhabung eingesetzt werden.

## **2.2 Aufbau von Wirkmodellen für die Konfigurationsfehler**

Um das Vorliegen einzelner Stolpersteine überprüfen und letztendlich auch gezielte Maßnahmen zu deren Beseitigung einleiten zu können, war es notwendig, jeden Stolperstein mit seinen Konfigurationsfehlern auf seine Kernursachen hin zu untersuchen. Die in der Regel vorzufindenden Kombinationen von mehreren Ursachen zu einer Wirkung (n:1-Beziehung) bzw. im schwierigeren Fall sogar zu mehreren, stolpersteinübergreifenden Wirkungen (n:m-Beziehungen) lassen die Komplexität dieser Überlegungen stark steigen.

Das heißt insbesondere auch, dass der Aufwand zur Analyse und zur Beseitigung eines Stolpersteins maßgeblich von der Komplexität der dem Stolperstein zugrundeliegenden Ursache-Wirkungsbeziehungen abhängt. Die dabei auftretenden, teilweise stolpersteinübergreifenden Wechselwirkungen erschweren die notwendige Analyse, die zunächst erforderlich ist, um in einem zweiten Schritt systematische und über die Gestaltungsaspekte konsistente Maßnahmen zur Behebung des Stolpersteins ableiten zu können. Dafür ist es ebenso von entscheidender Bedeutung, dass offensichtliche Ursachen suk-

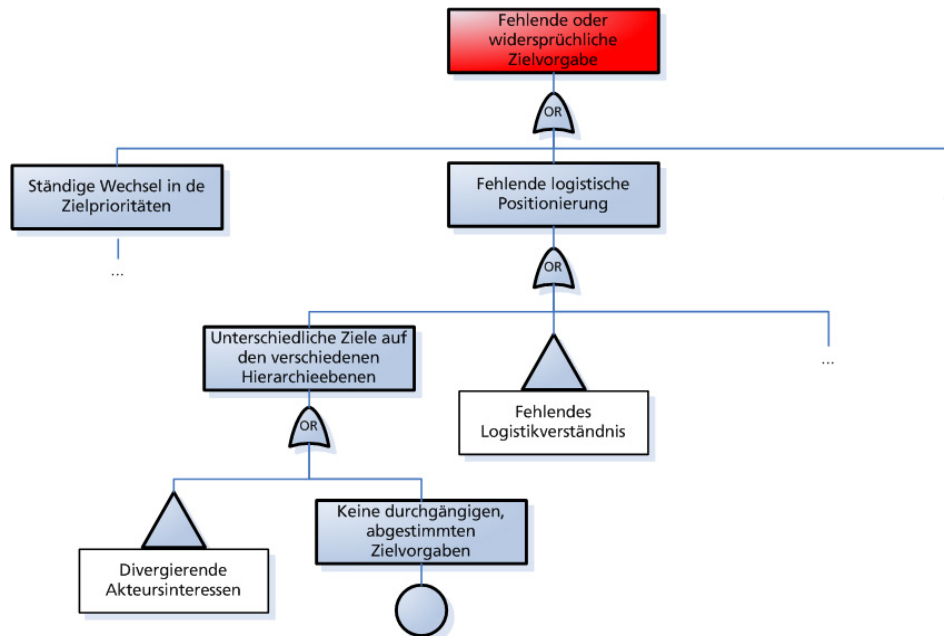
zessiv hinterfragt werden. Nur dadurch ist gewährleistet, dass Ursachen über mehrere Ebenen hinweg bis hin zu den wirklichen Kernursachen gefunden, untersucht und beseitigt werden können.

Das aus dem Qualitätsmanagement stammende Instrument der Fehlerbaumanalyse, welches deshalb im Rahmen dieses Arbeitspaketes angewandt wurde, half diese Komplexität zu beherrschen. Die Fehlerbaumanalyse ist eine systematische, deduktive Methode zur Suche nach denkbaren Ursachen für einen vorgegebenen Fehler. Ausgehend von einem unerwünschten Ereignis (Fehler/Symptom) werden schrittweise alle möglichen Ursachen, die dieses unerwünschte Ereignis auslösen können, ermittelt. Für jeden dieser Auslöser werden wiederum iterativ die jeweiligen Ursachen analysiert, bis man zu den Kernursachen für das unerwünschte Ereignis gelangt ist [DIN25424].

Nach diesem Schema wurde jeder Stolperstein systematisch und über mehrere Ebenen hinweg sukzessiv bezüglich seiner Ursachen hinterfragt. Dabei entstanden, auch im Rahmen zahlreicher Projekttreffen und Abstimmungsgesprächen mit dem Projektbegleitenden Ausschuss, umfassende Stolpersteinbäume mit bis zu 43 Ursachen je Stolperstein auf bis zu vier Ebenen und den entsprechenden Ursache-Wirkungs-Beziehungen. Ein Dreieck kennzeichnet in der Darstellungsform (vgl. Abbildung 5) der Fehlerbaumanalyse einen Verweis auf einen anderen Stolpersteinbaum. Auf diese Weise lassen sich die umfangreichen Querbeziehungen der identifizierten Stolpersteine kennzeichnen. Ein Kreis signalisiert das Ende der Ursachenermittlung in vertikaler Richtung.

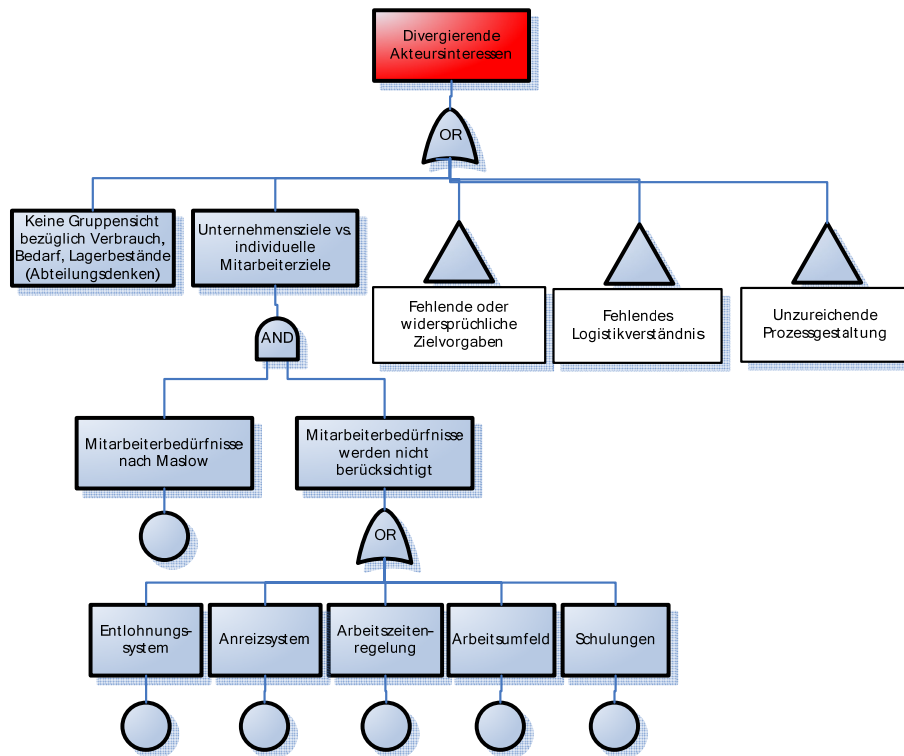
Bei Anwendung der Fehlerbaumanalyse auf den Stolperstein „fehlende oder widersprüchliche logistische Zielvorgabe“ können beispielsweise die in Abbildung 5 auszugswise dargestellten Ursachen ermittelt werden. Wechselnde Zielvorgaben wie z. B. die Priorisierung von Aufträgen durch direkte Eingriffe der Geschäftsführung sind typisch. Weiterhin führt auch eine fehlende oder ungenügend kommunizierte logistische Positionierung dazu, dass Ziele widersprüchlich wahrgenommen werden. Als Ursachen zweiter Ordnung können ein fehlendes Logistikverständnis der beteiligten Akteure oder unterschiedliche Ziele auf den jeweiligen Hierarchiestufen des Unternehmens ausgemacht werden. Die Verfolgung dieser unterschiedlichen Ziele ist wiederum auf die nicht aufeinander abgestimmten logistischen Ziele in den Hierarchiestufen sowie ggf. auf divergierende Akteursinteressen (ein Akteur verhält sich konträr zu seinen Zielvorgaben) zurückzuführen. Die angeführten Ursachen „divergierende Akteursinteressen“ und „feh-

lendes Logistikverständnis“ werden in einem eigenständigen Fehlerbaum detailliert analysiert.



**Abbildung 5: Ausschnitt aus dem Fehlerbaum „Fehlende oder widersprüchliche Zielvorgaben“**

Der in dieser Fehlerbaumanalyse referenzierte Stolperstein „divergierende Akteursinteressen“ wird als weiteres Beispiel herangezogen, um die identifizierten wechselseitigen n:m Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den Stolpersteinen zu veranschaulichen. In diesem Fall konnten die in Abbildung 6 dargestellten Ursachen für das wahrgenommene Symptom – die Akteure verhalten sich in einer anderen Weise als vorgesehen bzw. die logistischen Zielvorgaben werden ignoriert - ermittelt werden. Zum einen kann ein zu ausgeprägtes Abteilungs- oder Bereichsdenken zu divergierenden Akteursinteressen führen. Weiterhin besteht eine enge Verbindung zu den Stolpersteinen „fehlende oder widersprüchliche Zielvorgaben“, „fehlendes Logistikverständnis“ und „unzureichende Prozessgestaltung“, deren Ursachen wiederum in den dafür erstellten Fehlerbäumen analysiert werden. Auch das Aufeinandertreffen von Unternehmenszielen und individuellen Mitarbeiterzielen kann zu Problemen führen. Ursachen 2. Ordnung hierfür sind die von Maslow beschriebenen Mitarbeiterbedürfnisse und die unzureichende Berücksichtigung dieser im Unternehmen. Als Ursache höherer Ordnung können dann bspw. das Entlohnungssystem oder die Arbeitszeitenregelung angeführt werden.



**Abbildung 6: Ausschnitt aus dem Fehlerbaum „Divergierende Akteursinteressen“**

An den beiden Beispielen ist zu erkennen, dass durch die Referenz auf einen anderen Stolperstein (dargestellt durch das Dreieck) eine Wechselwirkung zwischen den Stolpersteinbäumen abgebildet wird. Demnach ist zwischen direkten Ursachen für das Auftreten eines Stolpersteins, Kernursachen für das Auftreten eines Stolpersteins (Wurzelursache eines Stolpersteins bzw. einer Ursache in vertikaler Richtung) und indirekten Ursachen, die über entsprechende Verweise gekennzeichnet sind und wiederum zahlreiche eigenständige Ursachen haben können, zu unterscheiden.

Ein wesentliches Ergebnis dieses Arbeitsschrittes ist, dass die grobe Abbildung dieser Wechselwirkungen an ausgewählten relevanten Stellen ausreicht, um das Ursache-Wirkungsgeflecht übersichtlich zu veranschaulichen und die Komplexität des Ursache-Wirkungsbeziehungen bei steigendem Detaillierungsgrad der Stolpersteinursachen beherrschbar zu machen. Dies hat mehrere Gründe:

- ein Stolperstein kann zwar umfassend und allgemein definiert werden, wenn aber tatsächliche Wirkbeziehungen von Stolpersteinen betrachtet werden, ist jeweils ein konkreter Einzelfall zu berücksichtigen. Die konkrete Auswirkung eines be-

stimmten Konfigurationsfehlers ist nur für den jeweiligen Einzelfall festzustellen, da eine Verallgemeinerung auf den Begriff des Stolpersteins (Bsp. Insellösungen → Unzureichende Werkzeuge) einhergeht mit einer Vergrößerung der möglichen Ursachen (es gibt zahlreiche weitere Fälle, bei denen die Werkzeuge unzureichend sind, dieses aber nicht auf Insellösungen zurückzuführen ist, bspw. Softwareergonomie).

- Deshalb können einerseits die Wirkungen der einzelnen Ursachen oder der Kombinationen von Einzelfallursachen auch mehrere und unterschiedliche Wirkungen besitzen (während bspw. eine schlechte Softwareergonomie Probleme wie einen hohen Aufwand in der Bedienung bereitet, führen Insellösungen zu inkonsistenter Datenhaltung, deshalb aber in einigen Fällen auch zu einem hohen Aufwand). Allgemeine Zusammenhänge von Ursachen und Wirkungen, unabhängig vom konkreten Einzelfall, sind daher nur auf einer eher groben Ebene beschreibbar, da in nahezu allen Fällen eine Situation denkbar ist, in der eine Ursache zu einer bestimmten Wirkung führt.

Ein Stolperstein kann demnach als eine Sammlung von Konfigurationsfehlern in konkreten Einzelfällen betrachtet werden. Wie diese Fehler, auch als Ursachen von Wirkungen bezeichnet, zusammenwirken, ist nur auf einer eher groben Ebene beschreibbar, so dass ein gewisses Maß an Allgemeingültigkeit gewährleistet ist und die Komplexität in der Beschreibung der Ursache-Wirkungsbeziehungen begrenzt wird.

Diese Positionierung wurde im Rahmen dieses Arbeitsschrittes durch die Aufgliederung der Stolpersteine in die jeweiligen Ursachen mit Hilfe der Fehlerbaumanalyse und gleichzeitiger Referenzierung der weiteren betroffenen Stolpersteine an ausgewählten Stellen ideal gelöst. Durch dieses Konstrukt ist einerseits der notwendige Detaillierungsgrad erreicht und die vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen den Stolpersteinen beschrieben, andererseits wird auch die Komplexität auf ein beherrschbares Maß begrenzt und die Allgemeingültigkeit des darauf aufbauenden Reifegradmodells für ein möglichst breites Anwenderspektrum gewährleistet.

Die Erstellung und fachliche Diskussion der Fehlerbäume war sehr zeitintensiv und nur durch häufige Diskussionen möglich und rechtfertigt damit den hierfür entstandenen Personalaufwand.

Nach der Erstellung dieser Wirkmodelle zur Erklärung der Konfigurationsfehler bzw. Stolpersteine der Produktionslogistik wurde festgelegt, dass sich die Grundstruktur für das später zu entwickelnde Reifegradmodell an den Gestaltungsfeldern der Produktionslogistik orientieren soll. Dazu sind Beschreibungs- und Wirkmodelle notwendig, welche es erlauben, die einzelnen Aspekte näher zu beleuchten und die die Bewertung einer aktuellen Situation im Unternehmen zulassen. Im Rahmen einer Literaturrecherche und anschließenden Diskussionen zwischen den beteiligten Forschungseinrichtungen wurden dabei bspw. das Modell der Logistischen Kennlinien für die Zielbewertung, das Aachener PPS-Modell sowie das Modell der Fertigungssteuerung nach Lödding für die Bereiche Funktionen und Objekte herangezogen. Ihre genaue Verwendung wurde im Rahmen der Bearbeitung des dritten Arbeitsschrittes geklärt.

In der Bearbeitung dieses zweiten Arbeitspaktes ist es gelungen, mit Hilfe der Fehlerbaumanalyse ein Wirkmodell zur Erklärung der Konfigurationsfehler der Produktionslogistik zu erstellen, welches über mehrere Ebenen hinweg die Ursachen für und zwischen den Stolpersteinen in Beziehung setzt. Durch systematische Anwendung der Fehlerbaumanalyse auf die Stolpersteine der PPS (top-down-Vorgehen) konnten Ursachenkombinationen und logische Zusammenhänge erkannt und vollständige Symptom-Ursachen-Wirkungsketten übersichtlich dargestellt werden. Basierend auf diesen Ergebnissen sollen dann in einer bottom-up-Vorgehensweise auf alle Gestaltungsfelder abgestimmte Maßnahmen zur Beseitigung der Stolpersteine abgeleitet werden. Dabei werden nicht nur direkte, sondern auch Ursachen höherer Ordnung bis hin zu den Kernursachen in Betracht gezogen.

## **2.3 Entwicklung eines Bewertungsmodells zur Beurteilung der Qualität der Produktionslogistik und Konzeption eines Fragebogens zu deren Erfassung**

### **2.3.1 Bestehende Reifegradmodelle in Industrie und Wissenschaft**

Ziel des dritten Arbeitsschrittes war es, den Zusammenhang zwischen den Konfigurationsfehlern und der Qualität der Leistungsfähigkeit eines Unternehmens in der Produkti-

onslogistik herzustellen. Dabei war es entscheidend für die weiteren Arbeiten, die Konfigurationsfehler und deren Ursachen sowohl innerhalb als auch zwischen den Gestaltungsfeldern der Produktionslogistik zu beurteilen. Um ein solches Bewertungsmodell in Form eines Reifegradmodells für die Produktionslogistik entwickeln zu können, war es in einem ersten Schritt notwendig, durch eine umfangreiche Literaturrecherche einen Überblick über bereits existierende Reifegradmodelle, deren Struktur und Inhalte zu erlangen.

Ein Reifegradmodell ist ein vereinfachtes Abbild der Realität, welches die Analyse und Bewertung des Entwicklungsstandes von Produkten, Prozessen und Organisationen im Hinblick auf definierte Fähigkeiten unterstützt. Dabei werden Stufen der „Reife“ genutzt, um die unterschiedlichen erreichbaren Fähigkeitsniveaus zu beschreiben. Reifegradmodelle setzen die Messbarkeit des Reifegrades in einem gewissem Maßstab voraus, ordnen jedem Reifegrad mit zu erfüllenden Kriterien ein bestimmtes Fähigkeitsniveau zu und bewirken auf diese Weise, dass mit wachsender „Modell-Reife“ höhere Fähigkeitsniveaus erreicht werden. Reifegradmodelle beinhalten damit nicht nur Methoden zur Bewertung von Fähigkeitsniveaus, sondern liefern zugleich Ansätze und Maßnahmen zur Erhöhung des Reifegrades. Nach dem Einleiten von Maßnahmen zur Erhöhung des Fähigkeitsniveaus sind Reifegradmodelle zugleich ein geeignetes Werkzeug, den erzielten Fortschritt zu messen. Dadurch eignen sie sich sehr gut für Aufgaben wie die Lieferanten- und Entwicklungspartnerwahl, die Durchführung von Benchmarks oder die Optimierung von Prozessen (vgl. hierzu bspw. [Kneuper'03]).

Reifegradmodelle haben in den letzten Jahren in unterschiedlichsten Bereichen weite Verbreitung gefunden. In Wissenschaft und Praxis haben sich bspw. Modelle wie das EFQM-Modell (European Foundation for Quality Management), das CMMI (Capability Maturity Model Integration), das Project Management Maturity Model (PMMM) oder das Service Management Maturity Model (SMMM) etabliert. Durch die sehr große Anzahl bereits bestehender Reifegradmodelle in unterschiedlichsten Bereichen war es deshalb erforderlich, die existierenden Modelle zu klassifizieren und nach Relevanz zu gewichten. Dabei zeigte sich unter anderem, dass das EFQM-Modell und das CMMI-Modell in den Kriterien Verbreitung und Allgemeingültigkeit eine große Bedeutung besitzen. Modelle wie das Supply-Chain-Operations-Modell (SCOR-Modell) aufgrund seiner Logistikknähe und das Project Management Maturity Model aufgrund seiner Logiken zur Pro-



jektplanung und -steuerung konnten dabei ebenso mit einer hohen Gewichtung ausgestattet werden (vgl. hierzu [Chrissis'09], [Gucanin'03], [Bolstorff'07]).

Im Rahmen des Projektes wurde neben der Durchführung der Recherche, der Klassifikation und der Gewichtung der Reifegradmodelle eine Diplomarbeit mit dem Titel „Möglichkeiten des Einsatzes von Reifegradmodellen in der Produktionslogistik: Identifikation und Bewertungsansätze“ betreut. Ziel dieser Arbeit war es, auf Basis der Analyse bestehender Reifegradmodelle mögliche und sinnvolle Ansatzpunkte für die Übertragung bereits existierender Modellelemente und -schemata auf die Produktionslogistik zu generieren. Die Diplomarbeit leistete für die wissenschaftlichen Mitarbeiter der Forschungsinstitute zunächst den wichtigen Beitrag, dass Reifegradmodelle aus unterschiedlichsten Bereichen wie dem Qualitätsmanagement, der Softwareentwicklung, dem Gesundheitswesen oder der Logistik detailliert analysiert wurden und damit die jeweiligen selbstständigen Untersuchungen der Forscher ergänzten. Durch das breite Spektrum an verschiedenen Bereichen war gewährleistet, dass wichtige Anregungen und Modellelemente aufgezeigt werden können, die bisher im Logistikbereich nicht vorhanden sind, aber beim Aufbau des Reifegradmodells für die Produktionslogistik berücksichtigt werden müssen.

### **2.3.2 Detaillierte Anforderungsanalyse zur Positionierung in existierenden Ziel- und Interessenkonflikten**

Im Rahmen der Diplomarbeit, bei Sitzungen des Projektbegleitenden Ausschusses und während den Ausarbeitungen an den beiden Forschungsinstituten zeigte sich, dass beim Aufbau des Reifegradmodells für die Produktionslogistik einige Ziel- und Interessenkonflikte bestehen, bei denen die gleichzeitige Erfüllung aller gewünschten Anforderungen nicht gewährleistet werden kann. So ist es nicht möglich, ein sehr detailliertes Modell für jede Branche aufzubauen, bei dem Unternehmen ihre logistische Leistungsfähigkeit exakt bestimmen können, gleichzeitig aber auch eine möglichst breite Vergleichbarkeit zu anderen Unternehmen zu haben. Je exakter das Modell im Detail ausgelegt wird, desto spezieller wird es und desto schwieriger wird ein unternehmensübergreifender Vergleich. Darüber hinaus muss zwischen der Güte des Modellergebnisses und dem dafür aufgebrauchten Aufwand abgewägt werden. Sicherlich ist es wünschenswert, mit einem sehr geringen Aufwand ein möglichst realistisches Ergebnis zu erhalten.



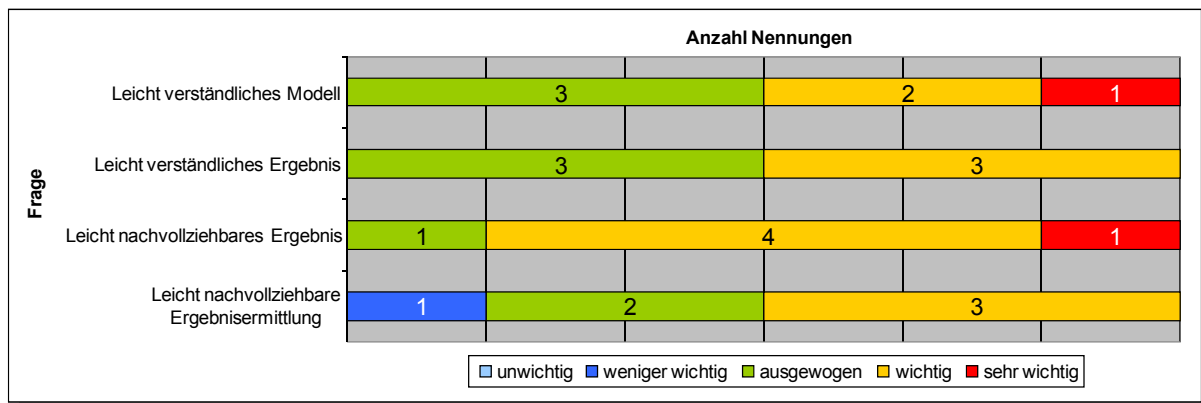
Allerdings erfordert ein realistisches Ergebnis auch eine Bewertung von zahlreichen Eigenschaften in unterschiedlichen Bereichen, so dass bei einer Fragebogenauswertung eine Vielzahl von Fragen nötig ist, um dieses realistische Bild zu erzeugen. Dieser Sachverhalt kann durch das magische Dreieck „Zeit – Kosten – Qualität“ beschrieben werden, bei dem die drei konkurrierenden Ziele nicht allesamt gleichzeitig erreicht werden können. Es ist demnach erforderlich, eine Positionierung zu finden, die alle drei Ziele hinsichtlich der vorliegenden Anforderungen erfüllt.

Um alle vorliegenden Anforderungen an ein Produktionslogistik-Reifegradmodell systematisch zu erfassen und zu dokumentieren, wurden diese im Laufe des dritten Arbeitspakets aufgenommen:

- Einerseits bestehen theoretische Anforderungen an ein Reifegradmodell der Produktionslogistik wie die Berücksichtigung der Gestaltungsfelder, der konkurrierenden logistischen Ziele oder der Stolpersteine der Produktionslogistik. Diese Grundlagen mitsamt der komplexen Ursache-Wirkungsbeziehungen wurden in den ersten beiden Arbeitsschritten umfassend beschrieben.
- Darüber hinaus existieren allgemeine Modellanforderungen wie beispielsweise Flexibilität, Erweiterbarkeit oder Verständlichkeit. Diese beeinflussen wichtige grundlegende Modellstrukturen und -bestandteile und gewährleisten damit eine breite Akzeptanz des Reifegradmodells in Wissenschaft und Praxis.
- Schließlich sind auch die Anforderungen der späteren Anwender in der Industrie von entscheidender Bedeutung, um die dortige Akzeptanz und die Umsetz- und Anwendbarkeit zu gewährleisten.

Diese Anforderungen der Anwender aus der Industrie wurden deshalb mit einem Fragebogen (vgl. Anhang 7.1) bei den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses abgefragt. Bei zahlreichen Fragen in verschiedenen Kategorien wurde jeweils eine Einschätzung hinsichtlich der Ausprägungen „unwichtig“, „weniger wichtig“, „ausgewogen“, „wichtig“ und „sehr wichtig“ abgefragt. Darüber hinaus gab es einen Teil mit konkreten Fragen zur Bewertungsdurchführung sowie einen Teil mit offenen Fragen, um Einschätzungen über die Hintergründe und Motivation der Nutzung eines solchen Modells zu erlangen. Der komplette Fragebogen kann dem Anhang zu diesem Bericht entnommen werden. Im Folgenden sind die Ergebnisse dieser Befragung aufgeführt.

Zunächst wurden allgemeine Anforderungen an das Reifegradmodell abgefragt. Abbildung 7 zeigt das Ergebnis der Befragung.



**Abbildung 7: Befragung zur Gestaltung des Reifegradmodells - Allgemeine Anforderungen**

Aus der Befragung zeigte sich, dass ein Modell aufgebaut werden soll, das einen möglichst transparenten Charakter aufweist. Sowohl das Ergebnis als auch die Ergebnisermittlung sollten verständlich und leicht nachvollziehbar sein.

Wie aus Abbildung 8 hervorgeht, sollten die Stufen des Modells eher durch kontinuierliche Verbesserungen / Verbesserungsmaßnahmen und nicht durch grundlegende organisatorische Umgestaltungen bestimmt sein. Es zeigte sich, dass sowohl diskrete Reifegradstufen als auch ein kontinuierliches Modell erwünscht sind. Eine zentrale Anforderung ist, dass das Modell „vom Groben ins Feine“ implementiert sein muss. D. h. dass ein Konfigurationsfehler durch die Modellanwendung zunächst grob für einen bestimmten Bereich eingegrenzt werden soll und anschließend die Möglichkeit bestehen muss, in einem zweiten Schritt gezielt und detailliert in diesem Bereich nach der Ursache für diesen Konfigurationsfehler zu suchen. Das Reifegradmodell muss demnach einerseits einen schnellen Überblick liefern, andererseits aber auch den notwendigen Detaillierungsgrad aufweisen, um die tatsächlichen Ursachen zu finden. Weiterhin wurde der Einsatz von K.O.-Kriterien eher ausgewogen bis weniger wichtig bewertet. Die Diskussion im Projektbegleitenden Ausschuss ergab, dass der Einsatz von K.O.-Kriterien für bestimmte Reifegradstufen unter Umständen trotzdem sinnvoll sein kann.

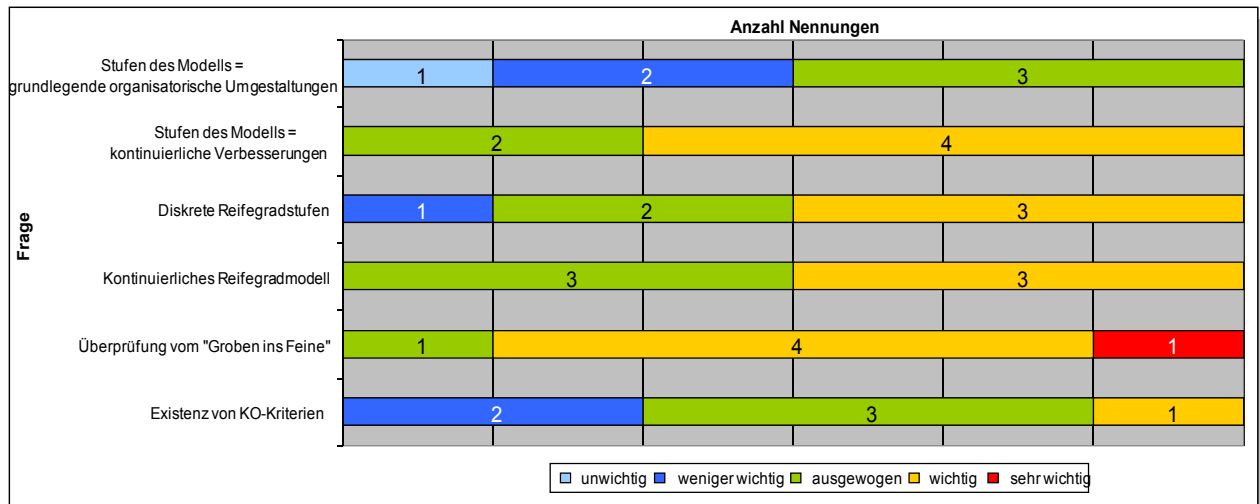


Abbildung 8: Befragung zur Gestaltung des Reifegradmodells – Modellcharakteristika

Im Themenbereich „Inhalt und Zweck des Modells“ konnten weitere wichtige Erkenntnisse für den Aufbau des Modells gewonnen werden (vgl. Abbildung 9)

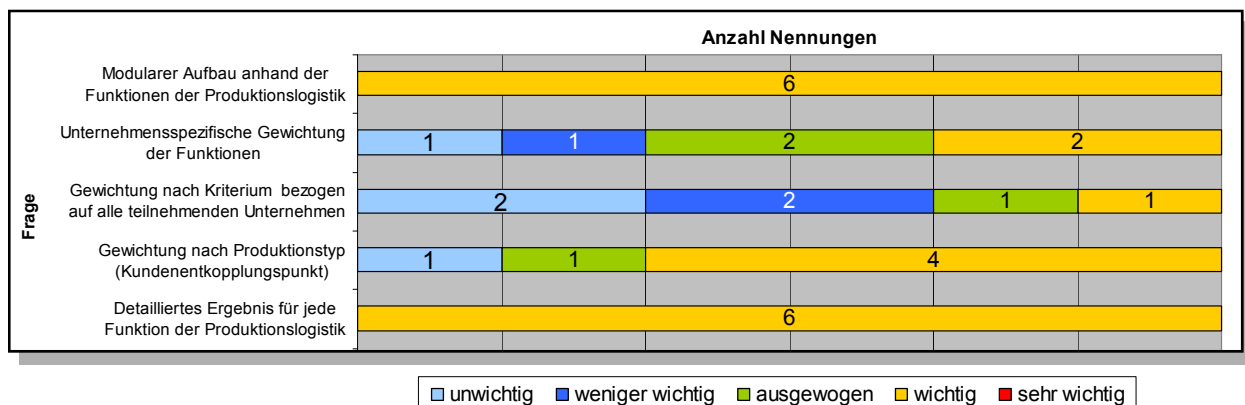


Abbildung 9: Befragung zur Gestaltung des Reifegradmodells – Inhalt und Zweck des Modells I

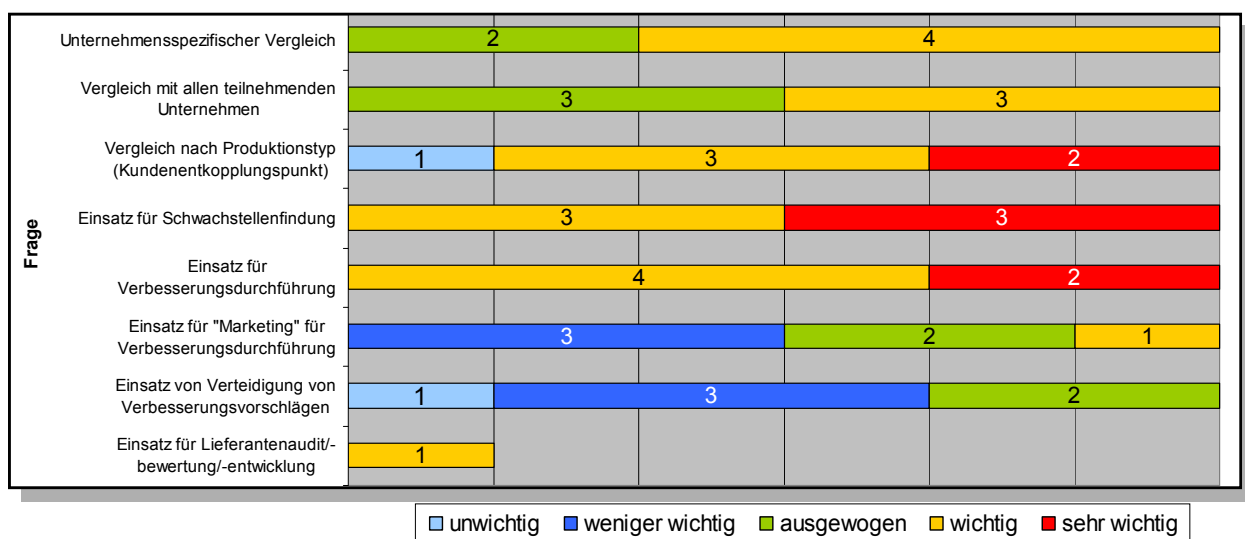
Zunächst können zwei Hauptanforderungen abgeleitet werden:

- Das Produktionslogistik-Reifegradmodell sollte modular aufgebaut sein und
- ein detailliertes Ergebnis für jede Funktion der Produktionslogistik sollte vorliegen.

Eine wichtige Frage beim Aufbau des Modells ist die Gewichtung einzelner Bewertungsbausteine. Im Rahmen des Fragebogens wurde abgefragt, ob eine unternehmensspezifische Gewichtung, eine Kriteriengewichtung bezogen auf alle teilnehmenden

Unternehmen und/oder eine Gewichtung nach dem Produktionstyp (Kundenentkopplungspunkt) wünschenswert ist. Hierbei zeigt sich, dass, wenn möglich, eine Gewichtung anhand des Produktionstyps vorgenommen werden sollte. Aber auch eine unternehmensspezifische Gewichtung ist denkbar.

Zentrale Bedeutung messen die Befragten darüber hinaus einem Vergleich mit anderen Unternehmen bei. Wie Abbildung 10 veranschaulicht, ist gemäß den Rückmeldungen ein Vergleich nach Produktionstyp (Kundenentkopplungspunkt) als äußerst sinnvoll einzustufen. Zudem sind auch ein unternehmensspezifischer Vergleich sowie ein Vergleich mit allen teilnehmenden Unternehmen wünschenswert:



**Abbildung 10: Befragung zur Gestaltung des Reifegradmodells – Inhalt und Zweck des Modells II**

Hier zeigt sich der Zielkonflikt zwischen einer Bewertungskriteriengewichtung und einer möglichst breiten Vergleichsmöglichkeit mit anderen Unternehmen. Einerseits ist das Modell derart auszulegen, dass es möglichst genau auf das Unternehmen zugeschnitten werden kann (unternehmensspezifische Gewichtung), um ein möglichst exaktes Bild des anwendenden Unternehmens zu erhalten. Andererseits sind möglichst umfangreiche Vergleichsmöglichkeiten wichtig, um einen Benchmark mit anderen Unternehmen zu ermöglichen (was mit einer unternehmensspezifischen Gewichtung nur sehr eingeschränkt möglich ist). Basierend auf der Befragung der Industrieexperten ist ein sinnvoller Ansatz zur Lösung dieses Zielkonflikts, dass Modell, wenn möglich, gemäß Kunden-

entkopplungspunkt auszulegen, um so eine gewisse Realitätsnähe zu gewährleisten und dennoch Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Unternehmen bereitzustellen.

Potential bei der Anwendung eines solchen Reifegradmodells sehen die Befragten vor allem bei der Schwachstellenfindung in der Produktionslogistik und bei der Durchführung von Verbesserungsmaßnahmen (Fortschrittsmessung bei erneuter Anwendung des Modells). Auch der Einsatz für das „Marketing“ für eine Verbesserungsdurchführung und für die Verteidigung von Verbesserungsvorschlägen ist denkbar.

Weitere relevante Anforderungen der Befragten waren

- eine hohe Zuverlässigkeit des Reifegradmodells und des Bewertungswerkzeugs,
- ein schnelles Vorliegen der Ergebnisse nach Abschluss der Anwendung,
- eine gute Präsentierbarkeit der Ergebnisse,
- die Orientierung an einem „best practice“, welcher für den Anwender erkennbar sein soll.

Die befragten Unternehmen setzten bisher größtenteils keine Reifegradmodelle ein. Eines der Unternehmen ist allerdings aufgrund von Kundenanforderungen dazu verpflichtet, das CMMI-Modell einzusetzen.

Durch das im Projektbegleitenden Ausschuss vorhandene Meinungsbild über die Anforderungen an das Produktionslogistik-Reifegradmodell konnte bei den auftretenden Ziel- und Interessenkonflikten durch die beteiligten Forschungsinstitute in Zusammenarbeit mit den Industrievertretern entschieden werden, welche Ausgestaltung des Reifegradmodells für die Unternehmen in der Praxis am sinnvollsten ist.

### **2.3.3 Aufbau des Reifegradmodells für die Produktionslogistik**

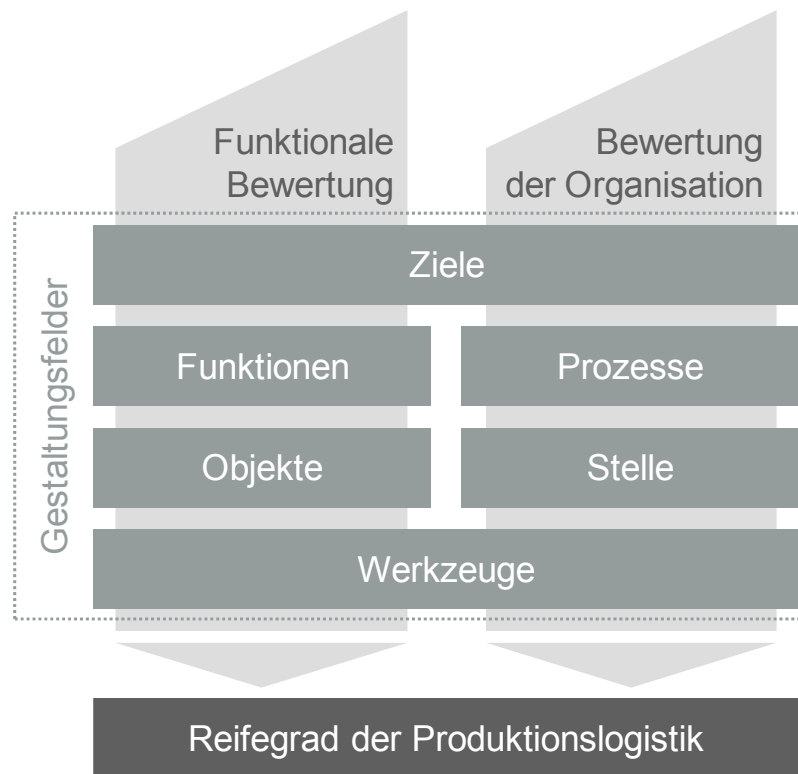
Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten Arbeitsschritte sowie der detaillierten Anforderungsanalyse war es möglich, eine Grundstruktur für das Reifegradmodell der Produktionslogistik zu entwickeln. Die Sammlung und Gewichtung von in Wissenschaft und Praxis existierenden Reifegradmodellen wurde dazu genutzt, Übertragungsmöglichkeiten von Modellelementen und -schemata auf die Produktionslogistik zu identifizieren und zu bewerten. Damit konnten wichtige Anregungen und Modellelemente aufgezeigt

werden, die bisher im Logistikbereich nicht vorhanden sind, aber beim Aufbau des Reifegradmodells für die Produktionslogistik berücksichtigt werden müssen.

Das CMMI stellt bspw. eine Referenzmodell-Familie für unterschiedliche Anwendungsgebiete mit dem Ziel dar, die Verbesserung einer Organisation zu unterstützen [Crisis'09]. Es bedient sich dazu fünf aufeinander aufbauenden Reifegradstufen. Sind beispielsweise die Arbeitsabläufe auf der ersten Stufe „initial“ noch chaotisch durchgeführt, werden diese auf nächst höherer Stufe „geführt“ gemäß Leitlinien geplant, ausgeführt und gesteuert. Der Reifegrad „definiert“ wird erreicht, wenn die Arbeitsabläufe gut charakterisiert, strenger durch Normen, Verfahren, Methoden etc. beschrieben sind und proaktiv geführt werden. Das Niveau „quantitativ geführt“ erfordert zusätzlich die durchgängige Festlegung von quantitativen Zielen für die Qualitäts- und Prozessleistung und stellt die Basis für den höchsten Reifegrad „optimierend“ dar, bei dem auf dieser Grundlage die Arbeitsabläufe und -bedingungen kontinuierlich verbessert werden.

Auch das EFQM-Modell ist ein Werkzeug zum Aufbau und zur Weiterentwicklung von Organisationen [Gucanin'03]. Grundgedanke ist die gleichzeitige Betrachtung von Menschen, Prozessen und Ergebnissen. Zur Bewertung des Reifegrades existieren neun Hauptkriterien wie bspw. Mitarbeiter, Führung oder Prozesse, die jeweils durch Unterkriterien detailliert werden und die sich in Befähiger- und Ergebniskriterien unterteilen lassen. Während Befähigerkriterien die Mittel und Wege beschreiben, die ein Unternehmen anwendet, um ein gewisses Fähigkeitsniveau zu erreichen, beurteilen die Ergebniskriterien, was eine Organisation erreichen will und erreicht hat.

Mit derartigen Anregungen und Übertragungsansätzen von bereits existierenden Modellelementen sowie der in Arbeitspaket 2 getroffenen Festlegung, die Gestaltungsfelder der Produktionslogistik als Orientierung heranzuziehen konnte ein Modell mit einer Bewertungslogik aufgebaut werden, das die Beurteilung des produktionslogistischen Reifegrades von industriellen Unternehmen erlaubt (vgl. Abbildung 11).



**Abbildung 11: Reifegradmodell der Produktionslogistik**

Die Gestaltungsfelder der Produktionslogistik dienen dabei der Strukturierung und stellen gleichzeitig die Bewertungsbausteine dar. Das Modell lässt sich grundsätzlich in die beiden Säulen „Funktionale Bewertung“ und „Bewertung der Organisation“ unterteilen. Dabei beleuchtet der funktionale Bereich die Art und Weise, mit der die Aufgaben der Produktionslogistik durchgeführt werden. Die Bewertung hängt an dieser Stelle maßgeblich von der Performance der Gestaltungsfelder Funktionen und Objekte ab. Ergänzend hierzu charakterisiert die Bewertung der Organisation die Aufbau- und Ablauforganisation und deren Rahmenbedingungen in einem Unternehmen. Diese werden maßgeblich durch die Gestaltungsfelder Prozesse und Stelle bestimmt. Die Bereiche Ziele und Werkzeuge wirken übergreifend und sind deshalb in beiden Säulen verankert. Da die Produktionslogistik durch die sechs Gestaltungsfelder ganzheitlich beschrieben wird, ist es durch diese Zuordnungen möglich, eine Bewertungslogik für die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens in der Produktionslogistik zu entwickeln.

Das Reifegradmodell der Produktionslogistik ermöglicht durch den modularen Aufbau, ähnlich dem EFQM-Modell, die übersichtliche und separate Beurteilung relevanter Bau-

steine, hier in Form der Gestaltungsaspekte der Produktionslogistik. Analog zum SCOR-Modell kann eine schrittweise Detaillierung zur gezielten Schwachstellenfindung und -eingrenzung „vom Groben ins Feine“ durchgeführt werden [Bolstorff'07].

Innerhalb der einzelnen Module erfolgt die Reifegradbildung in vier aufeinander aufbauend ausgestalteten Stufen. Ein Reifegrad „0“ kann dabei als ungenügend, die Reifegradstufe „4“ als Best Practice interpretiert werden. Die vier Stufen erlauben es, das Fähigkeitsniveau der einzelnen Gestaltungsfelder präzise zu beschreiben, zweckmäßig zu einer Gesamtbewertung des produktionslogistischen Reifegrades zu aggregieren und gleichzeitig Verbesserungspotentiale aufzuzeigen. Zum anderen gewährleistet die geringe Anzahl von Reifegradstufen, dass eine zu detaillierte und aufwändige Ergebnisermittlung und -darstellung vermieden wird. Die Anzahl von vier Reifegradstufen stellt damit nicht nur die notwendige Transparenz und Verständlichkeit des Modells (vgl. Abbildung 7), sondern auch die Anwendbarkeit des darauf aufbauenden Fragebogens sicher.

#### **2.3.4 Entwicklung der Reifegrad-Bewertungslogik**

Die Leistungsfähigkeit jedes Moduls des Reifegradmodells der Produktionslogistik (in Form der Gestaltungsfelder der Produktionslogistik) kann durch die vier Reifegradstufen eingeschätzt werden („Gestaltungsfeld-Reifegrad“). Dieser Gestaltungsfeld-Reifegrad setzt sich wiederum aus verschiedenen Komponenten zusammen. Jede dieser Komponenten muss aufgrund der geforderten Durchgängigkeit und Einheitlichkeit erneut durch die vier aufeinander aufbauenden Reifegradstufen gekennzeichnet sein. Dazu sind jeder Komponente Kriterien zuzuordnen, die die Einstufung in einen bestimmten Reifegrad vornehmen. Die einzelnen Kriterien können sich dabei in verschiedenen Ausprägungen über mehrere Stufen erstrecken (Hauptkriterium) oder als KO-Kriterium für eine Stufe wirken (Ausschlusskriterium für eine Stufe). Bspw. ist ein charakteristisches Kriterium der Reifegradstufe 4, dass für das Erreichen jeweils kontinuierliche Aktivitäten zur Beseitigung der Ursachen von auftretenden Konfigurationsfehlern erforderlich sind. Damit konnte der Anforderung aus dem Projektbegleitenden Ausschuss, Abschlusskriterien für eine Reifegradstufe zu nutzen, entsprochen werden.



Voraussetzung für die Bewertungslogik des Reifegradmodells ist, dass die Konfigurationsfehler und deren Auswirkungen innerhalb und zwischen den Gestaltungsaspekten der Produktionslogistik umfassend beurteilt werden. Die Entwicklung und Erläuterung der Bewertungskomponenten der jeweiligen Gestaltungsfelder des Produktionslogistik-Reifegradmodells und deren Kriterien werden detailliert in Kapitel 2.4 beschrieben. In diesem Arbeitsschritt war es vor dem Hintergrund der Industrieanforderungen des Projektbegleitenden Ausschusses (wie z. B. Verständlichkeit, Transparenz oder Nachvollziehbarkeit; siehe oben) wichtig, eine einheitliche und durchgängige Struktur zu entwickeln, die diesen Anforderungen gerecht wird.

Zur detaillierten Ausgestaltung der Reifegradlogik bieten sich grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten an. Zum einen ist es denkbar, sehr spezifische Fragen mit ggf. vorgegebenen, aber auch freien Antwortmöglichkeiten zu stellen, ohne daraus direkt auf einen sich ableitenden Reifegrad der Produktionslogistik oder eines Gestaltungsfelds schließen zu können. Die eigentliche Bewertung ergibt sich dabei aus einem Auswertungsalgorithmus, der die getätigten Antworten in Beziehung setzt und über eine hinterlegte Logik eine entsprechende Performance bestimmt. Ein großer Nachteil dieser Vorgehensweise ist die geringe damit verbundene Transparenz der Bewertung, welche die beteiligten Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses als kritisch gesehen hatten. Zudem ist die Umsetzung in einem Softwaretool als sehr komplex einzuschätzen, was die qualitativ hochwertige und vor allem nachhaltige Pflege und Aktualisierung dieses Demonstrators gefährdet.

Die bearbeitenden Institute haben sich aus den genannten Gründen für einen alternativen Weg entschieden. Die Bewertung der eigenen Produktionslogistik bzw. entsprechend relevanter Kriterien soll weniger über komplizierte fehleranfällige und intransparente Algorithmen geschehen, sondern dem Anwender durch direktes Aufzeigen der Auswirkungen seiner Antworten auf die logistische Leistungsfähigkeit ersichtlich sein. Es sollen demnach Kriterien entwickelt werden, deren Auswirkung auf die Güte der Produktionslogistik weitestgehend unabhängig von anderen Kriterien bewertet werden können. Die damit einhergehende Verringerung der Komplexität erleichtert die spätere Umsetzung in einem Software-Demonstrator und Pflege desselben, da punktuelle Veränderungen bzw. Erweiterungen keine zahlreichen Anpassungen an anderen Stellen nach sich ziehen.

Das Ziel einer Morphologie für volks- und betriebswirtschaftliche Fragestellungen ist in erster Linie, eine verwirrende Vielfalt von Einzelercheinungen dadurch transparent und überschaubar zu machen, dass sie einem Ordnungsraster unterworfen wird (vgl. [Ropohl'72]). Sie systematisiert einen vorgegebenen Objektbereich mit Hilfe einer begrenzten Anzahl von strukturerfassenden Kriterien und deren Ausprägungen. Es können vier Anwendungsfelder unterschieden werden, welche den Begriff Morphologie abgrenzen (vgl. [Schwarz'79, Lehmann'76]).

Als erstes Anwendungsfeld ist die morphologische Auflösung eines Objektbereiches in Merkmale und Ausprägungen zu nennen. Komplexe Strukturen sind eindeutig beschreibbar, so dass ein möglichst vollständiger Merkmalskatalog erstellt werden kann. Dieser auch als Merkmalforschung bekannte Zweig ist rein deskriptiver Natur und basiert auf Beobachtungen. Die erstellten Morphologien der Individualtypen können miteinander verglichen und ins Verhältnis gesetzt werden.

Die zweite häufig auftretende Verwendung der Morphologie besteht in der Bildung einer Typologie im engeren Sinne. Diese umfasst zunächst die Bildung von Allgemeintypen in Form einer Kombination aus Merkmalsausprägungen. In diesem Bottom-Up-Ansatz soll eine Vielzahl von unterschiedlichen Elementen zusammengefasst werden, so dass eine bessere Übersicht erzielt werden kann.

Das dritte Anwendungsfeld steht im Zeichen der Interdependenzforschung und untersucht die Abhängigkeiten zwischen den Merkmalen und den Ausprägungen, aus denen sich die Morphologie zusammensetzt. Der Fokus des Anwendungsfeldes entfernt sich von der Beschreibung und Systematisierung von Realobjekten und nähert sich der Untersuchung von gegebenen Abhängigkeiten an. Das zugrunde liegende Ziel dieser Aktivität besteht in der Ableitung von Zustandsgesetzen für eine gegebene Struktur.

Das vierte Anwendungsfeld von Morphologien bezeichnet die Transformationsforschung. Der verfolgte Ansatz ist dem der Interdependenzforschung ähnlich, da deskriptive Anteile sowie Strukturierungsaspekte eine untergeordnete Rolle spielen. Es geht vielmehr um die Beschreibung der Veränderungen der Verhältnisse zwischen den Merkmalen und den Ausprägungen einer Morphologie. Während der Schwerpunkt der Interdependenzforschung auf dem Abbild eines Zustandes durch Gesetzmäßigkeiten liegt, werden dieselben Abhängigkeiten in der Transformationsforschung unter Berück-

sichtigung der zeitlichen Dimension betrachtet. Auf diesem Wege sind z. B. Veränderungen in den Werten der Ausprägungen oder der Merkmale selber zu beobachten.

► Für das Projekt ProdLog-Design spielt das erste Anwendungsfeld der Auflösung eines Objektbereiches im engeren Sinne eine wichtige Rolle. Alle im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Morphologien sind dieser Kategorie zuzuordnen, da es um die Beschreibung aktueller Merkmalsausprägungen in komplexen Strukturen geht.

Morphologien bauen auf Merkmalen auf, die in Anlehnung an die Forschungsarbeiten von Schwarz [Schwarz'79] in Stufen-, Alternativ- und Kombinativmerkmal zu unterscheiden sind. Als Differenzierungskriterium dient die Art der Merkmalsausprägung.

Die erste Gruppe bilden so genannte Stufenmerkmale. Alle möglichen Ausprägungen liegen zwischen zwei Polen, die einen dimensionalen Ausprägungsbereich abgrenzen. Jener Bereich ist beliebig in Intervalle oder Stufen zu unterteilen, die den Intensitätsgrad des Merkmales wiedergeben. Jedem Objekt ist nur eine Ausprägung zuzuordnen, eine Mehrfachnennung von Ausprägungen für ein Objekt ist nicht zulässig.

Neben Stufenmerkmalen sind Alternativmerkmale für eine Morphologie anwendbar. Alternativmerkmale zeichnen sich durch zwei grundlegende Eigenschaften aus: Sie sind nicht mehr stufenförmig angeordnet, denn die möglichen Ausprägungen stellen diskontinuierliche Charakterisierungsqualitäten dar. Des Weiteren sind sie durch eine Ausschließlichkeit der Ausprägungen gekennzeichnet und können nicht miteinander kombiniert werden, da pro Merkmal maximal eine Ausprägung vorliegt.

Die dritte Gruppe der Merkmalsarten bilden die Kombinativmerkmale. Mehrere Ausprägungen können bei einem Objekt auftreten, müssen es aber nicht. Abgebildete Merkmale können in dieser Gruppe sowohl kontinuierliche als auch diskontinuierliche Ausprägungen besitzen.

Für alle Merkmalsarten gilt: die Definition der Merkmale und Ausprägungen sollte verschiedene Anforderungen berücksichtigen. So muss zunächst jedes Merkmal mindestens zwei Ausprägungen besitzen, wobei eine Obergrenze für die Anzahl der Ausprägungen nicht notwendig ist. Darüber hinaus sollten die Anforderungen Aussagefähigkeit, Erfassbarkeit und Differenzierbarkeit der einzelnen Merkmalsausprägungen erfüllt sein (vgl. [Förster'88, Schomburg'80]).

► Für das Projekt ProdLog-Design bietet sich die Verwendung der ersten Gruppe, also die Formulierung von Stufenmerkmalen an. Schließlich sollen die Ausprägungen zu definierender Kriterien eine direkte Zuordnung zu den Reifegradstufen ermöglichen, was durch die kontinuierliche Steigerung der Kriterienausprägungen zwischen einem „worst case“ und einem „best case“ realisiert wird. Zudem wäre das Merkmal der Ausschließlichkeit erfüllt – der Anwender darf nur eine Ausprägung als die für ihn zutreffende auswählen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die detaillierte Ausgestaltung der Reifegradlogik durch die Erstellung einer Morphologie der Produktionslogistik bzw. derer verschiedener Gestaltungsfelder erfolgen soll. Das reduziert die Komplexität und Fehleranfälligkeit in der Bewertung und erhöht die Transparenz. Durch die direkte Zuordnung von Fragen bzw. Antwortmöglichkeiten zu einzelnen Reifegradstufen wird sich ein gewisser Grad an Subjektivität nicht ausschließen lassen. Bei der Vielfältigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen, der Verschiedenheit verschiedener Branchen und der unterschiedlichen Anforderungen an die Produktionslogistik scheint dies, auch nach Meinung des Projektbegleitenden Ausschusses, sehr wohl gerechtfertigt.

### **2.3.5 Bestandteile der Reifegrad-Bewertungslogik**

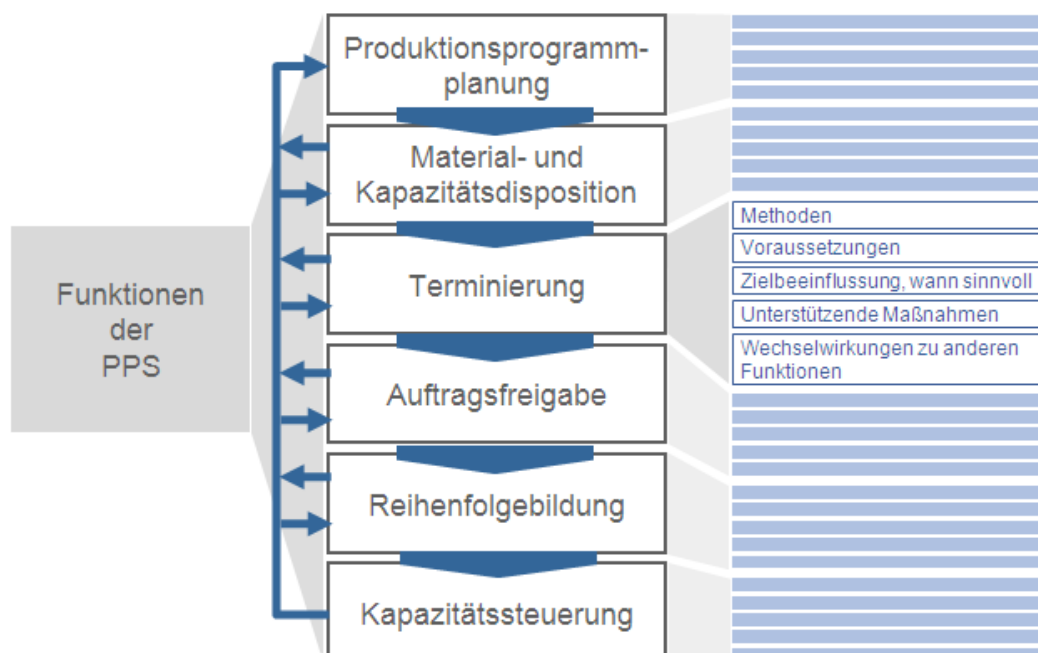
Aus dem Aufbau des Produktionslogistik-Reifegradmodells ergeben sich die Bewertungsbausteine des Reifegradmodells in Form der Gestaltungsfelder der Produktionslogistik. Für jeden der Bewertungsbausteine Ziele, Funktionen, Prozesse, Objekte, Stelle und Werkzeuge wurde im Rahmen des nächsten Arbeitsschrittes basierend auf den Wirkmodellen der Konfigurationsfehler (vgl. Kapitel 2.2) eine Morphologie entwickelt, mit der eine Beurteilung der produktionslogistischen Leistungsfähigkeit möglich ist. Das detaillierte Vorgehen wird in Kapitel 2.4 erläutert.

Da der Bewertungsbaustein „Funktionen“ eine zentrale Bedeutung für die Produktionsplanung und -steuerung und damit für den Produktionslogistik-Reifegrad besitzt, wurde die Bewertungslogik für diesen Bereich erweitert. Dazu wurden für die funktionale Bewertung zusätzlich in der Praxis bewährte Methoden und Modelle wie die Logistischen Kennlinien [Nyhuis'02], das Aachener PPS-Modell [Schuh'06] oder das Fertigungssteuerungsmodell nach Lödding [Lödding'08] herangezogen. Das Gestaltungsfeld Funktio-

nen wird dabei weiter in die folgenden Aufgaben der Produktionsplanung und -steuerung unterteilt:

- Produktionsprogrammplanung,
- Material- und Kapazitätsdisposition,
- Terminierung,
- Auftragsfreigabe,
- Reihenfolgebildung und
- Kapazitätssteuerung.

Für diese Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung wurden jeweils zahlreiche Ausprägungen identifiziert, mit ihren Voraussetzungen und Wirkungen beschrieben sowie auf Wechselwirkungen mit den anderen Funktionen hin untersucht, wie Abbildung 12 veranschaulicht:



**Abbildung 12: Funktionen der PPS und deren Wechselwirkungen**

Entscheidend für die Beurteilung des logistischen Reifegrades sind hierbei vor allem das Spektrum der eingesetzten Methoden, die Erfüllung der dafür jeweils notwendigen Voraussetzungen, die Konformität mit den logistischen (Zielen Termintreue, Durchlaufzeit, Bestände und Auslastung) sowie die Beachtung von Wechselwirkungen zu den anderen Funktionen der PPS. Ist bspw. die Funktion Kapazitätssteuerung hinsichtlich des Zusammenspiels mit der Funktion Terminierung nicht geeignet ausgelegt, verringert sich der produktionslogistische Reifegrad.

Aufgrund der großen Vielfalt der in der Praxis eingesetzten Verfahren und der hohen Komplexität in der Auslegung einer Fertigungssteuerung ist es im Rahmen dieses Projektes nicht möglich gewesen, jede individuelle Konfiguration der PPS eines Unternehmens bezüglich ihrer Güte in der Bewertung zu berücksichtigen. In der Ausgestaltung der Bewertungslogik wurde vielmehr darauf geachtet, die Verfahren grundlegend zum Beispiel hinsichtlich ihrer Systematik, Zielkonformität oder Konsistenz hin zu hinterfragen.

### **2.3.6 Zusammenfassung**

Im Arbeitsschritt „Entwicklung eines Bewertungsmodells zur Beurteilung der Qualität der Produktionslogistik und Konzeption eines Fragebogens zu deren Erfassung“ wurden zunächst bestehende relevante Reifegradmodelle in Industrie und Wissenschaft identifiziert und Anregungen und Modellelemente abgeleitet, die bisher im Logistikbereich nicht vorhanden sind, aber beim Aufbau des Reifegradmodells für die Produktionslogistik unter Umständen berücksichtigt werden sollten. Zudem wurde eine detaillierte Anforderungsanalyse unter Einbeziehung des Projektbegleitenden Ausschusses durchgeführt, um das Reifegradmodell der Produktionslogistik auf die direkten Anforderungen der Industrie ausgerichtet zu gestalten. Basierend auf diesen Ergebnissen konnte das Reifegradmodell der Produktionslogistik aufgebaut werden, dessen Bewertungsbausteine aus den Gestaltungsaspekten der Produktionslogistik bestehen. Da die Produktionslogistik durch die sechs Gestaltungsfelder ganzheitlich beschrieben wird, ist es durch diese Zuordnungen möglich, eine Bewertungslogik für die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens in der Produktionslogistik zu entwickeln. Es wurde die Entscheidung getroffen, dass die im Hintergrund erforderliche Bewertungslogik als morphologischer Kasten auszugestalten ist, um unter anderem die Komplexität zu begrenzen und die

vom Projektbegleitenden Ausschuss geforderte Transparenz zu gewährleisten. Da der Bewertungsbaustein „Funktionen“ eine zentrale Bedeutung für die Produktionsplanung und -steuerung und damit für den Produktionslogistik-Reifegrad besitzt, wurden für diesen Bereich zusätzliche Bewertungskomponenten definiert, die unter anderem die Systematik und die Wechselwirkungen der eingesetzten Funktionen berücksichtigen.

## **2.4 Entwicklung eines Gestaltungsmodells zur Ableitung von Maßnahmen zur konsistenzfördernden und ganzheitlichen Gestaltung der Produktionslogistik**

Das folgende Kapitel beschreibt zunächst einen Ansatz zur Identifikation der maßgeblichen Stellhebel der Produktionslogistik. Die Vielzahl der identifizierten Konfigurationsfehler wurde im Anschluss zu Ursachenbündeln aggregiert und Kriterien zur Bewertung des produktionslogistischen Reifegrads abgeleitet. Um die Produktionslogistik nachhaltig und ganzheitlich gestalten zu können, sind Maßnahmen zur Beeinflussung dieser Kriterien identifiziert worden. Auf Basis der Reifegradeinstufung können nun individuelle Entwicklungspfade zur ganzheitlichen Verbesserung der Produktionslogistik ausgewiesen werden.

### **2.4.1 Identifizierung maßgeblicher Stellhebel der Produktionslogistik**

Um einerseits die Bereiche im Unternehmen zu identifizieren, in denen sich die Stolpersteine der Produktionslogistik auswirken und um andererseits die Hebel zur Beseitigung derselben aufzudecken, ist es erforderlich, die Zusammenhänge zwischen den Stolpersteinen und den Gestaltungsfeldern produzierender Unternehmen zu ermitteln. Diesen Detaillierungsgrad zugrunde gelegt, sind sicherlich Aussagen zum Zusammenhang einzelner Stolpersteine und ausgewählter Gestaltungsfelder möglich (vgl. [Münzberg'09]). Auch lassen sich Stolpersteine mit einer breiten Wirkungsstreuung in der Produktionslogistik identifizieren und Gestaltungsfelder erkennen, welche als maßgebliche Stellhebel zur Vermeidung dieser wirken. Eine ausreichend detaillierte und für Unternehmen nutzbare Untersuchung der Problemfelder und der betroffenen Stellen in der Produktionslogistik ist damit aber noch nicht gegeben.

Um Fachleuten aus der industriellen Praxis eine umfassende Sammlung von möglichen Problemherden an die Hand geben zu können, ist eine detailliertere Betrachtung der Ursachen für das Vorliegen von Stolpersteinen notwendig. Im Rahmen von Fehlerbaumanalysen lässt sich jeder Stolperstein zielgerichtet nach verursachenden Aspekten untersuchen (vgl. Kapitel 2.2 und [Wochinger'09]). So wird jeder Stolperstein systematisch und über mehrere Ebenen hinweg sukzessiv bezüglich seiner Ursachen hinterfragt. Im Rahmen des Projektes und in Zusammenarbeit mit den beteiligten Industrieunternehmen wurden auf diese Weise umfassende Analysen mit bis zu 43 Ursachen je Stolperstein auf bis zu vier Ursachenebenen durchgeführt.

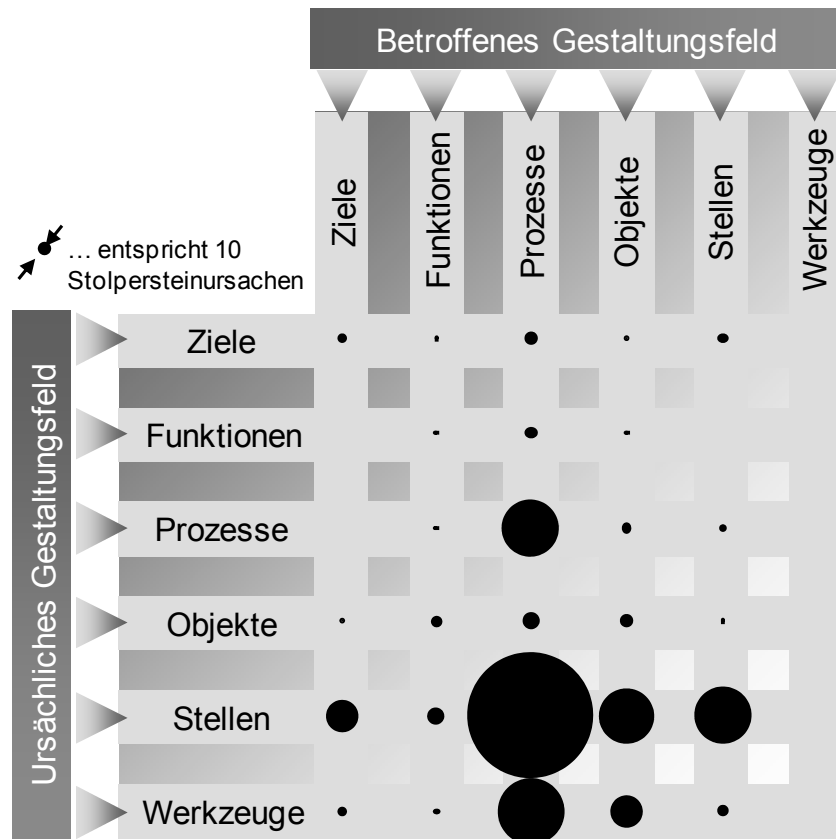
Um nun die maßgeblichen Stellhebel zur Beseitigung dieser Problemherde identifizieren zu können, muss geklärt werden, welches Gestaltungsfeld als Verursacher eines vorliegenden Problems bezeichnet werden kann und in welchem die Auswirkungen spürbar werden. Damit lassen sich alle vorliegenden Ursachen aus der Fehlerbaumanalyse in mindestens einem Feld der Matrix „ursächliches Gestaltungsfeld - betroffenes Gestaltungsfeld“ (vgl. Abbildung 14) verorten und ggf. mit anderen Ursachen zu Bündeln zusammenfassen. Beim Gliedern des Stolpersteins „Ungenügende Datenqualität“ können beispielsweise fehlende bzw. unzureichende Informationen zur Pflege der Stammdaten ursächlich sein. Es mangelt daher an einer ausreichenden Prozessbeschreibung zur Datenpflege (ursächliches Gestaltungsfeld Prozesse), welche sich auf die Eignung der entsprechenden Daten zur Planung und Steuerung der Produktion negativ auswirkt (betroffenes Gestaltungsfeld Objekte).



"fehlendes Logistikverständnis" - Auswirkungen der Ursachen						
<small>Wählen Sie bitte die Gestaltungsbereiche aus, in denen sich die entsprechende Ursache Ihrer Meinung nach auswirkt, wobei mehrere Gestaltungsbereiche je Ursache ausgewählt werden können. Weiterhin bitten wir Sie die Schwere des Fehlers, dem Aufwand zur Behebung und der Häufigkeit der Ursache, mit Hilfe einer Skala von 1 bis 10 vorzunehmen. Der Wert 1 entspricht "sehr gering" und steigt linear auf 10 an. Sollte eine Ursache nicht unter den möglichen Vorschlägen vertreten sein, nutzen Sie bitte eines der drei leeren Ursachenfelder und fügen Sie eine passende Bezeichnung ein.</small>						
Ursachen	Ziele	Funktionen	Prozesse	Objekte	Stelle	Werkzeuge
Unkenntnis über Konsequenzen mangelnden Qualitätsbewusstseins im Folgeprozess	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualifikation Mitarbeiter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine Fortbildungsineln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Demotivation der Mitarbeiter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monotonie der Arbeitsinhalte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mitarbeiterbedürfnisse werden nicht berücksichtigt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fehlende oder widersprüchliche Zielvorgabe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unzureichende Werkzeuge	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schlechte Kommunikation und Begründung an den Mitarbeiter	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine/schlecht definierte Rollenkonzepte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mangelhaftes Qualitätsbewusstsein (Motivation, Personalführung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissensdefizite im Umgang mit (Software-) Werkzeugen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Unzureichende Schulungsmaßnahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Handeln nach den naheliegenden "Goldenen Regeln" der Produktionssteuerung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bedürfnisse nach Maslow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schleichende(s) Verschlechterung/Einschleichen bestimmter Abläufe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Probleme bei Vertretungsregelungen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geringe Mitarbeiterflexibilität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unzureichende Prozessdefinition und -beschreibung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schlechte Verfügbarkeit von Informationen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Probleme bei KVP Durchführung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mangelnde Teamarbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unzureichende Ziele/Themen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Abbildung 13: Auszug eines Excel-Werkzeug zur Verortung der Ursache und Wirkungen aller Problemherde in den Gestaltungsfeldern der Produktionslogistik**

Im Rahmen von Projekttreffen mit den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses und einer nachgelagerten Hausaufgabe für alle Unternehmensvertreter wurden diese Arbeiten umfassend für alle ermittelten Stolpersteinursachen durchgeführt. Jeder Unternehmensvertreter sowie die Vertreter der Forschungsinstitute konnte in einem eigens für diese Auswertung entwickelten Excel-Werkzeugs die entsprechende Verortung von Ursache und Wirkung für alle Problemherde vornehmen (vgl. Abbildung 13). Die anschließende Auswertung der Ergebnisse wurde durch das Werkzeug sehr erleichtert und ist in aggregierter Form in Abbildung 14 dargestellt.



**Abbildung 14: Verortung von Stolpersteinursachen der Produktionslogistik hinsichtlich Auswirkung und Ursprung**

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass in fast allen Kombinationen der Gestaltungsfelder Ursache-Wirkungsbeziehungen vorliegen. So hindert ein unzureichendes und damit nicht stabiles und durchgängiges Zielsystem natürlich an der entsprechenden Zielerreichung der aktuell priorisierten Ziele. Dieser Sachverhalt ist in der Matrix oben links hinterlegt. Eine ungenügende Steuerungslogik der Produktion (Gestaltungsfeld Funktionen) wirkt sich unweigerlich auf die konsistente Gestaltung und Durchführung der Produktionsprozesse (Gestaltungsfeld Prozesse) aus.

Der Großteil der im Vorfeld definierten Stolpersteinursachen ist im unteren Bereich der Matrix zu finden. Maßgebliche Stellhebel zur Reduzierung von Problemen und Vermeidung von Schwachstellen innerhalb der Produktionslogistik stellen daher die Gestaltungsfelder Stelle und Werkzeuge dar. Es fällt auf, dass im Bereich Werkzeuge als betroffenes Gestaltungsfeld von den Experten keine Stolpersteinursachen verortet wurden. Demnach werden Werkzeuge ausschließlich als verursachend angesehen. Missstände, welche es im Gestaltungsfeld Stelle zu vermeiden gilt, sind bspw. ungeklärte

Verantwortlichkeiten zwischen einzelnen Bereichen und Abteilungen bis hin zu einzelnen Positionen und Mitarbeitern. Zudem gesellt sich oft ein ungenügendes Verständnis logistikrelevanter Zusammenhänge und fehlendes Wissen über vorgelagerte und vor allem nachgelagerte Prozessschritte, welches die Effizienz des gesamten Prozesses negativ beeinflussen kann. Als wenig zielfördernd sind zudem Anreizsysteme anzusehen, welche das Tun und Handeln von Mitarbeitern nicht zweckmäßig unterstützen oder gar zu einer Demotivation derselben beitragen.

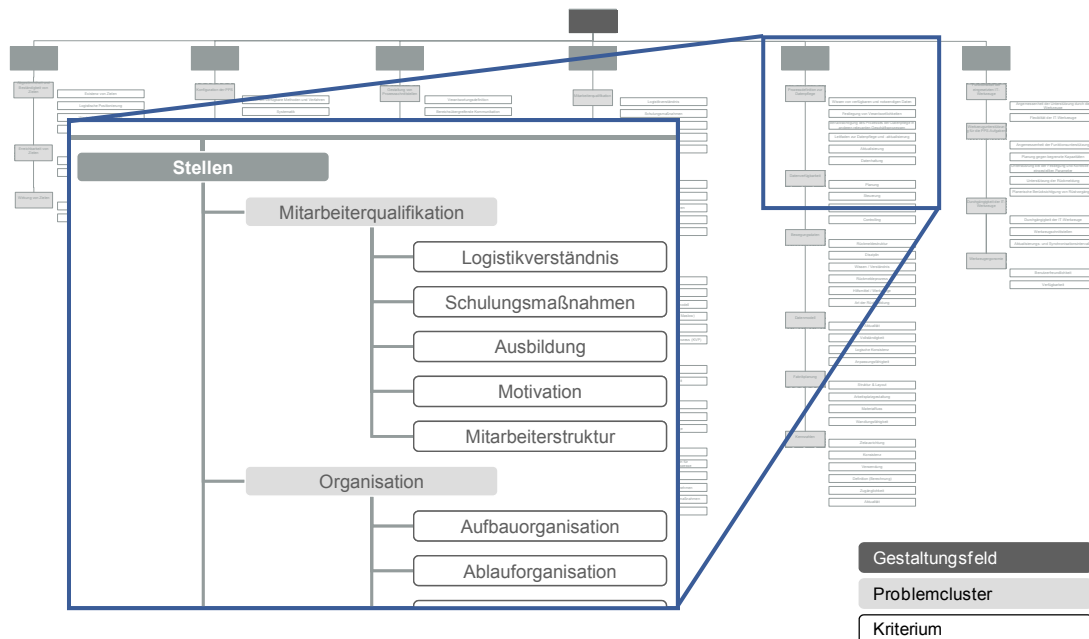
Als wesentliche Problemfelder im Bereich Werkzeuge sind Insellösungen und damit zahlreiche Medienbrüche zu sehen, welche eine durchgängige Steuerung und Bewertung von Prozessen erschweren und der allgemeinen Datenqualität nur schwer gerecht werden. Der effiziente Einsatz von Mitarbeitern kann zudem durch eine unzureichende Visualisierung und mangelhafte Unterstützung in der Bedienung vorhandener Werkzeuge behindert werden.

#### **2.4.2 Aggregation der Konfigurationsfehler zu Ursachenbündeln und Ableitung von Bewertungskriterien**

Die umfassende Verortung der erfassten Stolpersteinursachen in den Gestaltungsfeldern (vgl. Abbildung 15) stellt ein komplexes Ursache-Wirkungs-Gefüge dar. Um die damit einhergehende Komplexität zu bewältigen, den Bearbeitungsaufwand bei Nutzung der Methode zu verringern und damit die Anwendbarkeit zu gewährleisten, wurden die den Feldern der Matrix zugeordneten Ursachen in jedem der 36 Felder klassifiziert. Ähnliche Einzelursachen wurden zu sogenannten Ursachenbündeln bzw. Problemlustern gruppiert, die jeweils eine repräsentative Ursachen-Zusammenstellung für das Auftreten eines Stolpersteins bilden. Grundsatz hierbei war, die Ursachen so speziell wie nötig und so allgemein wie möglich zusammenzufassen, so dass sowohl eine breite Anwendbarkeit aber auch ein realistisches, detailliertes Ergebnis erzeugt werden kann. Diese Aggregation wurde insbesondere auf Anregung der Industrievertreter des Projektbegleitenden Ausschusses durchgeführt, da hier der hohe Detaillierungsgrad auf Konfigurationsfehlerebene als wenig anwenderfreundlich und praxisfern beurteilt wurde.

Um die Ursachenbündel nun systematisch bewerten zu können, wurden jeweils verschiedene Kriterien abgeleitet, die eine objektive Bewertung im Unternehmen unterstüt-

zen. Abbildung 15 zeigt einen Ausschnitt der sich somit ergebenden ganzheitlichen Bewertungssystematik. Jedem der sechs Gestaltungsfelder Stelle, Werkzeug, Prozesse, Funktionen, Ziele und Objekt sind mehrere Ursachenbündel, die im Folgenden als Problemcluster bezeichnet werden, zusammen mit ihren jeweiligen Bewertungskriterien zugeordnet. Eine detaillierte Darstellung ist im Anhang 7.2 zu finden.



**Abbildung 15: Systematik zur ganzheitlichen Bewertung der Produktionslogistik**

Das Gestaltungsfeld **Stelle** ist durch die Problemcluster Mitarbeiterqualifikation, Organisation, Mitarbeitermotivation, Mitarbeiterflexibilität, Qualitätsbewusstsein der Mitarbeiter und bereichsübergreifende Zusammenarbeit beschrieben. Die Mitarbeiterqualifikation wird hierbei durch die Kriterien Mitarbeiterstruktur, Logistikverständnis, Ausbildung, Motivation und Schulungsmaßnahmen näher charakterisiert. Für jedes der Kriterien sind geeignete Reifegradstufen definiert. So ist bspw. der niedrigste Reifegrad im Bereich Schulungen durch das Fehlen jeglicher Weiterbildungsmaßnahmen für die Mitarbeiter gekennzeichnet. Einen besonders hohen Reifegrad erhält ein Unternehmen, das eine systematische Mitarbeiterentwicklung mittels individueller Qualifizierungsprogramme z. B. durch Schulungen zu produktionsrelevanten Themen wie Lean Production, kontinuierlichen Verbesserungsprozessen (KVP) oder zum Ausbau persönlicher Soft Skills

ermöglicht. Das Problemcluster Organisation wird durch die Unterpunkte Aufbauorganisation, Ablauforganisation, Rechte und Kompetenzen, Reaktionsfähigkeit und Führung charakterisiert. Vor dem Hintergrund sehr unterschiedlicher Organisationsformen in Unternehmen sind die Reifegrade der Kriterien möglichst allgemein gehalten, so dass jedem Unternehmen eine Bewertung möglich ist. Die Kriterien Anreiz- und Entlohnungsmodell, Verantwortung, Aufgabenspektrum, Mitarbeiterbedürfnisse, Mitbestimmung und KVP bilden die Grundlage zur Beschreibung des Problemclusters Mitarbeitermotivation. Der Bereich Mitarbeiterflexibilität ist sowohl durch einen Reifegrad in der zeitlichen Flexibilität als auch in der fachlichen Vielseitigkeit der Mitarbeiter gekennzeichnet. Abgerundet wird die Beschreibung des Gestaltungsfelds Stelle durch die Problemcluster bereichsübergreifende Zusammenarbeit und Qualitätsbewusstsein der Mitarbeiter. Im ersten Cluster stehen Kriterien wie Kommunikation, Verständnis für abteilungsübergreifende Prozesse, Betriebsklima, Identifikation mit dem Unternehmen, Ausrichtung von Verbesserungsmaßnahmen und das verwendete Anreizsystem im Fokus der Reifegradbewertung. Das Qualitätsbewusstsein wird durch Reifegrade hinsichtlich der Bereiche Wissen, Prozesssicht sowie Methoden und Werkzeugen charakterisiert.

Das Gestaltungsfeld **Objekte** umfasst die sechs Problemcluster Kennzahlen, Prozessdefinition zur Datenpflege, Datenverfügbarkeit, Bewegungsdaten, Datenmodell und Fabrikplanung. Diese Problemcluster beinhalten eine Vielzahl unterschiedlicher Kriterien, welche sich von der Rückmeldestruktur oder der Art der Rückmeldung von Bewegungsdaten bis hin zu Konsistenz und Zielausrichtung der im Unternehmen verwendeten Kennzahlen erstrecken.

Zur umfassenden Beschreibung des Gestaltungsfelds **Werkzeuge** werden die Problemcluster Funktionalität der eingesetzten IT-Werkzeuge, Werkzeugunterstützung für die PPS-Aufgaben, Durchgängigkeit der IT-Werkzeuge und Werkzeugergonomie herangezogen. Hierbei werden beispielsweise die Angemessenheit der Unterstützung sowie die Flexibilität der verwendeten IT-Werkzeuge hinsichtlich ihres Reifegrads bewertet.

Die Gestaltung von Prozessschnittstellen, die Prozessdefinition und Dokumentation, das Materialmanagement sowie die Prozessgestaltung bilden die Problemcluster im Gestaltungsfeld **Prozesse**. Die Kriterien zur Bewertung des Reifegrads im Bereich der Gestaltung von Prozessschnittstellen wurden gemeinsam mit Unternehmensvertretern

im Rahmen eines Treffens des Projektbegleitenden Ausschusses entwickelt. Aus Sicht der Praxisvertreter sind die Kriterien Verantwortungsdefinition, bereichsübergreifende Kommunikation, Prozessdefinition, Informationsbereitstellung und bereichsübergreifende Zusammenarbeit geeignet, um den Reifegrad in diesem Problemcluster umfassend zu beschreiben.

Das Gestaltungsfeld **Funktionen** ist von zentraler Bedeutung für die ganzheitliche Bewertung der Produktionslogistik. Aus diesem Grund wird anhand einer Vielzahl von Kriterien in den Problemclustern Produktionsprogrammplanung, Materialdisposition, Terminierung, Auftragsfreigabe, Kapazitätssteuerung, Reihenfolgeplanung und Konfiguration der PPS eine Einstufung eines anwendenden Unternehmens vorgenommen. Aufgrund der großen Vielfalt der in der Praxis eingesetzten Verfahren und der hohen Komplexität in der Auslegung einer Fertigungssteuerung ist es im Rahmen dieser Bewertung nicht möglich, jede individuelle Konfiguration der PPS eines Unternehmens bezüglich ihrer Güte zu bewerten. In der Ausgestaltung der Kriterien wurde vielmehr darauf geachtet, die Verfahren grundlegend zum Beispiel hinsichtlich ihrer Systematik, Zielkonformität oder Konsistenz hin zu hinterfragen.

Das Gestaltungsfeld **Ziele** wird durch die Problemcluster Wirkung von Zielen, Erreichbarkeit von Zielen sowie Abgestimmtheit und Beständigkeit von Zielen beschrieben. Es werden Kriterien wie beispielsweise logistische Positionierung, Wechsel von Zielprioritäten, Erreichbarkeit von Zielvorgaben oder die Konsistenz zwischen Unternehmens- und Mitarbeiterzielen für die Bewertung des Reifegrads in den Problemclustern herangezogen.

### **2.4.3 Maßnahmen zur Beeinflussung Produktionslogistik**

Als nächster Schritt wurde auf Basis von Literaturrecherchen, eigenen Überlegungen und Diskussionen im Rahmen des Projektbegleitenden Ausschusses Maßnahmen identifiziert, mit denen sich die einzelnen Kriterien zur Bewertung des logistischen Reifegrads innerhalb eines Problemclusters beeinflussen lassen. Diese Maßnahmen sollen den Unternehmen eine Möglichkeit aufzeigen, ihren produktionslogistischen Reifegrad in potenziell identifizierten Handlungsfeldern zu steigern. Im Folgenden wird jeweils bei-

spielhaft eine Maßnahme in den Gestaltungsfeldern Objekte, Prozesse, Funktionen und Ziele näher beschrieben.

So stellen beispielsweise Maßnahmen zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit einen maßgeblichen Hebel zur Verbesserung des produktionslogistischen Reifegrads im Gestaltungsfeld Objekte dar [vgl. hierzu Nyhuis'08a]. Wandlungsfähigkeit beschreibt hierbei die Fähigkeit einer reaktionsschnellen und aufwandsarmen Veränderungsfähigkeit im Bereich der Produktion [Meier'03], [Westkämper'02], [Wiendahl'02], [Wiendahl'05]. Die Wandlungsfähigkeit stellt als vorgedachter Freiraum eine Eigenschaft eines Systems dar, um auf die externen Veränderungen des Unternehmensumfeldes und den daraus hervorgerufenen internen Veränderungsdruck reagieren zu können [Cisek'02], [Schuh'05]. Besonders wichtig ist die inhaltliche Abgrenzung von Flexibilität und Wandlungsfähigkeit: Während über die Flexibilität ein im Vorhinein festgelegter Fähigkeitskorridor vorgehalten wird, wird Wandlungsfähigkeit als ein Potential verstanden, auch jenseits a-priori determinierter Fähigkeitsräume umfassende Veränderungen durchführen zu können [Nyhuis'08b]. Flexibilität fokussiert auf eindimensionale Veränderungen, während Wandlungsfähigkeit umfassende Anpassbarkeit in verschiedenen Dimensionen erlaubt. Diesem Verständnis folgend übersteigen die Fähigkeiten einer wandlungsfähigen Produktion die einer flexiblen. Insbesondere ist es möglich, die durch die Flexibilität vorgehaltenen Fähigkeitsräume durch ein wandlungsfähiges System vertikal zu verschieben – die Systeme besitzen daher bei Ihrer Implementierung keine expliziten Grenzen, sondern bieten weitestgehend neutrale Lösungsräume an [Nyhuis'05], [Nyhuis'06]. Die Differenzierung von Flexibilität und Wandlungsfähigkeit zeigt Abbildung 16.

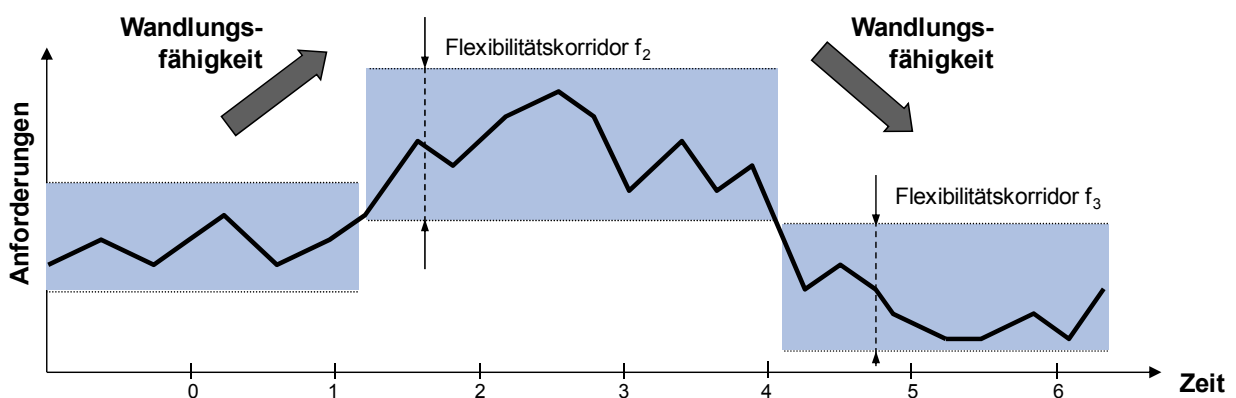


Abbildung 16: Wandlungsfähigkeit in Abgrenzung zur Flexibilität [Nyhuis'08b]



Die Produktion kann über systemimmanente Eigenschaften eine hohe Wandlungsfähigkeit erreichen. Diese werden als Wandlungsbefähiger bezeichnet [Heger'07], [Hernández'03]. Universalität bezeichnet die Dimensionierung und Gestaltung von Objekten in der Produktion für verschiedene Anforderungen hinsichtlich Produkt oder Technologie (z.B. Variantenflexibilität). Die örtlich uneingeschränkte Bewegbarkeit von Objekten (z.B. Maschinen auf Rollen) wird als Mobilität bezeichnet. Skalierbarkeit wiederum ermöglicht eine technische, räumliche oder personelle Atmungsfähigkeit im Sinne einer Erweiter- und Reduzierbarkeit (z.B. anpassbares Arbeitszeitmodell). Die Modularität ermöglicht standardisierte, funktionsfähige Einheiten oder Elemente wie Plug&Produce-Module. Die Vernetzungsfähigkeit von Material, Information, Medien oder Energie wird (z.B. über einheitliche Softwareschnittstellen) durch die Kompatibilität hergestellt.

Eine mögliche Maßnahme zur Steigerung des Reifegrads im Gestaltungsfeld Prozesse sind Mitarbeiterschulungen zum Thema Prozessgestaltung. Denkbar ist hier das Thema Lean Production durch eine Schulung mit hohem Praxisanteil bzw. Planspiele. Es könnte beispielsweise Wissen zur Vermeidung von Verschwendung, Philosophie des Kaizen und kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP), Materialbereitstellung und Produktionskanban sowie Arbeitsplatzgestaltung und synchrone Produktion vermittelt werden. Um das Gelernte im späteren Praxisbetrieb umzusetzen, nachhaltig die bestehenden Prozesse zu verbessern und somit die Produktivität zu erhöhen, ist es hilfreich z. B. im Rahmen einer Lernfabrik das vermittelte Wissen direkt zu erleben und anzuwenden. Nur wenn Mitarbeiter aktiv erleben, welche Potenziale durch Ansätze einer schlanken Produktion zu heben sind, werden sie diese in ihrem eigentlichen Tätigungsfeld auch umsetzen.

Zur Verbesserung des produktionslogistischen Reifegrades im Bereich Funktionen ist die systematische Konfiguration der Fertigungssteuerung exemplarisch zu nennen. In der innerbetrieblichen Logistik stellt die Fertigungssteuerung einen bedeutenden Stellhebel für ein effizientes Verhältnis von Logistikleistung, in Form von niedrigen Durchlaufzeiten, einer hohen Termintreue und Logistikkosten, welche durch die Größen Auftragsbestand und Auslastung geprägt werden, dar. Ziel muss es daher sein, die verschiedenen Aufgaben der Fertigungssteuerung - Auftragserzeugung, Auftragsfreigabe, Kapazitätssteuerung und Reihenfolgebildung - mit geeigneten Verfahren unter Berücksichtigung Ihrer Wechselwirkungen zielgerichtet zu gestalten. Ein neuer derzeit am In-



stitut für Fabrikanlagen und Logistik entwickelter Ansatz ermöglicht es, diesen Prozess ganzheitlich durchzuführen. Er soll Unternehmen in die Lage versetzen, für charakteristische logistische Unternehmenszustände unter Berücksichtigung der strategischen Zielsetzung, der Kundenanforderungen, des Leistungsvermögens und weiterer Einflüsse eine Fertigungssteuerung anforderungsgerecht zu konfigurieren [vgl. Nyhuis'09]. Abbildung 17 zeigt bspw. eine der Methodik hinterlegte Tabelle, welche die grundsätzliche Eignung von Kombinationen verschiedener Verfahren im Bereich der Fertigungssteuerung bewertet. Sie soll Unternehmen mit einem schlechten Reifegrad in der Konfiguration der Produktionsplanung und -steuerung Anhaltspunkte zur konsistenten Auswahl von Fertigungssteuerungsverfahren geben. So kann sich aus Kostengründen eine Auftragsfreigabe nach dem Kriterium der Belastungsglättung in der Fertigung eignen (Belastungsorientierte Auftragsfreigabe – BOA [Wiendahl'95], WorkloadControl [Chang'94], Conwip [Spearman'89] etc.). Um die Termintreue gegenüber externen und internen Kunden nicht zu sehr zu vernachlässigen, sollten an den einzelnen Arbeitssystemen entsprechende terminorientierte Reihenfolgevertauschungen vorgenommen werden.

		Auftragserzeugung							Auftragsfreigabe							Reihenfolgebildung					Kapazitäts-								
		Bestellbestandsver.	Kanban	Korma	Synchro MRP	Hybride Kanban-Conwip	Fortschrittszahlensteu.	Basestock	Heijunka	Sofortige Auftragsfreigabe	Auftragsfreig. n. Termin	Conwip	Engpass-Steuerung	Workload Control	BOA	Auftragsfreig. Lin. Prog.	Polca-Steuerung	DBF	FIFO	Frühester Plan-Starttermin	Frühester Plan-Endtermin	Geringster Restschlupf	Rüstzeitoptimierend	Extended Work in next Queue	Servicegradorientiert	Rückstandsregelnd (reaktiv)	Bestandsregelnd (Lager)	Terminorientiert (proaktiv)	Leistungsmaximierend
Auftragserzeugung	Bestellbestandsverfahren								-	-	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	+	+	+	-	0	
	Kanban								++	-	+	+	0	0	0	0	0	++	+	+	-	-	-	+	+	+	+	0	
	Korma								-	0	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	-	-	-	+	+	+	+	0	
	Synchro MRP								++	-	-	-	-	-	-	-	-	++	+	+	-	-	-	+	+	+	-	0	
	Hybride Kanban-Conwip								+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	+	+	-	-	-	+	+	+	-	0	
	Fortschrittszahlensteu.								0	0	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	-	0
	Basestock								+	-	0	0	0	0	0	0	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	0
Heijunka								-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	+	+	+	0	
Auftragsfreigabe	Sofortige Auftragsfreigabe	-	++	-	++	+	0	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0	+	0	0	+	+	0	+	0	+	0	-	
	Auftragsfreig. n. Termin	-	-	0	-	-	0	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	++	+	+	+	-	-	+	++	+	++	-	
	Conwip	+	+	+	-	-	+	0	-	-	-	-	+	+	+	+	+	++	+	+	0	-	0	0	0	0	0	+	
	Engpass-Steuerung	+	+	+	-	-	+	0	-	-	-	-	+	+	+	+	+	++	+	+	0	+	0	0	0	0	0	++	
	Workload Control	+	0	+	-	-	+	0	-	-	+	+	-	-	-	0	0	-	++	++	++	0	-	+	+	+	+	-	
	BOA	+	0	+	-	-	+	0	-	-	+	+	-	-	-	0	0	-	++	++	++	0	-	+	+	+	+	-	
	Auftragsfreig. Lin. Prog.	+	0	+	-	-	+	0	-	-	+	+	-	-	-	0	0	-	++	++	++	0	-	+	+	+	+	-	
	Polca-Steuerung	+	0	+	-	-	+	-	-	-	+	+	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	
	DBF	+	0	+	-	-	+	-	-	0	+	+	+	0	0	0	-	-	0	++	++	++	+	-	+	+	+	-	
Reihenfolgebildung	FIFO	0	++	0	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
	Frühester Plan-Starttermin	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	++	++	++	++	++	-	++	-	-	-	+	++	+	++	+	++	
	Frühester Plan-Endtermin	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	++	++	++	++	++	-	++	-	-	-	+	++	+	++	+	++	
	Geringster Restschlupf	0	-	+	-	-	+	+	0	+	0	0	++	++	++	++	++	-	++	-	-	-	0	+	++	+	++	+	
	Rüstzeitoptimierend	0	-	-	-	-	0	-	-	+	-	-	0	0	0	0	-	-	+	+	0	-	0	-	+	-	-	0	
	Extended Work in next Queue	0	-	0	-	-	0	-	-	+	-	-	0	0	0	0	-	-	++	++	+	0	-	+	+	0	-	0	
	Servicegradorientiert	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	0	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	0	++	0	-	
Kapazitätssteuerung	Rückstandsregelnd (reaktiv)	+	+	+	+	+	+	+	0	++	0	0	+	+	+	+	+	+	++	++	++	+	+	0					
	Bestandsregelnd (Lager)	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	++					
	Terminorientiert (proaktiv)	-	-	0	-	-	-	0	0	++	0	0	+	+	+	+	+	+	++	++	++	-	-	0					
	Leistungsmaximierend	0	0	0	0	0	0	0	-	-	+	++	-	-	-	-	-	+	-	-	-	0	0	-					

Abbildung 17: Zielkonformität bekannter Fertigungssteuerungsverfahren

Weniger sinnvoll erscheint dagegen bei einer belastungsorientierten Freigabe von Aufträgen eine FIFO Steuerung an den einzelnen Arbeitssystemen zu implementieren, da diese die anfänglichen Reihenfolgevertauschungen bei der Freigabe nicht wieder auszugleichen versucht.

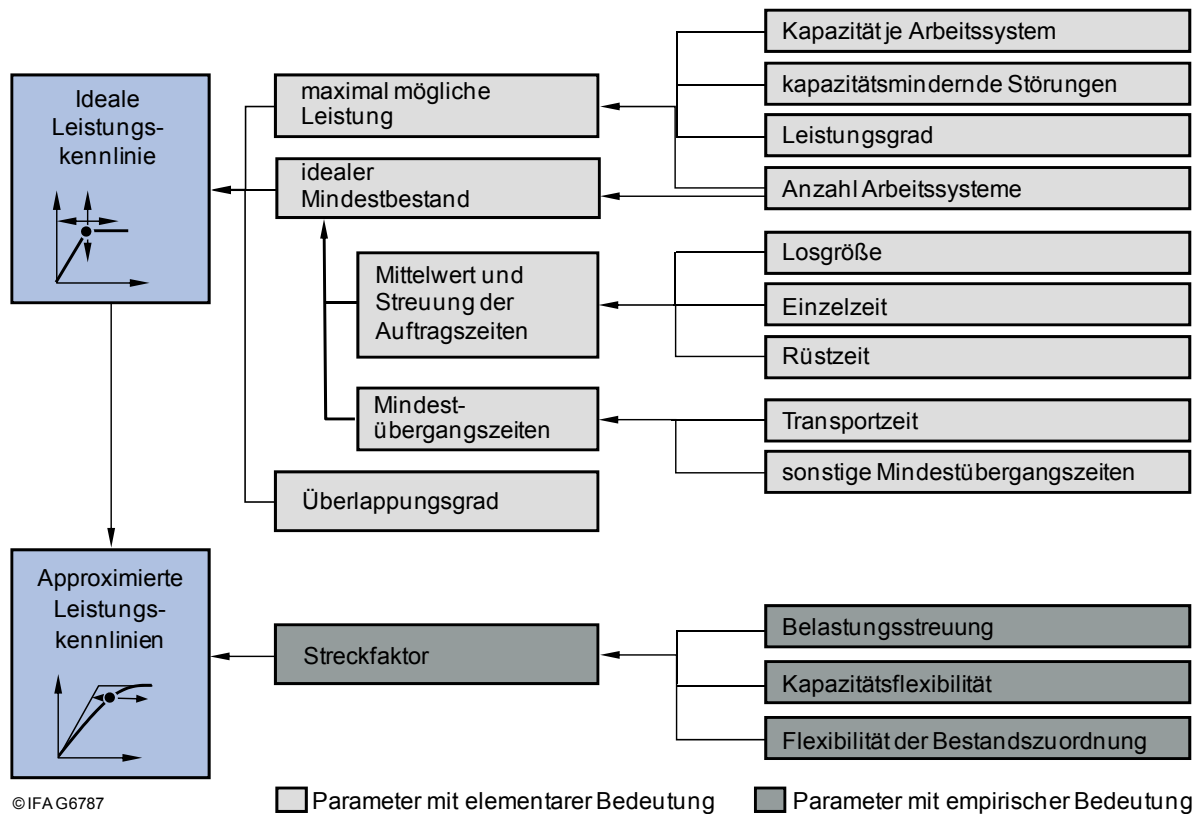
Im Gestaltungsfeld Ziele bietet sich als Maßnahme zunächst ein Zieldefinitionsworkshop an, in dem die teilweise konkurrierenden logistischen Zielgrößen Termintreue, Durchlaufzeit, Bestand und Auslastung durch bspw. einen paarweisen Vergleich analysiert und bewertet werden. Eine modelltheoretische Maßnahme zur Verbesserung des Reifegrades im Gestaltungsfeld Ziele stellen die Produktionskennlinien dar. Produktionskennlinien bilden die Wirkzusammenhänge der logistischen Zielgrößen Bestand, Leistung und Durchlaufzeit ab und unterstützen damit die logistische Positionierung eines Arbeitssystems in dem durch diese Zielgrößen aufgezogenen Spannungsfeld. Sie stellen sowohl die Durchlaufzeit als auch die Leistung bzw. Auslastung in Abhängigkeit des Auftragsbestands als Stellgröße dar.

Die Produktionskennlinien zeigen, dass es nicht möglich ist, ein gleichzeitiges Optimum für alle genannten Zielgrößen zu definieren. So erfordert bspw. die Sicherung einer hohen Auslastung hohe Bestände (WIP), die ihrerseits jedoch lange Durchlaufzeiten hervorrufen. Lange und damit stark streuende Durchlaufzeiten wirken aber einer hohen Termineinhaltung entgegen. Es ist also notwendig, eine logistische Positionierung zwischen den produktionslogistischen Zielgrößen anzustreben, welche von einer strategisch bestimmten primären Zielgröße ausgeht und die Auswirkungen auf die übrigen Ziele in quantitativer Weise untersucht.

Auf Basis der von Nyhuis entwickelten Kennlinientheorie, welche in [Nyhuis'02] detailliert betrachtet wird, wurde ein mathematischer Ansatz entwickelt, mit dem Produktionskennlinien auf der Grundlage weniger Daten über eine Approximationsgleichung mit hoher Abbildungsgenauigkeit berechnet werden können. Damit lassen sich die Wirkungszusammenhänge der produktionslogistischen Zielgrößen auf einfache Art beschreiben und somit insbesondere auch für Anwendungen in der Praxis nutzen. Eine ausführliche Herleitung der Theorie findet sich bei Nyhuis und Wiendahl [Nyhuis'08c].

Zur Erstellung der Produktionskennlinien für ein Arbeitssystem sind nur Kapazitätsangaben sowie wenige Größen aus den Rückmeldedaten notwendig. Je Auftrag, welcher am betrachteten System eine Bearbeitung erfährt, sind die Zeitpunkte des Zugangs und des Abgangs und der Arbeitsaufwand, resultierend aus Losgröße, Einzel- und Rüstzeit, relevant. Dabei entspricht der Zugang eines entsprechenden Auftrags an einem Arbeitssystem dem Bearbeitungsende am Vorgängerarbeitssystem bzw. für das erste Arbeitssystem der Auftragsfreigabe.

Die grundsätzliche Form der Produktionskennlinien gilt für jedes beliebige Produktionssystem. Die spezifischen Ausprägungen der Kennlinien sind jedoch abhängig von unterschiedlichen Rahmenbedingungen wie der Kapazität, den Auftragsinhalten (insbesondere dem Mittelwert und der Streuung der Vorgabezeiten) und der Einbindung des Systems in den Materialfluss. Das Modell basiert damit weitestgehend auf physikalischen Parametern (vgl. Abbildung 18), welche den Verlauf einer entsprechenden Kennlinie beeinflussen.



**Abbildung 18: Parameter der Produktionskennlinien [Nyhuis'08c]**

Neben der Positionierung eines Systems auf einer, aus Rückmelde- bzw. Betriebsdaten berechneten Kennlinie, können durch Variation einzelner Parameter mögliche alternative Betriebszustände visuell dargestellt und damit weitere Rationalisierungspotenziale bezüglich der logistischen Zielgrößen quantifiziert werden.

Im diesem Abschnitt wurde jeweils beispielhaft eine der identifizierten Maßnahmen in den Gestaltungsfeldern Objekte, Prozesse, Funktionen und Ziele vorgestellt. Im Rahmen des Projektes wurde in derselben Art und Weise Modelle, Maßnahmen und Werkzeuge auf Problemclusterebene identifiziert, die zum einen für die Ausgestaltung der Reifegradstufen hilfreich waren (siehe Kapitel 2.4.4), zum anderen aber auch zur Reifegradverbesserung im Problemcluster angewendet werden und damit die logistische Leistungsfähigkeit steigern können. Die jeweiligen Maßnahmen sind ebenso in das entwickelte Bewertungswerkzeug integriert worden (siehe Kapitel 2.5.3).

#### **2.4.4 Ausgestaltung von Reifegradstufen zur Bewertung der Produktionslogistik**

Zur Bewertung des produktionslogistischen Reifegrads innerhalb eines Problemclusters (vgl. Abbildung 15) wurden im Anschluss an die umfangreiche Maßnahmenableitung Reifegradstufen für alle Kriterien beschrieben. Ein Kriterium kann sich hierbei sowohl in unterschiedlichen Ausprägungen über mehrere Stufen hinweg erstrecken, wie es in Abbildung 19 exemplarisch dargestellt ist, oder als Ausschlusskriterium einzelnen Reifegradstufen zugeordnet werden.

So wurden beispielsweise für das Problemcluster Mitarbeiterqualifikation im Gestaltungsfeld Stelle die Kriterien Schulungsmaßnahmen, Logistikverständnis, Ausbildung, Motivation und Mitarbeiterstruktur definiert. Für sämtliche Kriterien wurde je Reifegradstufe eine spezifische Ausprägung beschrieben. Beim Kriterium Schulungsmaßnahmen im Reifegrad 0 werden keine Weiterbildungsmaßnahmen für Mitarbeiter angeboten. Der Reifegrad steigt, wenn grundsätzlich die Möglichkeit besteht, sich im Rahmen sporadisch stattfindender Veranstaltungen über die vorgeschriebenen Standardschulungen hinaus weiterzubilden.

Mitarbeiterqualifikation		
Kriterien	Schulungsmaßnahmen	Logistikverständnis
Reifegrad		
<b>Stufe 0</b>	Fehlendes Weiterbildungsangebot an die Mitarbeiter	Produktionslogistische Zusammenhänge nicht bekannt und somit auch nicht im operativen Geschäft berücksichtigt
<b>Stufe 1</b>	Standardschulungen, zusätzlich Möglichkeit für sporadisch stattfindende Veranstaltungen	Grundlegende produktionslogistische Zusammenhänge ausgewählten Personen im bekannt - allerdings nicht adäquat berücksichtigt
<b>Stufe 2</b>	Schulungen zu produktionsrelevanten Themen (Lean Production, Arbeitsplatzgestaltung, Kaizen, etc.) finden regelmäßig statt; eine individuelle Schwerpunktsetzung ist aber nicht gegeben	Wissen um die grundlegenden produktionslogistischen Zusammenhänge (bspw. Bedeutung von Work in Process, Bearbeitungsreihenfolgen, Rückmeldungen, etc.) ist auf leitenden Ebenen vorhanden
<b>Stufe 3</b>	Systematische Mitarbeiterentwicklung mittels individueller Qualifizierungsprogramme	Mitarbeiter wissen auf allen Ebenen (auch Shop Floor) um die grundlegenden produktionslogistischen Zusammenhänge

**Abbildung 19: Exemplarische Kriterienausprägung zur Reifegradbestimmung im Problemcluster Mitarbeiterqualifikation**

Werden Schulungen zu produktionsrelevanten Themen wie Lean Production, Kaizen oder Arbeitsplatzgestaltung regelmäßig, aber ohne individuelle Schwerpunktsetzung durchgeführt, erreicht das Unternehmen die Reifegradstufe 2. Der höchste Reifegrad im Kriterium Schulungsmaßnahmen ist erreicht, wenn das Unternehmen eine systematische Mitarbeiterentwicklung mittels individueller Qualifizierungsprogramme implementiert hat.

Wie das Beispiel zeigt, ist es durch dieses Vorgehen möglich, auf sehr detaillierter Ebene den Reifegrad eines Unternehmens zu bestimmen. Da zumeist mehrere Problemcluster einem Gestaltungsfeld zugeordnet werden, werden die einzelnen Reifegrade der Problemcluster zu einem Gesamtreifegrad des Gestaltungsfeldes aggregiert. Hierdurch wird für das Unternehmen schnell ersichtlich, in welchem Bereich der Produktionslogistik grundsätzlich Handlungsbedarf besteht.

Ferner zeigt dieses Reifegradbeispiel, dass die zuvor identifizierten Maßnahmen zur Beeinflussung der Bewertungskriterien, wie hier Mitarbeiterschulungen zum Thema Lean Production, teilweise direkt in die Ausgestaltung einzelner Reifegradstufen mit eingeflossen sind. Diese direkte Verknüpfung wurde insbesondere auf Wunsch des Projektbegleitenden Ausschusses vorgenommen. Im Rahmen ausführlicher Diskussionen während der Vielzahl von Arbeitstreffen wurde von allen Unternehmensvertretern der Wunsch geäußert, anfänglich teils sehr generisch und allgemeingültig formulierte Reifegradstufen für die Praktiker greifbarer zu gestalten. Hierbei wurde insbesondere das Konkretisieren von Reifegraden anhand beispielhafter Maßnahmen als sinnvoll und hilfreich angesehen. Eine ausführliche Ausgestaltung aller Kriterien kann dem Anhang an den Bericht entnommen werden.

Die Reifegrad-Ausprägungen der einzelnen Kriterien werden anschließend dazu genutzt, den Reifegrad eines Problemclusters zu bestimmen. Das Zusammenspiel der unterschiedlichen Kriterien gewährleistet die realistische Einschätzung der Leistungsfähigkeit hinsichtlich eines Problemclusters. Die Gesamtheit der Problemcluster innerhalb eines Gestaltungsfeldes ergibt auf diese Weise den Gestaltungsfeld-Reifegrad des Unternehmens. Die Gestaltungsfeld-Reifegrade der Bereiche Ziele, Funktionen, Prozesse, Stelle, Objekte und Werkzeuge spiegeln den Gesamt-Produktionslogistik-Reifegrad des Unternehmens wider. Durch diesen modularen Aufbau ist es nach der Beantwortung des Fragebogens möglich, schnell Problemfelder zu erkennen und gezielt Schwachstellen und Konfigurationsfehler zu identifizieren. Auf diese Weise werden die zentralen Handlungsfelder für ein Unternehmen zur Verbesserung seiner Produktionslogistik aufgezeigt. Um die Praxisnähe der Reifegradstufen sicher zu stellen, wurde eine Validierung der ausgestalteten Bewertungslogik durch alle Vertreter des Projektbegleitenden Ausschusses durchgeführt. Anmerkungen und Ergänzungen der Industrievertreter wurden von den beteiligten Forschungsstellen eingearbeitet.

#### **2.4.5 Individuelle Ableitung von Entwicklungspfaden**

Basierend auf den beschriebenen Reifegradstufen und dem daraus resultierenden produktionslogistischen Reifegrad ist es für jedes Unternehmen möglich, individuell Maßnahmen zur Verbesserung der logistischen Performance abzuleiten. Diese Entwicklungspfade ergeben sich zum einen direkt aus den Reifegraden einzelner Kriterien und

zum anderen aus einer individuellen Schwerpunktsetzung der Unternehmen. In der erstellten Bewertungslogik ist es für das Unternehmen möglich, die Kriterien zur Bewertung eines Problemclusters individuell zu gewichten. Hierdurch können einzelne Kriterien besonders schwach, stark oder auch aus der Bewertung komplett herausgenommen werden. Diese Möglichkeit wurde vom Projektbegleitenden Ausschuss intensiv diskutiert (vgl. hierzu auch Kapitel 2.3.2) und für sinnvoll erachtet. Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen ist diese Gewichtung entscheidend, um einen realistischen Reifegrad ihrer logistischen Performance zu bewerten. So ist beispielsweise denkbar, dass sehr kleine Unternehmen im Problemcluster Organisation (Gestaltungsfeld Stelle) Kriterien zur Aufbauorganisation weniger stark bewerten als bspw. größere Unternehmen mit einer Vielzahl von Hierarchieebenen. Würde die Möglichkeit der Priorisierung nicht bestehen, hätten kleine Unternehmen z. B. im Kriterium Rechte und Kompetenzen im Problemcluster Organisation nur eine sehr geringe Chance auf einen hohen Reifegrad. In diesem Kriterium zeichnen sich die Reifegradstufen zwei und drei durch umfassend implementierte Rollenkonzepte zur Zuweisung und Übergabe von Rechten und Kompetenzen aus. Aus Sicht eines kleinen Unternehmens muss es hingegen nicht notwendig und erstrebenswert sein, derartige Rollenkonzepte zu verfolgen. Aufgrund der individuellen Gewichtungsmöglichkeit ist es nun möglich, das ganze Kriterium für die Bewertung des Reifegrads auszublenden und somit auch gerade für kleine und mittlere Unternehmen die Produktionslogistik realistisch zu bewerten.

Im Anschluss an die Bewertung werden dem Unternehmen potenzielle Handlungsfelder aufgezeigt und entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung vorgeschlagen. Die individuellen Maßnahmenpfade sind zum einen vom erreichten Reifegrad in den jeweiligen Kriterien und zum anderen von deren individueller Gewichtung durch die Unternehmen abhängig (vgl. Kapitel 2.5.3.3). Das Ergebnis für die Unternehmen ist eine nach Priorität geordnete Liste mit Handlungsfeldern und Maßnahmen, die das Unternehmen zur Verbesserung der Produktionslogistik in Betracht ziehen kann. Wie die Analyse der Ursache-Wirkungsbeziehungen der Konfigurationsfehler ergab, bestehen allerdings komplexe Wechselwirkungen zwischen den Gestaltungsfeldern. Es reicht deshalb in der Regel nicht aus, aus einem isolierten Kriterium resultierende, unkoordinierte Aktionen zu starten. Zur nachhaltigen Steigerung der Leistungsfähigkeit in der Produktionslogistik ist es notwendig, Maßnahmenpakete aus den bereitgestellten Möglichkeiten der kritischen



Problemcluster, ggf. auch Gestaltungsfeld übergreifend, zu bilden. Nur so lässt sich eine ganzheitliche Verbesserung realisieren. Die Kombination aus Reifegradmodell zur gezielten Problemfindung und den bereitgestellten Maßnahmen auf Kriterienebene befähigt Unternehmen zur Durchführung von koordinierten Verbesserungsaktivitäten und führt letztendlich zur nachhaltigen Steigerung des gesamten Produktionslogistikreifegrades.

Die ursprünglich im Antrag des Forschungsvorhabens geplante Entwicklung einer Musterbibliothek mit idealtypischen Entwicklungspfaden wurde im Projektverlauf verworfen. Schließlich würde das allgemeingültige Unternehmen mit möglichst gleichen Rahmenbedingungen erfordern, was – vor allem im Bereich von kmU – keinesfalls der Realität entspricht. Die aktuelle Lösung lässt vielmehr eine unternehmensindividuelle Maßnahmenableitung zu. Zum einen stellte sich bei der Erstellung des komplexen Reifegradmodells heraus, dass es durch die Vielzahl an Problemclustern und Kriterien mit jeweils 4 Ausprägungen eine aus kombinatorischer Sicht extrem große Anzahl an Konfigurationsmöglichkeiten gibt. Zum anderen wurde von allen Industrievertretern im Projektbegleitenden Ausschuss eine praxistaugliche und handhabbare Lösung gefordert. In intensiven Diskussionen stellte sich heraus, dass Unternehmen in ihrer produktionslogistischen Gestaltung viel zu unterschiedlich sind, als dass sie sich anhand von Stereotypen in einer Musterbibliothek abbilden lassen könnte. Vielmehr kam es den beteiligten Unternehmen darauf an, mit einem angemessenen Zeitaufwand grobe Handlungsfelder aufzuzeigen und Maßnahmenvorschläge zu unterbreiten, die das jeweilige Unternehmen als nächstes angehen könnte. Diesem Wunsch sind die Forschungsinstitute nachgekommen und haben den Fokus im Projekt entsprechend angepasst.

## **2.5 Online basierte Bereitstellung der Methodik**

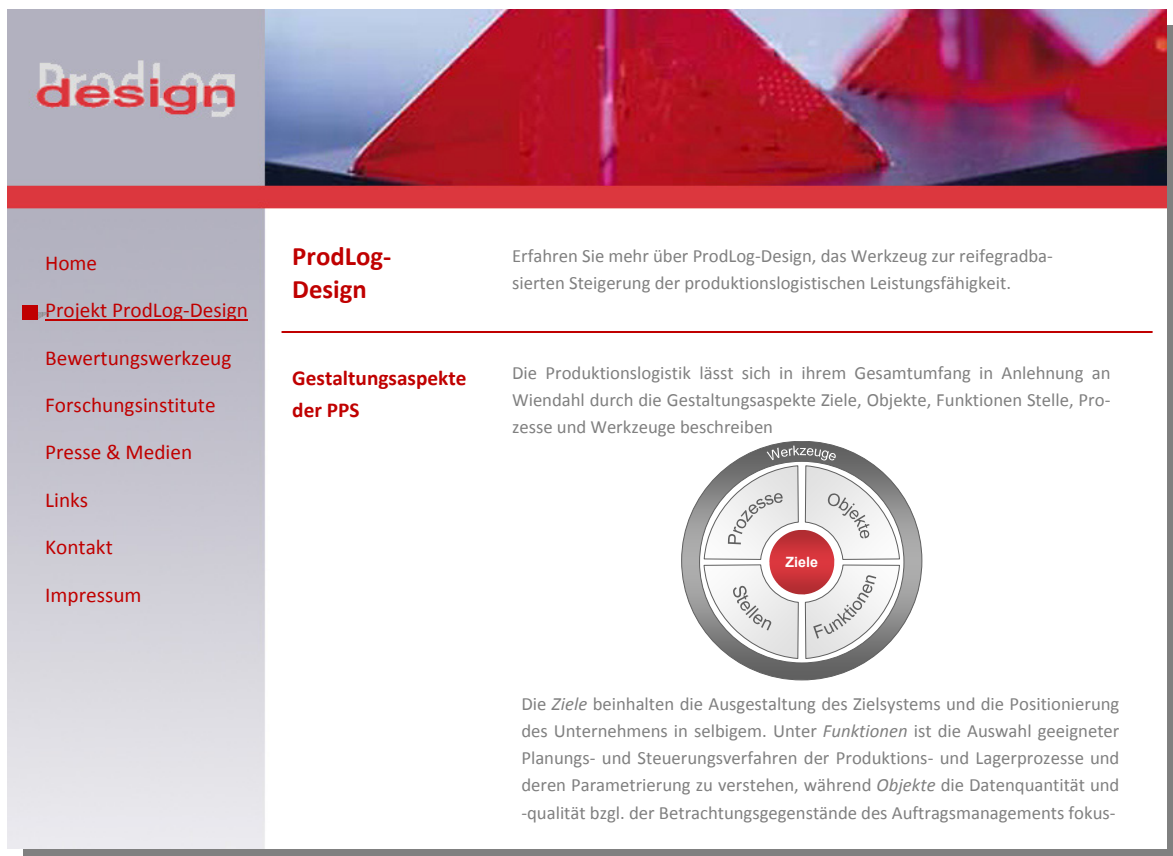
### **2.5.1 Bereitstellung der Projektergebnisse im Internet**

Die entwickelte Methodik des Produktionslogistik-Reifegradmodells, bestehend aus den Bewertungslogiken der einzelnen Gestaltungsfelder, den Problemclustern mit zugehörigen Reifegradkriterien und den entsprechenden Verbesserungsmaßnahmen sowie die erzielten Projektergebnisse werden auf einer Internetplattform veröffentlicht und damit

einer großen Anzahl potentieller Anwender zur Verfügung gestellt. Die Internetseite des Forschungsprojekts „ProdLog-Design“ ist unter der Adresse [www.prodlog-design.de](http://www.prodlog-design.de) erreichbar.

Dieses Software-Werkzeug ermöglicht es den Antragstellern, die erarbeiteten Ergebnisse über die Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses hinaus zu streuen und auf diese Weise zu verifizieren. Zudem wird durch die Kombination aus einfacher Zugänglichkeit über das Internet, der Bereitstellung von Informationen zum Projekt, der Erläuterung und Darstellung der Projektergebnisse und der Anwendbarkeit des Bewertungswerkzeugs gewährleistet, dass eine aufwandsarme Reifegradbewertung der Produktionslogistik für kmU durchgeführt werden kann.

Abbildung 20 zeigt einen Ausschnitt der Internetplattform „ProdLog-Design“:



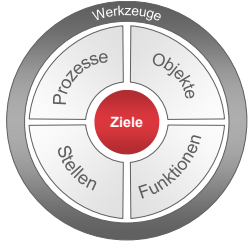
**ProdLog-Design**

Erfahren Sie mehr über ProdLog-Design, das Werkzeug zur reifegradbasierten Steigerung der produktionslogistischen Leistungsfähigkeit.

---

**Gestaltungsaspekte der PPS**

Die Produktionslogistik lässt sich in ihrem Gesamtumfang in Anlehnung an Wiendahl durch die Gestaltungsaspekte Ziele, Objekte, Funktionen Stelle, Prozesse und Werkzeuge beschreiben



Die *Ziele* beinhalten die Ausgestaltung des Zielsystems und die Positionierung des Unternehmens in selbigem. Unter *Funktionen* ist die Auswahl geeigneter Planungs- und Steuerungsverfahren der Produktions- und Lagerprozesse und deren Parametrierung zu verstehen, während *Objekte* die Datenquantität und -qualität bzgl. der Betrachtungsgegenstände des Auftragsmanagements fokus-

**Abbildung 20: Ausschnitt aus der Internetplattform „ProdLog-Design“**

Die Hauptmenüpunkte sind die Startseite („Home“), „Projekt ProdLog-Design“, „Bewertungswerkzeug“, „Forschungsinstitute“, „Presse & Medien“, „Links“, „Kontakt“ und „Impressum“.

Auf der Startseite erhält der Besucher grundlegende Informationen über das Forschungsprojekt „ProdLog-Design“. Neben den Projekthintergründen und der Ausgangssituation erfährt der Besucher die Ziele und den Nutzen des Projektes. Darüber hinaus wird auch die Betreuung durch die Bundesvereinigung Logistik (BVL) e. V. und die Förderung über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF) aus Mitteln des Bundesministeriums für Wissenschaft und Technologie (BMWi) erläutert.

Im Menüpunkt „Projekt ProdLog-Design“ werden das Projektvorgehen und die Projektergebnisse beschrieben. Dies beinhaltet auch theoretische Grundlagen wie die Gestaltungsaspekte der PPS, die identifizierten Stolpersteine der PPS, das entwickelte Reifegradmodell der Produktionslogistik sowie Maßnahmen zur Erhöhung der logistischen Leistungsfähigkeit. Zudem wird erläutert, dass sich die Projektergebnisse im Bewertungswerkzeug widerspiegeln, das kostenlos genutzt werden kann.

Das Bewertungswerkzeug findet sich dann in gleichlautenden Menüpunkt. Dort ist nach einer Registrierung das Bewertungswerkzeug für alle Interessierten nutzbar (siehe auch Abschnitt 2.5.3)

Im Bereich „Forschungsinstitute“ stellen sich die beteiligten Forschungsinstitute mit ihren Tätigkeitsbereich vor. Im Menüpunkt „Presse und Medien“ sind die Veröffentlichungen aufgelistet, die im Laufe des Projektes oder auch nach dem Ablauf des Projekts im Themengebiet erstellt worden sind bzw. werden. Das Feld „Links“ führt alle relevanten Verknüpfungen auf andere Websites auf, die für den Projektrahmen relevant sind. So sind dort bspw. Weiterleitungen zu der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e. V. und zur Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF) aufgeführt. Die Punkte „Kontakt“ und „Impressum“ geben dem Besucher darüber hinaus die Möglichkeit, sich über den Ersteller der Website zu informieren oder mit den am Projekt beteiligten Forschungsinstituten in Kontakt zu treten.

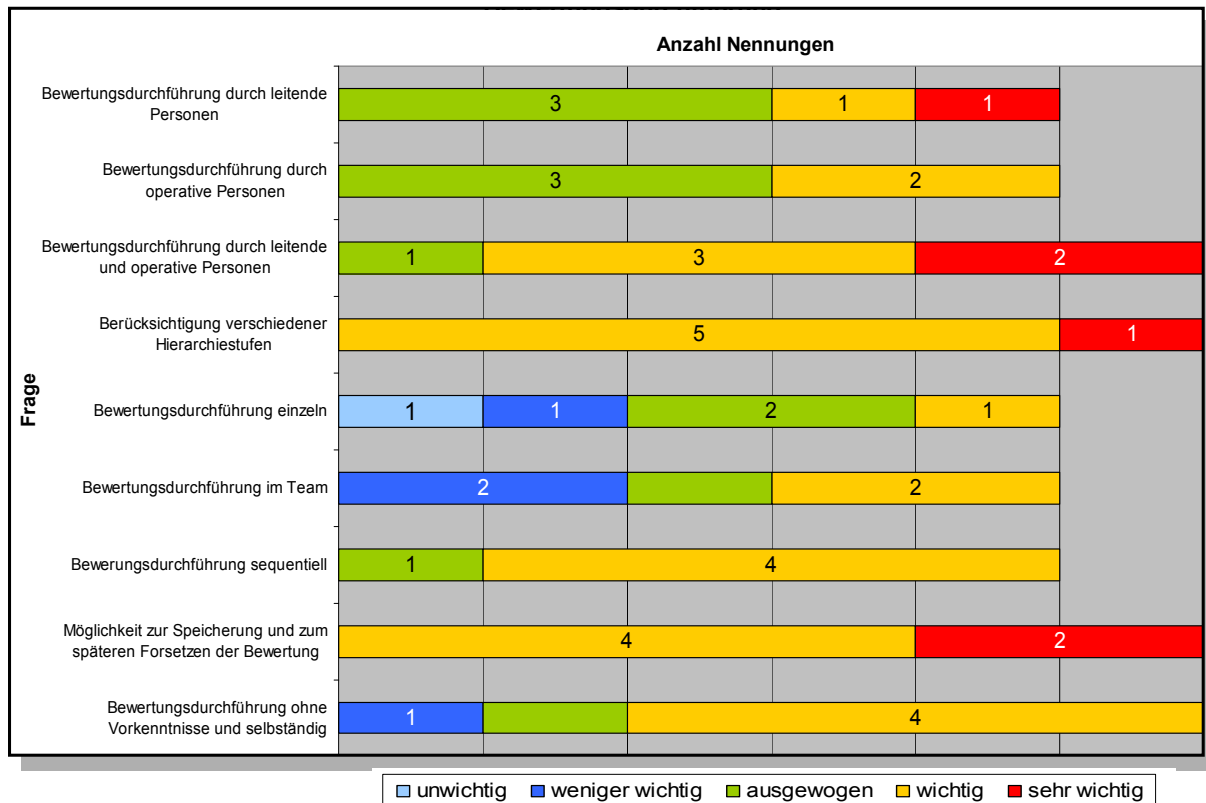
Diese Internetseite ermöglicht es Besuchern, sich umfassend über das Projekt zu informieren, mit den beteiligten Forschungsinstituten in Kontakt zu treten und ihren individuellen Produktionslogistik-Reifegrad mit Hilfe des entwickelten Bewertungswerkzeuges zu ermitteln. Andererseits bietet sie auch den beteiligten Forschungsinstituten die Möglichkeit, die erarbeiteten Ergebnisse über die Unternehmen des Projektbegleitenden

Ausschusses hinaus bekannt zu machen und auf diese Weise zu verifizieren. Im Folgenden wird das im Rahmen des Projektes und auf der Internetseite frei verfügbare Bewertungswerkzeug näher erläutert. Dazu war es zunächst entscheidend, die Anforderungen an ein solches Bewertungswerkzeug zu ermitteln.

## **2.5.2 Anforderungen an das Bewertungswerkzeug**

Im Rahmen der Analyse der Anforderungen an das Reifegradmodell der Produktionslogistik (Kapitel 2.3) wurden ebenso die Anforderungen an das Bewertungswerkzeug und hinsichtlich der Durchführung der Reifegradeinstufung von den Experten des Projektbegleitenden Ausschusses abgefragt.

Die Auslegung des Fragebogens zur Einstufung in einen Reifegrad hat maßgeblichen Einfluss auf die Durchführung der Bewertung und damit auf die Ausgestaltung des Softwarewerkzeuges. Hierbei stellte sich zunächst die Frage, welcher Teilnehmerkreis an der Bewertung teilnimmt. Wie Abbildung 21 veranschaulicht, hielten es die meisten der Befragten für wichtig oder sehr wichtig, dass die Bewertung sowohl durch leitende als auch operative Unternehmensmitarbeiter durchgeführt wird. Eindeutig ist die Forderung, dass verschiedene Hierarchiestufen bei der Durchführung der Bewertung einbezogen werden sollten, da hierdurch in der Regel ein realistischeres Bild der Leistungsfähigkeit eines Unternehmens entsteht.



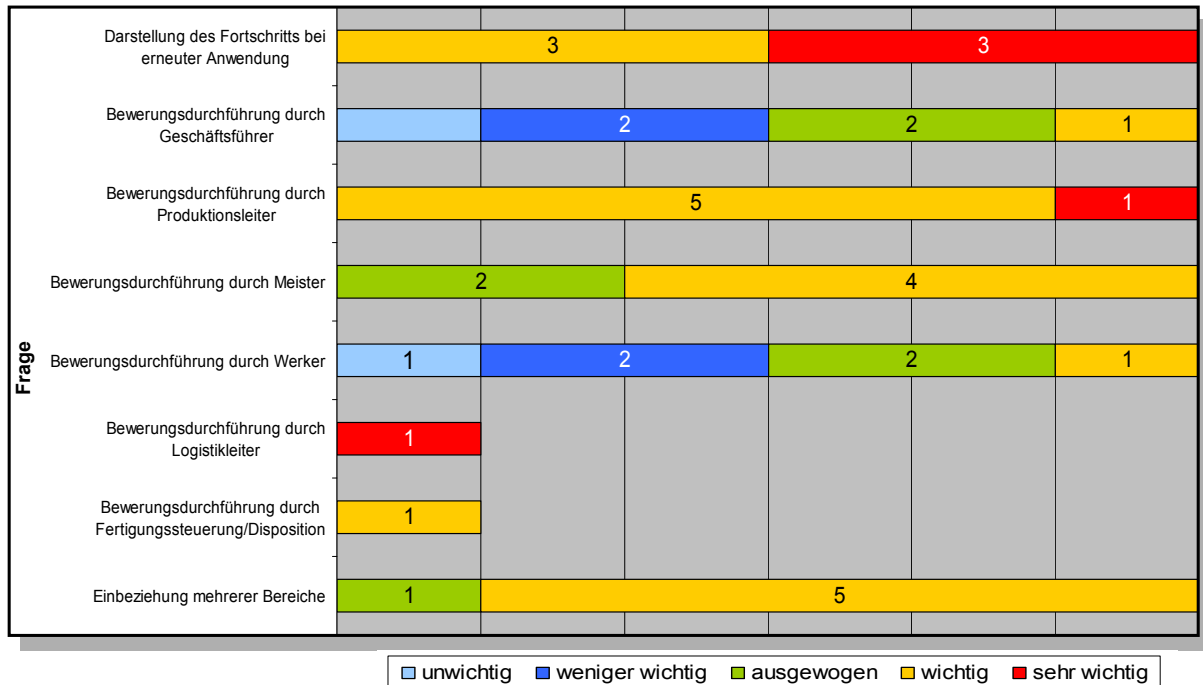
**Abbildung 21: Befragung zur Ausgestaltung des Bewertungswerkzeuges – Durchführung der Bewertung I**

Die Frage, ob die Bewertungsdurchführung einzeln oder im Team erfolgen soll, wurde nicht eindeutig geklärt. Es ist gemäß dem Feedback der Industriepartner denkbar, die Bewertung einzeln oder im Team durchzuführen.

Bei Einbeziehung mehrerer verschiedener Bereiche eines Unternehmens (Disposition, Arbeitsvorbereitung, Fertigung, etc.) ist es allerdings zwingend notwendig, dass eine sequentielle Durchführung möglich ist, da die Terminfindung für die Anwendung dieses Werkzeuges sich ansonsten zu schwierig gestalten würde. Deshalb ist es darüber hinaus unbedingt erforderlich, dass die Möglichkeit besteht, die Bewertungsdurchführung zu unterbrechen, die bisherigen Angaben abzuspeichern und zu einem späteren Zeitpunkt fortzufahren.

Hohe Priorität besitzt ebenso eine hohe Anwenderfreundlichkeit und geringe Komplexität, so dass die Anwendung des Werkzeuges ohne große Vorkenntnisse und selbständig (d. h. ohne externe Unterstützung) erfolgen kann.

Wie in Abbildung 22 dargestellt, ist es für die Befragten auch sehr interessant, bei erneuter Anwendung des Bewertungswerkzeuges den in der Zwischenzeit erzielten Fortschritt zu erkennen.



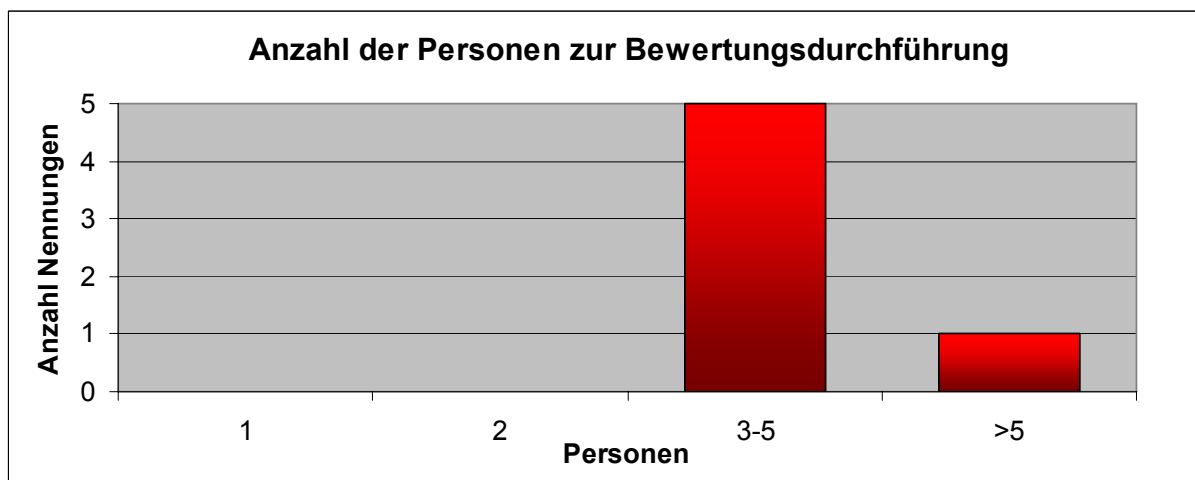
**Abbildung 22: Befragung zur Ausgestaltung des Bewertungswerkzeuges – Durchführung der Bewertung II**

Die Beantwortung der Frage nach der Art der Teilnehmer bei der Bewertungsdurchführung deckt sich mit den oben geschilderten Ergebnissen. Es sind verschiedene Hierarchiestufen in die Bewertung mit einzubeziehen, von denen vor allem die Position des Produktionsleiters und die Meisterebene als geeignete Anwender genannt werden. Je nach Aufbauorganisation ist auch die Teilnahme des Logistikleiters oder Mitarbeiter bzw. Verantwortliche aus der Fertigungssteuerung/Disposition sinnvoll. Der Teilnehmerkreis kann ggf. durch Werker oder Mitglieder des höheren Managements, wie bspw. der Geschäftsführung, ergänzt werden.

Wesentlich wird von den Befragten die Einbeziehung mehrerer Bereiche des Unternehmens gesehen. Gründe hierfür sind, dass mehrere Bereiche teilweise konkurrierende Interessen verfolgen. Diese müssen abgeglichen sein und in eine Strategie gebracht werden, was eine ganzheitliche Betrachtung durch verschiedene Blickwinkel erfordert. Darüber hinaus ist durch die Einbeziehung mehrerer Bereiche gewährleistet, dass die

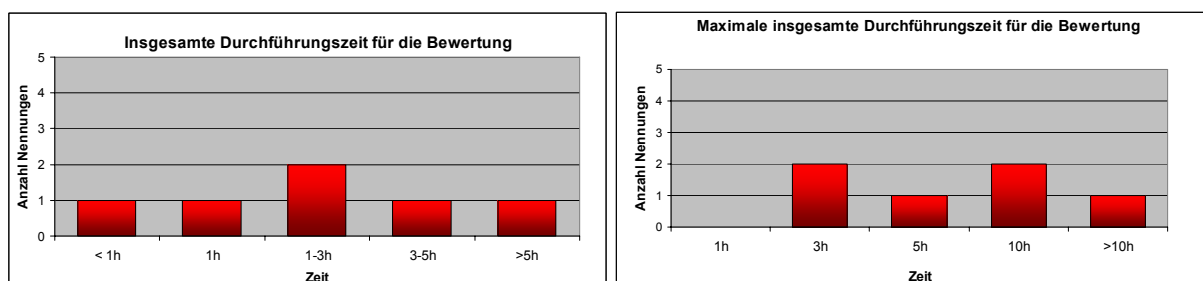
Ergebnisse und etwaige notwendige Veränderungen von allen betroffenen Bereichen mitgetragen werden, da die jeweiligen Mitarbeiter an der Entstehung beteiligt waren.

Andererseits sollte die Anzahl der Anwender des Reifegradwerkzeuges auch nicht zu groß werden. Wie die folgende Abbildung veranschaulicht, liegt gemäß den Teilnehmern des Projektbegleitenden Ausschusses die ideale Größe des Bewertungsteams bei drei bis fünf Personen, die wie bereits erläutert aus verschiedenen Bereichen und über verschiedene Hierarchiestufen der Aufbauorganisation verteilt sein sollten.



**Abbildung 23: Befragung zur Ausgestaltung des Bewertungswerkzeuges – Anzahl der Personen zur Bewertungsdurchführung**

Im Rahmen des Fragebogens wurde zusätzlich die aus Sicht des Befragten gesamte Durchführungszeit für die Bewertung und die maximale gesamte Durchführungszeit für die Bewertung abgefragt (dabei war nicht die Summe der Personenzeiten gefragt, sondern die tatsächliche Personenzzeit/-aufwand pro Person).



**Abbildung 24: Befragung zur Ausgestaltung des Bewertungswerkzeuges –Durchführungszeit für die Bewertung**

Hierbei zeigen sich unterschiedliche Auffassungen und ein breites Spektrum an möglichen Ausgestaltungen. Die Diskussion im Projektbegleitenden Ausschuss zeigte, dass der Zeitaufwand für die Bewertungsdurchführung sehr stark vom daraus resultierenden Nutzen abhängt. Richtlinie ist, dass der verwendete Zeitaufwand zum resultierenden Nutzen in einem ausgewogenen Verhältnis stehen muss. D. h. die Befragten sind bereit, bei entsprechendem Nutzen des Werkzeuges auf einen erhöhten Aufwand in Kauf zu nehmen. Ziel einer Anwendung ist es, mit verhältnismäßig wenig Aufwand Unzulänglichkeiten in der Produktionslogistik zu erkennen und die Möglichkeit zu haben, diese zielgerichtet zu reduzieren. Generell sollte das Werkzeug also einfach und schnell anwendbar sein und keine tiefgreifenden und aufwändigen Analysen erforderlich machen oder durchführen, da hierfür in einem zweiten Schritt auf bestehende Methoden zurückgegriffen werden kann. Haupteinsatzzweck des Werkzeuges ist es demnach, eine Potentialanalyse zu unterstützen, um in einem nächsten Schritt über die im Werkzeug enthaltene Wissensbasis konkrete Maßnahmen anstoßen zu können. Deshalb sollte sich die Durchführungszeit der Bewertung bei ca. drei bis fünf Stunden bewegen.

### **2.5.3 Ausgestaltung des Bewertungswerkzeuges**

Die beschriebene Methodik, die erzeugten Inhalte und hinterlegten Maßnahmen sollen mittels eines Software-Demonstrators der Anwendung zugänglich gemacht werden. Dabei standen auf organisatorischer Seite für die Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses gemäß Kapitel 2.5.2 die Beteiligung verschiedener Hierarchiestufen und Funktionsbereiche, die Möglichkeit der Beantwortung von Fragen im Team, eine hohe Anwenderfreundlichkeit sowie die Möglichkeit der Darstellung des Fortschritts bei erneuter Durchführung im Fokus.

#### **2.5.3.1 Erstellung eines Lastenheftes**

Ein endgültiges Lastenheft wurde durch weitere Anforderungen der Mitglieder des Projektbegleitenden Ausschusses erarbeitet. Zu entwickeln war demgemäß ein Demonstrator, welcher Informationen zu wesentlichen Kriterien zum Themenfeld Produktionslogistik abfragt, die getätigten Antworten des/der Anwender/s einer Auswertung unterzieht und das entsprechende Ergebnis – den Reifegrad für die hinterfragten Kriterien – wie-



der ausgibt. Zudem sollen zweckmäßige Maßnahmen zum Abstellen ermittelter Schwächen der Produktionslogistik aufgezeigt werden. Neben diesen fachlich-inhaltlichen Anforderungen wurden an den Demonstrator weitere technische Anforderungen gestellt, die im Folgenden benannt werden:

- Installationsmöglichkeit der Software ohne vorherige Zertifizierung durch die unternehmensinterne IT,
- Modularität und Erweiterbarkeit,
- robuste Softwarearchitektur (z. B. durch eine eigenständige Programmumgebung),
- hohe Benutzerfreundlichkeit,
- umfassende Dokumentation,
- hohe Stabilität des Demonstrators,
- Speicherfähigkeit der getätigten Eingaben und Ergebnisse und
- möglichst geringe Komplexität der integrierten Logik und deren Umsetzung.

### **2.5.3.2 Erstellung eines Pflichtenheftes**

Die Programmumgebung beschreibt das informationstechnische Umfeld, in dem ein Programm eingesetzt werden soll. Hierzu zählt neben der Hardware und dem Betriebssystem auch die verwendete Programmiersprache.

Als Hardwareumgebung kommen Intel IA-32-kompatible Desktop-PCs und Laptops zum Einsatz, deren Taktfrequenz mit 1 GHz und darüber angenommen werden kann. Die Speicherausstattung besteht aus minimal 512 MB RAM. Als primäres Betriebssystem werden Microsoft Windows 2000 und nachfolgende Versionen eingesetzt. Als Officepaket kann nach Absprache mit dem Projektbegleitenden Ausschuss das Standardpaket von Microsoft Office (Word, Excel, Access, Powerpoint) vorausgesetzt werden.

Die ursprünglich geplante Umsetzung im Rahmen einer reinen onlinebasierten Lösung kann sowohl aufgrund der gestellten Anforderungen als auch der hohen Komplexität nicht gewährleistet werden. Neben der Ausgestaltung einer informativen Webseite ist

damit ein Demonstrator zu erzeugen, welcher auf dieser zum Download bereitgestellt wird.

Zur Generierung von Software können verschiedene Programmiersprachen eingesetzt werden. Die am weitesten verbreiteten Sprachen sind C++, Java, Delphi, C#, und Visual Basic for Applications (VBA). Diese Sprachen bilden auch die Auswahlliste für die Programmierung des ProdLog-Design-Demonstrators (Tabelle 1).

Programmiersprache	VBA	C++	Java	Delphi	C#
Standardisiert	Durch Hersteller	ISO 14882	Durch Hersteller	Nein	nein
Installationsmöglichkeit ohne vorherige Zertifizierung	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
Eignung für die Anwendung	Sehr gut	Gut	Mäßig	Mäßig	Mäßig
Verbreitung	Sehr hoch	Hoch	Hoch	Mäßig	Gering

**Tabelle 1: Eignung von Programmiersprachen zur Erstellung des Demonstrators**

Als Hauptkriterien für die Auswahl einer geeigneten Sprache gelten die Eignung für das gestellte Problem, die langfristige Verfügbarkeit und Stabilität der Sprache sowie die Installationsmöglichkeit der Software ohne vorherige Zertifizierung durch die unternehmensinterne IT. Die Sprachen Delphi, C#, C++ und Java erfüllen die Forderungen nach der Installationsmöglichkeit der Software ohne vorherige Zertifizierung durch die unternehmensinterne IT nicht [Martin'08]. VBA kann diese Anforderung erfüllen und eignet sich auch im Hinblick auf die drei anderen Kriterien zur Auswahl einer Programmiersprache [Martin'08]. Demgemäß wurde VBA als Programmiersprache für den Demonstrator in Abstimmung mit dem Projektbegleitenden Ausschuss ausgewählt.

### Visual Basic for Application

VBA existiert bereits seit 1995 im Rahmen von Microsoft Excel und Access und hat seitdem eine behutsame Weiterentwicklung erfahren, so dass davon ausgegangen werden kann, dass es über die voraussichtliche Einsatzzeit nur geringen Veränderungen unterworfen sein wird [Mar08].

Visual Basic for Applications ist eine aus der Programmiersprache Visual Basic abgeleitete Makroprogrammiersprache. Auf Grund ihrer Leistungsfähigkeit reicht sie jedoch von der Funktionalität an reine Programmiersprachen heran. Sie gehört weiterhin zur Gruppe der objektorientierten Sprachen. Diese ordnen vordefinierten Objekten spezifische Methoden und Eigenschaften zu. Letztere stellen festgelegte Attribute dar, die eine Manipulation des Objektes ermöglichen. Im Falle von VBA ist ein Objekt beispielsweise eine Tabellenzelle und als Eigenschaften deren Wert oder deren Hintergrundfarbe. Weiterhin erfolgt das Ausführen von Makros in VBA ereignisorientiert. So führt der Klick auf einen Button automatisch zum Durchlaufen des zugehörigen Codes. Eine aufwändige Ereignisverwaltung ist nicht notwendig. Die Programmcodesprache ist Englisch.

Die mehr als 200 Excel-Objekte sind zur eindeutigen Referenzierung einem Ordnungschema bzw. einer Hierarchie unterworfen. Wie generell in der objektorientierten Programmierung wird hierdurch einer versehentlichen Änderung von Objekten vorgebeugt. Einen Überblick über die vollständige Objekthierarchie erlaubt der Excel Objektkatalog.

Die verschiedenen Objekte können Eigenschaften besitzen, welche objektspezifische Attribute darstellen. Darunter fallen bspw. Bezeichnung (caption), Farbe (forecolor/backcolor), Name (name) oder auch der Wert (value). Die Eigenschaften von Objekten haben Werte, welche abhängig von der Art der Eigenschaft zum Beispiel Zeichenketten (string), Zahlen (integer) oder Werte der boolesche Logik (boolean) sein können.

Auf ein Objekt lassen sich Methoden ausführen. Hierzu zählen unter anderem öffnen (open) und schließen (close) einer Tabelle, aktivieren (activate) oder auswählen (select).

## **VBA-Projekt**

Die Erstellung eines VBA Projektes ist immer nur innerhalb einer Excel Arbeitsmappe möglich. Nur in ihr kann das Programm aufgerufen oder auch editiert werden. Das Ab-

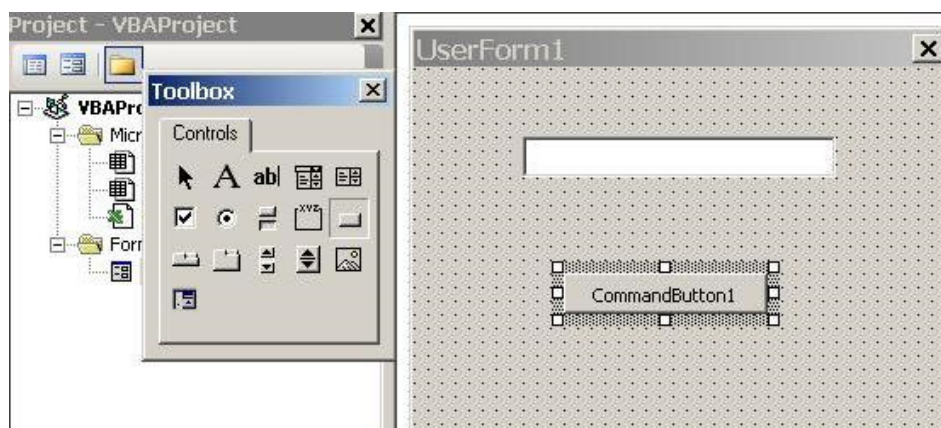
speichern außerhalb der Excel-Datei ist nur als ASCII-Datei oder Add-In möglich. Die ASCII-Datei kann selbst nicht ausgeführt werden.

Im folgenden Abschnitt sollen die Komponenten, die ein VBA Projekt enthalten kann, einzeln kurz erläutert werden.

Zu jedem Excel Objekt wie Tabellen oder der Arbeitsmappe selbst lassen sich ereignisorientierte Module hinterlegen. Diese werden bei dem Eintreten von vorher festgelegten Aktionen ausgeführt. Beispiele hierfür sind das Öffnen einer Tabelle, Mausereignisse wie Doppelklick oder auch das Öffnen/Schließen der Arbeitsmappe selbst.

Mit VBA unter Excel können benutzerspezifische Formulare (UserForm) erstellt werden. Diese ermöglichen die einfache und graphische Bedienung von komplexeren Programmen. Generell können in die Formulare alle Standard Microsoft Steuerelemente eingebunden werden (vgl. Abbildung 25).

Es ist jedoch auch möglich Plug-Ins von Fremdanbietern einzubinden. Das Ausführen des Programmcodes hinter den einzelnen Objekten wie Buttons oder Eingabefeldern geschieht ereignisorientiert. Hierbei kann zum Teil pro Objekt zwischen verschiedenen Ereignisformen unterschieden werden. Das Erscheinungsbild und die Funktionalität der Objekte können über deren Eigenschaften beeinflusst werden.



**Abbildung 25: Übersicht über mögliche Steuerelemente in VBA**

Ein individuell erstellter Programmcode zur Definition von Variablen, Funktionen oder auch Makros wird in Modulen zusammengefasst. Das erlaubt eine systematische Grup-

pierung des Codes und darüber hinaus die Verwendung von nur eingeschränkt gültigen Variablen. Die in den Modulen geschriebenen Funktionen und Makros können sowohl aus dem Programmcode zu Excel-Objekten, dem Code zu Formularen als auch aus anderen Modulen heraus ausgeführt werden.

Die VBA Entwicklungsumgebung unter Excel stellt ein komplett eigenständiges Programm dar. Auf die einzelnen Bestandteile und ihre Funktion soll im Folgenden aber nicht näher eingegangen werden, da das den Rahmen dieses Berichtes sprengen würde.

### 2.5.3.3 Softwaretechnische Realisierung

Die Ergebnisse aus den vorhergehenden Projektschritten wurden in einem Software-Demonstrator zur Ermittlung des produktionslogistischen Reifegrades und zum Vorschlag geeigneter Maßnahmen zu dessen Steigerung zusammengeführt. Die softwaretechnische Realisierung des Systems wurde in Anlehnung an die Phasen der Softwareentwicklung nach DeMarco [DeMarco'79, Balzert'01] durchgeführt (Abbildung 26): Problemanalyse (Planung, Definition), Entwurf, Implementierung, Test (Abnahme und Einführung) sowie Pflege und Wartung.

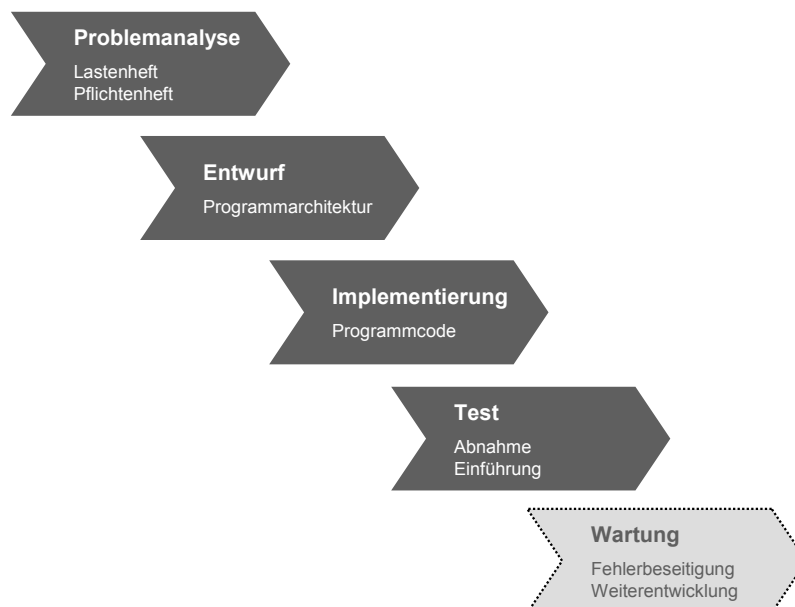


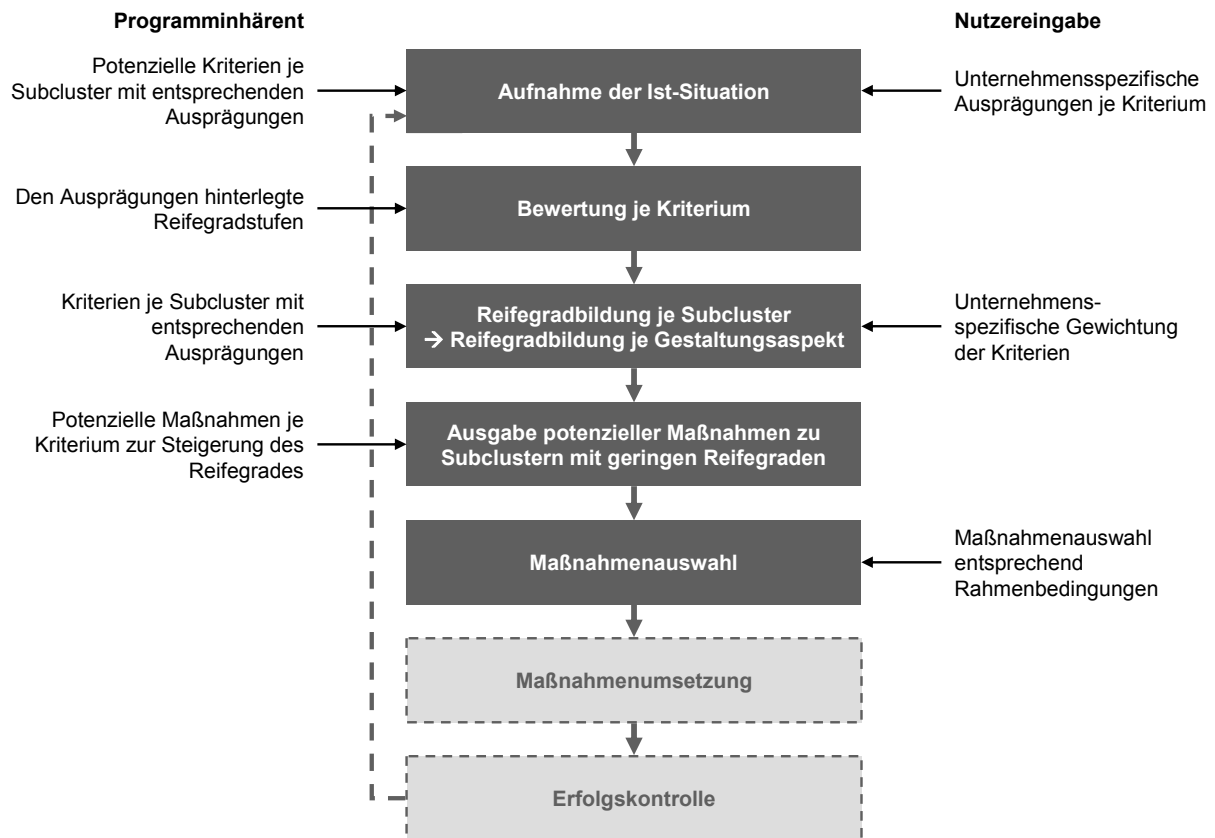
Abbildung 26: Phasen der Softwareentwicklung

Der Erstellung des Lasten- und Pflichtenheftes in der Phase der Problemanalyse welche in diesem Kapitel kurz angerissen sind, folgt der Entwurf des Demonstrators. Dieser Schritt besteht in der Konzeption der Programmarchitektur. Der grundsätzliche Rahmen der Methodik ist in Abbildung 27 dargestellt und orientiert sich sehr stark an dem in Kapitel 2.4 erläuterten Gestaltungsmodell.

Durch die vom Nutzer gewählte Ausprägung je Kriterium und die damit verbundene Aufnahme der Ist-Situation ergibt sich mittels der hinterlegten Reifegradstufen die Bewertung je Kriterium. Die Kriterien sind zunächst alle gleich gewichtet (Gewichtungsfaktor 1). Aufgrund der Verschiedenheit der potenziell anwendenden Unternehmen, kann diese Gewichtung unternehmensspezifisch angepasst werden (mögliche Gewichtungsfaktoren: 0; 0,5; 1; 2). Der Reifegrad für ein gewähltes und entsprechend bewertetes Subcluster ergibt sich nun aus der Mittelwertbildung der Kriterienreifegrade unter Berücksichtigung der Gewichtungsfaktoren.

Jedem Kriterium und aggregiert jedem Subcluster sind Maßnahmen zu dessen Reifegradsteigerung hinterlegt. Für Subcluster mit geringem Reifegrad werden dem Nutzer diese Maßnahmen vorgeschlagen und können nach unternehmensspezifischen Rahmenbedingungen ausgewählt werden.

Die Umsetzung ausgewählter Maßnahmen und eine entsprechende Erfolgskontrolle werden durch den entwickelten Demonstrator nicht unterstützt.



**Abbildung 27: Anwendungsrahmen der Methodik**

#### 2.5.3.4 Erfüllungsgrad der Anforderungen an die Methodik

In Kapitel 2.3.2 wurden die theoretischen, allgemeinen und die praktischen Anforderungen des Projektbegleitenden Ausschuss und der Forschungsinstitute beschrieben. Zudem wurden mit Hilfe des vom Projektbegleitenden Ausschusses ausgefüllten Fragebogens zusätzliche Anforderungen hinsichtlich der Bewertungsdurchführung abgeleitet (vgl. Kapitel 2.5.2). Diese Anforderungen sollen nun zusammenfassend im folgenden Abschnitt der Struktur und Funktionalität der Methodik, bestehend aus Produktionslogistik-Reifegradmodell, Bewertungslogik, Internetseite und Bewertungswerkzeug, gegenübergestellt werden, um den daraus resultierenden Erfüllungsgrad zu erkennen.

- Anforderung: Transparenz / leicht verständliches Vorgehen und Ergebnis  
→ die entwickelte Morphologie bietet größtmögliche Transparenz (vgl. Kapitel 2.3.4). Die entwickelten vier Reifegradstufen auf Kriterienebene sorgen für eine leicht verständliche Logik in der Bewertungsdurchführung und in der Ermittlung

des Ergebnisses. Mit der Reifegradmorphologie wurde damit ein Weg gefunden, die vorliegende Anforderung vollkommen zu erfüllen.

- Anforderung: modularer Aufbau  
→ Das Modell ist modular aufgebaut in Form der Gestaltungsaspekte der Produktionslogistik. Demnach ist, ähnlich dem EFQM-Modell, die übersichtliche und separate Beurteilung relevanter Bausteine möglich.
- Anforderung: das Modell sollte eher durch kontinuierliche Verbesserungen / Verbesserungsmaßnahmen und nicht durch grundlegende organisatorische Umgestaltungen bestimmt sein  
→ Die Bewertungslogik baut auf den Stolpersteinen der Produktionslogistik und deren Ursachen über mehrere Ebenen hinweg auf (vgl. Kapitel 2.4). Dadurch sind auf sehr detaillierter Ebene Konfigurationsfehler erkennbar. D. h. nicht grundlegende unterschiedliche Konzepte bilden die Grundlage des Modells, sondern durch den impliziten bottom-up-Ansatz zahlreiche in der Praxis relevante Konfigurationsfehler. Zur Behebung der Konfigurationsfehler sind dann kontinuierliche Verbesserungsmaßnahmen angegeben und i. d. R. auch möglich. Aufgrund des komplexen Ursache-Wirkungsgeflechts, auch Gestaltungsfeld-übergreifend, können aber auch grundlegende organisatorische Umgestaltungen notwendig werden, die ebenso bereitgestellt werden.
- Anforderung: Implementierung vom „Groben ins Feine“  
→ durch den modularen Aufbau in Form der Gestaltungsaspekte der Produktionslogistik sind der Gestaltungsaspekt bzw. die Gestaltungsaspekte mit geringem produktionslogistischem Reifegrad sofort erkennbar. Analog dem SCOR-Modell kann dann eine schrittweise Detaillierung zur gezielten Schwachstellenfindung und -eingrenzung „vom Groben ins Feine“ durchgeführt werden. Diese Top-Down-Schwachstellenfindung wird dann ergänzt um die bottom-up-Maßnahmenbereitstellung und -durchführung, so dass der produktionslogistische Reifegrad erhöht wird.
- Anforderung: Einsatz von K.O.-Kriterien bei entsprechenden Reifegradstufen  
→ Die Bewertungslogik beinhaltet K.O.-Kriterien für die entsprechenden Reifegradstufen (vgl. Kapitel 2.4). Die einzelnen Kriterien der Bewertungslogik können



sich in verschiedenen Ausprägungen über mehrere Stufen erstrecken (Hauptkriterium) oder als K.O.-Kriterium für eine Stufe wirken (Ausschlusskriterium für eine Stufe).

- Anforderung: detailliertes Ergebnis für jede Funktion der Produktionslogistik  
→ Im Gestaltungsaspekt „Funktionen“ des Reifegradmodells wird zwischen den Funktionen Produktionsprogrammplanung, Material- und Kapazitätsdisposition, Terminierung, Auftragsfreigabe, Reihenfolgebildung und Kapazitätssteuerung unterschieden. Demnach liegt bei Anwendung des Bewertungswerkzeuges für jede Funktion der Produktionslogistik ein detailliertes Ergebnis vor.
- Anforderung: unternehmensspezifische Gewichtung  
→ eine unternehmensspezifische Gewichtung ist im Bewertungswerkzeug implementiert. Die Gründe hierfür sind in Kapitel 2.5.3 detailliert erläutert. Auf eine Gewichtung nach Kundenentkopplungspunkt wurde demnach im Rahmen dieses Projektes verzichtet.
- Anforderung: Benchmark nach Produktionstyp (Kundenentkopplungspunkt)  
→ aufgrund des in Kapitel 2.3 erläuterten Interessenkonflikts und der Entscheidung für eine unternehmensspezifische Gewichtungsmöglichkeit innerhalb des Bewertungswerkzeuges (siehe oben) musste auch eine Benchmark-Funktionalität gemäß Produktionstyp des Werkzeuges verzichtet werden. Es ist aber vorgesehen, die Option anzubieten, die Ergebnisse bei den beteiligten Forschungsinstituten einzuschicken, die dann bei entsprechender Resonanz auf die Bewertungsmöglichkeit ihrerseits die Rückmeldungen auswerten und auf der installierten Internetplattform die Ergebnisse als Benchmark veröffentlichen. Wenn bei der Benchmarkauswertung eine Zuordnung hinsichtlich Kundenentkopplungspunkt gemacht wird, kann auf diese Weise die vorliegende Anforderung erfüllt werden.
- Anforderung: Orientierung an einem „best practice“  
→ innerhalb der einzelnen Module erfolgt die Reifegradbildung, entsprechend dem CMMI-Modell, in vier aufeinander aufbauend ausgestalteten Stufen. Ein Reifegrad „0“ kann dabei als absolut ungenügend, die Reifegradstufe „4“ als Best Practice interpretiert werden. Die vorliegende Anforderung ist demnach umfassend erfüllt.

- Anforderung: Verhältnis von Aufwand zu Nutzen / Anwendbarkeit  
→ Die Morphologie und die Anzahl von vier Reifegradstufen gewährleistet, dass eine zu detaillierte und aufwändige Ergebnisermittlung und -darstellung vermieden wird. Mit verhältnismäßig wenig Aufwand können so Unzulänglichkeiten in der Produktionslogistik erkannt werden (Durchführungszeit ca. 3-5 Stunden, aber stark abhängig von den sich aus den einzelnen Fragestellungen ergebenden Diskussionen; es ist auch möglich, direkt bei der Reifegradeinstufung schon über mögliche Maßnahmen zu diskutieren). Zudem besteht die Möglichkeit, diese Unzulänglichkeiten zielgerichtet zu reduzieren, indem Maßnahmen zur Behebung bereitgestellt werden (was den Nutzen der Anwendung nochmals erhöht). Das Werkzeug also einfach und schnell anwendbar sein, macht keine tiefgreifenden und aufwändigen Analysen erforderlich oder führt diese durch, da hierfür in einem zweiten Schritt auf bestehende Methoden zurückgegriffen werden kann.
- Anforderung: Anpassbarkeit  
→ durch die Morphologie, die in einem VBA-Werkzeug umgesetzt wurde, sind bei punktuellen Veränderungen oder Erweiterungen aufwandsarme Anpassungen des Bewertungswerkzeuges möglich.
- Anforderung: hohe Zuverlässigkeit  
→ durch die Morphologie, die in einem VBA-Werkzeug umgesetzt wurde, ist eine hohe Zuverlässigkeit gewährleistet. Ausfälle des Werkzeuges sind nicht zu befürchten.
- Anforderung: schnelles Vorliegen der Ergebnisse nach Abschluss der Anwendung  
→ durch die Morphologie, die in einem VBA-Werkzeug umgesetzt wurde, liegt das Ergebnis sofort nach Ausfüllen des Fragebogens vor. Zudem können die Daten genutzt werden, um tiefer gehende Analysen durchzuführen.
- Anforderung: Einbeziehung mehrerer Hierarchiestufen: sowohl leitend als auch operativ bzw. Einbeziehung mehrerer Unternehmensbereiche  
→ die Durchführung kann sowohl einzeln als auch im Team erfolgen. Dies ist jedem Anwender selbst überlassen. Das Team kann ebenso je Anwender eigenständig und frei zusammengestellt werden, was eine hohe Flexibilität ermöglicht..

Es bestehen keinerlei Restriktionen, die vom Bewertungswerkzeug ausgehen (bspw. rollenspezifische Fragen). Allerdings ist gemäß dem Projektbegleitenden Ausschuss eine Durchführung im Team eher sinnvoll. Dies ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass manche Kriterien der Morphologie intensive Diskussionen anregen können, was in der Regel schon sehr positive Effekte bewirkt.

- Anforderung: sequentielle Durchführung mit Abspeicherung möglich  
→ durch die Morphologie, die in einem VBA-Werkzeug umgesetzt wurde, kann die Bearbeitung jederzeit unterbrochen, abgespeichert und zu einem anderen Zeitpunkt fortgesetzt werden.
- Anforderung: hohe Anwenderfreundlichkeit und geringe Komplexität,  
→ durch die Morphologie, die in einem VBA-Werkzeug umgesetzt wurde, können die Anwender des Werkzeuges ohne große Vorkenntnisse und selbständig (d. h. ohne externe Unterstützung) ihren produktionslogistischen Reifegrad bestimmen.
- Anforderung: Erkennung des in der Zwischenzeit erzielten Fortschritts bei erneuter Anwendung des Bewertungswerkzeuges  
→ durch die Morphologie, die in einem VBA-Werkzeug umgesetzt wurde, sind beliebige zusätzliche Auswertungen (auch bei erneuter Anwendung) denkbar, die durch die Anwender selbst in Excel erstellt werden können.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die vorliegenden Anforderungen nahezu vollständig durch die entwickelte Methodik erfüllt werden können. Lediglich bei der erläuterten Benchmarkfunktionalität des Bewertungswerkzeuges müssen Abstriche in Kauf genommen werden. Dies liegt in dem erläuterten Zielkonflikt begründet, der im Rahmen des Projektes dahingehend gelöst entschieden wurde, dass eine unternehmensspezifische Gewichtung einzelner Bewertungskriterien im Fokus steht, um eine möglichst große Allgemeingültigkeit und breite Anwendbarkeit zu gewährleisten.

## 2.6 Projektmanagement

Durch die Beteiligung zweier Forschungsstätten sowie eines sehr aktiven Projektbegleitenden Ausschusses fiel dem Projektmanagement eine große Bedeutung zu. Eine effiziente Abstimmung und der regelmäßige Austausch über neue Ergebnisse wurden zwischen den Forschungsstellen über den gesamten Projektverlauf hinweg durch regel-

mäßige Arbeitstreffen sowie Telefonkonferenzen sichergestellt. Darüber hinaus wurde der Projektbegleitende Ausschuss in insgesamt fünf anderthalbtägigen Treffen über den aktuellen Projektfortschritt informiert sowie im Rahmen von Workshops an der inhaltlichen Erarbeitung der Ergebnisse beteiligt. Im Anschluss an alle Treffen wurden schriftliche Protokolle erstellt und an alle Teilnehmer des Projektbegleitenden Ausschusses versendet, so dass jedes Unternehmen auch bei Abwesenheit stets über den aktuellen Projektfortschritt informiert war. Die Zusammenarbeit und Koordination zwischen den beiden Forschungsinstituten und den Unternehmen funktionierte sowohl inhaltlich als auch organisatorisch einwandfrei. Dies zeigte sich unter anderem auch in der zügigen Bearbeitung von Aufgaben, die die Unternehmen im Nachgang an jedes Treffen als wichtigen inhaltlichen Input oder zwecks Validierung erhielten. Durch diese intensive Zusammenarbeit mit den Industrievertretern wurde und ist eine hohe Praxisnähe der Projektergebnisse sicher gestellt.

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden zudem drei studentische Arbeiten angefertigt, deren Ergebnisse auf detaillierten und umfassenden Literaturrecherchen basieren. Die studentischen Arbeiten wurden zu folgenden Themen verfasst:

*„Reifegradbasierte Entwicklungspfade zur leistungssteigernden Gestaltung der Produktionslogistik in kleinen und mittleren Unternehmen“*

*„Möglichkeiten des Einsatzes von Reifegradmodellen in der Produktionslogistik: Identifikation und Bewertungsansätze“*

*„Identifizierung und Systematisierung von Methoden und Werkzeugen zur konsistenten Steigerung der Effizienz in der Produktionslogistik“*

Durch die Erstellung dieser Arbeiten zeigt sich das große Interesse an dieser Thematik auch im Bereich der Lehre. Die Koordination der erzielten Ergebnisse in den Bereichen Forschung, Industrie und Lehre war eine zentrale Herausforderung für das Projektmanagement in diesem Forschungsvorhaben und wurde erfolgreich umgesetzt.

## **2.7 Publikation und Dokumentation der Projektergebnisse**

Um die erarbeiteten Projektinhalte detailliert zu dokumentieren und einem breiten Fachpublikum zugänglich zu machen, wurden während der Projektlaufzeit mehrere Artikel

verfasst. Die bislang veröffentlichten sowie seitens der Herausgeber akzeptierten Veröffentlichungen sind im Folgenden mit einer kurzen Inhaltsangabe aufgeführt.

Wochinger, T.; Schatz, A.: Abwicklung von Geschäftsprozessen mittels Fehlerbaumanalyse verbessern. In: ERP Management 5 (2009) 2, S.51-53

*Sichere und reibungslose Geschäftsprozesse rund um die Produktion bilden das Rückgrat erfolgreich operierender Unternehmen. Vor allem in kleineren und mittleren Unternehmen fehlt das umfassende Wissen, um nachhaltige Verbesserungsprozesse im Bereich der Produktionslogistik einzuleiten. Dort sind aus einer aktuellen Problemsituation resultierende, unkoordiniert gestartete Aktionen einzelner Verantwortlicher, meist auf einen Bereich bezogen, typisch. Häufig wird die Ursache in einer mangelhaften Unterstützung der Prozesse durch die eigene ERP-/PPS-Software gesucht. Es besteht der Bedarf an einer Methode, die zieladäquat und aufwandsarm die wichtigsten Fehler und deren letztendlichen Quellen im Unternehmen identifiziert. Darauf aufbauend ist eine Vorgehensweise notwendig, die hilft, aus den Fehlern systematisch Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten.*

Münzberg, B.; Kennemann, M.; Berkholz, D.; Nyhuis, P. Konsistente Gestaltung der Produktionslogistik. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jahrgang 104, (2009) 5, S.392-395

*Die logistische Leistungsfähigkeit ist ein entscheidender Faktor für den Markterfolg eines produzierenden Unternehmens. Wie aktuelle Studien zeigen, fällt es gerade kleinen und mittleren Unternehmen schwer, die angestrebten logistischen Ziele zu erreichen. Die Gründe hierfür liegen u. a. im Bereich der internen Logistik. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde daher eine Methode entwickelt, die zieladäquat und aufwandsarm die wichtigsten Potenzialfelder der Produktionslogistik im Unternehmen identifiziert. Dazu werden Konfigurationsfehler der Produktionslogistik zu aggregierten Stolpersteinen verdichtet und über die detaillierte Analyse der Ursache-Wirk-Beziehungen eine Vorgehensweise erarbeitet, die die resultierenden Handlungsfelder zur systematischen Verbesserung der logistischen Leistungsfähigkeit ableitet.*

Wochinger, T.; Münzberg, B.; Kennemann, M.: Die Güte der Produktionslogistik reifegradorientiert bewerten. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb ZWF, Jahrgang 105 (2010) 3, S. 222-226

*Die logistische Leistungsfähigkeit stellt einen entscheidenden Erfolgsfaktor für moderne produzierende Unternehmen dar. Ein aktuell entwickelter Ansatz ermöglicht es Unternehmen, den umfassenden Reifegrad Ihrer Produktionslogistik aufwandsarm zu ermitteln und so Schwachstellen und Potenziale zu erkennen. Grundlage dafür stellen Modelle und Methoden aus verschiedenen Fachbereichen dar, welche hierzu anwendungsorientiert zusammengetragen sind. Über die reine Bewertung hinaus können einem Anwender darauf aufbauend zielgerichtete Maßnahmen zur Verbesserung der logistischen Performance an die Hand gegeben werden.*

Kennemann, M.; Münzberg, B.; Wochinger, T.: Relevante Stellhebel der Produktionslogistik gezielt bewerten. In: Industrie Management, Jahrgang 26 (2010) 2, S. 33-36

*Die logistische Leistungsfähigkeit ist ein entscheidender Wettbewerbsfaktor für den Erfolg eines produzierenden Unternehmens. Studien belegen, dass es insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen schwer fällt, die angestrebten logistischen Ziele zu erreichen. Die Gründe hierfür liegen maßgeblich in der internen Logistik. Es besteht der Bedarf an einer Methode, die es Unternehmen ermöglicht, den individuellen Reifegrad im Bereich der Produktionslogistik zu bestimmen, die wesentlichen Stellhebel zu identifizieren und konsistente Maßnahmen Reifegraderhöhung einzuleiten.*

Kennemann, M.; Münzberg, B.; Wochinger, T.: Ganzheitliche Bewertung der Produktionslogistik – Konsistente Gestaltung der Produktionslogistik auf Basis einer reifegradorientierten Bewertungslogik. In: wt Werkstatttechnik online, Jahrgang 100 (2010) 6

*In Zeiten eines immer komplexeren und dynamischeren Umfelds, stellt die logistische Leistungsfähigkeit ein Schlüsselfaktor für den Erfolg produzierender Unternehmen dar. Wie Studien belegen, verfehlen aber vor allem kleine und mittlere Unternehmen ihre logistischen Ziele. Zur Verbesserung der logistischen Performance wurde daher ein Ansatz entwickelt, der eine ganzheitliche Bewertung der Produktionslogistik ermöglicht,*

*Handlungsfelder identifiziert und Maßnahmen zur Steigerung der logistischen Performance aufzeigt.*

Über die bereits vorgestellten Veröffentlichungen hinaus sollen die Ergebnisse in den Medien der Bundesvereinigung Logistik veröffentlicht werden.

### 3 Nutzen und wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere Unternehmen (kmU)

#### 3.1 Nutzung der angestrebten Forschungsergebnisse

Die erarbeiteten Ergebnisse können in den in Tabelle 2 genannten Fachgebieten eingesetzt und weiterentwickelt werden.

In den Fachgebieten laut der Zuordnung gemäß Vordruck [4.1.23]

Fachgebiete	Hauptsächliche Nutzung	Nutzung auch möglich
Produktion	X	
Informations- und Kommunikationstechnik		X
Betriebswirtschaft, Organisation		X

**Tabelle 2: Im Projektaufsatz adressierte Fachgebiete**

Die entwickelten Lösungen eignen sich im Schwerpunkt zur Anwendung in der industriellen Produktion. Hier ist es möglich anhand der Forschungsergebnisse Analysen und Maßnahmen zur konsistenzfördernden Gestaltung der Produktionslogistik schnell und zielgerichtet durchzuführen und umzusetzen. Im Rahmen der Weiterentwicklung und Anwendung sollen weitere mögliche Maßnahmen hinterlegt werden, welche zur Steigerung der logistischen Performance beitragen.

Die Berührungspunkte zu den Fachgebieten Informations- und Kommunikationstechnik sowie Betriebswirtschaft und Organisation ergeben sich durch den ganzheitlichen Projektansatz. Die Gestaltungsaspekte Prozesse und Instanzen beschreiben die Ablauf- und teilweise auch die Aufbauorganisation. Daher ergeben sich aus den Forschungsergebnissen wichtige Erkenntnisse für die Organisationsgestaltung. Für die Informations- und Kommunikationstechnik sind unter dem Gestaltungsaspekt Planungs- und Steuerungswerkzeuge einerseits Erkenntnisse für den konsistenzfördernden Einsatz vorhan-



dener Werkzeuge und andererseits Hinweise für noch zu entwickelnde bzw. zu modifizierende Funktionalitäten hinterlegt.

Die Vorarbeiten der Antragsteller zu diesem Vorhaben sowie der reichhaltige Erfahrungshintergrund aus Industrie- und Forschungsprojekten haben ihren Anwendungsschwerpunkt im Maschinen- und Anlagenbau und in verwandten Branchen. Daher sollten sich die Forschungsergebnisse auf diese und weitere, in Tabelle 3 genannten, Anwendungsfelder konzentrieren.

In den Wirtschaftszweigen laut Zuordnung gemäß Vordruck [4.1.24]

<b>Wirtschaftszweige</b>		<b>Hauptsächliche Nutzung</b>	<b>Nutzung auch möglich</b>
<b>Abteilung</b>	<b>Kurzname</b>		
17/18	Textil- und Bekleidungs-gewerbe		X
20	Holzgewerbe		X
21/22	Papier-, Verlags- und Druck-gewerbe	X	
24	Chemische Industrie		X
27/28	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	X	
29	Maschinenbau	X	
34/35	Fahrzeugbau		X
36	Möbel, Schmuck, Musikinstru-mente, Sportgeräte u. sonstige Erzeugnisse		X
72/74	Erbringung für Dienstleistungen überwiegend für Unternehmen		X

**Tabelle 3: Im Projektaufsatz adressierte Wirtschaftszweige**

Im Laufe des Projektes wurde ein generischer Ansatz für das Reifegradmodell entwickelt, welcher zudem eine anwenderspezifische Schwerpunktsetzung ermöglicht. Eine Anwendung in weiteren Wirtschaftszweigen ist daher ohne weiteres möglich.

### **3.2 Möglicher Beitrag zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der kmU**

Durch das Miteinbeziehen der beteiligten Unternehmen in den verschiedenen Projektphasen ist sichergestellt, dass die Ergebnisse unmittelbar von industriellen, vor allem kleinen und mittleren Unternehmen nutzbar und umsetzbar sind: Der entwickelte Software-Demonstrator zur Bestimmung des Reifegrads der Produktionslogistik verschafft Unternehmen Transparenz über die Gestaltungsgüte der eigenen Produktionslogistik. Gestaltungsfeldspezifische und -übergreifende Defizite können aufgedeckt werden. Es werden zudem systematisch korrespondierende Maßnahmen an die Hand gegeben, um diese Defizite gezielt zu beseitigen. Durch die Minimierung der internen Gestaltungsdefizite folgen

- weniger Verschwendung und Doppelarbeit und somit Kostenminimierung,
- verbessertes proaktives Management der Produktion durch höhere Transparenz,
- höhere Arbeitszufriedenheit und -produktivität sowie
- eine höhere logistische Zielerreichung und Wettbewerbsfähigkeit.

Die entwickelte ganzheitliche Methodik zur leistungssteigernden Gestaltung der Produktionslogistik in kmU löst bislang vorherrschendes situationsabhängiges Beheben von Konfigurationsfehlern ab und ermöglicht eine systematische Erhöhung des logistischen Reifegrads in allen Gestaltungsaspekten. Dadurch wird eine kontinuierliche Leistungsverbesserung in für kmU realisierbaren kleinen Schritten möglich und die Unternehmen werden zunehmend in die Lage versetzt, externe Anforderungen, wie z. B. Termin- und Mengenänderungen oder Auftragsmixschwankungen, auf die sie selbst keinen unmittelbaren Einfluss haben, kostenoptimal zu bewältigen.

## 4 Projektbegleitender Ausschuss

Der im Rahmen der Projektbeantragung geplante Projektbegleitende Ausschuss konnte aus oben besagten Gründen nicht in der ursprünglich angegebenen Zusammensetzung durchgeführt werden. Tabelle 4 zeigt die am Projekt beteiligten Unternehmen und entsprechende Ansprechpartner:

Firma	Ansprechpartner	kmU?	Bemerkungen
Neoperl GmbH	Herr K. Lehmann	Ja	
Koenig & Bauer AG	Herr H. Schätzlein	Nein	
BRAND GmbH & Co. KG	Herr H.-W. Kern, Herr D. Swiniartzki	Ja	
Wampfler AG	Herr L. Schimak	Nein	Bis Oktober 2008 (Ausscheiden aus Unternehmen)
Inometa Technologie GmbH & Co. KG	Herr R. Hartmann	Ja	
Viscom AG	Herr Dr. C. Liedtke Herr Arne Friebe	Ja	
Hella KGaA Hueck & Co.	Herr J. Rohde	Nein	Bis April 2009 (Ausscheiden aus Unternehmen)
Insta Elektro GmbH	Herr S. Schnabel	Ja	Seit Dezember 2008

**Tabelle 4: Zusammensetzung Projektbegleitender Ausschuss**

Neben diesen fest am Projekt beteiligten Unternehmen gab es im Projektverlauf weitere, welche Interesse an der Thematik bekundet haben. Aus kapazitiven Gründen oder

einem Standort im Ausland konnten diese aber nicht fest als Mitglied im Projektbegleitenden Ausschuss teilnehmen.

Im Projektzeitraum wurden insgesamt vier Treffen zwischen den Forschungs- und Industrievertretern durchgeführt. Auftakt machte eine Kick-off-Veranstaltung im Mai 2008 am Institut für Fabrikanlagen und Logistik in Hannover. Neben einem ersten Kennenlernen und einer Vorstellung der beteiligten Forschungsinstitutionen wurde intensiv über Problemfelder der Produktionslogistik diskutiert. Zunächst wurde hierfür im Rahmen eines Brainstormings in einer Gruppenarbeit eine Vielzahl an Problemfeldern identifiziert. Diese wurden anschließend geclustert und bildeten eine wichtige Grundlage für die weiteren Untersuchungen der Forschungsinstitute.

Ein zweites Treffen im November 2008 wurde von der Firma Brand GmbH & Co. KG in Wertheim ausgerichtet. Eine Vielzahl fachlicher Diskussionspunkte konnten praxisnah im Rahmen einer Werksführung diskutiert werden. Des Weiteren wurden dem Projektbegleitenden Ausschuss ein Überblick über das gesamte Projektvorhaben gegeben und detaillierte Informationen über den Förderer vorgestellt. Die bisherigen inhaltlichen Ergebnisse auf Basis der im vorigen Treffen identifizierten Problemfelder der Produktionslogistik wurden durch die Forschungsinstitute aufbereitet, zu übergeordneten Stolpersteinen zusammen gefasst und präsentiert. Darüber hinaus stellte Herr Heidebrecht als Diplomand des Fraunhofer IPA das Vorgehen in seiner Arbeit zur Identifikation und Bewertung möglicher Reifegradmodelle in der Produktionslogistik vor. Ein im Rahmen dieser Arbeit entwickelter Fragebogen mit Anforderungen an ein derartiges Reifegradmodell wurde im Anschluss an das Treffen an alle Unternehmensvertreter verschickt und bearbeitet. Abschließend wurden intensiv mögliche Kriterien und Kennzahlen, die in einem Reifegradmodell der Produktionslogistik Berücksichtigung finden könnten, diskutiert.

Im April 2009 richtete die Firma Neoperl GmbH in Müllheim das dritte Treffen des Projektbegleitenden Ausschusses aus. Nachdem der bisherige Projektverlauf kurz skizziert wurde, stellte Herr Schnabel als neues Mitglied des Ausschusses die durch ihn vertretende Firma Insta Elektro GmbH vor. Des Weiteren stand die im Vorfeld durch die Forschungsinstitute durchgeführte Auswertung der Unternehmensbefragung zum Thema Reifegradmodell der Produktionslogistik und dem daraus resultierenden möglichen Aufbau des Modells im Vordergrund. Nach einer sehr interessanten Werksführung wurden

im Rahmen einer Gruppenarbeit von den Unternehmensvertretern die Ursachen zweier Stolpersteine in den sechs Gestaltungsfeldern der Produktionslogistik verortet. Diese Zuordnung bildete den Auftakt einer im Anschluss an das Treffen an die Unternehmen vergebenen Aufgabe. Die Industrievertreter beantworteten zwei Fragen:

1. „In welchem Gestaltungsfeld liegt die Ursache für den jeweiligen Konfigurationsfehler begründet?“
2. „Auf welches Gestaltungsfeld hat der jeweilige Konfigurationsfehler Einfluss?“

Die Zuordnung erfolgte über ein eigens hierfür erstelltes Auswertungstool auf Basis von Microsoft Excel, um die spätere Auswertung der Ergebnisse zu erleichtern (vgl. Abbildung 13).

Als weiteres Unternehmen richtete die Firma Koenig & Bauer AG ein Treffen im Oktober 2009 in Würzburg aus. Neben einer Unternehmensführung standen die Diskussion der „Unternehmensaufgabe“ und das abschließende Vorgehen bei der Entwicklung des Reifegradmodells im Vordergrund. Die Forschungsinstitute stellen hierfür grundlegende Ansätze zur Ausgestaltung und Ermittlung von Reifegradstufen anhand einiger Beispiele aus unterschiedlichen Gestaltungsfeldern der Produktionslogistik vor. Nach eingehender Diskussion werden von den Unternehmensvertretern in Gruppenarbeit für jeweils ein sogenanntes Problemcluster Kriterien zur Bewertung aufgestellt und in jeweils vier Reifegradstufen ausgeführt. Die Schwierigkeit und der hohe zeitliche Aufwand für diese Erstellung wurden hierbei von allen Unternehmensvertretern angemerkt. Im Anschluss an das Treffen wurde diese Aufgabe für alle gebildeten Subcluster von den Forschungsinstituten übernommen und zwecks detaillierter Validierung an den Projektbegleitenden Ausschuss übermittelt. Darüber hinaus wurden von den Unternehmen Maßnahmen zur Verbesserung des produktionslogistischen Reifegrads innerhalb einzelner Kriterien vorgeschlagen und als wichtiger Input übernommen.

Ein zusätzliches abschließendes Treffen hat im Frühjahr 2010 am Fraunhofer IPA in Stuttgart stattgefunden. Im Fokus standen hierbei die abschließende Präsentation der Projektergebnisse, ein Rückblick auf den Projektverlauf und eine abschließende Projektbewertung. Neben den inhaltlichen Ergebnissen, die ab Sommer 2010 über eine Website im Internet öffentlich zugänglich sein werden, wurden insbesondere das große

Engagement des Projektbegleitenden Ausschusses und die gute Kooperation zwischen allen Projektpartnern hervor gestellt.

## **5 Beteiligte Forschungsstellen und Ansprechpartner**

### **Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA)**

### **Produktionstechnisches Zentrum Hannover (PZH)**

### **Leibniz Universität Hannover**

An der Universität 2, D-30823 Garbsen

[www.ifa.uni-hannover.de](http://www.ifa.uni-hannover.de)

Das IFA, das im Jahre 1966 gegründet wurde, sieht seine Aufgaben in der Erforschung und Anwendung grundlegender logistischer und organisatorischer Zusammenhänge bei der Planung und dem Betrieb der Produktion variantenreicher Stückgüter sowie der Vermittlung entsprechender Lehrinhalte der Fachgebiete Fabrikplanung, Produktionsmanagement sowie Handhabungs- und Montagetechnik. Sämtliche Aktivitäten orientieren sich an praktischen Fragestellungen und gliedern sich in Grundlagenforschung, anwendungsbezogene Forschung und Industrieberatung. Das Lehrangebot richtet sich an Maschinenbaustudenten der Produktionstechnik sowie an Wirtschaftsingenieure und Studenten der Betriebswirtschaft. Ergänzt wird das Angebot durch öffentliche und firmeninterne Seminare und Workshops zu den Themen Fabrikplanung, Produktionsmanagement, Logistik und Prozessmanagement.

### **Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)**

Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart

[www.ipa.fhg.de](http://www.ipa.fhg.de)

Das IPA ist eines von 57 Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft. Seit mehr als 40 Jahren werden hier neue, Erfolg versprechende Konzepte und Prototypen der Öffentlichkeit vorgestellt und auf diesem Wege konkrete Impulse für Innovationen in vielen Unternehmen gegeben. Organisatorische und technologische Aufgabenstellungen aus dem Produktionsbereich von Industrieunternehmen bilden die Schwerpunkte der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. In den drei Geschäftsfeldern Unternehmensorganisation, Automatisierung und Oberflächentechnik arbeiten 150 wissenschaftliche Mitarbeiter. Im Geschäftsfeld Unternehmensorganisation befassen sich ca. 50 Mitarbeiter mit logistischen Fragestellungen. Zum Leistungsspektrum des IPA zählt die Bearbeitung

von Forschungsaufträgen öffentlicher und privater Träger. Traditionell bildet die Industrieforschung bei kmU einen Schwerpunkt. Darüber hinaus verfolgt das IPA seinen Auftrag zum Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Lehre und Industrie durch Vorlesungen, Seminare und Workshops.

## **5.1 Leiter der Forschungsstellen**

### **Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis**

Geschäftsführender Leiter des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) am Produktionstechnischen Zentrum (PZH) der Universität Hannover

Tel.: ++49 (0) 511 762 2440, E-Mail: nyhuis@ifa.uni-hannover.de

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

Leiter des Fraunhofer Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung

Tel.: ++49 (0) 711 970 1101, E-Mail: wke@ipa.fhg.de

## **5.2 Projektleiter**

### **Projektleiter am IFA:**

Dipl.-Wirtsch.-Ing Ben Münzberg

Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe Produktionsmanagement

muenzberg@ifa.uni-hannover.de

### **Ansprechpartner am IPA:**

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Thomas Wochinger

Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Produktionslogistik

wochinger@ipa.fhg.de



## 6 Literaturverzeichnis

- [Arndt'08] Arndt, H.: Supply Chain Management - Optimierung logistischer Prozesse, 4. Aufl. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2008.
- [Balzert'01] Balzert, H.: Lehrbuch der Software-Technik. 2. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford 2001.
- [Barkawi'06] Barkawi, K.; Baader, A.; Montanus, S. (Hrsg.): Erfolgreich mit After Sales Services – Geschäftsstrategien für Servicemanagement und Ersatzteillogistik, Springer-Verlag, Berlin, 2006.
- [Barthel'06] Barthel, H.: Model to analyse and create the order behaviour of multivariants series production. Universität Stuttgart, 2006.
- [Baumgarten'04] Baumgarten, H.: Trends in der Logistik. In: Baumgarten, H.; Darkow, I.-L.; Zadek, H. (Hrsg.): Supply Chain Steuerung und Services: Logistikdienstleister managen globale Netzwerke – Best Practices, Springer-Verlag, Berlin 2004.
- [Bolstorff'07] Bolstorff, P.; Rosenbaum, R.; Poluha, R. G.: Spitzenleistungen im Supply Chain Management: Ein Praxishandbuch zur Optimierung mit SCOR. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007
- [Chang'94] Chang, T. M.; Yih, Y.: Generic Kanban Systems for Dynamic Environments. In: International Journal of Production Research, 1994, 32: pp. 889-902.
- [Chrissis'09] Chrissis M. B.; Konrad, M.; Shrum, S.: CMMI. Richtlinien für Prozess-Integration und Produkt-Verbesserung. Addison-Wesley, München, 2009.
- [Cisek'02] Cisek, R.; Habicht, C.; Neise, P.: Wandlungsfähige Produktionssysteme und Logistiksysteme. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, München / Wien Jahrg. 97, Nr. 9, 2002, S. 441-445
- [DeMarco'79] DeMarco, T.: Concise Notes on Software Engineering. Yourdon Press, New York, 1979.
- [DIN25424] DIN 25424 Fehlerbaumanalyse, Ausgabe 1981-09, Beuth Verlag, Berlin.

[Förster'88] Förster, H.-U.: Integration von flexiblen Fertigungszellen in die PPS. In: HACKSTEIN, R. (Hrsg.): FIR+IAW Forschung für die Praxis, Band 19. Springer Verlag, Berlin, 1988.

[Gucanin'03] Gucanin, A.: Total Quality Management mit dem EFQM-Modell: Verbesserungspotenziale erkennen und für den Unternehmenserfolg nutzen. Uni-Edition, Berlin, 2003.

[Heger'07] Heger, C.: Bewertung der Wandlungsfähigkeit von Fabrikobjekten. Zugleich Dissertation an der Leibniz Universität Hannover, Leibniz Universität Hannover, Hannover, 2007

[Hernández'03] Hernández, R.: Systematik der Wandlungsfähigkeit in der Fabrikplanung. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 16, Nr. 149, Dissertation Universität Hannover, Universität Hannover, Düsseldorf, 2003

[Kneuper'03] Kneuper, R.: CMMI: Verbesserung von Software- und Systementwicklungsprozessen mit Capability Maturity Model Integration, dpunkt.verlag, Heidelberg, 2003.

[Lehmann'76] Lehmann, H.: Typologie und Morphologie in der Betriebswirtschaftslehre. In: GROCHLA, E.; WITTMANN, W. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Band 3. 4. Auflage. Stuttgart, 1976.

[Lödding'08] Lödding, H.: Verfahren der Fertigungssteuerung, 2. Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008

[Martin'08] Martin, R.: VBA mit Excel : Grundlagen und Profiwissen. Hanser Verlag, München 2008.

[Meier'03] Meier, K.-J.: Wandlungsfähigkeit von Unternehmen - Stand der Technik. In: ZWF, Jahrg. 98, Nr. 4, 2003, S. 153-159

[Münzberg'09] Münzberg, B.; Kennemann, M.; Berkholz, D.; Nyhuis, P. Konsistente Gestaltung der Produktionslogistik. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jahrgang 104, (2009) 5, S.392-395

[Nyhuis'09] Nyhuis, P.; Münzberg, B.; Kennemann, M. Configuration and Regulation of PPC, (2009) | In: Production Engineering - Research and Development, Volume 3, Issue 3, page 287-294.

[Nyhuis'08a] Nyhuis, P.; Heinen, T.; Kennemann, M.; Wulf, S. Wandlungsfähigkeit als Ziel der Produktionslogistik, (2008) | In: Eßer, G.; Krüger, J. (Hrsg.): 80 Jahre Wandel der Fabrik. Festschrift anlässlich des 80. Geburtstages von Professor Günter Spur, Eggersdorfer Druck- und Verlagshaus GbR, 2008, S. 239 - 248 |

[Nyhuis'08b] Nyhuis, P.; Heinen, T. ; Reinhart, G.; Rimpau, C. et al.: Wandlungsfähige Produktionssysteme. Theoretische Hintergrund zur Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen. In: wt Werkstattstechnik online, Jahrg. 98, Nr. 1/2, 2008d, S. 85-91.

[Nyhuis'08c] Nyhuis, P.; Wiendahl, H.-P.: Fundamentals of production logistics: theory, tools and applications. Springer-Verlag, Berlin 2008.

[Nyhuis'06] Nyhuis, P.; Kolakowski, M.; Heger, C.: Evaluation of Factory Transformability - a Systematic Approach. In: Annals of the German Academic Society for Production Engineering, Jahrg. XIII, Nr. 1, 2006, S. 147-152

[Nyhuis'05] Nyhuis, P.; Kolakowski, M.; Heger, C. L.: Evaluation of Factory Transformability. In: Tagungsband "3rd International CIRP Conference on Reconfigurable Manufacturing", Ann Arbor, USA, 11.-12.05.2005

[Nyhuis'02] Nyhuis, P. und Wiendahl, H.-P.: Logistische Kennlinien – Grundlagen, Werkzeuge, Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin, 2002

[Ropohl'72] Ropohl, G.: Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten der morphologischen Methode in Forschung und Entwicklung. In: WiSt (1972) 6.

[Schomburg'80] Schomburg, E.: Entwicklung eines betriebstypologischen Instrumentariums zur systematischen Ermittlung der Anforderungen an EDV-gestützte Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme im Maschinenbau. Dissertation RWTH Aachen. Shaker Verlag, Aachen, 1980.

[Schuh'06] Schuh, G. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006

[Schuh'05] Schuh, G.; Harre, J.; Gottschalk, S.: Design for Changeability (DFC) in product-oriented production. In: Tagungsband "37th CIRP International Seminar on Manufacturing Systems", Budapest, Hungary, 2005.

[Schwarz'79] Schwarz, P.: Morphologie von Kooperationen u. Verbänden. J.C.B. Mohr, Tübingen, 1979.

[Spearman'89] Spearman, M. L.; Hopp, W. J.; Woodruff, D. L.: A Hierarchical Control Architecture for Constant Work in Process Production Systems. In: Journal of Manufacturing and Operations Management, 1989, 2: pp. 147-171.

[Specker'01] Specker, A.: Modellierung von Informationssystemen. vdf Hochschulverlag an der ETH, Zürich, 2001.

[StatBAmt'08] Statistisches Bundesamt: Zum Absatz bestimmte Produktion nach Güterklassen und Güterabteilungen in Deutschland, 2008.

[Westkämper'02] Westkämper, E.: Wandlungsfähigkeit - Herausforderung und Lösungen im turbulenten Umfeld. In: Westkämper, E. (Hrsg.): Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2002

[Wiendahl'05] Wiendahl, H.-P.: Die wandlungsfähige Fabrik: Konzept und Beispiel. In: Engel, K. H. (Hrsg.): Betriebsleiter. Ausgabe.-Nr. III/2005, WEKA MEDIA, Kissing, 2005

[Wiendahl'02] Wiendahl, H.-P.: Wandlungsfähigkeit: Schlüsselbegriff der zukunftsfähigen Fabrik (Transformability: key concept of a future robust factory). In: wt Werkstattstechnik online, Jahrg. 92, Nr. 4, 2002, S. 122-127

[Wiendahl'95] Wiendahl, H.-P.: Load-Oriented Manufacturing Control. Springer-Verlag, Berlin, 1995.

[WiendahlHH'08] Wiendahl, H.-H.: Stolpersteine der PPS - Ein soziotechnischer Ansatz für das industrielle Auftragsmanagement. In: Nyhuis, P. (Hrsg.): Beiträge zu einer Theorie der Logistik, Springer-Verlag, Berlin, 2008.

[WiendahlHH'05] Wiendahl, H.-H.; Wiendahl, H.-P.; von Cieminsky, G.: Stumbling blocks of PPC: Towards the holistic configuration of PPC systems. In: Production Planning and Control, 2005. 16/7: p. 634-651.

[Wochinger'09] Wochinger, T.; Schatz, A.: Abwicklung von Geschäftsprozessen mittels Fehlerbaumanalyse verbessern. In: ERP Management 5 (2009) 2, S.51-53

## 7 Anhang

7.1	Fragebogen zu Reifegradmodell und Bewertungsdurchführung	94
7.2	Übersicht aller Gestaltungsfelder, Subcluster und Kriterien zur ganzheitlichen Bewertung der Produktionslogistik	101
7.3	Kriterien mit Reifegradstufen	102

## 7.1 Fragebogen zu Reifegradmodell und Bewertungsdurchführung

<b>Fragebogen zum Projekt „ProdLog-Design“</b>	
<b>- Anforderungen an das zu entwickelnde Reifegradmodell -</b>	
<b>A.) Gestaltung des Reifegradmodells</b>	
<b>Allgemeine Anforderungen</b>	unwichtig weniger wichtig ausgewogen wichtig sehr wichtig
1.) Das Modell ist leicht verständlich.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.) Es liegt ein leicht verständliches Ergebnis vor.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.) Es liegt ein leicht nachvollziehbares Ergebnis vor.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4.) Die Ergebnisermittlung ist leicht nachvollziehbar.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>Rahmen des Modells</b>	
5.) Grundlegende organisatorische Umgestaltungen bestimmen die Stufen des Modells.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.) Kontinuierliche Verbesserungen bestimmen die Stufen des Modells.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7.) Die einzelnen Stufen sind eindeutig voneinander getrennt (diskrete Reifegradstufen).	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.) Es liegt ein kontinuierliches Reifegradmodell vor.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9.) Das Modell prüft zunächst im Groben ab, in welchem Bereich Probleme liegen könnten. Erst dann wird der identifizierte Bereich mit detaillierteren Fragen genauer analysiert.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10.) Es existieren KO-Kriterien, die die Einstufung auf eine höhere Ebene verhindern, auch wenn alle sonstigen dafür erforderlichen Anforderungen erfüllt sind.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<b>Inhalt und Zweck des Modells</b>	unwichtig	weniger wichtig	ausgewogen	wichtig	sehr wichtig
11.) Die einzelnen Funktionen der Produktionslogistik (Produktionsprogrammplanung, Materialdisposition, Feinplanung, Auftragsfreigabe,...) können separat bewertet werden: modularer Aufbau.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.) Die einzelnen Funktionen der Produktionslogistik (siehe Frage 11) können unterschiedlich gewichtet werden:					
unternehmensspezifisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
alle teilnehmenden Unternehmen (Bsp: Durchschnitt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nach Produktionstyp (Kundenentkopplungspunkt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.) Das Ergebnis liegt detailliert für jede Funktion der Produktionslogistik vor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.) Das Modell ist je nach Kundenentkopplungspunkt bzw. Produktionstyp auszulegen (bspw. Lagerfertiger und Auftragsfertiger).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.) Der Reifegrad des eigenen Unternehmens kann mit anderen Unternehmen verglichen werden (d. h. eine Art Benchmark):					
unternehmensspezifisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
alle teilnehmenden Unternehmen (Bsp: Durchschnitt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nach Produktionstyp (Kundenentkopplungspunkt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	unwichtig	weniger wichtig	ausgewogen	wichtig	sehr wichtig
16.) Das Modellergebnis soll für folgende Zwecke eingesetzt werden:					
Schwachstellenfindung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verbesserungsdurchführung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
"Marketing" für Verbesserungsdurchführung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verteidigung von Verbesserungsvorschlägen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>B.) Bewertungsdurchführung</b>					
17.) Welche Personen sollen in die Durchführung der Bewertung miteinbezogen werden? Eher leitende oder eher operative?	unwichtig	weniger wichtig	ausgewogen	wichtig	sehr wichtig
leitende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
operative	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
beide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.) In die Durchführung der Bewertung sollten verschiedene Hierarchieebenen miteinbezogen werden (müssen).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



	unwichtig	weniger wichtig	ausgewogen	wichtig	sehr wichtig
19.) Welche Durchführung der Bewertung halten Sie für sinnvoll?					
einzeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
im Team	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sequentiell (bspw. sukzessive durch die einzelnen Funktionsbereiche oder Hierarchieebenen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20.) Wie viele Personen halten Sie für die Durchführung der Bewertung für angemessen?					
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3-5 <input type="checkbox"/>	>5 <input type="checkbox"/>		
21.) Wie viel Zeit halten Sie für die Durchführung der Bewertung insgesamt für angemessen? Bitte beachten Sie Ihre Angabe aus Frage 19! Hinweis: Lediglich die Durchführungszeit der Bewertung ist gefragt, nicht die Summe der einzelnen Personenzeiten.					
< 1 h <input type="checkbox"/>	1 h <input type="checkbox"/>	1-3 h <input type="checkbox"/>	3-5 h <input type="checkbox"/>	> 5 h <input type="checkbox"/>	
22.) Wie viel Zeit würden Sie insgesamt maximal für die Durchführung aufwenden? Bitte beachten Sie Ihre Angabe aus Frage 19! Hinweis: Lediglich die Durchführungszeit der Bewertung ist gefragt, nicht die Summe der einzelnen Personenzeiten.					
1 h <input type="checkbox"/>	3 h <input type="checkbox"/>	5 h <input type="checkbox"/>	10 h <input type="checkbox"/>	> 10 h <input type="checkbox"/>	

	wichtig	
23.) Die Durchführung der Bewertung muss unterbrochen, abgespeichert und zu einem anderen Zeitpunkt fortgesetzt werden können.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
24.) Die Durchführung der Bewertung muss ohne große Vorkenntnisse selbständig anwendbar sein.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
25.) Bei erneuter Durchführung der Bewertung (bspw. nach ein paar Monaten) soll der Fortschritt/die Weiterentwicklung ersichtlich gemacht werden.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
26.) Welche Person(en) halten Sie für die Beantwortung des Fragebogens für am besten geeignet (d. h. wer ist der Ansprechpartner für den Fragebogen)?		
Geschäftsführer		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Produktionsleiter		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Meister		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Werker		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
_____		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
_____		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
_____		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
27.) Bei der Durchführung der Bewertung sollten mehrere Bereiche miteinbezogen werden. Begründung?		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
_____		
_____		
_____		

### C.) Offene Fragen

28.) Welche zusätzlichen Anforderungen haben Sie an das zu entwickelnde Reifegradmodell?

---

---

---

---

---

29.) Werden bereits jetzt Reifegrad-/Bewertungsmodelle in Ihrem Unternehmen eingesetzt? Ja/Nein/Nicht mehr. Warum?

---

---

---

---

---

30.) Nähere Erläuterungen zum Zweck des Reifegradmodells in Ihrem Unternehmen. Ihre Motivation?

---

---

---

---

---

31.) Wie hoch schätzen Sie den Nutzen eines solchen Bewertungswerkzeuges ein? Begründung?

---

---

---

---

32.) Sonstiges: Bemerkungen, Anregungen, Kritik

---

---

---

---

**Haben Sie recht herzlichen Dank für Ihre wertvolle Unterstützung!**

**Ihre Ansprechpartner:**

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Thomas Wochinger

Fraunhofer IPA, Abteilung Unternehmenslogistik

Tel: +49 (0)711-970-1243

Fax: +49 (0)711-970-1927

E-mail: [wochinger@ipa.fraunhofer.de](mailto:wochinger@ipa.fraunhofer.de)

<http://www.ipa.fhg.de/Arbeitsgebiete/unternehmenslogistik/>

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Ben Münzberg

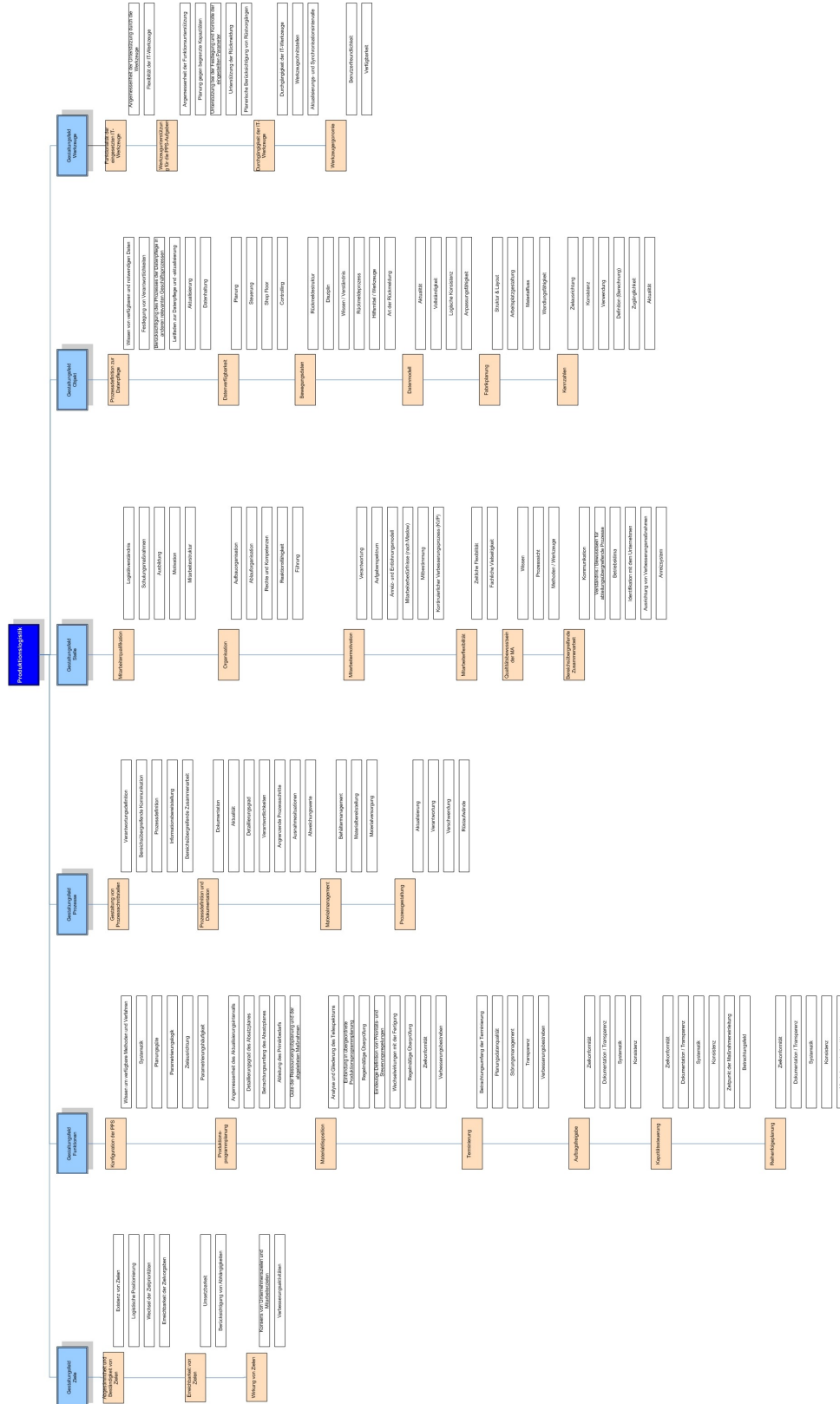
Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Universität Hannover

Tel: +49 (0) 511-762-18183

Fax: +49 (0) 511-762-3814

E-Mail: [muenzberg@ifa.uni-hannover.de](mailto:muenzberg@ifa.uni-hannover.de)

## 7.2 Übersicht aller Gestaltungsfelder, Subcluster und Kriterien zur ganzheitlichen Bewertung der Produktionslogistik



## 7.3 Kriterien mit Reifegradstufen

### Gestaltungsfeld Stelle

Subcluster	Gestaltungsfeld	Kriterien	RG 0	RG 1	RG 2	RG 3
<b>Organisation</b>	<b>Stelle</b>					
		<b>Aufbauorganisation</b>	es ist kein Kompetenz-, Stellen- bzw. Systemgefüge definiert; die Organisation ist gekennzeichnet durch unklare Verantwortlichkeiten, Kompetenztreueigkeiten und eine daraus zeitweilig resultierende Handlungsunfähigkeit	das Kompetenz-, Stellen-, bzw. Systemgefüge ist nicht eindeutig definiert; hierdurch resultieren unklare Weisungsbefugnisse und großer Abstimmungsaufwand	die Kompetenzverteilung und der organisatorischer Aufbau sind eindeutig definiert; die Systemstrukturierung weist aber noch geringe Abstimmungsdefizite auf, die nicht in der Ablauforganisation aufgefangen werden	das Kompetenz-, Stellen- bzw. Systemgefüge ist eindeutig definiert, wird stetig überprüft und ggf. angepasst; dennoch auftretende Abstimmungsdefizite können in der Ablauforganisation aufgefangen werden
		<b>Ablauforganisation</b>	es existiert keine allgemeingültige Definition und Dokumentation der Prozesse im Unternehmen	die Prozesse im Unternehmen sind definiert und dokumentiert; der Detaillierungsgrad ist allerdings nur unzureichend grob und es findet keine regelmäßige Aktualisierung statt	es findet eine kontinuierliche Analyse zur Verbesserung und Gestaltung der Prozesse im Unternehmen statt; alle Prozesse sind detailliert dokumentiert, Verantwortungen definiert	Ablauf- und Aufbauorganisation sind aufeinander abgestimmt und es findet eine kontinuierliche Analyse zur Verbesserung und Gestaltung der Prozesse im Unternehmen statt
		<b>Rechte und Kompetenzen</b>	Rechte und Kompetenzen werden personenbezogen zugewiesen und erschweren dadurch die Übergabe bei personellen Veränderungen	Rechte und Kompetenzen werden sowohl personen- als auch rollenbezogen zugewiesen	mittels geeigneter Rollenkonzepte ist die Zuweisung und Übergabe von Rechten und Kompetenzen klar definiert und einfach realisierbar	mittels geeigneter Rollenkonzepte ist die Zuweisung und Übergabe von Rechten und Kompetenzen klar definiert und einfach realisierbar; bestehende Rollenkonzepte werden regelmäßig überprüft
		<b>Reaktionsfähigkeit</b>	die Organisation kann nur sehr träge reagieren und ist durch lange Entscheidungswege gekennzeichnet	die Organisation kann nur träge reagieren und ist durch meist lange Entscheidungswege gekennzeichnet	auf Veränderungen kann oft schnell und flexibel reagiert werden, da den Problemstellungen meist angemessene Entscheidungswege zugewiesen sind	auf Veränderungen kann schnell und flexibel reagiert werden, da den Problemstellungen angemessene Entscheidungswege zugewiesen sind
		<b>Führung</b>	die Führungskräfte im Unternehmen nehmen ihre Verantwortung nur unzureichend wahr; Gründe hierfür liegen in einer ungeeigneten Stellenbesetzung, fehlenden Schulungen, mangelnder Akzeptanz und unzureichender Kommunikationsfähigkeit	Führungskräfte sind sich ihrer Verantwortung bewusst; können dieser aufgrund mangelnder Führungserkenntnisse und -fähigkeiten aber nicht adäquat gerecht werden; konträre Führungsstile in einem Verantwortungsbereich führen zu Spannungen und Reibungsverlusten	Führungskräfte sind überwiegend in der Lage, der mit ihrer Position verbundenen Verantwortung gerecht zu werden; Vorgaben an Mitarbeiter werden klar und unmissverständlich kommuniziert; Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen werden durchgeführt, eine systematische Entwicklung von Führungskräften findet nicht statt	Führung ist nicht nur definiert, sondern wird auf allen Hierarchieebenen gelebt; Führungskräfte werden systematisch und umfassend auf ihre Aufgaben vorbereitet und stets weitergebildet; liegen konträre Führungsstile vor, führen diese nicht zu Spannungen und Reibungsverlusten
<b>Qualitätsbewusstsein der Mitarbeiter</b>	<b>Stelle</b>					
		<b>Wissen</b>	es gibt keinerlei Qualitätsbewusstsein der MA, weder für die eigene noch für die Arbeit Anderer	die MA haben grundsätzlich ein hohes Qualitätsbewusstsein, sind sich über Folgen in nachfolgenden Prozessen aber nicht bewusst	die MA kennen die Bedeutung der Qualität und die Konsequenzen in Folgeprozessen; es wird versucht die Qualität des eigenen Prozesses zu halten	die MA kennen die hohe Bedeutung von Qualität und die Konsequenzen auf nachfolgende Prozesse bei Abweichungen; Die Qualität wird in Eigeninitiative stetig verbessert (KVP)
		<b>Prozesssicht</b>	der Mitarbeiter ist lediglich auf seinen eigenen Bereich fokussiert und kennt weder vor- noch nachgelagerte Prozesse	einzelne MA haben Kenntnisse über die vor- und nachgelagerten Prozesse und deren Qualitätsanforderungen; das Verhalten im eigenen Prozess bleibt unverändert	jeder MA hat Kenntnis über die vor- und nachgelagerten Prozesse und deren Qualitätsanforderungen; auf sein Handeln hat dies allerdings keinen Einfluss	jeder MA hat Kenntnis über die vor- und nachgelagerten Prozesse und deren Qualitätsanforderungen; die Qualität des eigenen Prozesses wird entsprechend der Anforderungen überprüft
		<b>Methoden / Werkzeuge</b>	der Qualitätspolitik wird in der strategischen Grundausrichtung des Unternehmens nicht Rechnung getragen; Methoden und Werkzeuge werden in der Produktion nicht eingesetzt; Qualitätsmängel werden als nicht beeinflussbar hingenommen	Eine ISO-Zertifizierung steht noch aus. Für die Qualitätsprüfungen ist der Vorarbeiter zuständig. Im Betrieb ist noch kein umfassendes Qualitätsmanagementsystem (QMS) eingeführt. Der Qualitätspolitik wird in der strategischen Grundausrichtung des Unternehmens nicht Rechnung getragen. Bei akuten Qualitätsenbüßen werden fallweise einzelne Methoden angewendet, die allerdings keine Systematik vermuten lassen.	Eine ISO-Zertifizierung ist vorhanden. Qualitätsmaßnahmen werden in allen Bereichen umgesetzt. Im Betrieb ist noch kein umfassendes QMS eingeführt. Der Qualitätspolitik wird in der strategischen Grundausrichtung des Unternehmens nur geringfügig Rechnung getragen. Methoden und Werkzeuge werden regelmäßig, aber nicht strukturiert angewendet.	Eine ISO-Zertifizierung ist vorhanden. Qualitätsmaßnahmen werden in allen Bereichen umgesetzt. Qualitätsprüfungen sind im Produktionsprozess vorgelagert. Das QM ist automatisiert. Eine systematische Struktur existiert in Form eines QMS wie TQM oder CWCOC. Zulieferer, Mitarbeiter und Kunden sind vollständig eingebunden. Qualität wird nicht aufgrund von Kosten und Zeit vernachlässigt. Elementare, Kreativitäts- und Managementwerkzeuge werden sinnvoll mittels Qualitätsmanagementmethoden miteinander verbunden.
<b>Mitarbeiterqualifikation</b>	<b>Stelle</b>					
		<b>Logistikverständnis</b>	produktionslogistische Zusammenhänge und Auswirkungen von lokalen Aktivitäten auf die Gesamtheit der Produktionsressourcen sind nicht bekannt und können somit auch nicht in operativen Geschäft berücksichtigt werden	Wissen um die grundlegenden produktionslogistischen Zusammenhänge ist nur ausgewählten Personen im Bereich der Produktion bekannt; kann allerdings nicht adäquat berücksichtigt werden	Wissen um die grundlegenden produktionslogistischen Zusammenhänge (z. B. Bedeutung von WIP, Bearbeitungsreihenfolgen, Rückmeldungen, etc.) ist auf leitenden Ebenen vorhanden	MA wissen auf allen Ebenen (auch Shop Floor) um die grundlegenden produktionslogistischen Zusammenhänge (z. B. Bedeutung von WIP, Bearbeitungsreihenfolgen, Rückmeldungen, etc.)
		<b>Schulungsmaßnahmen</b>	es werden keine Weiterbildungsmaßnahmen für die MA angeboten	es besteht grundsätzlich die Möglichkeit sich im Rahmen von sprachlich stattfindenden Veranstaltungen über die vorgeschriebenen Standardschulungen (z. B. Sicherheit) hinaus weiterzubilden	Schulungen zu produktionsrelevanten Themen (z. B. Lean Production, Arbeitsplatzgestaltung, KVP) finden regelmäßig statt; eine individuelle Schwerpunktsetzung ist aber nicht gegeben	systematische Mitarbeiterentwicklung mittels individueller Qualifizierungsprogramme
		<b>Ausbildung</b>	in der Produktion werden keine neuen MA ausgebildet	MA werden vereinzelt ausgebildet, verlassen aber in der Regel danach das Unternehmen	MA werden ausgebildet und verbleiben danach zumeist im Unternehmen	MA werden im Rahmen von nachhaltigen Ausbildungsprogrammen angeleitet und langfristig an das Unternehmen gebunden
		<b>Motivation</b>	MA haben keine Motivation zur Weiterbildung und auch Vorgesetzte kommen dieser Aufgabe nicht nach	MA werden durch Vorgesetzte zu Weiterbildungen "gezwungen" und durch diese angeleitet	MA werden durch Anreize (z. B. finanzielle) zur Teilnahme an Weiterbildungsmaßnahmen motiviert	MA werden durch die Unternehmensphilosophie per se zum lebenslangen Lernen ermutigt
		<b>Mitarbeiterstruktur</b>	hoher Anteil ungelerner Hilfskräfte im Verhältnis zu qualifizierten Facharbeitern	angemessener Anteil an qualifizierten Facharbeitern die durch ungelernete Hilfskräfte meist temporär begrenzt unterstützt werden	angemessener Anteil an qualifizierten Facharbeitern; Schlüsselpositionen sind durch MA mit entsprechenden Zusatzqualifikationen (z. B. Meister, Techniker, Ingenieur) und / oder Erfahrungen besetzt	ausschließlich qualifizierte Facharbeitern; Schlüsselpositionen sind durch MA mit entsprechenden Zusatzqualifikationen (z. B. Meister, Techniker, Ingenieur) und / oder Erfahrungen besetzt
<b>Mitarbeitermotivation</b>	<b>Stelle</b>					
		<b>Verantwortung</b>	der MA trägt keine direkte Verantwortung für sein Handeln; es gibt keine Bewertung seiner Arbeit hinsichtlich Qualität und logistischer Zielerreichung	MA ist verantwortlich für die Qualität und logistische Zielerreichung seiner Arbeit; Verantwortung wird delegiert und basiert nicht auf Initiative des Mitarbeiters hin	MA zeigt sich verantwortlich für die Qualität und logistische Zielerreichung seiner Arbeit im Rahmen der ihm zugeständenen Möglichkeiten	MA zeigt sich verantwortlich für die Qualität und logistische Zielerreichung seiner Arbeit
		<b>Aufgabenspektrum</b>	strenge monotone und wenig anspruchsvolle Tätigkeit für den MA führen zu stark einseitiger psychischer und physischer Belastung	MA ist mit zunehmend anspruchsvolleren Aufgaben konfrontiert, welche allerdings einen monotonen Charakter aufweisen (Möglichkeit des Job-Enrichment)	MA ist mit anspruchsvollen Aufgaben betraut, einer einseitigen Belastung wird zunehmend z. B. durch Job Rotation in definierten Teams vorgebeugt; ein systematisches Vorgehen ist nicht vorgesehen	der MA hat ein anspruchsvolles Aufgabenspektrum. Möglichkeiten des Job-Enrichment, Job-Enrichment und Job-Rotation werden systematisch in Betracht gezogen und ggf. im Rahmen von Teamarbeit umgesetzt
		<b>Anreiz- und Entlohnungssystem</b>	es liegt ein starres Entlohnungssystem vor; zusätzlich mögliche Anreize durch bspw. Weiterbildung sind nicht gegeben	Grundzüge einer leistungs- und zielorientierten Entlohnung sind zu erkennen, allerdings ausschließlich auf monetäre Anreize beschränkt	das zugrunde liegende Anreiz- und Entlohnungssystem motiviert die Mitarbeiter durch eine leistungs- und zielorientierte Incentivierung; die Belohnung erfolgt allerdings nicht durchgängig anhand von objektiven Kennzahlen	das zugrunde liegende Anreiz- und Entlohnungssystem motiviert die Mitarbeiter durch eine objektive und systematische leistungs- und zielorientierte Incentivierung
		<b>Mitarbeiterbedürfnisse (nach Maslow)</b>	Es werden ausschließlich körperliche Existenzbedürfnisse (z. B. Wärme, Atmung, Nahrung) und Sicherheitsbedürfnisse (z. B. Schutz vor Gefahren, Einhaltung von Recht und Ordnung) befriedigt	Zusätzlich zu RG 0 sind Rahmenbedingungen für die Befriedigung sozialer Bedürfnisse (bspw. Betriebsklima, Kollegen) flächendeckend ausgestaltet	Über RG 1 hinaus werden Individualbedürfnisse (z. B. höhere Wertschätzung durch Status, Respekt, Anerkennung, Geld) durchgängig zufrieden gestellt	neben RG 2 werden Möglichkeiten zur Selbverwirklichung gefordert und zur Mitarbeitermotivation eingesetzt
		<b>Mitbestimmung</b>	der MA hat keine Mitbestimmung in den Bereichen Arbeitsplatz- und Prozessgestaltung	die Möglichkeiten der Einflussnahme auf die Arbeitsplatz- und Prozessgestaltung sind gering; die betriebliche Mitbestimmung ist bspw. durch einen Betriebsrat gegeben	die Möglichkeiten der Einflussnahme auf die Arbeitsplatz- und Prozessgestaltung sind gegeben; es ist eine angemessene betriebliche Mitbestimmung gegeben	zur Erledigung der dem MA auferlegten Aufgaben stehen ihm große Freiheiten bzgl. Arbeitsplatz- und Prozessgestaltung zu; neben einer angemessenen betrieblichen Mitbestimmung werden, wenn sinnvoll flexible Arbeitszeitmodelle angeboten

		Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)	grundsätzlich beherrschbare Schwachstellen im Prozess werden hingenommen und ignoriert, der mangelnde Eigeninitiative der MA wird vom Unternehmen nicht entgegen gewirkt	der KVP-Gedanke wird kommuniziert, von den MA aber nicht gelebt; es existiert kein systematisches betriebliches Vorschlagswesen ("Optimierung auf Zuruf"); sinnvolle Anregungen werden nur unzureichend geprüft und selten umgesetzt	ein systematisches betriebliches Vorschlagswesen ist umgesetzt; die individuelle Umsetzung des KVP-Gedankens und die praktische Realisierung geeigneter Vorschläge kann noch gesteigert werden	der KVP-Gedanke ist von allen MA verinnerlicht und führt zu einer ständigen Verbesserung der Produktion / ein betriebliches Vorschlagswesen systematisiert und steigert diesen Optimierungsprozess
Bereichsübergreifende Zusammenarbeit	Stelle					
		Kommunikation	Kommunikation findet nur über höhere Instanzen statt; abteilungsübergreifende Informationen werden z. T. bewusst zurück gehalten	abteilungsübergreifende Kommunikation auf Mitarbeiterbene unzureichend; Abstimmung und Problemlösung durch sporadische Treffen auf höherer Ebene	regelmäßige Abstimmungsrunden (Meetings)	regelmäßige Abstimmungsrunden werden sinnvoll unterstützt durch eine schnelle direkte Kommunikation auf Mitarbeiterbene ("kurzer Dienstweg")
		Verständnis / Bewusstsein für abteilungsübergreifende Prozesse	die angrenzenden Prozess- und Funktionsbereiche sind den einzelnen Mitarbeitern oftmals nicht bekannt	jeder MA kennt die Auswirkungen seines Handelns auf vor- und nachgelagerte Prozesse; berücksichtigt diese Information aber nur unzureichend bei seinen Entscheidungen	jeder MA kennt die Auswirkungen seines Handelns auf vor- und nachgelagerte Prozesse und berücksichtigt diese bei seinen Entscheidungen; die Prioritäten liegen aber noch stark auf den Zielen der eigenen Abteilung	jeder MA kennt die Auswirkungen seines Handelns auf vor- und nachgelagerte Prozesse und berücksichtigt diese bei seinen Entscheidungen
		Betriebsklima	das Betriebsklima ist abteilungsintern sowie extern von Egoismen und Misstrauen geprägt	offenes, freundliches Miteinander aller Abteilungen	offenes, freundliches und abteilungsübergreifendes Miteinander aller Mitarbeiter	offenes, freundliches und abteilungsübergreifendes Miteinander aller Mitarbeiter
		Identifikation mit dem Unternehmen	ein gemeinsames Leitbild und Philosophie des Unternehmens ist nicht erkennbar; das Unternehmen wird ausschließlich als "Arbeitgeber" wahrgenommen	das Unternehmen hat ein Leitbild und Philosophie entwickelt; die Mitarbeiter haben dieses aber noch nicht verinnerlicht und umgesetzt	MA identifizieren sich grundsätzlich mit dem Unternehmen, dessen Philosophie und Produkten, fühlen sich aber dem Arbeitgeber weniger emotional verbunden	MA identifizieren sich stark mit dem Unternehmen und dessen Produkten; "Wir-Gefühl" und Stolz auf das Erreichte; MA fühlen sich als Teil des Unternehmens und wollen zu dessen Erfolg beitragen; MA zeigen auch nach ihrem Ausscheiden Interesse an Ausrichtung und Erfolg des Unternehmens
		Ausrichtung von Verbesserungsmaßnahmen	Abteilungen optimieren sich nur intern / abteilungspezifisch	Einbeziehen von wenigen übergeordneten Informationen in die lokale Optimierung, aber grundsätzlich selbstständig und im Wesentlichen lokal	Verbesserungsmaßnahmen werden grundsätzlich im Verbund mit angrenzenden Abteilungen / Bereichen erarbeitet	Optimierungen werden unter Berücksichtigung aller relevanten Bereiche angestoßen und streben eine unternehmensweite Verbesserung an
		Anreizsystem	Anreizsysteme unterschiedlicher Abteilungen sind nicht aufeinander abgestimmt und z. T. sogar gegenläufig	Anreizsysteme unterschiedlicher Abteilungen sind nicht aufeinander abgestimmt	die Anreizsysteme orientieren sich an bereichsspezifischen Unternehmenszielen, die ein Gesamtloppimum anstreben	die Anreizsysteme orientieren sich an bereichsspezifischen Unternehmenszielen, die ein Gesamtloppimum anstreben
Mitarbeiterflexibilität	Stelle					
		zeitliche Flexibilität	im Unternehmen gibt es ein starres Arbeitszeitmodell, welches keinerlei Anpassungen an bspw. Belastungsschwankungen erlaubt	grundsätzlich starre Arbeitszeitmodelle mit einem geringen Maß an Flexibilität (z. B. begrenzte Anzahl Überstunden)	es werden grundsätzlich flexible Arbeitszeitmodelle eingesetzt, die das Unternehmen befähigen, auf die meisten auftretenden Schwankungen flexibel zu reagieren	es werden unternehmensspezifisch bedarfsgerechte Arbeitszeitmodelle eingesetzt und regelmäßig überprüft; hierdurch ist das Unternehmen in der Lage flexibel auf Schwankungen zu reagieren
		Fachliche Vielseitigkeit	die Fachkräfte in der Produktion sind hoch spezialisiert und nicht für verschiedene Tätigkeiten einsetzbar	die Fachkräfte in der Produktion sind hoch spezialisiert, vielseitige Generalisten finden sich kaum	neben Spezialisten gibt es eine angemessene Anzahl vielseitig einsetzbarer Fachkräfte, die allerdings nicht systematisch organisiert und eingesetzt werden	es liegt ein ausgewogenes Verhältnis von Spezialisten und Generalisten in der Produktion vor; Letztere werden in Form von Springer-Pools zur Steigerung der Kapazitätsflexibilität organisiert

## Gestaltungsfeld Objekt

Subcluster	Gestaltungsfeld	Kriterien	RG 0	RG 1	RG 2	RG 3
Prozessdefinition zur Datenpflege	Objekt					
		Wissen von verfügbaren und notwendigen Daten	Mitarbeiter ist nicht bewusst, welche Daten zur Planung und Steuerung der Produktion notwendig sind und welche Stammdaten im Unternehmen verfügbar sind.	Das Wissen von verfügbaren Daten ist ebenso vorhanden in die lokale Optimierung, aber grundsätzlich selbstständig und im Wesentlichen lokal	Das Wissen von verfügbaren Daten ist ebenso vorhanden, wie das Bewusstsein für die zur Planung und Steuerung notwendigen Informationen.	Das Wissen von verfügbaren Daten ist ebenso vorhanden, wie das Bewusstsein für die zur Planung und Steuerung notwendigen Informationen. Die Bedeutung einer hohen Datenqualität über alle Prozesse hinweg ist allen betroffenen Mitarbeitern bekannt und wird entsprechend priorisiert.
		Festlegung von Verantwortungen	keine Verantwortung definiert	Verantwortung zur Datenpflege ist bereichsweise festgelegt, aber nicht klar dokumentiert.	Verantwortung zur Datenpflege ist klar definiert und dokumentiert, einzelnen Stellen sind die entsprechenden Aufgaben klar zugewiesen.	Verantwortlichkeiten sind klar stellenbezogen festgelegt, die Qualität der Datenpflege wird gemessen und bewertet.
		Berücksichtigung des Prozesses der Datenpflege in anderen relevanten Geschäftsprozessen	In die Stammdaten beeinflussenden Geschäftsprozesse, wie Maschinenbeschaffung, sind keine Hinweise zur Aktualisierung bzw. Pflege derselben hinterlegt.	In die Stammdaten beeinflussenden Geschäftsprozesse sind keine Hinweise zur Aktualisierung bzw. Pflege derselben hinterlegt.	In die Stammdaten beeinflussenden Geschäftsprozesse sind zwar Hinweise zur Aktualisierung bzw. Pflege derselben hinterlegt, klare Informationen dazu existieren aber nicht.	In Dokumentation zu relevanten anderen Geschäftsprozessen ist klar hinterlegt, welche Stammdaten in welcher Art und Weise anzupassen sind.
Datenverfügbarkeit	Objekt					
		Leitfaden zur Datenpflege und -aktualisierung	Es existieren keine Handlungsleitfäden zur Datenpflege und -aktualisierung	Es existieren keine Handlungsleitfäden zur Datenpflege und -aktualisierung	Handlungsanweisungen zur Aktualisierung von Stammdaten existieren, werden aber nur unzureichend verwendet.	Handlungsanweisungen zur Aktualisierung von Stammdaten existieren und werden von den entsprechenden Mitarbeitern genutzt; Eine Fehlervermeidung wird durch technische Hilfsmittel, wie Eingabemasken und Plausibilitätsprüfungen, und organisatorische Maßnahmen, wie dem Vieraugenprinzip, vermieden.
		Aktualisierung	Stammdaten werden nach deren Erstellung nicht wieder angefasst.	Bei Auftreten von durch Stammdaten verursachten Problemen werden diese sporadisch angepasst.	Stammdaten werden in einem regelmäßigen Turnus und bei auftretenden Problemen aktualisiert.	Stammdaten werden mindestens in regelmäßigen Abständen aber auch ereignisbezogen, bspw. bei der Anschaffung neuer Anlagen, aktualisiert.
		Datenhaltung	Notwendige Stammdaten werden, wenn überhaupt, abteilungs- oder bereichsspezifisch geführt (Insellösungen).	Notwendige Stammdaten werden, wenn überhaupt, abteilungs- oder bereichsspezifisch geführt (Insellösungen).	Stammdaten werden zentral in Form von ERP-Systemen geführt und somit wird allen Abteilungen bzw. Bereichen die gleiche Datenbasis zur Verfügung gestellt.	Stammdaten werden zentral in Form von ERP-Systemen geführt und somit wird allen Abteilungen bzw. Bereichen die gleiche Datenbasis zur Verfügung gestellt.
Steuerung						
		Planung	fast ausschließliche Verwendung von Schätz- und Erfahrungswerten; erwartete Belastungen und Durchlaufzeiten werden pauschal kalkuliert (bspw. 1 Woche je Arbeitsvorgang); Planung gegen unbegrenzte Kapazitäten	Planung basiert ausschließlich auf vergangenheitsorientierten Mittelwerten; erwartete Belastungen und Durchlaufzeiten werden pauschal kalkuliert (bspw. 1 Woche je Arbeitsvorgang); verfügbare Kapazitäten werden nicht ausreichend berücksichtigt	die Planung verwendet vergangenheitsbezogene Bedarfsverteilungen; erwartete Belastungen und Durchlaufzeiten werden artikelspezifisch kalkuliert; die Planung orientiert sich an den zur Verfügung stehenden Kapazitäten	Prognosen bilden die Grundlage für zukünftig geplante Bedarfe; erwartete Belastungen und Durchlaufzeiten werden artikelspezifisch ggf. sogar auftragspezifisch kalkuliert; die Planung orientiert sich an den zur Verfügung stehenden Kapazitäten
		Steuerung	es stehen keine aktuellen Rückmeldungsinformationen zur Verfügung; Arbeitspläne sind häufig fehlerhaft oder nicht zeitnah verfügbar; aktuelle Kapazitätsinformationen werden nicht gepflegt	es liegen grobe und nur selten aktualisierte Arbeitspläne vor; Rückmeldungen finden nur verzögert statt; Kapazitätsinformationen sowie Arbeitssysteminformationen sind unzureichend gepflegt	aktuelle Rückmeldungen, gepflegte Informationen über Arbeitssysteme und Kapazitäten sowie detaillierte Arbeitspläne existieren grundsätzlich, sind aber nicht ohne weiteres verfügbar	Mittels aktueller Rückmeldungen, gepflegter Informationen bzw. Arbeitssystemen und Kapazitäten, detaillierter und konsistenter Arbeitspläne sowie standardisierter Auftragsdaten lässt sich die Steuerung effizient gestalten. Die Qualität wird durch möglichst realistische und gut zugängliche Plandaten unterstützt.

		Shop Floor	Auftragspezifische Informationen und auftragsbezogene Endtermine werden nicht immer vollständig am Arbeitsplatz in Papierform bereit gestellt	Auftragspezifische Informationen und auftragsbezogene Endtermine werden am Arbeitsplatz in Papierform bereit gestellt	Auftragspezifische Informationen in standardisierter Form und arbeitsvorgangsbezogene Endtermine werden am Arbeitsplatz bereit gestellt	Auftragspezifische Informationen in standardisierter Form, arbeitsvorgangsbezogene Start- und Endtermine sowie zukünftige Belastung des eigenen Arbeitssystems werden am Arbeitsplatz möglichst digital bereit gestellt; es besteht die Möglichkeit zusätzliche Informationen für Folgeprozesse zu hinterlegen
		Controlling	vorhandene Daten werden nicht im Rahmen eines Produktionscontrollings verwendet (z. B. Terminabweichungen, Bestandsanalysen, ...)	Rückmeldungen, Soll/Plan-Termine sowie Auftragsinformationen stehen einem nachgelagerten Produktionscontrolling zur Verfügung	Rückmeldungen, Soll/Plan-Termine sowie detaillierte Auftragsinformationen stehen einem nachgelagerten Produktionscontrolling zur Verfügung; die Ergebnisse fließen in aggregierter Form regelmäßig in die Produktionsplanung und -steuerung mit ein	aktuelle Rückmeldungen und detaillierte Soll/Plan-Termine sowie detaillierte Auftragsinformationen werden für eine echtzeitfähige Produktionsregelung heran gezogen
<b>Bewegungsdaten</b>	<b>Objekt</b>					
		Rückmeldestruktur	Rückmeldestruktur nicht bekannt	Rückmeldestruktur vorhanden aber nicht durchgängig konsistent; Rückmeldungen werden den relevanten Bereichen zur Verfügung gestellt; nachträgliche Datenanpassung ist möglich (Soll-Termine werden bei Rückmeldungen überschrieben, Terminabweichungen nicht erkannt)	Rückmeldestruktur vorhanden und konsistent, Überschreiben vorhandener Daten und manuelle Nachträge nicht möglich	durchgängig konsistente Struktur; Überschreiben vorhandener Daten und manuelle Nachträge nicht möglich; Plausibilitätsprüfung und ggf. Maßnahmenableitung
		Disziplin	aufgrund mangelnder Disziplin erfolgen Rückmeldungen nur vereinzelt und sporadisch; es ist keine Basis für eine effiziente Planung und Steuerung gegeben	es wird Bereichsweise verschieden zurück gemeldet und generell eher spradisch (z. B. gesammelte Rückmeldungen)	die Rückmeldung erfolgt in fast allen Produktionsbereichen zuverlässig; es erfolgen keine "Sammelrückmeldungen"	die Rückmeldung erfolgt in allen Bereichen zuverlässig und konsequent
		Wissen / Verständnis	die MA haben kein Verständnis für Rückmeldungen und sehen es nur als Mehrbelastung an	die MA werden durch ihre Vorgesetzten in der Bedeutung der Rückmeldungen und der Bedeutung der Hilfsmittel/Softwarewerkzeuge zur Rückmeldung geschult; verinnerlicht haben sie das Wissen aber nicht	MA haben die Bedeutung der Rückmeldungen verinnerlicht; die Resultate werden ihnen aber vorenthalten; MA können Hilfsmittel/Softwarewerkzeuge effizient bedienen	die Wichtigkeit der Rückmeldungen ist allen MA bekannt und die Ergebnisse / Kennzahlen werden den MA kommuniziert - wirken als Motivation; MA können Hilfsmittel/Softwarewerkzeuge effizient bedienen
		Rückmeldeprozess	keine Definition	Rückmeldeprozess ist definiert	definiert und kommuniziert	definiert und kommuniziert und kontinuierlich verbessert
		Art der Rückmeldung	per Zuruf	per manueller Dateneingabe	per Scanner	digital und vollautomatisch
		Hilfsmittel / Werkzeuge	keine	zentrale Rückmeldestation zu der der MA für jede Rückmeldung gehen muss	dezentrale Rückmeldestationen an allen betroffenen Arbeitsstationen (z. B. Scanner)	automatische Rückmeldung z. B. durch RFID-Lesestellen
<b>Datenmodell</b>	<b>Objekt</b>					
		Aktualität	das verwendete Datenmodell ist weder bekannt noch wird es in Frage gestellt	das Datenmodell basiert auf einer gewachsene Struktur und wird bedarfspezifisch erweitert ohne vorherige Abfragen und Analysen zu berücksichtigen	das der Produktion zu Grunde liegende Datenmodell sowie die entsprechende Datenstruktur erfüllen alle aktuellen Anforderungen; bestehende Abfragelogik aus dem verwendeten ERP-System wird regelmäßig auf Konsistenz hin geprüft	das der Produktion zu Grunde liegende Datenmodell sowie die entsprechende Datenstruktur erfüllen alle aktuellen Anforderungen; bestehende Abfragelogik aus dem verwendeten ERP-System wird regelmäßig auf Konsistenz hin geprüft
		Vollständigkeit	die Vollständigkeit des Datenmodells ist nicht gegeben; es können nicht alle notwendigen Analysen und Auswertungen umgesetzt werden	alle notwendigen Analysen und Auswertungen sind durch die Nutzung verschiedener dezentraler Subsysteme möglich; aufgrund der Schnittstellenproblematik sind Redundanzen und Widersprüche nicht auszuschließen	alle für die Produktion relevanten Szenarien / Ereignisse sind mit einem angemessenen Aufwand im bestehenden Datenmodell abbildbar; Daten werden zentral verwaltet; Redundanzen und Widersprüche werden vermieden	alle für die Produktion relevanten Szenarien / Ereignisse sind mit einem angemessenen Aufwand im bestehenden Datenmodell abbildbar; Daten werden zentral verwaltet; Redundanzen und Widersprüche werden vermieden
		logische Konsistenz	hinterlegte Operationen im Datenmodell sind nicht transparent und nachvollziehbar	das Datenmodell ist logisch aufgebaut; die zu generierenden Ergebnisse werden korrekt erzeugt	das Datenmodell ist logisch aufgebaut; die zu generierenden Ergebnisse werden korrekt erzeugt	das Datenmodell ist logisch aufgebaut; die zu generierenden Ergebnisse werden korrekt erzeugt
		Anpassungsfähigkeit	die schlechte Anpassungsfähigkeit des bestehenden Datenmodells (z. B. durch gewachsene Strukturen) zwingt den Nutzer, Änderungen in neuen Subsystemen umzusetzen	die schlechte Anpassungsfähigkeit des bestehenden Datenmodells (z. B. durch gewachsene Strukturen) zwingt den Nutzer, Änderungen in neuen Subsystemen umzusetzen	die anwendungsorientierte technische Umsetzung erlaubt dem Nutzer eine einfache Anpassung / Erweiterung des Modells	die anwendungsorientierte technische Umsetzung erlaubt dem Nutzer eine einfache Anpassung / Erweiterung des Modells; ggf. wird dies durch einen modularen Charakter unterstützt
<b>Fabrikplanung</b>	<b>Objekt</b>					
		Struktur & Layout	die Produktionssegmente scheinen willkürlich angeordnet, was sich in einem unnötig hohem Transportaufwand widerspiegelt	die Produktionsbereiche und -ressourcen sind entsprechend der Intensität ihrer Wechselwirkung zueinander strukturiert; die Potenziale einer zweckmäßigen Ausrichtung hinsichtlich einer Funktions- und Prozessorientierung werden nur unzureichend genutzt	neben einer zweckmäßigen Anordnung der verschiedenen Segmente liegt eine sinnvolle Kombination von Funktions- und Prozessorientierung vor; bei der Dimensionierung der Flächen wird die Logistik ausreichend berücksichtigt	die Anordnung der Produktionssegmente basiert auf deren unterschiedlich intensiven Beziehungen; der Transportaufwand ist dadurch minimiert; es liegt eine sinnvolle Kombination von Funktions- und Prozessorientierung bei gleichzeitig guter Raumausnutzung vor
		Arbeitsplatzgestaltung	es existieren keine detaillierten Aufgabenbeschreibungen für alle Arbeitsplätze; ein gezielter Einsatz von unterstützenden Werkzeugen ist damit nicht möglich; der Dimensionierung der Arbeitsplatzflächen liegt keine Systematik zu Grunde; vorgeschriebene Sicherheitsrichtlinien werden eingehalten	für jeden Arbeitsplatz existieren detaillierte Aufgabenbeschreibungen auf deren Basis Werkzeuge zur Unterstützung der Mitarbeiter eingesetzt werden; Ergonomische Aspekte (z. B. Abstands- und Bewegungsmaße) werden unzureichend berücksichtigt	entsprechend der Aufgabenbeschreibungen sind die Arbeitsplätze sinnvoll dimensioniert, ergonomisch gestaltet und Hilfsmittel und Werkzeuge zweckmäßig eingesetzt	entsprechend der Aufgabenbeschreibungen sind die Arbeitsplätze sinnvoll dimensioniert, ergonomisch gestaltet und Hilfsmittel und Werkzeuge zweckmäßig eingesetzt; die Ausgestaltung der Arbeitsplatzumgebung erfolgt unter Berücksichtigung von Lärm, Licht, Farbe, Klima, Vibrationen, etc.
		Materialfluss	es liegen keine genauen Informationen über Richtung und Umfang des Materialflusses vor (mangelnde Transparenz)	der Materialfluss ist bekannt, aber ungerichtet und durch lange Transportwege und entsprechend hohe Übergangszeiten gekennzeichnet; es gibt häufig Rückflüsse, die zu einem komplexen und nur schwer handelbaren Materialfluss führen	der Materialfluss im Unternehmen ist gerichtet und aufgrund hoher Transparenz beherrschbar; ein linearer Materialfluss wird allerdings nicht durchgängig realisiert	der gerichtete Materialfluss wird stetig überprüft, Schwachstellen und Verbesserungspotenziale identifiziert und somit fortlaufend hinsichtlich eines linearen Materialflusses optimiert
		Wandlungsfähigkeit	aus Sicht der Fabrikplanung besteht kaum die Möglichkeit, sich an veränderte Anforderungen und Rahmenbedingungen ohne großen Aufwand anzupassen	in der Produktion besteht die Möglichkeit mit mindestens zwei der fünf aufgeführten Wandlungsbefähiger (s. RG 3) auf sich ändernde Anforderungen zu reagieren	in der Produktion besteht die Möglichkeit mit mindestens drei der fünf aufgeführten Wandlungsbefähiger (s. RG 3) auf sich ändernde Anforderungen zu reagieren	Die Fabrik enthält alle fünf Wandlungsbefähiger: Universalität: Dimensionierung und Gestaltung für verschiedene Anforderungen hinsichtlich Produkt oder Technologie, z.B.: Variantenflexibilität - Mobilität: örtlich uneingeschränkte Bewegbarkeit von Objekten, z.B.: Maschinen auf Rollen - Skalierbarkeit: technische, räumliche und personelle Altmungsfähigkeit (Erweiter- und Reduzierbarkeit), z.B.: flexibles Arbeitszeitmodell - Modularität: standardisierte, funktionsfähige Einheiten oder Elemente, z.B.: Plug&Produce-Module - Kompatibilität: Vernetzungsfähigkeit bzgl. Material, Information, Medien und Energie, z.B.: einheitliche Softwarechnittstellen
<b>Kennzahlen</b>	<b>Objekt</b>					
		Zielausrichtung	verwendete Kennzahlen unterstützen keine übergeordneten Ziele, ihr konfliktärer Charakter unterstützt vielmehr eine bereichsweise Optimierung	bereichsübergreifende und konsistente Ausrichtung des Kennzahlensystems auf übergeordnete betriebswirtschaftliche Unternehmensziele	bereichsübergreifende und konsistente Ausrichtung des Kennzahlensystems auf übergeordnete betriebswirtschaftliche Unternehmensziele	bereichsübergreifende und konsistente Ausrichtung des Kennzahlensystems auf übergeordnete Unternehmensziele insbesondere die Logistikleistung und Logistikkosten
		Konsistenz	die verwendeten Kennzahlen werden isoliert betrachtet, relevante Wirkungszusammenhänge werden nur unzureichend berücksichtigt	die verwendeten Kennzahlen bilden ein logisches und konsistentes Gerüst, welches allerdings nicht auf das unternehmerische Umfeld abgestimmt ist	es liegt ein logisch aufgebautes und in sich konsistentes Kennzahlensystem vor, welches die aktuelle Leistungs- und Kostensituation im Unternehmen umfassend abbildet; dazu wird das spezifische unternehmerische Umfeld auf verschiedenen Aggregationsniveaus berücksichtigt	es liegt ein logisch aufgebautes und in sich konsistentes Kennzahlensystem vor, welches die aktuelle Leistungs- und Kostensituation im Unternehmen umfassend abbildet; dazu wird das spezifische unternehmerische Umfeld auf verschiedenen Aggregationsniveaus berücksichtigt



		Verwendung	die im Unternehmen aufgenommenen Kennzahlen werden nicht systematisch für Controlling, Planung oder Maßnahmenableitung eingesetzt; oftmals werden nur ungeeignete Kennzahlen erfasst	Kennzahlen aus der Produktion werden im Rahmen sporadisch stattfindender Reviews zur Maßnahmenableitung heran gezogen; die Erfassung erfolgt ausschließlich mittelwertbasiert und vergangenheitsorientiert	die aufgenommenen Kennzahlen werden zur systematischen Maßnahmenableitung heran gezogen (z.B. durch Festlegung von unteren bzw. oberen Eingriffsgrenzen); dabei werden Mittelwerte durch Verteilungsgrößen sinnvoll ergänzt	im Sinne eines Regelkreises werden Maßnahmen systematisch abgeleitet und führen zu einer kontinuierlichen Verbesserung des Prozesses; das verwendete Kennzahlensystem bezieht sich neben Mittelwerten auch auf sinnvolle Verteilungsgrößen und weist einen Frühwarncharakter auf
		Definition (Berechnung)	den im Unternehmen berechneten Kennzahlen liegen verschiedene Definitionen zugrunde	unternehmensinterne Standards in der Kennzahldefinition, um realistische Verbesserungspotenziale ableiten zu können	unternehmensinterne Standards in der Kennzahldefinition, um realistische Verbesserungspotenziale ableiten zu können	Verwendung unternehmensübergreifender Standards in der gesamten Lieferkette und zusätzliche Definition übergreifender Kennzahlen
		Zugänglichkeit	die im Unternehmen erfassten Kennzahlen sind unstrukturiert abgelegt, unzureichend aufbereitet und werden nur von wenigen Mitarbeitern genutzt (schlechte Handhabbarkeit)	die im Unternehmen erfassten Kennzahlen sind unstrukturiert abgelegt, unzureichend aufbereitet und werden nur von wenigen Mitarbeitern genutzt (schlechte Handhabbarkeit)	das verwendete Kennzahlensystem weist verschiedene sinnvolle Aggregationsniveaus auf und ermöglicht damit eine anwenderorientierte Präsentation der Kernaussagen; die Informationen stehen nur unzureichend aufbereitet allen Mitarbeitern zur Verfügung	das verwendete Kennzahlensystem weist verschiedene sinnvolle Aggregationsniveaus auf und ermöglicht damit eine anwenderorientierte Präsentation der Kernaussagen; die wesentlichen Informationen stehen aufbereitet allen Mitarbeitern zur Verfügung
		Aktualität	die zur Verfügung stehenden Kennzahlen stellen die aktuelle Situation aufgrund eines unzureichenden Zeitintervalls bei der Ermittlung nur unzureichend dar	die zur Verfügung stehenden Kennzahlen stellen die aktuelle Situation angemessen dar	die zur Verfügung stehenden Kennzahlen stellen die aktuelle Situation realistisch dar	die zur Verfügung stehenden Kennzahlen stellen die aktuelle Situation realistisch und zeitpunktgenau dar und ermöglichen dadurch eine Produktionssteuerung mit regelndem Charakter

## Gestaltungsfeld Werkzeuge

Subcluster	Gestaltungsfeld	Kriterien	RG 0	RG 1	RG 2	RG 3
<b>Funktionalität der eingesetzten IT-Werkzeuge</b>	Werkzeuge					
		Angemessenheit der Unterstützung durch die Werkzeugfunktionalitäten	Geringe Angemessenheit der Unterstützung durch die Werkzeugfunktionalitäten (Bsp.: Bereitstellung von Kennzahlen bzw. Kennzahlensystemen)	Mittlere Angemessenheit der Unterstützung durch die Werkzeugfunktionalitäten (Bsp.: Bereitstellung von Kennzahlen bzw. Kennzahlensystemen)	Hohe Angemessenheit der Unterstützung durch die Werkzeugfunktionalitäten (Bsp.: Bereitstellung von Kennzahlen bzw. Kennzahlensystemen)	Vollkommene Angemessenheit der Unterstützung durch die Werkzeugfunktionalitäten (Bsp.: Bereitstellung von Kennzahlen bzw. Kennzahlensystemen)
		Flexibilität der IT-Werkzeuge	Relevante Anforderungen an die IT-Werkzeuge sind weitgehend unerfüllt Eingesetzte IT-Werkzeuge bieten keine Flexibilität (Probleme wenn Rahmenbedingungen sich ändern, System aber nicht flexibel angepasst werden kann)	Relevante Anforderungen an die IT-Werkzeuge sind in hohem Maße erfüllt Eingesetzte IT-Werkzeuge bieten zu wenig Flexibilität (Probleme wenn Rahmenbedingungen sich ändern, System aber nicht flexibel angepasst werden kann)	Relevante Anforderungen an die IT-Werkzeuge sind nahezu in vollem Maße erfüllt Eingesetzte IT-Werkzeuge bieten angemessene Flexibilität (Probleme wenn Rahmenbedingungen sich ändern, System aber nicht flexibel angepasst werden kann)	Anforderungen an die IT-Werkzeuge sind vollständig erfüllt und werden regelmäßig überprüft, so dass ggf. eine Anpassung erfolgen kann Eingesetzte IT-Werkzeuge bieten sehr große Flexibilität (Probleme wenn Rahmenbedingungen sich ändern, System aber nicht flexibel angepasst werden kann)
<b>Werkzeugunterstützung für die PPS-Aufgaben</b>	Werkzeuge					
		Angemessenheit der Funktionsunterstützung (Bsp.: Bereitstellung der notwendigen Fertigungssteuerungsverfahren)	Angemessenheit der Funktionsunterstützung: gering / fehlend Funktionen	Angemessenheit der Funktionsunterstützung: gering / fehlend Funktionsmittel / teilweise fehlende Funktionen	Angemessenheit der Funktionsunterstützung: gering / fehlend Funktionenhoch / eigentlich alle benötigten Funktionen berücksichtigt	Angemessenheit der Funktionsunterstützung: gering / fehlend Funktionen: vollständig / alle benötigten Funktionen berücksichtigt
		Planung gegen begrenzte Kapazitäten	IT-Werkzeuge können begrenzte Kapazitäten nicht berücksichtigen, dies wäre aber notwendig	IT-Werkzeuge können begrenzte Kapazitäten berücksichtigen, der Aufwand hierfür ist aber sehr groß	IT-Werkzeuge können grundsätzlich begrenzte Kapazitäten berücksichtigen; das Aufwand-/Nutzenverhältnis ist etwas unsymmetrisch, d. h. es werden evtl. zu wenige Restriktionen berücksichtigt oder es wird ein zu hoher Aufwand betrieben	IT-Werkzeuge können beliebige begrenzte Kapazitäten berücksichtigen; das Aufwand-/Nutzenverhältnis ist ausgewogen und wird regelmäßig geprüft oder: eine Planung gegen begrenzte Kapazitäten ist nicht notwendig
		Unterstützung durch das Werkzeug bei der Festlegung und Kontrolle der eingestellten Parameter (bspw. durch Analysen, Auswertungen)	Unterstützung nicht gegeben	Unterstützung teilweise gegeben, aber nicht ausreichend	Unterstützung gegeben	Unterstützung gegeben und ohne hohen Aufwand vorteilbringend eingesetzt
		Werkzeugunterstützung für die Rückmeldung	Die IT-Werkzeuge erschweren eine hohe Rückmeldequalität (Anzahl Fehler, Rückmeldezeitpunkt,...) in hohem Maße. Kriterien bspw.: Aufwand, Fehleranfälligkeit, Ergonomie	Die IT-Werkzeuge erschweren eine hohe Rückmeldequalität (Anzahl Fehler, Rückmeldezeitpunkt,...). Kriterien bspw.: Aufwand, Fehleranfälligkeit, Ergonomie	Die IT-Werkzeuge stellen ausreichend Funktionalitäten zur Verfügung um eine hohe Rückmeldequalität zu erreichen (Anzahl Fehler, Rückmeldezeitpunkt,...). Kriterien bspw.: Aufwand, Fehleranfälligkeit, Ergonomie	Die IT-Werkzeuge begünstigen eine hohe Rückmeldequalität (Anzahl Fehler, Rückmeldezeitpunkt,...). Kriterien bspw.: Aufwand, Fehleranfälligkeit, Ergonomie
		Angemessenheit der Berücksichtigung von Rüstvorgängen in der Planung (Planungsgüte, Aufwand der Planung)	Variierende Rüstaufwände werden in der Planung häufig nicht berücksichtigt (Niedrige Planungsgüte). Mittelwertbasierte Planung reicht in der Regel auch nicht aus.	Variierende Rüstaufwände werden in der Planung berücksichtigt (hohe Planungsgüte). Der Aufwand zur Erzeugung dieses Plans ist allerdings sehr hoch.	Variierende Rüstaufwände werden in der Planung berücksichtigt (hohe Planungsgüte oder mittelwertbasierte Planung ist ausreichend). Der Aufwand zur Erzeugung dieses Plans ist angemessen.	Variierende Rüstaufwände werden in der Planung angemessen berücksichtigt (hohe Planungsgüte oder mittelwertbasierte Planung ist ausreichend). Der Aufwand zur Erzeugung dieses Plans ist gering
<b>Durchgängigkeit der IT-Werkzeuge</b>	Werkzeuge					
		Durchgängigkeit der IT-Werkzeuge	Anzahl separierter Insellösungen: hoch Übergreifende Transparenz: keine Such- und Überwachungsaufwand: hoch Übergreifende Datenkonsistenz: widersprüchlich	Anzahl separierter Insellösungen: gering Übergreifende Transparenz: gering Such- und Überwachungsaufwand: gering Übergreifende Datenaktualität: gering Übergreifende Datenkonsistenz: gering	Anzahl separierter Insellösungen: wenige Übergreifende Transparenz: hoch Such- und Überwachungsaufwand: unbedeutend Übergreifende Datenaktualität: hoch Übergreifende Datenkonsistenz: hoch Ständiges Bestreben nach Abbau und Vermeidung von Insellösungen: existiert	Anzahl separierter Insellösungen: keine Übergreifende Transparenz: vollständig Such- und Überwachungsaufwand: minimal Übergreifende Datenaktualität: echtzeit Übergreifende Datenkonsistenz: vollkommen Ständiges Bestreben nach Abbau und Vermeidung von Insellösungen: wird durchgängig gelebt

		Werkzeugschnittstellen	Aufwand zur Gewährleistung einer vertikalen Integration (Medienbrüche, fehlende aufwändige Schnittstellen (technisch), fehlende Standards): sehr viel zu hoch oder Aufwand zur Gewährleistung einer horizontalen Integration (Medienbrüche, fehlende aufwändige Schnittstellen (technisch), fehlende Standards): sehr viel zu hoch	Aufwand zur Gewährleistung einer vertikalen Integration (Medienbrüche, fehlende aufwändige Schnittstellen (technisch), fehlende Standards): zu hoch und Aufwand zur Gewährleistung einer horizontalen Integration (Medienbrüche, fehlende aufwändige Schnittstellen (technisch), fehlende Standards): zu hoch	Aufwand zur Gewährleistung einer vertikalen Integration (Medienbrüche, fehlende aufwändige Schnittstellen (technisch), fehlende Standards): angemessen und Aufwand zur Gewährleistung einer horizontalen Integration (Medienbrüche, fehlende aufwändige Schnittstellen (technisch), fehlende Standards): angemessen	Aufwand zur Gewährleistung einer vertikalen Integration (Medienbrüche, fehlende aufwändige Schnittstellen (technisch), fehlende Standards): geringer Aufwand sowie ständiges Bestreben Verbesserungspotentiale ausfindig zu machen und umzusetzen und Aufwand zur Gewährleistung einer horizontalen Integration (Medienbrüche, fehlende aufwändige Schnittstellen (technisch), fehlende Standards): geringer Aufwand sowie ständiges Bestreben Verbesserungspotentiale ausfindig zu machen und umzusetzen
		Aktualisierungs- und Synchronisationsintervalle zwischen Grob- bzw. Mittelfristplanung und der Feinplanung oder zwischen der Feinplanung und der Ausführungsebene	Aktualisierungs- / Synchronisationsintervalle zwischen Mittelfrist- und Feinplanung oder zwischen Feinplanung und Ausführung zu grob, hoher manueller Aufwand zur Synchronisation, Zeitraster und Zeitpunkte zwischen Grob-/Mittelfrist und Feinplanung nicht aufeinander abgestimmt oder Zeitraster und Zeitpunkte zwischen Feinplanung und Ausführungsebene nicht aufeinander abgestimmt	Aktualisierungs- / Synchronisationsintervalle zwischen Mittelfrist- und Feinplanung oder zwischen mittlerer manueller Aufwand zur Synchronisation, Zeitraster und Zeitpunkte sind grundsätzlich aufeinander abgestimmt oder Zeitraster und Zeitpunkte zwischen Feinplanung und Ausführungsebene sind grundsätzlich aufeinander abgestimmt	Regelmäßige Überprüfung der Angemessenheit bzw. das Bestreben, das Synchronisationsintervall bei Bedarf zu verbessern/verkürzen, niedriger manueller Aufwand zur Synchronisation, Zeitraster und Zeitpunkte zwischen Grob-/Mittelfrist und Feinplanung sind exakt aufeinander abgestimmt oder Zeitraster und Zeitpunkte zwischen Feinplanung und Ausführungsebene sind exakt aufeinander abgestimmt	Erfüllung der Kriterien von Reifegradstufe 2 und zusätzlich: Zeitraster und Zeitpunkte zwischen Grob-/Mittelfrist und Feinplanung sind exakt aufeinander abgestimmt und werden regelmäßig überprüft Zeitraster und Zeitpunkte zwischen Feinplanung und Ausführungsebene sind exakt aufeinander abgestimmt und werden regelmäßig überprüft
<b>Werkzeugergonomie</b>	Werkzeuge					
		Benutzerfreundlichkeit (Kriterien: Visualisierung (komplexiert, unübersichtlich, ...), Detaillierungsgrad- / Aggregationsgrad, Ergonomie / Aufwand bei der Bedienung / Einlernaufwand)	Visualisierung: teilweise ungeeignet Detaillierungs- / Aggregationsgrad: häufig unpassend Ergonomie: unzureichend oder Einlernaufwand: hoch	Visualisierung: ausreichend, aber verbesserungswürdig Detaillierungs- / Aggregationsgrad: selten unpassend Ergonomie: ausreichend und Einlernaufwand: mittel	Visualisierung: angemessen Detaillierungs- / Aggregationsgrad: nahezu in allen Fällen passend Ergonomie: gut und Einlernaufwand: gering	Visualisierung: benutzerfreundlich, übersichtlich, es gibt nahezu nichts zu verbessern Detaillierungs- / Aggregationsgrad: stellt kein Problem dar Ergonomie: Ergonomie gut, Verbesserungspotentiale werden permanent gesucht und versucht umzusetzen und Einlernaufwand: unbedeutend
		Verfügbarkeit der Arbeitsmittel / Werkzeuge	Auftreten von nicht verfügbaren Arbeitsmitteln (Werkzeugen): häufig	Auftreten von nicht verfügbaren Arbeitsmitteln (Werkzeugen): selten	Auftreten von nicht verfügbaren Arbeitsmitteln (Werkzeugen): sehr selten	Auftreten von nicht verfügbaren Arbeitsmitteln (Werkzeugen): nie

## Gestaltungsfeld Prozesse

Subcluster	Gestaltungsfeld	Kriterien	RG 0	RG 1	RG 2	RG 3
<b>Gestaltung von Prozessschnittstellen</b>	Prozesse					
		Verantwortungsdefinition	keine Verantwortung definiert	Verantwortung kommuniziert, aber nicht dokumentiert	Verantwortung kommuniziert, klar beschrieben und dokumentiert	Verantwortung wird durch Mitarbeiter eigenständig gelebt und gerne wahrgenommen
		bereichsübergreifende Kommunikation	findet nicht statt	wird nur auf Druck durch das Management im Notfall durchgeführt	wird selbstständig organisiert, allerdings nur sporadisch bei Problemen	es findet ein regelmäßiger Austausch entlang der Prozesskette zu Problemen und Verbesserungsmöglichkeiten statt
		Prozessdefinitionen	angrenzende Prozessschritte sind Mitarbeitern i.d.R. nicht bekannt	angrenzende Prozessschritte sind Mitarbeitern bekannt, deren Erfolg wird aber nicht aktiv mit unterstützt	angrenzende Prozessschritte sowie deren Erfolgsfaktoren sind bekannt, durch klar vorgegebene Übergaben wird ein insgesamt hoher Standard generiert	Mitarbeiter richten sich am Gesamterfolg aus, Probleme zwischen einzelnen Bereichen werden selbstständig angegangen, um die Gesamtleistung zu erhöhen
		Informationsbereitstellung	Informationen werden nicht über den eigenen Bereich hinaus weitergegeben, ggf. vorhandene IT-Systeme werden lediglich bereichsbezogen verwendet	Notwendige Informationen werden nur auf Nachfragen von angrenzenden Bereichen bereitgestellt; es existieren keine bereichsübergreifenden IT-Systeme	Notwendige Informationen werden ausgetauscht, allerdings nicht systematisch, sondern nur auf Zufur; IT-Systeme können bereichsbezogen sein, sie sind aber aufeinander abgestimmt	Informationsflüsse im Unternehmen sind klar strukturiert und werden durch Werkzeuge, wie bspw. einheitliche IT-Systeme oder entsprechende Karten systematisch unterstützt
		Bereichsübergreifende Zusammenarbeit	die bereichsübergreifende Zusammenarbeit wird nicht thematisiert	eine bereichsübergreifende Zusammenarbeit wird vereinzelt aber nicht systematisch durch geeignete Hilfsmittel unterstützt	klar definierte Funktionsflächen oder andere physische Hilfsmittel, wie Transportbehälter werden systematisch zur besseren Zusammenarbeit eingesetzt	klar definierte Funktionsflächen oder andere physische Hilfsmittel, wie Transportbehälter erleichtern die Zusammenarbeit; zusätzlich ist die Mitarbeiterentlohnung von der Gesamtleistung abhängig
<b>Prozessdefinition und Dokumentation</b>	Prozesse					
		Dokumentation	nicht erfolgt	erfolgt und zentral abgelegt (z. B. in Papierform) -> nicht unmittelbar zugänglich für jeden Mitarbeiter; wenig anschaulich in Textform verfasst	für jeden Mitarbeiter vom Arbeitsplatz direkt zugänglich, zunehmende Verwendung von anschaulichen Darstellungen	Prozessdokumentationen im Alltag integriert; nahezu ausschließliche Verwendung von übersichtlichen Darstellungen; ggf. Unterstützung durch digitale Technik

		Aktualität	einmalig erstellt	bei Problemen sporadisch angepasst	regelmäßige Überarbeitung zu festen Terminen (z. B. Aktualisierung von Zertifizierungen)	laufende Anpassung an sich ändernde Vorschriften und Anforderungen
		Detaillierungsgrad	-	sehr grober Detaillierungsgrad und rein zur internen Prozessbeschreibung geeignet	Detaillierung entsprechend der zur Zertifizierung geforderten DIN / ISO-Vorschriften	Über die bestehenden DIN- und ISO-Normen hinaus sind sämtliche Informationen, Verantwortlichkeiten und Dokumente genau hinterlegt und beschrieben
		Verantwortlichkeiten	keine definierte Verantwortlichkeit	MA in den einzelnen Prozessschritten sind für die entsprechende Dokumentation verantwortlich, zentral angeordnete Kontrollen werden nur sporadisch durchgeführt	es gibt einen Dokumentationsverantwortlichen, der regelmäßig bestehende Dokumentationen auf Aktualität prüft und ggf. überarbeitet	alle MA fühlen sich verantwortlich und haben eine Bringschuld gegenüber dem Dokumentationsverantwortlichen, neue bzw. geänderte Prozessabläufe anzuzeigen (Prozesswissen vom MA, Dokumentationswissen vom Dok.-Verantwortlichen)
		angrenzende Prozessschritte	nicht dokumentiert	die angrenzenden Prozessschritte sind nur unzureichend dokumentiert	angrenzende Prozessschritte und Verantwortliche sind dokumentiert	Informationen zu wesentlichen Aspekten in angrenzenden Prozessschritten sind in der Dokumentation zum eigenen Prozessschritt integriert, um redundante Arbeiten und unnötige Fehlersuche etc. zu vermeiden
		Ausnahmesituationen	werden in Dokumentation nicht berücksichtigt	werden in Dokumentation nicht berücksichtigt, ein Ansprechpartner und Hinweise zur Sicherheit sind aber grundsätzlich vermerkt	Ansprechpartner und Hinweise zur Sicherheit sind grundsätzlich vermerkt; Handlungsanweisungen werden zentral gehalten und regelmäßig aktualisiert.	Denkbare Ausnahmesituationen und Hinweise zur Sicherheit sind in der Dokumentation mit Handlungsanweisungen hinterlegt; Neuartige Störungen etc. werden nach deren Behebung in die aktuelle Dokumentation übernommen; Die Anweisungen zu Ausnahmesituationen sind direkt am Arbeitsplatz verfügbar
		Abweichungswerte	grundsätzlich vorhandene Abweichungswerte werden in den Prozessdokumentationen nicht berücksichtigt	grundsätzlich vorhandene Abweichungswerte werden in den Prozessdokumentationen nicht berücksichtigt	Artikelspezifische Abweichungswerte werden mit der Prozessdokumentation zur Verfügung gestellt	Artikelspezifische Abweichungswerte werden mit der Prozessdokumentation zur Verfügung gestellt und deren Überprüfung durch geeignete Hilfsmittel, wie bspw. Schablonen, erleichtert.
<b>Materialmanagement</b>	<b>Prozesse</b>					
		Behältermanagement	es werden keine geeigneten Behälter, Ladungsträger oder Ladehilfsmittel verwendet; hoher Handhabungsaufwand aufgrund nicht durchgängigem Behälterkonzept; hohe Anzahl Behältervarianten	anforderungsgerechte aber nicht standardisierte Behälter (hohe Variantenzahl)	universelle und anforderungsspezifisch anpassbare Behälter, die hinsichtlich der Handhabbarkeit, Identifikation und Transport optimiert sind; jedoch mangelnde Abstimmung in der Lieferkette	universelle und anforderungsspezifisch anpassbare Behälter, die hinsichtlich der Handhabbarkeit, Identifikation und Transport optimiert sind / durchgängig einheitliche Verwendung (Abstimmung mit Lieferanten und Kunden)
		Materialbereitstellung	häufige Materialabrisse und Fehlmengen führen zum Bereitstellungsverzögerung	Materialabrisse und Fehlmengen sind selten; unterschiedliche Bereitstellungs-konzepte und ihre spezifischen Vor- und Nachteile werden nicht in Betracht gezogen	Materialabrisse und Fehlmengen sind selten; es werden verschiedene Bereitstellungs-konzepte eingesetzt	Sehr hohe Materialverfügbarkeit in der Produktion; für unterschiedliche Artikelklassen sind jeweils geeignete Bereitstellungs-konzepte umgesetzt (z. B. Kanban für Kleinteile, Just in Time für hochwertige Stückgüter, Auftragsbereitstellung für sperrige Artikel)
		Materialversorgung	Material wird unsystematisch hinsichtlich Termin, Menge und artikelspezifischer Eigenschaften bestellt; Verantwortung für Bestellvorgang ist nicht klar definiert; trotz teils hoher Bestände sieht sich die Produktion häufig mit Fehlmengen konfrontiert	Fehlmengensituation aufgrund des Erfahrungswissens von Bestellverantwortlichem reduziert; Materialversorgung wird nur durch hohe Bestände sicher gestellt; keine systematische und methodische Unterstützung	Beschaffung systematisch und methodisch unterstützt; Bestände werden bedarfsgerecht dimensioniert (z. B. log. Kennlinien); Möglichkeit verschiedener Formen der Lieferantenanbindung wird in Betracht gezogen (z. B. Konsignationslager, Vertragslager, etc.)	Artikel sind entsprechend ihrer Verbrauchshäufigkeit und -stabilität klassifiziert; je Klasse sind geeignete Beschaffungskontzepte analysiert und ausgewählt; Beschaffungslosgrößen werden methodisch unterstützt bestimmt
<b>Prozessgestaltung</b>	<b>Prozesse</b>					
		Aktualisierung	das Hinterfragen von bestehenden Prozessen findet ausschließlich beim Auftreten von Problemen statt; Betriebsblindheit ist allgegenwärtig	bestehenden Prozesse werden nur sporadisch hinterfragt und ggf. umgestaltet	im Rahmen von regelmäßigen Audits werden die bestehenden Prozesse bewertet und den aktuellen Herausforderungen angepasst	die bestehenden Prozesse werden fortlaufend in Frage gestellt und kontinuierlich verbessert (KVP)
		Verantwortung	unklare Definition von Verantwortlichkeiten bezüglich einzelner Prozessschritte	die Verantwortung ist klar definiert, allerdings ist die fachliche Qualifikation und notwendige Kompetenz nicht in vollem Umfang gegeben	Den einzelnen Prozessschritten sind Verantwortliche zugewiesen, welche über die notwendigen Kompetenzen und fachliche Qualifikation verfügen. Ein gleichbleibend hohes Verantwortungsbewusstsein ist nicht sicher gestellt.	Den einzelnen Prozessschritten sind Verantwortliche zugewiesen, welche über die notwendigen Kompetenzen und fachliche Qualifikation verfügen. Ein scheinend abnehmendes Verantwortungsbewusstsein ist nicht zu erkennen.

		Verschwendung	der Anteil an nicht wertschöpfenden Tätigkeiten im Produktionsprozess ist sehr hoch; dies zeigt sich unter anderem durch lange Wartezeiten, häufiges Suchen, Leertransporte, lange Wege und Qualitätsprobleme	der Anteil an nicht wertschöpfenden Tätigkeiten im Produktionsprozess ist spürbar; dies zeigt sich unter anderem durch Wartezeiten, Suchen, Leertransporte, lange Wege und Qualitätsprobleme	der Anteil an nicht wertschöpfenden Tätigkeiten im Produktionsprozess ist gering, bietet aber noch Optimierungspotenziale	der Anteil an nicht wertschöpfenden Tätigkeiten in der Produktion ist extrem gering und wurde systematisch durch die Anwendung von Lean-Methoden reduziert
		Rüstaufwand / Aktivitäten, um Rüstaufwände so gering wie möglich zu machen	Rüstaufwand ist deutlich verringert	Rüstaufwand ist verringert, teilweise schon Aktivitäten zur Reduktion durchgeführt	Rüstaufwand kaum verringert, auf angemessenem Niveau, trotzdem Aktivitäten zu Verbesserung der Rüstproblematik	Ständiger Versuch, Rüstaufwände so gering wie möglich zu machen oder: Rüstaufwände stellen in der PPS kein Problem dar

## Gestaltungsfeld Ziele

Subcluster	Gestaltungsfeld	Kriterien	RG 0	RG 1	RG 2	RG 3
<b>Abgestimmtheit und Beständigkeit von Zielen</b>	Ziele					
		Existenz von Zielen	Es gibt keine genauen Zielvorgaben.	Zielvorgaben existieren. Allerdings sind diese nur grob oder zu allgemein vorgegeben.	Zielvorgaben existieren. Diese werden detailliert auf die einzelnen Bereiche der Prozesskette und auf die jeweiligen Hierarchieebenen. Es existiert demnach eine Zielhierarchie, bei der exakte Zielvorgaben für jede Ebene und jeden Bereich festgelegt sind.	Es existiert eine Zielhierarchie, bei der exakte Zielvorgaben für jede Ebene und jeden Bereich festgelegt sind. Die Ziele werden regelmäßig überprüft und sind durchgängig und auf die gesamte Prozesskette abgestimmt.
		Logistische Positionierung	Konkurrierende logistische Ziele (Terminreue, DLZ, Bestand und Auslastung) werden in Planung und Steuerung nicht berücksichtigt.	Eindeutige logistische Positionierung existiert (bspw. durch eine Vorgabe der Geschäftsleitung). Diese unterscheidet sich allerdings von der logistischen Zielpriorität auf unterschiedlichen Hierarchieebenen und/oder in unterschiedlichen Bereichen entlang des Auftragsabwicklungsprozesses. So ist bspw. bei aufeinanderstehenden Vorgaben aus Vertrieb (kurze Durchlaufzeiten) und Produktion (hohe Auslastung) keine eindeutige Regelung festgelegt.	Eindeutige logistische Positionierung existiert. Diese ist in allen Bereichen entlang des Auftragsabwicklungsprozesses und auf allen Hierarchieebenen eindeutig und einheitlich festgelegt.	Eindeutige logistische Positionierung existiert. Diese ist in allen Bereichen entlang des Auftragsabwicklungsprozesses und auf allen Hierarchieebenen eindeutig und einheitlich festgelegt. Die Zielvorgaben werden regelmäßig überprüft und ggf. Maßnahmen eingeleitet, um ein einheitliches Handeln nach der logistischen Zielpositionierung zu gewährleisten.
		Wechsel der Zielprioritäten	Zielprioritäten sind klar definiert, aber es erfolgen häufige Wechsel dieser Zielprioritäten	Zielprioritäten sind klar definiert und wechseln des öfteren, d. h. die Zielprioritäten sind nicht stabil	Zielprioritäten sind klar definiert und werden nur gewechselt, wenn die Zielprioritäten in abgestimmter Weise verändert werden. Zielprioritäten können als stabil angesehen werden.	Zielprioritäten sind klar definiert, werden nur gewechselt, wenn die Zielprioritäten in abgestimmter Weise verändert werden. Diese Wechsel sind immer mit der kurz-, mittel- und langfristigen Unternehmensstrategie vereinbar und dienen einer (kontinuierlichen) Verbesserung.
<b>Erreichbarkeit von Zielen</b>	Ziele					
		Umsetzbarkeit	Zielvorgaben sind in vielen Bereichen oder für viele Hierarchiestufen unrealistisch: Vorgaben sind zu leicht zu erreichen, so dass keine Anstrengung notwendig ist, diese zu erreichen oder Vorgaben sind viel zu hoch angesetzt, so dass eine Zielerreichung unmöglich ist.	Zielvorgaben werden in manchen Bereichen oder auf manchen Hierarchiestufen als realistisch angesehen. In einigen Bereichen bzw. Hierarchiestufen sind die Zielvorgaben unrealistisch (zu ambitioniert oder zu leicht zu erreichen). Die Zielvorgaben auf dieser Reifegradstufe sind zwar durchgängig existent, aber für manche Bereiche/Hierarchiestufen nicht erreichbar.	Zielvorgaben werden in allen Bereichen als realistisch angesehen. Die Vorgaben sind über die gesamte Prozesskette und den jeweiligen Hierarchiestufen aufeinander abgestimmt, so dass die Zielerreichung durchgängig möglich ist. D. h. Bedingung ist, dass die notwendigen Voraussetzungen zur Zielerreichung in allen Bereichen gegeben ist. Allerdings dürfen die Ziele auf dieser Reifegradstufe auch nicht durchgängig zu leicht zu erreichen sein.	Zielvorgaben werden in allen Bereichen als realistisch angesehen. Die Zielvorgaben werden regelmäßig überprüft und ggf. angepasst. In der Gesamtheit sind die Ziele über die gesamte Prozesskette aufeinander abgestimmt und durchgängig ambitioniert, aber realistisch. Bei Erhöhung der Zielvorgaben werden Maßnahmen geschaffen, um die notwendigen Voraussetzungen für die erhöhte Zielerreichung zu schaffen.
		Berücksichtigung von Abhängigkeiten	Es werden keinerlei Abhängigkeiten zwischen einzelnen Bereichen, die eine selbständige Zielerreichung unmöglich machen, in den Zielvorgaben berücksichtigt.	Es werden zwar Abhängigkeiten, die eine selbständige Zielerreichung nicht möglich machen, zwischen einzelnen Bereichen berücksichtigt, allerdings sind diese nicht dokumentiert oder in strukturierter Form und vollständig in den Zielvorgaben zu finden. Das Nichterreichen der Ziele aufgrund der Abhängigkeit von anderen führt bspw. zu Demotivation.	Es werden die meisten Abhängigkeiten in den Zielen zwischen einzelnen Bereichen in strukturierter Form berücksichtigt. Diese sind dokumentiert und in den Zielvorgaben wiederzufinden. D. h. die Zielvorgaben hängen entweder nicht voneinander ab oder nahezu alle Abhängigkeiten, die eine selbständige Zielerreichung unmöglich machen, werden in den Zielvorgaben berücksichtigt.	Es werden alle Abhängigkeiten in den Zielen zwischen einzelnen Bereichen in strukturierter Form berücksichtigt. Diese sind dokumentiert und in den Zielvorgaben wiederzufinden. Die Zielvorgaben und deren Abhängigkeiten werden regelmäßig auf Realisierbarkeit geprüft und ggf. angepasst.
<b>Wirkung von Zielen</b>	Ziele					
		Konsens von Unternehmenszielen und Mitarbeiterzielen	In der Zielfestlegung werden Ziele von Mitarbeitern nicht berücksichtigt. Relevant sind allein Unternehmensziele wie Umsatz, Gewinn etc.	Mitarbeiterziele werden berücksichtigt. Allerdings werden die Mitarbeiterziele nicht ausreichend in Anreizsysteme umgesetzt, so dass die Unternehmensziele nach wie vor den individuellen Mitarbeiterzielen untergeordnet werden.	Es existieren Anreizsysteme, die die Mitarbeiter darin unterstützen, nicht Ihre individuellen Ziele, sondern die Unternehmensziele zu verfolgen. Diese sind weitestgehend durchgängig, allerdings existieren Lücken in einigen Bereichen oder auf einigen Hierarchieebenen.	Es existieren Anreizsysteme auf allen Hierarchieebenen, die die Mitarbeiter darin unterstützen, nicht Ihre individuellen Ziele, sondern die Unternehmensziele zu verfolgen. Diese sind durchgängig und konsistent. Regelmäßige Überprüfung der Mitarbeiterziele durch bspw. Befragungen. Die Ergebnisse werden in die Zielfestlegung und in die Ausgestaltung der Anreizsysteme miteingebunden. So werden bspw. Mitarbeiter belohnt, wenn die Unternehmensziele erfüllt werden. Zudem existiert eine Art betriebliches Vorschlagswesen, so dass jeder Verbesserungsvorschläge einbringen kann.

		<p>Verbesserungsaktivitäten</p> <p>Demotivation entsteht, da die Ziele inkonsistent ausgelegt sind. Bspw. werden Mitarbeiterziele nicht berücksichtigt oder Zielvorgaben sind unrealistisch. Es werden keinerlei Maßnahmen ergriffen, Mitarbeiterinteressen und Gründe für die Demotivation zu erfassen.</p>	<p>Demotivation entsteht, da die Ziele inkonsistent ausgelegt sind. Es existieren Aktivitäten, um die Gründe für die Demotivation zu erfassen. Diese sind allerdings nicht flächendeckend eingesetzt oder finden nur in seltenen Fällen statt. Beschwerden oder Verbesserungsvorschläge von Mitarbeitern werden aufgenommen, aber daraus werden nur in Ausnahmefällen konkrete Maßnahmen ergriffen. Die Mitarbeiter haben den Eindruck: "Das bringt doch sowieso nichts"</p>	<p>Demotivation entsteht, da die Ziele inkonsistent ausgelegt sind. Es existieren Aktivitäten auf vielen Hierarchieebenen und in vielen Bereichen, um die Gründe für die Demotivation zu erfassen. Diese werden regelmäßig durchgeführt. Beschwerden oder Verbesserungsvorschläge von Mitarbeitern werden aufgenommen und bearbeitet.</p>	<p>Demotivation entsteht, da die Ziele inkonsistent ausgelegt sind. Es existieren Aktivitäten auf allen Hierarchieebenen und in allen Bereichen, um die Gründe für die Demotivation zu erfassen. Diese werden regelmäßig durchgeführt. Beschwerden oder Verbesserungsvorschläge von Mitarbeitern werden aufgenommen und aktiv bearbeitet (d. h. ggf. umgesetzt oder bspw. im Falle der Nicht-Umsetzung eine Begründung an den Mitarbeiter kommuniziert). In den Anreizsystemen wird versucht, Demotivation der Mitarbeiter zu vermeiden, Kultur der aktiven Beteiligung im Gegensatz zur passiven Vorgabenausführung.</p>
--	--	--	--	---	---

## Gestaltungsfeld Funktionen

Subcluster	Gestaltungsfeld	Kriterien	RG 0	RG 1	RG 2	RG 3
Konfiguration der PPS	Funktionen					
		Zielausrichtung	Die Ziele des Unternehmens werden nicht erreicht, bzw. durch die verwendeten Verfahren nicht unterstützt	Ziele des Unternehmens werden durch die verwendeten Verfahren nur teilweise unterstützt	ausgewählte Verfahren unterstützen die Zielausrichtung (logistische u. wirtschaftliche) des Unternehmens	Die verwendeten Verfahren werden fortlaufend auf ihren Einfluss auf die Zielerreichung überprüft und ggf. angepasst
		Wissen um verfügbare Methoden und Verfahren	es ist kein ausreichendes Grundwissen über die Methoden und Verfahren der PPS, deren Funktionsweise, Anwendungsvoraussetzungen und unterstützen Ziele bei den Mitarbeitern vorhanden	bei ausgewählten Mitarbeitern ist grundlegendes Wissen über die Methoden und Verfahren vorhanden	Mitarbeiter an entscheidenden Stellen der Produktionsplanung und -steuerung verfügen über ein breites Fachwissen; die Umsetzung wird aber durch fehlendes Verständnis auf Shop-Floor-Ebene erschwert	Mitarbeiter an entscheidenden Stellen der Produktionsplanung und -steuerung verfügen über ein breites Fachwissen; die Umsetzung wird zudem durch ein hohes Verständnis aller Mitarbeiter (auch Shop-Floor-Ebene) gefördert
		Systematik	eingesetzte Verfahren werden ohne systematisches Vorgehen ausgewählt und nicht mehr in Frage gestellt	Verfahren werden anforderungsgerecht ausgewählt ohne jedoch im Gesamtkontext stimmig zu sein (z. B. im Rahmen eines Produktionssystems)	die Auswahl der Verfahren erfolgt systematisch durch Analysen der Ziele und Anforderungen in der Produktion und einem Abgleich mit den Fähigkeiten entsprechender Methoden und Verfahren	Vor dem Hintergrund eines ganzheitlichen Produktionssystems werden Verfahren nach den individuellen Anforderungen und Fähigkeiten der Produktion bedarfsgerecht ausgewählt
		Planungsgüte	schlechte Planungsgüte; unzureichende Prognosen vom Vertrieb bzgl. Absatzmenge; häufige Abweichungen vom Produktionsplan (z. B. Eilaufträge, Terminabweichungen, Reihenfolgevertauschungen, etc.); in Folge dessen hoher Steuerungsaufwand (z. B. Kapazitätsanpassungen)	mittlere Planungsgüte; allerdings unzureichende Berücksichtigung real verfügbarer Ressourcen (z. B. Planung gegen unbegrenzte Kapazitäten)	angemessene Planungsgüte; geringe Abweichung vom Produktionsplan	sehr hohe Planungsgüte; fast keine Abweichungen vom Produktionsplan; gute Kommunikation zwischen Vertrieb und Produktion ggf. Handeln des Vertriebs im Sinne der Produktion
		Parametriierungslogik	Die Parametrierung erfolgt ohne die Verwendung theoretischer Modelle oder die Berufung auf Erfahrungswissen.	Das Erfahrungswissen einzelner Mitarbeiter ist die alleinige Grundlage der Parametrierung der PPS.	teilweise werden mathematische Verfahren (z. B. Losgrößerechnung, Bestandsdimensionierung) verwendet und durch Erfahrungswissen ergänzt	durchgängige Verwendung von praxistauglichen Verfahren (Produktionslinien, Losgrößerechnung, regelbasierte Auftragsfreigabe)
		Parametriierungshäufigkeit	einmalig	sporadisch	regelmäßig (Zeitintervall)	Regelkreis (kontinuierlich)
Kapazitätssteuerung	Funktionen					
		Zielkonformität	eingesetzte Verfahren sind nicht auf die Unternehmens- bzw. herunter gebrochenen Bereichsziele (z. B. Termintreue, Leistung, Servicegrad) abgestimmt	die Kapazitätssteuerung ist grundsätzlich auf die Bereichsziele abgestimmt	die Kapazitätssteuerung ist grundsätzlich auf die Bereichsziele abgestimmt	die eingesetzten Verfahren sind zielkonform, unternehmensindividuell abgestimmt und werden fortlaufend überprüft
		Dokumentation / Transparenz	die Kriterien der Kapazitätssteuerung sind nur unzureichend transparent dargestellt	die Kriterien der Kapazitätssteuerung sind grundsätzlich dokumentiert, aber nur wenig transparent und nachvollziehbar aufbereitet	verwendete Verfahren, Kennzahlen und Eingriffsgrenzen sind dokumentiert, werden aktiv aber nur unzureichend genutzt	verwendete Verfahren, notwendige Kennzahlen und entsprechende Eingriffsgrenzen sind klar und übersichtlich dokumentiert und an den relevanten Stellen zugänglich
		Systematik	Maßnahmen im Rahmen der Kapazitätsabstimmung (z. B. Überstunden, Sonderschichten, Fremdvergabe) werden wahrs und unsystematisch eingeleitet	fast ausschließlich auf Basis von Erfahrungswissen werden Maßnahmen zur Kapazitätsabstimmung eingeleitet	es sind Kennzahlen definiert und geführt, an welchen sich die Einleitung potenzieller Maßnahmen orientiert; eine vollständig systematische Maßnahmenableitung wird nicht unterstützt	es sind Kennzahlen definiert und geführt, an welchen sich die Einleitung potenzieller Maßnahmen orientiert; für jede Kennzahl sind Eingriffsgrenzen klar definiert
		Konsistenz	Auswirkungen potenzieller Maßnahmen sind nicht aufeinander abgestimmt; Kapazitätsanpassungen berücksichtigen nicht die Auswirkungen auf nachfolgende Arbeitssysteme	offensichtliche Wirkzusammenhänge werden bei der Maßnahmenauswahl und -beschreibung berücksichtigt	offensichtliche Wirkzusammenhänge werden bei der Maßnahmenauswahl und -beschreibung berücksichtigt	sämtliche Maßnahmen zur Kapazitätssteuerung sind aufeinander abgestimmt und ihre Wechselwirkungen berücksichtigt
		Zeitpunkt der Maßnahmenableitung	Maßnahmen werden reaktiv (bspw. rückstandsorientiert) eingeleitet, um aufgetretene Abweichungen zu beheben	Maßnahmen werden reaktiv (bspw. rückstandsorientiert) eingeleitet, um aufgetretene Abweichungen zu beheben	Maßnahmen werden reaktiv (bspw. rückstandsorientiert) eingeleitet, um aufgetretene Abweichungen zu beheben	notwendige Maßnahmen zur Kapazitätssteuerung können mittels geeigneter Verfahren frühzeitig antizipiert und proaktiv eingeleitet werden
		Betrachtungsfeld	aufgrund fehlender Informationen können Maßnahmen zur Kapazitätsabstimmung nicht arbeitssystemspezifisch umgesetzt werden	aufgrund fehlender Informationen können Maßnahmen zur Kapazitätsabstimmung nicht arbeitssystemspezifisch umgesetzt werden	aufgrund fehlender Informationen können Maßnahmen zur Kapazitätsabstimmung nicht arbeitssystemspezifisch umgesetzt werden	eine arbeitssystemspezifische Kapazitätssteuerung wird arbeitsvorgangsgenaue Daten ermöglicht
Reihenfolgeplanung	Funktionen					
		Zielkonformität	eingesetzte Verfahren sind nicht auf die Unternehmens- bzw. herunter gebrochenen Bereichsziele (z. B. Termintreue, Leistung, Servicegrad) abgestimmt	die Reihenbildung ist grundsätzlich auf die Bereichsziele abgestimmt	die Reihenbildung ist grundsätzlich auf die Bereichsziele abgestimmt	die eingesetzten Verfahren sind zielkonform, unternehmensindividuell abgestimmt und werden fortlaufend überprüft; die Verfahrensauswahl berücksichtigt die Wirkzusammenhänge mit der eingesetzten Auftragsfreigabe
		Dokumentation / Transparenz	es herrscht keine Transparenz über das eingesetzte bzw. empfohlene Reihenfolgeverfahren	die Kriterien und Regeln der Reihenfolgebildung sind grundsätzlich dokumentiert, aber nur wenig transparent und nachvollziehbar aufbereitet	verwendete Verfahren, notwendige Kennzahlen bzw. Informationen und entsprechende Restriktionen sind klar und übersichtlich dokumentiert und an den relevanten Stellen zugänglich	verwendete Verfahren, notwendige Kennzahlen bzw. Informationen und entsprechende Restriktionen sind klar und übersichtlich dokumentiert und an den relevanten Stellen zugänglich
			...			