

Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand

zur Erlangung des akademischen Grades eines
DOKTORS DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN (Dr.-Ing.)
der Fakultät Maschinenbau
der Universität Paderborn

genehmigte
DISSERTATION

von
Tobias Bensiek
aus Bad Lippspringe

Tag des Kolloquiums: 4. März 2013
Referent: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier
Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Detmar Zimmer

Geleitwort

Geschäftsprozesse beschreiben das „eigentliche Leben“ eines Unternehmens; sie ziehen sich im Sinne einer Ablauforganisation durch mehrere Funktionsbereiche und führen am Ende zu dem, worauf es ankommt – zufriedene Kunden und Gewinn. Erst vor gut einem Jahrzehnt wurde die Bedeutung von Geschäftsprozessen voll erkannt. Seitdem stehen Themen wie Prozessgestaltung und Business Process Reengineering ganz oben auf der Agenda der Unternehmensleitungen.

Mit Reifegradmodellen kann eine objektive Leistungsbewertung von Geschäftsprozessen durchgeführt werden. Zudem ermöglichen sie eine stufenweise Steigerung der Leistungsfähigkeit von Unternehmen. Jedoch sind bestehende Reifegradmodelle meist sehr umfangreich in der Anwendung oder berücksichtigen nicht hinreichend die Spezifika eines Unternehmens.

Vor diesem Hintergrund hat Herr Bensiek eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen für kleine und mittlere Unternehmen entwickelt. Diese unterstützt eine effiziente Entwicklung und Anwendung von Reifegradmodellen, die auf die Anforderungen des Mittelstands zugeschnitten sind. Die entwickelten Reifegradmodelle ermöglichen, den eigenen Entwicklungsstand zu analysieren und Verbesserungspotentiale zu identifizieren. Ferner werden konkrete Empfehlungen für einen individuell sinnvollen Soll-Zustand ausgesprochen. Auf der Basis von bereits durchgeführten Anwendungen ist ein anonymisierter Vergleich mit anderen Unternehmen möglich.

Mit seiner Arbeit hat Herr Bensiek einen wertvollen Beitrag zur Weiterentwicklung des Reifegradmanagements geleistet. Die von ihm entwickelte Systematik zeichnet sich insbesondere durch ihre Praxistauglichkeit aus und ist ein wichtiger Baustein für die Gestaltung von Geschäftsprozessen im Mittelstand.

Paderborn, im März 2013

Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier

Zusammenfassung

Erfolgreiche Produkte und Dienstleistungen sind das Ergebnis wohlstrukturierter Geschäftsprozesse. Reifegradmanagement ermöglicht eine objektive Leistungsbewertung und eine davon ausgehende systematische Leistungssteigerung von Geschäftsprozessen. Bestehende Reifegradmodelle sind meist sehr umfangreich in der Anwendung bzw. berücksichtigen zu wenig die Spezifika eines Unternehmens. Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen sind dies Barrieren für den Einsatz von Reifegradmodellen.

Die vorliegende Arbeit beschreibt eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen für mittelständische Unternehmen. Diese unterstützt eine effiziente Entwicklung und Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle. Mit Hilfe der Modelle kann der Leistungsstand schnell und einfach analysiert und Verbesserungspotential identifiziert werden. Im Rahmen der Modellanwendung werden dem Nutzer konkrete Maßnahmen empfohlen, die der Erreichung eines unternehmensindividuell ermittelten Soll-Zustands dienen. Die Systematik wird durch Software-Werkzeuge unterstützt. So kann der Anwender die Analyse ohne externe Unterstützung durchführen.

Abstract

Successful products and services are the results of well-structured business processes. Maturity models provide objective performance evaluation and systematic performance improvement of business processes. Existing maturity models are usually very extensive in application or consider the company characteristics in a sufficient way. Particularly for small and medium-sized businesses this produces barriers for using maturity models.

This thesis describes a systematics for maturity based performance evaluation and improvement for business processes in small and medium-sized enterprises. The systematics facilitates developing and application of maturity models for the needs of small and medium-sized enterprises. By these models the performance level can be quickly and easily analysed and improvement potentials can be identified. During the model application specific measures to achieve a company's individual target state are recommended. The systematics is supported by software tools. So the user can apply the analysis without external support.

Liste der veröffentlichten Teilergebnisse

- [BGK10] BENSIEK, T.; GRAFE, M.; KREFT, S.: Webbasierte Leistungsbewertung des Virtual Prototyping- und Simulationseinsatzes in der Produktentwicklung. In: Gausemeier, Jürgen; Grafe, Michael (Hrsg.): 9. Paderborner Workshop „Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung“, 10. - 11. Juni 2010, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 274, Paderborn, 2010
- [BK12] BENSIEK, T.; KÜHN, A.: Maturity model for improving virtual engineering in small and medium-sized enterprises. In: Proceedings of the IFIP WG5.1 9th International Conference on Product Lifecycle Management, Montreal, Quebec, Kanada, July 9-11, 2012
- [BKG+12] BENSIEK, T.; KÜHN, A.; GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M.: Self-Assessment for Evaluation and Improving the Product Development Processes in SMEs. In: Proceedings of the ASME 2012 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, IDETC/CIE 2012, Chicago, IL, USA, August 12-15, 2012
- [GBK+12] GAUSEMEIER, J.; BENSIEK, T.; KÜHN, A.; GRAFE, M.: Maturity Based Improvement of Product Development Processes in Small and Medium-Sized Enterprises. In: Proceedings of the Design 2012, 12th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia, 21- 24 May, 2012
- [KBG12] KÜHN, A.; BENSIEK, T.; GRAFE, M.: Den digitalen Produktentstehungsprozess im Mittelstand vorantreiben. In: Tagungsband der 16. IFF- Wissenschaftstage, Magdeburg, Deutschland, 18. - 20. Juni, 2012

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	5
1.1 Problematik.....	5
1.2 Zielsetzung	6
1.3 Vorgehensweise	7
2 Problemanalyse	9
2.1 Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland	9
2.2 Ein prägendes Bild – Der deutsche Mittelstand	11
2.2.1 Quantitative Definitionen des Mittelstands.....	11
2.2.2 Qualitative Definitionen des Mittelstands.....	12
2.2.3 Bedeutung des Mittelstands für die Volkswirtschaft.....	14
2.3 Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung	15
2.3.1 Leistungsbewertung und -steigerung.....	16
2.3.2 Prozessorientierte Managementmodelle	18
2.4 Reifegradmanagement	19
2.4.1 Definitionen und Begriffsbestimmungen	20
2.4.2 Aufbau und Elemente von Reifegradmodellen	22
2.4.3 Klassifikation und Auswahl von Reifegradmodellen	24
2.4.4 Dokumentation von Reifegradmodellen.....	27
2.4.5 Stärken und Schwächen des Reifegradmanagements.....	28
2.5 Anforderungen an eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung im Mittelstand.....	29
2.5.1 Anforderungen an die Struktur eines Reifegradmodells für den Mittelstand	30
2.5.2 Anforderungen an ein Vorgehensmodell zur Entwicklung des Reifegradmodells.....	30
2.5.3 Anforderungen an ein Vorgehensmodell zur Anwendung des Reifegradmodells.....	31
3 Aktuelle Ansätze im Reifegradmanagement	33
3.1 Reifegradbasierte Prozessmanagementmodelle	33
3.1.1 QMMG – Quality Management Maturity Grid.....	33
3.1.2 CMMI – Capability Maturity Model Integration	35
3.1.3 PEMM – Process and Enterprise Maturity Model	41
3.1.4 European Foundation for Quality Management (EFQM)- Excellence-Modell	44

3.1.5	Methode zur Leistungsbewertung und -steigerung der Mechatronikentwicklung nach BALÁZOVÁ.....	49
3.1.6	BESTVOR – Reifegradmodelle als Ordnungsrahmen zur systematischen Prozessverbesserung für mechatronische Entwicklungsprozesse nach RAUCHENBERGER	53
3.1.7	ENGINEERING produktiv!	56
3.2	Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Reifegradmodellen	58
3.2.1	Vorgehen nach PÖPPELBUß und RÖGLINGER	58
3.2.2	Vorgehen nach DE BRUIN, ROSEMAN, FREEZE und KULKARNI.....	59
3.2.3	Vorgehen nach METTLER	61
3.2.4	Vorgehen nach CHRISTIANSEN.....	62
3.2.5	Vorgehen nach BECKER, KNACKSTEDT und PÖPPELBUß.....	63
3.3	Vorgehensmodelle zur Anwendung von Reifegradmodellen	65
3.3.1	Vorgehen nach AHLEMAN, SCHROEDER und TEUTEBERG	65
3.3.2	Vorgehen nach METTLER	66
3.3.3	IDEAL und SCAMPI – Vorgehensmodelle für CMMI	67
3.3.4	RADAR – Vorgehensmodell für das EFQM-Excellence-Modell.	69
3.4	Handlungsbedarf	71
4	Reifegradmodell für den Einsatz von Virtual Prototyping und Simulation im Maschinenbau.....	75
4.1	Status Quo – Virtual Prototyping und Simulation im Maschinenbau.....	75
4.2	VPS-Benchmark.....	76
5	Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung	79
5.1	Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle.....	80
5.1.1	Basiselemente	80
5.1.1.1	Leistungsbewertung	80
5.1.1.2	Zieldefinition	81
5.1.1.3	Leistungssteigerung	82
5.1.2	Logik, Matrizen und Berechnungsvorschriften.....	82
5.1.2.1	Abhängigkeits- und Reifegradmatrix.....	84
5.1.2.2	Beeinflussungs- und Zieldefinitionsmatrix	86
5.1.2.3	Fragenverlaufsmatrix.....	89
5.1.2.4	Maßnahmenmatrix.....	91
5.2	Vorgehensmodelle.....	92
5.2.1	Vorgehensmodell zur Entwicklung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle.....	93
5.2.1.1	Vorbereitung.....	95
5.2.1.2	Definition der Elemente zur Leistungsbewertung	96
5.2.1.3	Definition der Elemente zur Zieldefinition	99

5.2.1.4	Definition der Elemente zur Leistungssteigerung	100
5.2.1.5	Einführung und Wartung.....	101
5.2.2	Vorgehensmodell zur Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle.....	102
5.2.2.1	Vorbereitung und Diagnose.....	103
5.2.2.2	Auswertung.....	104
5.2.2.3	Leistungssteigerung	107
5.3	Softwarewerkzeuge	112
5.3.1	Administrationswerkzeug.....	113
5.3.2	Anwendungswerkzeug	118
6	Validierung am Beispiel des VPS-Benchmarks	123
6.1	Validierung des Vorgehensmodells zur Entwicklung	123
6.2	Validierung der Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle.....	125
6.3	Validierung des Vorgehensmodells zur Anwendung	127
6.4	Bewertung der Systematik hinsichtlich der Anforderungen	130
7	Zusammenfassung und Ausblick	133
	Abkürzungsverzeichnis	137
	Literaturverzeichnis	141

Anhang

A1	Einflüsse und Einflussausprägungen des VPS-Benchmarks	A-1
A2	Themengebiete, Handlungselemente und Leistungsstufen des VPS-Benchmarks	A-3
A2.1	Entwicklungsmanagement.....	A-3
A2.2	Konstruktion.....	A-5
A2.3	Datenmanagement.....	A-8
A2.4	Weiterverwendung.....	A-14
A2.5	Produktanalysen.....	A-17
A3	Maßnahmensteckbriefe des VPS-Benchmarks.....	A-23
A4	Vergleich von Empfehlungen	A-81

1 Einleitung

„If you don't know where you are, a map won't help.“
Watts S. Humphrey, SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE

Mit einem Umsatz von gut 200 Mrd. Euro im Jahre 2011 ist der Maschinen- und Anlagenbau einer der wichtigsten Wachstumstreiber der deutschen Industrie. Im internationalen Vergleich sind die deutschen Hersteller führend; bei der Hälfte aller Fachzweige des Maschinen- und Anlagenbaus ist Deutschland Weltmarktführer. Deutschland war 2010 mit 16,8% Exportweltmeister für Maschinen. Die Branche ist mit 931.000 Beschäftigten der größte industrielle Arbeitgeber Deutschlands. Dabei ist sie durch eine hohe Anzahl mittelständischer Unternehmen geprägt: etwa 90% (2004) der Unternehmen beschäftigen weniger als 250 Mitarbeiter [VDM04], [VDM12].

Kürzere Produktlebenszyklen, steigende Variantenvielfalt und wachsender globaler Wettbewerb stellen Herausforderungen für die Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus dar. Hieraus resultiert die Notwendigkeit, die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit stetig zu steigern [GPW09], [SS10]. Herangehensweisen zur Leistungssteigerung sind bspw. Einbindung der Zulieferer, Einsatz von Gleich- und Wiederholteilen [CF92], Simultaneous Engineering [SBM+05], Frontloading [SK97], Integrative Produktentwicklung [Ehr02] oder Lean Management [WJ04]. Alle genannten Herangehensweisen haben gemein, dass sie auf effektive und effiziente Geschäftsprozesse abzielen oder hierdurch unterstützt werden.

1.1 Problematik

Kernpunkte der Optimierung von Geschäftsprozessen sind eine objektive Bewertung der derzeitigen Leistungsfähigkeit und ein Konzept zur schrittweisen Verbesserung; hierauf zielen Reifegradmodelle ab. Reifegrade definieren für verschiedene Leistungsstufen die Eigenschaften eines Objekts (bspw. die Güte der Datensicherheit in Entwicklungsabteilungen). Reifegradmodelle beschreiben mit Hilfe der Reifegrade ein vereinfachtes Abbild der Realität; sie sind Referenzmodelle [Met10], [IFA10]. Basierend auf der Annahme, dass die Organisationsentwicklung eines Unternehmens vorhersagbaren Mustern folgt, kann ein Unternehmen mit Hilfe von Reifegradmodellen entlang eines konsistenten Pfades zu einer höheren Leistungsstufe geführt werden [RPB11], [VP95], [Got09], [KD89]. Dies wird als Reifegradmanagement bezeichnet. Ein Beispiel ist das BESTVOR-Reifegradmodell: Es dient der systematischen Prozessverbesserung für mechatronische Entwicklungsprozesse im Maschinen- und Anlagenbau. Hierbei werden Unternehmen dabei unterstützt, die Geschäftsprozesse vom Reifegrad „klassisch“ über „beherrscht“ auf „fortgeschritten“ zu verbessern [Rau11]. Reifegradmodelle sind für verschiedenste Themenbereiche wie bspw. Softwareentwicklung, Innovationsmanagement oder Qualitätsmanagement verfügbar.

Reifegradmanagement ist vor allem bei großen Unternehmen verbreitet und wird zur Identifikation von Optimierungspotentialen und bei organisatorischen Veränderungsprozessen in Unternehmen eingesetzt [BOK12], [Chr09]. Vor allem der Einsatz umfangreicher Reifegradmodelle (bspw. CMMI: Capability Maturity Model Integration) erzeugt dabei einen hohen Aufwand im Unternehmen: Die Kompetenzen im Umgang mit dem Modell müssen aufgebaut, nötige Strategien, Prozesse und Schulungen zur Anwendung des Modells erarbeitet werden.

Häufig fehlen im Mittelstand das Know-how und die Erfahrung, vorhandene Herangehensweisen der Leistungssteigerung einzusetzen. Hinzu kommen sowohl zeitlich als auch finanziell beschränkte Ressourcen, die es erschweren, sich neben dem dominanten Tagesgeschäft mit der aufwändigen Optimierung von Geschäftsprozessen zu beschäftigen [Pfe01]. Weniger umfangreiche Reifegradmodelle (bspw. PEMM: Process and Enterprise Maturity Model) bieten zwar eine einfache und schnelle Leistungsbewertung; unterstützen den Anwender aber nicht bei der Wahl einer geeigneten Leistungsstufe. Diese Modelle streben meist einen vordefinierten Zielzustand höchster Reife an. Jedoch ist für kleine und mittlere Unternehmen der maximale Reifegrad häufig nicht ökonomisch [KK84], [RPB11]. Zur Erreichung höherer Reifegrade werden stufenweise fest definierte Ziele vorgegeben. Durch die strikten Vorgaben sinkt die Flexibilität des Unternehmens auf individuelle Anforderungen zu reagieren. Alternative, aber durchaus sinnvolle Verbesserungspfade werden i.d.R. nicht betrachtet [Rau11], [TK97], [RPB11].

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das Reifegradmanagement eine geeignete Herangehensweise ist, um Leistungssteigerungen in Unternehmen zu erzielen. Es mangelt jedoch an einer mittelstandsgerechten Systematik, die neben einer einfachen und schnellen Leistungsbewertung, auch die Ermittlung unternehmensindividuell geeigneter Leistungsstufen ermöglicht.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand. Bestandteile der Systematik sind neben einer Struktur für Reifegradmodelle, auch Vorgehensmodelle für die Entwicklung und Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle. Die Systematik soll dabei durch Softwarewerkzeuge unterstützt werden.

Die Systematik soll ermöglichen, neue Reifegradmodelle effizient zu entwickeln, mit deren Hilfe die Leistungsfähigkeit analysiert und Verbesserungspotentiale identifiziert werden können. Sie soll in der Lage sein unternehmensindividuell geeignete Leistungsstufen zu ermitteln. Konkrete Empfehlungen zur Erreichung dieser Stufen sollen angeboten werden. Die Unternehmen sollen ferner befähigt werden, sich mit anderen Unternehmen zu vergleichen und Verbesserungsmaßnahmen langfristig zu planen. Die Anwendung soll ergebnisorientiert sein und schnell zum Erfolg führen.

Die durchgängige Anwendbarkeit der Systematik soll anhand der Entwicklung und Anwendung eines konkreten Reifegradmodells für den Einsatz von Virtual Prototyping und Simulation im Maschinen- und Anlagenbau nachgewiesen werden.

1.3 Vorgehensweise

Diese Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel. Im Anschluss an diese Einleitung wird in **Kapitel 2** eine Problemanalyse durchgeführt. Zunächst wird der Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland charakterisiert und basierend auf bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnissen die mittelständische Prägung analysiert. Es werden verschiedene prozessorientierte Managementmodelle dargestellt. Hierauf aufbauend wird das Reifegradmanagement detailliert behandelt. Abschließend werden aus den vorherigen Analysen die Anforderungen an die Systematik hergeleitet.

Kapitel 3 gibt einen Überblick über den Stand der Technik im Reifegradmanagement. Zunächst werden bestehende Reifegradmodelle analysiert. Im Anschluss werden Vorgehensmodelle zur Entwicklung und Anwendung von Reifegradmodellen diskutiert. Die einzelnen Ansätze werden hinsichtlich der in Kapitel 2 festgelegten Anforderungen bewertet und ein Handlungsbedarf wird identifiziert.

Zum besseren Verständnis der Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand wird in **Kapitel 4** der VPS-Benchmark vorgestellt: eine konkrete Instanz eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells. Dieser unterstützt Unternehmen dabei, den Einsatz von Virtual Prototyping und Simulation (VPS) im Entwicklungsprozess zu optimieren.

Kapitel 5 bildet den Kern der Arbeit: Es beschreibt die Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand. Dazu werden zunächst die Basiselemente und die Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle vorgestellt. Folgend werden die Vorgehensmodelle zur Entwicklung und Anwendung von Reifegradmodellen eingeführt. Zum Abschluss werden die Softwarewerkzeuge beschrieben.

Die Validierung der Systematik erfolgt in **Kapitel 6**. Dabei wird das Vorgehensmodell zur Entwicklung eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells am Beispiel des VPS-Benchmarks durchgeführt. Die Validierung der vorgeschlagenen Struktur für mittelstandsgerechte Reifegradmodelle erfolgt durch einen Vergleich der VPS-Benchmark-Ergebnisse mit den Ergebnissen durch Unternehmensberatungen. Das Vorgehensmodell zur Anwendung der mittelstandsgerechten Reifegradmodelle wird an drei Anwendungen in der Industrie validiert.

Kapitel 7 besteht aus der Zusammenfassung und einem Ausblick auf zukünftige Arbeiten. Im **Anhang** sind ergänzende Informationen zum VPS-Benchmark zusammengestellt. Eine Übersicht über die Struktur der Arbeit gibt Bild 1-1.

Kapitel 1: Einleitung			
1.1 Problematik		1.2 Zielsetzung	
1.3 Vorgehensweise			
Kapitel 2: Problemanalyse			
2.1 Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland	2.2 Ein prägendes Bild – Der deutsche Mittelstand	2.3 Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung	2.4 Reifegradmanagement
2.5 Anforderungen an eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung im Mittelstand			
Kapitel 3: Aktuelle Ansätze im Reifegradmanagement			
3.1 Reifegradbasierte Prozessmanagementmodelle	3.2 Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Reifegradmodellen	3.3 Vorgehensmodelle zur Anwendung von Reifegradmodellen	
3.4 Handlungsbedarf			
Kapitel 4: Reifegradmodell für den Einsatz von Virtual Prototyping & Simulation im Maschinenbau			
4.1 Status Quo – Virtual Prototyping & Simulation im Maschinenbau			
4.2 VPS-Benchmark			
Kapitel 5: Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung			
5.1 Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle	5.2 Vorgehensmodelle	5.3 Softwarewerkzeuge	
	Vorgehensmodell zur Entwicklung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle	Administrationswerkzeug	
	Vorgehensmodell zur Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle	Anwendungswerkzeug	
Kapitel 6: Validierung am Beispiel des VPS-Benchmarks			
6.1 Validierung des Vorgehensmodells zur Entwicklung	6.2 Validierung der Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle	6.3 Validierung des Vorgehensmodells zur Anwendung	
6.4 Bewertung der Systematik hinsichtlich der Anforderungen			
Kapitel 7: Zusammenfassung und Ausblick			

Bild 1-1: Struktur der vorliegenden Arbeit

2 Problemanalyse

Ziel dieses Kapitels ist die Herleitung der Anforderungen an eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand. Zunächst wird in Kapitel 2.1 der Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland charakterisiert. Die mittelständische Prägung des Maschinen- und Anlagenbaus wird in Kapitel 2.2 analysiert. In Kapitel 2.3 wird die Arbeit in den Rahmen der zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung eingeordnet. Es erfolgt eine Darstellung verschiedener prozessorientierter Managementmodelle. Hierauf aufbauend wird in Kapitel 2.4 detailliert das Reifegradmanagement behandelt. Im abschließenden Kapitel 2.5 werden aus den vorherigen Analysen die Anforderungen an die Systematik hergeleitet.

2.1 Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland

Der Maschinen- und Anlagenbau stellt grundlegende Betriebsmittel für die Industrie- und Dienstleistungsbranchen her. Hieraus resultiert eine hohe Diversifikation der Produktpalette und der Unternehmenspositionierungen. Das Produktspektrum reicht von Serienprodukten wie Sägen oder Geldautomaten bis hin zu hoch spezialisierten Sonderprodukten wie Backstraßen oder Abfüllanlagen. Am Markt sind sowohl Unternehmen mit hoher Wertschöpfung und breiter Produktpalette als auch auf einzelne Marktsegmente spezialisierte Nischenanbieter aktiv [UK01], [Sch03].

Tabelle 2-1: Stellung des Maschinenbaus im produzierenden Gewerbe im Jahre 2011 [VDM12]

Wirtschaftsgruppe	Zahl der Unternehmen	Beschäftigte in Tsd. Jahresdurchschnitt	Umsatz Mrd.
Maschinenbau	6.165	931	201
Elektrotechnik	4.291	842	178
Kraftwagen und Kraftwagenteile	1.041	694	270
Chemische Industrie	1.165	285	113
Ernährungsgewerbe	5.230	426	131
Verarbeitendes Gewerbe	36.485	4.956	1.360

Neben der Kraftwagen- und Elektrotechnikindustrie war der Maschinen- und Anlagenbau im Jahre 2011 einer der wichtigsten Wachstumstreiber der deutschen Industrie (Tabelle 2-1). Mit einem Umsatz von gut 200 Mrd. Euro trug er einen wesentlichen Teil zum Aufschwung der deutschen Wirtschaft bei [VDM12]. Die Branche ist mit 931.000 Beschäftigten in den 6.165 Unternehmen der größte industrielle Arbeitgeber in Deutschland [VDM12]. Die Bau- und Baustoffmaschinen, allgemeine Lufttechnik, Antriebstechnik sowie die Fördertechnik stellen die umsatzstärksten Fachzweige innerhalb der Branche dar [VDM12].

Im internationalen Vergleich sind die deutschen Hersteller führend. Bei 29 von 32 vergleichbaren Fachzweigen liegt Deutschland unter den drei umsatzstärksten Ländern. Bei der Hälfte der Fachzweige sind die Anbieter Weltmarktführer [VDM12].

Deutschland war im Jahre 2010 mit 16,8% des Maschinenexports Exportweltmeister, gefolgt von Japan (12,1%) und den USA (12,0%). 2011 konnten die deutschen Maschinenexporte um 14% im Vergleich zum Vorjahr auf 142,2 Mrd. Euro zunehmen. China war mit 13,3%, gefolgt von den USA mit 8,6%, das größte Abnehmerland deutscher Maschinen und Anlagen. In die Länder der Europäischen Union (EU) wurden 39,2% exportiert [VDM12].

Die Importe nahmen nominal um 17,5% auf 54 Mrd. Euro zu. Dabei kam mehr als die Hälfte des Imports aus der EU. Die Schweiz und Italien waren mit 9,6% bzw. 9,5% die größten Zulieferer [VDM12].

Der Maschinen- und Anlagenbau ist durch eine hohe Anzahl mittelständischer Unternehmen gekennzeichnet. 2004 hatten ca. 88% der Unternehmen weniger als 250 Mitarbeiter. Nur ca. 2% der Unternehmen beschäftigten mehr als 1000 Mitarbeiter. Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern erbringen einen Anteil von 42,6% am gesamten Branchenumsatz (vgl. Bild 2-1) [VDM04]. Im Jahr 2010 lag die durchschnittliche Zahl der Beschäftigten bei 151 [VDM12]. Durch die geringe Größe und einen hohen Zentralisierungsgrad in mittelständischen Unternehmen ist die Kommunikation und Information einfacher als in großen Unternehmen. Dies ermöglicht kurze Kommunikations- und Entscheidungswege [Ker00], [VDM01]. Sie sind jedoch auch durch ein hohes Maß an Informalität und Improvisation gekennzeichnet [HKM97].

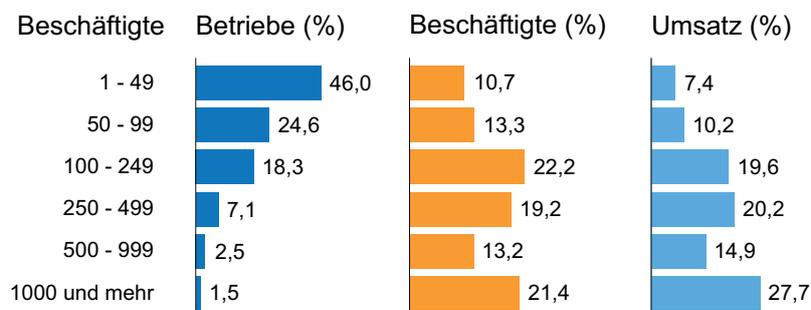


Bild 2-1: Betriebsgrößenklassen im deutschen Maschinenbau [nach VDM04]

Der VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU (VDMA) hat Unternehmen befragt, welche Strategie sie zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit anstreben. Hierbei wurden folgende drei Strategien am häufigsten genannt [VDM00], [Sch03]:

- Forcierte Produktinnovation (72%)
- Kostenreduzierung durch organisatorische Maßnahmen (61%)
- Mehr kundenspezifische Lösungen (52%)

Zudem ergab eine Befragung des VDMA, dass die Technologie, die Produktqualität sowie die Kompetenz als Problemlöser entscheidende Erfolgsfaktoren für die Wettbewerbsfähigkeit sind [VDM00]. Die Geschäftsprozesse der Unternehmen spielen bei den genannten Strategien und Erfolgsfaktoren eine entscheidende Rolle. Sie müssen für die Umsetzung der Strategien und das Bedienen der Erfolgsfaktoren optimal strukturiert sein. Eine Befragung von MCKINSEY & COMPANY zeigt, dass erfolgreiche Unternehmen eine wesentlich kürzere Time-to-Market realisieren als weniger erfolgreiche Unternehmen. D.h. ihre Prozesse ermöglichen ein schnelleres „an den Markt bringen“ neuer oder verbesserter Produkte [KW02], [Sch03]. Die gute Stellung des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus beruht auch auf der branchentypischen Fähigkeit, in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess die bestehenden Produkte schrittweise zu verbessern [HKM97], [Bra97], [KBV01], [Sch03]. Für die Stärke des Maschinenbaus spezielle Kundenwünsche zu erfüllen und kundenindividuelle Systemlösungen anbieten zu können, sind neben einem engen, persönlichen Kundenkontakt [Ger99], [Spa01] auch hierauf abgestimmte, flexible Prozesse nötig. Die Entwicklung komplexer, interdisziplinärer Produkte erfordert das Zusammenwirken vieler Fachdisziplinen, insbesondere der Mechanik, Regelungstechnik, Elektronik und Softwaretechnik. Der Integration dieser Fachdisziplinen bzw. Fachspezialisten kommt eine entscheidende Bedeutung zu und muss durch die Prozesse unterstützt werden [GEK01], [Sch03].

2.2 Ein prägendes Bild – Der deutsche Mittelstand

„Die deutsche Wirtschaft wächst kräftig. Sie ist inzwischen die Konjunkturlokomotive in Europa. Die Arbeitslosigkeit ist so niedrig wie seit knapp zwei Jahrzehnten nicht mehr, und am Arbeitsmarkt entstehen neue Arbeitsplätze. Einen großen Anteil an dieser erfreulichen Entwicklung haben die kleinen und mittleren Unternehmen. Mit Leistungsbereitschaft und Innovationskraft haben sie Deutschland auf Wachstumskurs gebracht“ Rainer Brüderle, Bundesminister für Wirtschaft und Technologie, Januar 2011 [BMW11-ol].

Die herausragende Bedeutung des Mittelstands für den Wirtschaftsstandort Deutschland wird in der Öffentlichkeit häufig hervorgehoben. Zur Bestimmung des Begriffs Mittelstand können quantitative und qualitative Kriterien genutzt werden. Die quantitativen Merkmale sind anhand von amtlichen Datenquellen zu erfassen; qualitative Merkmale gehen auf die besonderen Strukturen des Mittelstands ein [KB03], [WH07].

2.2.1 Quantitative Definitionen des Mittelstands

Eine verbreitete quantitative Definition stammt vom INSTITUT FÜR MITTELSTANDFORSCHUNG BONN (IfMB). An dieser orientiert sich u.a. auch die Bundesregierung. Nach den Kriterien dieser Definition sind Unternehmen mit bis zu 500 Mitarbeitern dem Mittelstand zuzuordnen. Das IfMB differenziert die beiden Größenklassen „Kleinunter-

nehmen“ und „Mittelunternehmen“. Indikatoren sind die Zahl der Beschäftigten sowie der Umsatz in Euro pro Jahr. Die genauen Schwellenwerte werden in Tabelle 2-2 dargestellt [Gün03].

Tabelle 2-2: *Quantitative Mittelstandsdefinition des IfMB*

Größenklasse	Mitarbeiterzahl	Jahresumsatz
Kleinunternehmen	< 10	< 1 Mio. €
Mittelunternehmen	< 500	< 50 Mio. €

Eine weitere gängige quantitative Begriffsbestimmung für kleine und mittlere Unternehmen ist die der EUROPÄISCHEN UNION (EU). Die Verwendung ist für die Mitgliedsstaaten freiwillig. Nach dieser Definition werden lediglich Unternehmen mit bis zu 250 Mitarbeitern zum Mittelstand gezählt. Dabei werden die drei Größenklassen „Kleinstunternehmen“, „Kleines Unternehmen“ und „Mittleres Unternehmen“ unterschieden. Als Indikatoren werden hier die Mitarbeiterzahl, der Jahresumsatz und die Jahresbilanzsumme verwendet. Während die Mitarbeiterzahl unbedingt zu beachten ist, steht es frei zu entscheiden, ob der Jahresumsatz oder die Jahresbilanzsumme zur Differenzierung herangezogen wird. Tabelle 2-3 zeigt die verwendeten Schwellenwerte [EG06].

Tabelle 2-3: *Quantitative Mittelstandsdefinition der EU*

Größenklasse	Mitarbeiterzahl	Jahresumsatz	Jahresbilanzsumme
Kleinstunternehmen	< 10	≤ 2 Mio. €	≤ 2 Mio. €
Kleines Unternehmen	< 50	≤ 10 Mio. €	≤ 10 Mio. €
Mittleres Unternehmen	< 250	≤ 50 Mio. €	≤ 43 Mio. €

2.2.2 Qualitative Definitionen des Mittelstands

Qualitative Merkmale werden genutzt, um auf die Besonderheiten aufmerksam zu machen, die in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) vorherrschen. Diese sind statistisch nur schwierig erfassbar [KB03]. Die nachfolgende Auflistung zeigt für diese Arbeit relevante qualitative Merkmale, die den Mittelstand kennzeichnen:

- **Personengeprägte Unternehmensstruktur:** Mittelständische Unternehmen sind meist inhabergeführt [KB03]. Die Geschäftsführung ist stark in den normalen Arbeitsablauf eingebunden [Ker00], [VDM01], [Sch03]. Die Stelle des Geschäftsführers wird häufig als Lebensaufgabe gesehen und ist zentral im Unternehmen angesiedelt. Es besteht ein persönliches Vertrauensverhältnis zwischen Inhaber und Mitarbeitern [Hol09], [Pfo06].

Tabelle 2-4: Gegenüberstellung der Ausprägungen qualitativer Merkmale bei mittelständischen und großen Unternehmen [PK90], [Heß06]

Bereich	Mittelstand	Großbetriebe
Unternehmensführung	<ul style="list-style-type: none"> - Eigentümer-Unternehmer - Mangelnde Führungskennnisse - Technisch orientierte Ausbildung - Unzureichendes Informationswesen zur Nutzung vorhandener Flexibilitätsvorteile - Patriarchalische Führung - Kaum Gruppenentscheidungen - Große Bedeutung von Improvisation und Intuition - Kaum Planung - Durch Funktionshäufung überlastet - Direkte Teilnahme am Betriebsgeschehen - Geringe Ausgleichsmöglichkeiten bei Fehlentscheidungen - Führungspotenzial nicht austauschbar 	<ul style="list-style-type: none"> - Manager - Fundierte Führungskennnisse - Gutes technisches Wissen in Fachabteilungen und Stäben verfügbar - Ausgebautes formalisiertes Informationswesen - Führung nach Management-by-Prinzipien - Häufig Gruppenentscheidungen - Geringe Bedeutung von Improvisation und Intuition - Umfangreiche Planung - Hochgradige sachbezogene Arbeitsteilung - Ferne zum Betriebsgeschehen - Gute Ausgleichsmöglichkeiten bei Fehlentscheidungen - Führungspotenzial austauschbar
Personal	<ul style="list-style-type: none"> - Geringe Beschäftigtenzahlen - Häufig unbedeutender Anteil von ungelerten und angelernten Arbeitskräften - Kaum Akademiker beschäftigt - Überwiegend breites Fachwissen vorhanden - Vergleichsweise hohe Arbeitszufriedenheit 	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Beschäftigtenzahlen - Häufig großer Anteil von ungelerten und angelernten Arbeitskräften - Akademiker in großem Umfang beschäftigt - Starke Tendenz zum ausgeprägten Spezialistentum - Geringe Arbeitszufriedenheit
Organisation	<ul style="list-style-type: none"> - Auf den Unternehmer ausgerichtetes Einliniensystem, von ihm selbst oder mit Hilfe weniger Führungspersonen bis in die Einzelheiten überschaubar - Funktionshäufung - Kaum Abteilungsbildung - Kurze direkte Informationswege - Starke persönliche Bindungen - Weisungen und Kontrolle im direkten personenbezogenen Kontakt - Delegation in beschränktem Umfang - Kaum Koordinationsprobleme - Geringer Formalisierungsgrad - Hohe Flexibilität 	<ul style="list-style-type: none"> - Personenunabhängig an den sachlichen Gegebenheiten orientierte komplexe Organisationsstruktur - Arbeitsteilung - Umfangreiche Abteilungsbildung - Vorgeschriebene Informationswege - Geringe persönliche Bindungen - Formalisierte unpersönliche Weisungs- und Kontrollbeziehungen - Delegation in vielen Bereichen - Große Koordinationsprobleme - Hoher Formalisierungsgrad - Geringe Flexibilität
Absatz	<ul style="list-style-type: none"> - Spezialisiertes Angebot in schmalen Marktsegmenten - Wettbewerbsstellung sehr uneinheitlich 	<ul style="list-style-type: none"> - Breites Angebot auch in breiten Marktsegmenten - Gute Wettbewerbsstellung
Beschaffung und Materialwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Schwache Position am Beschaffungsmarkt - Häufig auftragsbezogene Materialbeschaffung 	<ul style="list-style-type: none"> - Starke Position am Beschaffungsmarkt - Überwiegend auftragsunabhängige Beschaffung mit langfristigen Lieferantenverträgen
Produktion	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeitsintensiv - Geringe Arbeitsteilung - Überwiegend Universalmaschinen - Geringe Kostendegression mit steigender Ausbringungsmenge - Häufig langfristig gebunden an eine bestimmte Basisinnovation 	<ul style="list-style-type: none"> - Kapitalintensiv - Hohe Arbeitsteilung - Überwiegend Spezialmaschinen - Starke Kostendegression mit steigender Ausbringungsmenge - Keine langfristigen Bindungen an eine Basisinnovation
Forschung und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> - Keine dauernde institutionalisierte FuE-Abteilung - Kurzfristig-intuitive ausgerichtete FuE - Bedarfsorientierte FuE bei Produkten und Verfahren, kaum Grundlagenforschung - Relativ kurzer Zeitraum zwischen Erfindung und wirtschaftlicher Nutzung 	<ul style="list-style-type: none"> - Dauernd institutionalisierte FuE-Abteilung - Langfristig, systematisch angelegte FuE - FuE von Produkten und Verfahren in engem Zusammenhang mit Grundlagenforschung - Relativ langer Zeitraum zwischen Erfindung und wirtschaftlicher Nutzung
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> - Im Familienbesitz - Zugang zum Kapitalmarkt und (externe) Finanzierungsmöglichkeiten beschränkt - Kaum allgemeine staatliche Unterstützung in Krisensituationen 	<ul style="list-style-type: none"> - I.d.R. breit gestreuter Besitz - Zugang zum Kapitalmarkt und vielfältige Finanzierungsmöglichkeiten gegeben - Staatliche Unterstützung in Krisensituationen wahrscheinlich

- **Überschaubarkeit der Unternehmensorganisationen:** Die Unternehmensorganisation ist gering ausgeprägt und auf den Unternehmer ausgerichtet. Die Struktur wird von der persönlichen Mitwirkung des Unternehmers bestimmt [Hol09], [Pfo06].
- **Beschränkte Ressourcen:** Im Allgemeinen weisen mittelständische Unternehmen geringe Eigenkapitalquoten und geringe Kapitalintensitäten auf. Durch die enge Bindung der Eigentümer-Gesellschafter werden häufig weitere Eigenkapitalgeber nicht mit eingeschlossen, da die Inhaber nicht bereit sind, ihre unternehmerische Selbstständigkeit einzuschränken. Somit wird auch die Finanzierung durch Fremdkapital erschwert [Hol09], [Fai05]. Die Selbstfinanzierung aus Umsatzerlösen nimmt den wichtigsten Teil der Finanzierung in kleinen und mittleren Unternehmen ein [BSU08], [Pfo06].
- **Fokussierte Marktbearbeitung:** Mittelständische Unternehmen bedienen oft Marktnischen. Sie weisen eine besondere Nähe zu den Kunden auf. KMU können sehr flexibel auf die Kundenwünsche reagieren. In die Nischen der mittelständischen Unternehmen einzudringen, stellt so eine besondere Schwierigkeit für große Unternehmen dar [BSU08], [Pfo06].

Die qualitativen Merkmale prägen jeden Funktionsbereich im Betrieb. Es ergibt sich ein breites Feld von qualitativen Merkmalen. Eine Darstellung der Unterschiede in diesen Merkmalen zwischen mittelständischen und großen Unternehmen gibt auch Tabelle 2-4.

2.2.3 Bedeutung des Mittelstands für die Volkswirtschaft

Deutschland durchlief 2008 und 2009 die stärkste Rezession der Nachkriegszeit. Hier- von hat sich die deutsche Wirtschaft schnell erholt. Mit einem bemerkenswerten Aufschwung kamen die deutschen Firmen aus der Krise [BDI11]. Dem Mittelstand wird hierbei eine besonders große Rolle eingeräumt; er wird als Rückgrat der deutschen Wirtschaft bezeichnet. Nachfolgende Daten aus dem Unternehmensregister des Statistischen Bundesamts von 2009 zeigen eindrucksvoll die Bedeutung des Mittelstands für die deutsche Volkswirtschaft [Zum12].

99,5% der Unternehmen mit steuerbarem Umsatz und / oder sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in Deutschland zählen zu den kleinen oder mittleren Unternehmen. 55,1% aller sozialversicherungspflichtigen Arbeitnehmer waren bei kleinen- oder mittleren Unternehmen beschäftigt. Der Mittelstand erwirtschaftete gut 37,8% aller Umsätze [IFM12a], [Zum12].

Auf Basis der IfMB-Definition gehörten 2009 sogar 99,7% der Unternehmen zum Mittelstand. Dies waren ca. 3,67 Mio. Unternehmen. Von den 4,98 Mrd. Euro, die 2009 in Deutschland umgesetzt wurden, entfielen knapp 2 Mrd. Euro auf Unternehmen mit Jahresumsätzen unter 50 Mio. Euro. 60,8% der sozialversicherungspflichtigen Beschäftig-

ten und 83,2% aller Auszubildenden waren im Mittelstand angestellt [IFM12a], [IFM12b]. Der Mittelstand ist somit nicht nur der größte Arbeitgeber und Ausbilder in Deutschland, sondern trägt auch erheblich zum Gesamtumsatz der Wirtschaft bei [Zum12].

Neben der Verpflichtung gegenüber ihren Mitarbeitern, die aus der personengeprägten Unternehmensstruktur entsteht, veranlasst auch die ausgeprägte Verpflichtung gegenüber der Gesellschaft mittelständische Unternehmen zu einer nachhaltigen Unternehmensführung. In der Krise war dies ein Aspekt, dem es zu verdanken ist, dass Mitarbeiterkürzungen in mittelständischen Unternehmen möglichst vermieden wurden. Es steht häufig nicht die absolute Gewinnmaximierung im Vordergrund, sondern ein langfristiger Erfolg [BDI11], [Zum12].

2.3 Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung

GAUSEMEIER identifiziert das 4-Ebenen-Modell als einfaches und plausibles Grundmuster für die nachhaltig erfolgreiche Gestaltung eines Unternehmens (Bild 2-2). Es nutzt die Betrachtungsebenen „Vorausschau“, „Strategie“, „Geschäftsprozesse“ und „Systeme“. Die Unternehmensführung sollte sich von oben nach unten an diesen Ebenen orientieren, um die komplexen Aufgaben des Unternehmens zu lösen. Die vier Ebenen werden im Folgenden erläutert [GPW09].

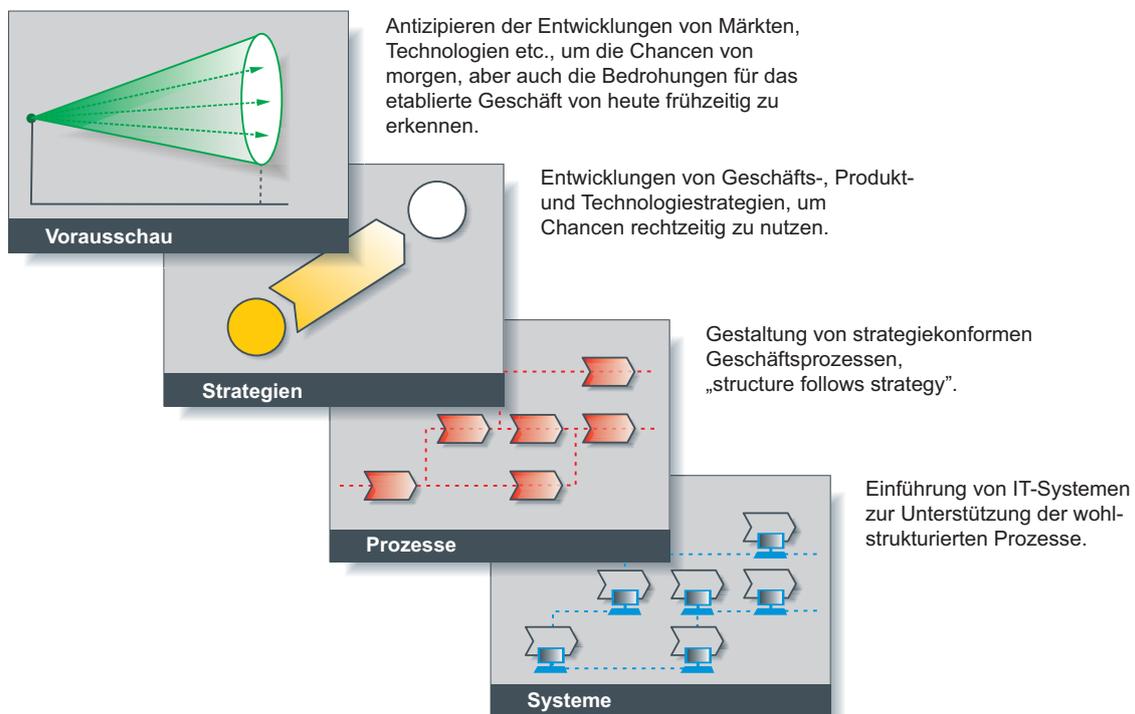


Bild 2-2: 4-Ebenen-Modell zur zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung [GPW09]

Auf der **Vorausschau-Ebene** sollen zukünftige Chancen (Erfolgs- bzw. Nutzenpotentiale) und Bedrohungen bereits heute erkannt werden. Hierfür werden Methoden der Vorausschau wie die Szenario-Technik, Delphi-Methode oder Trendanalyse genutzt. Die Entwicklung einer gemeinsamen Sicht der Unternehmensleitung auf die zukünftigen Entwicklungen ist grundlegend für die Strategieentwicklung. Zusätzlich sollten etablierte Analysen der Ausgangssituation (Stärken-/Schwächen-Analyse, Marktanalyse etc.) durchgeführt werden [GPW09].

Ziel der **Strategie-Ebene** ist es, unter Berücksichtigung der zukünftigen Entwicklungen eine Unternehmens- und Geschäftsstrategie zu entwickeln. Eine Strategie weist neben der Kursbestimmung in Form eines Leitbildes u.a. Schlüsselfähigkeiten, konkrete Marktleistungs- und Geschäftsziele sowie Konsequenzen und Maßnahmen für die einzelnen Handlungsbereiche des Unternehmens auf [GPW09].

Für eine effiziente Leistungserstellung werden gut strukturierte Geschäftsprozesse benötigt. Auf der **Prozess-Ebene** werden Geschäftsprozesse auf Basis der erarbeiteten Strategie gestaltet. Die Prozesse sollten auf die Aufbauorganisation abgestimmt sein. Für ein besseres Verständnis und eine höhere Akzeptanz der Prozesse müssen die Mitarbeiter in die Prozessgestaltung einbezogen werden [GPW09].

Auf der **System-Ebene** wird die Planung und Einführung von IT-Systemen behandelt. Die Systeme sollen eine enge Verzahnung von Geschäftserfordernissen und IT-Möglichkeiten unterstützen [GPW09].

Einordnung der Arbeit

Reifegradmodelle sind effektive Werkzeuge zur Implementierung leistungsfähiger Prozesse. Die in dieser Arbeit entwickelte Systematik ist somit der Prozess-Ebene zuzuordnen, wobei sie die Vorgaben der Strategie-Ebene berücksichtigen und die System-Ebene unterstützen muss.

2.3.1 Leistungsbewertung und -steigerung

Alle Modelle zur Leistungsbewertung und -steigerung basieren auf einem ähnlichen Vorgehen, das als Regelkreis aufgefasst werden kann. Der Regelkreis, bestehend aus einer Leistungsbewertung, einem Soll-/Ist-Vergleich und einer Leistungssteigerung ist in Bild 2-3 dargestellt. Den Ausgangspunkt bildet das zu untersuchende **System** wie bspw. Unternehmen, Organisationseinheiten oder Prozesse [Chr09].

Zunächst wird eine **Zustandserfassung** durchgeführt. Es gilt qualitative und quantitative Informationen über den Ist-Zustand des Systems zu beschaffen. Dies kann mittels Interviews, Fragebögen, Checklisten und ähnlichem geschehen. Bei der **Zustandsanalyse** werden die ermittelten Informationen aufbereitet und in geeigneter Form dargestellt. Hier können die vier Betrachtungsweisen umfeldorientiert (Analyse der äußeren Beziehungen), wirkungsorientiert (Analyse des Eingangs- und Ausgangsverhaltens),

strukturiert (Analyse des strukturellen Aufbaus und der Wirkzusammenhänge) und dynamisch (zeitliche Veränderung) unterschieden werden. In der **Zustandssynthese** wird der Zustand interpretiert. Hierzu wird durch Abstraktion der Ergebnisse der Zustandsanalyse ein plausibles Abbild des Ist-Zustands entwickelt. Die Phasen Analyse/Synthese werden dabei iterativ durchlaufen. Für die Zustandssynthese werden Modellierungs-, Darstellungs- und Analysetechniken verwendet [Chr09].

Ziel der **Definition des Soll-Zustands** ist es, für das System einen idealen Zustand zu finden und diesen mit Hilfe definierter Kriterien festzulegen. Der Idealzustand sollte sich dabei an der Unternehmensstrategie orientieren und finanzielle sowie personelle Ressourcen als Randbedingung berücksichtigen. Hierbei sollten Nutzen und Aufwand in einem ausgewogenen Verhältnis stehen [Chr09].

Aus einem Vergleich zwischen Soll- und Ist-Zustand wird ein **Leistungssteigerungsbedarf abgeleitet**. Wenn sich eine Diskrepanz ergibt, können hieraus Informationen über den Umfang und die Art der notwendigen Anpassungen gewonnen werden. In der Phase **Leistungssteigerungsmethode** wird ein Lösungskonzept erarbeitet, das das System vom Ist- in den Soll-Zustand strukturiert überführt. Das Lösungskonzept beinhaltet ein Vorgehen und Maßnahmen zur Erreichung einer Leistungssteigerung. Das Modell endet mit der **Maßnahmenumsetzung** [Chr09].

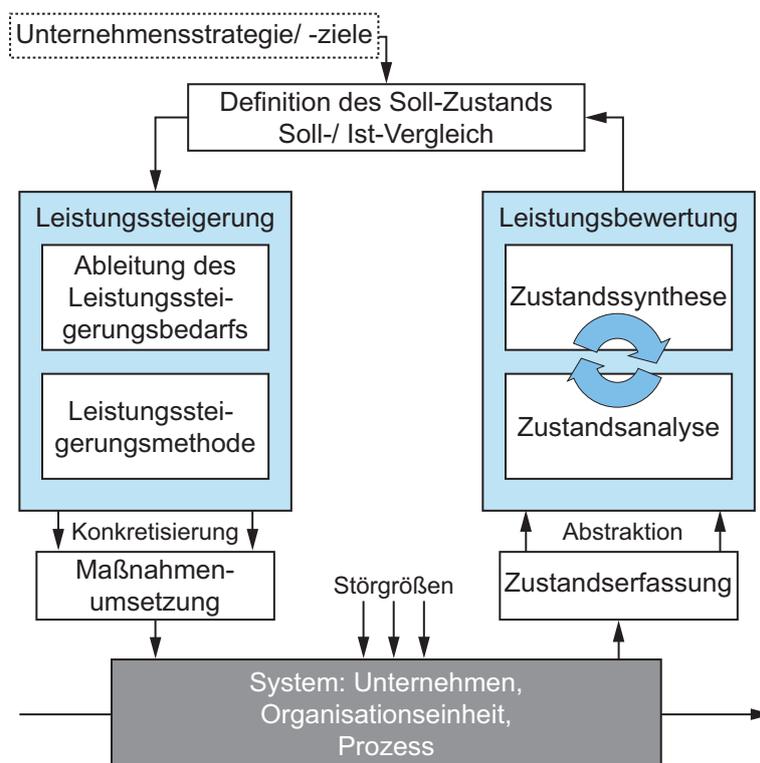


Bild 2-3: Schematische Darstellung des Ablaufs von Leistungsbewertungs- und Leistungssteigerungsmodellen [Chr09]

2.3.2 Prozessorientierte Managementmodelle

Im Rahmen des Geschäftsprozessmanagements sollen die Kundenzufriedenheit und die Produktivität gesteigert werden. So kann der Unternehmens- bzw. Geschäftswert erhöht werden. Basis für eine kontinuierliche Steigerung der Prozessleistung bilden eine laufende Messung und Verbesserung der Geschäftsprozesse. Kreativität, Engagement und Sachverstand der Mitarbeiter haben hier einen hohen Einfluss auf die Leistungssteigerung. Geschäftsprozessmanagement wird durch eigenständige und motivierte Mitarbeiter gefördert. In der Literatur und in der Praxis sind viele Methoden bekannt die dem Geschäftsprozessmanagement zugeordnet werden oder enge Beziehungen zu diesem aufweisen. Beispiele sind Lean Management, Simultaneous Engineering, Prozesskostenrechnung, Total Quality Management u.v.m. [SS10]. Im Folgenden sollen einige dieser Methoden vorgestellt werden.

Business Process Reengineering (BPR)

Dieses Konzept geht davon aus, dass bei relevanten Kennzahlen wie Kosten, Qualität, Service und Zeit enorme Verbesserung erzielt werden können, wenn im Unternehmen ein fundamentales Umdenken und eine radikale Neugestaltung von Geschäftsprozessen durchgeführt wird. Ziel ist also nicht eine Optimierung bestehender Vorgehensweisen und Systeme, sondern eine vollständig Neugestaltung. BPR weist folgende Hauptmerkmale auf [HC96], [SS10]:

- Kunden- und Prozessfokussierung
- Fundamentales Überdenken der Abläufe
- Radikale Erneuerung der Strukturen und Vorgehensweisen
- Umfassender Einsatz von Informationstechnologien
- Quantensprünge der Prozessleistung

KAIZEN und kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)

Bei KAIZEN wird eine stetige Verbesserung angestrebt. Hierbei werden sowohl Mitarbeiter wie Führungskräfte einbezogen. Das Konzept basiert auf der japanischen Philosophie des Kaizen. Im deutschsprachigen Raum wird auch häufig der Begriff „kontinuierlicher Verbesserungsprozess“ synonym verwendet. KAIZEN weist folgende Hauptmerkmale auf [Ima96], [SS10], [WW06]:

- Prozessorientierung
- Permanente Leistungssteigerung in kleinen Schritten
- Kundenorientierung
- Mitarbeiterorientierung

Benchmarking

Beim Benchmarking wird die eigene Denk- und Arbeitsweise mit anderen Unternehmen verglichen, die ähnliche Aufgaben vorbildlich lösen. Hierbei sollen gezielt die besten Praktiken gesucht werden, die einen überdurchschnittlichen Wettbewerbsvorteil ermöglichen. Für das Benchmarking ist es erforderlich, dass eine umfassende Kenntnis der eigenen Leistungsfähigkeit vorliegt. Benchmarking verfolgt dabei folgende Ziele [SS10], [Pus00]:

- Leistungsunterschiede der Organisationen identifizieren
- Gründe für die Leistungsunterschiede ermitteln
- Möglichkeiten für Leistungssteigerung vorschlagen
- wettbewerbsorientierte Ziele empfehlen

Ein weiterer Ansatz zur Steigerung der Effizienz und Effektivität von Geschäftsprozessen ist das Reifegradmanagement [GPW09]. Da dieser Ansatz für die vorliegende Arbeit von hoher Bedeutung ist, wird dieser detailliert im folgenden Kapitel erläutert.

2.4 Reifegradmanagement

Kernpunkte einer Optimierung von Geschäftsprozessen sind eine objektive Bewertung der derzeitigen Leistungsfähigkeit und ein Konzept zur schrittweisen Verbesserung. Reifegradmodelle zielen auf diese Punkte ab; sie ermöglichen eine weitgehend objektive Leistungsbewertung und eine davon ausgehende systematische Leistungssteigerung [GPW09], [FSR08]. Basierend auf der Annahme, dass die Organisationsentwicklung eines Unternehmens vorhersagbaren Mustern folgt, ermöglicht das Reifegradmanagement, das Unternehmen entlang eines logischen Pfades zu höherer Leistungsfähigkeit zu führen [RPB11], [VP95], [Got09], [KD89]. Reifegradmodelle sind für verschiedenste Themenbereiche wie bspw. Softwareentwicklung, Innovationsmanagement oder Qualitätsmanagement verfügbar.

In der Literatur werden drei Zielsetzungen für Reifegradmodelle identifiziert. Jedes Reifegradmodell dient dem Ziel der **Leistungsbewertung**. Zusätzlich kann es das Ziel der **Leistungssteigerung** oder des **Leistungsvergleichs** verfolgen [BRF+05], [PR11]:

- **Leistungsbewertung:** Reifegradmodelle dieser Klasse dienen einer Bewertung der Ist-Situation des Unternehmens. Die Leistungsfähigkeit soll weitgehend objektiv beschrieben werden können. Hierzu werden ausgewählte Themengebiete im Hinblick auf definierte Kriterien untersucht.
- **Leistungssteigerung:** Reifegradmodelle dieser Klasse bieten die Möglichkeit, Entwicklungspotentiale im Unternehmen zu erkennen. Es werden Ziele und Zu-

stände empfohlen, die das Unternehmen erreichen sollte. So wird eine Strategieentwicklung zur strukturierten Leistungssteigerung unterstützt.

- **Leistungsvergleich:** Reifegradmodelle dieser Klasse zielen auf einen unternehmensinternen oder -externen Benchmark. Hierbei sind die Verfahren zur Ermittlung des Reifegrades und der Reifegrad selbst so standardisiert, dass ein aussagekräftiger Vergleich (bspw. best-in-class oder Branchenvergleich) möglich wird.

Der Ursprung des Reifegradmanagements beginnt in den 1970er Jahren. Bereits 1973 wird durch CYRUS F. GIBSON und RICHARD L. NOLAN [GN73] ein vierstufiges Modell für das Management der elektronischen Datenverarbeitung beschrieben. Häufig wird in der Literatur aber das *Quality Management Maturity Grid (QMMG)* [Cro79] von PHILIP B. CROSBY aus dem Jahre 1979 als Vorläufer der Reifegradmodelle angeführt [FMG02], [OMG08], [JSH+06]. Es ist im Themenbereich Qualitätsmanagement angesiedelt und beschreibt in folgenden fünf Stufen, die Fähigkeit eines Unternehmens mit der Produktqualität umzugehen:

1. **Unsicherheit:** „Wir wissen nicht, warum wir Probleme mit der Produktqualität haben.“
2. **Erwachen:** „Ist es wirklich nötig, immer Probleme mit der Produktqualität zu haben?“
3. **Erkenntnis:** „Mit Managementunterstützung und Qualitätssteigerungen erkennen und lösen wir unsere Qualitätsprobleme.“
4. **Verständnis:** „Die Vermeidung von Qualitätsmängeln ist fester Bestandteil unserer Arbeit.“
5. **Sicherheit:** „Wir wissen, warum wir keine Probleme mit der Produktqualität haben.“ (sinngemäß aus dem Englischen nach [Cro79], [BKP09b])

Eine detaillierte Beschreibung des QMMG ist in Kapitel 3.1.1 zu finden. Die Zahl verfügbarer Reifegradmodelle wächst stetig. Aktuelle Schätzungen gehen von mehr als 200 Reifegradmodellen aus [Har09]. Das *Capability Maturity Model Integration (CMMI)* [SEI10a] und dessen Derivate sind die aktuell bekanntesten Reifegradmodelle [OMG08].

2.4.1 Definitionen und Begriffsbestimmungen

Trotz der 40-jährigen Geschichte und einer beträchtlichen Anzahl verfügbarer Reifegradmodelle findet erst in den letzten Jahren eine intensive wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Komplex „Reifegradmanagement“ statt [AST05], [BKP09b]. Im Folgenden werden zwei Definitionen aus der Literatur genannt:

“A maturity model is an evolutionary roadmap for implementing the vital practices from one or more domains of organizational process. The five levels of maturity guide an organization in evolving from poorly defined and inconsistent practices, to repeatable practices at the unit level, to standard organization-wide end-to-end business processes, to statistically managed and predictable processes, and finally to continuous process innovation and optimization” [OMG08, S. 10].

“A maturity model conceptually represents phases of increasing quantitative or qualitative capability changes of a maturing element in order to assess its advances with respect to defined focus areas.” [KMT09, S. 59]

Diese Definitionen beschränken sich auf den Begriff des Reifegradmodells. Zum besseren Verständnis dieser Arbeit werden folgende Begriffe definiert:

Reife ist ein Zustand der Vollständigkeit, Vollkommenheit und Verfügbarkeit [Met09], [SW89].

Reifegrade definieren für verschiedene Leistungsstufen die Eigenschaften eines Objekts (bspw. Prozess, Organisation, Produkt oder Mensch).

Reifegradmodelle sind Referenzmodelle; sie beschreiben die Zusammenhänge zwischen den Reifegraden und somit die Entwicklung eines Objekts von geringer zu hoher Reife.

Im Rahmen des **Reifegradmanagements** werden **Reifegradwerkzeuge und -methoden** (bspw. Vorgehensmodelle, Checklisten, Maßnahmen oder Software) eingesetzt, die dabei unterstützen das Objekt zu geeigneter Reife zu führen.

Diese Definitionen umfassen sowohl das Produkt- als auch das Prozessreifegradmanagement. Produktreifegradmanagement wird bspw. im Projektmanagement zur Messung des Projektfortschritts eingesetzt. So kann der Fortschritt einer Produktentwicklung durch Quality Gates überwacht und leicht kommuniziert werden. Produktreifegradmanagement findet als Teil des Produktlebenszyklus statt. Dahingegen befindet sich das Prozessreifegradmanagement, auch Reifegradmanagement der Ablauforganisation, außerhalb des Produktlebenszyklus. Es unterstützt das Unternehmen darin, relevante Phasen des Produktlebenszyklus (bspw. Produktentwicklung) effizienter zu gestalten. Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Prozessreifegradmanagement. Das Produktreifegradmanagement wird nicht weiter betrachtet.

2.4.2 Aufbau und Elemente von Reifegradmodellen¹

Reifegradmodelle sind Referenzmodelle; sie beschreiben ein vereinfachtes Abbild der Realität [Met10], [IFA10]. Dabei fokussieren alle bestehenden Modelle auf ein definiertes Themengebiet, unterscheiden sich aber im Umfang der Betrachtung. BUGLIONE [Bug09] unterscheidet hierzu zwischen horizontalen, vertikalen und diagonalen Reifegradmodellen. **Horizontale Modelle** betrachten die gesamte Wertschöpfungskette, wie bspw. das *Process Enterprise Maturity Model (PEMM)* von Hammer [Ham07]. **Vertikale Modelle** betrachten einzelne Aspekte sehr detailliert, wie bspw. das Modell *BESTVOR* von RAUCHENBERGER [Rau11], das den Entwicklungsprozess mechatronischer Systeme fokussiert. **Diagonale Modelle** betrachten die gesamte Wertschöpfungskette, fokussieren jedoch auf ein bestimmtes Thema. Ein Beispiel hierfür ist das *People CMM (P-CMM)* [CHM09]. Zur Beschreibung und Systematisierung des gewählten Themengebiets arbeiten die Reifegradmodelle mit Handlungsfeldern:

***Handlungsfelder** kategorisieren den Untersuchungsbereich in übergeordnete Aufgabenkomplexe. Sie fassen stark voneinander abhängige Aspekte des Untersuchungsbereichs zusammen.*

In den verschiedenen Modellen werden hierfür verschiedene Begriffe genutzt. CMMI nennt die Handlungsfelder Prozessgebiete [Kne03]. BESTVOR arbeitet zusätzlich mit Themengebieten [Rau11]. PEMM spricht von Prozessdeterminanten und Unternehmenskompetenzen [Ham07]. Die Handlungsfelder definieren den thematischen Fokus des Modells [Bug09]. Für jedes Handlungsfeld wird die Leistung des Unternehmens mit Hilfe von Handlungselementen gemessen:

***Handlungselemente** sind Stellhebel des Handlungsfelds, die einen hohen Einfluss auf den Untersuchungsbereich haben. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Planung und der Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen [Chr09].*

Auch bei den Handlungselementen unterscheiden sich die Ansätze in den verschiedenen Modellen. CMMI arbeitet mit Zielen und Praktiken [SEI10a]. BALAZOVA spricht von Gestaltungsfaktoren [Bal05] und bei PEMM ist von Merkmalen die Rede [Ham07]. Gemein ist allen Modellen, dass sie diese Handlungselemente zur Ermittlung der Reifegrade und zur Leistungssteigerung nutzen.

Zur Berechnung und Darstellung der Leistungsfähigkeit in einem Handlungsfeld werden **Bewertungssystematiken** eingesetzt. Hier können zwei Ansätze unterschieden werden: **Scoring** und **stufenbasierte Reifegrade**. Beim Scoring werden Punkte für verschiedene Attribute bzw. Ausprägungen vergeben. Die Punkte werden summiert und

¹ Die Ausführungen in diesem Abschnitt basieren zum Teil auf der von mir betreuten Bachelorarbeit „Analyse von Ansätzen zur Reifegradermittlung“ von cand. B. Sc. Fabian Zumbrägel

geben die Entwicklungsstufe in Abhängigkeit der Gesamtpunktzahl an. Bei den stufenbasierten Reifegraden wird propagiert, dass ein Reifegrad nur erreicht werden kann, wenn alle gestellten Anforderungen an die Reifegradstufe erfüllt sind. Außerdem ist das Überspringen eines Reifegrades i.d.R. nicht möglich. Es wird stufenweise ein höherer Reifegrad angestrebt. Hierbei können Reifegrade organisationsweit oder handlungsfeldspezifisch vergeben werden. Modelle nutzen meist zwischen drei und sechs Reifegradstufen [Met10]. Tabelle 2-5 nennt exemplarisch die Reifegradstufen einiger Modelle:

Tabelle 2-5: Exemplarische Darstellung der Reifegradstufen einiger Reifegradmodelle (teils sinngemäß aus dem Englischen übersetzt)

Modell	Reifegrade					
Quality Management Maturity Grid [Cro79]	Level 1 Unsicherheit	Level 2 Erwachen	Level 3 Erkenntnis	Level 4 Verständnis	Level 5 Sicherheit	
R&D Effectiveness audit [Sza94]	Level A Nicht anerkannt	Level B Anfangsbemühungen	Level C Kenntnisse	Level D Methoden	Level E Kompetenzen	Level F fortwährende Verbesserung
Design Maturity Model [FMH01]	Level 1 Nichts		Level 2 Teilweise		Level 3 Formal	Level 4 Kulturell Eingebettet
Project Management Maturity [DSA01]	1	2	3	4	5	
Capability Maturity Model Integration v1.2 [SEI09]	Level 0 Unvollständig	Level 1 Ausgeführt	Level 2 Wiederholbar	Level 3 Definiert	Level 4 Quantitativ verwaltet	Level 5 Optimierend
BestVor [Rau11]	Klassisch		Teilweise beherrscht		Beherrscht	Fortgeschritten

Neben der Bewertungssystematik ist auch die **Messmethode** ausschlaggebend für die Ermittlung des Reifegrades. Die Messmethode beinhaltet die Art der Fragen zur Informationserfassung. Es treten drei Messmethoden auf: **offene Fragen, geschlossene Fragen** und Fragen mit der **Likert Skala**. Bei der häufig verwendeten Likert Skala kann der Anwender den Grad seiner Zustimmung („trifft zu“ bis „trifft nicht zu“) zu einer Aussage angeben [Lik79]. Bei der Befragung mit geschlossenen Fragen werden mehrere konkrete Ausprägungen als Antwortmöglichkeit vorgegeben. Offene Fragen geben keine Ausprägungen oder Antwortmöglichkeiten vor und überlassen dem Anwender die komplette Freiheit bei der Beantwortung [Att06], [BRF+05], [KOR+11].

Die Ermittlung des Reifegrads erfolgt in **Assessments**. Hierbei werden die zu behandelnden Handlungselemente gegen den Referenzrahmen des Reifegradmodells bewertet.

Dies geschieht mit Hilfe von Fragebögen oder Checklisten sowie Regeln zu deren Anwendung. Das Assessment liefert so eine Zustandsaufnahme des betrachteten Handlungsfeldes. Die Assessments werden entweder als **Selbstbewertung** in Eigenregie oder durch **externe Assessoren** durchgeführt [BKP09b].

2.4.3 Klassifikation und Auswahl von Reifegradmodellen

Die große Vielfalt der verfügbaren Modelle und das notwendige, meist tiefgehende Verständnis über die Funktion und Wirkungsweise von Reifegradmodellen stellt Unternehmen vor eine große Herausforderung, wenn sie sich für ein geeignetes Modell entscheiden wollen [Chr09]. Die Auswahl eines geeigneten Modells hängt von zwei wesentlichen Faktoren ab. Erstens muss das Modell thematisch zu den Herausforderungen des Unternehmens passen. Zweitens muss die Struktur des Modells den Anforderungen des Unternehmens genügen, da diese einen entscheidenden Einfluss auf Dauer und Aufwand der Anwendung hat. In der Literatur wurden Klassifikationen und Auswahlhilfen für Reifegradmodelle in bspw. [LBP10], [KOR+11], [KMT09] entwickelt. Im Folgenden werden zwei im Detail vorgestellt.

Nach CHRISTIANSEN [Chr09] bestehen alle Reifegradmodelle aus ähnlichen Bestandteilen, die unterschiedlich ausgeprägt sind. Mittels einer Konsistenzanalyse definiert er fünf generische, konsistente Klassen. Eine Zuordnung bestehender Reifegradmodelle zu diesen Klassen ist möglich. Die Klassifikation soll es Unternehmen erleichtern, geeignete Reifegradmodelle bspw. auch für einzelne Funktionsbereiche wie Entwicklung oder Fertigung zu identifizieren [Chr09].

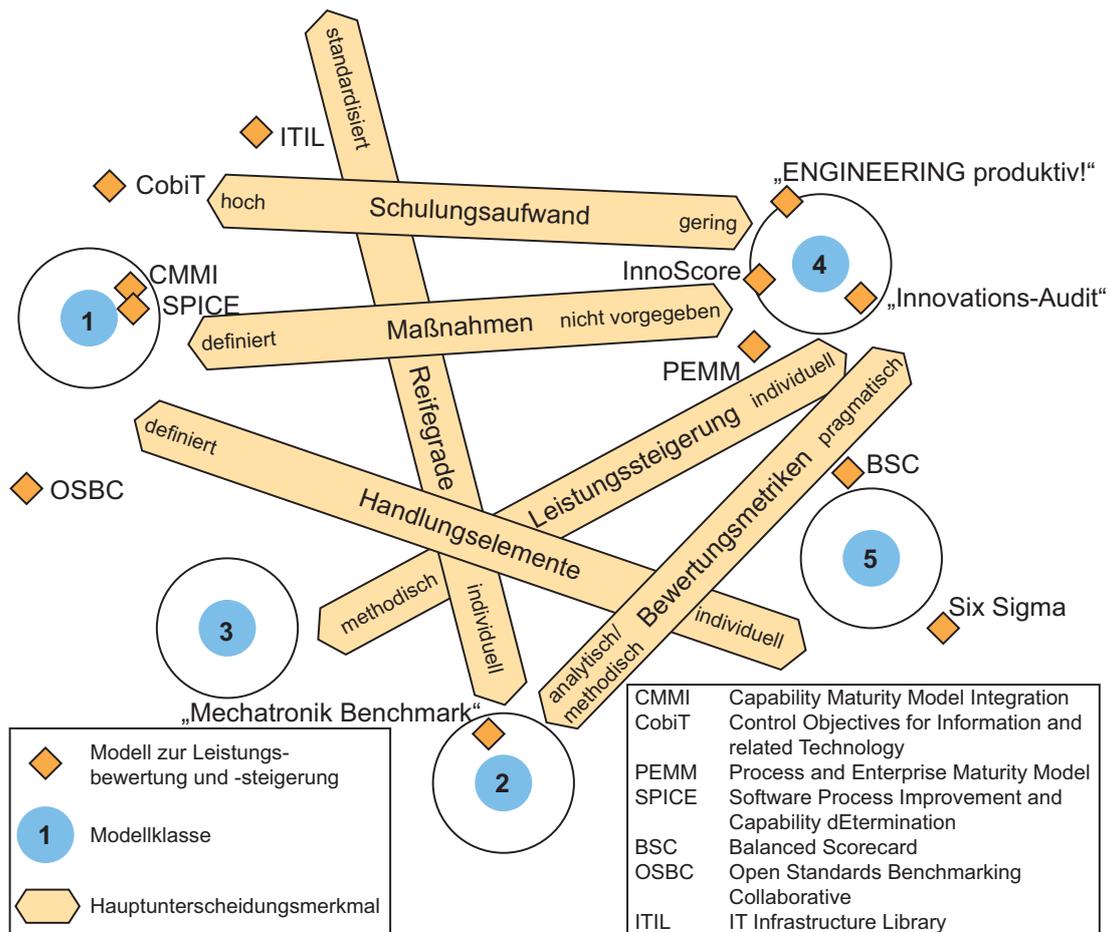


Bild 2-4: Klassifikation von Modellen zur Leistungsbewertung und -steigerung nach CHRISTIANSEN [CG10]

Bild 2-4 zeigt die identifizierten Klassen, die Unterschiede in diesen Klassen und zugeordnete Reifegradmodelle. Je näher sich die Klassen bzw. Modelle liegen, desto höher ist deren Ähnlichkeit. Hauptunterscheidungsmerkmale verdeutlichen grundlegende Unterschiede zwischen den Klassen und werden durch die Pfeile repräsentiert. Bspw. sind die Klassen 1 und 2 durch vorgegebene Maßnahmen gekennzeichnet, während bei den Klassen 4 und 5 keine Maßnahmen vorgegeben werden. Die identifizierten Klassen sind [Chr09]:

- Klasse 1 – Flexible Regelwerke:** Das Regelwerk von Modellen dieser Klasse kann in großem Umfang an die spezifischen Besonderheiten eines Unternehmens angepasst werden. Es basiert auf einer festen Vorgabe von Handlungselementen und einer Reihe von zugehörigen Maßnahmen zur Leistungsbewertung und -steigerung, die um unternehmensspezifische Handlungselemente und Maßnahmen ergänzt werden können. Die Erweiterung bzw. Anpassung wird durch Methoden unterstützt. Deshalb ist eine unternehmensübergreifende Vergleichbarkeit häufig möglich. Der Aufwand zur Anpassung, Einführung bzw. Anwendung ist hoch (ca. 6-12 Monate) [Chr09].

- **Klasse 2 – Starre Regelwerke:** Das Regelwerk von Modellen dieser Klasse ist fest definiert. Anpassungen an die Besonderheiten des Unternehmens sind nicht möglich. Handlungselemente und Maßnahmen basieren meist auf bewährter Praxis. Es wird eine stufenförmige Leistungssteigerung vorgegeben, die es umzusetzen gilt. Es wird nicht methodisch definiert, welche Leistungssteigerung für das Unternehmen sinnvoll ist. Eine unternehmensübergreifende Vergleichbarkeit ist möglich. Meist sind aufwändige Auditierungen von unabhängigen Institutionen notwendig. Die Einführung und Anwendung dieser Reifegradmodelle ist daher mit hohem Aufwand verbunden (mind. 12 Monate) [Chr09].
- **Klasse 3 – Methodische Instrumentarien:** Bei Modellen dieser Klasse wird nur der methodische Rahmen vorgegeben. Die Modelle können an die Besonderheiten des Unternehmens angepasst werden. Es werden Vorgehensweisen zur Erarbeitung unternehmensspezifischer Handlungselemente sowie zur Definition des Soll-Zustands vorgeschlagen. Eine unternehmensübergreifende Vergleichbarkeit ist aufgrund der Individualität nicht möglich. Der Aufwand zur Anpassung, Einführung bzw. Anwendung ist gering (ca. 1-2 Monate) [Chr09].
- **Klasse 4 – Plakative Zustandsdarstellungen:** Modelle dieser Klasse fokussieren die Leistungsbewertung. Sie verfügen über wenige, stark auf den jeweiligen Untersuchungsbereich fokussierte Handlungselemente. Eine Anpassung an die Besonderheiten des Unternehmens ist nicht möglich. Der Ist-Zustand des Unternehmens wird anhand von Diagrammen visualisiert, in denen Schwachstellen leicht erkannt werden können. Informationen zur Leistungssteigerung werden nicht gegeben. Eine unternehmensübergreifende Vergleichbarkeit ist grundsätzlich möglich. Der Aufwand zur Einführung bzw. Anwendung ist sehr gering (wenige Tage bis Wochen) [Chr09].
- **Klasse 5 – Pragmatische Wirkkettenanalysen:** Modelle dieser Klasse beruhen auf unternehmensspezifischen Ursache-Wirkungsketten, wobei Kennzahlen als Indikatoren verwendet werden. Ausgehend davon werden Wirkketten gebildet, um Stellhebel für den Erfolg zu identifizieren. Informationen zur Leistungssteigerung werden nicht vorgegeben. Eine unternehmensübergreifende Vergleichbarkeit ist i.d.R. nicht möglich. Reifegradmodelle dieses Typs setzen meist ein etabliertes Prozessmanagement im Unternehmen voraus, da sie i.d.R. auf einem vorhandenen Kennzahlensystem aufbauen [Chr09].

Zur Auswahl eines geeigneten Reifegradmodells identifizieren AHLEMANN, SCHROEDER und TEUTEBERG [AST05] fünf Schritte:

- 1) **Identifizierung der Handlungsfelder:** Zunächst ist zu identifizieren, welche Handlungsfelder und Organisationseinheiten im Unternehmen untersucht werden sollen.

- 2) **Identifizierung des finanziellen und zeitlichen Rahmens für das Assessment:** Die Reifegradmodelle unterscheiden sich stark in der Methode zur Datenerhebung. Zur Abschätzung des finanziellen und zeitlichen Aufwandes ist zwischen Self-Assessments und dem Einsatz von Expertenteams zu unterscheiden.
- 3) **Identifizierung des Anpassungspotentials eines Reifegradmodells:** Die Reifegradmodelle sollten daraufhin untersucht werden, ob eine Anpassung an die unternehmensinternen Gegebenheiten (Ressourcen) prinzipiell möglich ist.
- 4) **Identifizierung der Unterstützungsmöglichkeiten durch Software:** Für die Datenerhebung und die Datenanalyse ist zu klären, inwieweit eine Softwareunterstützung für das Reifegradmodell vorliegt. Dies gilt insbesondere bei Self-Assessments.
- 5) **Identifizierung der konkreten Handlungsempfehlungen durch ein Reifegradmodell:** Die Reifegradmodelle sind danach auszuwählen, in welchem Umfang konkrete Handlungsempfehlungen oder Anleitungen zur Leistungssteigerung gegeben werden. Dies gilt insbesondere bei Self-Assessments.

2.4.4 Dokumentation von Reifegradmodellen

Aufgrund sich ändernder Rahmenbedingungen, technologischen Fortschritts oder wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn liegt es in der Natur eines Reifegradmodells, dass dieses mit der Zeit veraltet [BKP09a]. Daher ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung über die initiale Modellentwicklung hinaus erforderlich. Dies impliziert die Notwendigkeit einer umfangreichen Dokumentation der Reifegradmodellentwicklung. Mit der Dokumentation von Reifegradmodellen haben sich BECKER, KNACKSTEDT und PÖPPELBUß beschäftigt. Laut ihnen muss dokumentiert werden, welche Handlungsfelder und Zielgruppen das Reifegradmodell adressiert. Auch der Ursprung eines Modells, wie bspw. Unternehmensberatung oder Forschungseinrichtung, ist von hoher Relevanz. Bestehende Reifegradmodelle wurden auf deren Dokumentationsqualität hinsichtlich drei Anforderungen untersucht [BKP09b]:

- 1) **Dokumentation enthält Verweis auf existierende Modelle:** Das entwickelte Modell wird von verwandten bzw. ähnlichen Modellen abgegrenzt. Zur Beschreibung des Entwicklungsprozesses wird auf existierende Reifegradmodelle verwiesen.
- 2) **Dokumentation enthält Hinweis auf Entwicklungs- und Evaluationsschritte:** Es wird beschrieben, wie unterschiedliche Entwicklungsstände des Reifegradmodells erarbeitet und validiert wurden. Dabei kann es sich z. B. um Workshops mit Entwicklern, Experten und Anwendern handeln.
- 3) **Detaillierte Dokumentation des Entwicklungsprozesses:** Die einzelnen Phasen der Reifegradmodellentwicklung werden ausführlich und nachvollziehbar dargestellt.

Die Untersuchung hat ergeben, dass die Entwicklung von Reifegradmodellen überwiegend lückenhaft und unzureichend dokumentiert ist, auch wenn es Reifegradmodelle gibt, die eine gute Dokumentation aufweisen, wie bspw. *CMMI* [SEI09] und *Business Process Management Maturity (BPMM)* [OMG08]. Gut dokumentierte Reifegradmodelle entstammen insbesondere der Wissenschaft, wohingegen von Unternehmen entwickelte Reifegradmodelle meist eine unzureichende Dokumentationsqualität aufweisen [BKP09b].

2.4.5 Stärken und Schwächen des Reifegradmanagements

Reifegradmanagement ist bereits stark verbreitet und wird zur Identifikation von Optimierungspotentialen und bei organisatorischen Veränderungsprozessen in Unternehmen eingesetzt [BOK12]. Durch eine weitgehend objektive Bewertung kann die derzeitige Leistungsfähigkeit ermittelt werden [BRF+05]. Hierdurch wird eine Dokumentation und Kommunikation der Leistungsfähigkeit sowohl nach innen, bspw. gegenüber anderen Geschäftsbereichen, als auch nach außen, bspw. gegenüber Kunden, ermöglicht. Viele Reifegradmodelle bieten auch die Möglichkeit eines Vergleichs der Leistungsfähigkeit mit anderen Unternehmen [BRF+05]. Basierend auf der derzeitigen Leistungsfähigkeit und der Beschreibung höherer Reifegradstufen können Verbesserungspotentiale erkannt und Maßnahmen abgeleitet werden [Sil07], [Hof08], [BS06]. Die formulierten Reifegradstufen bieten einen Rahmen, an dem sich ein Unternehmen orientieren kann. Häufig basieren die Reifegradstufen auf Erfahrungen, die sich in der Vergangenheit als sinnvoll erwiesen haben. So ist es für ein Unternehmen nicht nötig, eigene Lösungen zu erfinden und auszuprobieren, sondern kann aus den Erfahrungen und dem Wissen anderer profitieren. Das Unternehmen kann die allgemein anerkannten Prinzipien für eine individuelle Verbesserung nutzen [KOR+11], [Wal07]. Der stufenweise Aufbau der Reifegradmodelle unterstützt das Unternehmen darin, die Leistung des Unternehmens strukturiert auszubauen und eine Strategie bzw. eine Road Map abzuleiten [Chr09], [Met10]. Der Erfolg von Verbesserungsmaßnahmen kann durch erneute Assessments überwacht werden. Dass das Reifegradmanagement einen positiven Einfluss auf Kosten, Termineinhaltung, Produktivität, Qualität und Kundenzufriedenheit hat, wurde nachgewiesen [GGK06].

Neben den genannten Stärken des Reifegradmanagements ist dieses auch der Kritik unterworfen. Die Einteilung in Reifegrade ist eine starke Vereinfachung der Realität. Es mangelt an empirischen Untersuchungen über die Aussagekraft dieser Vereinfachung [MWB+09], [BDD+84], [BRF+05], [RPB11]. Für die Entwicklung zu einem höheren Reifegrad werden fest definierte Ziele und Zustände vorgegeben. Durch die strikten Vorgaben sinkt die Flexibilität des Unternehmens auf individuelle Anforderungen zu reagieren. Alternative, aber durchaus sinnvolle Pfade werden i.d.R. nicht betrachtet [Rau11], [TK97], [RPB11]. Reifegradmodelle streben meist einen vordefinierten Zielzustand höchster Reife an. Hierbei werden unternehmensindividuelle Einflüsse nicht umfänglich berücksichtigt [KK84], [RPB11]. Die Entwicklung der Reifegradmodelle ist

meist nur unzureichend dokumentiert und nicht nachvollziehbar. Die Güte der Stufen und die Aussagekraft des Reifegradmodells ist daher häufig nicht zu beurteilen [BKP09b], [BKP10], [INN99], [KR11], [SF04], [RPB11]. Vor allem bei umfangreichen Reifegradmodellen ist im Unternehmen ein hoher Aufwand zur Anwendung der Analyse erforderlich. Die Kompetenzen im Umgang mit dem Modell müssen aufgebaut, nötige Strategien, Prozesse und Schulungen zur Anwendung des Modells erarbeitet werden. I.d.R. können nur große Unternehmen Mitarbeiter für diese zeitintensive Arbeit bereitstellen [Rau11], [Pfe01]. Die Werbewirkung eines erzielten Reifegrades kann so hoch sein, dass sie das tatsächliche Interesse an Verbesserungen überwiegt und Schwachstellen bewusst verborgen bleiben. Somit sinkt die Aussagekraft von Reifegraden und die Möglichkeit einer Verbesserung geht verloren; das Erreichen eines Reifegrades oder eines Zertifikates geht vor operativen und nachweisbaren Nutzen [Jac12-ol].

2.5 Anforderungen an eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung im Mittelstand

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Aspekte Mittelstand, Geschäftsprozessmanagement sowie Reifegradmanagement behandelt. In diesem Kapitel werden aus der Problemanalyse Anforderungen an eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung im Mittelstand abgeleitet. Im Reifegradmanagement können die zwei Sichtweisen **Entwicklung von Reifegradmodellen** und **Anwendung von Reifegradmodellen** unterschieden werden [Sch00], [FL05], [Bro07], [Met10]. Die Entwicklung und Anwendung von Reifegradmodellen sind eng miteinander verknüpft und können nicht für sich betrachtet werden [Met09]. Daher müssen auch im Rahmen der in dieser Arbeit entwickelten Systematik neben den Anforderungen an die Struktur des Reifegradmodells auch Anforderungen an die Entwicklung und Anwendung von Reifegradmodellen abgeleitet werden. Die beiden Sichtweisen sind in Bild 2-5 dargestellt und werden in den Kapiteln 3.2 und 3.3 erläutert.

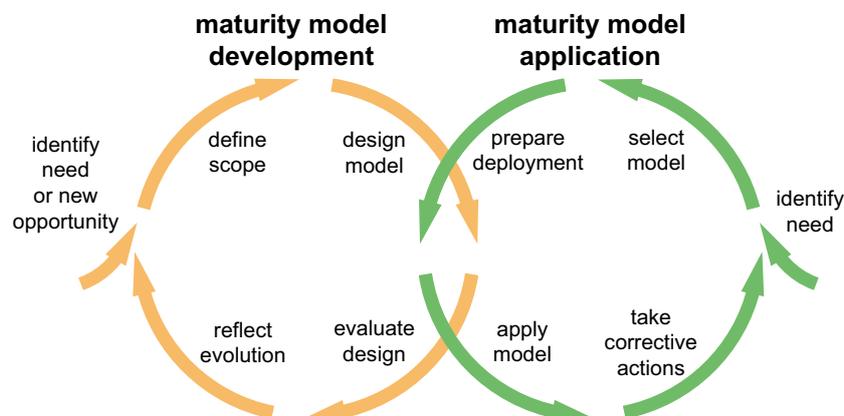


Bild 2-5: *Entwicklung und Anwendung – Zwei Sichten auf ein Reifegradmodell* [nach Met09]

2.5.1 Anforderungen an die Struktur eines Reifegradmodells für den Mittelstand

Nachfolgend werden die Anforderungen an die Systematik aufgestellt, die die Struktur des Reifegradmodells betreffen.

A1: Vergleichbarkeit der Ergebnisse

Die Auswertungen des Modells müssen eindeutig und reproduzierbar sein. Neben der individuellen Analyse soll das Modell Vergleiche der Leistungsfähigkeit mit anderen Unternehmen ermöglichen. Es sollen sowohl Vergleiche mit ähnlichen Unternehmen als auch mit der Gesamtheit aller Unternehmen durchgeführt werden können. Diese Vergleiche sollen dem Unternehmen in Form einer anonymisierten Einordnung zur Verfügung gestellt werden.

A2: Modellinhärente Empfehlungen zur Leistungssteigerung

Das Modell soll eine Leistungssteigerung unterstützen. Hierbei soll nicht der maximal mögliche Reifegrad, sondern ein individuell sinnvoller Soll-Zustand angestrebt werden. Der Soll-Zustand soll hierbei auf Eigenschaften des untersuchten Unternehmens basieren. Modellinhärent sollen konkrete Empfehlungen gegeben werden, wie das Unternehmen den Soll-Zustand erreichen kann. Modellinhärent meint hierbei, dass kein Wissen durch unternehmensexterne Personen dem Modell hinzugefügt werden muss.

A3: Umfassende Dokumentation

Die Struktur des Reifegradmodells muss umfassend und nachvollziehbar dokumentiert werden. Die Berechnungsvorschriften und Zusammenhänge zwischen Handlungsfeldern und -elementen müssen detailliert beschrieben sein. So wird die Funktionsweise des Modells ersichtlich und erhöht die Akzeptanz.

2.5.2 Anforderungen an ein Vorgehensmodell zur Entwicklung des Reifegradmodells

Nachfolgend werden die Anforderungen an die Systematik aufgestellt, die das Vorgehen zur Entwicklung des Reifegradmodells betreffen.

A4: Problemanalyse und -abgrenzung

Das Vorgehensmodell muss eine Problemanalyse und -abgrenzung vorsehen. Hierin wird der Anwendungsbereich des Reifegradmodells definiert und analysiert. Der Bedarf für ein zu entwickelndes Reifegradmodell muss nachgewiesen werden. Zudem muss das Modell von anderen Reifegradmodellen abgegrenzt werden [BKP09a].

A5: Multimethodisches Vorgehen

Das Vorgehensmodell muss verschiedene Methoden berücksichtigen, um eine umfassende Abbildung der Realität zu ermöglichen. Hierbei sind wissenschaftliche Methoden zu wählen und aufeinander abzustimmen [BKP09a].

A6: Ergebnisevaluation in der Zielgruppe

Zur Erhöhung der Akzeptanz des Reifegradmodells ist bei seiner Entwicklung eine ständige Evaluation der Ergebnisse in der Zielgruppe erforderlich. Hierbei sind Nützlichkeit, Qualität und Effektivität zu bewerten. Das Reifegradmodell muss mit der Evaluation iterativ in mehreren Schritten entwickelt werden [BKP09a].

A7: Softwareunterstützung bei der Entwicklung

Die Entwicklung des Reifegradmodells soll durch eine Software unterstützt werden. Diese soll das Vorgehensmodell zur Entwicklung abbilden. So wird eine effiziente Entwicklung neuer Reifegradmodelle ermöglicht.

2.5.3 Anforderungen an ein Vorgehensmodell zur Anwendung des Reifegradmodells

Nachfolgend werden die Anforderungen an die Systematik aufgestellt, die das Vorgehen zur Anwendung des Reifegradmodells betreffen.

A8: Ergebnisorientierte Anwendung

Kleine und mittlere Unternehmen haben meist weder Zeit noch Geld, sich in komplexe Methoden der Leistungsbewertung und -steigerung einzuarbeiten. Das Unternehmen soll schnell und unkompliziert zu einem Ergebnis kommen. Daher ist eine leicht verständliche Anwendung erforderlich. Die Anwendungszeit der Analyse darf einen Tag nicht übersteigen. Schulungen zum Umgang mit dem Modell sollen nicht nötig sein.

A9: Unterstützung bei der Leistungssteigerung

Aufgrund häufig mangelnder Kenntnisse im Mittelstand über den Stand der Technik muss das Vorgehen das Unternehmen dabei unterstützen, die Analyse zu interpretieren. Aufbauend auf der aktuellen Leistungsfähigkeit wird das Unternehmen dabei unterstützt, eine Strategie zur unternehmensspezifischen Leistungssteigerung zu erarbeiten.

A10: Unterstützung der Geschäftsstrategie

Basis für die Gestaltung der Geschäftsprozesse bildet die Geschäftsstrategie. Das Vorgehensmodell muss Möglichkeiten bieten, die Unternehmensziele auf das Reifegradmodell zu projizieren, um somit eine individuelle Leistungssteigerung zu ermöglichen.

A11: Softwareunterstützung bei der Anwendung

Die Anwendung des Reifegradmodells soll durch eine Software unterstützt werden. Diese soll das Vorgehensmodell zur Anwendung abbilden. Die Software soll zu einer leichten Handhabung und niedrigen Kosten der Befragung beitragen.

3 Aktuelle Ansätze im Reifegradmanagement

In diesem Kapitel werden Modelle, Methoden und einzelne Ansätze aus dem Stand der Technik vorgestellt. Zunächst werden in Kapitel 3.1 reifegradbasierte Prozessmanagementmodelle analysiert. Vorgehensmodelle für die bereits beschriebenen Sichtweisen, Entwicklung und Anwendung von Reifegradmodellen, werden in Kapitel 3.2 bzw. Kapitel 3.3 untersucht. Aus der Gegenüberstellung des Stands der Technik mit den Anforderungen wird abschließend in Kapitel 3.4 der Handlungsbedarf für die Erarbeitung einer Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand abgeleitet.

3.1 Reifegradbasierte Prozessmanagementmodelle

Es steht eine Vielzahl an Reifegradmodellen zur Verfügung. Neben thematischen Unterschieden weisen sie zum Teil große Unterschiede in Aufbau und Struktur auf. Im Folgenden werden einige Modelle vorgestellt. Die Auswahl wurde dabei so getroffen, dass sie ein möglichst breites Spektrum verschiedener Ansätze abdeckt.

3.1.1 QMMG – Quality Management Maturity Grid

Das Quality Management Maturity Grid (QMMG) wurde 1979 von PHILIP B. CROSBY in seinem Buch "Quality is Free" [Cro79] vorgestellt. In der Literatur wird es häufig als erstes Reifegradmodell genannt [FMG02], [OMG08], [JSH+06]. Das QMMG ist eine Matrix in der fünf Reifegradstufen des Qualitätsmanagements für sechs Messkategorien beschrieben werden. Kategorien sind bspw. das Managementverständnis von Qualität oder der Umgang mit Problemen. Die Kategorien dienen als Handlungselemente. Handlungsfelder werden hier nicht genutzt. Jede der Kombinationen wird in der Matrix kurz beschrieben (Tabelle 3-1). Das Unternehmen muss sich in jeder Kategorie einer Stufe zuordnen. Hierfür bekommt es zwischen ein und fünf Punkten in Abhängigkeit von der Stufe. Die Gesamtpunktzahl ergibt sich aus der Summe der Einzelpunkte. Das Minimum liegt so bei sechs Punkten (alle Kriterien in Stufe „Uncertainty“) und das Maximum bei 30 Punkten (alle Kriterien in Stufe „Certainty“). Die Bewertung soll in der Gruppe durchgeführt werden, wobei verschiedene Abteilungen, Hierarchien und Rollen vertreten sein sollen. Das QMMG geht grundsätzlich davon aus, dass der höchste Reifegrad erstrebenswert ist. Es gilt die Auffassung, dass sich jedes Unternehmen durch die Erreichung von höheren Reifegradstufen in den Kategorien verbessern kann. Das QMMG gilt als Vorgänger des Capability Maturity Model (CMM) [SF89].

Tabelle 3-1: *Quality Management Maturity Grid [nach SF89]*

Measurement Categories	Stage 1: Uncertainty	Stage 2: Awakening	Stage 3: Enlightenment	Stage 4: Wisdom	Stage 5: Certainty
Management understanding and attitude	No comprehension of quality as a management tool. Tend to blame quality department for "quality problems".	Recognising that quality management may be of value but not willing to provide money or time to make it all happen.	While going through quality improvement programme learn more about quality management; becoming supportive and helpful.	Participating. Understand absolutes of quality management. Recognise their personal role in continuing emphasis.	Consider quality management as an essential part of company system.
Quality organisation	Quality is hidden in manufacturing or engineering departments. Inspection probably not part of organisation. Emphasis on appraisal and sorting.	A stronger quality leader is appointed but main emphasis is still on appraisal and moving the product. Still part of manufacturing or other.	Quality department reports to top management, all appraisal is incorporated and manager has role in management of company	Quality manager is an officer of company; effective status reporting and preventive action. Involved with customer affairs and special assignments.	Quality manager on board of directors. Prevention is main concern. Quality is thought leader.
Problem handling	Problems are fought as they occur; no resolution; inadequate definition; lots of yelling and accusations.	Teams are set up to attack major problems. Long-range solutions are not solicited.	Corrective action communication established. Problems are faced openly and resolved in an orderly way.	Problems are identified early in their development. All functions are open to suggestion and improvement.	Expect in the most usual cases, problems are prevented.
Cost of quality as % of sales	Reported: Unkown Actual: 20%	Reported: 3% Actual: 18%	Reported: 8% Actual: 12%	Reported: 6.5% Actual: 8%	Reported: 2.5% Actual: 2.5%
Quality improvement actions	No organised activities. No understanding of such activities.	Trying obvious "motivational" short-range efforts.	Implementation of a multistep programme (e.g. Crosby's 14-step) with thorough understanding and establishment of each step.	Continuing the multi-step programme and starting other proactive/preventive product quality initiative.	Quality improvement is a normal and continued activity.
Summary of company quality posture	"We don't know why we have problems with quality."	"Is it absolutely necessary to always have problems with quality."	"Through management commitment and quality improvement we are identifying and resolving our problems."	"Defect prevention is a routine part of our operation."	"We know why we do not have problems with quality."

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Das QMMG ist ein pragmatisches Reifegradmodell, das sich schnell und einfach von dem Unternehmen selbst anwenden lässt. Schulungen zum Umgang mit dem Modell sind nicht nötig. Die Leistungsbewertung basiert auf Erfahrungen aus der Praxis. Die Ergebnisse der Analyse sind prinzipiell vergleichbar, jedoch wird durch das Modell keine Unterstützung für einen Vergleich gegeben. Das Modell geht grundsätzlich davon

aus, dass höhere Entwicklungsstufen anzustreben sind. Konkrete Empfehlungen werden nicht gegeben. Unternehmensindividuelle Kennzahlen des Unternehmens werden bei der Leistungssteigerung nicht berücksichtigt. Eine Software zur Unterstützung der Anwendung liegt nicht vor. Die Struktur des Modells wird aus der Dokumentation ersichtlich; die Modellentwicklung ist jedoch nicht umfänglich beschrieben.

3.1.2 CMMI – Capability Maturity Model Integration

Das Reifegradmodell Capability Maturity Model Integration (CMMI) lässt sich auf eine Initiative des US-Verteidigungsministeriums zurückführen. 1986 wurde das SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE beauftragt, ein System zur Bewertung der Reife von Softwareprozessen zu entwickeln. Basierend auf den Ansätzen von CROSBY [Cro79] entstand zunächst das Software Capability Maturity Modell (SW-CMM, häufig auch nur CMM) [PCC93]. Ziel war es, die Effizienz von Softwareentwicklungsprozessen zu bewerten und mit Hilfe von „best practices“ zu verbessern. In den folgenden Jahren wurde das Modell stets weiterentwickelt. Während zu Beginn der Softwareprozess im Mittelpunkt stand, entwickelten sich im Laufe der Zeit domänenübergreifende Ansätze. Es entwickelten sich verschiedene Ableger, wie z.B. das Systems Engineering CMM und das Integrated Product Development CMM. Um eine weitere Zerfaserung zu verhindern, wurde im Jahr 2000 das domänenübergreifende Modell CMMI veröffentlicht [GPW09], [Kne03]. In der aktuellen Version 1.3 des CMMI von 2010 werden drei verschiedene Derivate unterschieden:

- **CMMI for Development (CMMI-DEV):** Dieses Derivat dient der Leistungsbewertung und -steigerung in Organisationen, die Software, Systeme oder Hardware selbst entwickeln [SEI10a].
- **CMMI for Acquisition (CMMI-ACQ):** Dieses Derivat dient der Leistungsbewertung und -steigerung in Organisationen, die Software, Systeme oder Hardware einkaufen, aber nicht selbst entwickeln. Der Fokus liegt hier auf Themen des Supply Chain Management, um den Beschaffungsprozess bei großen Zulieferketten zu optimieren [SEI10b].
- **CMMI for Services (CMMI-SVC):** Dieses Derivat dient der Leistungsbewertung und -steigerung in Organisationen, die Dienstleistungen anbieten. [SEI10c].

Die Struktur aller drei Derivate ist identisch. Sie unterscheiden sich nur in der inhaltlichen Ausprägung. Am Beispiel des CMMI-DEV wird im Folgenden der Aufbau von CMMI erläutert.

Aufbau von CMMI

Bei CMMI werden die Handlungsfelder **Prozessgebiete** genannt. Ein Prozessgebiet fasst alle Anforderungen zu einem bestimmten Thema zusammen [Kne03]. CMMI-DEV besteht aus 22 Prozessgebieten, welche in vier Kategorien eingeteilt werden (Bild 3-1).

Die Kategorisierung bringt zum Ausdruck, dass zwischen Prozessgebieten einer Kategorie Interdependenzen bestehen, die bei der Prozessgestaltung berücksichtigt werden müssen [GPW09]. Diese Interdependenzen werden in [SEI10a] erläutert.

Prozessmanagement	Projektmanagement
Organisationsweite Prozessdefinition Organisationsweite Prozessfähigkeit Organisationsweites Prozessfähigkeitsmanagement Organisationsweiter Prozessfokus Organisationsweites Training	Anforderungsmanagement Integriertes Projektmanagement Management von Lieferantenvereinbarungen Projektverfolgung & -steuerung Projektplanung Quantitatives Projektmanagement Risikomanagement
Ingenieurdisziplin	Unterstützung
Anforderungsentwicklung Produktintegration Technische Umsetzung Validierung Verifizierung	Entscheidungsanalyse & -findung Konfigurationsmanagement Messung & Analyse Qualitätssicherung von Prozessen & Produkten Ursachenanalyse & Problemlösung

Bild 3-1: Kategorisierung der 22 Prozessgebiete des CMMI-DEV [SEI10a]

Als Handlungselemente nutzt CMMI Ziele und Praktiken. Jedem Prozessgebiet werden Ziele zugeordnet. Ein Ziel gilt als erreicht, wenn die zugehörigen Praktiken eingesetzt werden. Es werden spezifische und generische Ziele und Praktiken unterschieden. Eine schematische Darstellung des Aufbaus von CMMI-DEV gibt Bild 3-2.

- Spezifische Ziele:** Jedem Prozessgebiet sind ein bis drei spezifische Ziele zugeordnet, die ausschließlich für dieses Prozessgebiet gelten. Ein Beispiel für ein spezifisches Ziel des Prozessgebiets „Projektplanung“ ist „Schätzungen durchführen“. Um ein spezifisches Ziel zu erreichen, werden zwischen zwei und sieben **spezifische Praktiken** vorgegeben. Um das spezifische Ziel „Schätzungen durchführen“ zu erreichen, wird bspw. die spezifische Praktik „Aufwand-Kosten-Schätzung durchführen“ vorgegeben [SEI10a], [GPW09].
- Generische Ziele:** Mit den generischen Zielen soll die Thematik der Institutionalisierung angegangen werden. Hiermit ist gemeint, dass die eingesetzten Arbeitsweisen in der Organisation als selbstverständlich und Teil der täglichen Arbeit gesehen werden. Insbesondere unter Termin- und Kostendruck sollen die Arbeitsweisen Bestand haben. Die drei generischen Ziele sind für alle Prozessgebiete gleich. Um ein generisches Ziel zu erreichen, werden **generische Praktiken** vorgegeben [SEI10a]:
 - Durchgeführter Prozess:** Die einzige generische Praktik dieses Ziels lautet, alle spezifischen Praktiken des Prozessgebiets einzusetzen [SEI10a].

- 2) **Verwalteter Prozess:** Ein Prozess gilt als „verwaltet“, wenn er das Ziel „Durchgeführter Prozess“ erreicht und zusätzlich geplant wird. Hierbei muss die Planung in Übereinstimmung mit den Unternehmensrichtlinien stehen. Die Mitarbeiter müssen für den Prozess qualifiziert sein und ausreichend zur Verfügung stehen. Für dieses Ziel werden zehn generische Praktiken vorgegeben. Beispiele sind „Verantwortlichkeiten zuweisen“, „Mitarbeiter schulen“ oder „Arbeitsergebnisse kontrollieren“ [SEI10a].
- 3) **Definierter Prozess:** Ein Prozess gilt als „definiert“, wenn er das Ziel „Verwalteter Prozess“ erreicht und zusätzlich auf unternehmensweit standardisierte Prozesse zugeschnitten ist. Zudem soll er durch gesammelte Erfahrungen stets besser werden. So werden für dieses Ziel die zwei generischen Praktiken „Definierten Prozess etablieren“ und „Prozessbezogene Erfahrungen sammeln“ vorgegeben [SEI10a].

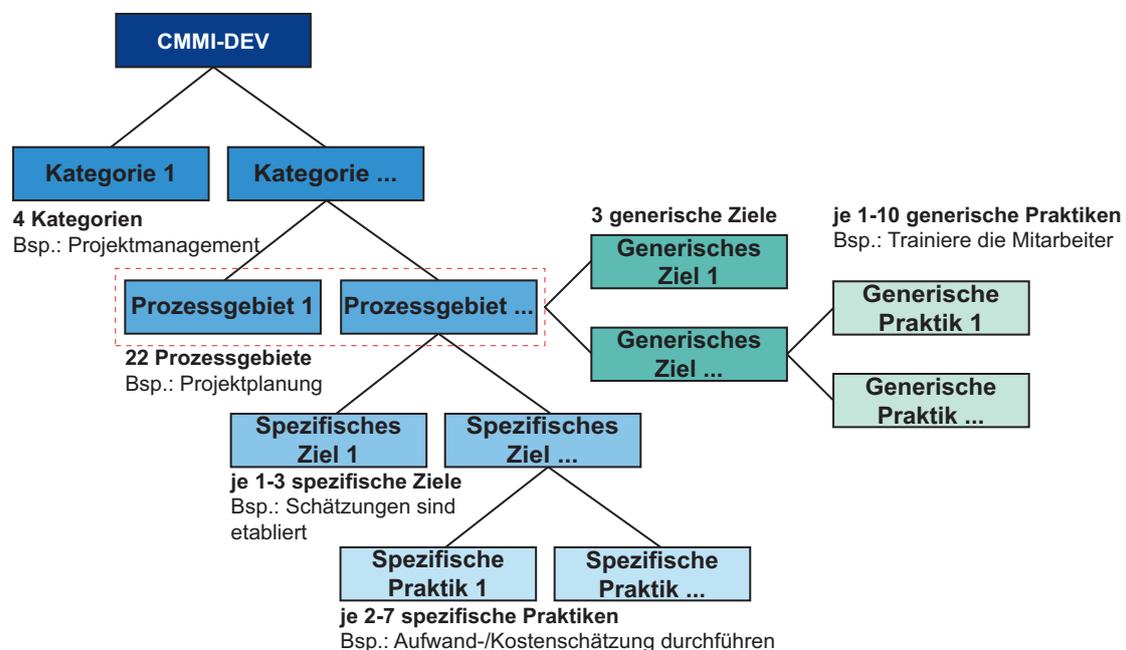


Bild 3-2: Schematische Darstellung der Struktur des CMMI-DEV

Leistungsbewertung

CMMI bietet zwei Herangehensweisen zur Leistungsbewertung: eine **kontinuierliche Darstellung mit Fähigkeitsgraden** (Capability Level) und eine **stufenförmige Darstellung mit Reifegraden** (Maturity Level). Ein Vergleich der Darstellung liefert Bild 3-3.

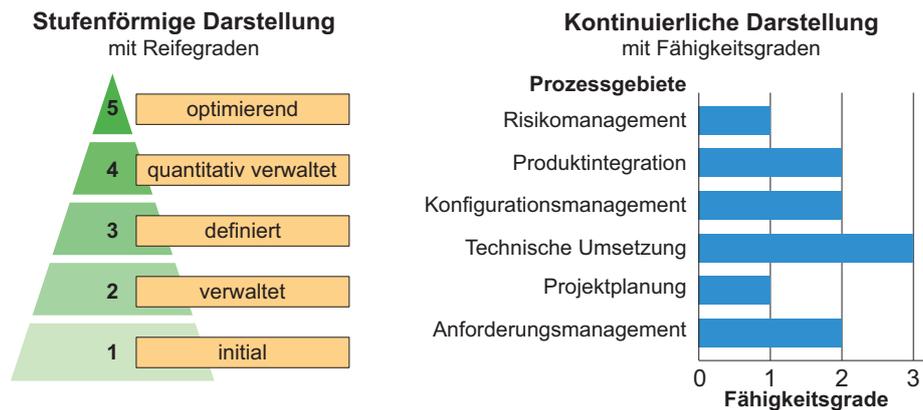


Bild 3-3: Reifegrade vs. Fähigkeitsgrade

Bei der **kontinuierlichen Darstellung** wird jedes Prozessgebiet für sich betrachtet. Dabei müssen nicht alle Prozessgebiete berücksichtigt werden. Dieser Ansatz wird verwendet, wenn bekannt ist, welche Prozessgebiete verbessert werden sollen. Jedes Prozessgebiet wird mit einem Fähigkeitsgrad bewertet. Dieser Fähigkeitsgrad orientiert sich an den generischen Zielen:

- 4) **Unvollständig:** Ein oder mehrere spezifische Ziele des Prozessgebiets werden nicht erreicht.
- 5) **Durchgeführt:** Alle spezifischen Ziele des Prozessgebiets und somit das generische Ziel „Durchgeführter Prozess“ werden erreicht.
- 6) **Verwaltet:** Zusätzlich wird das generische Ziel „Verwalteter Prozess“ erreicht.
- 7) **Definiert:** Zusätzlich wird das generische Ziel „Definierter Prozess“ erreicht.

Das Ergebnis der kontinuierlichen Darstellung kann in einem Fähigkeitsgradprofil (Bild 3-3) dargestellt werden. So wird für die betrachteten Prozessgebiete der Fähigkeitsgrad als Balkenprofil dargestellt. Ein Soll-Fähigkeitsgradprofil kann ebenfalls in dieses Diagramm eingetragen werden [SEI10a].

Bei der **stufenförmigen Darstellung** wird das gesamte Unternehmen mit einem Reifegrad bewertet. Für die Prozessgebiete wird kein expliziter Reifegrad genannt. Dieser Ansatz wird verwendet, wenn eine Verbesserung aller Prozessgebiete angestrebt wird. Grundlage der stufenförmigen Darstellung ist eine Hierarchisierung der Prozessgebiete (vgl. Tabelle 3-2). Die Hierarchisierung legt fest, in welcher Reihenfolge die Prozessgebiete verbessert werden sollen. Sie beruht auf den Interdependenzen zwischen den Prozessgebieten. Die Prozessgebiete wurden in vier Stufen aufgeteilt [SEI10a].

Tabelle 3-2: Hierarchisierung der Prozessgebiete des CMMI-DEV für die stufenförmige Darstellung mit Reifegraden [SEI10a]

Prozessgebiet	Reifegrad
Anforderungsmanagement Konfigurationsmanagement Management von Lieferantenvereinbarungen Messung und Analyse Projektplanung Projektverfolgung und -steuerung Qualitätssicherung von Prozessen und Produkten	2
Anforderungsentwicklung Entscheidungsanalyse und -findung Integriertes Projektmanagement Organisationsweite Prozessdefinition Organisationsweiter Prozessfokus Organisationsweites Training Produktintegration Risikomanagement Technische Umsetzung Validierung Verifizierung	3
Organisationsweite Prozessfähigkeit Quantitatives Projektmanagement	4
Organisationsweites Prozessfähigkeitsmanagement Ursachenanalyse und Problemlösung	5

Wenn alle spezifischen Ziele der Prozessgebiete einer Stufe erreicht werden, wird ein entsprechender Reifegrad vergeben. Zur Erreichung eines höheren Reifegrades müssen alle vorherigen Stufen vollständig erreicht sein. So wird für ein Unternehmen zwischen fünf Reifegraden unterschieden [SEI10a].

Reifegrad 1 – initial: Prozesse werden meist ad hoc und chaotisch in einer sich ständig ändernden Prozessumgebung durchgeführt. Der Erfolg hängt stark von der Kompetenz der Mitarbeiter und nicht vom Einsatz bewährter Prozesse ab. Termin- und Kostenpläne werden oft nicht eingehalten. Für diesen Reifegrad liegen keine Anforderungen vor. Jedes Unternehmen erreicht grundsätzlich mindestens diesen Reifegrad [SEI10a], [GPW09].

Reifegrad 2 – verwaltet: In Unternehmen mit dem Reifegrad 2 werden Prozesse geplant und nach Richtlinien ausgeführt. Qualifizierte Personen, die über ausreichende Ressourcen verfügen, produzieren ein erwartetes Ergebnis. Ein ähnliches Projekt kann erfolgreich wiederholt werden. Die spezifischen Ziele der Prozessgebiete der ersten Stufe werden erreicht [SEI10a], [GPW09].

Reifegrad 3 – definiert: Reifegrad 3 ist gekennzeichnet durch verwaltete und standardisierte Prozesse. Die Standardisierung unterstützt die organisationsübergreifende Übertragbarkeit von kontinuierlichen Prozessverbesserungen. Die spezifischen und generi-

schen Ziele der Prozessgebiete der ersten und zweiten Stufe werden erreicht [SEI10a], [GPW09].

Reifegrad 4 – quantitativ verwaltet: Die Produktqualität und Effizienz von Prozessen wird mittels Kennzahlen erfasst und bewertet. Statistische Methoden unterstützen die Auswertung der Kennzahlen. Die Leistung von Prozessen kann vorhergesagt werden. Die spezifischen und generischen Ziele der Prozessgebiete der ersten, zweiten und dritten Stufe werden erreicht [SEI10a], [GPW09].

Reifegrad 5 – optimierend: Die Prozesse sind von innovativen und kontinuierlichen Verbesserungen geprägt. Die Basis hierfür bilden quantitative Kenngrößen. Es besteht ein Verständnis über die Streuung von Kennzahlen. Projektübergreifend werden Daten gesammelt und ausgewertet, um Verbesserungspotentiale zu identifizieren. Die spezifischen und generischen Ziele aller Prozessgebiete werden erreicht [SEI10a], [GPW09].

Das Ergebnis der stufenförmigen Darstellung ist ein einzelner Reifegrad. Dieser ermöglicht einen Vergleich mit anderen Unternehmen. Hierzu werden die Reifegrade der überprüften Unternehmen auf dem Internetportal des SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTS veröffentlicht [GPW09].

Vom SOFTWARE ENGINEERING INSTITUT werden Bewertungsrandbedingungen vorgegeben. Sie sind in [SEI11a] beschrieben. Diese sollen die Vergleichbarkeit von Leistungsbewertungen sicherstellen. Es werden Anforderungen für drei unterschiedliche Klassen A, B und C der Leistungsbewertung definiert. Dabei nehmen die qualitative Aussagekraft und die methodische Formalisierung der Leistungsbewertung von A nach C ab. Leistungsbewertungen der Klasse A müssen von SEI-autorisierten Personen durchgeführt werden [SEI11a]. Für die Leistungsbewertung wird die sog. SCAMPI Bewertung (engl. Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement) eingesetzt [SEI11b]. Die Methode wird in Kapitel 3.3.3 detailliert erläutert.

Leistungssteigerung

Bei CMMI stellen höhere Entwicklungsstufen (höhere Reife- bzw. Fähigkeitsgrade) grundsätzlich eine Verbesserung dar. Generell gilt, dass die höchsten Entwicklungsstufen erstrebenswert sind. Eine Entscheidung welcher Fähigkeits- bzw. Reifegrad angestrebt werden sollte, bleibt i.d.R. dem Unternehmen überlassen. Für den Umgang mit CMMI wurde die Methode IDEAL [Mcf96] entwickelt. Diese Methode wird in Kapitel 3.3.3 näher erläutert [GPW09].

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

CMMI ist ein umfangreiches Reifegradmodell. Die Anwendung des Modells mittels SCAMPI ist sehr aufwendig. Es sind externe Berater notwendig und das Personal muss geschult werden. Die Leistungsbewertung basiert auf Erfahrungen aus der Praxis. Über das SEI können Vergleiche der Leistungsfähigkeit mit anderen Unternehmen durchgeführt werden. Das Modell geht grundsätzlich davon aus, dass höhere Entwicklungsstu-

fen anzustreben sind. Wenn bekannt ist, welche Entwicklungsstufe von dem Unternehmen angestrebt wird, liegen konkrete Empfehlungen in Form von Zielen und Praktiken vor. Unternehmensindividuelle Kennzahlen des Unternehmens werden durch das Modell bei der Leistungssteigerung nicht berücksichtigt. Im Rahmen von IDEAL können diese aber in die Zieldefinition einfließen. Eine Software zur Unterstützung der Anwendung liegt nicht vor. Das Modell ist durch das SEI sehr umfangreich dokumentiert.

3.1.3 PEMM – Process and Enterprise Maturity Model

Das Process and Enterprise Maturity Model (PEMM) ist ein pragmatisches und einfaches Reifegradmodell. Es wurde von der Unternehmensberatung HAMMER AND COMPANY entwickelt [Ham07]. Die Analyse basiert auf zwei Fragebögen, welche im Rahmen von Diskussionen, Befragungen oder Workshops ausgefüllt werden. Die Methode kann durch das Unternehmen allein angewandt werden, da kein externes oder geschultes Personal benötigt wird. Die Fragebögen dienen dazu, ein Abbild des Unternehmens in Reifegraden zu liefern und Handlungsbedarf aufzudecken. Zu ergreifende Maßnahmen sind individuell zu entwickeln und umzusetzen.

Aufbau von PEMM

Bei PEMM werden die Handlungsfelder „Prozessdeterminanten“ und „Unternehmenskompetenzen“ genannt. Der erste PEMM-Fragebogen behandelt die Prozessdeterminanten. Unter Prozessdeterminanten werden die Faktoren zusammengefasst, welche für die Kontinuität und Nachhaltigkeit der Prozesse maßgeblich sind. Es werden fünf Prozessdeterminanten aufgezählt, welche nach HAMMER die Basis für leistungsfähige Prozesse bilden [Ham07]:

- **Prozessdesign:** Wie gut und vollständig ist der Prozess dokumentiert? Kann der Prozess auf dieser Grundlage ausgeführt werden?
- **Mitarbeiter:** Sind die Mitarbeiter informiert und verfügen sie über die nötige Qualifikation, den Prozess auszuführen?
- **Verantwortung:** Ist die Verantwortlichkeit ausreichend definiert und liegen die notwendigen Befugnisse bei den entsprechenden Führungskräften vor?
- **Infrastruktur:** Ist der Prozess ausreichend durch IT-Systeme und Managementwerkzeuge unterstützt?
- **Kennzahlen:** Wird die Leistung des Prozesses und dessen Ausführung quantitativ durch Kennzahlen überwacht?

Die Prozessdeterminanten weisen hohe Interdependenzen untereinander auf. Nach PEMM können nur dann nachhaltige und leistungsfähige Prozesse erreicht werden, wenn keine Determinante besonders schwach ausgeprägt ist [Ham07].

Tabelle 3-3: Ausschnitt der Tabelle zur Bestimmung des Leistungsstandes der Unternehmenskompetenzen im Reifegradmodell PEMM [GPW09]

Unternehmenskompetenzen		Entwicklungsstufen				Bewertungen			
Merkmale	E-1	E-2	E-3	E-4	E-1	E-2	E-3	E-4	
Leadership	Das Top-Management erkennt die Notwendigkeit, die betriebliche Leistung zu verbessern, ist sich der Bedeutung und der Möglichkeiten von Geschäftsprozessen jedoch nur in eingeschränktem Maße bewusst.	Mindestens ein Manager der Unternehmensleitung verfügt über tiefgehendes Wissen darüber, wie Geschäftsprozesse funktionieren, wie sie zur Leistungssteigerung des Unternehmens beitragen können und wie sie umgesetzt werden.	Das Top-Management ist prozessorientiert und hat eine Vision für die weitere Entwicklung des Unternehmens und der Prozesse.	Das Top-Management betrachtet auch die eigene Arbeit aus Prozesssicht und sieht Prozessmanagement nicht als Projekt, sondern als Managementmethode.	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Abstimmung	Die Führung des Prozessprogramms ist im mittleren Management angesiedelt.	Ein Manager der oberen Führungsebene hat die Führung und die Verantwortung für das Prozessprogramm übernommen.	Das Top-Management ist sich über die Prozessinitiative weitgehend einig. Es wird von vielen Leuten aus dem Unternehmen unterstützt.	Personen in allen Unternehmensteilen begeistern sich für die Veränderung und übernehmen Führungsrollen bei Prozessprojekten.	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Verhalten	Ein Manager der oberen Führungsebene unterstützt die Veränderung und ist bereit, das Projekt zu sponsern.	Ein Manager der oberen Führungsebene hat offizielle Leistungsziele gesteckt und ist bereit, Ressourcen bereitzustellen, tief greifende Änderungen vorzunehmen und Hindernisse aus dem Weg zu räumen, um die Ziele zu erreichen.	Das Top-Management agiert als Team, managt das Unternehmen prozessorientiert und engagiert sich in Prozessinitiativen.	Das Top-Management hat seine eigenen Aufgaben als Prozess definiert, richtet die strategische Planung auf Prozesse aus und entwickelt Geschäftschancen auf Basis von Hochleistungsprozessen.	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Führungsstil	Das Top-Management ist von einem stark hierarchischen Führungsstil zu einem offeneren, auf Zusammenarbeit basierenden Führungsstil übergegangen.	Der für die Prozessveränderung verantwortliche Top-Manager setzt sich leidenschaftlich für notwendige Veränderungen ein und sieht Prozesse als Schlüsselwerkzeug für Veränderungen.	Das Führungsteam hat die Kontrolle und die entsprechenden Weisungsbefugnisse an die Prozesseigner und die Ausführenden delegiert.	Das Top-Management führt das Unternehmen mit Vision und Einfluss statt mit Anweisungen und Überwachung.	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Teamwork	Teamwork findet nur gelegentlich bei einzelnen Projekten statt und ist nicht die Regel.	Das Unternehmen setzt regelmäßig abteilungsübergreifende Projektteams ein, um Verbesserungen zu erzielen.	Teamwork ist bei den Mitarbeitern, die die Prozesse ausführen, an der Tagesordnung und wird auch häufig von Managern praktiziert.	Teamwork mit Kunden und Lieferanten ist an der Tagesordnung.	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Unternehmenskultur					Grün	Grün	Grün	Grün	Grün

Aussage trifft zu mehr als 80 %	Wahrheitsgehalt der Aussage liegt zwischen 20 % und 80 %	Aussage trifft zu weniger als 20 % zu
---------------------------------	--	---------------------------------------

Der zweite Fragebogen erfasst die Unternehmenskompetenzen (vgl. Tabelle 3-3). Hierbei handelt es sich um Voraussetzungen, die gegeben sein müssen, damit sich im Unternehmen Prozesse optimal entwickeln können. Das Unternehmen muss über bestimmte Kompetenzen verfügen, damit leistungsfähige Prozesse möglich sind. Folgende vier Unternehmenskompetenzen werden behandelt [Ham07]:

- **Leadership:** Inwieweit werden Prozessveränderungen durch das Topmanagement mitgetragen oder vorangetrieben?
- **Unternehmenskultur:** Wie ist die Akzeptanz gegenüber Veränderungen innerhalb der Belegschaft? Wie gut funktioniert das Teamwork?
- **Erfahrungen:** Inwieweit verfügt das Unternehmen über Erfahrung mit der Neugestaltung von Prozessen?
- **Steuerung:** Wie gut wird das Management von Veränderungen durch Systeme und Strukturen unterstützt?

Sowohl die Prozessdeterminanten als auch die Unternehmenskompetenzen sind aufgeteilt in zwei bis vier Subbereiche. Bei der Prozessdeterminante „Mitarbeiter“ handelt es sich bspw. um die drei Subbereiche „Wissen“, „Fähigkeiten“ und „Verhalten“. Diese Subbereiche sind die Handlungselemente. Zu diesen Subbereichen sind jeweils vier Stufen in Form von Aussagen definiert. Bei den Prozessdeterminanten handelt es sich um die Prozessreife P-1 bis P-4; bei den Unternehmenskompetenzen handelt es sich um die Unternehmensreife E-1 bis E-4. Sie bauen aufeinander auf und beschreiben für den jeweiligen Subbereich den zutreffenden Zustand [Ham07].

Leistungsbewertung

Das PEMM soll von verschiedenen Hierarchieebenen eines Unternehmens angewandt werden. Im Rahmen von Interviews, Diskussionsrunden oder Workshops werden die Fragebögen zu Prozessdeterminanten und Unternehmensfähigkeiten besprochen. Für jeden Subbereich wird die zutreffendste Aussage ermittelt und dokumentiert. Die Tabellen verfügen auf der rechten Seite über vier Spalten, in denen farbliche Markierungen eingetragen werden können. Die Farben rot, gelb und grün geben eine Aussage darüber, ob der jeweilige Reifegrad erreicht wurde oder nicht (Tabelle 3-3). Eine Entwicklungsstufe gilt als erreicht, wenn die Aussage überwiegend zutrifft (Wahrheitsgehalt der Aussage mehr als 80%, Farbmarkierung: grün). Bei der Bewertung können Diskrepanzen zwischen den verschiedenen Unternehmenshierarchien auftreten. Üblicherweise fällt die Einschätzung des Managements wesentlich positiver aus als die der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. In diesem Fall sollte geklärt werden, warum einzelne Subbereiche so unterschiedlich bewertet wurden [Ham07], [GPW09].

Sobald alle Subbereiche bewertet sind, können die Prozess- und Unternehmensreifegrade ermittelt werden. Die Stufe des jeweils am niedrigsten bewerteten Subbereichs ist die Reifegradstufe der Prozessdeterminante bzw. Unternehmenskompetenz. Der Reife-

grad einer Prozessdeterminante oder Unternehmenskompetenz ist nur so gut wie sein schwächster Subbereich. Der Reifegrad kann mit vorrangegangenen Erhebungen verglichen werden, um die Veränderung des Unternehmens hinsichtlich der Prozessdeterminanten und Unternehmenskompetenzen zu erkennen [Ham07].

Leistungssteigerung

PEMM geht grundsätzlich davon aus, dass der höchste Reifegrad erstrebenswert ist. Es gilt die Auffassung, dass sich jedes Unternehmen durch die Erreichung von höheren Reifegradstufen bei Prozessdeterminanten und Unternehmenskompetenzen verbessern kann [Ham07].

Wenn ein Subbereich deutlich niedriger als andere ausgeprägt ist, so zeigt dies eine Schwachstelle auf und kann vom Unternehmen im Rahmen einer Optimierung fokussiert werden. Ein ausgewogenes, d.h. homogenes Profil ist erstrebenswert [Ham07].

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

PEMM ist ein pragmatisches Reifegradmodell, das sich schnell und einfach von dem Unternehmen selbst anwenden lässt. Schulungen zum Umgang mit dem Modell sind nicht nötig. Die Leistungsbewertung basiert auf Erfahrungen aus der Praxis. Die Ergebnisse der Analyse sind prinzipiell vergleichbar, jedoch wird durch das Modell keine Unterstützung für einen Vergleich gegeben. Das Modell geht grundsätzlich davon aus, dass höhere Entwicklungsstufen anzustreben sind. Konkrete Empfehlungen werden nicht gegeben. Unternehmensindividuelle Kennzahlen des Unternehmens werden bei der Leistungssteigerung nicht berücksichtigt. Eine Software zur Unterstützung der Anwendung liegt nicht vor. Die Struktur des Modells wird aus der Dokumentation ersichtlich, die Modellentwicklung ist jedoch nicht umfänglich beschrieben.

3.1.4 European Foundation for Quality Management (EFQM)-Excellence-Modell

Die European Foundation for Quality Management (EFQM) wurde 1988 von 14 namenhaften europäischen Unternehmen mit Unterstützung der Europäischen Kommission gegründet. Die gemeinnützige Organisation hat das Ziel, ein europäisches Rahmenwerk für das Qualitätsmanagement zu entwickeln und sich für das Qualitätsmanagement im europäischen Raum einzusetzen. Ein Ergebnis ist das EFQM-Excellence-Modell: ein Qualitätsmanagement-System des Total-Quality-Managements (TQM) [RW97]. Das TQM ist eine ganzheitliche Qualitätsmanagementmethode, die auf der Mitwirkung aller Mitglieder einer Organisation basiert. Hierbei steht die Qualität im Mittelpunkt, um die Kundenzufriedenheit zu gewährleisten. So soll das Geschäft langfristig gesichert und Nutzen für die Organisationmitglieder und die Gesellschaft erzielt werden [HM10]. Auf Basis des EFQM-Excellence-Modells wird jährlich der EFQM Excellence Award ver-

geben. Dieser kann als Antwort Europas auf den in den USA hoch geschätzten Malcolm Baldrige National Quality Award² und den japanischen Deming-Preis³ gesehen werden [Stu05]. Es bietet eine Hilfestellung für den Aufbau und die kontinuierliche Weiterentwicklung von umfassenden Managementsystemen. Unternehmen können es nutzen, um durch Selbstbewertungen die eigenen Stärken und Schwächen zu erkennen und ihren Geschäftserfolg zu verbessern [Alb08], [HF11].

Aufbau des Modells

Das Modell wird regelmäßig aktualisiert. Die aktuelle Version ist EFQM 2013. Die folgenden Ausführungen basieren auf [EFQM12]. Das EFQM-Excellence-Modell besteht aus drei Komponenten:

- **Grundkonzepte der Exzellenz:** Sie umfassen die Grundprinzipien, auf denen nachhaltige Exzellenz für jede Form von Organisationen beruht.
- **Kriterienmodell:** Es bildet die Bewertungsbasis für die Organisation. Es hilft die Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen den Aktivitäten und den resultierenden Ergebnissen der Organisation zu verstehen.
- **RADAR-Logik:** Sie stellt eine strukturierte Vorgehensweise dar, um die Leistung einer Organisation zu bewerten und den EFQM-Reifegrad zu ermitteln.

Die **Grundkonzepte der Exzellenz** sind die Voraussetzungen, um nachhaltige Exzellenz zu erreichen. Sie dienen dem Management als Leitlinie.

- **Nutzen für Kunden schaffen:** „Exzellente Organisationen schaffen konsequent Kundennutzen durch Verstehen, Voraussehen und Erfüllen von Bedürfnissen, Erwartungen sowie das Nutzen von Chancen.“ [EFQM12]
- **Die Zukunft nachhaltig gestalten:** „Exzellente Organisationen üben einen positiven Einfluss auf ihr Umfeld aus. Sie steigern ihre Leistung und verbessern gleichzeitig die ökonomischen, ökologischen und sozialen Bedingungen der Gesellschaftsgruppen, mit denen sie in Kontakt stehen.“ [EFQM12]
- **Die Fähigkeiten der Organisation entwickeln:** „Exzellente Organisationen entwickeln ihre Fähigkeiten durch effektives Management von Veränderungen innerhalb und außerhalb der Organisation.“ [EFQM12]

² Der Malcolm Baldrige National Quality Award ist eine angesehene Auszeichnung für US-amerikanische Unternehmen, die besonders erstrebenswerte Leistungen in den Bereichen des Qualitätsmanagements erbracht haben. Er wurde nach dem U.S. amerikanischen Handlungsminister Malcolm Baldrige benannt (1922-1987) [Pfe01].

³ Der Deming-Preis ist nach dem U.S. Amerikaner Dr. W. E. Deming (1900-1993) benannt und wird in Japan an Unternehmen vergeben, die ein herausragendes Qualitätsmanagement etabliert haben [Dem00] [Agu90].

- **Kreativität und Innovation fördern:** „Exzellente Organisationen schaffen Mehrwert und steigern ihre Leistung durch kontinuierliche Verbesserung und systematische Innovation, indem sie sich die Kreativität all ihrer Interessengruppen nutzbar machen.“ [EFQM12]
- **Mit Vision, Inspiration und Integrität führen:** „Exzellente Organisationen haben Führungskräfte, welche die Zukunft gestalten und verwirklichen. Sie agieren als Vorbilder in Bezug auf geltende Werthaltung und ethische Grundsätze.“ [EFQM12]
- **Veränderungen aktiv managen:** „Exzellente Organisationen sind für ihre Fähigkeit bekannt, Chancen und Gefahren zu erkennen und darauf effektiv und effizient zu reagieren.“ [EFQM12]
- **Durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erfolgreich sein:** „Exzellente Organisationen wertschätzen ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und schaffen eine Kultur der aktiven Mitwirkung, um sowohl die Ziele der Organisation als auch die der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu erreichen.“ [EFQM12]
- **Dauerhaft herausragende Ergebnisse erzielen:** „Exzellente Organisationen erzielen in ihrer Branche dauerhaft herausragende Ergebnisse, welche die kurz- und langfristigen Bedürfnisse ihrer Interessengruppen erfüllen.“ [EFQM12]

Das **Kriterienmodell** bildet mit neun Kriterien die Grundstruktur des EFQM-Excellence-Modells (Bild 3-4). Die Kriterien werden in „Befähiger“ und „Ergebnisse“ unterschieden. „Die Pfeile verdeutlichen die Dynamik des Modells. Sie zeigen, dass Lernen, Kreativität und Innovation bei den Befähigern zu Verbesserungen beitragen, was wiederum die Ergebnisse verbessert“ [EFQM12]. Die Kriterien werden im Folgenden näher charakterisiert.

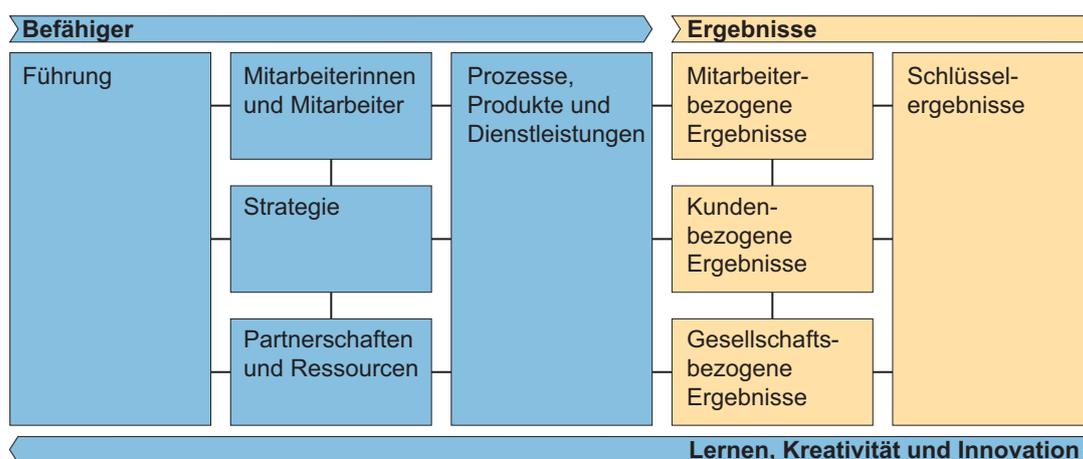


Bild 3-4: Kriterienmodell des EFQM-Excellence-Modells [EFQM12]

Befähiger: Dies sind die Voraussetzungen, die eine Organisation zu einer erfolgreichen Entwicklung und Vermarktung von Produkten oder Dienstleistungen befähigen. Das EFQM-Excellence-Modell definiert fünf Befähiger [EFQM12]:

- **Führung:** Hier wird die Arbeit und das Wirken von Führungskräften behandelt.
- **Strategie:** Hier wird die Entwicklung von strategischer Mission und Vision und die Umsetzung der Strategie behandelt.
- **Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter:** Dieses Kriterium fokussiert die Entwicklung und Qualifizierung der Personalressourcen.
- **Partnerschaften und Ressourcen:** Der Umgang mit eigenen Ressourcen und das Agieren in Partnerschaften ist Bestandteil dieses Kriteriums.
- **Prozesse, Produkte und Dienstleistungen:** Bei diesem Kriterium steht das Gestalten, Lenken und Verbessern von Prozessen, Produkten und Dienstleistungen im Vordergrund.

Ergebnisse: Hieran lässt sich der Erfolg der Organisation messen. Das EFQM-Modell definiert vier Ergebniskriterien [EFQM12]:

- **Kundenbezogene Ergebnisse:** Dieses Kriterium stellt die Bedürfnisse und Erwartungen der Kunden in das Zentrum der Betrachtung.
- **Mitarbeiterbezogene Ergebnisse:** Dieses Kriterium stellt die Bedürfnisse und Erwartungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in das Zentrum der Betrachtung.
- **Gesellschaftsbezogene Ergebnisse:** Dieses Kriterium stellt die Bedürfnisse und Erwartungen der Gesellschaft in das Zentrum der Betrachtung.
- **Schlüsselergebnisse:** Dieses Kriterium stellt die Bedürfnisse und Erwartungen der weiteren Interessengruppen in das Zentrum der Betrachtung. Hierbei stehen die wirtschaftlichen Ergebnisse (Umsatz, Marktanteil, etc.) im Fokus.

Alle Befähiger und Ergebnisse werden durch weitere **Teilkriterien** (Handlungselemente) konkretisiert. Hierbei weisen die Befähiger jeweils vier bis fünf Teilkriterien und die Ergebnisse jeweils zwei Teilkriterien auf, so dass insgesamt 32 Teilkriterien genutzt werden. Für den Befähiger „Strategie“ wurden bspw. vier Teilkriterien definiert [EFQM12]:

- „Die Strategie beruht auf dem Verständnis der Bedürfnisse und Erwartungen der Interessengruppen und des externen Umfelds.“ [EFQM12]
- „Die Strategie beruht auf dem Verständnis der eigenen Leistungen und Fähigkeiten.“ [EFQM12]

- „Die Strategie und unterstützende Leitlinien werden entwickelt, überprüft und aktualisiert.“ [EFQM12]
- „Die Strategie und unterstützende Leitlinien werden kommuniziert, umgesetzt und überwacht.“ [EFQM12]

Leistungsbewertung

Das EFQM-Excellence-Modell beschreibt ein Idealbild einer Organisation und ist somit ein Referenzmodell. Durch eine Bewertung der Organisation kann diese herausfinden, wie weit sie von dem Referenzmodell abweicht. Die Bewertung erfolgt dabei nach der RADAR-Logik. Diese wird detailliert in Kapitel 3.3.4 beschrieben. Zur Bewertung bieten sich dem Unternehmen drei Möglichkeiten [HF11]:

- Fragebogen
- Workshop
- Bewerbungsbroschüre um einen Qualitätspreis

Die Selbstbewertung mittels **Fragebogen** sollte als Einstiegsmethode gesehen werden. Nach Auswertung von Fragebögen werden Verbesserungspotentiale sichtbar. Hier empfiehlt es sich, dass die Organisation auf bestehende Fragebögen zurückgreift. Diese können bspw. über die EFQM bezogen werden [HF11].

Beim **Workshop** müssen die Teilnehmer zunächst eine Schulung besuchen. Vor dem eigentlichen Workshop wird eine gezielte Datenerhebung durchgeführt, indem die eingebundenen Personen relevante Informationen in der Organisation sammeln und verdichten. Die Bewertung erfolgt dabei unter Berücksichtigung der RADAR-Logik [HF11].

Die aufwendigste und qualitativ aussagekräftigste Möglichkeit zur Selbstbewertung ist eine Bewerbungssimulation. Hierbei wird eine **Bewerbungsbroschüre** erstellt, die die Anforderungen eines Qualitätspreises umsetzt [HF11].

Für den Prozess der Selbstbewertung werden von EFQM acht Schritte empfohlen [HF11]:

- Verpflichtung der Führung gewinnen und aufrechterhalten
- Kommunikationsstrategie entwickeln und umsetzen
- Selbstbewertung planen
- Beteiligte auswählen und ausbilden
- Selbstbewertung durchführen
- Erkenntnisse gewichten und priorisieren

- Maßnahmenpläne ausarbeiten und umsetzen
- Fortschrittsüberwachung des Maßnahmenplans und Review

Zusätzlich zu diesen Selbstbewertungsmöglichkeiten bietet die EFQM auch verschiedene Möglichkeiten von Assessments mit externer Unterstützung. Eine Bewerbung um den EFQM Excellence Award bedarf bspw. einer Begutachtung durch die EFQM [EFQM12].

Leistungssteigerung

Das EFQM-Excellence-Modell geht grundsätzlich davon aus, dass der höchste Reifegrad erstrebenswert ist. Es gilt die Auffassung, dass sich jedes Unternehmen durch die Erreichung von höheren Reifegradstufen bei Befähigern und Ergebnissen verbessern kann [EFQM12].

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Das EFQM-Excellence-Modell ist ein sehr umfangreiches Reifegradmodell. Die Anwendung des Modells ist aufwendig. Es sind externe Berater notwendig und das Personal muss geschult werden. Jedoch ist auch eine Selbstbewertung mit Hilfe von Listen möglich, die teilweise durch Excel-Auswertungen unterstützt werden. Die Leistungsbewertung basiert auf Erfahrungen aus der Praxis. Ein Vergleich der Leistungsfähigkeit mit anderen Unternehmen ist mit der Gesamtpunktzahl leicht möglich. Das Modell geht grundsätzlich davon aus, dass höhere Entwicklungsstufen anzustreben sind. Konkrete Empfehlungen werden nicht gegeben. Unternehmensindividuelle Kennzahlen des Unternehmens werden bei der Leistungssteigerung nicht berücksichtigt. Das Modell ist sehr umfangreich durch die EFQM dokumentiert.

3.1.5 Methode zur Leistungsbewertung und -steigerung der Mechatronikentwicklung nach BALÁZOVÁ

Das Instrumentarium zur Leistungsbewertung und Leistungssteigerung des Produktentwicklungsprozesses wurde 2004 am HEINZ NIXDORF INSTITUT entwickelt [Bal05], [GPW09]. Ziel ist es, die Effizienz und Effektivität des Produktentstehungsprozesses zu erhöhen. Hierbei können die Handlungselemente von jedem Unternehmen individuell bestimmt werden. So werden die jeweils relevanten Stellhebel für eine nachhaltige Verbesserung des Produktentstehungsprozesses identifiziert [Bal05].

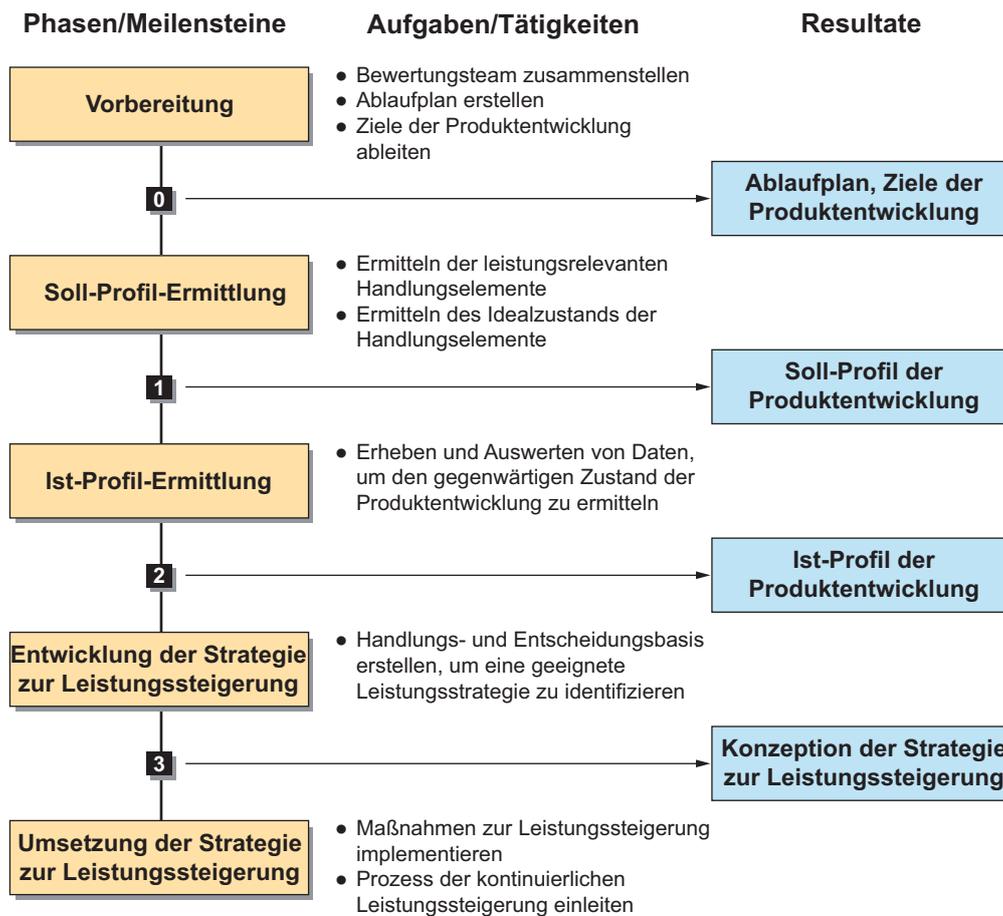


Bild 3-5: Vorgehensmodell zur Leistungsbewertung und Leistungssteigerung der Mechatronikentwicklung [nach Bal05]

Aufbau des Modells

Die Methode nutzt die Handlungsfelder „Mensch“, „Organisation“ und „Technik“. Diese werden jeweils in mehrere Handlungselemente, hier Gestaltungsfaktoren, gegliedert. Beispiele für Gestaltungsfaktoren im Handlungsfeld „Mensch“ sind Qualifikation, Motivation oder Führungsstil. Beispiele für Gestaltungsfaktoren im Handlungsfeld „Organisation“ sind Wissensmanagement oder Datenmanagement. Für jeden Gestaltungsfaktoren werden vier Reifegrade, hier Leistungsstufen, beschrieben. Das HEINZ NIXDORF INSTITUT stellt einen Gestaltungsfaktorenkatalog mit den entsprechenden Leistungsstufen zur Verfügung. Das Unternehmen kann aus diesem Katalog die relevanten Gestaltungsfaktoren wählen und ihn bei Bedarf erweitern. Das Instrumentarium zur Leistungsbewertung und Leistungssteigerung des Produktentwicklungsprozesses gliedert sich in fünf Phasen (Bild 3-5) [Bal05].

In der **Vorbereitung (Phase 1)** wird das Bewertungsteam aus internen und/oder externen Experten zusammengesetzt und es wird ein Ablaufplan zur Durchführung der Methode erstellt. Ein wichtiger Bestandteil dieser Phase ist die Definition der Ziele der Produktentwicklung. Mit der **Ermittlung des Soll-Profiles (Phase 2)** und des **Ist-Profiles (Phase 3)** erfolgt die Leistungsbewertung. Zunächst werden die Handlungselemente der

Produktentwicklung analysiert. Ziel ist es, die für die Effizienz der Leistungserstellung besonders relevanten Handlungselemente zu identifizieren. Mit Hilfe des Beitrags zu den Entwicklungszielen wird der Idealzustand jedes Handlungselements bestimmt. In der Phase der Ist-Profil-Ermittlung werden Daten zur Leistungsbewertung erhoben und ausgewertet. Nachdem Ist- und Soll-Profil bekannt sind, folgt die **Entwicklung der Strategie zur Leistungssteigerung (Phase 4)**. Hierfür muss eine Handlungs- und Entscheidungsbasis erstellt werden. Mit der **Umsetzung der Strategie zur Leistungssteigerung (Phase 5)** mittels Maßnahmen endet die Methode in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess. Im Folgenden werden die Phasen 2 bis 4 näher erläutert [Bal05].

Soll-Profil-Ermittlung

Zielbeitragsmatrix der Leistungsstufen		Entwicklungsziel	Leistungsziele			Kostenziele			Zeitziele			
			Alleinstellungsmerkmal	Zuverlässigkeit steigern	Standardteile steigern	Entwicklungskosten senken	Änderungskosten senken	Fertigungskosten senken	Entwicklungszeiten verkürzen	Änderungszeiten verkürzen	Markteintrittszeitpunkt einhalten	
Fragestellung: „Wie stark trägt die Leistungsstufe des Handlungselementes (Zeile) zu dem Entwicklungsziel (Spalte) bei?“ Bewertungsskala: 0 = kein Beitrag 1 = schwacher, verzögerter Beitrag 2 = mittlerer Beitrag 3 = starker, unmittelbarer Beitrag												
Gestaltungsfaktoren	Leistungsstufen	Nr.	1	2	3	4	5	6	22	23	24	Zielwirkung
Wissensmanagement (WM)	Umfassendes WM	12A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53
	WM beschränkt auf ...	12B	2	2	2	1	1	1	1	1	1	33
	Kein WM, jeder hilft sich selbst	12C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Datenmanagement	Konsequentes PLM	13A	3	3	3	3	3	2	2	2	2	49
	PDM für CAD-Daten	13B	2	2	2	2	1	1	1	1	1	26
	Dateiverwaltung	13C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Projektmanagement (PM)	Umfassendes Multi-PM	14A	3	3	2	3	3	2	3	3	3	48
	Pragmatisches PM	14B	2	2	1	1	1	1	1	1	1	22
	Einfaches PM für größere Projekte	14C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Technisches Risikomanagement (RM)	Umfassendes RM	19A	3	3	2	3	3	1	3	3	3	42
	Rudimentäres RM	19B	2	2	1	2	2	1	2	2	2	29
	Kein RM	19C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PLM: Product-Lifecycle-Management; PDM: Produktdatenmanagement

Bild 3-6: Beispiel einer Zielbeitragsmatrix nach BALÁZOVÁ [GPW09]

BALÁZOVÁ bewertet eine Produktentwicklung als hoch effizient, wenn die angestrebten Ziele der Produktentwicklung erfüllt werden. Sie unterscheidet hierbei die Zielklassen Leistungs-, Organisations-, Sozial-, Kosten- und Zeitziele. Für jede Zielklasse werden Ziele vorgeschlagen. Beispiele für Leistungsziele sind „Wiederverwendungsgrad erhöhen“ oder „Arbeitsproduktivität steigern“. Mit der sog. Zielbeitragsmatrix (Bild 3-6) wird die Zielwirkung jeder Leistungsstufe eines Gestaltungsfaktors ermittelt. Sie orientiert sich an der von WLEKLINSKI entwickelten Zielbeitragsmatrix [Wle01]. Die Zielwirkung sagt aus, welchen Beitrag eine Leistungsstufe zu den Entwicklungszielen leistet. Mit Hilfe einiger Berechnungen bilden die Leistungsstufen mit dem höchsten Beitrag zu den Entwicklungszielen das Soll-Profil. Das Soll-Profil kann in einem Profildia-gramm wie in Bild 3-7 dargestellt werden.

Ist-Profil-Ermittlung

Bei der Ist-Profil-Ermittlung wird ein vollständiges Bild über den gegenwärtigen Zustand der Produktentwicklung des betrachteten Unternehmens ermittelt. Zunächst werden Daten zur Leistungsbewertung erhoben. Ziel der Datenerhebung ist es, „Daten zur Leistungsbewertung zu erheben, durch die alle Handlungselemente anhand ihrer Entwicklungsstufen und sich daraus ergebende Maßnahmen und Tätigkeiten abgedeckt werden können [Bal05, S. 104]“. Für jeden Gestaltungsfaktor werden Fragen hinsichtlich bewertungsrelevanter Kriterien gestellt. Hierbei werden die Fragen soweit reduziert, dass sie lediglich mit „erfüllt“ und „nicht erfüllt“ beantwortet werden können. Die Antworten und Ergebnisse werden mittels eines Formblatts zur Protokollierung und Auswertung der Datenerhebung erfasst. Die Einordnung in die Leistungsstufen der unternehmensspezifischen Gestaltungsfaktoren bereitet i.d.R keine Schwierigkeiten, da meist eine Leistungsstufe exakt die Ausgangssituation des Unternehmens beschreibt. In einem zweiten Arbeitsschritt werden die erhobenen Daten ausgewertet. Als Ergebnis ergibt sich die entsprechende Leistungsstufe des Gestaltungsfaktors [Bal05]. Das Ist-Profil kann ebenfalls in einem Profildiagramm wie in Bild 3-7 dargestellt werden.

Entwicklung der Strategie zur Leistungssteigerung der Produktentwicklung

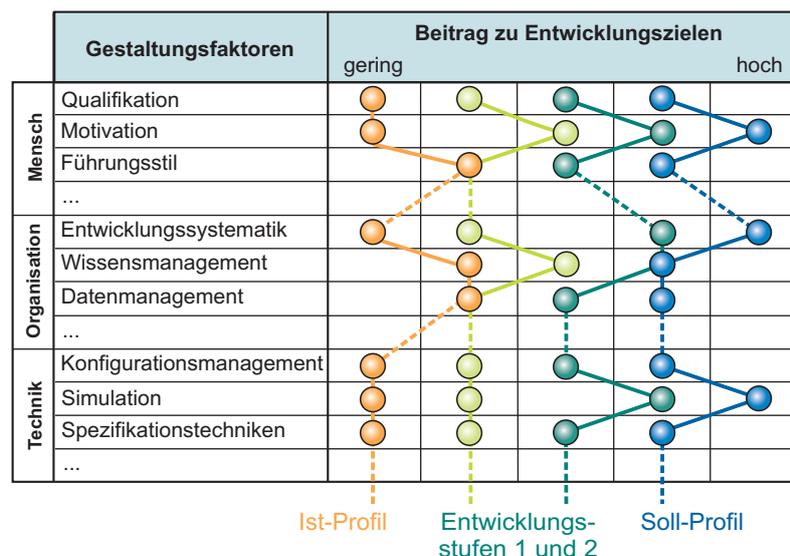


Bild 3-7: Visualisierung von Ist- und Soll-Profil sowie verschiedener Entwicklungsstufen in einem Profildiagramm [GPW09]

Für die Strategie zur Leistungssteigerung wird zunächst der Handlungsbedarf ermittelt. Hierfür werden Diskrepanzen zwischen Ist- und Soll-Profil abgeleitet. Da es kaum möglich ist, alle Gestaltungsfaktoren gleichzeitig auf das Soll-Profil zu bringen, müssen unter Berücksichtigung des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses sinnvolle Entwicklungsstufen gebildet werden. Eine Entwicklungsstufe ist eine sinnvolle Kombination von Leistungsstufen der Gestaltungsfaktoren. Eine detaillierte Beschreibung, wie diese Stufen gebildet werden, ist in [Bal05] und [GPW09] zu finden. Die Entwicklungsstufen werden zusätzlich zum Ist- und Soll-Profil im Profildiagramm eingetragen (Bild 3-7).

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Das vorgestellte Instrumentarium stellt die individuell sinnvolle und nicht die höchst mögliche Leistungssteigerung in den Vordergrund. Das Modell ist in der Anwendung komplex, kann jedoch ohne geschultes Personal durchgeführt werden. Für die Leistungsbewertung werden die Gestaltungsfaktoren zum Teil individuell durch das Unternehmen angepasst. So beruhen nicht alle Beschreibungen auf bewährter Praxis sondern auf dem Verständnis des Unternehmens selbst. Ein Vergleich der Leistungsfähigkeit ist aufgrund der individuellen Anpassung kaum möglich. Das Instrumentarium empfiehlt auf Basis der Unternehmensziele individuell sinnvolle Entwicklungsstufen auf dem Weg zu einer geeigneten Reife. Konkrete Empfehlungen, wie diese Stufen erreicht werden können, werden jedoch nicht gegeben. Eine Software zur Unterstützung der Anwendung liegt nicht vor. Das Modell ist umfanglich in [Bal05] dokumentiert.

3.1.6 BESTVOR – Reifegradmodelle als Ordnungsrahmen zur systematischen Prozessverbesserung für mechatronische Entwicklungsprozesse nach RAUCHENBERGER

Der Ordnungsrahmen zur systematischen Prozessverbesserung für mechatronische Entwicklungsprozesse nach RAUCHENBERGER [Rau11] entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „Betriebliche Einführungsstrategie für ein anwendungsorientiertes Vorgehensmodell für die Entwicklung zuverlässigerer mechatronischer Systeme im Maschinen- und Anlagenbau“ (BESTVOR). Das BESTVOR-Reifegradmodell „dient der Bewertung der aktuellen Prozesse und zur systematischen Ableitung von Verbesserungspotentialen“ [Rau11]. Das Modell fokussiert dabei mittels Self-Assessment kleine und mittlere Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus, die einen mechatronischen Entwicklungsprozess aufweisen [Rau11].

Aufbau des Modells

Das BESTVOR-Reifegradmodell nutzt Prozessgebiete und Themengebiete als Handlungsfelder. Diese gliedern den mechatronischen Entwicklungsprozess in zu beherrschende Fähigkeiten. Sie wurden im Rahmen von Expertengesprächen erarbeitet. Das Modell unterscheidet zwischen sechs Prozessgebieten und 31 Themengebieten. Hierbei wird jedes Themengebiet eindeutig einem Prozessgebiet zugeordnet (vgl. Tabelle 3-4) [Rau11]:

Tabelle 3-4: Prozessgebiete mit zugehörigen Themengebieten des mechatronischen Reifegradmodells nach RAUCHENBERGER [Rau11]

Prozessgebiet	Themengebiete
Anforderungsmanagement	Markt analysieren Bedarf erkennen Rahmenbedingung prüfen Anforderungen ermitteln Anforderungen prüfen System spezifizieren Systemspezifikation prüfen Systemschnittstelle spezifizieren Elektrik / Elektronik spezifizieren Software spezifizieren
Projektplanung	Budget planen Ressourcen planen Ablauf planen Ablauf absichern Angebot erstellen
Projektverfolgung	Projektfortschritt verfolgen Fragen / Probleme / Änderungen verwalten Ergebnisse bewerten
Qualitätssicherung	Qualitätsmerkmale festlegen Qualitätssicherung vorbereiten Test / Prüfung durchführen Test / Prüfung dokumentieren Fehler abarbeiten Integration vorbereiten Produktreife sicherstellen Abnahme vorbereiten Nutzen vorbereiten
Konfigurationsmanagement	Konfigurationsmanagement festlegen
Lieferantenmanagement	Lieferantenmanagement festlegen Lieferanten einbinden

Als Handlungselemente nutzt das BESTVOR-Reifegradmodell Leit- und Detailfragen. Die Leitfragen-Ebene beinhaltet einen zehn Fragen umfassenden Fragebogen, wobei den sechs Prozessgebieten je ein bis zwei Fragen zugewiesen sind. Diese Ebene soll einen ersten Anhaltspunkt des Unternehmens in den betrachteten Prozessgebieten geben, grobe Handlungsbedarfe aufdecken und das Management für weitere Entscheidungen sensibilisieren. Auf der Detailfragen-Ebene werden die Prozessgebiete mit Hilfe von 429 Fragen im Detail analysiert. Auf Basis der Detailfragen kann der Reifegrad ermittelt werden. Es werden vier Reifegrade unterschieden [Rau11]:

- **Reifegrad 1 – klassisch**
 - Keine definierten Prozesse
 - Wenig Abstimmung über die Disziplinen hinweg
- **Reifegrad 2 – teilweise beherrscht**
 - Prozesse definiert und teilweise gelebt
 - Teilweise Abstimmung über die Disziplinen hinweg

- **Reifegrad 3 – beherrscht**
 - Prozesse definiert und gelebt
 - Gute Abstimmung über die Disziplinen hinweg
- **Reifegrad 4 – fortgeschritten**
 - Definierte, gelebte Prozesse werden stetig weiterentwickelt
 - Toolgestützte Abstimmung über Disziplinen hinweg

Leistungsbewertung

Das Modell sieht vor, dass die Leistungsbewertung innerhalb eines eintägigen Workshops durchgeführt wird. Dabei sollen alle Prozessgebiete durch beteiligte Mitarbeiter abgedeckt werden. Um die relative Wichtigkeit eines Prozessgebiets mit einzubeziehen, ist jedes Themengebiet sowie jede Detailfrage mit einer Gewichtung versehen. Zur Beantwortung der Fragen wird eine vierstufige Likert-Skala von „trifft stets zu“ bis „trifft nicht zu“ genutzt. Für die Darstellung der Leistungsfähigkeit wird der Erfüllungsgrad verwendet (vgl. Bild 3-8). Die Berechnung des Erfüllungsgrades wird in [Rau11] beschrieben. Der Erfüllungsgrad kann je Reifegrad, Prozessgebiet und Themengebiet ausgegeben werden. Die Leistungsbewertung wird durch Softwarewerkzeuge unterstützt [Rau11].

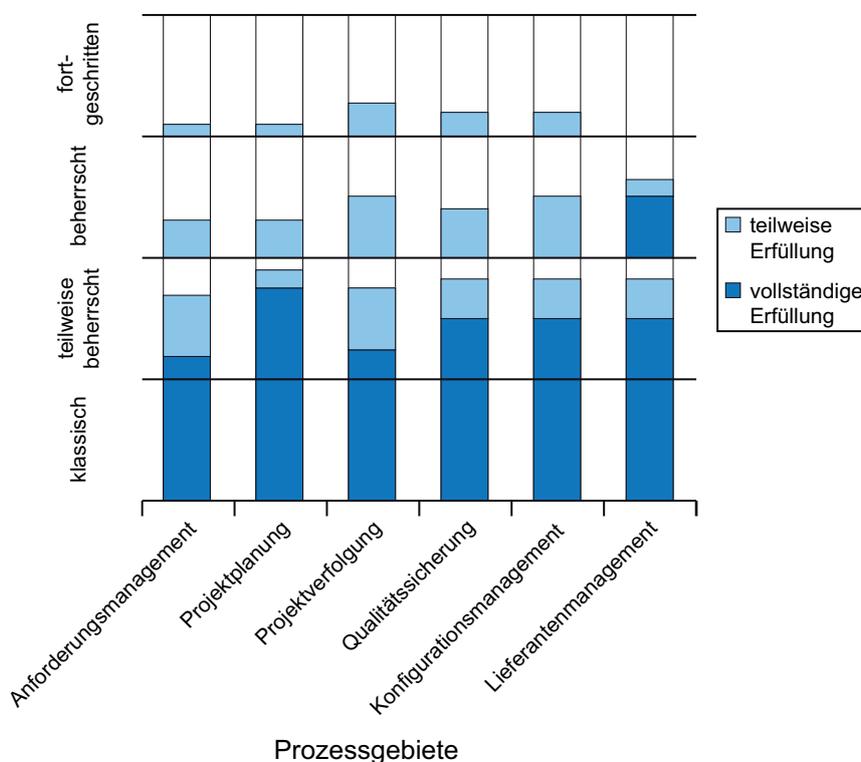


Bild 3-8: Ergebnisdarstellung der Leitfragen mittels Balkendiagramm [Rau11]

Leistungssteigerung

Neben der Berechnung der Erfüllungsgrade lässt sich auch der Handlungsbedarf, die sog. Kritikalität, für einzelne Detailfragen, Themengebiete oder Prozessgebiete ermitteln (vgl. Bild 3-9). Die Elemente mit den höchsten Kritikalitäten sind zuerst anzugehen. RAUCHENBERGER schlägt vor, die Analyse in regelmäßigen Abständen zu wiederholen und den Erfolg von durchgeführten Maßnahmen mit dem Modell zu messen [Rau11].

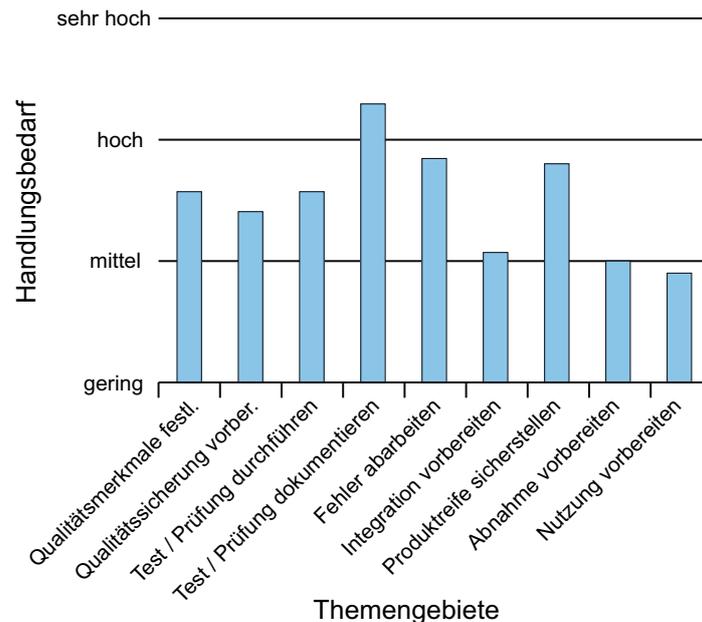


Bild 3-9: Exemplarische Darstellung des Handlungsbedarfs im Prozessgebiet Qualitätssicherung [Rau11]

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen.

Das BESTVOR-Modell ist ein pragmatisches Reifegradmodell, das sich schnell und einfach im Rahmen eines eintägigen Workshops durch einen externen Moderator anwenden lässt. Schulungen zum Umgang mit dem Modell sind nicht nötig. Die Leistungsbewertung basiert auf Erfahrungen aus der Praxis. Die Ergebnisse der Analyse sind prinzipiell vergleichbar, jedoch wird durch das Modell keine Unterstützung für einen Vergleich gegeben. Bei der Leistungssteigerung wird empfohlen, zunächst die Elemente mit der höchsten Kritikalität anzugehen. Die Kritikalität beruht dabei nicht auf unternehmensindividuellen Kennzahlen. Konkrete Empfehlungen, wie die Elemente hoher Kritikalität anzugehen sind, werden nicht gegeben. Die Auswertung wird durch Excel unterstützt. Das Modell ist umfanglich in [Rau11] dokumentiert.

3.1.7 ENGINEERING produktiv!

ENGINEERING produktiv! war eine Initiative mit dem Ziel der Förderung der Produktentwicklung von kleinen und mittleren Unternehmen des Maschinen- und Anlagen-

baus. Sie wurde von September 2007 bis August 2008 von der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg mit Unterstützung des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) und weiteren Industrieunternehmen durchgeführt. In einem Online-Fragebogen mussten die teilnehmenden Unternehmen aus verschiedensten Engineeringbereichen ihre eigene Leistungsfähigkeit beurteilen. Damit wurde der Einsatz von innovativen Technologien in den produktdefinierenden Bereichen der Unternehmen analysiert. Die Auswertung von über 200 Fragebögen zeigt, dass ein hoher Bedarf an Prozessoptimierung und Investition in geeignete Methoden und Werkzeuge, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen, besteht [Sch08-ol].

Für die Ergebnisdarstellung wurde ein Spinnennetzdiagramm (Bild 3-10) genutzt. Für jede Frage wird ein erreichter Zahlenwert auf einer Achse dargestellt. Die Fragen wurden nochmals in Kategorien, wie E-CAD oder PDM, eingeteilt. Die Fläche gibt den erreichten Wert des Unternehmens an. Die Linie gibt den Durchschnitt der anderen Befragungsteilnehmer an. Dieses Modell geht grundsätzlich davon aus, dass der höchste Zahlenwert erstrebenswert ist. Der freie Bereich bis zum Kreisrand gibt das maximale Potential bei optimalen Prozessen und optimaler Anwendung von Methoden und IT-Lösungen an.

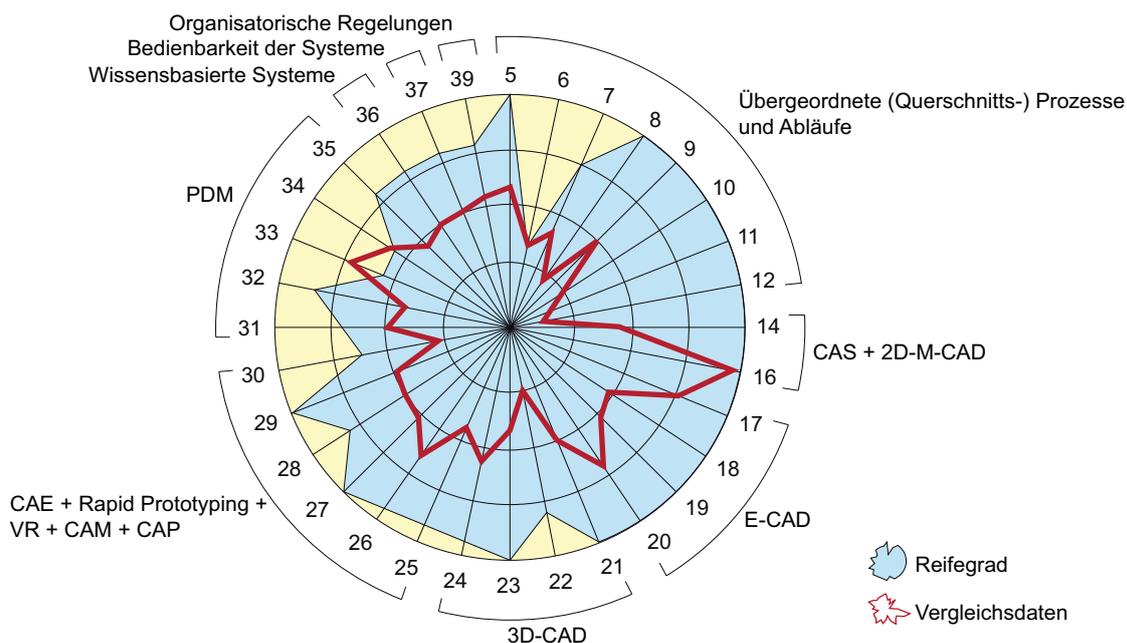


Bild 3-10: Ergebnisdarstellung des ENGINEERING! produktiv

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

ENGINEERING produktiv! ist ein webbasiertes Reifegradmodell, das sich schnell und einfach von dem Unternehmen selbst anwenden lässt. Schulungen zum Umgang mit dem Modell sind nicht nötig. Die Leistungsbewertung basiert auf Erfahrungen von Systemanbietern. Die Analyse bietet einen Vergleich mit anderen Unternehmen. Das Mo-

dell gibt keinerlei Hinweise zur Leistungssteigerung. Eine Dokumentation des Modells liegt nicht vor.

3.2 Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Reifegradmodellen

Die Entwicklung von Reifegradmodellen ist ein sehr aufwendiges Vorhaben. Ziel der Entwicklung ist ein vereinfachtes Abbild der Realität [IFA10]. Hierbei müssen Muster erkannt werden, um ein Unternehmen entlang eines logischen Pfades zu höherer Leistungsfähigkeit zu führen [RPB11]. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte die Entwicklung einem strukturierten, iterativen Prozess folgen, an dem eine Gruppe von Experten beteiligt ist. Eine Entwicklung auf Basis eines Vorgehensmodells wird jedoch häufig nicht durchgeführt [HDH+06], [RBP06]. Zudem sind Reifegradmodelle meist nur unzureichend dokumentiert und nicht nachvollziehbar. Die Güte der Stufen und die Aussagekraft des Reifegradmodells ist daher häufig nicht zu beurteilen [BKP09b], [BKP10]. Da diese Problematik bekannt ist, werden bereits einige Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Reifegradmodellen in der Literatur behandelt. Im Folgenden wird eine Auswahl der Modelle vorgestellt. Weitere sind zu finden in [MMC09], [KOR+11], [SBB+10], [SG10] oder [JG08].

3.2.1 Vorgehen nach PÖPPELBUß und RÖGLINGER

PÖPPELBUß und RÖGLINGER schlagen Designprinzipien für die Entwicklung von Reifegradmodellen vor. Die Prinzipien beruhen dabei auf einer umfassenden Literaturanalyse im Bereich Reifegradmanagement. In Anlehnung an die Zielsetzungen von Reifegradmodellen gliedern sie sich in die Gruppen: Basis, Leistungsbewertung und Leistungssteigerung. Die Basisprinzipien sollten unabhängig der Zielsetzung behandelt werden. Abhängig der Zielsetzung sollten zudem die Designprinzipien der entsprechenden Gruppe genutzt werden. Die erarbeiteten Prinzipien sind in Tabelle 3-5 aufgeführt [PR11].

Tabelle 3-5: *Designprinzipien für Reifegradmodelle nach PÖPPELBUß und RÖGLINGER [PR11]*

Design Principles		
Basic	1.1	Basic information a) Application domain and prerequisites for applicability b) Purpose of use c) Target group d) Class of entities under investigation e) Differentiation from related maturity models f) Design process and extent of empirical validation
	1.2	Definition of central constructs related to maturity and maturation a) Maturity and dimensions of maturity b) Maturity levels and maturation paths c) Available levels of granularity of maturation d) Underpinning theoretical foundations with respect to evolution and change
	1.3	Definition of central constructs related to the application domain
	1.4	Target group-oriented documentation
Descriptive	2.1	Intersubjectively verifiable criteria for each maturity level and level of granularity
	2.2	Target group-oriented assessment methodology a) Procedure model b) Advice on the assessment of criteria c) Advice on the adaptation and configuration of criteria d) Expert knowledge from previous application
Prescriptive	3.1	Improvement measure for each maturity level and level of granularity
	3.2	Decision calculus for selecting improvement measures a) Explication of relevant objectives b) Explication of relevant factors of influence c) Distinction between an external reporting and an internal improvement perspective
	3.3	Target group-oriented decision methodology a) Procedure model b) Advice on the assessment of variables c) Advice on the concretization and adaption of the improvement measures d) Advice on the adaptation and configuration of the decision calculus e) Expert knowledge from previous application

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Die Designprinzipien zielen explizit auf eine Problemanalyse und -abgrenzung. Ein multimethodisches Vorgehen und eine Ergebnisevaluation in der Zielgruppe werden nicht explizit durch die Designprinzipien behandelt, aber ermöglicht. Eine Softwareunterstützung der Designprinzipien liegt nicht vor.

3.2.2 Vorgehen nach DE BRUIN, ROSEMAN, FREEZE und KULKARNI

Von DE BRUIN, ROSEMAN, FREEZE und KULKARNI wurde ein sechsphasiges Vorgehen zur Entwicklung von Reifegradmodellen erarbeitet (vgl. Bild 3-11). Die Erarbeitung und Validierung des Modells basiert dabei auf bestehenden Modellen wie Business Process Maturity Model (BPMM) [Fis04] oder dem Knowledge Management Capability Assessment (KMCA) [KF04], [BRF+05]:



Bild 3-11: Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen nach DE BRUIN, ROSEMAN, FREEZE und KULKARNI [BRF+05]

- **Phase 1 – Scope:** Hier wird der inhaltliche Fokus des Reifegradmodells definiert. Es wird zwischen domänenspezifischer oder genereller Ausrichtung des Reifegradmodells unterschieden. Domänenspezifische Reifegradmodelle betrachten einen festen Untersuchungsgegenstand sehr detailliert. Generelle Reifegradmodelle stellen verstärkt die allgemeine Verbesserung in den Fokus. Hierbei werden bspw. auch allgemeine Managementansätze betrachtet. Zudem wird festgelegt, welche Stakeholder bei der Entwicklung berücksichtigt werden sollen.
- **Phase 2 – Design:** In dieser Phase wird Aufbau, Zielsetzung und Struktur des Reifegradmodells definiert. Hierbei wird bspw. entschieden, ob es interne oder externe Assessments geben wird, wer an der Befragung teilnehmen wird und ob es eine Selbstbewertung ist oder durch eine weitere Organisation angewendet wird.
- **Phase 3 – Populate:** Diese Phase befasst sich mit der Erarbeitung der Inhalte. Hierfür muss der Betrachtungsgegenstand detailliert analysiert und Zusammenhänge verstanden werden. Die Gestaltungsfaktoren sind zu identifizieren. Hierfür wird der Einsatz von Befragungstechniken, wie die Delphi-Methode, vorgeschlagen.
- **Phase 4 – Test:** In der Testphase muss das entwickelte Reifegradmodell in der Praxis validiert werden. Hier stehen die Robustheit und die Zweckdienlichkeit des Modells im Fokus. Dabei müssen sowohl das Konzept, die Inhalte als auch die vorgeschlagenen Methoden validiert werden.
- **Phase 5 – Deploy:** Hier wird das Reifegradmodell den Anwendern zur Verfügung gestellt. Es wird ein zweistufiges Vorgehen vorgeschlagen. Zunächst soll die Einführung in einem kleinen Bereich getestet und von dort ausgerollt werden.
- **Phase 6 – Maintain:** In einem dauerhaften Prozess muss das Reifegradmodell kontinuierlich gepflegt und weiterentwickelt werden. Die Struktur muss an aktuelle Entwicklungen und Anforderungen angepasst werden.

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Das Vorgehen berücksichtigt in seinen Phasen die Problemanalyse und -abgrenzung. Ein multimethodisches Vorgehen wird in einzelnen Phasen erwartet. Die Ergebnisevaluation in der Zielgruppe wird durch eine eigene Phase abgebildet. Eine Softwareunterstützung der Designprinzipien liegt nicht vor.

3.2.3 Vorgehen nach METTLER

METTLER schlägt ein vierphasiges Vorgehen zur Entwicklung von Reifegradmodellen vor. In der Phase **Define scope** wird die Struktur und Zielsetzung des neuen Modells definiert. In der zweiten Phase **Design model** werden der Inhalt des Modells konkretisiert und die Zielgruppe festgelegt. Es folgt die Phase **Evaluate model**, in der entschieden wird wann, wie und welche Teile des Modells validiert werden sollen. Die abschließende Phase **Reflect evolution** dient der Pflege des Modells. Geänderte Rahmenbedingungen müssen in neuen Versionen berücksichtigt werden. Die Phasen sind in Entscheidungsparameter mit möglichen Ausprägungen unterteilt. Diese sind in Tabelle 3-6 aufgeführt [Met09].

Tabelle 3-6: Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen nach METTLER [Met09]

Phase	Decision parameter	Characteristic			
Define scope	Focus / breadth	General issue		Specific issue	
	Level of analysis / depth	Group decision-making	Organisational considerations	Inter-org. considerations	Global & societal considerations
	Novelty	Emerging	Pacing	Disruptive	Mature
	Audience	Management-oriented	Technology-oriented	Both	
	Dissemination	Open		Exclusive	
Design model	Maturity definition	Process-focussed	Object-focussed	People-focussed	Combination
	Goal function	One-dimensional		Multi-dimensional	
	Design process	Theory-driven	Practitioner-based	Combination	
	Design product	Textual description of form	Textual description of form and functioning	Instantiation (assessment tool)	
	Application method	Self-assessment	Third-party assisted	Certified professionals	
	Respondents	Management	Staff	Business partners	Combination
Evaluate design	Subject of evaluation	Design process	Design product	Both	
	Time-frame	Ex-ante	Ex-post	Both	
	Evaluation method	Naturalistic		Artificial	
Reflect evolution	Subject of change	None	Form	Functioning	Form and functioning
	Frequency	Non-recurring		Continuous	
	Structure of change	External / open		Internal / exclusive	

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Das Vorgehen berücksichtigt in seinen Phasen die Problemanalyse und -abgrenzung. Ein multimethodisches Vorgehen wird nicht explizit in dem Vorgehen behandelt, aber ermöglicht. Die Ergebnisevaluation in der Zielgruppe wird durch eine eigene Phase abgebildet. Eine Softwareunterstützung der Designprinzipien liegt nicht vor.

3.2.4 Vorgehen nach CHRISTIANSEN

Das Vorgehensmodell von CHRISTIANSEN soll es ermöglichen, Reifegradmodelle zu entwickeln, die optimal auf den Untersuchungsgegenstand und die Anforderungen des Unternehmens angepasst sind (vgl. Bild 3-12). Zusätzlich wurde eine Klassifikation von Reifegradmodellen erarbeitet, bei der fünf Modellklassen unterschieden werden. Diese wurde bereits in Kapitel 2.4.3 beschrieben [Chr09].

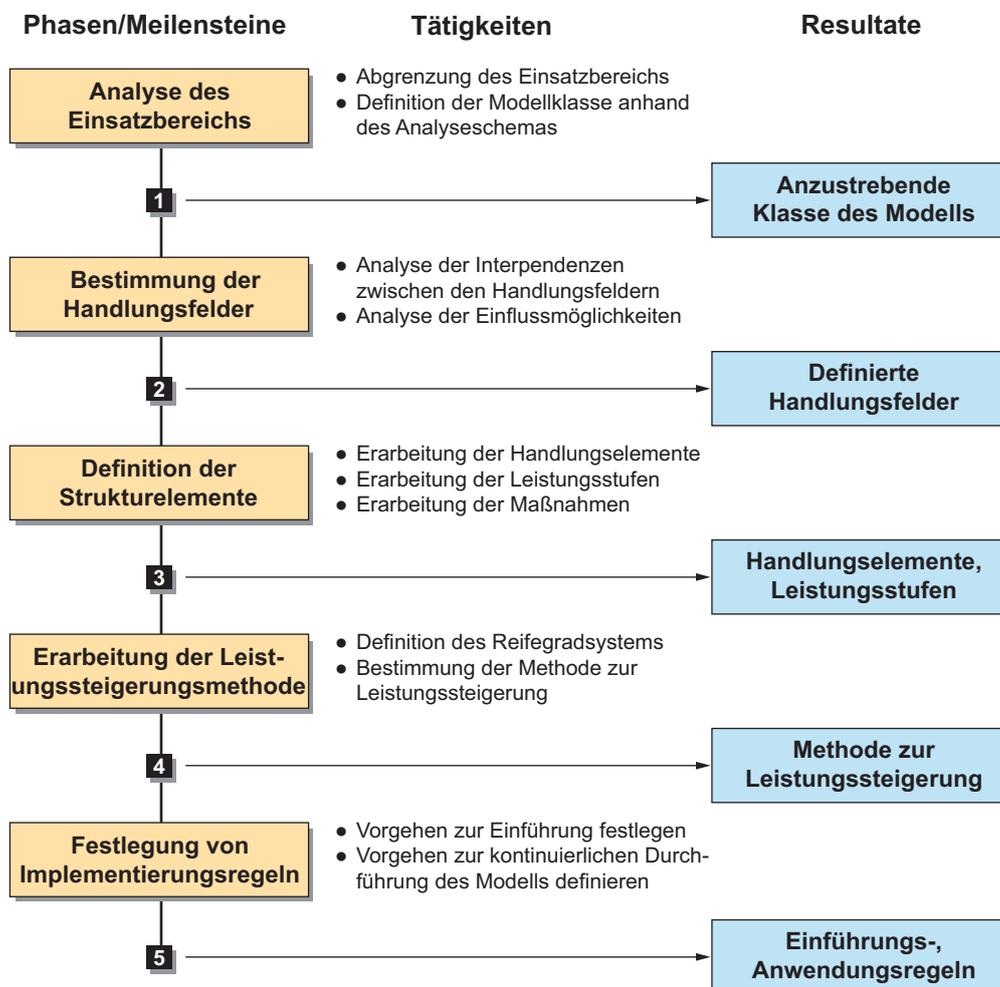


Bild 3-12: Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen nach CHRISTIANSEN [nach Chr09]

In der ersten Phase findet die **Analyse des Einsatzbereichs** statt. Es wird die Klasse des zu entwickelnden Modells festgelegt. Die Klasse entscheidet über die Struktur des Mo-

dells, die im weiteren Verlauf konkretisiert wird. Zudem wird der Einsatzbereich des Modells abgegrenzt. Anschließend erfolgt die **Bestimmung der Handlungsfelder**. Ziel dieser Phase ist die Definition der maßgeblichen Handlungsfelder und die Analyse der Abhängigkeiten untereinander. Bei der **Definition der Strukturelemente** werden die benötigten modellspezifischen Strukturelemente wie Leistungsstufen, Reifegrade und Handlungselemente entwickelt. Es folgt die **Erarbeitung der Leistungssteigerungsmethode**. Hier wird das Zusammenspiel zwischen Leistungsbewertung, Reifegraden und Leistungssteigerung entwickelt. Das Vorgehen endet mit der **Festlegung von Implementierungsregeln**. Vor allem die dritte und vierte Phase sollen iterativ durchlaufen werden [Chr09].

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Das Vorgehen berücksichtigt in seinen Phasen die Problemanalyse und -abgrenzung. Ein multimethodisches Vorgehen wird in einzelnen Phasen erwartet. Die Ergebnisevaluation in der Zielgruppe wird nicht explizit in dem Vorgehen hervorgehoben, aber ermöglicht. Eine Softwareunterstützung der Designprinzipien liegt nicht vor.

3.2.5 Vorgehen nach BECKER, KNACKSTEDT und PÖPPELBUß

Von BECKER, KNACKSTEDT und PÖPPELBUß wird ein achtphasiges Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen vorgestellt. Dies baut auf vorher identifizierten Anforderungen sowie den Vorgehensweisen gut dokumentierter Reifegradmodelle auf. Es ist in Bild 3-13 dargestellt [BKP09a].

Den Ausgangspunkt des Vorgehensmodells bildet die **Problemdefinition**. Hier werden der adressierte Bereich, dessen Teildisziplin und die Zielgruppen definiert. Der konkrete Bedarf für das geplante Reifegradmodell sollte nachgewiesen werden. Es schließt sich ein **Vergleich bestehender Reifegradmodelle** an. Ziel ist es, evtl. bestehende Reifegradmodelle zu identifizieren, die den Problembereich bereits abdecken. Der Vergleich hilft bei der **Festlegung der Entwicklungsstrategie**. Es bieten sich folgende Strategien an: vollständige Neuentwicklung, Weiterentwicklung eines Reifegradmodells, Kombination mehrerer Modelle zu einem neuen Reifegradmodell und Übertragung von Strukturen oder Inhalten bestehender Reifegradmodelle auf neue Anwendungsbereiche. Es folgt die **iterative Reifegradmodellentwicklung**. In mehrfacher Wiederholung werden die Teilschritte *Gestaltungsbereich festlegen*, *Vorgehen wählen*, *Modellbereich gestalten* und *Ergebnis prüfen* durchlaufen. Für diese Phase können verschiedene Methoden wie Literaturanalysen, Delphi-Methode oder Kreativitätstechniken eingesetzt werden. Bei **Konzeption von Transfer und Evaluation** ist über die Art des Transfers der Entwicklungsergebnisse zu entscheiden. Dabei ist die adressatengerechte Kommunikation des Reifegradmodells von Bedeutung. Bei der **Implementierung der Transfermittel** und der **Durchführung der Evaluation** werden die zuvor erarbeiteten Konzepte des Transfers und der Evaluation umgesetzt. Es ist zu prüfen, inwieweit das Reifegradmo-

dell seinen angestrebten Nutzen erzielt. Negative Evaluationsergebnisse können das **Verwerfen des Reifegradmodells** implizieren. Reifegradmodelle sollen regelmäßig durch Evaluationen auf Aktualität überprüft werden. Notwendige Änderungen können durch neue Modellversionen umgesetzt werden [BKP09a].

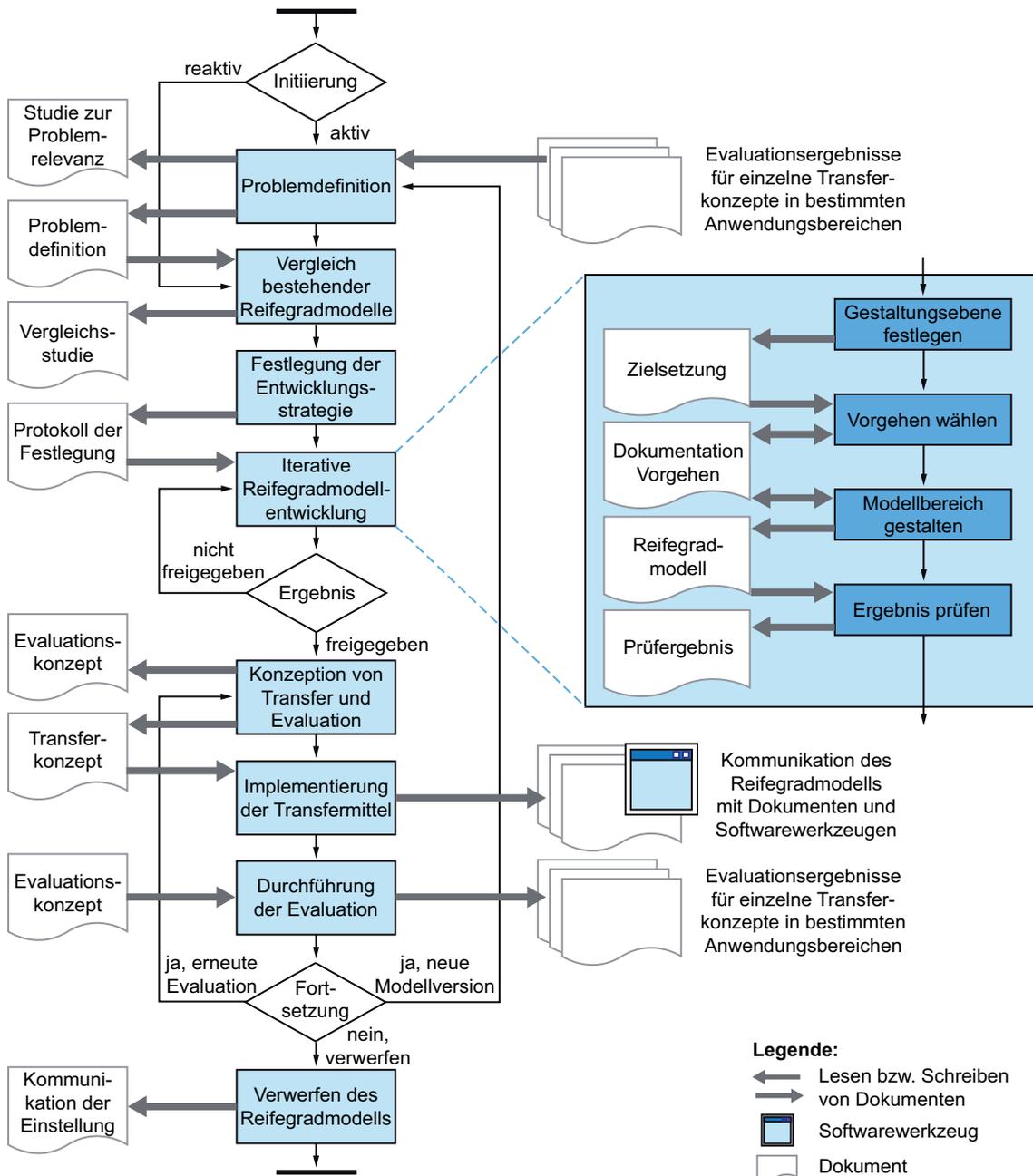


Bild 3-13: Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen nach BECKER, KNACKSTEDT und PÖPPELBUß [nach BKP09a]

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Das Vorgehen berücksichtigt in seinen Phasen die Problemanalyse und -abgrenzung. Ein multimethodisches Vorgehen wird in einzelnen Phasen erwartet. Die Ergebniseva-

luation in der Zielgruppe wird durch eine eigene Phase abgebildet. Eine Softwareunterstützung der Designprinzipien liegt nicht vor.

3.3 Vorgehensmodelle zur Anwendung von Reifegradmodellen

Neben den Vorgehensmodellen zur Entwicklung von Reifegradmodellen sind auch die Vorgehensmodelle zur Anwendung von Reifegradmodellen von hoher Relevanz. Sie beschreiben wie das bestehende Reifegradmodell durch den Anwender genutzt werden soll und haben somit einen hohen Einfluss auf den Umfang der Anwendung. Im folgenden Kapitel werden einige dieser Modelle beschrieben.

3.3.1 Vorgehen nach AHLEMANN, SCHROEDER und TEUTEBERG

AHLEMANN, SCHROEDER und TEUTEBERG beschreiben für kontinuierliches Verbesserungsmanagement mittels Reifegradmanagement die grundlegenden Phasen. Diese wiederholen sich i.d.R. zyklisch (vgl. Bild 3-14). In der **Ausführungsphase** ist die Datenerhebung, d.h. die kontinuierliche Ermittlung von Soll-Ist-Werten, von zentraler Bedeutung. Auf Grundlage dieser Datenerhebung werden in der **Analysephase** die einzelnen Prozesse hinsichtlich der Erreichung der formulierten Ziele analysiert und bewertet. Hieraus resultiert der Reifegrad der Organisation. In der **Ziel-Redefinitionsphase** werden die Ziele mit den Ergebnissen der Analysephase hinsichtlich ihrer weiteren Gültigkeit überprüft und ggf. angepasst. Die **Modellierungsphase** dient dem Modellieren und Implementieren von Änderungen. Hieraus resultiert eine Prozessverbesserung [AST05].

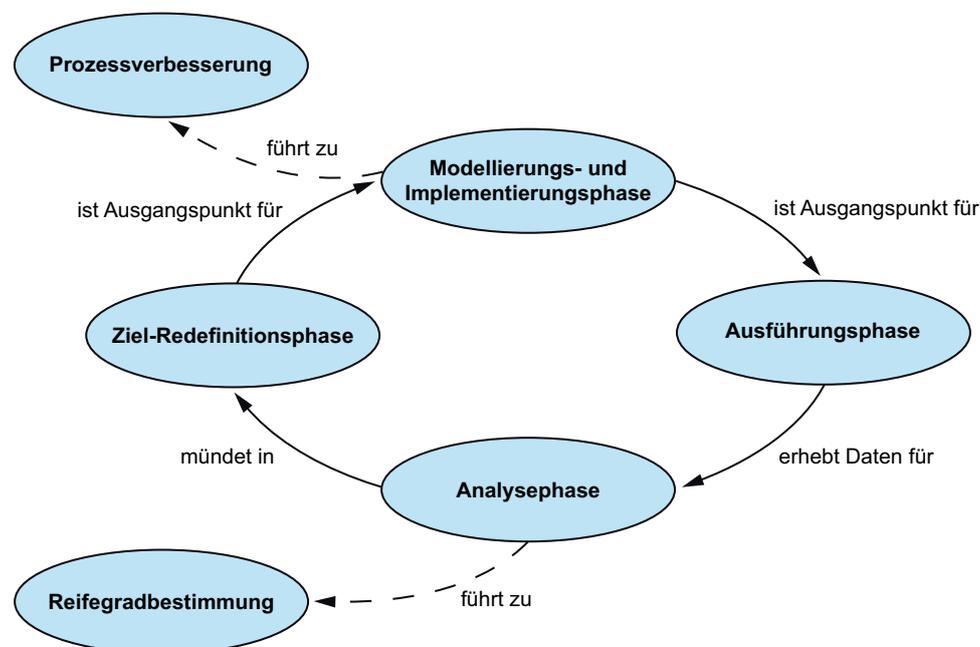


Bild 3-14: Phasen des Verbesserungsmanagements im Rahmen des Reifegradmanagements nach AHLEMANN, SCHROEDER und TEUTEBERG [AST05]

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Das Vorgehensmodell ermöglicht eine einfache und schnelle Anwendung und bedarf keiner Schulung. Es sieht eine Leistungssteigerung vor, gibt jedoch keine Hilfen zur Entwicklung einer Strategie und berücksichtigt nicht die Ziele des Unternehmens. Eine Softwareunterstützung des Vorgehens liegt nicht vor.

3.3.2 Vorgehen nach METTLER

Tabelle 3-7: Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen nach METTLER [Met09]

Phase	Decision parameter	Characteristic			
Select model	Origin	Academic		Practitioner-based	
	Reliability	Untested	Verified		Validated
	Practicality	General recommendations		Specific improvement activities	
	Accessibility	Free		Charged	
	Design mutability	None	Form	Functioning	Form and functioning
	Application method	Self-assessment	Third-party assisted		Certified Professionals
Prepare deployment	Driver/ Responsibility	Business		IT	
	Realisation	Informal appraisal		Formal assessment project	
	Application area	Specific entity		Multiple entities	
	Respondents	Management	Staff	Business partners	Combination
	Training	None	Basic		Extensive
Apply model	Execution	Go		No go	
	Frequency of application	Non-recurring		Repeated	
Take corrective actions	Target setting	Uncoupled		Coupled	
	Implementation	On the fly		Project	
	Implementer	Line organisation	Staff organisation	Externals	

Äquivalent zum Vorgehen zur Entwicklung von Reifegradmodellen schlägt METTLER ein ebenfalls vierphasiges Vorgehen zur Anwendung von Reifegradmodellen vor. In der Phase **Select model** wird entschieden, welcher Modelltyp sowohl in Bezug auf Inhalt als auch auf Struktur zur Anwendung kommen soll. In der zweiten Phase **Prepare deployment** werden der Anwendungsbereich in der Organisation definiert, Verantwortlichkeiten festgelegt sowie das Personal bei Bedarf geschult. Es folgt die Phase **Apply model**, in der entschieden wird, ob und in welchen Zyklen das Modell angewandt wird.

Der Entscheidung entsprechend erfolgt die Anwendung. Die abschließende Phase **Take corrective actions** dient der Leistungssteigerung. Die Phasen sind in Entscheidungsparameter mit möglichen Ausprägungen unterteilt. Diese sind in Tabelle 3-7 aufgeführt [Met09].

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Das Vorgehensmodell ermöglicht eine einfache und schnelle Anwendung, ist jedoch wissenschaftlich geprägt. Es sieht eine Leistungssteigerung vor, gibt jedoch keine Hilfen zur Entwicklung einer Strategie und berücksichtigt nicht die Ziele des Unternehmens. Eine Softwareunterstützung des Vorgehens liegt nicht vor.

3.3.3 IDEAL und SCAMPI – Vorgehensmodelle für CMMI

Bei CMMI stellen höhere Reife- bzw. Fähigkeitsgrade eine Verbesserung dar und sind somit erstrebenswert. Die Entscheidung, welcher Fähigkeits- bzw. Reifegrad angestrebt werden sollte, bleibt i.d.R. dem Unternehmen überlassen. Für die Prozessverbesserung mittels CMMI wurde daher vom SOFTWARE ENGINEERING INSTITUT die Methode IDEAL entwickelt (vgl. Bild 3-15). Die Methode hat ihren Ursprung in der PDCA-Systematik (Plan, Do, Check, Act) [Dem00]. IDEAL gliedert sich in folgende fünf Phasen [Mcf96], [Kne03]:

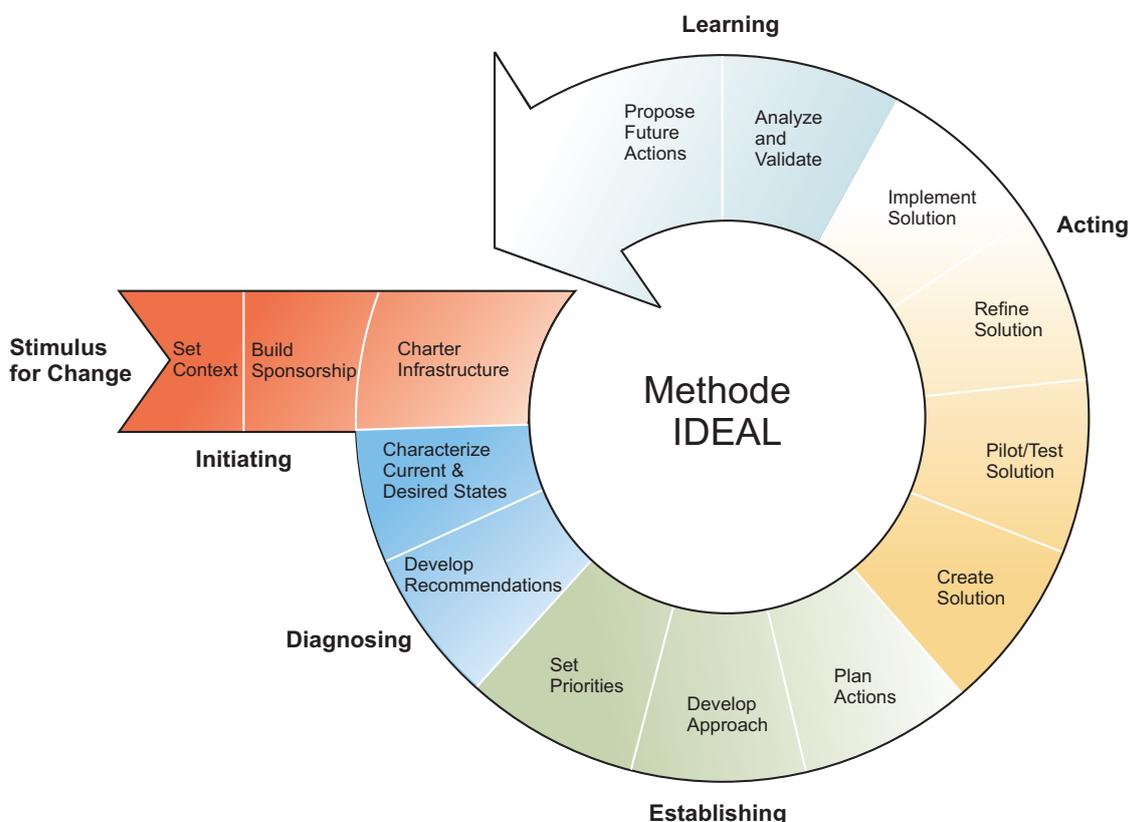


Bild 3-15: Methode IDEAL – Vorgehensmodell zur Einführung von CMMI [GPW09]

- **I – Initiating:** Hier werden die Vorbereitungen für das Verbesserungsprojekt getroffen. Die Organisation wird auf die Durchführung vorbereitet.
- **D – Diagnosing:** Die derzeitige Situation wird analysiert. Zudem wird der Soll-Zustand definiert.
- **E – Establishing:** Es wird eine Strategie zur Leistungssteigerung erarbeitet. Hierzu werden die Potentiale priorisiert und Maßnahmen geplant.
- **A – Acting:** Die geplanten Maßnahmen werden umgesetzt. Diese Phase benötigt i.d.R. mehr Zeit und Ressourcen als alle anderen Phasen zusammen.
- **L – Learning:** Hier wird das durchgeführte Vorgehen im Nachhinein analysiert. Hieraus werden Erfahrungen für weitere Maßnahmen und Projekte gewonnen.

Das SOFTWARE ENGINEERING INSTITUT hat für die sog. Appraisals, die Assessments, Bewertungsrandbedingungen vorgegeben [SEI11a]. Es werden die Klassen A, B und C der Leistungsbewertung unterschieden. Dabei nehmen die qualitative Aussagekraft und die methodische Formalisierung der Leistungsbewertung von A nach C ab. Für die Appraisals muss die Methode SCAMPI (engl. Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement) eingesetzt werden [SEI11b]. SCAMPI erfüllt dabei die Anforderungen aus der Norm ISO/IEC 15504 [ISO15504] an ein Bewertungsverfahren. Es kann zudem zur Überprüfung anderer Prozessmodelle wie ISO/IEC 12207 [ISO12207] oder der DIN EN ISO 9001 [ISO9001] eingesetzt werden. SCAMPI für Bewertungen der Klasse A gliedert sich in die drei Phasen: Appraisal planen und vorbereiten, Appraisal durchführen und Ergebnisse kommunizieren. Für jede Phase werden benötigte Prozesse vorgegeben, welche in Tabelle 3-8 genannt werden. Zudem wird für jeden Prozess eine Liste mit durchzuführenden Aktivitäten vorgegeben. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Prozesse ist in [SEI11b] zu finden. Ein durchgeführtes Appraisal hat eine Gültigkeit von drei Jahren.

Tabelle 3-8: Übersicht der Phasen und Prozesse bei SCAMPI [sinngemäß aus dem Englischen nach SEI11b]

Phase	Prozess
Assessmentvorbereitung	Anforderungen analysieren
	Assessmentplan entwickeln
	Team auswählen und vorbereiten
	Artefakte identifizieren und sammeln
	Assessment vorbereiten
Beurteilungsweise	Teilnehmer vorbereiten
	Artefakte begutachten
	Artefakte dokumentieren
	Artefakte verifizieren
	Vorläufigen Ergebnissen validieren
	Assessmentergebnis erstellen
Ergebniskommunikation	Assessmentergebnis übergeben
	Assessmentergebnis präsentieren und archivieren

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Die Bewertung von IDEAL und SCAMPI wurde bereits im Rahmen der Bewertung von CMMI durchgeführt.

3.3.4 RADAR – Vorgehensmodell für das EFQM-Excellence-Modell

Die RADAR-Logik ist eine Bewertungssystematik für das EFQM-Excellence-Modell. Sie dient sowohl der Ermittlung der Punktzahl für den EFQM Excellence Award als auch der Selbstbewertung oder dem Benchmarking mit anderen Organisationen. Der Begriff RADAR resultiert hierbei aus den Worten **R**esults (Ergebnisse), **A**pproach (Vorgehen), **D**eployment (Umsetzung), **A**ssessment und **R**efinement (Bewertung und Verbesserung). Das Ergebnis der Bewertung ist eine Punktzahl zwischen 0 und 1000. Sie teilt sich zu gleichen Teilen auf die Befähiger und Ergebnisse auf. Zur Ermittlung der Punktzahl wird jedes Teilkriterium mit Hilfe der sog. Bewertungsmatrix analysiert. Tabelle 3-9 zeigt eine ausgefüllte Bewertungsmatrix für ein Teilkriterium eines Befähigers [EFQM12].

Tabelle 3-9: Beispiel einer ausgefüllten Bewertungsmatrix in der RADAR-Logik für die Teilkriterien der Befähiger [nach EFQM12]

Attribut	Erklärung	Nachweise				
		keine 0%	ver- einzel 25%	vor- handen 50%	klar 75%	vor- bildlich 100%
Vorgehen						
fundiert	Das Vorgehen ist klar begründet und basiert auf den Bedürfnissen der relevanten Interessengruppen und auf Prozessen.					
integriert	Das Vorgehen unterstützt die Strategie und ist mit anderen relevanten Vorgehen verzahnt.					
Umsetzung						
eingeführt	Das Vorgehen wird in den relevanten Bereichen rasch eingeführt.					
angemessen	Die Ausführung ist sinnvoll und eröffnet die Möglichkeit zur Anpassung und organisatorischer Veränderung.					
Bewertung und Verbesserung						
Messung	Die Effektivität und Effizienz des Vorgehens und dessen Umsetzung werden in geeigneter Weise gemessen.					
Lernen und Kreativität	Lernen und Kreativität werden genutzt, um Möglichkeiten für Verbesserungen und Innovationen zu erschließen.					
Verbesserung und Innovation	Die Ergebnisse aus Messung, Lernen und Kreativität werden genutzt, um Verbesserungen und Innovationen zu bewerten, zu priorisieren und einzuführen.					
Gesamtbewertung		75%				

Alle Teilkriterien der Befähiger werden nach den in Tabelle 3-9 genannten Attributen bewertet. Für die Ergebnisse werden folgende Attribute verwendet [EFQM12]:

- **Relevanz und Nutzen**
 - **Umfang und Relevanz** – „Ein stimmiges Set von Ergebnissen, einschließlich Schlüsselergebnissen, ist identifiziert, um die Leistung der Organisation hinsichtlich ihrer Strategie, Ziele und den Bedürfnissen und Erwartungen der relevanten Interessengruppen zu zeigen.“ [EFQM12]
 - **Integrität:** „Die Ergebnisse werden zeitgerecht erhoben, sind aussagekräftig und genau.“ [EFQM12]
 - **Segmentierung:** „Die Ergebnisse sind angemessen segmentiert, um aussagekräftige Einblicke zu ermöglichen.“ [EFQM12]
- **Leistung**
 - **Trends:** „Es liegen positive Trends oder nachhaltig gute Leistungen über mindestens drei Jahre vor.“ [EFQM12]

- **Ziele:** „Für die Schlüsselergebnisse sind angemessene, im Einklang mit der Strategie stehende Ziele gesetzt und diese werden durchgängig erreicht.“ [EFQM12]
- **Vergleiche:** „Für die Schlüsselergebnisse werden relevante, günstig ausfallende und im Einklange mit der Strategie stehende externe Vergleiche angestellt.“ [EFQM12]
- **Tragfähigkeit:** „Basierend auf dem dargelegten Verständnis von Ursache und Wirkung gibt es Grund zu der Annahme, dass das Leistungsniveau auch künftig gehalten werden kann.“ [EFQM12]

Auf Basis der Gesamtbewertung je Bewertungsmatrix und vorgegebenen Gewichtungen je Teilkriterium und Kriterium wird eine Gesamtpunktzahl für die Organisation berechnet [EFQM12].

Bewertung hinsichtlich der Anforderungen

Die Bewertung von RADAR wurde bereits im Rahmen der Bewertung des EFQM-Excellence-Modells durchgeführt.

3.4 Handlungsbedarf

Die Bewertungen der aktuellen Ansätze im Reifegradmanagement hinsichtlich der in der Kapitel 2.5 definierten Anforderungen an eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung im Mittelstand sind in Bild 3-16 zusammenfassend dargestellt. Es wird deutlich, dass bisher keine Systematik existiert in dem Vorgehensmodelle für die Entwicklung und die Anwendung, sowie die Struktur des Reifegradmodells vereint sind und die Anforderungen durchgängig erfüllt. Im Folgenden werden die Anforderungen hinsichtlich des verbleibenden Handlungsbedarfs analysiert.

Bewertung der untersuchten Ansätze hinsichtlich der gestellten Anforderungen an eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung im Mittelstand. Bewertungsskala:  = nicht erfüllt  = teilweise erfüllt  = voll erfüllt		Anforderungen										
		Modellstruktur			Entwicklung				Anwendung			
		Vergleichbarkeit der Ergebnisse	Modellinhärente Empfehlungen zur Leistungssteigerung	Umfassende Dokumentation	Problemanalyse und -abgrenzung	Multimethodisches Vorgehen	Ergebnisevaluation in der Zielgruppe	Softwareunterstützung bei der Entwicklung	Ergebnisorientierte Anwendung	Unterstützung bei der Leistungssteigerung	Unterstützung der Geschäftsstrategie	Softwareunterstützung bei der Anwendung
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Reifegradmodelle	Quality Management Maturity Grid											
	Capability Maturity Model Integration inkl. IDEAL / SCAMPI											
	Process and Enterprise Maturity Model											
	EFQM -Excellence -Modell inkl. RADAR											
	Methode nach BALÁZOVÁ											
	Methode nach RAUCHENBERGER											
	Engineering produktiv!											
Entwicklung	Vorgehen nach PÖPPELBUß und RÖGLINGER											
	Vorgehen nach ROSEMANN, DE BRUIN, FREEZE und KULKARNI											
	Vorgehen nach METTLER											
	Vorgehen nach CHRISTIANSEN											
	Vorgehen nach BECKER, KNACKSTEDT und PÖPPELBUß											
Anwendung	Vorgehen nach AHLEMANN, SCHROEDER und TEUTEBERG											
	Vorgehen nach METTLER											

Bild 3-16: Bewertung der aktuellen Ansätze im Reifegradmanagement hinsichtlich der gestellten Anforderungen

Anforderungen an die Struktur eines Reifegradmodells für den Mittelstand

Eine **Vergleichbarkeit der Ergebnisse** ist in aller Regel gegeben. Alle Auswertungen der Modelle sind eindeutig und reproduzierbar. Mit der Ausnahme von Modellen, deren

Handlungselemente stark an das Unternehmen angepasst werden können, sind Vergleiche der Leistungsfähigkeit mit anderen Unternehmen möglich. Einige Modelle bieten hierzu jedoch keine Unterstützung. Über alle Modelle betrachtet fällt auf, dass vor allem die Anforderung der **modellinhärenten Empfehlungen zur Leistungssteigerung** unzureichend erfüllt wird. Fast alle Modelle gehen davon aus, dass der maximal mögliche Reifegrad anzustreben ist. Nur durch den Einsatz von Externen können individuell sinnvolle Stufen empfohlen werden. Empfehlungen wie diese Stufen erreicht werden können, werden kaum gegeben. I.d.R. liegt eine **umfassende Dokumentation** in Form von Dissertationen oder ausführlichen Berichten der Ursprungsorganisation vor. Es fällt auf, dass vor allem pragmatische Ansätze meist eine unzureichende Dokumentation aufweisen.

Zusammenfassend lässt sich für die zu entwickelnde Systematik feststellen, dass die bestehenden Ansätze für die Vergleichbarkeit in die Konzeption einfließen sollten. Aufgrund mangelnder Existenz ist ein Ansatz für modellinhärente Empfehlungen zur Leistungssteigerung zu entwickeln. Die Systematik soll die Anforderungen an die Dokumentation gemäß der Literatur erfüllen.

Anforderungen an ein Vorgehensmodell zur Entwicklung des Reifegradmodells

Alle beschriebenen Vorgehensmodelle behandeln die **Problemanalyse und -abgrenzung**. Auch die Anforderungen nach einem **multimethodischem Vorgehen** und einer **Ergebnisevaluation in der Zielgruppe** wird in aller Regel gut von den Vorgehensmodellen umgesetzt. Keins der Modelle, auch nicht in Ansätzen, sieht bisher eine **Softwareunterstützung** bei der Entwicklung von Reifegradmodellen vor.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die bestehenden Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Reifegradmodellen die Anforderungen sehr gut erfüllen und in die zu entwickelnde Systematik einfließen sollten. Aufgrund mangelnder Existenz ist ein Ansatz für die Softwareunterstützung zu entwickeln.

Anforderungen an ein Vorgehensmodell zur Anwendung des Reifegradmodells

Bei den Vorgehensmodellen zur Anwendung von Reifegradmodellen fällt auf, dass zwar einige Modelle eine **ergebnisorientierte Anwendung** sehr gut umsetzen, jedoch eben diese Modelle die Anforderung **Unterstützung bei der Leistungssteigerung** nicht erfüllen. So erhält das Unternehmen schnell und einfach ein Ergebnis zu seiner derzeitigen Leistungsfähigkeit, bekommt jedoch keine Hinweise wie es auf Basis der Ergebnisse eine Strategie zur unternehmensspezifischen Leistungssteigerung erarbeiten kann. Die **Unterstützung der Geschäftsstrategie** wird nur von zwei Modellen geboten. Die Vorgehensmodelle bieten kaum Vorgaben, wie die Unternehmensziele für eine individuelle Leistungssteigerung berücksichtigt werden sollen. Eine **Softwareunterstützung** wird, falls umgesetzt, durch Excel oder Webelemente erreicht.

Zusammenfassend lässt sich für die zu entwickelnde Systematik feststellen, dass die Ansätze für die ergebnisorientierte Anwendung kombiniert mit den Ansätzen zur Unterstützung bei der Leistungssteigerung in die Konzeption einfließen sollten.

4 Reifegradmodell für den Einsatz von Virtual Prototyping und Simulation im Maschinenbau

In diesem Kapitel wird ein konkretes Reifegradmodell vorgestellt, welches auf der entwickelten Systematik basiert. Im Rahmen des Projekts „*Instrumentarium zur Analyse und Optimierung des Einsatzes von Virtual Prototyping und Simulation (VPS) im Produktentstehungsprozess*“ entstand das Reifegradmodell VPS-Benchmark. Das Projekt wurde gefördert durch den europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Rahmen des Ziel2.NRW Wettbewerbs Hightech.NRW. Der VPS-Benchmark ermöglicht es einem Unternehmen den eigenen Entwicklungsstand zu analysieren und Verbesserungspotentiale zu identifizieren. Es werden konkrete Empfehlungen für einen individuell sinnvollen Soll-Zustand ausgesprochen. Darüber hinaus wird das Unternehmen in die Lage versetzt, Verbesserungsmaßnahmen langfristig zu planen und die Produktentwicklung zu optimieren. In Kapitel 4.1 wird zunächst die aktuelle Situation beim Einsatz von Virtual Prototyping und Simulation im Maschinenbau beschrieben. In Kapitel 4.2 wird dann der VPS-Benchmark erläutert.

4.1 Status Quo – Virtual Prototyping und Simulation im Maschinenbau

Die Fähigkeit, komplexe, technische Produkte wirtschaftlich zu entwickeln, herzustellen und zu betreiben, ist Markenzeichen und Erfolgsfaktor deutscher Unternehmen. Im Maschinen-, Fahrzeug- und Anlagenbau wird dieser Erfolg wesentlich durch die organisatorische Beherrschung und wirtschaftliche Effizienz der notwendigen betrieblichen Prozesse erzielt. Der Produktentwicklungs- oder Engineeringprozess ist dabei besonders bedeutend, da in ihm alle wesentlichen Merkmale des künftigen Erzeugnisses und ca. 80 % der Erzeugniskosten festgelegt werden. Hierbei nimmt die Bedeutung der Methoden und Werkzeuge des Virtual Prototyping und Simulation (VPS) stets zu [CG08], [BGK10], [Vaj07].

Virtual Prototyping und Simulation basiert darauf, rechnerinterne Produktmodelle von in der Entwicklung befindlichen Produkten zu bilden und deren Funktionalität frühzeitig zu analysieren. Auf Basis des virtuellen Prototypen lassen sich vielfältige Analysen wie Bauteilkollisionen, Montierbarkeit etc. durchführen. Auch die Analyse weiterer Aspekte wie Bewegungsverhalten, Festigkeit oder thermisches Verhalten ist möglich. Virtual Prototyping und Simulation spart so Zeit und Geld, weil auf den Bau und den Test realer Prototypen weitgehend verzichtet werden kann [CG08], [GEK01], [Vaj07].

Der Markt für Virtual Prototyping und Simulation bietet eine Vielzahl von 3D-CAD-, Elektro-CAD-, CAE- sowie PDM-Lösungen. Es reicht jedoch nicht aus, ein entsprechendes Werkzeug aus dem Regal zu kaufen und zu installieren, um einen erfolgreichen Einstieg in Virtual Prototyping und Simulation zu erreichen. Die Integration der Systeme

me in die bestehenden Prozesse und Datenmanagementstrukturen des Unternehmens ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor bei der Entwicklung komplexer technischer Systeme. Diese Daten müssen sicher verwaltet, benutzergerecht aufbereitet und vielfältig zwischen Prozessstufen verknüpft werden. Der Übergang von einer traditionellen Produktentwicklung, die größtenteils auf physikalischen Prototypen basiert hin zur Entwicklung mit Hilfe von virtuellen Prototypen ist aufwändig und oftmals von kostspieligen Misserfolgen geprägt. Ohne eine gute Integration der Systeme in die Prozesse des Unternehmens wird nur ein kleiner Bruchteil des Potentials erschlossen, die solche Lösungskonzepte eigentlich bieten. Neben den erforderlichen Investitionen in Hard- und Software ist vor allem bei kleinen und mittleren Unternehmen das fehlende Know-how der wesentliche Grund, dass die vorhandenen Potentiale nicht genutzt werden können. Kleine und mittlere Unternehmen stehen bei Virtual Prototyping und Simulation noch am Anfang und laufen Gefahr, den Anschluss zu verpassen. Häufig haben sich VPS-Insellösungen entwickelt, die nur unzureichend in den Entwicklungsprozess integriert sind [CG08], [GPW09], [KBG12].

4.2 VPS-Benchmark

Das Reifegradmodell VPS-Benchmark dient der Analyse und Optimierung des Einsatzes von Virtual Prototyping und Simulation im Produktentwicklungsprozess. Im Fokus der Analyse stehen dabei kleine und mittlere Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus sowie verwandten Branchen, deren Kerngeschäft die Entwicklung komplexer technischer Systeme ist. Mit dem VPS-Benchmark finden Unternehmen heraus, wie zukunftssicher die Produktentwicklung aufgestellt ist und das Unternehmen wird darin unterstützt, die Nutzenpotentiale von Virtual Prototyping und Simulation zu erkennen und zu erschließen [GBK+12], [BK12], [BKG+12].

Der VPS-Benchmark ermöglicht es, den eigenen Entwicklungsstand zu analysieren und Verbesserungspotentiale zu identifizieren. Es werden konkrete Empfehlungen für einen individuell sinnvollen Soll-Zustand angeboten. Darüber hinaus wird das Unternehmen in die Lage versetzt, Verbesserungsmaßnahmen langfristig zu planen und die Produktentwicklung zu optimieren. Zusätzlich ermöglichen sogenannte „VPS-Reifegrade“ einen anonymisierten Vergleich des Entwicklungsstands mit Unternehmen, die vor ähnlichen Herausforderungen stehen. Die Durchführung ist auf die Anforderungen des Mittelstands zugeschnitten: schnell, einfach und keine langwierige Einarbeitung. Sie kann an einem halben Tag durchgeführt werden [GBK+12], [BK12], [BKG+12].

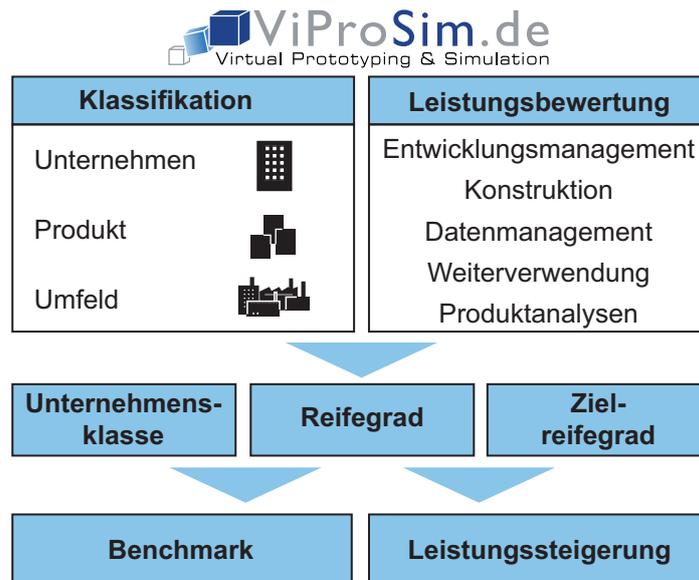


Bild 4-1: Funktionen des VPS-Benchmarks

Der VPS-Benchmark führt das Unternehmen durch ein strukturiertes Interview mit bis zu 200 Fragen. Die Anwender können dabei selbst entscheiden, welche der folgenden Themengebiete behandelt werden sollen [GBK+12]:

- **Entwicklungsmanagement:** Wie managen Sie Ihren Entwicklungsprozess?
- **Konstruktion:** Welche Voraussetzungen bieten Sie Ihren Entwicklern zur produktiven Arbeit?
- **Datenmanagement:** Wie verwalten Sie Daten, die während der Entwicklung entstehen und benötigt werden?
- **Weiterverwendung:** Wie nutzen Sie bestehende Konstruktionsdaten in weiteren Bereichen Ihres Unternehmens, wie bspw. Marketing oder Dokumentation?
- **Produktanalysen:** Wann und wie setzen Sie bereits Simulationen ein?

Nachdem die Analyse abgeschlossen ist, stehen dem Unternehmen unmittelbar die Ergebnisse zur Verfügung. Für jedes der Themengebiete wird ein Reifegrad ermittelt. Mit einer graphischen Darstellung (Bild 4-2) der Reifegrade kann das Unternehmen leicht erkennen, wie es im Bereich VPS aufgestellt ist. Bereits durchgeführte Analysen werden in einer Datenbank gespeichert. Dies erlaubt einen anonymisierten Vergleich mit anderen Unternehmen ähnlicher Größe und Branche. Es werden vier Reifegrade unterschieden:

- **Reifegrad 1 – Konfusion:** Die Entwicklungsorganisation hemmt eine Zusammenarbeit. Prozesse sind unbestimmt und die Systeme kaum integriert. Der Erfolg hängt von den Fähigkeiten einzelner Mitarbeitern und nicht von etablierten Prozessen ab.

- **Reifegrad 2 – Kommunikation:** Die Entwicklungsorganisation fördert einen Austausch der Beteiligten untereinander. Die Prozesse sind strukturiert und die Systeme ermöglichen eine Kommunikation. Die Mitarbeiter bringen ein Verständnis für die Herausforderungen anderer Disziplinen auf.
- **Reifegrad 3 – Koordination:** Die Entwicklungsorganisation koordiniert die Tätigkeiten der Beteiligten untereinander. Die Prozesse sind verwaltet und harmonisieren mit den Systemen. Die Mitarbeiter stimmen sich mit verschiedenen Bereichen ab.
- **Reifegrad 4 – Kollaboration:** Die Entwicklungsorganisation fördert die teamübergreifende Zusammenarbeit an abgestimmten Zielen. Die Prozesse und Systeme ermöglichen eine gleichzeitige Arbeit an gemeinsamen Artefakten. Die Mitarbeiter sehen sich als Teil eines Ganzen und agieren in engen Partnerschaften mit anderen Bereichen.

Für eine Leistungssteigerung sollte nicht der maximal mögliche Reifegrad, sondern ein individuell sinnvoller Ziel-Reifegrad angestrebt werden. Dieser gibt einen optimalen Reifegrad je Themengebiet vor und wird auf Basis der Klassifikation von Unternehmenskennzahlen (z.B. Anzahl der Entwickler), Produktkennzahlen (z.B. Anzahl Bauteile) und Unternehmensumfeld (z.B. Wettbewerbssituation) berechnet. Aufbauend auf der aktuellen Leistungsfähigkeit wird das Unternehmen dabei unterstützt, eine Strategie zur unternehmensspezifischen Leistungssteigerung zu erarbeiten. Hierzu wird dem Unternehmen ein Aufwand-Nutzen-Portfolio mit konkreten Maßnahmen zur Verfügung gestellt [BK12].

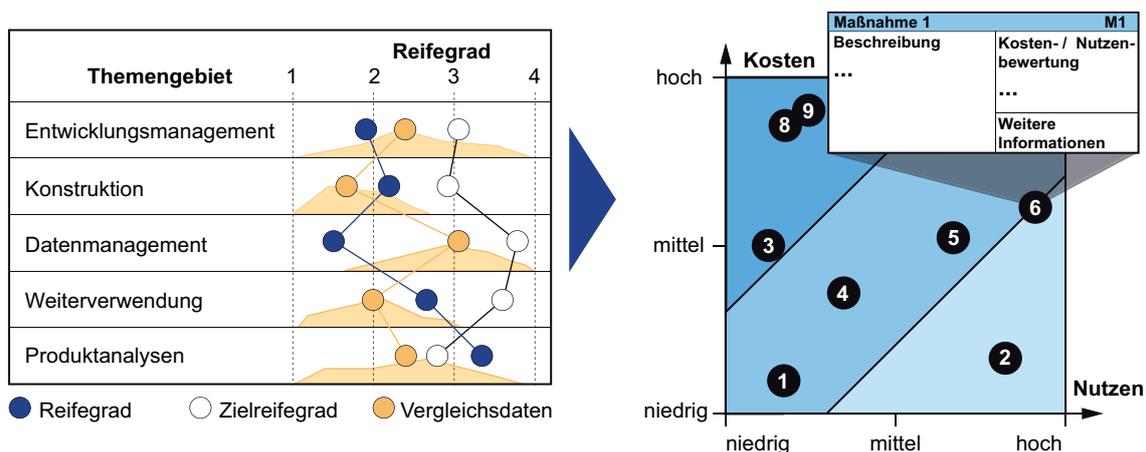


Bild 4-2: Ergebnisse des VPS-Benchmarks

Der VPS-Benchmark ist auf dem Fachportal www.viprosim.de kostenfrei verfügbar. Das Portal stellt zudem Entscheidungsträgern und Experten aus Industrie und Wissenschaft eine Wissens- und Kontaktvermittlung zur Verfügung. Teil der Wissensbasis sind Beschreibungen von VPS-Technologien und BestPractices, die deren vorbildliche Umsetzung beschreiben [BKG+12].

5 Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung

In diesem Kapitel wird die Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand vorgestellt. Ziel ist ein Rahmen, mit dem mittelstandsgerechte Reifegradmodelle effizient erarbeitet und angewendet werden können. Neben einer einfachen und schnellen Leistungsbewertung soll ein unternehmensindividueller Soll-Zustand empfohlen werden, der mit konkreten Empfehlungen für eine Leistungssteigerungsstrategie erreicht werden kann. Hierbei soll die Strategie auf die Unternehmensziele ausgerichtet sein. Bestandteile der Systematik sind neben einer Struktur für Reifegradmodelle, auch Vorgehensmodelle und Softwarewerkzeuge zur Entwicklung und Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle. Bild 5-1 gibt einen Überblick über die Systematik und den Aufbau dieses Kapitels.

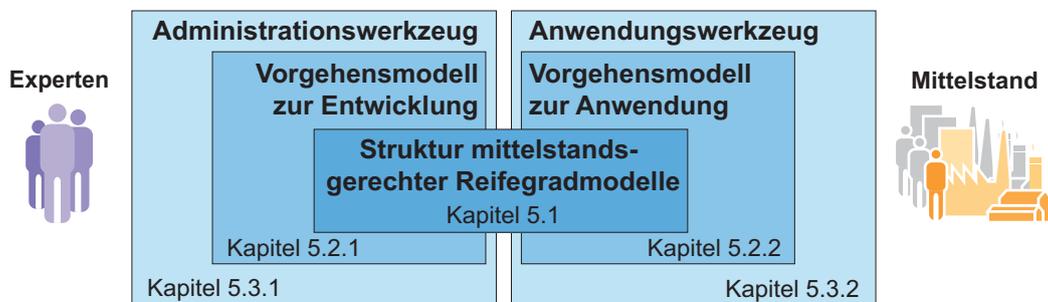


Bild 5-1: Bestandteile der Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung

- **Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle:** Die Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle ist der Kern der Systematik. Sie definiert die benötigten Elemente, Inhalte und Berechnungsvorschriften zur Ermittlung der derzeitigen Leistungsfähigkeit, der anzustrebenden Leistungsfähigkeit und sinnvoller Empfehlungen. Diese Struktur wird in Kapitel 5.1 detailliert beschrieben.
- **Vorgehensmodelle:** Die Vorgehensmodelle definieren notwendige Tätigkeiten zur Entwicklung und Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle. Die beiden Vorgehensmodelle werden in Kapitel 5.2 detailliert beschrieben.
- **Softwarewerkzeuge:** Beide Vorgehensmodelle werden durch Softwarewerkzeuge unterstützt. Das Administrationswerkzeug dient als Entwicklungsumgebung für mittelstandsgerechte Reifegradmodelle. Es ermöglicht sowohl eine Erweiterung bestehender Modelle als auch eine vollständige Neuentwicklung. Das Anwendungswerkzeug dient der Anwendung der Reifegradmodelle. Es wird dem Nutzer über eine Internetseite zur Verfügung gestellt. Die Anwendung der Vorgehensmodelle wird durch die Software stark vereinfacht. Die Softwarewerkzeuge werden in Kapitel 5.3 detailliert beschrieben.

5.1 Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle

Es werden zunächst die Basiselemente des Modells vorgestellt. Anschließend werden die Logik, Matrizen und Berechnungsvorschriften erläutert, mit deren Hilfe die Leistungsbewertung und -steigerung durchgeführt wird.

5.1.1 Basiselemente

Die Basiselemente mittelstandsgerechter Reifegradmodelle teilen sich in die drei Kategorien **Leistungsbewertung**, **Zieldefinition** und **Leistungssteigerung** auf. Bild 5-2 gibt einen Überblick über diese Kategorien mit den zugehörigen Elementen. Mit Hilfe der Elemente wird der Inhalt des Reifegradmodells definiert. Im Folgenden werden die Kategorien und die zugehörigen Elemente anhand des eingängigen Beispiels einer PDM-Systemeinführung vorgestellt.

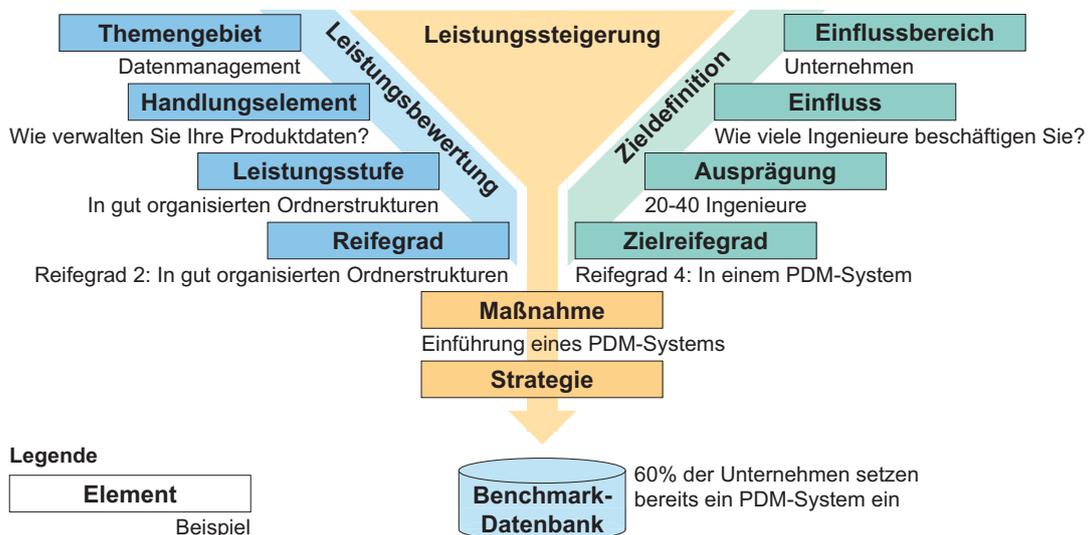


Bild 5-2: Basiselemente mittelstandsgerechter Reifegradmodelle

5.1.1.1 Leistungsbewertung

Bild 5-2 beschreibt im linken Teil die Leistungsbewertung mit ihren Elementen. Die Elemente orientieren sich am typischen Aufbau von Reifegradmodellen, wie in Kapitel 2.4 beschrieben.

- **Themengebiete** gliedern den Betrachtungsgegenstand in übergeordnete Aufgabenkomplexe. Sie fassen stark zusammengehörige Aspekte des Untersuchungsbereichs zusammen. Sie entsprechen den Handlungsfeldern des typischen Aufbaus eines Reifegradmodells. Beispiele für Themengebiete im Rahmen von VPS sind Datenmanagement oder Produktanalysen.

- **Handlungselemente** sind Leistungsindikatoren für die Themengebiete. Jedes Themengebiet kann beliebig viele Handlungselemente aufweisen. Sie werden als geschlossene Fragen formuliert. Ein Beispiel eines Handlungselements im Rahmen von VPS ist die Verwaltung von Produktdaten: „Wie verwalten Sie Ihre Produktdaten?“.
- **Leistungsstufen** sind vordefinierte Antworten zu den Handlungselementen. Sie drücken den konkreten, derzeitigen Leistungsstand des Unternehmens aus. Ein Beispiel einer Leistungsstufe des Handlungselements „Wie verwalten Sie Ihre Produktdaten?“ ist „in gut organisierten Dateistrukturen“. Jedes Handlungselement muss mindestens zwei Leistungsstufen aufweisen, wobei die Anzahl von Handlungselement zu Handlungselement unterschiedlich sein kann. Die Handlungselemente und Leistungsstufen müssen so beschrieben sein, dass eine Entweder-Oder-Entscheidung möglich ist. Vom Nutzer kann nur eine Antwort ausgewählt werden. Zudem können Handlungselemente erstellt werden, bei denen eine Mehrfachauswahl möglich ist. Diese werden in der Auswertung jedoch nicht berücksichtigt. Sie werden im Folgenden als nicht-reifegradrelevante Handlungselemente bezeichnet. Dies kann bspw. eine Abfrage nach einem konkreten CAD-System sein.
- Alle Leistungsstufen sind mit einem **Reifegrad** verknüpft. So kann die Leistung eines Unternehmens objektiv und messbar auf einem abstrakten Niveau ausgedrückt werden. Sie geben Aufschluss darüber, wie reif das Unternehmen in den Themengebieten ist.

5.1.1.2 Zieldefinition

Neben der Ermittlung der derzeitigen Leistungsstufe soll eine unternehmensindividuelle Ziel-Leistungsstufe empfohlen werden. Diese basiert auf Einflüssen, mit denen das Unternehmen konfrontiert wird. Die Elemente zur Zieldefinition werden im rechten Teil von Bild 5-2 beschrieben.

- **Einflussbereiche** sind das Äquivalent zu den Themengebieten der Leistungsbewertung. Sie stellen sicher, dass alle relevanten Aspekte berücksichtigt werden, die einen Einfluss auf die Zieldefinition haben. Beispiele für Einflussbereiche im Rahmen von VPS sind Produkt, Unternehmen und sein Umfeld.
- **Einflüsse** wirken sich auf die Handlungselemente und die anzustrebende Leistungsstufe des Unternehmens aus. Sie werden ebenfalls als geschlossene Fragen formuliert. Ein Beispiel von Einflüssen im Rahmen von VPS ist die Anzahl der Ingenieure: „Wie viele Ingenieure beschäftigen Sie?“. Hierdurch wird bspw. die Verwaltung der Produktdaten beeinflusst.

- **Ausprägungen** sind vordefinierte Antworten zu den Einflüssen. Im Beispiel in Bild 5-2 hat das Unternehmen 20-40 Ingenieure. Jeder Einfluss muss mindestens zwei Ausprägungen aufweisen, wobei die Anzahl von Einfluss zu Einfluss unterschiedlich sein kann. Es kann entschieden werden, ob der Einfluss eine Entweder-Oder-Auswahl oder eine Mehrfachauswahl zulässt. Es können auch nicht reifegradrelevante Einflüsse erzeugt werden. Im Rahmen von VPS ist dies bspw. für den Einfluss der Branche interessant. Aus der Branche können keine Rückschlüsse auf die anzustrebende Leistungsstufe gezogen werden, jedoch ist die Branche für einen Vergleich mit anderen Unternehmen relevant.
- Auf Basis der Einflüsse und Ausprägungen wird die vom Unternehmen anzustrebende Leistungsstufe ermittelt: die konkrete Ziel-Leistungsstufe. Diese wird in den abstrakten **Ziel-Reifegrad** überführt. In dem Beispiel wird der Einsatz eines PDM-Systems zur Optimierung des Produktdatenmanagements empfohlen.

5.1.1.3 Leistungssteigerung

Je größer der Unterschied zwischen Reifegrad und Ziel-Reifegrad ist, desto größer ist der Handlungsbedarf für das Unternehmen. Die Frage ist nun, wie dem Handlungsbedarf begegnet werden kann. Hierzu werden zwei Elemente der Leistungssteigerung genutzt.

- Der Vergleich zwischen Ziel-Reifegrad und Reifegrad bzw. zwischen derzeitiger Leistungsstufe und Ziel-Leistungsstufe ermöglicht das Ableiten konkreter **Maßnahmen** für das Unternehmen. Im angeführten Beispiel wird die Einführung eines PDM-Systems empfohlen.
- Da eine Vielzahl an Maßnahmen empfohlen werden kann, gilt es diese in Form einer **Strategie** zu strukturieren. Diese Leistungssteigerungsstrategie enthält eine Priorisierung der Maßnahmen in Form einer Aufwand-Nutzen-Betrachtung. Zudem wird die Ausrichtung der Strategie an den Unternehmenszielen ermöglicht.

Alle Daten und Ergebnisse werden in einer **Benchmark-Datenbank** gespeichert. Die Datenbank ermöglicht einen Vergleich mit anderen Unternehmen. Bei ausreichend umfangreicher Datenbasis werden Aussagen, wie „60% der Unternehmen setzen bereits ein PDM-System ein“, möglich.

5.1.2 Logik, Matrizen und Berechnungsvorschriften

Die beschriebenen Elemente mittelstandsgerechter Reifegradmodelle definieren den Inhalt des Modells. Mit Hilfe verschiedener Matrizen werden die Elemente untereinander verknüpft. Unter Berücksichtigung von Berechnungsvorschriften und definierten Logiken werden die Antworten des Nutzers ausgewertet. Die Logik, Matrizen und Be-

rechnungsvorschriften mittelstandsgerechter Reifegradmodelle werden im Folgenden erläutert. Zur Verknüpfung der Elemente werden folgende sechs Matrizen genutzt:

- **Abhängigkeitsmatrix:** Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Wie stark hängt der Reifegrad des Themengebiets vom Handlungselement ab?“ Es wird also beschrieben, welche Handlungselemente in welchem Themengebiet eine Rolle spielen. Diese Matrix dient der Komplexitätsreduzierung der Reifegradmatrix.
- **Reifegradmatrix:** Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Welcher Reifegrad wird im Themengebiet durch die Leistungsstufe impliziert?“ Auf Basis dieser Matrix wird sowohl der Reifegrad als auch der Ziel-Reifegrad des Unternehmens berechnet.
- **Beeinflussungsmatrix:** Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Hat der Einfluss eine Relevanz für das Handlungselement?“ Es wird also beschrieben, welche Einflüsse für welche Themengebiete eine Rolle spielen. Diese Matrix dient der Komplexitätsreduzierung der Zieldefinitionsmatrix.
- **Zieldefinitionsmatrix:** Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Welche Leistungsstufe wird durch die Einflussausprägung impliziert?“ Auf Basis dieser Matrix wird für jedes Handlungselement die anzustrebende Ziel-Leistungsstufe ermittelt.
- **Fragenverlaufsmatrix:** Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Wird das Handlungselement oder der Einfluss aufgrund einer vorherigen Leistungsstufe oder Einflussausprägung aus dem Fragenverlauf entfernt?“ Diese Matrix steuert den Fragenverlauf und entscheidet, ob eine Frage zum Handlungselement bzw. Einfluss gestellt wird.
- **Maßnahmenmatrix:** Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Welche Maßnahme bringt das Unternehmen von der derzeitigen Leistungsstufe auf die Ziel-Leistungsstufe?“ Mit Hilfe dieser Matrix werden geeignete Maßnahmen ausgewählt.

Eine schematische Darstellung der Verknüpfung von Elementen mit den Matrizen und der Interaktion des Nutzers mit den Matrizen liefert Bild 5-3. Durch das Beantworten der Fragen durch den Nutzer werden Einflussausprägungen und Leistungsstufen gesetzt. Diese Eingaben des Nutzers initiieren Operationen in den Matrizen. Auf Basis der gewählten Leistungsstufe wird in der Reifegradmatrix der Reifegrad des Nutzers je Themengebiet ermittelt. Die Zieldefinitionsmatrix ermöglicht auf Basis der Einflussausprägungen, die Ziel-Leistungsstufe zu ermitteln. Mit Hilfe der Reifegradmatrix kann dann auch der Ziel-Reifegrad berechnet werden. Ein Abgleich zwischen Leistungsstufe und Ziel-Leistungsstufe ermöglicht die Ableitung konkreter Maßnahmen. Der Fragenverlauf, also welche Fragen gestellt werden, wird durch die Fragenverlaufsmatrix gesteuert.

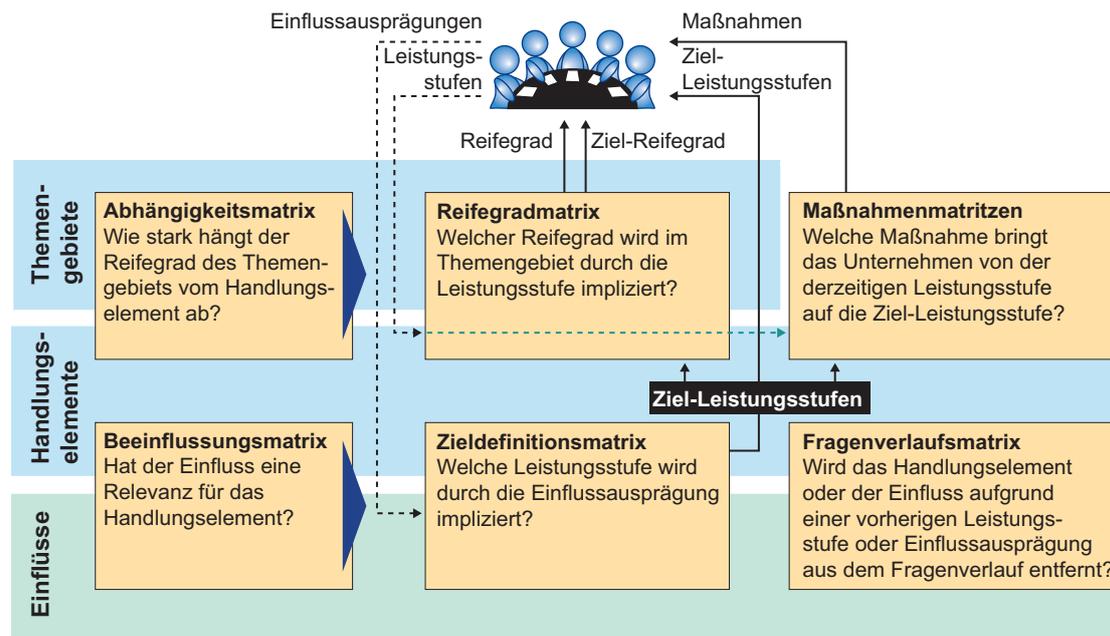


Bild 5-3: Schematische Darstellung der Verknüpfung von Elementen mit den Matrizen und der Interaktion des Nutzers mit den Matrizen

Durch die Angabe von Leistungsstufen und Einflussausprägungen können Reifegrad, Ziel-Leistungsstufe, Ziel-Reifegrad und Maßnahmen unternehmensindividuell ermittelt und mittelstandsgerecht dargestellt werden. Wie diese Ermittlungen und Berechnungen durchgeführt werden, wird in den folgenden Kapiteln beschrieben.

5.1.2.1 Abhängigkeits- und Reifegradmatrix

Der Reifegrad beschreibt die Leistungsfähigkeit des Unternehmens mit einer rationalen Zahl. Sie liegt zwischen zu definierenden ganzen Zahlen bspw. 1 und 4. Die Abhängigkeits- und Reifegradmatrix dienen der Ermittlung dieser Zahl (vgl. Bild 5-4). Auf Basis der Matrizen wird sowohl der Reifegrad als auch der Ziel-Reifegrad mit Hilfe der derzeitigen Leistungsstufen bzw. der Ziel-Leistungsstufen berechnet.

In der Abhängigkeitsmatrix sind die Themengebiete gegen die Handlungselemente aufgetragen. Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Wie stark hängt der Reifegrad des Themengebiets (Spalte) vom Handlungselement (Zeile) ab?“ Hierzu wird jede Kombination mit „0“ (gar nicht) bis „3“ (stark) bewertet. Diese Werte dienen einer Gewichtung der Handlungselemente. Der Reifegrad eines Themengebiets kann von mehreren Handlungselementen abhängen. Zudem kann ein Handlungselement für mehrere Themengebiete relevant sein. Es wird also beschrieben, welche Handlungselemente in welchem Themengebiet eine Rolle spielen. Diese Matrix dient der Komplexitätsreduzierung der Reifegradmatrix. Kombinationen, die mit „0“ bewertet wurden, werden in der weiteren Betrachtung nicht weiter berücksichtigt.

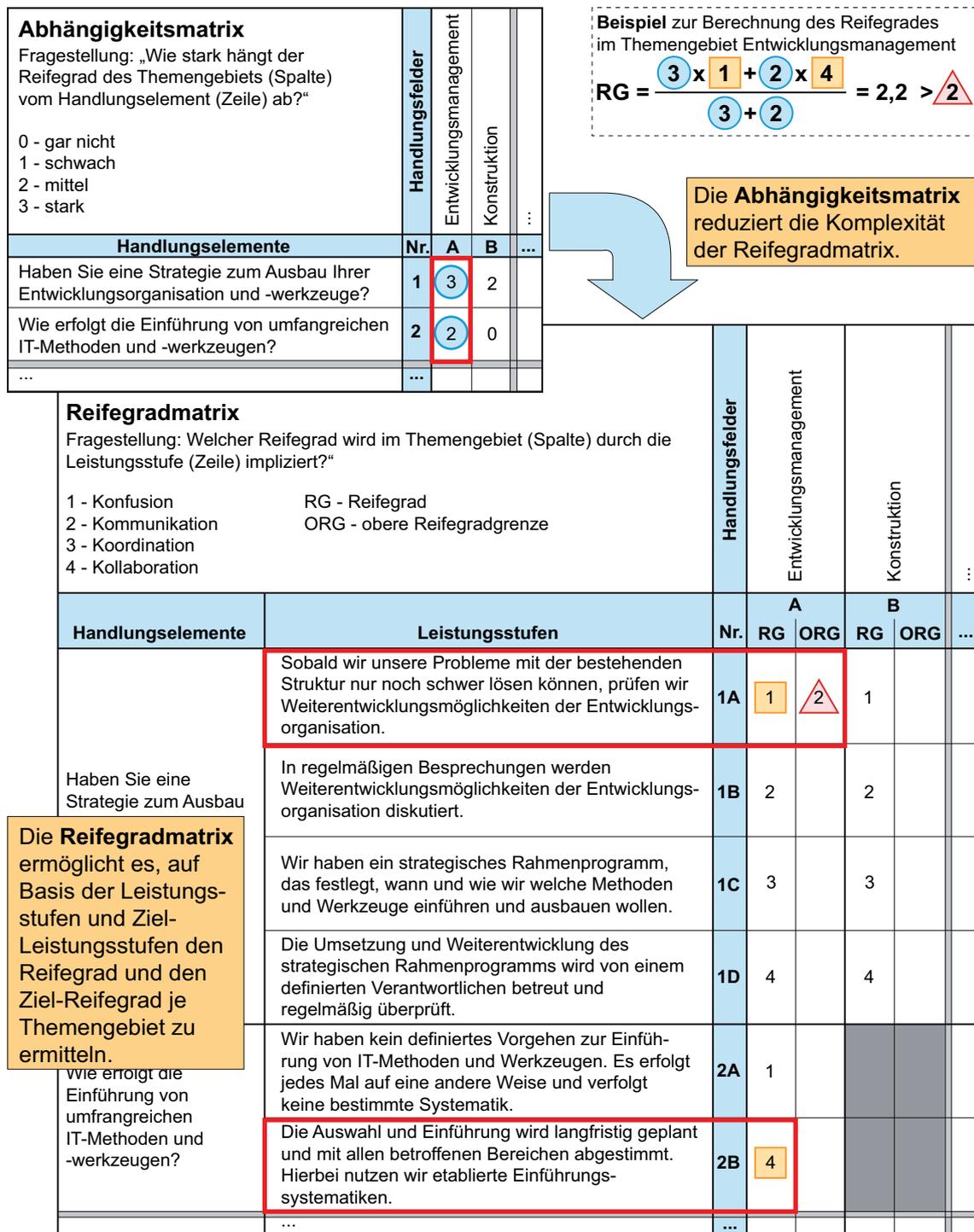


Bild 5-4: Aufbau und Zusammenhang der Abhängigkeits- und Reifegradmatrix

In der Reifegradmatrix werden die Leistungsstufen der Handlungselemente ergänzt. Zudem werden die Themengebiete um Reifegrade und die sog. obere Reifegradgrenze erweitert. Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Welcher Reifegrad wird im Themengebiet (Spalte) durch die Leistungsstufe (Zeile) impliziert?“ Hierzu wird hinter jeder Leistungsstufe der Zahlenwert des zugehörigen Reifegrades eingetragen. Hierbei ist vorher vom Entwickler des Modells festzulegen, welche ganzzahligen Reifegradstu-

fen möglich sein sollen. Die Anzahl ist frei wählbar, muss jedoch über alle Themengebiete gleich sein. Kombinationen, die in der Abhängigkeitsmatrix mit „0“ bewertet wurden, werden in der Reifegradmatrix grau hinterlegt und können nicht bearbeitet werden.

Des Weiteren können obere Reifegradgrenzen hinterlegt werden. Dies bedeutet, dass wenn diese Leistungsstufe gewählt wird, der Reifegrad nicht höher sein kann als die hinterlegte obere Reifegradgrenze. Bei vielen Reifegradmodellen müssen zur Erreichung eines Reifegrads alle Aspekte dieses und der darunterliegenden Reifegrade erreicht sein. Modelle, die nach diesem System arbeiten, sind bspw. CMMI und PEMM. Unternehmen, die den Großteil der Aspekte gut erfüllen und nur einen kleinen Teil schlecht erfüllen, bekommen nach diesem System einen niedrigen Reifegrad. Durch den Ansatz der oberen Reifegradgrenzen können diese harten Kriterien ebenfalls berücksichtigt werden. Zudem ist es auch möglich, Handlungselementen keine obere Reifegradgrenze zuzuweisen. So wird der Reifegrad bei diesen Handlungselementen nur leicht nach unten korrigiert und nicht direkt auf eine untere Reifegradgrenze gesetzt.

Der Zahlenwert für den Reifegrad entspricht dem gewichteten Mittel der relevanten Handlungselemente. Zur Berechnung des Reifegrades werden die vom Unternehmen gewählten Leistungsstufen genutzt. Zur Berechnung des Ziel-Reifegrades werden die Ziel-Leistungsstufen genutzt. Die Berechnungsvorschrift lautet:

Gleichung 5-1: Berechnung der Reifegrade je Themengebiet

$$RG_{TG_k} = \frac{\sum_{i=1}^n (RG_{HE_iTG_k} * GEW_{HE_iTG_k})}{\sum_{i=1}^n GEW_{HE_iTG_k}}$$

Der Reifegrad (RG) je Themengebiet (TG) ist der Quotient aus der Summe der Produkte der in der Reifegradmatrix hinterlegten Reifegrade mit den in der Abhängigkeitsmatrix hinterlegten Gewichtungen (GEW) und der Summe aller Gewichtungen je relevanter Handlungselemente (HE). Sollte die obere Reifegradgrenze eines relevanten Handlungselements kleiner sein als der berechnete Mittelwert, wird die obere Reifegradgrenze als Reifegrad ausgegeben.

In dem Beispiel in Bild 5-4 wird der Reifegrad für das Themengebiet Entwicklungsmanagement berechnet. Auf Basis der oben angegebenen Gleichung ergibt sich ein Reifegrad von 2,2. Da die gewählte Leistungsstufe 1A eine obere Reifegradgrenze von 2 aufweist, wird der Reifegrad auf diesen Wert korrigiert.

5.1.2.2 Beeinflussungs- und Zieldefinitionsmatrix

Wie bereits erwähnt soll nicht der maximal mögliche Reifegrad, sondern ein individuell sinnvoller, ökonomisch geeigneter Soll-Zustand empfohlen werden. Dies wird im Folgenden mit einem Beispiel verdeutlicht:

Etwa zwei Mal im Jahr steht ein Unternehmen vor der Herausforderung einen Trockner in eine Anlage zu integrieren. Da der Trocknungsprozess von entscheidender Bedeutung für die Qualität des zu produzierenden Produktes ist, entscheidet sich der Geschäftsführer dazu, die Auslegung des Trockners durch Strömungssimulation unterstützen zu lassen. Er plant, diese Simulation im Hause durchzuführen und kauft ein entsprechendes CFD-Werkzeug. Seine Mitarbeiter realisieren sehr schnell, dass die Einarbeitung in das CFD-Werkzeug sehr aufwendig ist. Nach vielen Wochen Arbeit kann einer der Entwicklungsingenieure ein Ergebnis vorweisen. Als die Anlage aufgebaut ist, stellt sich jedoch heraus, dass die simulierten Ergebnisse sehr stark von der Realität abweichen. Die Ursache liegt in nicht ausreichend exakt definierten Randparametern. Ein paar Monate später muss erneut ein Trockner integriert werden. Der Entwicklungsingenieur kann sich jedoch noch kaum an die Arbeitsweise des CFD-Werkzeugs erinnern und muss sich beinahe vollständig neu einarbeiten. Das Unternehmen entscheidet sich dazu, diese Technologie nicht weiter zu nutzen. Die Investition und viele Arbeitsstunden sind verloren. Neben diesem wirtschaftlichen Schaden, nimmt auch das Vertrauen in die Technologie der Strömungssimulation einen großen Schaden, da der Unternehmer nun der Überzeugung ist, dass diese Technologie zu komplex ist und nicht exakt arbeitet. In diesem Fall wäre das Unternehmen erfolgreicher gewesen, wenn es auf einem Niveau niedrigerer Reife in die Strömungssimulation eingestiegen wäre. So hätte es bspw. eine Zusammenarbeit mit einem CFD-Dienstleister wählen und somit in diesem Bereich Erfahrungen sammeln können, ohne ein großes Risiko einzugehen.

In diesem Beispiel können zwei Faktoren erkannt werden, die einen Einfluss auf die Art und Weise haben, wie die Strömungssimulation durchgeführt werden soll: die Häufigkeit der Simulation und die Relevanz des zu simulierenden Prozesses. Die Beeinflussungs- und Zieldefinitionsmatrix verknüpfen diese Einflüsse mit den Handlungselementen. Dies ermöglicht die Empfehlung einer unternehmensindividuellen sinnvollen Reife.

In der Beeinflussungsmatrix sind die Einflüsse gegen die Handlungselemente aufgetragen. Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Hat der Einfluss (Spalte) eine Relevanz für das Handlungselement (Zeile)?“ Dies wird mit „0“ (Nein) oder „1“ (Ja) bewertet. Ein Einfluss kann für mehrere Handlungselemente relevant sein. Zudem kann ein Handlungselement von mehreren Einflüssen betroffen sein. Diese Matrix dient zur Reduzierung der Komplexität der Zieldefinitionsmatrix.

In der Zieldefinitionsmatrix werden die Ausprägungen und Leistungsstufen der Einflüsse bzw. Handlungselemente ergänzt. Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Welche Leistungsstufe (Zeile) wird durch die Einflussausprägung (Spalte) impliziert?“ Für jeden Einfluss wird die Höhe des Einflusses auf die Leistungsstufe bewertet. Hierzu wird für jede Ausprägung die Auswirkung auf das Handlungselement mit „1“ (niedrig) bis „3“ (hoch) bewertet. Kombinationen, die in der Beeinflussungsmatrix mit „0“ bewertet wurden, werden in der Zieldefinitionsmatrix grau hinterlegt und können nicht bearbeitet werden (vgl. Bild 5-5).

Diese Bewertung ermöglicht nun die Empfehlung einer Leistungsstufe in Abhängigkeit von den gewählten Einflussausprägungen. Für jede Zeile wird die Zeilensumme gebildet. Dabei werden nur die vom Nutzer gewählten Ausprägungen (Spalten) berücksichtigt. Für jedes Handlungselement wird die Leistungsstufe mit der höchsten Zeilensumme empfohlen. Sollten zwei Zeilensummen identisch sein, wird die „niedrigere“ Stufe empfohlen. Wenn für alle Handlungselemente eine anzustrebende Leistungsstufe definiert wurde, ist die anzustrebende Reife für das Unternehmen vollständig beschrieben. Mit Hilfe der Reifegradmatrix kann aus den anzustrebenden Leistungsstufen der Ziel-Reifegrad ermittelt werden.

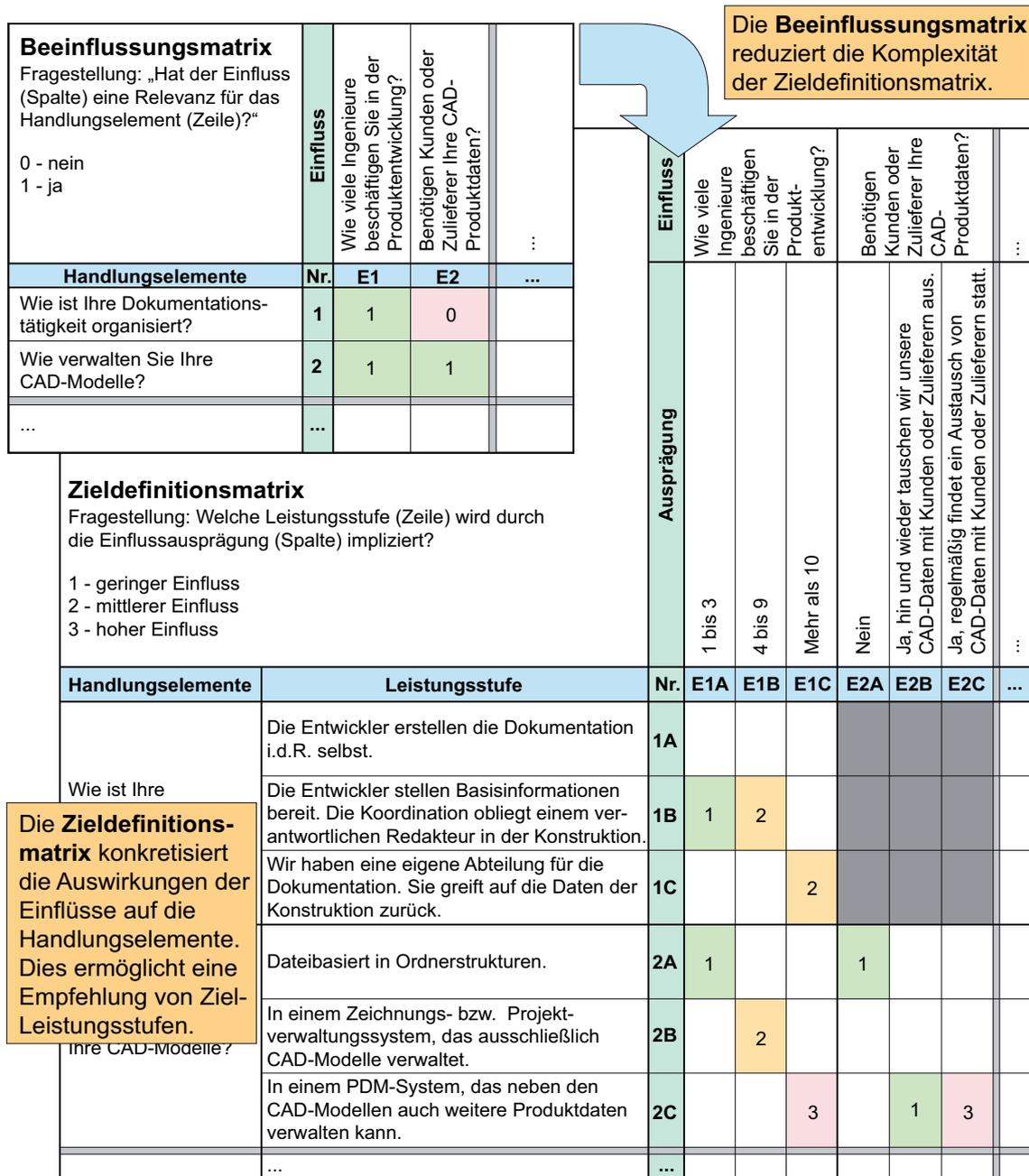


Bild 5-5: Aufbau und Zusammenhang der Beeinflussungs- und Zieldefinitions-matrix

Im Folgenden wird die Arbeitsweise der Matrizen an Beispielen erläutert. Zunächst wird die Beeinflussungsmatrix betrachtet. Die Anzahl der Entwickler (E1) ist relevant für die Organisation der Dokumentationsaktivitäten (1) und wird mit „1“ bewertet. Dagegen ist der Zugriff Externer auf die Konstruktionsdaten (E2) hierfür nicht relevant und wird mit „0“ bewertet. Für die Verwaltung der technischen Produktdaten (2) ist sowohl die Anzahl der Entwickler (E1) als auch der Zugriff Externer (E2) relevant.

Auf Basis der Beeinflussungsmatrix werden in der Zieldefinitions matrix bestimmte Bereiche ausgeblendet. Zunächst soll das erste Handlungselement betrachtet werden. Für eine geringe Anzahl an Entwicklern (Ausprägungen E1A und E1B) ist es ausreichend von Entwicklern bereitgestellte Basisinformationen von einem verantwortlichen technischen Redakteur zur Dokumentation zusammenstellen zu lassen (1B). Ab einer bestimmten Entwicklerzahl (E1C) wird die Erstellung der Dokumentation in einer eigenen Abteilung empfohlen (1C). In keinem Fall wird empfohlen, dass die Dokumentation allein durch die Entwickler erstellt wird (1A). Wie bereits oben beschrieben, ist der Zugriff Externer (E2) hier von keinem Interesse. Dieser Bereich wird daher ausgegraut.

Für das zweite Handlungselement sind zwei Einflüsse relevant. Zur Ermittlung der empfohlenen Leistungsstufe muss nun die Zeilensumme in Abhängigkeit der gewählten Ausprägungen genutzt werden. Wenn der Nutzer fünf Entwickler (E1B) und einen seltenen Zugriff Externer auf die Produktdaten (E2B) hat, wird empfohlen, die Daten in integrierten Lösungen zu verwalten (2B). Der Datenaustausch kann dann mittels E-Mail oder Datenträgern erfolgen. Die Zeilensummen würden in diesem Fall 0:2:1 (2A: 2B: 2C) ergeben. Wenn hingegen der Zugriff Externer regelmäßig stattfindet (E2C), wird die Leistungsstufe 2C empfohlen, da sich folgende Zeilensummen ergeben 0:2:3 (2A: 2B: 2C). Der Einsatz eines PDM-Systems bietet sich dann an, da diese Systeme i.d.R. einfache Möglichkeiten bieten, externe Zulieferer zu integrieren. Wenn das Unternehmen mehr als zehn Entwickler (E1C) hat und ein regelmäßiger Zugriff Externer stattfindet, wird ebenfalls Leistungsstufe 2C empfohlen. Folgende Zeilensummen ergeben sich 0:0:6 (2A: 2B: 2C).

5.1.2.3 Fragenverlaufsmatrix

Das Reifegradmodell kann eine Vielzahl an Fragen zu Einflüssen und Handlungselementen beinhalten. Da es sein kann, dass eine Antwort eine nachfolgende Frage obsolet macht, sollte diese Frage nicht mehr gestellt werden. Nutzt ein Unternehmen beispielsweise nur ein 2D-CAD-System, sind keine Fragen zu einem 3D-CAD-System nötig. Dazu dient die Fragenverlaufsmatrix: Sie steuert den Fragenverlauf und entscheidet, ob eine Frage zum Handlungselement bzw. Einfluss gestellt wird.

In der Fragenverlaufsmatrix sind die Einflussausprägungen und Leistungsstufen gegen die Einflüsse und Handlungselemente aufgetragen (vgl. Bild 5-6). Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Wird das Handlungselement oder der Einfluss aufgrund einer vorherigen Leistungsstufe oder Einflussausprägung aus dem Fragenverlauf ent-

fernt?“ Da es sich um eine gerichtete Bewertung handelt, muss nur die obere Diagonalhälfte der Matrix ausgefüllt werden. Sollte die Wahl einer Einflussausprägung oder Leistungsstufe das Überspringen eines Einflusses bzw. eines Handlungselementes zur Folge haben, wird diese Kombination mit einem „x“ markiert. Einflüsse bzw. Handlungselemente können von mehreren Einflussausprägungen bzw. Leistungsstufen aus dem Fragenverlauf entfernt werden. Ebenso können Einflussausprägungen bzw. Leistungsstufen mehrere Einflüsse bzw. Handlungselemente aus dem Fragenverlauf entfernen.

Fragenverlaufsmatrix Fragestellung: „Wird das Handlungselement oder der Einfluss aufgrund einer vorherigen Leistungsstufe oder Einflussausprägung aus dem Fragenverlauf entfernt?“ x - Diese Frage wird aus dem Fragenkatalog entfernt.		Einflüsse und Handlungselemente	In welchem Format stehen Ihnen die Altdaten zur Verfügung?	Wie gestaltet sich der Zugriff auf die Altdaten?	Wie werden die Stücklisten zwischen dem PDM- und ERP-System synchronisiert?
Einflüsse und Handlungselemente	Ausprägungen und Leistungsstufen	Nr.	H47	H48	H86
Wie häufig greifen Sie auf Altdaten aus vorherigen Systemen (bspw. das früher eingesetzte 2D-CAD-System) oder Papierzeichnungen zurück?	Es existieren keine Altdaten bzw. wir benötigen keinen Zugriff darauf.	E13A	x	x	
	Wir greifen nur gelegentlich auf unsere Altdaten zurück.	E13B			
	Wir greifen regelmäßig auf unsere Altdaten zurück.	E13C			
Haben Sie Zugriff auf Ihre Altdaten aus vorherigen Systemen (bspw. das früher eingesetzte 2D-CAD-System) oder Papierzeichnungen?	Wir haben keinen Zugriff auf unsere Altdaten.	H45A	x	x	
	Die Altdaten wurden mittels Ausdrucken, Mikrofilmen o.ä. archiviert.	H45B	x		
	Die Altdaten stehen auch digital zur Verfügung.	H45C			
Setzen Sie ein ERP-System ein?	Wir verwenden kein ERP-System bzw. arbeiten mit einer Vielzahl an Lösungen, um eine ERP-Funktionalität zu gewährleisten.	H84A			x
	Ja, wir setzen ein ERP-System ein.	H84B			

Bild 5-6: Aufbau der Fragenverlaufsmatrix

In der Matrix werden nur Einflüsse und Handlungselemente berücksichtigt, die relevant für den Fragenverlauf sind. Hierdurch wird die Komplexität der Matrix reduziert. Der Einfluss E13 fragt nach der Häufigkeit des Zugriffs auf Altdaten, bspw. Daten aus dem früher eingesetzten 2D-CAD-System. Sollten keine Altdaten existieren, müssen keine weiteren Fragen zu Altdaten gestellt werden. Die Handlungselemente H47 und H48 werden aus dem Fragenverlauf entfernt. Wenn die Altdaten nicht digital vorliegen, also bspw. nur auf Papier archiviert wurden (H45B), ist die Frage nach dem digitalen Format der Altdaten (H47) nicht nötig. Hingegen ist die Frage nach dem Zugriff (H48) weiterhin interessant. Sobald durch eine gewählte Leistungsstufe ein Handlungselement aus

dem Verlauf entfernt, sind nachfolgende Leistungsstufen für das entfernte Handlungselement irrelevant. Es kann also nicht durch andere Leistungsstufen wieder hinzugefügt werden.

5.1.2.4 Maßnahmenmatrix

Zur Leistungssteigerung werden dem Unternehmen Maßnahmen empfohlen. Diese Maßnahmen bringen das Unternehmen von einer Leistungsstufe auf eine andere. Für jedes Handlungselement gibt es eine Maßnahmenmatrix, die die in Frage kommenden Maßnahmen festlegt. In dieser sind die Leistungsstufen gegen die Ziel-Leistungsstufen aufgetragen (vgl. Bild 5-7). Die zentrale Fragestellung dieser Matrix lautet: „Welche Maßnahme bringt das Unternehmen von der derzeitigen Leistungsstufe (Zeile) auf die Ziel-Leistungsstufe (Spalte)?“

Maßnahmenmatrix					
Fragestellung: „Welche Maßnahme bringt das Unternehmen von der derzeitigen Leistungsstufe (Zeile) auf die Ziel-Leistungsstufe (Spalte)?“ Handlungselement: „Haben Sie eine Strategie zum Ausbau Ihrer Entwicklungsorganisation und -werkzeuge?“	Ziel-Leistungsstufe				
		Sobald wir unsere Probleme mit der bestehenden Struktur nur noch schwer lösen können, prüfen wir Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Entwicklungsorganisation.	In regelmäßigen Besprechungen werden Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Entwicklungsorganisation diskutiert.	Wir haben ein strategisches Rahmenprogramm, das festlegt, wann und wie wir welche Methoden und Werkzeuge einführen und ausbauen wollen.	Die Umsetzung und Weiterentwicklung des strategischen Rahmenprogramms wird von einem definierten Verantwortlichen betreut und regelmäßig überprüft.
derzeitige Leistungsstufe	Nr.	H1A	H1B	H1C	H1D
Sobald wir unsere Probleme mit der bestehenden Struktur nur noch schwer lösen können, prüfen wir Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Entwicklungsorganisation.	H1A		M1		M2
In regelmäßigen Besprechungen werden Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Entwicklungsorganisation diskutiert.	H1B				M2
Wir haben ein strategisches Rahmenprogramm, das festlegt, wann und wie wir welche Methoden und Werkzeuge einführen und ausbauen wollen.	H1C				M2
Die Umsetzung und Weiterentwicklung des strategischen Rahmenprogramms wird von einem definierten Verantwortlichen betreut und regelmäßig überprüft.	H1D		M3		

Bild 5-7: Aufbau der Maßnahmenmatrix für das Handlungselement „Haben Sie eine Strategie zum Ausbau Ihrer Entwicklungsorganisation und -werkzeuge?“

Für jede Kombination der Leistungsstufen wird eine eindeutige Identifikationsnummer der Maßnahme eingetragen, die das Unternehmen von der derzeitigen Leistungsstufe

auf die Ziel-Leistungsstufe bringt. Hierbei kann auch eine niedrigere Leistungsstufe angestrebt werden. Ist die aktuelle Leistungsstufe bekannt und wurde die Ziel-Leistungsstufe mit Hilfe der Zieldefinitionsmatrix ermittelt, kann die geeignete Maßnahme ausgewählt werden. Werden für eine Leistungsstufe keine Maßnahmen hinterlegt, so wird diese niemals als Ziel-Leistungsstufe empfohlen. In diesem Fall wird als Ziel-Leistungsstufe diejenige Leistungsstufe mit der nächstkleineren Zeilensumme in der Zieldefinitionsmatrix gewählt.

In dem Beispiel in Bild 5-7 wird das Handlungselement „Haben Sie eine Strategie zum Ausbau Ihrer Entwicklungsorganisation und -werkzeuge?“ behandelt. Aus der Matrix wird ersichtlich, dass nur Maßnahmen existieren, die zu den Leistungsstufen B und D führen. Andere Leistungsstufen werden somit in keinem Fall empfohlen. Für kleine Unternehmen ist es vollkommen ausreichend in regelmäßigen Besprechungen die Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Entwicklungsorganisation zu diskutieren. Hierfür empfiehlt es sich, Maßnahme M1 „Arbeitsgruppe Prozessverbesserung gründen“ (Bild 5-8) durchzuführen. Ab einer gewissen Größe und Komplexität der Organisation empfiehlt es sich, ein strategisches Rahmenprogramm zu erarbeiten, das festlegt, wann, wie und welche Methoden und Werkzeuge eingeführt und ausgebaut werden sollen. Dies sollte von einem definierten Verantwortlichen betreut und regelmäßig überprüft werden (Maßnahme M2).

Die Maßnahmen werden mit Hilfe von Steckbriefen definiert (vgl. Bild 5-8). Neben Titel und detaillierter Beschreibung weist jede Maßnahme eine Kosten-Nutzen-Betrachtung auf. Die Kriterien für Kosten und Nutzen müssen dabei von dem Modellentwickler festgelegt werden. Diese Kriterien können dann qualitativ bewertet werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, in der Maßnahme auf weitere Informationen zu verweisen. Diese werden dann in der Maßnahme als PDF-Datei hinterlegt.

Arbeitsgruppe „Prozessverbesserung“ gründen		M1
Beschreibung Gründen Sie eine Arbeitsgruppe "Prozessverbesserung". Ziel der Arbeitsgruppe ist die Identifikation von Verbesserungspotentialen in Ihrer Entwicklung und angeschlossenen Bereichen. Hierbei ist es wichtig, dass die Gruppe offen über bestehende Schwierigkeiten und Wünsche diskutiert. Vor welchen Herausforderungen wird Ihre Entwicklung in Zukunft stehen? Wo sind Sie bereits gut und wo haben Sie noch Potential? Welche Möglichkeiten bietet Ihnen der Markt an etablierten Lösungen? Um eine Verbesserung zu erreichen, die dem gesamten Unternehmen dient, sollten Vertreter verschiedener Fachbereiche wie bspw. Mechanik, Elektrik, Fertigung, Vertrieb oder Marketing, involviert werden. Ernennen Sie einen neutralen Moderator und setzen Sie etablierte Kreativitätstechniken ein. Führen Sie solche Gespräche etwa alle sechs Monate und beschließen Sie konkrete Maßnahmen.	Kostenbewertung	
	Personalkosten	1
	Investitionskosten	0
	Nutzenbewertung	
	Kosteneinsparung	2
	Zeiteinsparung	2
	Qualitätssteigerung	2
	Weitere Informationen	
	• Kreativitätstechniken	

Bild 5-8: Beispiel eines Maßnahmensteckbriefs

5.2 Vorgehensmodelle

Mit den beschriebenen Elementen und Matrizen lassen sich mittelstandsgerechte Reifegradmodelle realisieren. Ein Beispiel für ein solches Reifegradmodell ist der bereits

vorgestellte VPS-Benchmark. Zur Unterstützung der Entwicklung und Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle werden im Folgenden zwei Vorgehensmodelle vorgestellt (vgl. Bild 5-9). Für die Entwicklung eines Reifegradmodells wird Expertenwissen aufgenommen, in den beschriebenen Elementen aufbereitet und in Form eines interaktiven Fragenkatalogs online zur Verfügung gestellt. Bei der Anwendung der Reifegradmodelle wird der Anwender bei der Aufnahme und Analyse seiner Leistungsfähigkeit sowie der Entwicklung einer Leistungssteigerungsstrategie unterstützt.

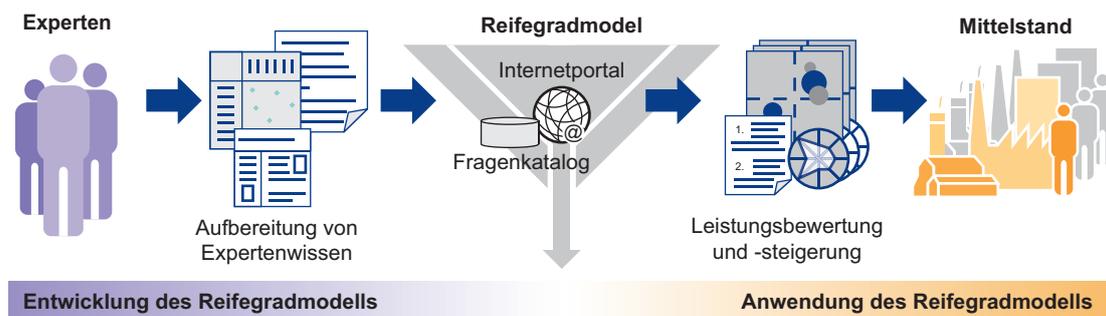


Bild 5-9: Entwicklung und Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle

5.2.1 Vorgehensmodell zur Entwicklung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle

Das Vorgehensmodell zur Entwicklung eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells ist in Bild 5-10 dargestellt. Das Vorgehen ist in fünf Phasen gegliedert, die in den folgenden Abschnitten erläutert werden. Wie bereits in Kapitel 3 geschrieben, steht eine Vielzahl an Vorgehensmodellen zur Verfügung, die die Anforderungen bereits gut erfüllen. Daher orientiert sich dieses Vorgehensmodell an bestehenden Vorgehensmodellen (vgl. Kapitel 3.2). Sie wurden an die spezifischen Gegebenheiten der hier vorgestellten Struktur für Reifegradmodelle angepasst.

In der **Vorbereitung** wird der Anwendungsbereich analysiert und der Handlungsbedarf herausgearbeitet. Ein Vergleich mit bestehenden Reifegradmodellen soll sicherstellen, dass die existierenden Modelle den Anwendungsbereich nicht bereits abdecken. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse werden die Entwicklungsziele für das Reifegradmodell definiert.

Bei der **Definition der Elemente zur Leistungsbewertung** werden die Themengebiete, Handlungselemente und Leistungsstufen ermittelt. Die Erarbeitung dieser Inhalte muss iterativ erfolgen und intensiv in der Zielgruppe validiert werden. Sobald alle Elemente beschrieben wurden, können die Abhängigkeits-, Reifegrad- und Fragenverlaufsmatrix ausgefüllt werden. Nach dieser Phase steht bereits ein Reifegradmodell zur reinen Leistungsbewertung zur Verfügung.

Für die **Definition der Elemente zur Zieldefinition** werden die Einflussbereiche, Einflüsse und Einflussausprägungen ermittelt. Die Erarbeitung dieser Inhalte muss iterativ erfolgen und intensiv in der Zielgruppe validiert werden. Sobald alle Elemente be-

schrieben wurden, können die Beeinflussungs- und Zieldefinitionsmatrix ausgefüllt werden. Die Fragenverlaufsmatrix wird um die Einflüsse ergänzt. Nach dieser Phase können durch das Reifegradmodell individuelle Ziel-Reifegrade und Ziel-Leistungsstufen empfohlen werden.

Bei der **Definition der Elemente zur Leistungssteigerung** werden die Maßnahmen erarbeitet, die die Nutzer von einer Leistungsstufe zur Ziel-Leistungsstufe bringen können. Für die Bewertung der Maßnahmen sind zunächst mögliche Kosten- und Nutzenwerte zu identifizieren. Sobald alle Maßnahmen beschrieben wurden, können die Maßnahmenmatrizen ausgefüllt werden. Zusätzlich sollte ein Zielkatalog erarbeitet werden, anhand dessen das Unternehmen die Maßnahmen bei der Modellanwendung priorisieren kann. Nach dieser Phase können durch das Reifegradmodell individuelle Maßnahmen zur Leistungssteigerung empfohlen werden.

In der Phase **Einführung und Wartung** wird das vollständige Reifegradmodell zunächst validiert und anschließend in der Zielgruppe kommuniziert und verteilt. Nach Veröffentlichung soll das Modell kontinuierlich betreut und gepflegt werden.

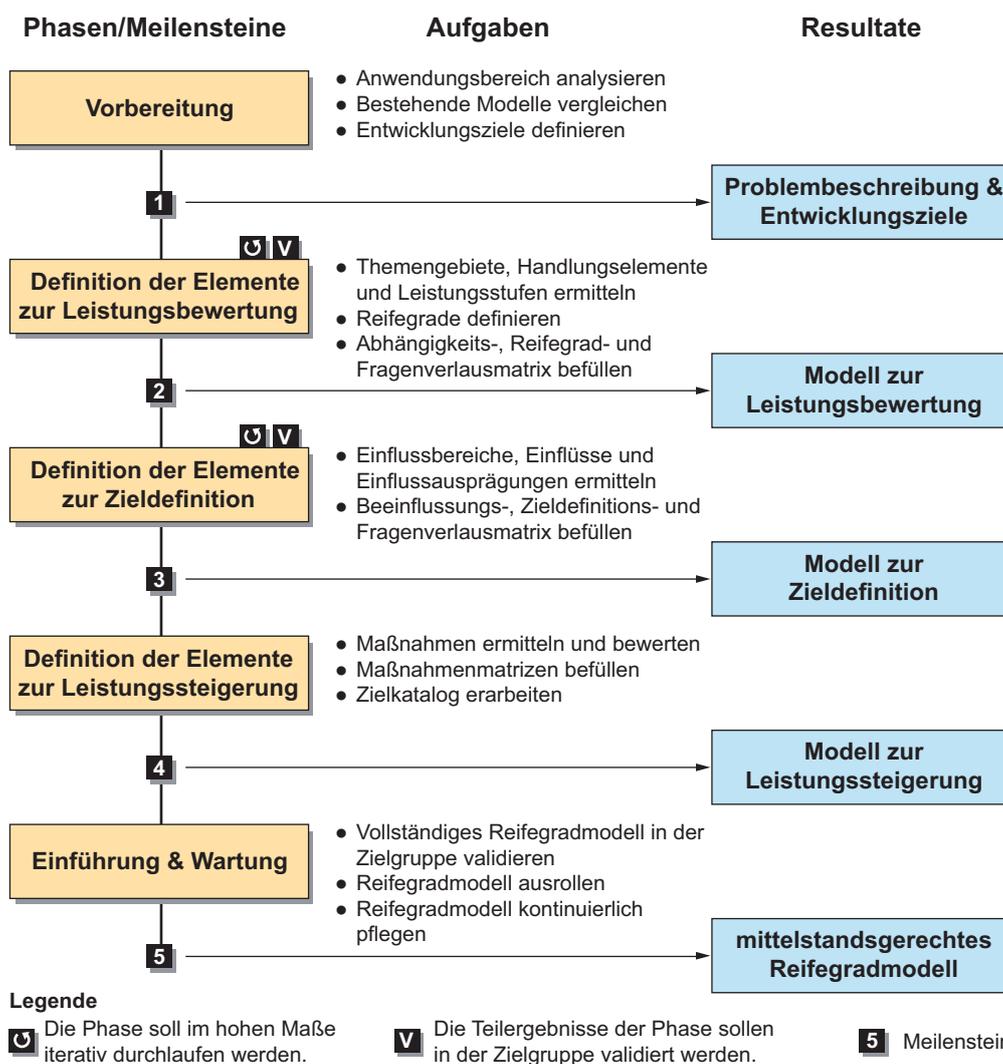


Bild 5-10: Vorgehensmodell zur Entwicklung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle

5.2.1.1 Vorbereitung

Ziel dieser Phase ist es, den Handlungsbedarf für ein neues Reifegradmodell aufzuzeigen sowie den Themenfokus und die Entwicklungsziele zu definieren. Zunächst ist das **Anwendungsgebiet zu analysieren**. Es soll eine erste grobe Problembeschreibung des adressierten Bereichs und dessen Teildisziplinen erstellt werden. Es ist der Nachweis zu erbringen, dass Unternehmen in diesem Bereich Verbesserungspotentiale aufweisen und somit Handlungsbedarf besteht. Dies kann bspw. durch Literaturrecherchen, empirische Studien oder Einzelinterviews geschehen. Hierbei sollte der konkrete Bedarf für einen Reifegradmanagementansatz nachgewiesen und die Anforderungen an ein neues Modell ermittelt werden. Kann durch ein Reifegradmodell das individuelle Verbesserungspotential im adressierten Bereich identifiziert werden und welchen Anforderungen muss das Modell genügen?

Ein **Vergleich mit bestehenden Reifegradmodellen** soll sicherstellen, dass die existierenden Modelle den Anwendungsbereich nicht bereits abdecken. Zur Identifikation bestehender Reifegradmodelle empfiehlt sich eine Literaturrecherche. Sollten weitere Modelle gefunden werden, die den adressierten Themenbereich fokussieren, ist zu prüfen, ob sie die ermittelten Anforderungen erfüllen. Sollte dies nicht der Fall sein, ist zu dokumentieren, wie sich das neue Reifegradmodell von den bestehenden unterscheiden soll. Existieren bereits Reifegradmodelle für den adressierten Bereich und warum genügen sie nicht den Anforderungen?

Auf Basis der bisher gewonnen Erkenntnisse sind die **Entwicklungsziele zu definieren**. Zunächst ist die Zielgruppe zu ermitteln. Welche Unternehmensklassen sollen erreicht werden? Welche Personengruppen sollen erreicht werden? Dann ist zu entscheiden, auf Basis welcher Vorarbeiten das neue Modell entstehen soll. Hier lassen sich vier Basisstrategien unterscheiden [BKP09a]:

- Vollständige Neuentwicklung des Reifegradmodells
- Weiterentwicklung eines bestehenden Reifegradmodells
- Kombination mehrerer Modelle zu einem neuen Reifegradmodell
- Übertragung von Strukturen oder Inhalten bestehender Reifegradmodelle auf neue Anwendungsbereiche

Es ist zu klären, wie die Inhalte für das neue Reifegradmodell erarbeitet werden sollen. Hierzu bieten sich verschiedene Möglichkeiten an. Diese werden in den folgenden Kapiteln erläutert. Für die Entwicklung eines neuen Reifegradmodells ist ein Team zu bilden, welches idealerweise bereits Erfahrungen bei der Anwendung und auch der Entwicklung von Reifegradmodellen aufweist. Zudem sollte es im adressierten Bereich mindestens grundlegende Kenntnisse haben. Detailwissen kann und sollte durch das Hinzuziehen externer Experten generiert werden.

5.2.1.2 Definition der Elemente zur Leistungsbewertung

Ziel dieser Phase ist ein Modell der Realität, welches es ermöglicht, die Leistungsfähigkeit in Form von Reifegraden auszudrücken. Zunächst wird der adressierte Inhalt hierarchisiert und gegliedert. Hierzu müssen Themengebiete, Handlungselemente und Leistungsstufen ermittelt werden.

Themengebiete und Handlungselemente ermitteln

Die Themengebiete gliedern den Betrachtungsgegenstand in übergeordnete Aufgabenkomplexe. Auf der nächsten Hierarchieebene sind die Handlungselemente angesiedelt. Im Kontext der hier beschriebenen Systematik werden sie als Fragen formuliert. Dabei behandeln sie immer einen konkreten Aspekt des Betrachtungsgegenstandes. Die Ermittlung von Themengebieten und Handlungselementen lässt sich nicht getrennt betrachten und muss iterativ erfolgen. Zur Identifikation möglicher Themengebiete und Handlungselemente bieten sich verschiedene Methoden an. Zur umfassenden Abbildung sollten nach Möglichkeit alle Methoden durchgeführt werden:

- **Literaturrecherche:** Die Fachliteratur zum adressierten Untersuchungsgegenstand ist meist eine ergiebige Quelle, um relevante Themenbereiche und Handlungselemente zu ermitteln. Hierbei sollten auch Studien intensiv geprüft werden.
- **Kreativitätstechniken:** Für die Definition von Themengebieten und Handlungselementen können sowohl kreativitätsfördernde als auch analytische Kreativitätstechniken eingesetzt werden. Besonders empfehlen sich Brainstorming⁴, Mind-Mapping⁵ und das Ursache-Wirkungs-Diagramm⁶.
- **Bestandsmodellanalyse:** Wenn sich bereits andere Referenzmodelle mit dem adressierten Untersuchungsgegenstand beschäftigen, werden diese bereits viele relevante Themengebiete und Handlungselemente aufweisen. Hierbei können neben Reifegradmodellen auch weitere Ansätze wie Kennzahlensysteme oder andere Referenzmodelle genutzt werden.
- **Interviews:** Hierfür kommen verschiedene Personengruppen wie Wissenschaftler, Berater, Systemanbieter und natürlich die Zielgruppe selbst in Frage. Die Interviews sind vorzubereiten und zu dokumentieren.

⁴ Beim **Brainstorming** werden in einer Gruppe uneingeschränkt Ideen und Assoziationen zu einem Thema gesammelt. Die Teilnehmer ziehen dabei Inspirationen aus den genannten Gedanken der anderen [Cor03].

⁵ Das **Mind-Mapping** beruht auf dem Prinzip der Assoziation. Durch die Visualisierung einer Baumstruktur werden beide Gehirnhälften angeregt. Ausgehend von einem Punkt, der das Kernthema widerspiegelt, werden stets feinere Äste aufgeworfen, die das Thema detaillieren [BB02].

⁶ Das **Ursache-Wirkungs-Diagramm** ist eine diskursive Kreativitätstechnik. Hierbei werden Einflüsse und Kausalitätsbeziehungen auf ein definiertes Problem analysiert [Her97].

- **Beobachtungen:** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Zielgruppe im Kontext des Untersuchungsgegenstandes in ihrem Agieren zu beobachten und zu analysieren. So können evtl. Themengebiete und Handlungselemente aufgedeckt werden, die der Zielgruppe selbst kaum oder gar nicht bewusst sind.

Die Ermittlung der Themengebiete und Handlungselemente des Untersuchungsgegenstands sollte stets aus verschiedenen Sichtweisen durchgeführt werden. Bei allen oben beschriebenen Methoden sollten mindestens die im Folgenden aufgeführten Sichtweisen berücksichtigt werden. Eine detaillierte Beschreibung dieser Sichtweisen liefert [Chr09].

- **Mensch-Organisation-Technik:** Diese Sichtweise geht davon aus, dass Leistungsverbesserungen nur als Erfolg gewertet werden können, wenn die Kategorien „Mensch“, „Organisation“ und „Technik“ ausgewogen berücksichtigt werden. Die Kategorie „Mensch“ meint hierbei Elemente, die unmittelbar die Arbeitsperson betreffen. Beispiele sind der Einsatz der Mitarbeiter gemäß Ihrer Fähigkeiten oder Weiterbildungsmaßnahmen. Elementarer Bestandteil der Kategorie „Mensch“ sollte auch die Unternehmenskultur sein. Die Kategorie „Organisation“ zielt auf Elemente, die die organisatorischen Abläufe im Unternehmen betrachten. Beispiele sind definierte Zuständigkeiten oder Abstimmungsverfahren. Die Kategorie „Technik“ meint Elemente, die den Einsatz von technischen oder methodischen Hilfsmitteln behandeln. Beispiele sind der Einsatz von IT-Systemen oder Methoden des Projektmanagements [Chr09].
- **Lebenszyklus:** Diese Sichtweise geht davon aus, dass Leistungsverbesserungen nur als Erfolg gewertet werden können, wenn alle betroffenen Phasen des intrinsischen Produktlebenszykluses berücksichtigt werden. Dies meint von der Produktidee über dessen Entwicklung, Fertigung, Vertrieb etc. bis zu dessen Entsorgung [Chr09].
- **Funktionale Struktur:** Diese Sichtweise geht davon aus, dass Leistungsverbesserungen nur als Erfolg gewertet werden können, wenn alle betroffenen Bereiche der funktionalen Struktur eines Unternehmens berücksichtigt werden. Am Beispiel des VPS-Benchmarks, also Virtual Prototyping und Simulation in der Produktentwicklung, reicht es nicht aus, nur die Entwicklungsabteilung zu betrachten, sondern es müssen auch die Schnittstellen zu Vertrieb, Fertigung, Dokumentation etc. berücksichtigt werden [Chr09].

Nachdem nun eine Vielzahl an Themengebieten und Handlungselementen erarbeitet wurde, gilt es, diese zu priorisieren und zu ordnen. Welche Handlungselemente sollen in das Reifegradmodell einfließen? Wie können die Handlungselemente zu sinnvollen Themengebieten gruppiert werden? Damit der Umfang des Modells nicht zu groß wird, kann die Anzahl der Handlungselemente beschränkt werden. Für die Auswahl der Elemente können verschiedene Möglichkeiten genutzt werden. Es empfiehlt sich bspw.

eine Relevanzanalyse. Hierbei werden alle Handlungselemente paarweise verglichen, welches der beiden wichtiger ist. Als Ergebnis steht dann eine Liste, sortiert nach Relevanz zur Verfügung. Eine detaillierte Beschreibung der Relevanzanalyse ist zu finden in [GPW09]. Eine weitere Möglichkeit ist die Auswahl im Rahmen eines Workshops mit Experten.

Leistungsstufen ermitteln und Reifegrade definieren

Im nächsten Schritt gilt es, die Leistungsstufen zu definieren. Die Leistungsstufen sollen in der Realität vorliegende Zustände beschreiben. Daher kann sich die Anzahl der Leistungsstufen von Handlungselement zu Handlungselement unterscheiden. Es ist nicht nötig, dass über alle Handlungselemente hinweg die gleiche Anzahl an Leistungsstufen vorliegt. Der Anwender des Reifegradmodells hat nur die Möglichkeit, exakt eine der Leistungsstufen zu wählen. Somit handelt es sich um eine Entweder-oder-Entscheidung. Hierauf ist bei der Definition der Leistungsstufen zu achten.

Die Leistungsstufen sollen die Realität in Leistungsstufen von „schlecht umgesetzt“ bis „vorbildlich umgesetzt“ mit konkreten Zustandsbeschreibungen abbilden. Am Beispiel des Handlungselements „*Wie steht Ihr Unternehmen der Mitarbeit in Forschungsprojekten gegenüber?*“ mit den Leistungsstufen „*Forschungsprojekte sind für uns unattraktiv*“, „*Wir befassen uns mit den Ergebnissen von Forschungsprojekten, arbeiten jedoch nicht aktiv mit*“ und „*Wir arbeiten aktiv in Forschungsprojekten mit*“ wird deutlich, was eine konkrete Zustandsbeschreibung meint. Formulierungen wie „*Forschungsprojekte sind für uns weniger interessant*“, „*Forschungsprojekte sind für uns mittelmäßig interessant*“ und „*Forschungsprojekte sind für uns sehr interessant*“ sind zu vermeiden, da sie von jeder Person anders gedeutet werden können. Generell gilt für die Formulierung der Handlungselemente und Leistungsstufen:

- Die Formulierung muss **eindeutig** sein. Mehrdeutige Begriffe müssen definiert werden.
- Die Formulierung muss **verständlich** sein.
- Die Formulierung muss **prägnant** sein. Kurze und knappe Beschreibungen erhöhen die Verständlichkeit.
- Die Formulierung muss **konkret** sein. Gut-Mittel-Schlecht Formulierungen sind zu vermeiden.
- Die Anordnung der Leistungsstufen muss **sortiert** sein. Die Leistungsstufen werden der Reife nach sortiert; je „reifer“ eine Stufe ist, desto tiefer muss sie gelistet sein.

Für die Ermittlung der Leistungsstufen können die bereits bei der Ermittlung der Themengebiete und Handlungselemente beschriebenen Methoden genutzt werden. Da die Leistungsstufen auch schlechte bzw. nicht höchste Zustände beschreiben sollen, sind

hier Interviews und Beobachtungen der Zielgruppe von entscheidender Bedeutung. Nur wenn der Zustand die realen Bedingungen gut beschreibt, kann sich der Anwender in dem Modell wiederfinden. Es ist also auch gezielt nach schlechten Umsetzungen zu suchen.

Es liegt nun eine Beschreibung der Themengebiete, Handlungselemente und Leistungsstufen vor. Die Realität sollte hiermit umfassend abgebildet sein. Es folgt die Festlegung, wie viele Reifegrade im Modell unterschieden werden. Es sollte eine Beschreibung gefunden werden, die über alle Handlungselemente hinweg eine sinnvolle Zuordnung zulässt. Eine Zuordnung der Leistungsstufen zu den Reifegraden erfolgt im Rahmen der Matrizenbefüllung. Die Anzahl der Leistungsstufen und der Reifegrade muss nicht korrelieren.

Abhängigkeits-, Reifegrad- und Fragenverlaufsmatrix befüllen

Nun gilt es, die Themengebiete und Handlungselemente logisch zu verknüpfen. In der Abhängigkeitsmatrix wird definiert, welche Handlungselemente für welche Themengebiete wie wichtig sind. Anschließend kann in der Reifegradmatrix definiert werden, wie die Leistungsstufen mit den Reifegraden zusammen hängen. Abschließend wird noch in der Fragenverlaufsmatrix festgelegt, welche Handlungselemente bei bestimmten Leistungsstufen nicht behandelt werden. Eine detaillierte Beschreibung der Arbeitsweise der Matrizen wurde bereits in Kapitel 5.1.2 gegeben.

Die Phase „*Definition der Elemente zur Leistungsbewertung*“ ist eine zentrale Phase bei der Entwicklung eines neuen Reifegradmodells. Sie muss iterativ in mehrfacher Wiederholung durchgeführt werden. Das Ergebnis dieser Phase „*Modell zur Leistungsbewertung*“ muss bei Experten und Anwendern frühzeitig validiert werden. Hierbei ist insbesondere die Vollständigkeit, Konsistenz und Problemadäquanz zu prüfen [BKP09a].

5.2.1.3 Definition der Elemente zur Zieldefinition

Ziel dieser Phase ist ein erweitertes Modell, das eine Empfehlung individuell sinnvoller Ziel-Leistungsstufen und Ziel-Reifegrade ermöglicht. Hierzu müssen **Einflussbereiche, Einflüsse und Einflussausprägungen ermittelt** werden. Die Einflussbereiche beschreiben verschiedene Suchräume, in denen Einflüsse auf den Betrachtungsgegenstand liegen können. Einflüsse werden im Kontext der hier beschriebenen Systematik als Fragen formuliert. Dabei behandeln sie immer einen konkreten Aspekt des Einflussbereichs. Die Ermittlung der Einflussbereiche und Einflüsse kann mit den gleichen Methoden wie für die Ermittlung der Themengebiete und Handlungselemente geschehen. Hierbei sollten jedoch stets die bereits ermittelten Handlungselemente bedacht werden. Es empfiehlt sich die Liste der Handlungselemente durchzuarbeiten und für jedes Handlungselement gezielt mit den beschriebenen Methoden nach Einflüssen zu suchen. I.d.R. ist die Anzahl der Einflüsse wesentlich geringer als die Anzahl der Handlungselemente,

da ein Einfluss meist sehr viele Handlungselemente beeinflusst. Sollte dennoch eine hohe Vielzahl an Einflüssen ermittelt worden sein, können diese wieder mit Hilfe der Relevanzanalyse oder in Workshops priorisiert werden. Im nächsten Schritt gilt es, die Einflussausprägungen zu definieren. Diese sollen in der Realität vorliegende Zustände beschreiben. Daher kann sich die Anzahl der Ausprägungen von Einfluss zu Einfluss unterscheiden. Es ist nicht nötig, dass über alle Einflüsse hinweg die gleiche Anzahl an Ausprägungen vorliegt. Der Anwender des Reifegradmodells kann entweder exakt eine oder beliebig viele der Einflussausprägungen wählen. Ob es sich um einen Entweder-Oder-Einfluss oder einen Mehrfachauswahl-Einfluss handelt, kann bei der Definition des Einflusses entschieden werden. Für die Formulierung der Einflüsse und Ausprägungen gelten die gleichen Formulierungsregeln wie für Handlungselemente und Leistungsstufen.

Nun gilt es, die Einflüsse mit Handlungselementen logisch zu verknüpfen. Hierzu werden die **Beeinflussungs-, Zieldefinitions- und Fragenverlaufsmatrix** befüllt. In der Beeinflussungsmatrix wird definiert, welche Einflüsse für welche Handlungselemente wichtig sind. Anschließend kann in der Zieldefinitionsmatrix definiert werden, welche Leistungsstufe durch die Einflussausprägungen impliziert werden. Abschließend wird noch die Fragenverlaufsmatrix um die Einflüsse ergänzt. Eine detaillierte Beschreibung der Arbeitsweise der Matrizen wurde bereits in Kapitel 5.1.2 gegeben.

Die Phase „*Definition der Elemente zur Zieldefinition*“ ist eine zentrale Phase bei der Entwicklung eines neuen Reifegradmodells. Sie muss iterativ in mehrfacher Wiederholung durchgeführt werden. Das Ergebnis dieser Phase „*Modell zur Zieldefinition*“ muss bei Experten und Anwendern frühzeitig validiert werden. Hierbei ist insbesondere die Vollständigkeit, Konsistenz und Problemadäquanz zu prüfen [BKP09a].

5.2.1.4 Definition der Elemente zur Leistungssteigerung

Ziel dieser Phase ist ein Modell, das den Anwender bei seiner individuellen Leistungssteigerung unterstützt. Hierzu müssen **Maßnahmen ermittelt und bewertet** werden, die den Anwender von den Leistungsstufen zu den Ziel-Leistungsstufen bringen. Für die Ermittlung der Maßnahmen können die bereits beschriebenen Methoden eingesetzt werden. Jedoch sollte hierbei der Fokus auf Experteninterviews liegen. Jede Maßnahme muss nach Kosten und Nutzen bewertet werden. Da sowohl Kosten als auch Nutzen einer Maßnahme meist sehr unternehmensindividuell sind, empfiehlt sich eine qualitative Bewertung. Zunächst sollten hierzu Kriterien gefunden werden, die Aufwand und Kosten detaillieren. Die Kriterien gelten für alle Maßnahmen und müssen entsprechend so gewählt werden, dass sie auch für alle Maßnahmen sinnvoll bewertet werden können. Im Anschluss können alle Maßnahmen anhand der gewählten Kriterien bewertet werden. Beispiele für Kostenkriterien sind Personalkosten oder Investitionskosten; für Nutzenkriterien sind es Qualitätssteigerung oder Kosteneinsparung.

Nun gilt es, die Maßnahmen logisch den Leistungsstufen zuzuordnen. Hierzu werden die **Maßnahmenmatrizen befüllt**. Für jedes relevante Handlungselement existiert eine Maßnahmenmatrix. Hier wird definiert, mit welcher Maßnahme ein Sprung von der derzeitigen Leistungsstufe zur Ziel-Leistungsstufe möglich ist. Mit Hilfe der vorgestellten Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle wird eine Leistungsstufe nur dann als Ziel-Leistungsstufe empfohlen, wenn es auch eine Maßnahme gibt, die diese erreichen kann. Eine detaillierte Beschreibung der Arbeitsweise der Maßnahmenmatrix wurde bereits in Kapitel 5.1.2.4 gegeben.

Zur Unterstützung des Anwenders bei der späteren Priorisierung der Maßnahmen empfiehlt es sich, einen **Zielkatalog zu erarbeiten**. Der Anwender kann dann später jede Maßnahme gegen gewünschte Ziele aus dem Zielkatalog bewerten. Solche Ziele sind bspw. Entwicklungszeiten verkürzen, Teile wiederverwenden oder Wirtschaftlichkeit erhöhen. Das Vorgehen zur Priorisierung der Maßnahmen für den Anwender ist in Kapitel 5.2.2.3 beschrieben.

5.2.1.5 Einführung und Wartung

Nach der eigentlichen Entwicklung des Reifegradmodells ist die Validierung und der Roll-Out des Modells zu konzipieren. Zunächst ist das **vollständige Reifegradmodell in der Zielgruppe zu validieren**. Dabei ist festzustellen, „inwieweit das Reifegradmodell seinen ursprünglich angestrebten Nutzen bewirkt und eine verbesserte Lösung für die anfangs festgelegte Problemstellung darstellt“ [BKP09a]. Hierfür eignen sich bspw. Case Studies, bei denen das Modell zunächst nur einem ausgewählten kleinen Kreis überlassen wird. Die Ergebnisse der Validierung können eine Überarbeitung des Reifegradmodells bewirken. Negative Ergebnisse sollen außerdem zum Verwerfen des Reifegradmodells führen können [BKP09a].

Nach erfolgreichem Abschluss der Validierung gilt es das **Reifegradmodell zu kommunizieren**. Hierbei steht eine zielgruppengerechte Kommunikation des Reifegradmodells im Vordergrund. Es empfiehlt sich, schon während der Validierung Erfahrungen für das Roll-Out zu sammeln. Das Reifegradmodell wird den Anwendern über eine Internetseite zur Verfügung gestellt. Zusätzlich können noch dokumentenbasierte Checklisten oder Handbücher bereitgestellt werden.

„Reifegradmodellen ist inhärent, dass sie aufgrund von sich verändernden Rahmenbedingungen, technologischem Fortschritt oder wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn veralten“ [BKP09a]. Das **Reifegradmodell ist kontinuierlich zu pflegen**, wenn es längerfristig am Markt bleiben soll. Hierzu sind Entwicklungen des adressierten Bereichs zu verfolgen. Notwendige Anpassungen können durch neue Modellversionen implementiert werden. Die Änderungen sind den Anwendern mitzuteilen.

5.2.2 Vorgehensmodell zur Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle

Die Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle erfolgt im Rahmen eines strukturierten Interviews. Hierzu wird der interaktive Fragenkatalog auf einer Internetseite zur Verfügung gestellt. Zur Unterstützung der Anwendung und zur eindeutigen Vorgehensweise dient ein vierstufiges Vorgehensmodell wie in Bild 5-11 beschrieben:

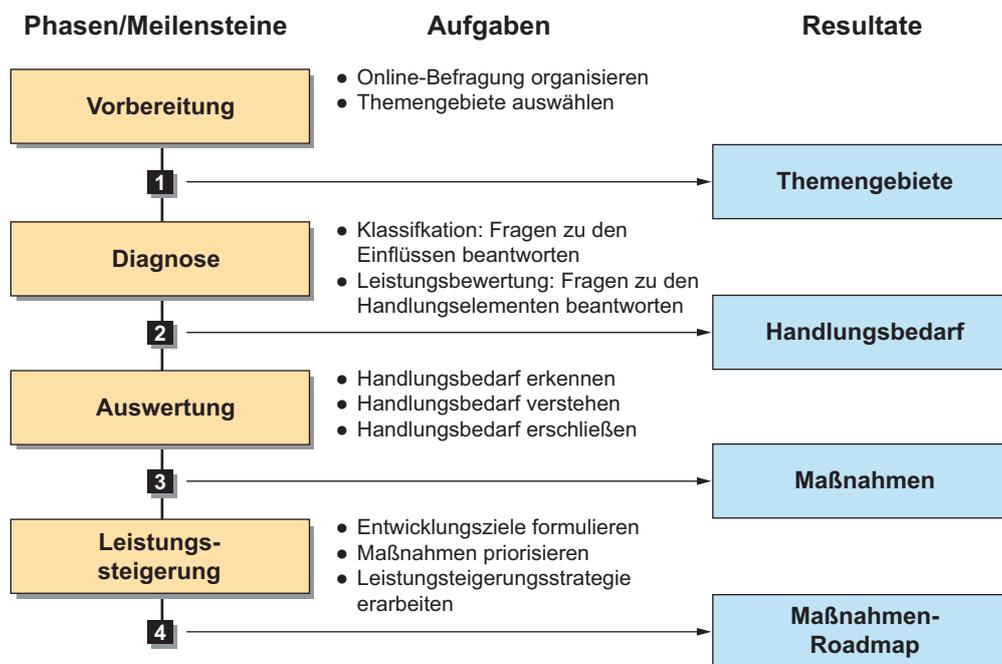


Bild 5-11: Vorgehensmodell zur Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle

- **Vorbereitung:** In dieser Phase wird die Anwendung vorbereitet. Es wird ein Team zusammengestellt und die gewünschten Themengebiete werden gewählt. Das Ergebnis der Phase ist ein auf die Analyse vorbereitetes Team.
- **Diagnose:** Hier findet die eigentliche Befragung statt. Zunächst werden die Fragen zu den Einflüssen und somit zur Zieldefinition beantwortet. Anschließend werden die Fragen zu den Handlungselementen beantwortet. Auf Basis der Antworten wird der Handlungsbedarf ermittelt.
- **Auswertung:** In der Auswertung wird dem Anwender der Handlungsbedarf aufgezeigt und leicht verständlich vermittelt. Hierbei wird der Anwender dabei unterstützt den Handlungsbedarf zu erkennen, zu verstehen und zu erschließen. Die Phase endet mit einem Aufzeigen möglicher Maßnahmen.
- **Leistungssteigerung:** Aufgrund einer Vielzahl an Maßnahmen gilt es, diese zu priorisieren und zu planen. Hierfür müssen zunächst Entwicklungsziele definiert werden. So können die Maßnahmen priorisiert und eine Roadmap entwickelt werden.

Sobald ein Teil der Roadmap umgesetzt wurde, sollte der Prozess erneut gestartet werden. So wird die Umsetzung der Roadmap überwacht. In den folgenden Kapiteln werden die Phasen detailliert beschrieben.

5.2.2.1 Vorbereitung und Diagnose

Das Reifegradmodell soll im Rahmen eines Workshops angewendet werden. Für den Workshop sollte ein Moderator ernannt werden, der die Befragung organisiert und moderiert. Er liest die Fragen und Antworten vor und führt durch die Diskussion. Aufgabe des Moderators ist es, die Diskussion lebendig zu halten. Der Moderator sollte vor dem Workshop ein Themengebiet durcharbeiten. So wird er mit der intuitiven Arbeitsweise und Ergebnisdarstellung vertraut.

Zur Erzielung eines möglichst hohen Nutzens aus der Selbstbewertung empfiehlt es sich, dass sowohl Personen mit als auch ohne Führungsaufgaben an dem Workshop teilnehmen. Hierdurch werden Diskrepanzen in den verschiedenen Vorstellungen der Leistungsfähigkeit des Unternehmens erkannt und diskutiert. Die Analyse führt durch eine Diskussion, die umso lebhafter ist, je mehr Bereiche hier eingebunden sind. Für jede spezifische Ausprägung eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells muss daher definiert sein, welche Personenkreise für welche Themengebiete interessant sind. Eine gute Gruppengröße liegt bei vier bis sieben Personen.

Wenn mehrere Unternehmensbereiche oder -abteilungen ähnliche Tätigkeiten durchführen (bspw. zwei Entwicklungsabteilungen für verschiedene Produkte), sollte die Befragung zunächst in einem abteilungsübergreifenden Kreis durchgeführt und später die abteilungsspezifischen Fragestellungen in den Abteilungen erneut diskutiert werden.

Zu Beginn der Befragung können die Themengebiete gewählt werden. Die Dauer der Befragung hängt von der Anzahl der Themengebiete und der Intensität der Diskussion ab. Auch während der Befragung besteht die Möglichkeit, die Themengebiete zu ändern. Dennoch sollte bereits vor dem Workshop geklärt werden, welche Themengebiete Bestandteil der Diskussion sein sollen.

Die Reifegradermittlung gliedert sich in die Phasen „Klassifikation“ und „Leistungsbewertung“. In der „Klassifikation“ werden Fragen zu den Einflüssen gestellt. Auf Basis dieser Angaben werden individuell geeignete Ziel-Leistungstufen ermittelt und daraus der Ziel-Reifegrad berechnet. Zusätzlich dienen diese Angaben einem anonymen Vergleich mit anderen Unternehmen.

In der „Leistungsbewertung“ werden Fragen zu den Handlungselementen der gewählten Themengebiete gestellt. Sollte bei einer Frage keine Einigung auf eine Antwort zustande kommen, wird empfohlen, die schlechtere der in Frage kommenden Ausprägungen zu wählen. Fragen, die noch nicht geklärt werden konnten, können auch mit einer „Zurückstellen“-Funktion später beantwortet werden. Mit Hilfe einer Fragenliste besteht die

Möglichkeit, beliebig im Fragenverlauf zu springen. Sobald alle Fragen beantwortet wurden, steht die Auswertung zur Verfügung.

5.2.2.2 Auswertung⁷

Durch die Angabe von Leistungsstufen und Einflussaprägungen werden Reifegrad und Ziel-Reifegrad ermittelt. Je größer die Diskrepanz zwischen diesen beiden Größen ist, desto höher ist der bestehende Handlungsbedarf. Zur Erläuterung des Handlungsbedarfs wird der Anwender durch das EVE-Konzept geführt: Handlungsbedarf Erkennen, Verstehen und Erschließen (vgl. Bild 5-12).

- **Handlungsbedarf erkennen:** Eine Prozessverbesserung geht einher mit Wandel und Veränderung. Um diese Veränderungen zu akzeptieren, muss das Unternehmen den Handlungsbedarf erkennen. In dieser Phase wird mit intuitiven Grafiken das Verbesserungspotential aufgezeigt.
- **Handlungsbedarf verstehen:** Nachdem der Handlungsbedarf erkannt wurde, stellt sich die Frage, was konkret geändert werden muss. Dies wird durch das Aufzeigen der Stärken und Schwächen des Unternehmens für jedes Handlungselement erreicht.
- **Handlungsbedarf erschließen:** Es werden konkrete Maßnahmen empfohlen, die dem Unternehmen dabei helfen, bestehende Schwächen zu beseitigen. Die Maßnahmen werden in Steckbriefen beschrieben, um dem Unternehmen benötigte Hintergrundinformationen zu liefern. Das EVE-Konzept mündet in einer Maßnahmenliste.



Bild 5-12: EVE-Konzept: Handlungsbedarf Erkennen, Verstehen und Erschließen

Das EVE-Konzept motiviert den Anwender, sich intensiv mit dem betrachteten Themenfokus des Modells zu beschäftigen. Im Folgenden werden die drei Phasen detailliert beschrieben.

Zum **erkennen** des Handlungsbedarfs wird dieser mit Hilfe von Diagrammen visualisiert (Bild 5-13). Das Leistungsprofil veranschaulicht den Reifegrad des Unternehmens für jedes Themengebiet. Dies ermöglicht einen schnellen Überblick über die aktuelle

⁷ Die Ausführungen in diesem Abschnitt basieren zum Teil auf der von mir betreuten Studienarbeit „Leitfaden zur reifegradbasierten Optimierung des Leistungsstandes in KMU im Bereich Virtual Prototyping und Simulation“ von cand. Dipl.-Wirt.-Ing. Anja Maria Czaja

Leistungsfähigkeit. Zusätzlich wird der unternehmensindividuelle Ziel-Reifegrad angezeigt. Je größer die Diskrepanz zwischen diesen beiden Größen ist, desto höher ist der bestehende Handlungsbedarf. Der Leistungsvergleich zeigt die Leistungsfähigkeit des Unternehmens im Vergleich zu anderen Unternehmen. Hierbei kann gewählt werden, welche Unternehmensklassen in den Vergleich einfließen sollen. Diese intuitiven Visualisierungen können auch genutzt werden, um das Management vom Handlungsbedarf im jeweiligen Themenfokus des Modells zu überzeugen.

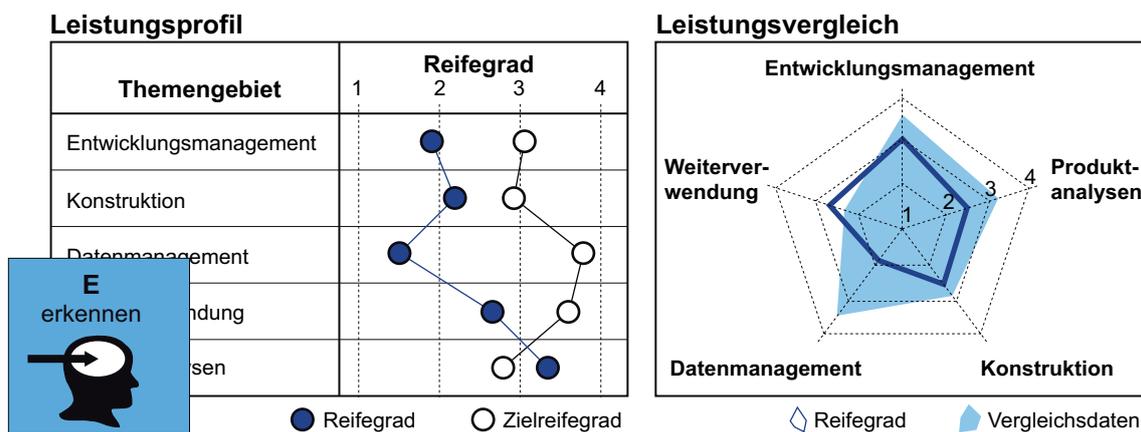


Bild 5-13: Phase „Erkennen“ des EVE-Konzepts

Zum **verstehen** des Handlungsbedarfs wird dieser konkretisiert. Hierfür werden die Handlungselemente hervorgehoben, in denen das Unternehmen die Ziel-Leistungsstufe nicht erreicht. Dem Nutzer wird angezeigt, wie seine derzeitige Leistungsstufe von der Ziel-Leistungsstufe abweicht (vgl. Bild 5-14). Die Informationen aus dieser Phase sind von besonderer Bedeutung für Personen, die mit der Leistungssteigerung im Unternehmen betraut sind, wie bspw. Entwicklungsleiter oder Produktionsleiter. Diese Personen-gruppe benötigt ein tiefgehendes Verständnis über die Stärken und Schwächen des Un-ternehmens, welches mit dieser Visualisierung vermittelt wird. Im Workshop sollte für die Themengebiete mit Handlungsbedarf diskutiert werden, inwieweit in diesen Punkten Verbesserungsaktivitäten durchgeführt werden sollen.

Themengebiet Produktanalysen

F1: Arbeiten Sie für Simulationen im Bereich der Strömungssimulation mit externen Dienstleistern zusammen?

- Ja, Simulationen werden i.d.R. durch externe Dienstleister durchgeführt.
- Ja, bei komplexen Aufgabenstellungen ergänzen wir unser internes Know-how durch Dienstleistungen externer Experten.
- Nein, wir führen sowohl einfache als auch komplexe Simulationen im Haus durch.

F2: Wie würden Sie Ihre Qualifikation im Bereich der Strömungssimulation beschreiben?

- Die Entwickler besitzen keine bis kaum Erfahrung bei Strömungssimulationen.
- Nach dem Motto „Learning by Doing“ haben wir Erfahrungen gesammelt.
- Durch die Zusammenarbeit mit Engineering-Dienstleistern konnten wir Erfahrungen im Bereich der Strömungssimulation aufbauen.
- Wir arbeiten seit Jahren mit der Strömungssimulation und haben umfangreiche Erfahrungen. Unsere Entwickler sind in der Lage, verschiedene Problemfälle (bspw. stationär vs. instationär) zu erkennen.

V
verstehen



● derzeitige Leistungsstufe ▶ Ziel-Leistungsstufe

Bild 5-14: Phase „Verstehen“ des EVE-Konzepts

Zum **erschließen** des Handlungsbedarfs, werden Möglichkeiten aufgezeigt, die die Lücken zwischen Reifegrad und Ziel-Reifegrad schließen. Der Vergleich zwischen Leistungsstufe und Ziel-Leistungsstufe ermöglicht die Empfehlung konkreter und unternehmensindividueller Maßnahmen zur Leistungssteigerung. Die Maßnahmen werden in Maßnahmensteckbriefen präsentiert. Da meist eine Vielzahl an Maßnahmen empfohlen wird, ist eine gleichzeitige Umsetzung weder wirtschaftlich noch organisatorisch sinnvoll. Zur Priorisierung der Maßnahmen wird ein Aufwand-Nutzen-Portfolio zur Verfügung gestellt (vgl. Bild 5-15). Das detaillierte Vorgehen zur Ermittlung einer Leistungssteigerungsstrategie wird im folgenden Kapitel erläutert.

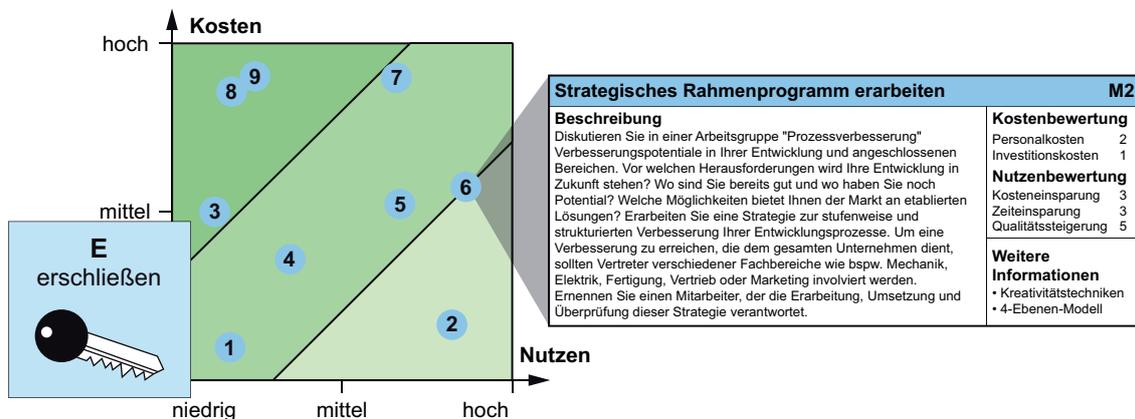


Bild 5-15: Phase „Erschließen“ des EVE-Konzepts

5.2.2.3 Leistungssteigerung⁸

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie das Unternehmen eine Leistungssteigerungsstrategie in Form einer Roadmap entwickeln kann. Im Allgemeinen bildet eine Strategie für ein Unternehmen eine Art Rahmengerüst. Sie beschäftigt sich mit der Entwicklung, Planung und Umsetzung inhaltlicher Ziele und Ausrichtungen einer Organisation. SIMON fasst den Begriff der Strategie wie folgt zusammen:

„Strategie ist die Kunst und die Wissenschaft, alle Kräfte eines Unternehmens so zu entwickeln und einzusetzen, dass ein möglichst profitables, langfristiges Überleben gesichert wird“ [SOR+00].

Die Strategie muss unter Berücksichtigung der vorhandenen Stärken und Schwächen und zukünftiger Erfolgspotentiale erarbeitet werden. Dazu müssen nötige Programme und Maßnahmen ausgearbeitet werden.

Durch die Anwendung des Reifegradmodells sind die Stärken und Schwächen des Unternehmens bekannt und es liegt eine Vielzahl von Maßnahmen zur Verbesserung unterschiedlichster Unternehmensbereiche vor. Aufbauend auf diesen Ergebnissen kann die Leistungssteigerungsstrategie entwickelt werden. Dazu werden die zuvor identifizierten Maßnahmen anhand der Entwicklungsziele priorisiert und darauf aufbauend in einen zeitlichen Kontext gebracht. Das Vorgehen unterscheidet hierzu drei Tätigkeiten:

- 1) Entwicklungsziele formulieren
- 2) Maßnahmen priorisieren
- 3) Leistungssteigerungsstrategie erarbeiten

Entwicklungsziele formulieren

Grundlage der Leistungssteigerungsstrategie sind die Entwicklungsziele, die das Unternehmen für die Weiterentwicklung der Produktentwicklung anstrebt. Diese gilt es, zunächst zu formulieren und zu priorisieren. Um das Selbstverständnis aller Prozessbeteiligten in die Formulierung der Entwicklungsziele einfließen zu lassen, sollten diese in Form eines Workshops ermittelt werden. Dabei wird von den Teilnehmern des Workshops i.d.R. eine Vielzahl von Entwicklungszielen diskutiert.

Bei der Formulierung hilft der in Tabelle 5-1 dargestellte Katalog. Dieser dient als Arbeits- und Diskussionsgrundlage. Die enthaltenen Ziele sind in Leistungs-, Organisati-

⁸ Die Ausführungen in diesem Abschnitt basieren zum Teil auf der von mir betreuten Diplomarbeit „Methode zur Entwicklung von Leistungssteigerungsstrategien im Bereich Virtual Prototyping und Simulation“ von cand. Dipl.-Wirt.-Ing. Nils Brüdigam und der Bachelorarbeit „Entwicklung einer Bewertungssystematik für Maßnahmen zur Verbesserung des Einsatzes von Virtual Prototyping & Simulation“ von cand. B. Sc. Laura Lin.

ons-, Sozial-, Kosten- und Zeitziele gegliedert. Der Katalog erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit [Wle01], [Bal05].

Tabelle 5-1: Katalog möglicher Entwicklungsziele in Anlehnung an [Wle01], [Bal05]

1. Leistungs-, Organisations- und Sozialziele	
1.1	Produkt- und Prozessqualität steigern
1.2	Wettbewerbsfähige und kostengünstige Produkte entwickeln
1.3	Teile wiederverwenden
1.4	Systemlösungen entwickeln
1.5	Forschungsaktivitäten und Inventionen unterstützen und steigern
1.6	Systematisierung der Abläufe steigern
1.7	Integrierte Produktentwicklung praktizieren
1.8	Arbeitsproduktivität steigern
1.9	Weiterbildung der Mitarbeiter steigern und optimieren
1.10	Innerbetriebliche Kooperation und Kommunikation optimieren
1.11	Kundeneinbindung und -zufriedenheit steigern
1.12	Zusammenarbeit mit Lieferanten optimieren
2. Kostenziele	
2.1	Wirtschaftlichkeit erhöhen
2.2	Entwicklungskosten senken
2.3	Fertigungskosten senken
2.4	Änderungskosten senken
3. Zeitziele	
3.1	Entwicklungszeiten verkürzen
3.2	Änderungszeiten verkürzen
3.3	Time to Market (Markteintrittszeitpunkt) einhalten und verkürzen
3.3	Fertigungszeiten verkürzen

Die diskutierten Ziele sind zu priorisieren. Dafür bieten sich zwei Verfahren an: die bereits erwähnte Relevanzanalyse wie in [GPW09] beschrieben oder die Abstimmung. Die Abstimmung erfolgt mittels Klebepunkten. Jeder Workshop-Teilnehmer erhält mehrere Klebepunkte (in Abhängigkeit von der Anzahl der herausgearbeiteten Entwicklungsziele) und ist aufgefordert, diese Punkte auf die Ziele zu verteilen. Aus Gründen einer guten Handhabbarkeit sollten nicht mehr als zehn Entwicklungsziele für die nächsten Schritte ausgewählt werden.

Maßnahmen priorisieren

Die Anwendung des Reifegradmodells liefert je nach Ausgangssituation eine große Vielzahl an Maßnahmen. Eine gleichzeitige Umsetzung all dieser Maßnahmen ist nicht sinnvoll und auch nicht möglich. Eine Priorisierung der Maßnahmen ist erforderlich. Hierzu liefert das Aufwand-Nutzen-Portfolio erste Hinweise. Zusätzlich sollte eine weitere Priorisierung der Maßnahmen anhand des Beitrags zu den Entwicklungszielen erfolgen.

Alle identifizierten Maßnahmen werden automatisch in einem **Aufwand-Nutzen-Portfolio** priorisiert. Ein solches Portfolio ist beispielhaft in Bild 5-16 dargestellt. Für die Anordnung im Portfolio wurde jede Maßnahme nach Aufwand und Nutzen bewertet. Für den Aufwand können bspw. Investitions- und Personalkosten zur Umsetzung der Maßnahme betrachtet werden. Der Nutzen kann bspw. durch eine Bewertung der Zeit- und Kosteneinsparung sowie der Qualitätssteigerung ermittelt werden. Die konkreten Bewertungen je Maßnahme sind in den Maßnahmensteckbriefen hinterlegt. Je weiter rechts eine Maßnahme platziert ist, desto höher ist ihr Nutzen. Je höher die Maßnahme platziert ist, desto höher ist der Aufwand zur Umsetzung. Maßnahmen, die unten rechts liegen, sind für eine baldige Umsetzung sehr interessant, da sie einen hohen Nutzen bei geringem Aufwand versprechen. Maßnahmen, die oben links liegen, versprechen trotz eines hohen Aufwands nur einen geringen Nutzen. Eine Umsetzung dieser Maßnahmen sollte intensiv geprüft werden.

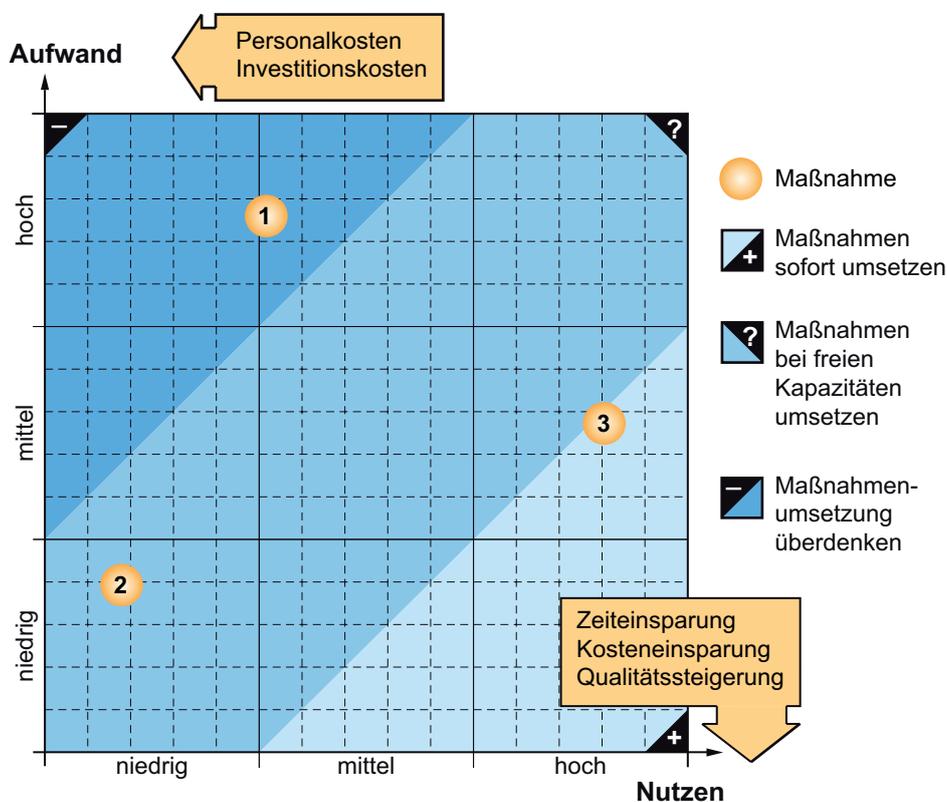


Bild 5-16: Aufwand-Nutzen-Portfolio zur Priorisierung der Maßnahmen

Zusätzlich zur Priorisierung durch das Aufwand-Nutzen-Verhältnis sollten die Maßnahmen unternehmensindividuell anhand des **Beitrags zu den Entwicklungszielen** priorisiert werden. Hierzu dient die in Bild 5-17 dargestellte Zielbeitragsmatrix.

Zielbeitragsmatrix Fragestellung: „Wie stark tragen die Maßnahmen zu den Entwicklungszielen bei?“ 0 = kein Beitrag zum Entwicklungsziel 1 = schwacher oder zeitlich verzögerter Beitrag zum Entwicklungsziel 3 = mittlerer Beitrag zum Entwicklungsziel 4 = starker oder unmittelbarer Beitrag zum Entwicklungsziel		Entwicklungsziel	Teile wiederverwenden	Weiterbildung der Mitarbeiter	Änderungskosten senken	...	Zielbeitrag
Handlungsfeld	Maßnahme	Nr.	A	B	C	...	Σ
Entwicklungsmanagement	Arbeitsgruppe Prozessverbesserung gründen	1	2	0	3		15
	Entwicklungsprozess systematisieren	2	1	0	3		19
	Schulungsprogramm erarbeiten	3	0	3	0		8
					
Konstruktionswerkzeuge	3D-CAD-Einsatz ausbauen	16	2	0	2		14
	Konstruktionsrichtlinie einführen	17	3	0	1		19
					

Bild 5-17: Beispiel einer Zielbeitragsmatrix zur Priorisierung der Maßnahmen in Anlehnung an [Bal05]

In der Zielbeitragsmatrix werden die Maßnahmen, geordnet nach Themengebieten, gegen die Entwicklungsziele aufgetragen. Die Bewertung in der Matrix wird anhand der Fragestellung „Wie stark tragen die Maßnahmen zu den Entwicklungszielen bei?“ vollzogen. Dabei wird folgender vierstufiger Bewertungsmaßstab verwendet:

0: kein Beitrag zum Entwicklungsziel

1: schwacher oder zeitlich verzögerter Beitrag zum Entwicklungsziel

2: mittlerer Beitrag zum Entwicklungsziel

3: starker oder unmittelbarer Beitrag zum Entwicklungsziel

Aus der vollständig ausgefüllten Zielbeitragsmatrix kann anschließend ein Kennwert für die Bedeutung jeder einzelnen Maßnahme abgeleitet werden. Dazu wird für jede Maßnahme die Zeilensumme gebildet. Sie zeigt die Stärke an, mit der die Maßnahme auf die Gesamtheit der Entwicklungsziele wirkt. Je höher die Zeilensumme, desto wichtiger ist die Umsetzung der Maßnahme. Aus dem Beispiel in Bild 5-17 geht hervor, dass die Maßnahmen „Entwicklungsprozess systematisieren“ und „Konstruktionsrichtlinie einführen“ von besonderer Bedeutung sind. Aus der Zeilensumme aller Maßnahmen kann nun eine unternehmensindividuelle Rangfolge zur Erreichung der Entwicklungsziele abgeleitet werden.

Leistungssteigerungsstrategie erarbeiten

Basierend auf der Priorisierung der Maßnahmen kann in einem nächsten Schritt deren Umsetzungsreihenfolge geplant werden. Bei der Planung der Umsetzungsreihenfolge ist zu beachten, dass die Maßnahmen Abhängigkeiten untereinander haben. So kann es sein, dass einige Maßnahmen erst angegangen werden können, wenn andere bereits umgesetzt wurden. Bei einigen empfiehlt sich auch eine gleichzeitige Umsetzung. Das

Aufwand-Nutzen-Portfolio sowie die Priorisierung nach den Entwicklungszielen bilden diese Abhängigkeiten der Maßnahmen nicht ab.

Eine **zwingende Umsetzungsreihenfolge** muss berücksichtigt werden, wenn die Möglichkeit der Umsetzung einer Maßnahme nicht gegeben ist, ohne dass eine andere Maßnahme zuvor umgesetzt wurde. So ist bspw. die Maßnahme „3D-CAD-System einführen“ für die Umsetzung der Maßnahme „3D-CAD-Einsatz ausbauen“ notwendig. Es muss geprüft werden, welche Abhängigkeiten es bei den Maßnahmen gibt. Maßnahmen, die viele Voraussetzungen brauchen, sollten im ersten Schritt vernachlässigt werden. Maßnahmen, die viele weitere Maßnahmen ermöglichen, sind für eine frühzeitige Umsetzung interessant.

Bei einigen Maßnahmen ist eine unabhängige Durchführung zwar möglich, dennoch kann eine **gleichzeitige Umsetzung** zu Synergieeffekten führen. Bspw. muss die Maßnahme „PDM-System einführen“ vor der Maßnahme „Workflows durch PDM-System unterstützen“ durchgeführt werden. Die Workflowintegration könnte zu einer beliebigen Zeit nach der PDM-Einführung stattfinden. Jedoch empfiehlt es sich, die Workflows gemeinsam mit der PDM-Einführung zu etablieren. Bei der Einführung werden die Unternehmensprozesse ohnehin analysiert und das System auf das Unternehmen angepasst. Der Aufwand, diese Maßnahmen gleichzeitig durchzuführen, ist so deutlich geringer, als wenn jede Maßnahme für sich durchgeführt werden würde. Es ist zu prüfen, welche Synergieeffekte bei den Maßnahmen vorliegen. Maßnahmenkombinationen, die hohe Synergieeffekte aufweisen, sollten nach Möglichkeit gemeinsam umgesetzt werden.

Eine Möglichkeit, die Planung der Maßnahmenumsetzung zu visualisieren, ist die Entwicklung einer Roadmap bzw. eines Maßnahmenkalenders. Gemeint ist damit ein Plan, aus dem hervorgeht, wann welche Maßnahme für welches Entwicklungsziel umzusetzen ist. Bild 5-18 zeigt eine solche Roadmap.

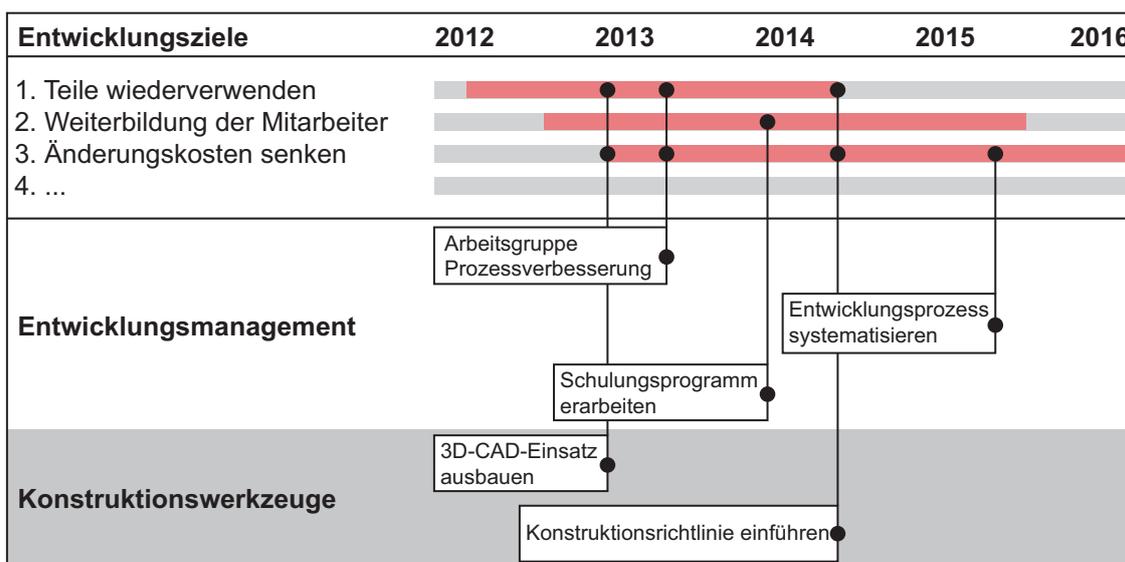


Bild 5-18: Beispiel einer Roadmap zur zeitlichen Planung der Maßnahmenumsetzung

In der Waagerechten sind zunächst die für das Unternehmen relevanten Entwicklungsziele aufgelistet. Darunter werden die Maßnahmen zu den jeweiligen Themengebieten aufgetragen. Durch die Positionierung der Maßnahmen auf der Zeitachse wird angegeben, in welchem Zeitraum die jeweilige Maßnahme umgesetzt wird. Der Beitrag der Maßnahme zur Erreichung der Entwicklungsziele wird über eine senkrechte Verbindung mit den Entwicklungszielen dargestellt. I.d.R. wirkt eine Maßnahme dabei auf mehrere Entwicklungsziele.

5.3 Softwarewerkzeuge

Die vorangegangenen Kapitel haben die Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle sowie Vorgehensmodelle zur Entwicklung und Anwendung dessen ausführlich erläutert. Wie bereits beschrieben liegt es in der Natur von Reifegradmodellen, dass sie mit der Zeit veralten und aktualisiert werden müssen. Zur Vereinfachung der Modellentwicklung und -pflege werden daher sowohl die Entwicklung als auch die Anwendung des Reifegradmodells softwaretechnisch unterstützt. Zunächst werden die **Systemarchitektur** und das **Datenmodell** der Systematik beschrieben. Anschließend werden in Kapitel 5.3.1 das **Administrationswerkzeug** für die Entwicklung und in Kapitel 5.3.2 das **Anwendungswerkzeug** für die Anwendung des Reifegradmodells beschrieben.

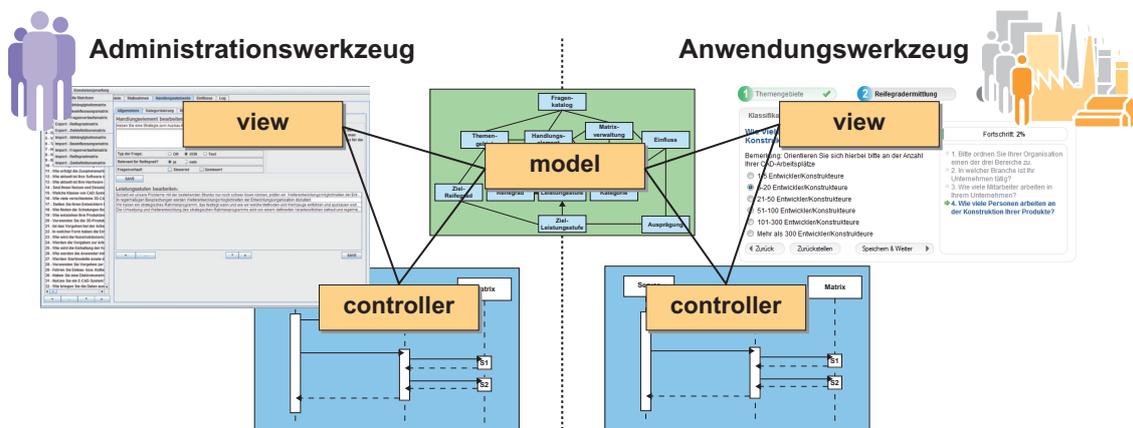


Bild 5-19: Systemarchitektur der prototypisch implementierten Softwarewerkzeuge auf Basis des MVC-Konzepts

Die Systemarchitektur der Softwarewerkzeuge basiert auf dem Model-View-Controller-Konzept (MVC). Das MVC-Konzept dient der Strukturierung von Software in die drei Komponenten „Model“ (dt. Datenmodell), „View“ (dt. Präsentation) und „Controller“ (dt. Programmsteuerung). Ziel des Konzepts ist ein flexibler Programmwurf, der eine spätere Änderung, Erweiterung oder Wiederverwendung vereinfacht [Wic10], [Som10]. Es gilt als *de facto Standard* für den Grobentwurf in der Softwaretechnik. Oftmals werden hierbei mehrere Module jeweils nach dem MVC-Konzept aufgebaut [GG12]. Dieser Ansatz wurde auch für die Softwarewerkzeuge genutzt und ist in Bild 5-19 dargestellt. Sowohl das Administrationswerkzeug für die Entwicklung als auch das Anwen-

dungswerkzeug für die Anwendung wurden jeweils mit Hilfe des MVC-Konzepts konzipiert. Die beiden Werkzeuge werden über das Datenmodell gekoppelt.

Eine schematische Darstellung des Datenmodells ist in Bild 5-20 abgebildet. Das Datenmodell beinhaltet Klassen zur Verwaltung der einzelnen Elemente. Kern bildet dabei die Klasse „Fragenkatalog“. Diese koordiniert die „Themengebiete“, „Handlungselemente“ und „Einflüsse“. Mit Hilfe der „Matrixverwaltung“ werden alle beschriebenen Matrizen verwaltet, die die Basis für die Berechnungen bilden.

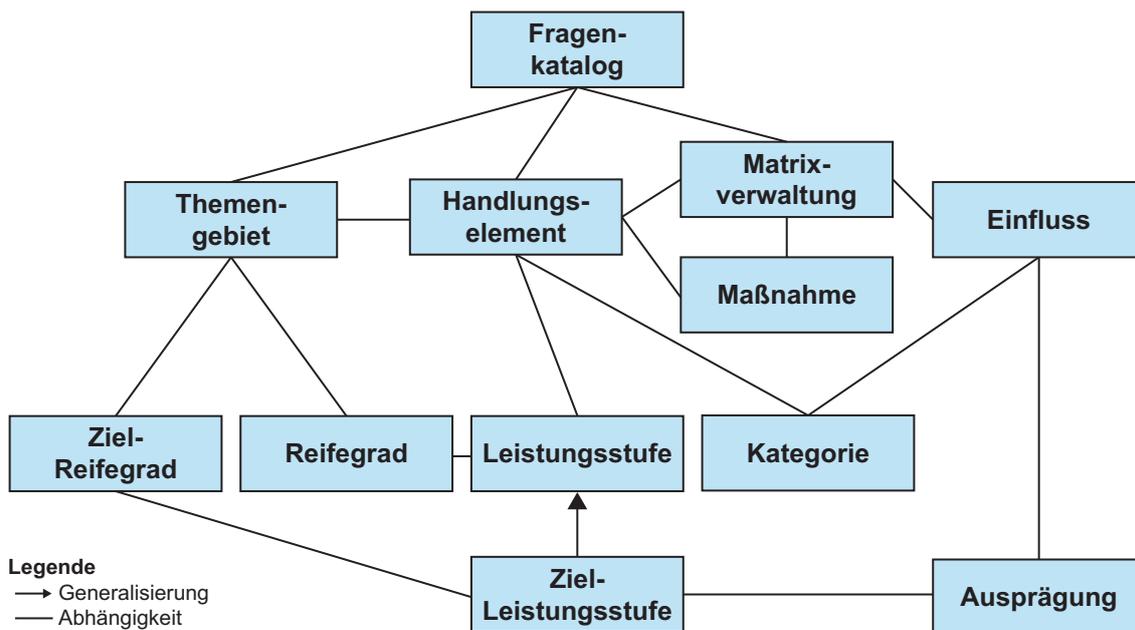


Bild 5-20: Schematische Darstellung des Datenmodells mittelstandsgerechter Reifegradmodelle

5.3.1 Administrationswerkzeug

Das Administrationswerkzeug dient als Entwicklungsumgebung für Reifegradmodelle. Es ermöglicht sowohl eine Erweiterung bestehender Modelle als auch eine vollständige Neuentwicklung. Hierbei ist nur der Themenbereich des Modells variabel; Controlling-, Hilfs- und Auswertefunktionen (Controller) sowie die Präsentation der Daten (View) bleiben unverändert. Der Modellentwickler kann sich so voll auf die inhaltliche Ausgestaltung des Modells konzentrieren.

Der Modellentwickler wird mit Hilfe von Tabs durch die Entwicklung des Reifegradmodells geführt. So können die benötigten Elemente schnell und strukturiert erstellt werden. Nachdem alle Elemente erstellt und verknüpft wurden, kann das Modell an das Anwendungswerkzeug übergeben werden. Im Folgenden werden die Funktionen und die Arbeitsweise des Administrationswerkzeugs erläutert.

Datei Matrizen Konsistenzprüfung

Allgemein
Kategorien
Themengebiete
Maßnahmen
Handlungselemente
Einflüsse
Log

Projektbeschreibung:
VPS-Benchmark

Reifegradgrenzen:

Untere Reifegradgrenze:

Obere Reifegradgrenze:

Bestehendes Projekt öffnen:

VPS-Benchmark.vps

Kosten:	Nutzen:
Personalkosten Investitionskosten	Kosteneinsparung Zeiteinsparung Qualitätssteigerung
<input type="text"/> <input type="button" value="S"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="S"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/> <input type="text"/>



HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn

Bild 5-21: Angabe grundlegender Daten im Administrationswerkzeug

Zunächst hat der Modellentwickler in dem Tab „**Allgemein**“ die Möglichkeit ein bestehendes Modell zu laden oder ein neues Modell zu erstellen. Hier müssen zudem die untere Reifegradgrenze und die obere Reifegradgrenze als ganzzahliger Wert angegeben werden. Der später ermittelte Reifegrad und der Ziel-Reifegrad können nur zwischen diesen Werten liegen. Hier können auch die Kriterien für Kosten und Nutzen angegeben werden. Die Maßnahmen werden später anhand dieser Kriterien bewertet. Dieser Tab ist in Bild 5-21 abgebildet.

In dem Tab „**Kategorien**“ kann der Entwickler Kategorien anlegen. Jedes Handlungselement und jeder Einfluss kann mit Kategorien verknüpft werden. Sie geben in einem Wort an, welches Thema mit der Frage behandelt wird. Eine Beispielkategorie für das Handlungselement „Wer definiert interne Standardteile?“ ist „Bauteilstandardisierung“.

Bei dem Tab „**Themengebiete**“ können Titel und kurze Beschreibung der Themengebiete angelegt werden. Eine Verknüpfung der Themengebiete mit den Handlungselementen etc. erfolgt in den Matrizen.

Unter dem Tab „**Maßnahmen**“ werden alle Maßnahmen beschrieben. Zudem werden hier die Maßnahmen nach den vorher definierten Kriterien für Kosten und Nutzen bewertet. Jede Maßnahme kann um weitere Informationen im PDF-Format ergänzt werden. Dieser Tab ist in Bild 5-22 abgebildet.

In dem Tab „**Handlungselemente**“ können die Handlungselemente mit den Leistungsstufen angelegt werden. Die Fragen (Handlungselemente) können um Bemerkungen wie Begriffsdefinitionen ergänzt werden. Für jede Frage ist zu entscheiden, ob sie relevant für den Reifegrad ist. Relevante Fragen müssen Entweder-Oder-Fragen sein. Nicht relevante Fragen können einen beliebigen Fragentyp haben. Sie dienen der Ermittlung weiterer Informationen wie bspw. der Version des CAD-Systems. Bei jeder Frage kann angegeben werden, ob sie im Fragenverlauf als steuernde oder gesteuerte Frage aufgeführt werden soll. Fragen, die weder gesteuert (durch bestimmte Antworten übersprungen werden) noch steuernd (andere Fragen überspringen) sind, werden in der Fragenverlaufsmatrix nicht angezeigt. Hierdurch wird die Komplexität dieser Matrix reduziert. Dieser Tab ist in Bild 5-23 abgebildet.

Einflüsse werden auf die gleiche Weise unter dem Tab „**Einflüsse**“ angelegt. Soll-Fragen können auch als relevante Frage eine Mehrfachauswahl ermöglichen. Zudem können die Einflüsse für den Vergleich relevant sein. Der Anwender kann später die Datensätze auf Basis der vergleichsrelevanten Einflüsse wie Mitarbeiterzahl filtern.

Datei Matrizen Konsistenzprüfung Themengebiete Maßnahmen Handlungselemente Einflüsse Log

Maßnahmenliste:
 Arbeitsgruppe "Prozessverbesserung"
 Strategisches Rahmenprogramm
 Einführungssystematiken einsetz
 Mitarbeiter aktiv in den Veränderu
 Mitarbeiter motivieren, die Prozes
 Informationsangebote nutzen
 In Netzwerken agieren
 Schulungen ermöglichen
 Schulungsprogramm erarbeiten
 Forschungsergebnisse verfolgen
 An Forschungsprojekten beteilige

Maßnahme bearbeiten:
 Arbeitsgruppe "Prozessverbesserung" gründen
 1
 Gründen Sie eine Arbeitsgruppe "Prozessverbesserung". Ziel der Arbeitsgruppe ist die Identifikation von Verbesserungspotentialen in Ihrer Entwicklung und angeschlossenen Bereichen. Hierbei ist es wichtig, dass die Gruppe offen über bestehende Schwierigkeiten und Wünsche diskutiert. Vor welchen Herausforderungen wird Ihre Entwicklung in Zukunft stehen? Wo sind Sie bereits gut und wo haben Sie noch Potential? Welche Möglichkeiten bietet Ihnen der Markt an etablierten Lösungen? Um eine Verbesserung zu erreichen, die dem gesamten Unternehmen dient, sollten Vertreter verschiedener Fachbereiche wie bspw. Mechanik, Elektrik, Fertigung, Vertrieb oder Marketing involviert werden. Ernennen Sie einen neutralen Moderator und setzen

Hinweis
 Hier können der Name und die Beschreibung des Handlungsfeldes angepasst werden. Weiterhin kann man hier auch die Icons der Handlungsfelder bestimmen.
 Diese Informationen werden später im Usertool dem Kunden dargestellt und dienen der besseren Übersicht.

SAVE

Alle PDFs:
 3-Zyklen-Modell.pdf
 4.Ebenen-Modell.pdf
 Anwendungsgebiete Virtual Reality.pdf
 BestPractice Knowledge Based Engine
 BestPractice Mehrkoerpersimulation.p
 BestPractice Spezifikationstechnik COI
 Einfuehrung von IT-Systemen.pdf
 Enterprise Resource Planning.pdf
 Erfolgsfaktor Mensch.pdf
 Jeder arbeitet anders.pdf
 Klassifikation.pdf
 Konstruktionshandbuch.pdf
 Konstruktionsmethodiken.pdf
 Konstruktionsrichtlinien.pdf
 Kreativitaetstechniken.pdf
 Methode OMEGA.pdf
 Modellierung der Projektentwicklungssy
 OMEGA Beispielprozess.pdf
 Potentiale der Dokumentation.pdf
 Product Lifecycle Management (PLM).p
 Simultaneous Engineering.pdf

Ausgewählte PDFs
 Kreativitaetstechniken

Kosten:Personalkosten	1
Kosten:Investitionskosten	0
Nutzen:Kosteneinsparung	2
Nutzen:Zeiteinsparung	2
Nutzen:Qualitätssteigerung	2

Bild 5-22: Anlegen von Maßnahmen im Administrationswerkzeug

Datei
Matrizen
Konsistenzprüfung

Alle
Export - Alle Matrizen
Maßnahmen
Handlungselemente
Einflüsse
Log

Handlungselement bearbeiten:
Kategorisierung
Maßnahmen-Matrix

Handlungselement bearbeiten:

Haben Sie eine Strategie zum Ausbau Ihrer Entwicklungsorganisation und -werkzeuge?

Typ der Frage: OR XOR Text

Relevant für Reifegrad? ja nein

Fragenverlauf: Steuernd Gesteuert

SAVE

Hinweise

Hier können der Name und die Beschreibung der IST-Frage angepasst werden. Weiterhin kann man hier auch den Typ der Frage sowie die Relevanz für die Berechnung des Reifegrades angeben.

Leistungsstufen bearbeiten:

Sobald wir unsere Probleme mit der bestehenden Struktur nur noch schwer lösen können, prüfen wir Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Ent...
 In regelmäßigen Besprechungen werden Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Entwicklungsorganisation diskutiert.
 Wir haben ein strategisches Rahmenprogramm, das festlegt wann und wie wir welche Methoden und Werkzeuge einführen und ausbauen woll...
 Die Umsetzung und Weiterentwicklung des strategischen Rahmenprogramms wird von einem definierten Verantwortlichen betreut und regelmä...

+
^
v

+
-
^
v

11 -	Wie erfolgt die Zusammenarb
12 -	Wie aktuell ist Ihre Software il
13 -	Wie aktuell ist Ihre Hardware
14 -	Sind Ihnen Nutzen und Einsatz
15 -	Welche Klasse von CAD-Syste
16 -	Wie viele verschiedene 3D-CA
17 -	Stellen Sie Ihren Entwicklern f
18 -	Wie finden die Schulungen für
19 -	Wie entstehen Ihre Produkten
20 -	Verwenden Sie die 3D-Produkt
21 -	Ist das Vorgehen bei der Arbe
22 -	In welcher Form haben die Ent
23 -	Wie wird die Konstruktionsric
24 -	Werden die Vorgaben zur Arb
25 -	Wie wird die Einhaltung der K
26 -	Wie werden die Anwender mit
27 -	Werden Startmodelle sowie d
28 -	Verwenden Sie Vorgehen zur
29 -	Führen Sie Einbau- bzw. Kollis
30 -	Haben Sie eine Elektrokonstru
31 -	Nutzen Sie ein E-CAD-System?
32 -	Wie bringen Sie die Daten aus

Bild 5-23: Anlegen von Handlungselementen im Administrationswerkzeug

Auf dem untergeordneten Tab „**Kategorisierung**“ können die zuvor erstellten Kategorien den Handlungselementen und Einflüssen zugeordnet werden. Für die Handlungselemente existiert zudem der untergeordnete Tab „**Maßnahmen-Matrix**“. Hier kann für jedes reifegradrelevante Handlungselement die Maßnahmenmatrix ausgefüllt werden. Die weiteren Matrizen werden mit Hilfe von Excel ausgefüllt. Hierfür steht ein Matrixexport und -import zur Verfügung. Sobald alle Elemente erstellt und in den Matrizen verknüpft wurden, kann das Modell gespeichert und an das Anwendungswerkzeug übergeben werden.

5.3.2 Anwendungswerkzeug

Das Anwendungswerkzeug dient der Anwendung eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells. Es wird dem Nutzer über eine Internetseite zur Verfügung gestellt. So ist keine weitere Softwareinstallation notwendig und es werden die Vorteile einer Online-Befragung genutzt: leichte Handhabung, niedrige Kosten der Befragung und die Möglichkeit der Einbindung multimedialer und dynamischer Elemente [JHD+11], [Pep08], [Kro06], [BOK12]. Zudem kann so relativ einfach eine große Zahl an Datensätzen generiert werden [BKP09a]. Der Nutzer kann unmittelbar mit der reifegradbasierten Analyse zur Leistungsbewertung und -steigerung starten. Er wird durch die drei Phasen „Themengebiete“, „Reifegradermittlung“ und „Leistungssteigerung“ geführt.

Bild 5-24: Auswahl der Themengebiete im Anwendungswerkzeug

Zu Beginn bietet sich dem Nutzer die Möglichkeit, eine bestehende Analyse zu laden. Die Analysen können jederzeit gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt fortgesetzt

werden. Auch können mehrere Analysen parallel gespeichert werden. Bei einer neuen Analyse wird mit der Phase „**Themengebiete**“ (Bild 5-24) gestartet. Der Nutzer wird aufgefordert, die gewünschten Themengebiete auszuwählen. Hierbei wird ihm angezeigt, mit wie vielen Fragen er konfrontiert wird.

1 Themengebiete ✓

2 Reifegradermittlung

3 Leistungssteigerung

Klassifikation Leistungsbewertung

Wie viele Personen arbeiten an der Konstruktion Ihrer Produkte?

Bemerkung: Orientieren Sie sich hierbei bitte an der Anzahl Ihrer CAD-Arbeitsplätze

1-5 Entwickler/Konstrukteure

6-20 Entwickler/Konstrukteure

21-50 Entwickler/Konstrukteure

51-100 Entwickler/Konstrukteure

101-300 Entwickler/Konstrukteure

Mehr als 300 Entwickler/Konstrukteure

Fortschritt: 2%

- 1. Bitte ordnen Sie Ihrer Organisation einen der drei Bereiche zu.
- 2. In welcher Branche ist Ihr Unternehmen tätig?
- 3. Wie viele Mitarbeiter arbeiten in Ihrem Unternehmen?
- ➔ 4. **Wie viele Personen arbeiten an der Konstruktion Ihrer Produkte?**

◀ Zurück Zurückstellen Speichern & Weiter ▶

Bild 5-25: Klassifikation des Unternehmens im Anwendungswerkzeug

In der nächsten Phase findet die „**Reifegradermittlung**“ (Bild 5-25) statt. Hier wird der Nutzer durch ein strukturiertes Interview mit vorformulierten Antworten geführt. Es startet mit der Klassifikation; die Befragung zu den Einflüssen. Hieraus wird der Ziel-Reifegrad berechnet. Es folgt die Leistungsbewertung; die Befragung zu den Handlungselementen. Hieraus wird der Reifegrad berechnet. Jede Frage wird auf einer eigenen Seite angezeigt. Den Fragenverlauf kann der Nutzer in einer Fragenliste nachvollziehen. In einer Fortschrittsanzeige sieht der Nutzer den aktuellen Fortschritt der Befragung. Sollte der Nutzer bei einer Frage unsicher sein, kann er diese vorerst zurückstellen. Vor der Auswertung müssen jedoch alle Fragen beantwortet sein.



Bild 5-26: EVE-Phase „Erkennen“ im Anwendungswerkzeug

Auf die „Reifegradermittlung“ folgt die Phase „Leistungssteigerung“ (Bild 5-26). Diese orientiert sich an dem EVE-Konzept (Erkennen-Verstehen-Erschließen). Bei Erkennen wird dem Nutzer ein Überblick über seinen Handlungsbedarf gegeben. Mit Hilfe von Profilen wird der Reifegrad und Ziel-Reifegrad je Themengebiet angezeigt. Je größer hier die Diskrepanz ist, desto höher ist der Handlungsbedarf für das Unternehmen. Zudem hat der Nutzer die Möglichkeit, einen Vergleich mit anderen Unternehmen durchzuführen. Hierbei werden sowohl der Mittelwert als auch die Verteilung der Daten visualisiert. Mit Filtern können Vergleiche mit der Gesamtheit aller Unternehmen oder nur mit bspw. der Branche durchgeführt werden.

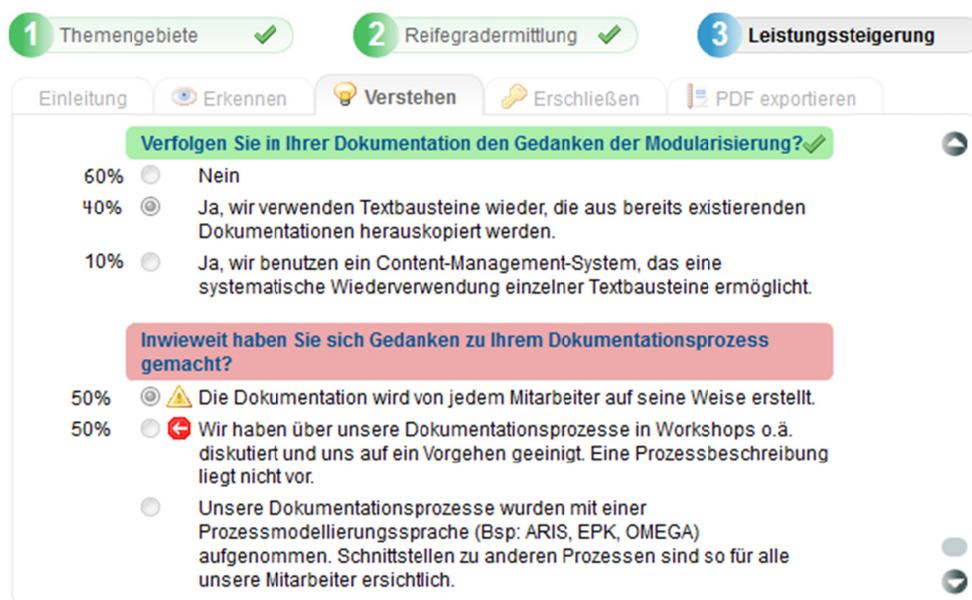


Bild 5-27: EVE-Phase „Verstehen“ im Anwendungswerkzeug

In der Phase „Verstehen“ werden dem Nutzer alle Fragen angezeigt (Bild 5-27). Fragen, bei denen die Leistungsstufe der Ziel-Leistungsstufe entspricht, werden grün markiert. Fragen, bei denen hier eine Diskrepanz vorliegt, werden rot dargestellt. Mit dieser Visualisierung werden dem Nutzer die konkreten Stärken und Schwächen des Unternehmens aufgezeigt. Erneut bietet sich die Möglichkeit des Vergleichs mit anderen Unternehmen. Mittels Prozentzahlen wird verdeutlicht, wie viele Unternehmen welche Antworten gegeben haben. Fragen, deren Beantwortung eine obere Reifegradgrenze ausgelöst hat, werden mit einem gelben Ausrufezeichen markiert. Der Nutzer kann die Fragen ohne Handlungsbedarf oder nach Themengebieten ausblenden.



Bild 5-28: EVE-Phase „Erschließen“ im Anwendungswerkzeug

Im Schritt „Erschließen“ werden dem Nutzer konkrete Empfehlungen ausgesprochen, wie er seinen Ziel-Reifegrad erreichen kann (Bild 5-28). In einem Aufwand-Nutzen-Portfolio werden Maßnahmen zur Leistungssteigerung angezeigt. Für Details der Maßnahme können Maßnahmensteckbriefe geöffnet werden. Maßnahmen sind rot markiert, wenn sie einem Handlungselement mit ausgelöster oberer Reifegradgrenze entspringen. Zur besseren Übersichtlichkeit können die Maßnahmen nach Themengebieten ein- und ausgeblendet werden. Zur Kommunikation der Analyseergebnisse kann ein PDF-Export erstellt werden.

6 Validierung am Beispiel des VPS-Benchmarks

In diesem Kapitel wird die vorgestellte Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand validiert. In Kapitel 6.1 wird das Vorgehensmodell zur Entwicklung eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells am Beispiel des VPS-Benchmarks durchgeführt. Die Validierung der Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle erfolgt durch einen Vergleich der VPS-Benchmark-Ergebnisse mit den Ergebnissen von Unternehmensberatungen in Kapitel 6.2. Das Vorgehensmodell zur Anwendung des Reifegradmodells wird an drei Anwendungen in der Industrie in Kapitel 6.3 validiert. Abschließend erfolgt in Kapitel 6.4 eine Bewertung der Systematik hinsichtlich der Anforderungen.

6.1 Validierung des Vorgehensmodells zur Entwicklung⁹

Das Vorgehensmodell zur Entwicklung von mittelstandsgerechten Reifegradmodellen wird am Beispiel des VPS-Benchmarks validiert. Dieses Reifegradmodell wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts auf Basis der Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung entwickelt. Hierzu werden im Folgenden für jede Phase des Vorgehensmodells die durchgeführten Tätigkeiten und erreichten Ergebnisse kurz beschrieben.

Der VPS-Benchmark zielt auf den Einsatz von Virtual Prototyping und Simulation (VPS) im Maschinenbau. Für die **Vorbereitung (Phase 1)** wurde im Rahmen von Unternehmensbesuchen, Interviews und der Literaturrecherche erkannt, dass vor allem kleine und mittlere Unternehmen in diesem Bereich Potentiale aufweisen. Dies wurde in den Kapiteln 2.1, 2.2 und 4.1 diskutiert. Ein Vergleich mit bestehenden Reifegradmodellen hat ergeben, dass bereits einige Modelle wie ENGINEERING produktiv! (vgl. Kapitel 3.1.7) den Themenkomplex Virtual Prototyping und Simulation adressieren, jedoch kein Modell die Anforderungen des mittelständischen Maschinenbaus erfüllt. Das Modell soll es einem Unternehmen ermöglichen, den eigenen Entwicklungsstand zu analysieren und Verbesserungspotentiale zu identifizieren. Konkrete Empfehlungen für einen individuell sinnvollen Soll-Zustand sollen ausgesprochen werden. Darüber ist ein Ziel, die Unternehmen in die Lage zu versetzen, Verbesserungsmaßnahmen langfristig zu planen und die Produktentwicklung zu optimieren. Als Zielgruppe wurden kleine und mittlere Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus definiert, deren Kerngeschäft die Entwicklung komplexer, technischer Systeme ist. Hierbei sollte sowohl die

⁹ Die Entwicklung des VPS-Benchmarks wurde unterstützt durch die von mir betreute Diplomarbeit „Ermittlung von individuellen reifegradbasierten Soll-Zuständen für Produktentstehungsprozesse mit dem Schwerpunkt Virtual Prototyping und Simulation“ von cand. Dipl.-Wirt.-Ing. Hessameddin Oumi und der Studienarbeit „Definition von Reifegraden bei relevanten Handlungsfeldern der Produktentstehung mit dem Schwerpunkt Virtual Prototyping und Simulation“ von cand. Dipl.-Wirt.-Ing. Florian Müller.

Geschäftsführung als auch die Entwicklungsebene angesprochen werden. Aufgrund mangelnder Existenz methodischer Ansätze für mittelstandsgerechte Reifegradmodelle musste ein neuer Ansatz entwickelt werden.

Für die **Definition der Elemente zur Leistungsbewertung (Phase 2)** wurden alle der im Vorgehen vorgeschlagenen Methoden genutzt. Es wurden über 100 Studien, Aufsätze, Bücher, Handbücher etc. zum Einsatz von Virtual Prototyping und Simulation im Produktentwicklungsprozess gesichtet. Zudem wurden die Aspekte bestehender Modelle auf Relevanz geprüft. In Workshops wurden verschiedene Kreativitätstechniken mit Experten eingesetzt. Es wurden über 20 Experteninterviews in folgenden Expertengruppen durchgeführt:

- **Systemanbieter:** Sie sind Experten für VPS-Werkzeuge wie CAD-, PDM- oder CAE-Systeme. Sie kennen sich mit den Funktionen und dem Nutzen der Systeme aus.
- **Unternehmensberater:** Sie haben einen Überblick über Produktentwicklungsprozesse in verschiedensten Unternehmen. So kennen sie sowohl Beispiele für die vorbildliche Anwendung von VPS, aber auch Beispiele für einen schlechten Einsatz von VPS. Zudem sind sie Experten für die Integration der Systeme in die Prozesse.
- **Anwender:** Die Anwender sind Mitarbeiter kleiner und mittlerer Unternehmen des Maschinenbaus. Sie kennen am besten die Anforderungen der Zielgruppe.

Zudem wurden im Rahmen von Prozessanalysen in Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus detaillierte Beobachtungen der Arbeitsweise durchgeführt. Aus den Untersuchungen haben sich die fünf Themengebiete „Entwicklungsmanagement“, „Konstruktion“, „Datenmanagement“, „Weiterverwendung“ und „Produktanalysen“ ergeben (vgl. Kapitel 4.2). Hierzu wurden etwa 180 Handlungselemente mit zwei bis vier Leistungsstufen ausgewählt und formuliert. Eine Auflistung der Handlungselemente ist in Anhang A2 zu finden. Es wurden die vier Reifegrade „Konfusion“, „Kommunikation“, „Koordination“ und „Kollaboration“ definiert (vgl. Kapitel 4.2). Die erarbeiteten Elemente sowie die Abhängigkeits- und Reifegradmatrix wurden in Gesprächen mit den Experten validiert.

Die **Definition der Elemente zur Zieldefinition (Phase 3)** wurde auf gleiche Weise, teils gleichzeitig mit Phase 2, durchgeführt. Es wurden drei Einflussbereiche identifiziert: Unternehmenskennzahlen (z.B. Anzahl der Entwickler), Produktkennzahlen (z.B. Anzahl Bauteile) und Unternehmensumfeld (z.B. Wettbewerbssituation). Hierzu wurden etwa 20 Einflüsse mit zwei bis neun Ausprägungen ausgewählt und formuliert (vgl. Anhang A1). Die erarbeiteten Elemente sowie die Beeinflussungs-, Zieldefinitions- und Fragenverlaufsmatrix wurden in Gesprächen mit den Experten validiert.

Für die **Definition der Elemente zur Leistungssteigerung (Phase 4)** wurden während der Analysen etwa 170 Maßnahmen ermittelt und bewertet (vgl. Anhang A3). Hierbei wurden für den Nutzen die Kriterien „Zeiteinsparung“, „Kosteneinsparung“ und „Qualitätssteigerung“ verwendet; für die Kosten die Kriterien „Personalkosten“ und „Investitionskosten“ genutzt. Zur Unterstützung des Anwenders bei der Priorisierung der Maßnahmen wurde ein Zielkatalog mit etwa 20 Zielen erarbeitet (vgl. Tabelle 5-1).

Bei der **Einführung und Wartung (Phase 5)** wurde das gesamte Modell zunächst in drei Unternehmen validiert. Der VPS-Benchmark wurde dann auf dem Internetportal www.viprosim.de kostenfrei zur Verfügung gestellt. Für die Steigerung des Bekanntheitsgrades wurden Pressemitteilungen über die Verteiler von VPS-Systemanbietern geschickt. Zudem wurde das Reifegradmodell auf Messen vorgestellt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es auf Basis des Vorgehensmodells zur Entwicklung eines Reifegradmodells möglich ist, effizient mittelstandsgerechte Reifegradmodelle zu entwickeln. Hierbei wird das Vorgehen durch die Softwareunterstützung stark vereinfacht.

6.2 Validierung der Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle

Zur Validierung der Struktur des Reifegradmodells werden die modellinhärenten Empfehlungen zur Leistungssteigerung mit den Empfehlungen von Unternehmensberatungen verglichen. Als Basis dient eine Potentialberatung zum Einsatz von Virtual Prototyping und Simulation in einem Unternehmen der Landmaschinentechnik. Das betrachtete Unternehmen sieht sich als Einzel- und Kleinserienfertiger. Es beschäftigt etwa 100 Mitarbeiter wobei ca. 15 Personen unmittelbar an der Entwicklung und Konstruktion der Produkte beteiligt sind. Die Entwicklung findet an nur einem Standort statt. Das Unternehmen strebt die Innovations- und Qualitätsführerschaft an. Jedes Jahr werden über 30 Projekte bearbeitet, wobei ein Projekt bis zur Auslieferung eine Laufzeit von bis zu einem Jahr hat.

Für die Potentialanalyse wurde neben der Entwicklung auch die Fertigung detailliert betrachtet. Zudem wurden die Schnittstellen zum Einkauf und Vertrieb untersucht. Der VPS-Benchmark wurde im Anschluss der Potentialanalyse durchgeführt. Hierbei wurde das Anwendungswerkzeug mit den Erkenntnissen aus der Potentialanalyse befüllt. Ziel ist es, die empfohlenen Maßnahmen der Unternehmensberatung mit den empfohlenen Maßnahmen des VPS-Benchmarks abzugleichen. Aufgrund der vorliegenden Informationen konnten die Themengebiete „Entwicklungsmanagement“, „Konstruktion“, „Datenmanagement“ und „Produktanalysen“ untersucht werden. „Weiterverwendung“ konnte mangels Informationen nicht betrachtet werden.

Von der Unternehmensberatung wurde ein Handlungsbedarf in den folgenden sieben Themenschwerpunkten identifiziert:

- Artikel- und Stücklistenpflege, Stücklistenwesen harmonisieren
- Digitalen Prototypen stärker nutzen
- Quality Gates und Reifegrade einführen
- Simulationsverfahren validieren
- Detaillierte Produktplanung
- Unternehmensprozesse professionalisieren
- Prozessbegleitende Methoden und Regeln definieren

Jeder Themenschwerpunkt wurde durch weitere Potentialbeschreibungen und Handlungsempfehlungen ergänzt. Diese wurden einem direkten Vergleich mit den Empfehlungen aus dem VPS-Benchmark unterzogen. Hierzu wurden die Maßnahmen manuell den Themenschwerpunkten zugeordnet, da der VPS-Benchmark keine Gruppierung der Maßnahmen vorschlägt. Tabelle 6-1 verdeutlicht dies für den Themenschwerpunkt „Artikel- und Stücklistenpflege, Stücklistenwesen harmonisieren“.

Tabelle 6-1: Vergleich der Empfehlungen für den Themenschwerpunkt „Artikel- und Stücklistenpflege, Stücklistenwesen harmonisieren“

Empfehlung der Unternehmensberatung	Empfehlung des VPS-Benchmarks
<ul style="list-style-type: none"> • Übergabepunkt von Konstruktions- zur Fertigungsstückliste klären: ERP- oder PDM-Seite • Schnittstelle PDM - ERP konzipieren • Die Artikel- und Stücklistenpflege in die Verantwortung der Konstruktion bringen • Nicht freigegebene Artikel müssen im ERP-System gesperrt werden, so dass sie nicht gebucht werden können; der Status muss transparent sein. • Konzept zur einheitlichen Benennung einführen • Norm- und Kaufteile ins PDM-System integrieren 	<ul style="list-style-type: none"> • M47: PLM-Strategie formulieren • M113: Stücklisten zwischen ERP- und PDM-System synchronisieren • M49: Datenmanagement-Richtlinie erarbeiten • M107: Rollenkonzept für Datenzugriffe erarbeiten • M39: Bauteile einheitlich benennen • M71: digitale Teilebibliotheken nutzen

Aus der Übersicht wird ersichtlich, dass die Empfehlungen inhaltlich eine signifikante Ähnlichkeit aufweisen. Die gleiche Beobachtung kann bei den anderen Themenschwerpunkten gemacht werden. Die weiteren Themenschwerpunkte werden in Anhang A4 in gleicher Form verglichen. Auf Basis der Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodells können somit unternehmensindividuell sinnvolle Empfehlungen ausgesprochen werden.

Durch die Unternehmensberatung wurde auch ein Handlungsbedarf in der Fertigung identifiziert. Da dies nicht Bestandteil des VPS-Benchmarks ist, wird dies nicht weiter untersucht. Der VPS-Benchmark hat zusätzlich zu den bereits genannten Themen-

schwerpunkten den Themenschwerpunkt „Standardisierung“ identifiziert. Dieser wurde von der Unternehmensberatung nicht behandelt.

Dieser Vergleich dient ausschließlich der Validierung der Empfehlungen des VPS-Benchmarks. Dies soll nicht ausdrücken, dass die Ergebnisse des VPS-Benchmarks Ergebnisse von Unternehmensberatungen ersetzen können oder sollen. Unternehmensberatungen können individueller auf die Bedürfnisse der Unternehmen eingehen und auch zwischenmenschliche Beziehungen berücksichtigen, die dem VPS-Benchmark verborgen bleiben.

6.3 Validierung des Vorgehensmodells zur Anwendung

Das Vorgehensmodell zur Anwendung von mittelstandsgerechten Reifegradmodellen wird am Beispiel von drei Anwendungen des VPS-Benchmarks in produzierenden Unternehmen validiert. Alle Unternehmen sehen sich als Einzel- und Kleinserienfertiger und streben die Qualitätsführerschaft an. Die spezifischen Charakteristika der Unternehmen und die Ergebnisse der Analyse werden im Folgenden erläutert.

Unternehmen X ist ein Maschinen- und Anlagenbauer für Lagertechnik. Es beschäftigt etwa 100 Mitarbeiter, wobei ca. 25 Personen unmittelbar an der Entwicklung und Konstruktion der Produkte beteiligt sind. Die Entwicklung findet an nur einem Standort statt. Das Unternehmen strebt die Innovations- und Kostenführerschaft an. Jedes Jahr werden sechs bis 15 Projekte bearbeitet, wobei ein Projekt bis zur Auslieferung eine Laufzeit von bis zu einem Jahr hat.

An dem Workshop zur Leistungsbewertung haben vier Personen teilgenommen. Neben dem Geschäftsführer waren dies zwei Entwicklungsleiter verschiedener Bereiche sowie der Verantwortliche für die IT. Das Unternehmen hatte sich dazu entschieden, alle Themengebiete zu behandeln.

Die Ergebnisse der Analyse sind in Bild 6-1 dargestellt. Für das Unternehmen wurden 49 Handlungselemente identifiziert, bei denen ein Verbesserungspotential vorliegt. Der Reifegrad des Unternehmens liegt meist in der Nähe des Zielreifegrades. Der größte Handlungsbedarf liegt im Themengebiet „Entwicklungsmanagement“.

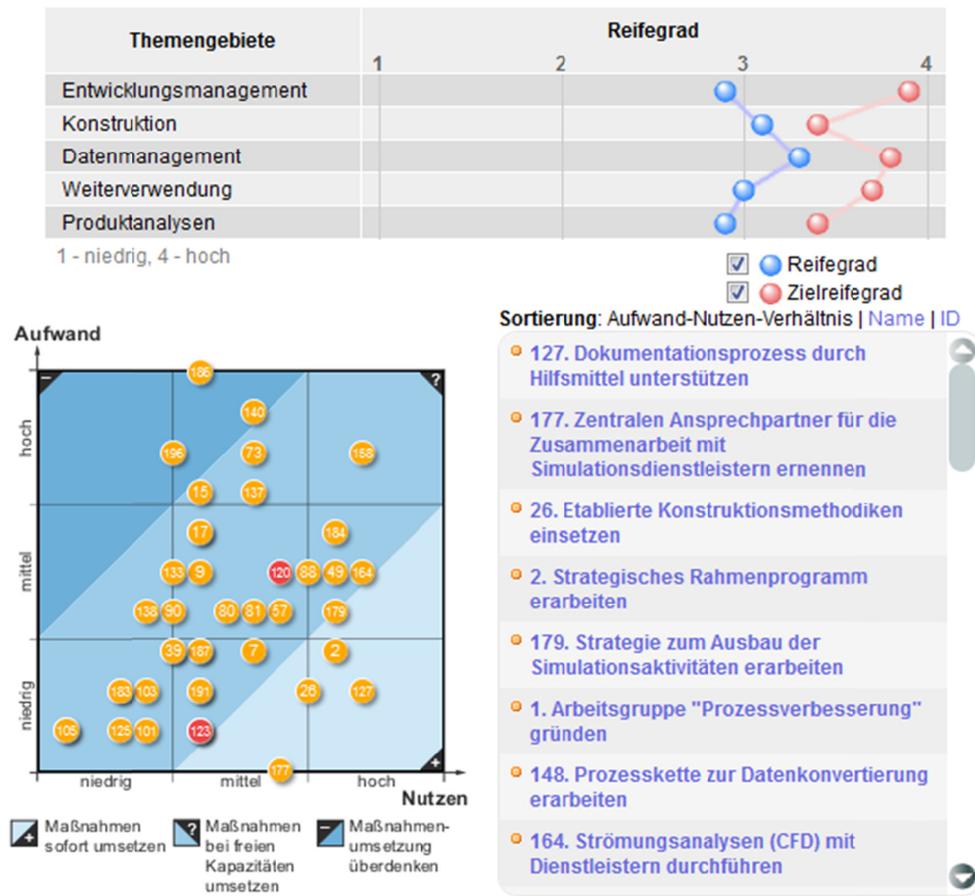


Bild 6-1: Unternehmen X: Ergebnisse der Phasen „Erkennen“ und „Erschließen“

Unternehmen Y ist ein Maschinenbauer für Drucklufttechnik. Es beschäftigt etwa 500 Mitarbeiter, wobei ca. 20 Personen unmittelbar an der Entwicklung und Konstruktion der Produkte beteiligt sind. Die Entwicklung findet an nur einem Standort statt. Das Unternehmen strebt die Innovationsführerschaft an. Jedes Jahr werden über 30 Projekte bearbeitet, wobei ein Projekt bis zur Auslieferung eine Laufzeit von über einem Jahr hat.

An dem Workshop zur Leistungsbewertung haben zwei Personen teilgenommen. Neben dem Entwicklungsleiter war dies ein Entwickler. Das Unternehmen hatte sich dazu entschieden, alle Themengebiete zu behandeln.

Die Ergebnisse der Analyse sind in Bild 6-2 dargestellt. Für das Unternehmen wurden 76 Handlungselemente identifiziert, bei denen ein Verbesserungspotential vorliegt. Der Reifegrad des Unternehmens liegt meist nicht in der Nähe des Zielreifegrades. Mit Ausnahme des Themengebiets „Konstruktion“ liegt in allen Themengebieten ein hoher Handlungsbedarf vor.

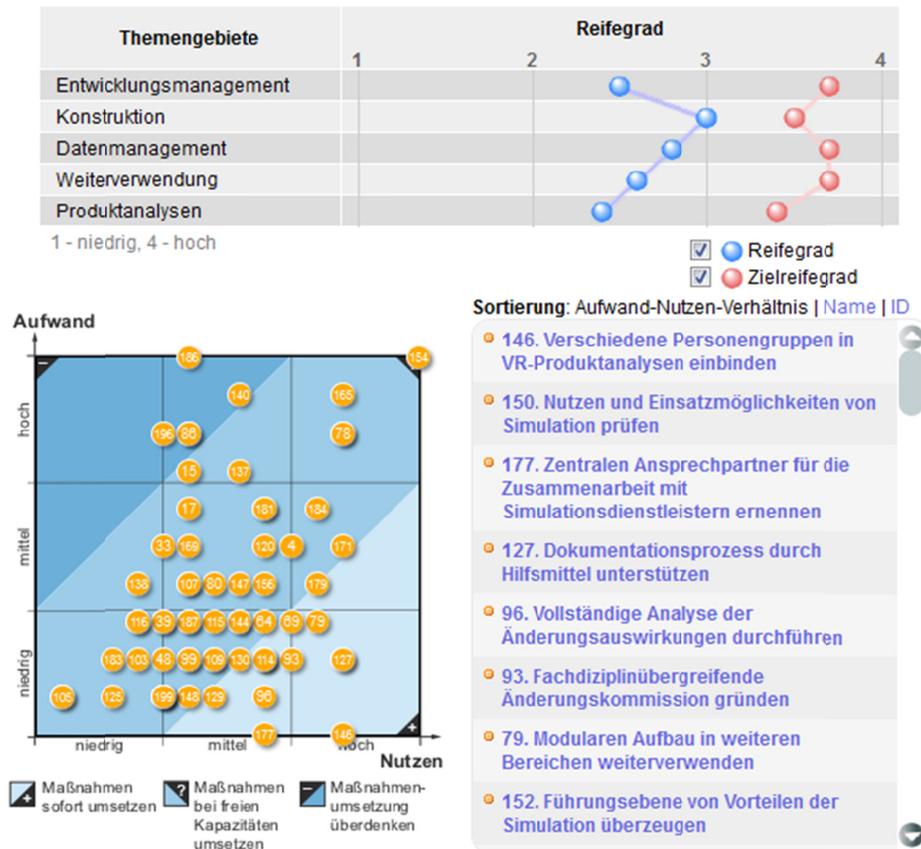


Bild 6-2: Unternehmen Y: Ergebnisse der Phasen „Erkennen“ und „Erschließen“

Unternehmen Z ist ein Maschinen- und Anlagenbauer für Fördertechnik. Es beschäftigt etwa 50 Mitarbeiter, wobei ca. 10 Personen unmittelbar an der Entwicklung und Konstruktion der Produkte beteiligt sind. Die Entwicklung findet an mehreren Standorten statt. Das Unternehmen strebt die Kostenführerschaft an. Jedes Jahr werden über 30 Projekte bearbeitet, wobei ein Projekt bis zur Auslieferung eine Laufzeit von bis zu einem Jahr hat.

An dem Workshop zur Leistungsbewertung hat nur der Geschäftsführer teilgenommen. Das Unternehmen hatte sich dazu entschieden nur die Themengebiete „Entwicklungsmanagement“, „Konstruktion“ und „Datenmanagement“ zu behandeln.

Die Ergebnisse der Analyse sind in Bild 6-3 dargestellt. Für das Unternehmen wurden 39 Handlungselemente identifiziert, bei denen ein Verbesserungspotential vorliegt. Für die Themengebiete „Entwicklungsmanagement“ und „Konstruktion“ ist der Handlungsbedarf gering. Im Themengebiet „Datenmanagement“ ist der Handlungsbedarf jedoch sehr hoch.

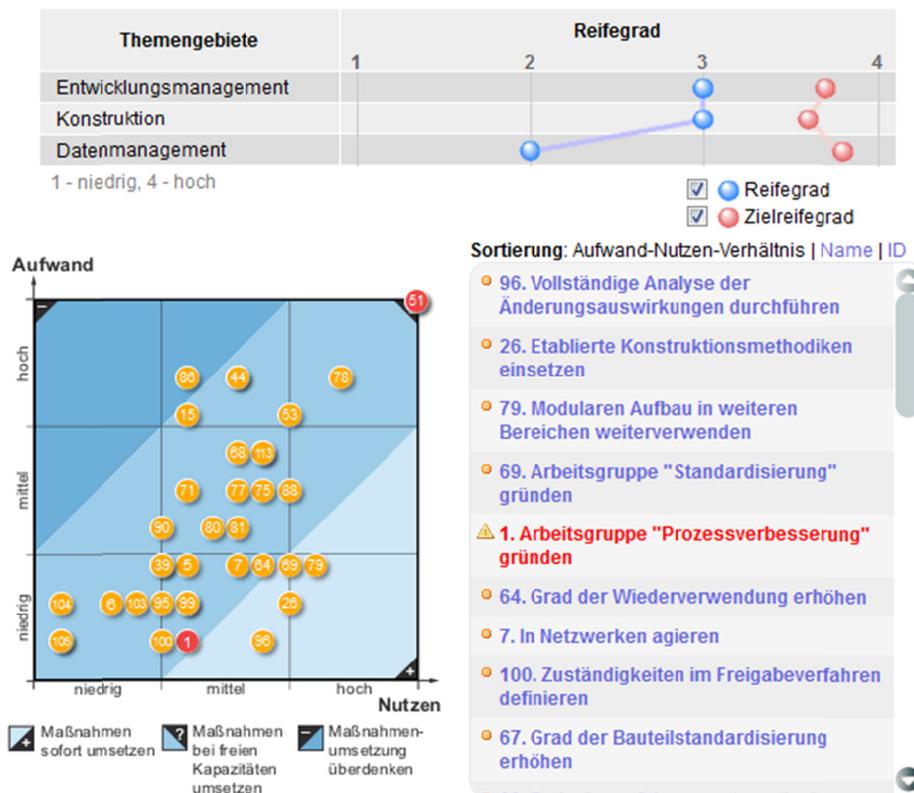


Bild 6-3: Unternehmen Z: Ergebnisse der Phasen „Erkennen“ und „Erschließen“

Zusammenfassend ist festzustellen, dass auf Basis des Vorgehensmodells zur Anwendung eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells eine Analyse der Leistungsfähigkeit und eine Empfehlung individuell sinnvoller Ziel-Leistungsstufen mit entsprechenden Maßnahmen innerhalb eines halben Tages möglich ist. Hierbei wird das Vorgehen durch die Softwareunterstützung stark vereinfacht. Die Unternehmen können nun auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse eine Leistungssteigerung ihrer Produktentwicklungsprozesse anstreben.

6.4 Bewertung der Systematik hinsichtlich der Anforderungen

Die im Rahmen dieser Arbeit erarbeitete Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand wird abschließend hinsichtlich der aus der Problemanalyse abgeleiteten Anforderungen bewertet (vgl. Kapitel 2.5). Dazu wird für jede Anforderung kurz erläutert, wie die Systematik diese erfüllt.

A1: Vergleichbarkeit der Ergebnisse

Die Auswertung des Reifegradmodells basiert auf definierten Berechnungsvorschriften. Diese sind im Anwendungswerkzeug hinterlegt. Somit wird bei gleichen Eingaben stets das gleiche Ergebnis ermittelt. Die Reifegrade sind sowohl abteilungsübergreifend als auch unternehmensübergreifend für jedes Themengebiet vergleichbar. Der Vergleich

wird durch das Anwendungswerkzeug unterstützt. Eine Datenbank ermöglicht einen Vergleich mit ähnlichen Unternehmen (bspw. gleiche Branche) als auch mit der Gesamtheit aller Unternehmen. Dabei werden die Vergleiche anonymisiert zur Verfügung gestellt.

A2: Modellinhärente Empfehlungen zur Leistungssteigerung

In dem Modell werden die Einflüsse, denen das Unternehmen unterliegt, mit den Handlungselementen verknüpft. Auf Basis dieser Verknüpfung kann ein individuell sinnvoller Soll-Zustand (Ziel-Reifegrad und Ziel-Leistungsstufe) empfohlen werden. Das Modell beinhaltet zudem für den Schritt von einer zur anderen Leistungsstufe konkrete Maßnahmen. So werden ausschließlich durch die Angaben des Nutzers ein individueller Soll-Zustand und ein möglicher Weg zur Erreichung aufgezeigt. Externe Expertise, in Form von bspw. Beratern, ist nicht erforderlich.

A3: Umfassende Dokumentation

Die Systematik wurde in Teilen in mehreren Veröffentlichungen behandelt. Zudem wird sie durch diese Arbeit detailliert dokumentiert. Dabei wurden die Anforderungen an die Dokumentation aus der Literatur berücksichtigt.

A4: Problemanalyse und -abgrenzung

Das Vorgehensmodell fordert in der ersten Phase „Vorbereitung“ explizit die Problemanalyse und -abgrenzung. Das Anwendungsgebiet muss analysiert und ein Vergleich mit bestehenden Reifegradmodellen durchgeführt werden.

A5: Multimethodisches Vorgehen

Das Vorgehensmodell schreibt explizit den multimethodischen Einsatz vor. Hierbei werden die Methoden „Literaturrecherche“, „Kreativitätstechniken“, „Bestandsmodellanalyse“, „Interviews“ und „Beobachtungen“ empfohlen.

A6: Ergebnisevaluation in der Zielgruppe

Die Phasen „Definition der Elemente zur Leistungsbewertung“ und „Definition der Elemente zur Zieldefinition“ sind zentrale Phasen bei der Entwicklung eines neuen Reifegradmodells und sollen explizit iterativ in mehrfacher Wiederholung durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Phasen müssen bei Experten und Anwendern frühzeitig validiert werden. Zudem wird die Validierung der Gesamtergebnisse in der letzten Phase des Vorgehensmodells vorgeschrieben.

A7: Softwareunterstützung bei der Entwicklung

Das Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen ist in dem Administrationswerkzeug abgebildet. Der Entwickler wird so intensiv bei der Entwicklung des Modells unterstützt.

A8: Ergebnisorientierte Anwendung

Das Unternehmen kann unmittelbar mit der Anwendung des Reifegradmodells starten. Die Anwendung ist schnell, einfach und eine langwierige Einarbeitung ist nicht notwendig. Unmittelbar nach der Befragung steht das Ergebnis zur Verfügung. Abhängig vom Umfang des Fragenkatalogs wird die Anwendung bis zu einem Tag dauern.

A9: Unterstützung bei der Leistungssteigerung

Das Unternehmen bekommt neben der Empfehlung eines individuellen Soll-Zustands konkrete Maßnahmen vorgeschlagen, die das Unternehmen dabei unterstützen, den Ziel-Reifegrad zu erreichen. Maßnahmensteckbriefe beschreiben was mit der Maßnahme gemeint ist und worauf bei der Umsetzung zu achten ist. Jede Maßnahme wird in einem Aufwand-Nutzen-Portfolio positioniert. Hierdurch wird die Auswahl der Maßnahmen unterstützt. Die Leistungssteigerung folgt dabei dem vorgestellten EVE-Konzept. Die Leistungssteigerung folgt dabei keinen fest vorgegebenen Pfaden, sondern wird individuell erarbeitet.

A10: Unterstützung der Geschäftsstrategie

Zusätzlich zum Aufwand-Nutzen-Portfolio wird dem Unternehmen ein Vorgehen zur Verfügung gestellt, mit dem es die Maßnahmen priorisieren und in eine Road Map bringen kann. Das Vorgehen berücksichtigt dabei die Ziele des Unternehmens. So wird die Erarbeitung einer Strategie zur unternehmensspezifischen Leistungssteigerung ermöglicht.

A11: Softwareunterstützung bei der Anwendung

Das Vorgehensmodell zur Anwendung von Reifegradmodellen ist in dem Anwendungswerkzeug abgebildet. Das Unternehmen wird so vollständig durch die Analyse geführt. Durch die webbasierte Softwareunterstützung sind keine technischen Vorbereitungen im Unternehmen nötig.

Fazit

Die entwickelte Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand erfüllt die gestellten Anforderungen in einem höheren Maße als die bisherigen Ansätze und wurde erfolgreich in der Praxis validiert. Insgesamt stellt die Systematik damit einen praxistauglichen Rahmen zur Entwicklung und Anwendung von Reifegradmodellen für den Mittelstand dar.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Der mittelständische Maschinen- und Anlagenbau ist einer der wichtigsten Wachstumstreiber der deutschen Industrie. Zur Sicherung der guten Stellung im globalen Wettbewerb müssen die Unternehmen stets die Effizienz und Effektivität der Geschäftsprozesse steigern. Vor allem mittelständische Unternehmen stehen vor der Herausforderung, dies neben dem dominanten Tagesgeschäft mit zeitlich und finanziell beschränkten Ressourcen zu erreichen. Mit Hilfe des Reifegradmanagements können Unternehmen aus den Erfahrungen und dem Wissen anderer profitieren und ausgehend von einer objektiv bewerteten Leistungsfähigkeit Verbesserungspotentiale erkennen und Maßnahmen ableiten.

Bestehende Ansätze im Reifegradmanagement sind meist sehr umfangreich in der Anwendung oder bieten kaum konkrete Unterstützung bei der Leistungssteigerung. Vor allem die Entwicklung einer auf den Unternehmenszielen aufbauenden Strategie zur Erreichung eines individuellen Soll-Zustands wird bisher nicht mittelstandsgerecht ermöglicht. Zudem sind die Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Reifegradmodellen zwar sehr umfänglich, jedoch aufwendig und ineffizient in ihrer Anwendung.

Ziel dieser Arbeit war daher eine Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand. Hierzu wurden neben einer Struktur für Reifegradmodelle, auch Vorgehensmodelle für die Entwicklung und Anwendung des Reifegradmodells erarbeitet. Dabei unterstützt die Systematik eine effiziente Entwicklung von Reifegradmodellen, die eine schnelle und einfache Analyse des Entwicklungsstands und die Identifikation von Verbesserungspotentialen ermöglichen. Zudem können Maßnahmen zur Erreichung eines unternehmensindividuellen Soll-Zustands modellinhärent empfohlen werden. Auf Basis der Ergebnisse kann eine an den Unternehmenszielen ausgerichtete Leistungssteigerungsstrategie abgeleitet werden.

Die Struktur von mittelstandsgerechten Reifegradmodellen basiert auf einigen Basiselementen, die sich auf die Kategorien Leistungsbewertung, Zieldefinition und Leistungssteigerung aufteilen. Mit Hilfe der Basiselemente kann der Inhalt des Reifegradmodells in Form eines interaktiven Fragenkatalogs definiert werden. Die Basiselemente werden in verschiedenen Matrizen untereinander verknüpft. Durch Aussagen des Nutzers zum derzeitigen Leistungsstand und vorliegenden Einflüssen auf das Unternehmen können konkrete Ziel-Leistungsstufen und Maßnahmen zur Leistungssteigerung empfohlen sowie abstrakte Reifegrade und Ziel-Reifegrade zum Leistungsvergleich ermittelt werden. Eine Benchmark-Datenbank ermöglicht einen anonymisierten Vergleich mit anderen Unternehmen ähnlicher Größe und Branche.

Das Vorgehensmodell zur Entwicklung eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells gliedert sich in fünf Phasen. Zunächst wird in der Vorbereitung (Phase 1) der Anwendungsbereich analysiert und der Handlungsbedarf herausgearbeitet. Es folgen die Definition der Elemente zur Leistungsbewertung (Phase 2) und die Definition der Elemente

zur Zieldefinition (Phase 3). Die Erarbeitung dieser Inhalte muss iterativ erfolgen und intensiv in der Zielgruppe validiert werden. Die Modellentwicklung schließt mit der Definition der Elemente zur Leistungssteigerung (Phase 4) ab. Somit steht ein Reifegradmodell zur Leistungsbewertung und -steigerung im Mittelstand zur Verfügung. Das Vorgehensmodell endet mit der Einführung und Wartung (Phase 5), in der das Reifegradmodell bei der Zielgruppe eingeführt und kontinuierlich gepflegt wird.

Das Vorgehensmodell zur Anwendung eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells gliedert sich in vier Phasen. Es erfolgt im Rahmen eines strukturierten Interviews. Hierzu wird der interaktive Fragenkatalog auf einer Internetseite zur Verfügung gestellt. In der Vorbereitung (Phase 1) werden ein Team zusammengestellt und die gewünschten Themengebiete gewählt. In der folgenden Diagnose (Phase 2) findet die eigentliche Befragung statt. Auf Basis der Antworten wird der Handlungsbedarf ermittelt. Die darauf aufbauende Auswertung (Phase 3) unterstützt den Anwender darin, den Handlungsbedarf zu erkennen, zu verstehen und zu erschließen. Die Phase endet mit einem Aufzeigen möglicher Maßnahmen. In der Leistungssteigerung (Phase 4) gilt es, die Maßnahmen zu priorisieren. Aufbauend auf der aktuellen Leistungsfähigkeit wird das Unternehmen dabei unterstützt, eine an den Unternehmenszielen ausgerichtete Strategie zur Leistungssteigerung zu erarbeiten.

Zur Vereinfachung der Modellentwicklung und -anwendung wurden sowohl die Entwicklung als auch die Anwendung mittelstandsgerechter Reifegradmodelle softwaretechnisch unterstützt. Das Administrationswerkzeug dient als Entwicklungsumgebung für Reifegradmodelle. Es ermöglicht sowohl eine Erweiterung bestehender Modelle, als auch eine vollständige Neuentwicklung. Der Modellentwickler kann sich so voll auf die inhaltliche Ausgestaltung des Modells konzentrieren. Das Anwendungswerkzeug dient der Anwendung eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells. Es wird dem Nutzer über eine Internetseite zur Verfügung gestellt. So kann der Nutzer ohne weitere Softwareinstallation unmittelbar mit der reifegradbasierten Analyse zur Leistungsbewertung und -steigerung starten.

Die durchgängige Anwendbarkeit der Systematik wurde anhand der Entwicklung einer konkreten Ausprägung eines mittelstandsgerechten Reifegradmodells, dem VPS-Benchmark, nachgewiesen. Die Validierung der Struktur mittelstandsgerechter Reifegradmodelle erfolgte dabei durch einen Vergleich der VPS-Benchmark-Ergebnisse mit den Ergebnissen durch Unternehmensberatungen. Das Vorgehensmodell zur Anwendung des Reifegradmodells wurde an drei Anwendungen in der Industrie validiert.

Die entwickelte Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand deckt den identifizierten Handlungsbedarf ab und erfüllt die ermittelten Anforderungen in hohem Maße.

Ausblick

Im Rahmen weiterführender Arbeiten sollten weitere relevante Themengebiete identifiziert und mit Hilfe von Handlungselementen und Leistungsstufen beschrieben werden. Beispiele hierfür sind Anforderungsmanagement, Innovationsmanagement oder Produktpiraterie. Durch eine Beschreibung relevanter Handlungsfelder kann ein umfassendes Referenzmodell der Produktentwicklung erstellt werden. Das entwickelte Administrationswerkzeug unterstützt hierbei die Verwaltung bestehender Themengebiete. Das Administrationswerkzeug sollte hierzu um eine Datenbank erweitert werden, die es leicht ermöglicht, für verschiedene Anwendungsfälle Reifegradmodelle zu erzeugen.

Die entwickelte Systematik fokussiert auf kleine und mittlere Unternehmen. Der Einsatz der vorgestellten Systematik ist auch in großen Unternehmen möglich; jedoch empfiehlt es sich Erweiterungen an der Systematik vorzunehmen. Prozesse und Strukturen sind in großen Unternehmen ungleich komplexer und umfangreicher als im Mittelstand. Bspw. können mehrere Entwicklungsabteilungen existieren. Die Systematik müsste so erweitert werden, dass die Ergebnisse mehrere Untersuchungen sinnvoll zusammengeführt werden können. Zudem lässt sich die Komplexität der Prozesse großer Unternehmen kaum durch eine rein textbasierte Beschreibung erfassen. Es ist denkbar, die Systematik mit einer Prozessmodellierungssprache zu koppeln.

Die bisherige Kosten- und Nutzenbewertung der Maßnahmen erfolgt nicht unternehmensindividuell. Es bietet sich die Entwicklung einer Systematik an, die eine Bewertung der Maßnahmen in Abhängigkeit von Unternehmenskennzahlen zulässt. So werden die Anwender bei der Priorisierung und Auswahl der Maßnahmen besser unterstützt.

Ebenfalls zur Priorisierung und Auswahl der Maßnahmen ist der Einsatz von Clusteralgorithmen sinnvoll. Auf Basis von Abhängigkeiten zwischen den Maßnahmen könnten dem Anwender konsistente Maßnahmenbündel geboten werden, bei denen hohe Synergiepotentiale vorliegen.

Abkürzungsverzeichnis

ARIS	Architektur integrierter Informationssysteme
BESTVOR	Betriebliche Einführungsstrategie für ein anwendungsorientiertes Vorgehensmodell für die Entwicklung zuverlässigerer mechatronischer Systeme im Maschinen- und Anlagenbau
BPMM	Business Process Management Maturity
BPR	Business Process Reengineering
BSC	Balanced Scorecard
bspw.	Beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CFD	Computer Fluid Dynamics
CMM	Capability Maturity Model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
CMMI-ACQ	Capability Maturity Model Integration for Acquisition
CMMI-DEV	Capability Maturity Model Integration for Development
CMMI-SVC	Capability Maturity Model Integration for Services
CMS	Content-Management-System
d.h.	das heißt
E-CAD	Elektro- Computer Aided Design
EFRE	europäischen Fonds für regionale Entwicklung
EFQM	European Foundation for Quality Management
EPK	Ergebnisgesteuerte Prozesskette
ERP	Enterprise Resource Planning
etc.	et cetera (lat.: „und so weiter“)
EU	Europäische Union

EVE	Erkennen - Verstehen - Erschließen
evtl.	eventuell
FEM	Finite- Elemente- Methode
GEW	Gewichtung
HE	Handlungselement
IDEAL	Initiating - Diagnosting - Established - Acting - Learning
i.d.R.	in der Regel
IfMB	Institut für Mittelstandsforschung Bonn
KMCA	Knowledge Management Capability Assessment
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
mind.	mindestens
Mio.	Millionen
MKS	Mehrkörpersystem
Mrd.	Milliarden
MVC	Model-View-Controller
OMEGA	Objektorientierte Methode zur Geschäftsprozessmodellierung und -analyse
ORG	obere Reifegradgrenze
OWL	Ostwestfalen-Lippe
OWL ViProSim e.V.	OWL Kompetenzzentrum für Virtual Prototyping und Simulation e.V.
o.ä.	oder ähnliches
P-CMM	People Capability Maturity Model
PDCA-Systematik	Plan - Do - Check - Act - Systematik
PDF	Portable Document Format
PDM	Produktdatenmanagement
PEMM	Process Enterprise Maturity Model
QMMG	Quality Management Maturity Grid

RADAR	Results - Approach - Deployment - Assessment - Refinement
RG	Reifegrad
SCAMPI	Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement
SEI	Software Engineering Institut
sog.	sogenannte
SW-CMM	Software Capability Maturity Model
TG	Themengebiet
TQM	Total-Quality-Management
u.a.	unter anderem
u.v.m.	und viele mehr
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
vgl.	vergleich
VIBN	virtuelle Inbetriebnahme
VPS	Virtual Prototyping und Simulation
VR	Virtual Reality
z.B.	zum Beispiel

Literaturverzeichnis

- [Alb08] ALBRECHT, D.: Management von Stakeholderbeziehungen mit dem EFQM-Modell. Untersuchung im Rahmen der Erarbeitung einer Nachhaltigkeitsstrategie der ABB Deutschland. Centre for Sustainability Management, Lüneburg, 2008
- [Agu90] AGUAYO, R.: Dr. Deming - The American who taught the Japanese about Quality. Citadel Press, New York, 1990
- [AST05] AHLEMANN, F.; SCHROEDER, C.; TEUTEBERG, F.: Kompetenz- und Reifegradmodelle für das Projektmanagement – Grundlagen, Vergleich und Einsatz. In: ISPRI-Arbeitsbericht 01/05, Forschungszentrum für Informationssysteme in Projekt- und Innovationsnetzwerken, Universität Osnabrück, 2005
- [Att06] ATTESLANDER, P.: Methoden der empirischen Sozialforschung. 11. Auflage, Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin, 2006
- [Bal05] BALÁZOVÁ, M.: Methode zur Leistungsbewertung und Leistungssteigerung der Mechatronikentwicklung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 174, Paderborn, 2005
- [BB02] BUZAN, B.; BUZAN, T.: Das Mind-Map-Buch: Die beste Methode zur Steigerung Ihres geistigen Potenzials. Mvg Verlag, Heidelberg, 2002
- [BDD+84] BENBASAT, I.; DEXTER, A.S.; DRURY, D.H.; GOLDSTEIN, R.C.: A critique of the stage hypothesis: theory and empirical evidence. In: Communications of the ACM, Vol. 27, No. 5, 1984
- [BDI11] BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN INDUSTRIE (HRSG.): BDI-Mittelstandspanel – Ergebnisse der Online-Mittelstandsbefragung Frühjahr 2011. Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., Berlin, 2011
- [BGK10] BENSIEK, T.; GRAFE, M.; KREFT, S.: Webbasierte Leistungsbewertung des Virtual Prototyping- und Simulationseinsatzes in der Produktentwicklung. In: GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M. (HRSG.): 9. Paderborner Workshop „Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung“, 10. - 11. Juni 2010, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 274, Paderborn, 2010
- [BK12] BENSIEK, T.; KÜHN, A.: Maturity model for improving virtual engineering in small and medium-sized enterprises. In: Proceedings of the IFIP WG5.1 9th International Conference on Product Lifecycle Management, Montreal, Quebec, Kanada, July 9-11, 2012
- [BKG+12] BENSIEK, T.; KÜHN, A.; GAUSEMEIER, J.; GRAFE, M.: Self-Assessment for Evaluation and Improving the Product Development Processes in SMEs. In: Proceedings of the ASME 2012 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, IDETC/CIE 2012, Chicago, IL, USA, August 12-15, 2012
- [BKP09a] BECKER, J.; KNACKSTEDT, R.; PÖPPELBUß, J.: Entwicklung von Reifegradmodellen für das IT-Management – Vorgehensmodell und praktische Anwendung. Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 2009
- [BKP09b] BECKER, J.; KNACKSTEDT, R.; PÖPPELBUß, J.: Dokumentationsqualität von Reifegradmodellentwicklungen. Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 2009
- [BKP10] BECKER, J.; KNACKSTEDT, R.; PÖPPELBUß, J.: Vergleich von Reifegradmodellen für die hybride Wertschöpfung und Entwicklungsperspektiven. In: Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, Göttingen, Deutschland, 23. – 25. Februar, 2010

- [BMW11-ol] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (HRSG.): Produktinnovation – Auf den Mittelstand setzen – Verantwortung stärken - Freiräume erweitern. Unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/mittelstandsinitiative,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, Januar 2011
- [BOK12] BURGER, A.; OVTCHAROVA, J.; KILGER, C.: Vom Produzenten zum Lösungsanbieter – Reifegrade und Entwicklungsstufen basierend auf einer empirischen Studie. In: Industry Report, J&M Management Consulting AG, 2012
- [Bra97] BRACZYK, H.-J.: Innovationskrieg: Ziele und Grenzen der industriellen Forschung und Entwicklung. Hanser Verlag, München, 1994
- [BRF+05] DE BRUIN, T.; ROSEMANN, M.; FREEZE, R.; KULKARNI, U.: Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. In: Proceedings of the 16th Australasian Conference on Information Systems, Sydney, Australia, 2005
- [Bro07] VOM BROCKE, J.: Design Principles for Reference Modelling: Reusing Information Models by Means of Aggregation, Specialisation, Instantiation, and Analogy. In: Fettke, P.; Loos, P. (Hrsg.): Reference Modelling for Business Systems Analysis. Idea Group Publishing, Hershey, 2007
- [BS06] BULLINGER, H.J.; SCHEER, A.-W.: Service Engineering: Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006
- [BSU08] BECKER, W.; STAFFEL, M.; ULRICH, P.: Mittelstand und Mittelstandforschung, Bamberger Betriebswirtschaftliche Beiträge – 153, Bamberg, 2008
- [Bug09] BUGLIONE, L.: Leveraging People-Related Maturity Issues for Achieving Higher Maturity and Capability Levels. In: ABRAN, A.; BRAUNGARTEN, R.; DUMKE, R.; CUADRADO-GALLEGO, J.; BRUNEKREEF, J. (HRSG.): Proceedings of the International Workshop on Software Measurement IWSM 2009, Amsterdam, Netherlands, November 4-6, 2009
- [Chr09] CHRISTIANSEN, S.K.: Methode zur Klassifikation und Entwicklung reifegradbasierter Leistungsbewertungs- und Leistungssteigerungsmodelle. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 264, Paderborn, 2009
- [CF92] CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T.: Automobilentwicklung mit System. Campus Verlag, Frankfurt, 1992
- [CG08] CHRISTIANSEN, S.K.; GRAFE, M.: Kompetenzoffensive Virtual Prototyping & Simulation. In: CAD-CAM Report Engineering Magazin, Ausgabe 4, 2008
- [CG10] CHRISTIANSEN, S.K.; GAUSEMEIER, J.: Klassifikation von Reifegradmodellen. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Ausgabe 04/2010
- [Cor03] CORY, T.R.: Brainstorming – Techniques for new ideas. iUniverse Inc., Lincoln, 2003
- [Cro79] CROSBY, P. B.: Quality is Free – The art of making quality certain. Signet, 1979
- [Dem00] DEMING, W. E.: Out of the crisis. 2. Auflage, The MIT Press, Cambridge, 2000
- [DSA01] DOOLEY, K.; SUBRA, A.; ANDERSON, J.: Maturity and its Impact on New Product Development Project Performance, Research in Engineering Design, 2001
- [EG06] EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT (HRSG.): Die neuen KMU-Definitionen – Benutzerhandbuch und Mustererklärung. Europäische Gemeinschaften, 2006
- [Ehr02] EHRENSPIEL, K.: Integrierte Produktentwicklung. Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München, 2002
- [Fai05] FAIBT, B.: Keine Angst vorm Rating. In: Controller Magazin, 1/2005, Verlag für ControllingWissen, 2005

- [Fis04] FISHER, D.: The Business Process Maturity Model - a practical approach for identifying opportunities for optimization. In: Business Process Trends, www.bptrends.com, September 2004
- [FL05] FETTKE, P.; LOOS, P.: Der Beitrag der Referenzmodellierung zum Business Engineering. In: HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik, Ausgabe 241, 2005
- [FMG02] FRASER, P.; MOULTRIE, J.; GREGORY, M.: The use of maturity models / grids as tool in assessing product development capability. Centre for Technology Management, University of Cambridge, 2002
- [FMH01] FRASER, P.; MOULTRIE, J.; HOLDWAY, R.: Exploratory studies of a proposed Design Maturity Model. In: Proceedings of the 8th International Product Development Management Conference, Twente, Netherlands, 2001
- [FSR08] FOEGEN, M.; SOLBACH, M.; RAAK, C.: Der Weg zur professionellen IT – Eine praktische Anleitung für das Management von Veränderungen mit CCMI, ITIL oder SPICE. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008
- [GBK+12] GAUSEMEIER, J.; BENSIEK, T.; KÜHN, A.; GRAFE, M.: Maturity Based Improvement of Product Development Processes in Small and Medium-Sized Enterprises. In: Proceedings of the Design 2012, 12th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia, May 21-24, 2012
- [GEK01] GAUSEMEIER, J.; EBBESMEYER, P.; KALLMEYER, F.: Produktinnovation – Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen. Carl Hanser Verlag, München, 2001
- [Ger99] GERHARDT, A.: Struktur der Märkte des Maschinen- und Anlagenbaus. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Ausgabe 11/1999
- [GG12] GRAF, C.; GRAF, H.: Joomla Entwicklung: Ein Anfängerbuch. Books on Demand, Berlin, 2012
- [GGK06] GIBSON, D.L.; GOLDENSON, D.R.; KOST, K.: Performance Results of CMMI-Based Process Improvement. Pittsburgh, Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, 2006
- [GN73] GIBSON, C.F.; NOLAN, R.L.: Managing the Four Stages of EDP Growth. In: Harvard Business Review, Harvard, 1973
- [Got09] GOTTSCHALK, P.: Maturity levels for interoperability in digital government. In: BERTOT, J.C. (HRSG.): Government Information Quarterly, Vol. 26, No. 1, 75-81, Elsevier, München, 2009
- [GPW09] GAUSEMEIER, J.; PLASS, C.; WENZELMANN, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT - Systeme für die Produktion von morgen. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2009
- [Gün03] GÜNTERBERG, B.; Wolter, H.-J. (2003): Unternehmensgrößenstatistik 2001/2002 - Daten und Fakten, in: INSTITUT FÜR MITTELSTANDSFORSCHUNG BONN (Hrsg.): IfM-Materialien Nr. 157, Bonn
- [Ham07] HAMMER, M.: Der große Prozess-Check. In: Harvard Business Manager, Mai 2007
- [Har09] HARMON, P.: Process Maturity Models. In: Business Process Trends, Vol. 2, No. 5, www.bptrends.com, Mai 2009
- [HC96] HAMMER, M.; CHAMPY, J.: Business Reengineering – Die Radikalkur für das Unternehmen. 6. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Campus Verlag, Frankfurt/Main, 1996
- [HDH+06] HÖRMANN, K.; DITTMANN, L.; HINDEL, B.; MÜLLER, M.: SPICE in der Praxis - Interpretationshilfen für Anwender und Assessoren. Dpunkt.verlag, Heidelberg, 2006
- [Her97] HERMENS, M.: A new use for Ishikawa diagrams. In: Quality Progress Vol. 30, Milwaukee, 1997

- [Heß06] HEBLING, T.: Einführung der Integrierten Produktpolitik in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Dissertation, Technische Universität München, 2006
- [HF11] HERMANN, J.; FRITZ, H.: Qualitätsmanagement - Lehrbuch für Studium und Praxis . Carl Hanser Verlag, München, 2011
- [HG98] HORVÁTH, P.; GLEICH, P.: Die Balanced Scorecard in der produzierenden Industrie. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Ausgabe 93, 1998
- [HKM97] HEIDENREICH, M.; KERST, C.; MUNDER, I.: Innovationsstrategien im deutschen Maschinen- und Anlagenbau. In: HEIDENREICH, M. (HRSG.): Innovationen in Baden-Württemberg. Akademie für Technikfolgenabschätzung, Nomos-Verlag, Baden-Baden, 1997
- [HM10] HUMMEL, T.; MALORNY, C.: Total Quality Management (Pocket Power) – Tipps für die Einführung. Carl Hanser Verlag, Stuttgart, 1996
- [Hof08] HOFFMANN, D.W.: Software-Qualität. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, 2008
- [Hol09] HOLLAND-LEITZ, S.: Controlling im Mittelstand – Entwicklung eines Controllingkonzeptes für den Mittelstand, Diskussion der Umsetzung mit betriebswirtschaftlicher Software und Vergleich mit einer empirischen Bestandsaufnahme der Controllingpraxis. Dissertation, Universität Mannheim, 2008
- [IFA10] INSTITUT FÜR FABRIKANLAGEN UND LOGISTIK (HRSG.): ProdLog Design – Reifegradbasierte Entwicklungspfade zur leistungssteigernden Gestaltung in kleinen und mittleren Unternehmen. Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, 2010
- [IFM12a] INSTITUT FÜR MITTELSTANDSFORSCHUNG BONN (HRSG.): Schlüsselzahlen des Mittelstands in Deutschland gemäß der KMU-Definition des IfM Bonn. Bonn, 2012
- [IFM12b] INSTITUT FÜR MITTELSTANDSFORSCHUNG BONN (HRSG.): Schlüsselzahlen des Mittelstands in Deutschland gemäß der KMU-Definition der EU-Kommission. Bonn, 2012
- [Ima96] IMAI, M.: Kaizen. Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb. (7. Auflage), Ullstein Verlag, Berlin, 1996
- [INN99] IVERSEN, J.; NIELSEN, P.A.; NORBJERG, J.: Situated assessment of problems in software development. In: Database for Advances in Information Systems, Vol. 30, No. 2, 66-81, 1999
- [Jac12-ol] JACOBS, S.; Reifegradmodelle. In: ENZYKLOPAEDIE DER WIRTSCHAFTSINFORMATIK.DE unter <http://www.encyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-encyklopaedie/lexikon/is-management/Systementwicklung/reifegradmodelle>, Zugriff am 22.11.2012
- [JG08] JONES, D.; GREGOR, S.: The Anatomy of a Design Theory. In: Journal of the Association for Information Systems, Vol. 8, Iss. 5, Article 1, 2008
- [JHD+11] JACOB, R.; HEINZ, A.; DECIEUX, J.P.; EIRMBTER, W.H.: Umfrage - Einführung in die Methoden der Umfrageforschung. 2. Auflage, München, Oldenbourg, 2011
- [JSH+06] JOKELA, T.; SIPONEN, M.; HIRASAWA, N.; EARTHY, J.: A survey of usability capability maturity models: implications for practice and research. In: Behaviour & Information Technology, Volume 25, Issue 3, Taylor& Francis, 2006
- [KB03] KIENBAUM, J.; BÖRNER, C.J.: Neue Finanzierungswege für den Mittelstand – von der Notwendigkeit zu den Gestaltungsformen. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2003
- [KBG12] KÜHN, A.; BENSIEK, T.; GRAFE, M.: Den digitalen Produktentstehungsprozess im Mittelstand vorantreiben. In: Tagungsband der 16. IFF- Wissenschaftstage, Magdeburg, Deutschland, 18. – 20. Juni, 2012

- [KBV01] MCKINSEY&COMPANY; TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN; VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (HRSG.): InnovationsKompass 2001: Radikale Innovationen erfolgreich managen – Handlungsempfehlungen auf Basis einer empirischen Untersuchung. VDI-Verlag, Düsseldorf, 2001
- [KD89] KAZANJIAN, R. K.; DRAZIN, R.: An empirical test of a stage of growth progression model. In: CACHON, G. P. (HRSG.): Management Science, Vol. 35, No. 12, 1489-1503, Philadelphia, Informs online, 1989
- [Ker00] KERSTEN, W.: Prozessinnovationen in der Produktentwicklung. In: WOJDA, F. (HRSG.): Innovative Organisationsformen – Neue Entwicklungen in der Unternehmensorganisation. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2000
- [KF04] KULKARNI, U.; FREEZE, R.: Development and validation of a knowledge management capability assessment model. In: Proceedings of the 25th international conference on information systems (ICIS), Washington, USA, December 9-12, 2004
- [KK84] KING, J.L.; KRAEMER, K.L.: Evolution and organizational information systems: an assessment of Nolan's stage model. In: Communications of the ACM, Vol. 27, No. 5, 466-475, 1984
- [KMT09] KOHLEGGER, M.; MAIER, R.; THALMANN, S.: Understanding Maturity Models – Results of a Structured Content Analysis. In: Proceedings of I-KNOW'09 and I-SEMANTICS'09, Graz, 2009
- [KN97] KAPLAN, R.; NORTON, D.: Balanced Scorecard. Strategien erfolgreich umsetzen. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1997
- [Kne03] KNEUPER, R.: CMMI – Verbesserung von Softwareprozessen mit Capability Maturity Model Integration. dpunkt.verlag, Heidelberg, 2003
- [KOR+11] KNOBLINGER, C.; OEHMEN, J.; REBENTISCH, E.; SEERING, W.; HELTEN, K.: Requirements for product development Self-assessment tools. In: Proceedings of the International Conference on Engineering Design, Kopenhagen, Dänemark, August 15-18, 2011
- [KR11] KAMPRATH, N.; RÖGLINGER, M.: Ökonomische Planung von Prozessverbesserungsmaßnahmen – Ein modelltheoretischer Ansatz auf Grundlage CMMI-basierter Prozessreife-gradmodelle. In: Tagungsband der Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik, Zürich, 2011
- [Kro06] KROMREY, H.: Empirische Sozialforschung. Modelle und Methoden der standardisierten Datenerhebung und Datenauswertung. 11. Auflage. Stuttgart: Lucius & Lucius, 2006.
- [KW02] MCKINSEY&COMPANY; WERKZEUGMASCHINENLABOR DER RWTH AACHEN (HRSG.): Profitable Wachstumsstrategien für den Maschinenbau. Ergebnisse einer Studie von McKinsey&Company und dem Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen, VDMA Verlag, Frankfurt am Main, 2002
- [Lik79] LIKERT, R.: The Method of constructing an Attitude Scale. University of Michigan, In: MARANELLO, G.M. (HRSG.): Scaling: A Sourcebook for Behavioral Scientists, Transaction publishers, New Brunswick, New Jersey, 1979
- [LBP10] VAN LOOY, A.; DE BACKER, M.; POELS, G.: Which Maturity Is Being Measured? A Classification of Business Process Maturity Models. In: Proceedings of the 5th SIKS/BENAIIS Conference on Enterprise Information Systems, Eindhoven, Netherlands, November 16, 2010
- [Mcf96] MCFEELEY, B.: IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement. Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, 1996
- [Met09] METTLER, T.: A Design Science Research Perspective on Maturity Models in Information Systems. Universität St. Gallen, 2009

- [Met10] METTLER, T.: Supply Management im Krankenhaus - Konstruktion und Evaluation eines konfigurierbaren Reifegradmodells zur zielgerichteten Gestaltung. Dissertation, Universität St. Gallen, Sierke Verlag, Göttingen, 2006
- [MMC09] MAIER, A. M.; MOULTRIE, J.; CLARKSON, P. J.: Developing maturity grids for assessing organisational capabilities: Practitioner guidance. In: Proceedings of the 4th International Conference on Management, 2009
- [MWB+09] MCCORMACK, K.; WILLEMS, J.; VAN DEN BERGH, J.; DESCHOOLMEESTER, D.; WILLAERT, P.; STEMBERGER, M.I.; SKRINJAR, R.; TRKMAN, P.; LADEIRA, M.B.; VALADARES DE OLIVEIRA, M. P.; VUKSIC, V.B.; VLAHOVIC, N.: A global investigation of key turning points in business process maturity. In: Business Process Management Journal, Vol. 15, No. 5, 792-815, 2009
- [PCC93] PAULK, M.C.; CURTIS, B.; CHRISSIS, M.B.: Capability Maturity Model, Version 1.1. In: IEEE Software Magazine, 1993
- [Pep08] PEPELS, W.: Marktforschung. Verfahren, Datenauswertung, Ergebnisdarstellung. In: Computergestützte Befragung, S.189 - 202. Düsseldorf, Symposium Publishing GmbH, 2008
- [Pfe01] PFEIFER, T.: Qualitätsmanagement: Strategien – Methoden – Techniken. München, Wien, Carl Hanser Verlag, 2001
- [Pfo06] PFOHL, H.-C.: Abgrenzung der Klein- und Mittelbetrieben von Großbetrieben. In: PFOHL, H.-C. (HRSG.): Betriebswirtschaftslehre der Klein- und Mittelbetriebe – Größenspezifische Probleme und Möglichkeiten zu ihrer Lösung. Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin, 2006
- [PK90] PFOHL, H.-C.; KELLERWESSEL, P.: Abgrenzung der Klein- und Mittelbetriebe von Großbetrieben. In: PFOHL, H.-C. (HRSG.): Betriebswirtschaftslehre der Klein- und Mittelbetriebe - Größenspezifische Probleme und Möglichkeiten zu ihrer Lösung. Berlin, 1990
- [PR11] PÖPPELBUß, J.; RÖGLINGER, M.: What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management. In: Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems – ICT and Sustainable Service Development, Aalto, Finland, June 9-11, 2011
- [Pus00] PUSCHMANN, N.O.: Benchmarking - Organisation, Prinzipien und Methoden. Books on Demand GmbH, Norderstedt, 2000
- [Rau11] RAUCHENBERGER, J.: Reifegradmodelle als Ordnungsrahmen zur systematischen Prozessverbesserung für mechatronische Entwicklungsprozesse. Dissertation, 1. Auflage, Apprimus Verlag, Aachen, 2011
- [RBP06] ROSEMAN, M.; DE BRUIN, T.; POWER, B.: A Model to Measure Business Process Management Maturity and Improve Performance. In: JESTON, J.; NELIS, J. (HRSG.): Business Process Management, Butterworth-Heinemann, Boston, 2006
- [RPB11] RÖGLINGER, M.; PÖPPELBUß, J.; BECKER, J.: Maturity Models in Business Process management. In: Business Process Management Journal, 2011
- [RW97] RADTKE, P.; WILMS, D.: European Quality Award – Die Kriterien des EQA umsetzen: Praktische Tipps zur Anwendung des EFQM-Modells. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1997
- [SBB+10] VAN STEENBERGEN, M.; BOS, R.; BRINKKEMPER, S.; VAN DE WEERD, I.; BEKKERS, W.: The Design of Focus Area Maturity Models. In: Proceedings of the 5th international conference on Global Perspectives on Design Science, St. Gallen, Switzerland, June 4-5, 2010
- [SBM+05] SCHEER, A.W.; BOCZANSKI, M.; MUTH, M.; SCHMITZ, W.G.; SEGEL-BACHER, U.: Prozessorientiertes Product Lifecycle Management. Springer-Verlag, Berlin, 2005
- [Sch00] SCHLAGHECK, B.: Objektorientierte Referenzmodelle für das Prozess- und Projektcontrolling: Grundlagen, Konstruktion, Anwendungsmöglichkeiten. Gabler, Wiesbaden 2000.

- [Sch03] SCHRÖDER, J.: Benchmarking von Entwicklungsbereichen im Maschinenbau. Dissertation, Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 2003
- [Sch08-ol] SCHABACKER, M.: Pressemitteilung von ENGINEERING produktiv! unter: <http://www.engineering-produktiv.de/EP-Pressemitteilung100908.pdf>, 2010
- [SF04] SMITH, H.; FINGAR, P.: The Third Wave - Process Management Maturity Models. In: Business Process Trends, www.bptrends.com, July 2004
- [SF89] SCHMELE, J.A.; FOSS, S.J.: The Quality Management Maturity Grid: A Diagnostic Method. In: Journal of nursing administration, Vol. 19, No. 9, 1989
- [SG10] SOLLI-SÆTHER, H.; GOTTSCHALK, P.: The Modeling Process for Stage Models. Taylor and Francis Group, New York, 2010
- [Sil07] SILBER, A.: Schnittstellenmanagement im CRM-Prozess des Industriegütervertriebs: Modellbasierte Analyse und Gestaltung der Verbesserungspotenziale. Wiesbaden, Gabler Verlag, 2007
- [SK97] SPUR, G.; KRAUSE, F.L.: Das virtuelle Produkt. Management der CAD-Technik. Fachbuchverlag, Leipzig, 1997
- [Som10] SOMMERVILLE, I.: Software Engineering. Addison-Wesley Longman, 2010
- [SOR+00] SIMON, H.; OETTINGER, R.; ROCK, S.; STOEVEN V.; REULEIN, D.; DEITERS, J.O.; SCHWOERER, D.C.: Das große Handbuch der Strategiekonzepte: Ideen, die die Businesswelt verändert haben. Campus Verlag, Frankfurt am Main, 2000
- [Spa01] SPATH, D. ET AL.: Vom Markt zum Produkt – Impulse für die Innovationen von morgen. Verlag LOG_X, Stuttgart 2001
- [SS10] SCHMELZER, H.; SESSELMANN, W.: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis - Kunden zufrieden stellen - Produktivität steigern - Wert erhöhen. (7. überarbeitete und erweiterte Auflage), Carl Hanser Verlag, München, 2010
- [Stu05] STUMPF, M.: Erfolgskontrolle der Integrierten Kommunikation: Messung des Entwicklungsstandes integrierter Kommunikationsarbeit in Unternehmen. Springer Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, 2005
- [SW89] SIMPSON, J.; WEINER, E.: The Oxford English Dictionary. Clarendon Press, Oxford, 1989
- [Sza94] SZAKONYI, R.: Measuring R&D effectiveness. In: Research Technology Management, 1994
- [TK97] TEO, T.S.H.; KING, W.R.: Integration between Business Planning and Information Systems Planning: An Evolutionary-Contingency Perspective. In: Journal of Management Information Systems, Vol. 14, No. 1, 185-214, 1997
- [UK01] UHLIG, A.; KRIEGBAUM, H.: EU-Maschinenbau – Strukturen und Trends. Ausgabe 2001, VDMA-Verlag, Frankfurt am Main, 2001
- [Vaj07] VAJNA, S.: Cax für Ingenieure: Eine Praxisbezogene Einführung. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2007
- [VDM00] VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU (HRSG.): Tendenzbefragung, Frankfurt am Main, 2000
- [VDM01] VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU (HRSG.): Innovationswege im Maschinenbau – Ergebnisse einer Befragung mittelständischer Unternehmen. Impuls-Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik, 2001
- [VDM04] VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU (HRSG.): Maschinenbau in Zahl und Bild. Frankfurt am Main, 2004
- [VDM12] VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU (HRSG.): Maschinenbau in Zahl und Bild. Frankfurt am Main, 2012

- [VP95] VAN DEN VEN, H; POOLE, M. S.: Explaining Development and Change in Organizations. In: Academy of Management Review, Vol. 20, No. 3, S. 510-540, www.jstor.org/stable/10.2307/258786, 1995
- [Wal07] WALLMÜLLER, E.: SPI: Software Process Improvement mit CMMI, PSP/TSP und ISO 15504. München, Wien, Carl Hanser Verlag, 2007
- [WH07] WALLAU, F.; HAUNSCHILD, L.: Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Familienunternehmen. Institut für Mittelstandsforschung Bonn (IfMB) (Hrsg.), Bonn, 2007
- [Wic10] WICKRAMANAYAKE, K.: Is MVC a design pattern or an architectural pattern? Unter: <http://www.swview.org/blog/mvc-design-pattern-or-architectural-pattern>, 2010
- [Wle01] WLENKLINSKI, C.: Methode zur Effektivitäts- und Effizienzbewertung der Entwicklung. Dissertation, Fakultät für Maschinenbau, Universität Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 100, Paderborn, 2001
- [WJ04] WOMACK, J.P.; JONES, D.T.: Lean Thinking: Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern, Campus Verlag, Frankfurt, 2004
- [WW06] WITT, J.; WITT, T.: Der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP). 2. Auflage, Verlag Recht und Wirtschaft, Frankfurt am Main, 2006
- [Zum12] ZUMBRÄGEL, F.: Analyse von Ansätzen zur Reifegradermittlung. Bachelorarbeit, Universität Paderborn, 2012

Normen und Richtlinien

- [CHM09] CURTIS, B.; HEFLEY, B.; MILLER, S.: People Capability Maturity Model. Version 2.0, 2. Auflage, Software Engineering Institute, 2009
- [EFQM12] European Foundation for Quality Management (EFQM) (HRSG.): EFQM Excellence Modell, Version 2013, Oktober 2012, www.efqm.org
- [ISO12207] International Organization for Standardization (HRSG.): ISO/IEC 12207:2008, Systems and software engineering - Software life cycle processes, 2008
- [ISO15504] International Organization for Standardization (HRSG.): ISO/IEC 15504:2012, Software Process Improvement and Capability Determination, 2012
- [ISO9001] International Organization for Standardization (HRSG.): ISO 9001:2008, Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen, Berlin, 2008
- [OMG08] OBJECT MANAGEMENT GROUP (HRSG.): Business Process Maturity Model (BPMM). Version 1.0, www.omg.org/spec/BPMM/1.0/PDF, 2008
- [SEI09] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (HRSG.): CMMI for Services, Version 1.2, Februar 2009
- [SEI10a] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (HRSG.): CMMI for Development, Version 1.3. Carnegie Mellon University, 2010
- [SEI10b] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (HRSG.): CMMI for Acquisition, Version 1.3. Carnegie Mellon University, 2010
- [SEI10c] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (HRSG.): CMMI for Services, Version 1.3. Carnegie Mellon University, 2010
- [SEI11a] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (HRSG.): Appraisal Requirements for CMMI, Version 1.3. Carnegie Mellon University, 2011

- [SEI11b] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (HRSG.): Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) A, Version 1.3: Method Definition Document. Carnegie Mellon University, 2011

Anhang

Inhaltsverzeichnis	Seite
A1 Einflüsse und Einflussausprägungen des VPS-Benchmarks	A-1
A2 Themengebiete, Handlungselemente und Leistungsstufen des VPS-Benchmarks	A-3
A2.1 Entwicklungsmanagement.....	A-3
A2.2 Konstruktion.....	A-5
A2.3 Datenmanagement	A-8
A2.4 Weiterverwendung.....	A-14
A2.5 Produktanalysen.....	A-17
A3 Maßnahmensteckbriefe des VPS-Benchmarks.....	A-23
A4 Vergleich von Empfehlungen	A-81

A1 Einflüsse und Einflussausprägungen des VPS-Benchmarks

In diesem Abschnitt werden die Einflüsse mit ihren zugehörigen Einflussausprägungen des VPS-Benchmarks aufgelistet. Zur besseren Übersichtlichkeit wurde hier auf die Angabe weiterer Details zu den Einflüssen (bspw. Reifegradrelevanz) verzichtet.

Bitte ordnen Sie Ihrer Organisation einen der drei Bereiche zu.	
<input type="checkbox"/>	Produzierendes Unternehmen
<input type="checkbox"/>	Engineering Dienstleister
<input type="checkbox"/>	Unternehmensberatung

In welcher Branche ist Ihr Unternehmen tätig?	
<input type="checkbox"/>	Automotive
<input type="checkbox"/>	Maschinenbau
<input type="checkbox"/>	Anlagenbau
<input type="checkbox"/>	Luft- und Raumfahrt
<input type="checkbox"/>	Medizintechnik
<input type="checkbox"/>	Elektrotechnik
<input type="checkbox"/>	Werkzeug- und Formenbau
<input type="checkbox"/>	Schiffsbau
<input type="checkbox"/>	Sonstige

Wie viele Mitarbeiter arbeiten in Ihrem Unternehmen?	
<input type="checkbox"/>	1-75 Mitarbeiter
<input type="checkbox"/>	76-300 Mitarbeiter
<input type="checkbox"/>	301-750 Mitarbeiter
<input type="checkbox"/>	751-1500 Mitarbeiter
<input type="checkbox"/>	1501-5000 Mitarbeiter
<input type="checkbox"/>	Mehr als 5000 Mitarbeiter

Wie viele Personen arbeiten an der Konstruktion Ihrer Produkte?	
<input type="checkbox"/>	1-5 Entwickler/Konstrukteure
<input type="checkbox"/>	6-20 Entwickler/Konstrukteure
<input type="checkbox"/>	21-50 Entwickler/Konstrukteure
<input type="checkbox"/>	51-100 Entwickler/Konstrukteure
<input type="checkbox"/>	101-300 Entwickler/Konstrukteure
<input type="checkbox"/>	Mehr als 300 Entwickler/Konstrukteure

Welche der folgenden strategischen Positionen streben Sie an?	
<input type="checkbox"/>	Qualitätsführerschaft
<input type="checkbox"/>	Preisführerschaft
<input type="checkbox"/>	Innovations- und/oder Technologieführerschaft
<input type="checkbox"/>	Kostenführerschaft

Welche Fertigungsart trifft für Ihr Unternehmen zu?	
<input type="checkbox"/>	Einzelfertigung
<input type="checkbox"/>	Kleinserienfertigung
<input type="checkbox"/>	Großserienfertigung

Wieviele Entwicklungsprojekte führen Sie i.d.R. parallel durch?	
<input type="checkbox"/>	1-5
<input type="checkbox"/>	5-15
<input type="checkbox"/>	16-30
<input type="checkbox"/>	Mehr als 30

Wie lange dauern bei Ihnen i.d.R. umfangreiche Entwicklungsprojekte?	
<input type="checkbox"/>	Bis zu drei Monaten
<input type="checkbox"/>	Bis zu einem Jahr
<input type="checkbox"/>	Länger als ein Jahr

In welchem Maße ist die mechanische Entwicklungsarbeit eines Produkts auf verschiedene Mitarbeiter verteilt?	
<input type="checkbox"/>	Keine Arbeitsteilung (ein Produkt wird von einer Person konstruiert)
<input type="checkbox"/>	Vorhandene Arbeitsteilung (ein Bauteil bzw. eine Baugruppe wird von einer Person konstruiert)
<input type="checkbox"/>	Ausgeprägte Arbeitsteilung (ein Bauteil wird von mehreren Personen konstruiert)

Sind verschiedene Entwicklungsdisziplinen (bspw. Mechanik, Regelungstechnik, Elektronik, Softwaretechnik) an der Entwicklung des Produktes beteiligt?	
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Ja

In welchem Maße sind die Entwickler auf verschiedene Standorte verteilt?	
<input type="checkbox"/>	Wir entwickeln nur an einem Standort.
<input type="checkbox"/>	Wir entwickeln an mindestens zwei Standorten. Die Entwicklungsprojekte sind jedoch nicht standortübergreifend.
<input type="checkbox"/>	Wir entwickeln an mindestens zwei Standorten. Hierbei arbeiten Entwickler verschiedener Standorte am gleichen Entwicklungsprojekt.

Wie komplex ist Ihre Produktstruktur?	
<input type="checkbox"/>	Sehr einfache Produktstruktur (wenige Bauteile)
<input type="checkbox"/>	Einfache Produktstruktur (wenige Baugruppen)
<input type="checkbox"/>	Komplexe Produktstruktur (viele Baugruppen)

Wie häufig greifen Sie auf Altdaten aus vorherigen Systemen (bspw. das früher eingesetzte 2D-CAD-System) oder Papierzeichnungen zurück?	
<input type="checkbox"/>	Es existieren keine Altdaten bzw. wir benötigen keinen Zugriff darauf.
<input type="checkbox"/>	Wir greifen nur gelegentlich auf unsere Altdaten zurück.
<input type="checkbox"/>	Wir greifen regelmäßig auf unsere Altdaten zurück.

Sind Ihnen die 3D-CAD-Produktdaten Ihrer Kunden oder Zulieferer verfügbar?	
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Ja

Benötigen Kunden oder Zulieferer Ihre 3D-CAD-Produktdaten?	
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Ja, selten
<input type="checkbox"/>	Ja, regelmäßig

Werden Sie im Rahmen der Produktentwicklung mit strömungsmechanischen Problemen konfrontiert?	
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Ja

Finden in Ihren Produkten Bewegungen mit hohen Geschwindigkeiten oder Beschleunigungen statt?	
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Ja

A2 Themengebiete, Handlungselemente und Leistungsstufen des VPS-Benchmarks

In diesem Abschnitt werden die Themengebiete, Handlungselemente und zugehörige Leistungsstufen des VPS-Benchmarks aufgelistet. Zur besseren Übersichtlichkeit wurde hier auf die Angabe weiterer Details zu den Handlungselementen (bspw. Reifegradrelevanz) verzichtet. Hierbei sind die Handlungselemente den Themengebieten zugeordnet. Es ist jedoch möglich, dass ein Handlungselement in mehreren Themengebieten relevant ist. Dies geht aus der Auflistung nicht hervor.

A2.1 Entwicklungsmanagement

Haben Sie eine Strategie zum Ausbau Ihrer Entwicklungsorganisation und -werkzeuge?	<i>Maßnahmen M1, M2</i>
Sobald wir unsere Probleme mit der bestehenden Struktur nur noch schwer lösen können, prüfen wir Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Entwicklungsorganisation.	
In regelmäßigen Besprechungen werden Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Entwicklungsorganisation diskutiert.	
Wir haben ein strategisches Rahmenprogramm, das festlegt wann und wie wir welche Methoden und Werkzeuge einführen und ausbauen wollen.	
Die Umsetzung und Weiterentwicklung des strategischen Rahmenprogramms wird von einem definierten Verantwortlichen betreut und regelmäßig überprüft.	
Wie erfolgt die Einführung von umfangreichen IT-Methoden und -Werkzeugen?	<i>Maßnahmen M3</i>
Wir haben kein definiertes Vorgehen zur Einführung von IT-Methoden und Werkzeugen. Es erfolgt jedes Mal auf eine andere Weise und verfolgt keine bestimmte Systematik.	
Die Auswahl und Einführung wird langfristig geplant und mit allen betroffenen Bereichen abgestimmt. Hierbei nutzen wir etablierte Einführungssystematiken.	
Wie sind Ihre Mitarbeiter in der Entwicklung gegenüber Veränderungen in den Bereichen Methoden, Werkzeuge und Organisation eingestellt?	<i>Maßnahmen M4</i>
Unsere Mitarbeiter vertreten überwiegend das Motto "neverchange a runningsystem". Sie stehen der Einführung neuer Systeme, Methoden etc. eher skeptisch gegenüber.	
Unsere Mitarbeiter stehen der Einführung neuer Systeme, Methoden etc. neutral gegenüber.	
Unsere Mitarbeiter stehen der Einführung neuer Systeme, Methoden etc. überwiegend offen gegenüber und bringen sich aktiv in die Gestaltung ein.	
Werden Geschäftsprozesse und Richtlinien eingehalten?	<i>Maßnahmen M5</i>
Das Tagesgeschäft lässt es kaum zu Prozesse und Richtlinien einzuhalten. Unsere Mitarbeiter suchen sich Workarounds, um die Prozesse zu umgehen.	
In der Regel werden Prozesse und Richtlinien eingehalten.	
Die Mitarbeiter halten die Prozesse und Richtlinien ein und machen Optimierungsvorschläge.	
Verfolgen Sie die aktuellen Entwicklungen am Markt für Methoden und Werkzeuge des Virtual Prototyping und Simulation?	<i>Maßnahmen M6</i>
Das Thema ist für uns nebensächlich	
Über Zeitschriften, Newsletter etc. halten wir uns auf dem Laufenden.	
Zusätzlich besuchen wir Workshops, Konferenzen, Messen, Produktpräsentationen o.ä.	

Tauschen Sie sich im Kontext Virtual Prototyping und Simulation mit Entwicklern anderer Unternehmen aus, die vor ähnlichen Herausforderungen stehen?	<i>Maßnahmen M7</i>
Nein	
Ja, wir sind in entsprechenden Netzwerken aktiv und tauschen uns über Herausforderungen und Lösungen mit anderen Unternehmen aus.	
In welcher Form bieten Sie Ihren Entwickler Weiterbildungs- und Schulungsmöglichkeiten?	<i>Maßnahmen M8, M9</i>
Wir bieten keine Weiterbildungsmöglichkeiten.	
Auf Wunsch können unsere Entwickler an Schulungen teilnehmen.	
Wir bieten ein umfangreiches Schulungsprogramm, welches individuell auf die Entwickler zugeschnitten ist.	
Wie steht Ihr Unternehmen der Mitarbeit in geförderten Forschungsprojekten gegenüber?	<i>Maßnahmen M10, M11</i>
Forschungsprojekte sind für uns unattraktiv.	
Wir befassen uns mit den Ergebnissen von Forschungsprojekten, arbeiten jedoch nicht aktiv mit.	
Wir arbeiten in Forschungsprojekten aktiv mit.	
Beurteilen Sie die Effizienz Ihrer Entwicklungsprozesse?	<i>Maßnahmen M1, M13</i>
Eine Beurteilung der Effizienz unserer Entwicklungsprozesse findet nicht statt.	
Die Beurteilung der Effizienz basiert auf den Einschätzungen einiger Mitarbeiter.	
Die Beurteilung unserer Entwicklungsprozesse erfolgt systematisch bspw. mittels Kennzahlensystem.	
Wie erfolgt die Messung des Projektfortschritts?	<i>Maßnahmen M14, M15</i>
Der Projektfortschritt wird während des Projektverlaufs nicht explizit abgefragt.	
Die Messung des Projektfortschritts erfolgt auf Basis der Einschätzung der Mitarbeiter. Zudem vergleichen wir Plan- und IST-Daten der Kosten- und Zeitplanung.	
Zur Messung des Projektfortschritts nutzen wir Meilensteine, Quality Gates, Reifegrade o.ä.	
Für die Meilensteine bzw. Quality Gates ist hinterlegt, welche Dokumente hier vorzuliegen haben.	
Wie erfolgt die Zusammenarbeit über die verschiedenen Disziplinen (Mechanik, Elektronik, Software etc.) und der Fertigung?	<i>Maßnahmen M16</i>
Die Planung und Detaillierung zwischen den Disziplinen erfolgt klassisch sequentiell.	
Die Planung zwischen den Disziplinen erfolgt in frühen Phasen. Die weitere Detaillierung erfolgt sequentiell	
Wir verfolgen den Gedanken des Simultaneous Engineering, indem wir versuchen den gesamten Entwicklungsprozess zu parallelisieren.	
Wie aktuell ist Ihre Software in der Produktentwicklung?	<i>Maßnahmen M17</i>
Die Software ist mehrere Jahre alt. Wir überspringen in der Regel mehrere Versionen, bis wir eine neue Investition tätigen.	
Die Software ist aktuell. Wir überspringen maximal eine Version. Sicherheitsupdates werden durchgeführt.	
Wie aktuell ist Ihre Hardware in der Produktentwicklung?	<i>Maßnahmen M18</i>
Die Hardware ist veraltet und genügt nicht den Anforderungen der Anwender.	
Die Hardware genügt den Anforderungen. Beim Einkauf wurde nicht auf spezielle Hardware geachtet.	
Die Hardware ist leistungsfähig und aktuell. Sie erfüllt die Mindestanforderungen der Softwareanbieter.	

A2.2 Konstruktion

Sind Ihnen Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von 3D-CAD bekannt?	<i>Maßnahmen M19</i>
Wir haben uns mit 3D-CAD bisher nicht oder nur wenig auseinandergesetzt.	
Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von 3D-CAD sind uns grundsätzlich bekannt.	
Die Einsatzmöglichkeiten konnten wir auch in unserer Produktentwicklung identifizieren.	
Welche Klasse von CAD-Systemen nutzen Sie für die mechanische Bauteilkonstruktion?	<i>Maßnahmen M20, M21</i>
Wir arbeiten ausschließlich mit 2D-CAD.	
Wir arbeiten mit 2D-CAD und erstellen nur bei Bedarf 3D-CAD-Modelle.	
Wir arbeiten mit 3D-CAD und nutzen nur in Ausnahmen ein 2D-CAD-System bspw. für Daten aus Vorgängersystemen.	
Wir arbeiten ausschließlich mit 3D-CAD.	
Wie viele verschiedene 3D-CAD-Systeme setzen Sie in der Produktentwicklung ein?	<i>Maßnahmen M20, M22</i>
Wir setzen mehrere 3D-CAD-Systeme ein. Dies hat sich historisch ergeben.	
Wir setzen mehrere 3D-CAD-Systeme ein, da wir für verschiedene Kunden verschiedene Formate bedienen müssen.	
Wir arbeiten durchgängig mit einem 3D-CAD-System	
Stellen Sie Ihren Entwicklern Hilfsmittel für die Arbeit im CAD-System zur Verfügung?	<i>Maßnahmen M23, M24</i>
Nein	
Ja, unsere Entwickler werden bspw. durch Makros, firmenspezifische Toolbars oder optimierte Voreinstellungen unterstützt.	
Zusätzlich werden unsere Entwickler durch Zusatzprogramme im Sinne eines "KnowledgeBased Engineering" unterstützt.	
Wie finden die Schulungen für Ihre CAD-Systeme statt?	<i>Maßnahmen M25</i>
Schulungen sind nicht notwendig, da die Entwickler die notwendige Erfahrung mit dem System mitbringen müssen.	
Jeder Entwickler erhält bei Bedarf eine einmalige Schulung für das entsprechende CAD-System.	
Zusätzlich erhalten unsere Entwickler bei größeren Systemupdates Schulungen zu Änderungen und neuen Funktionen.	
Wie entstehen Ihre Produktentwürfe?	<i>Maßnahmen M26</i>
Die Entwickler erstellen die Entwürfe direkt im CAD-System.	
Vor der Arbeit mit dem CAD-System erfolgt eine ausführliche Konzipierungsphase.	
Vor der Arbeit mit dem CAD-System erfolgt eine ausführliche Konzipierungsphase. Hierbei arbeiten wir nach etablierten Vorgehen wie bspw. Pahl/Beitz oder der VDI 2206.	
Verwenden Sie die 3D-Produktdaten Ihrer Kunden und Zulieferer in Ihrer Konstruktion?	<i>Maßnahmen M27</i>
Nein	
Ja	
Ist das Vorgehen bei der Arbeit mit dem CAD-System vorgegeben und reglementiert?	<i>Maßnahmen M28, M29</i>
Nein	
Ja, wir haben uns intern auf ein Vorgehen geeinigt.	
Ja, wir haben eine Konstruktionsrichtlinie erarbeitet.	

In welcher Form haben die Entwickler Zugang zur Konstruktionsrichtlinie?	<i>Maßnahmen M31, M30</i>
Die Konstruktionsrichtlinie liegt jedem Entwickler in Papierform vor.	
Die Konstruktionsrichtlinie ist auch digital (bspw. im Intranet) abgelegt und für jeden Entwickler zugänglich.	
Die Konstruktionsrichtlinie wird aktiv gefördert und unterstützt, z.B. durch Zusatzprogramme, Makros, firmenspezifische Toolbars oder optimierte Voreinstellungen.	
Wie wird die Konstruktionsrichtlinie erweitert und aktualisiert?	<i>Maßnahmen M32</i>
Die letzte Aktualisierung der Konstruktionsrichtlinie liegt lange Zeit zurück.	
Die Konstruktionsrichtlinie wird unter Einbindung der Anwender verbessert und aktualisiert.	
Werden die Vorgaben zur Arbeit mit dem CAD-System eingehalten?	<i>Maßnahmen M33</i>
Die Vorgaben werden von den Entwicklern meist nicht eingehalten.	
Zwar werden zentrale Aspekte der Vorgaben umgesetzt, wichtige Details gehen jedoch häufig unter.	
Die Vorgaben sind fest verankert und werden eingehalten.	
Wie wird die Einhaltung der Konstruktionsrichtlinie geprüft?	<i>Maßnahmen M34, M35</i>
Die Einhaltung der Richtlinie wird nicht überprüft.	
Es wird eine Stichprobenprüfung durchgeführt.	
Es existiert eine zentrale Prüfstelle, die mit Hilfe geeigneter Softwaretools eine vollständige Prüfung der Konstruktionsdaten durchführt.	
Wie werden die Anwender mit den Inhalten der Konstruktionsrichtlinie vertraut gemacht?	<i>Maßnahmen M36</i>
Getreudem Motto "Learning by doing".	
In einer Einführung werden den Entwicklern die Vorgaben vorgestellt und erklärt. Diese Einführungen finden in regelmäßigen Abständen für neue Mitarbeiter statt.	
Werden Startmodelle sowie der Aufbau von Modellen in den Vorgaben für die Arbeit mit dem CAD-System berücksichtigt?	<i>Maßnahmen M37, M38</i>
Nein	
Ja, wir schreiben vor wie Modelle aufgebaut werden müssen.	
Zusätzlich zur Beschreibung des Aufbaus geben wir Startmodelle vor.	
Verwenden Sie Vorgehen zur einheitlichen Benennung von Bauteilen, um das Wiederfinden zu vereinfachen?	<i>Maßnahmen M39</i>
Nein	
Ja, bspw. nutzen wir Terminologielisten um verschiedene Benennungen für gleiche Teile zu verhindern.	
Führen Sie Einbau- bzw. Kollisionsuntersuchungen durch?	<i>Maßnahmen M40, M41</i>
Nein	
Ja, direkt im CAD-System.	
Ja, zusätzlich haben wir DMU-Werkzeuge im Einsatz (bspw. Autodesk Navisworks, Siemens VisMockup, Dassault ENOVIA DMU Navigator).	
Nutzen Sie ein E-CAD-System?	<i>Maßnahmen M42</i>
Nein	
Ja	

Wie bringen Sie die Daten aus der Elektrokonstruktion mit den Daten aus der mechanischen Konstruktion in Verbindung?	<i>Maßnahmen M43, M44</i>
Die Verknüpfung basiert auf dem Wissen der Entwickler.	
Die Daten werden über Stücklisten verknüpft.	
Die Verknüpfung wird durch unser Datenmanagement-System verwaltet.	
In welcher Form wird die Elektrokonstruktion in die Montage/Fertigung weitergegeben?	<i>Maßnahmen M45, M46</i>
Übergabe des Stromlaufplans.	
Zusätzlich werden Verbindungs- und Klemmenplänen übergeben.	
Neben diesen Unterlagen wird das vollständige 3D-Layout des Schaltschranks übergeben.	
Zu welchem Zeitpunkt wird die Elektrokonstruktion in das Entwicklungsprojekt eingebunden?	<i>Maßnahmen M16</i>
Die Elektrokonstruktion schließt sich der Mechanikkonstruktion an. Eine Einbindung in die Konzeptphase findet nicht statt.	
Die Elektrokonstruktion wird zwar in die Konzeptphase eingebunden. Die operative Konstruktion startet jedoch erst nach der Mechanikkonstruktion.	
Die Elektrokonstruktion wird bereits in die Konzeptphase eingebunden. Die operative Konstruktionsarbeit erfolgt parallel zur Mechanikkonstruktion.	

A2.3 Datenmanagement

Existiert im Unternehmen ein ausformuliertes, mit dem Management abgestimmtes Konzept zum Datenmanagement?	<i>Maßnahmen M47</i>
Nein	
Ja	
Welche Unternehmensbereiche sind Teil dieses Konzepts?	<i>Maßnahmen M47, M48</i>
Nur die Produktentwicklung.	
Das Konzept berücksichtigt Produktentwicklung und Produktion.	
Neben Produktentwicklung und Produktion sind weitere Unternehmensbereiche wie Marketing, Service oder Vertrieb Teil des Konzepts.	
Haben Sie Richtlinien für die Verwaltung Ihrer Daten?	<i>Maßnahmen M49</i>
Das Datenmanagement ist historisch gewachsen. Jeder Mitarbeiter arbeitet auf seine Weise.	
Jede Abteilung arbeitet nach abteilungsspezifischen Richtlinien.	
Jede Abteilung arbeitet nach abteilungsspezifischen Richtlinien, die unternehmensweit abgestimmt sind.	
Wie verwalten Sie Ihre CAD-Modelle?	<i>Maßnahmen M51</i>
Dateibasiert in Ordnerstrukturen.	
In einem Zeichnungs- bzw. Projektverwaltungssystem, das ausschließlich CAD-Modelle verwaltet.	
In einem PDM-System, das neben den CAD-Modellen auch weitere Produktdaten verwalten kann.	
Welchen Ursprungs ist Ihr System zur Verwaltung der CAD-Modelle?	<i>Maßnahmen M50, M51</i>
Es handelt sich um eine vollständige Eigenentwicklung.	
Wir setzen eine individuell angepasste, kommerzielle Lösung ein.	
Wie verwalten Sie Ihre allgemeinen entwicklungsbezogenen Dokumente wie bspw. Protokolle, Skizzen, Präsentationen, Studien etc.?	<i>Maßnahmen M53</i>
Dateibasiert in Ordnerstrukturen.	
In einem eigenen Dokumentenmanagement-System.	
Im gleichen System wie die technischen Produktdaten.	
Haben Sie vorgegebene Ordnerstrukturen, damit sich die Mitarbeiter in verschiedenen Projekten zu Recht finden?	<i>Maßnahmen M54</i>
Nein, jeder Mitarbeiter legt Ordnerstrukturen beliebig an.	
Ja, wir nutzen vorgegebene Ordnerstrukturen.	
Haben Sie ein abgestimmtes Verfahren zur Versionierung Ihrer Daten in den Ordnerstrukturen?	<i>Maßnahmen M55</i>
Nein, jeder Mitarbeiter markiert die Versionsstände auf seine Weise.	
Ja, wir haben ein abgestimmtes Vorgehen zur Versionierung.	
Wie erfolgt die Einführung von Mitarbeitern in das Datenmanagement?	<i>Maßnahmen M56, M57</i>
Getreu dem Motto "Learning by doing".	
Jeder Mitarbeiter erhält eine Einweisung durch erfahrene Mitarbeiter.	
Neben der Einweisung erhält jeder Mitarbeiter eine Anwenderschulung.	

Wie erfolgt das Datenmanagement über die verschiedenen Disziplinen (Mechanik, Elektronik, Software etc.) hinweg?	<i>Maßnahmen M58, M59</i>
Disziplinspezifisch: Jede Disziplin arbeitet mit Insellösungen.	
Teilweise disziplinübergreifend: Mechanik und Elektrotechnik sind in das Datenmanagementsystem integriert. Die übrigen Disziplinen arbeiten mit Insellösungen.	
Disziplinübergreifend: Nahezu alle Disziplinen sind in das Datenmanagementsystem integriert.	
Haben Sie Zugriff auf Ihre Altdaten aus vorherigen Systemen (bspw. das früher eingesetzte 2D-CAD-System) oder Papierzeichnungen?	<i>Maßnahmen M60</i>
Wir haben keinen Zugriff auf unsere Altdaten.	
Die Altdaten wurden mittels Ausdrucken, Mikrofilmen o.ä. archiviert.	
Die Altdaten stehen auch digital zur Verfügung.	
In welchem Format stehen Ihnen die Altdaten zur Verfügung?	<i>Maßnahmen M62</i>
Unsere Altdaten liegen nur im alten Format vor.	
Altdaten wurden bzw. werden bei Bedarf in das aktuelle Standardformat überführt.	
Wie gestaltet sich der Zugriff auf die Altdaten?	<i>Maßnahmen M63</i>
Nur die erfahrenen Entwickler wissen, wo die Daten zu finden sind.	
Sobald das komplizierte Ablagesystem verstanden ist, lassen sich die Daten von jedem finden.	
Die Ablagesystematik ist intuitiv und Daten lassen sich leicht finden.	
Wie beschreiben Sie das Wiederfinden von Produktdaten in Ihrem Unternehmen?	<i>Maßnahmen M64</i>
Die Suche nach Produktdaten dauert so lange, dass die Entwickler bei einfachen Bauteilen lieber eine neue Konstruktion anfertigen, als die alte wiederzuverwenden.	
Das Wiederfinden von Produktdaten geht schnell und einfach.	
Inwieweit wird bei Neukonstruktionen auf bestehende Modelle zurückgegriffen?	<i>Maßnahmen M64</i>
Gar nicht.	
Wenn sich die Gelegenheit ergibt, versuchen wir Bauteile wiederzuverwenden.	
Wir versuchen eine möglichst hohe Wiederverwendung von Bauteilen zu erreichen.	
Ist eine Strategie zur Wiederverwendung von Konstruktionsdaten vorhanden?	<i>Maßnahmen M64</i>
Nein, Wiederverwendung beruht auf dem Wissen über Vorgängerprojekte.	
Ja, wir nutzen verschiedene Ansätze wie bspw. Standardisierung, Modularisierung und Klassifikation um den Grad der Wiederverwendung zu erhöhen.	
Inwieweit setzen Sie auf eine interne Bauteilstandardisierung?	<i>Maßnahmen M67</i>
Wir verwenden keine internen Bauteilstandards.	
Wir kopieren Daten aus Vorgängerprojekten. Eine Definition von Standardteilen findet nicht statt.	
Wir setzen auf eine systematische Standardisierung.	
Wie erfolgt die interne Bauteilstandardisierung?	<i>Maßnahmen M67</i>
Die Definition von Bauteilen zu internen Standardteilen erfolgt jedes Mal anders.	
Es gibt ein abgestimmtes Vorgehen zur Definition von Standardteilen.	

Wer definiert interne Standardteile?	<i>Maßnahmen M69, M70</i>
Erfahrene Entwickler definieren Standardbauteile.	
In Teams wird entschieden, welche Teile als Standardteile eingesetzt werden sollen. Dabei werden Vertreter verschiedener Fachdisziplinen einbezogen	
Wir haben eine Normstelle.	
Arbeiten Sie mit digitalen Teilebibliotheken?	<i>Maßnahmen M71</i>
Nein	
Ja	
Wie klassifizieren Sie ihre Bauteile?	<i>Maßnahmen M72, M73</i>
Wir klassifizieren unsere Bauteile nicht.	
Wir haben Klassenhierarchien/Familien erarbeitet und nutzen sprechende Sachnummern und/oder aussagekräftige Benennungen.	
Zusätzlich arbeiten wir mit Sachmerkmal-Leisten.	
Wie wurde die Klassifikationssystematik erarbeitet?	<i>Maßnahmen M68, M74</i>
Die Klassifikationssystematik hat sich über die Jahre ergeben.	
Die Klassifikationssystematik wurde systematisch erarbeitet.	
Die Klassifikationssystematik wurde systematisch erarbeitet und wird kontinuierlich gepflegt.	
Wird Ihre Klassifikationssystematik durch ihr Datenmanagement-System unterstützt?	<i>Maßnahmen M75</i>
Nein	
Ja	
Welche weiteren Hilfsmittel setzen Sie zur Unterstützung der Entwickler beim Wiederfinden von Bauteilen ein?	<i>Maßnahmen M76, M77</i>
Keine	
Wir nutzen Verwendungsnachweise und/oder Vorschaubilder.	
Zusätzlich arbeiten wir mit den Möglichkeiten der geometrischen Suche.	
Verfolgen Sie den Gedanken der Modularisierung?	<i>Maßnahmen M78</i>
Nein, mit Modularisierung beschäftigen wir uns nicht.	
Wir versuchen in Teilbereichen eine Modularisierung umzusetzen. Vereinzelt arbeiten wir bereits mit Baukästen.	
Modularisierung ist ein elementarer Bestandteil unserer Entwicklungsstrategie. Die Produkte bauen weitestgehend auf Baukästen auf.	
Nutzen Sie den modularen Aufbau der Systeme aus der Konstruktion auch in weiteren Bereichen? (Beispiele: Module für Dokumentation, Angebotskonfiguration, Fertigungszeichnungen)	<i>Maßnahmen M79</i>
Nein, bisher nutzen wir den modularen Aufbau nur in der Entwicklung.	
Ja, in Teilen verwenden wir den modularen Aufbau weiter.	
Ja, der modulare Aufbau ist während der gesamten Projektentwicklung wiederzufinden.	
Wie arbeiten Sie bei der Erstellung von Konfigurationen oder Varianten?	<i>Maßnahmen M80</i>
Wir setzen keine Konfigurationen/Varianten ein.	
Eine Konfiguration bzw. Variante wird durch kopieren und modifizieren von Vorgängerprojekten erstellt.	
Bei der Erstellung von Konfigurationen/Varianten arbeiten wir nach etablierten Methoden (bspw. Mutterkonzept oder Einsatz von Konfigurationsregeln).	

Setzen Sie Produktkonfiguratoren für den Vertrieb ein?	<i>Maßnahmen M81</i>
Nein	
Ja, unser Produktkonfigurator basiert auf Konfigurationsregeln, die durch den Vertrieb oder die Konstruktion vorgegeben werden.	
Ja, unser Produktkonfigurator basiert auf Konfigurationsregeln, die gemeinsam von Konstruktion und Vertrieb erarbeitet werden.	
Haben Sie verschiedene Sichten auf Ihre Produktdaten definiert (bspw. Sicht auf Bauräume und verschiedene Funktionsbereiche)?	<i>Maßnahmen M85, M86</i>
Wir haben nur eine Sicht auf unsere Produktdaten. Es kommt regelmäßig zu Diskussionen zwischen den Abteilungen, ob diese Sicht geeignet ist.	
Wir haben nur eine Sicht auf unsere Produktdaten. Diese Sicht wurde abteilungsübergreifend abgestimmt und ist von allen akzeptiert.	
Wir haben verschiedene Sichten auf die Daten definiert. Die Mitarbeiter können die für Ihren Funktionsbereich geeignete Sicht wählen.	
Wie erfolgen technische Änderungen (Zeichnungsänderungen und Stücklistenänderungen)?	<i>Maßnahmen M87, M88</i>
Änderungen erfolgen auf Zuruf.	
Änderungen werden systematisch dokumentiert.	
Änderungen unterliegen einem definierten Änderungsverfahren, mit Änderungsantrag, -bewertung und -freigabe.	
Wie wird das Änderungsverfahren unterstützt?	<i>Maßnahmen M89, M90</i>
Es erfolgt keine Unterstützung.	
Das Änderungsverfahren wird durch Vorlagen/Formulare, z.B. in Word, Excel oder papierbasiert, unterstützt.	
Die Entwickler werden durch einen definierten Workflow geführt. Eine Kopplung mit den Produktdaten ist nicht vorhanden.	
Das Änderungsverfahren ist als Workflow im PDM-System abgebildet, so dass jeder Zeit ein Zugriff auf die betroffenen Produktdaten möglich ist.	
Wer entscheidet i.d.R. über die Freigabe von umfangreichen Änderung?	<i>Maßnahmen M93</i>
Der Entwickler entscheidet selbst über die Änderung.	
Über die Änderung entscheiden immer mindestens zwei Personen ("Vier-Augen-Prinzip").	
Es gibt eine fachdisziplinübergreifende Änderungskommission.	
Wie werden Mitarbeiter über Änderungen informiert?	<i>Maßnahmen M94, M95</i>
Betroffene Mitarbeiter werden über "Zuruf" informiert.	
Die Information der Mitarbeiter erfolgt systematisch, bspw. über Verteilerlisten per Email.	
Die Mitarbeiter werden durch das PDM-System über Änderungen informiert.	
Gibt es eine formalisierte Analyse der Änderungsauswirkungen?	<i>Maßnahmen M96</i>
Eine Analyse der Änderungsauswirkungen findet nicht statt.	
Änderungen werden hinsichtlich technischer Auswirkungen analysiert und bewertet.	
Neben technischen Kriterien werden auch wirtschaftliche Kriterien bei der Analyse von Änderungsauswirkungen berücksichtigt.	
Reagieren Sie auf verschiedene Änderungsszenarien mit unterschiedlich detaillierten Änderungsverfahren?	<i>Maßnahmen M97</i>
Nein, Änderungen durchlaufen immer den gleichen, formalisierten Prozess.	
Ja, bspw. durchlaufen Änderungen in der Entwurfsphase andere Formalien als Änderungen an Teilen mit Serienreife.	

Inwieweit haben Sie sich Gedanken zu Ihrem Freigabeverfahren gemacht?	<i>Maßnahmen M98, M99</i>
Wir haben kein Freigabeverfahren bzw. werden Freigaben von jedem Mitarbeiter anders gehandhabt.	
Wir haben über unser Freigabeverfahren in Workshops o.ä. diskutiert und uns auf ein Vorgehen geeinigt. Eine Dokumentation liegt nicht vor.	
Unser Freigabeverfahren wurde systematisch erarbeitet und dokumentiert.	
Ist definiert wer, wann, was, nach welchen Vorschriften und zu welchem Zweck freigeben kann?	<i>Maßnahmen M100</i>
Nein	
Ja	
Ist definiert welche Dokumente für die Freigabe vorzulegen sind?	<i>Maßnahmen M101</i>
Nein	
Ja	
Wird Ihr Freigabemanagement durch ein IT-System unterstützt?	<i>Maßnahmen M102</i>
Nein	
Ja, durch ein eigenständiges Workflowmanagementsystem.	
Ja, durch unser Datenmanagementsystem.	
Ist Ihr Freigabemanagement auf die Meilensteine, QualityGates, etc. abgestimmt?	<i>Maßnahmen M103</i>
Nein	
Ja	
Haben Sie Sicherheitsrichtlinien zum Datenaustausch mit Externen definiert?	<i>Maßnahmen M104</i>
In Abstimmung mit dem Vorgesetzten entscheiden Mitarbeiter selbst welche Daten in welchem Format mit Externen ausgetauscht werden.	
Es gibt eine unternehmensweit definierte Sicherheitstrichtlinie zum Datenaustausch mit Externen.	
Erstellen Sie eine Historie über den Verlauf von Austauschvorgängen mit Externen?	<i>Maßnahmen M105</i>
Nein	
Wir halten die Austauschvorgänge in einem Dokument nach. Wir können so nachvollziehen mit wem, wann, welche Daten ausgetauscht wurden.	
Nutzen Sie die Möglichkeit den Detaillierungsgrad der Konstruktionsdaten zu verringern, wenn Ihre Daten an Externe gegeben werden?	<i>Maßnahmen M106</i>
Nein	
Ja, bspw. nutzen wir Hüllfunktionen o.ä.	
Haben Sie in Ihrem Datenmanagementsystem Rollen mit verschiedenen Zugriffsberechtigungen definiert?	<i>Maßnahmen M107</i>
Nein, alle Nutzer verfügen über den gleichen Zugriff.	
Ja, für unsere Mitarbeiter haben wir nutzerspezifische Rollen definiert.	
Ja, neben Rollen für Mitarbeiter, gibt es auch definierte Rollen für Externe.	
Arbeiten die räumlich verteilten Abteilungen/Gruppen Ihres Unternehmens auf dem gleichen Datenbestand?	<i>Maßnahmen M08, M110</i>
Eine standortübergreifender Austausch der Entwicklungsdaten findet nicht statt.	
Die Standorte arbeiten auf einem getrennten Datenbestand. Benötigte Daten müssen via E-Mail, Datenträger o.ä. ausgetauscht werden.	
Die Entwicklungsstandorte können auf einen gemeinsamen Datenbestand zugreifen.	

Wie erarbeiten Sie Ihre Produktstruktur?	<i>Maßnahmen M109</i>
Die Stückliste und damit die Produktstruktur wachsen mit der Zeit.	
Die Produktstruktur wird vor Beginn der Konstruktion systematisch erarbeitet.	
Setzen Sie ein ERP-System ein?	<i>Maßnahmen M111</i>
Wir verwenden kein ERP-System bzw. arbeiten mit einer Vielzahl an Lösungen um eine ERP-Funktionalität zu gewährleisten.	
Ja, wir setzen ein ERP-System ein.	
In welchen Systemen verwalten Sie Ihre Stücklisten?	<i>Maßnahmen M112, M113</i>
In Programmen zur Tabellenkalkulation oder Textverarbeitung.	
Nur im ERP-System.	
Im ERP- und PDM-System.	
Wie werden die Stücklisten zwischen dem PDM- und ERP-System synchronisiert?	<i>Maßnahmen M113</i>
Eine Synchronisation der Stücklisten findet nicht statt.	
Die Stücklisten werden manuell synchronisiert (Bsp: Die Stückliste wird aus dem PDM-System ausgedruckt und per Hand im ERP-System angelegt.)	
Die Stücklisten werden über ein Austauschformat synchronisiert (Bsp. CSV). Hierbei kann es zu nötigenhändischen Anpassungen kommen.	
Das ERP und das PDM-System sind durch eine Schnittstelle direkt gekoppelt.	

A2.4 Weiterverwendung

Welchen Stellenwert hat die Dokumentation innerhalb Ihres Unternehmens?	<i>Maßnahmen M114</i>
Wir erstellen die Dokumentation, weil es ein "Muss" ist	
Wir sehen die Dokumentation als Möglichkeit, uns von der Konkurrenz abzuheben oder unsere Abstimmungsprozesse zu verbessern.	
Wird die Dokumentation als Marketinginstrument genutzt?	<i>Maßnahmen M115</i>
Nein	
Ja, wir sehen unsere Dokumentation als weiteres Verkaufsargument.	
Wird die Dokumentation zur Unterstützung der internen Kommunikation (bspw. abteilungsübergreifend) genutzt?	<i>Maßnahmen M116</i>
Nein	
Ja	
Wird die Dokumentation zur Unterstützung der externen Kommunikation (bspw. mit Zulieferern oder Kunden) genutzt?	<i>Maßnahmen M116</i>
Nein	
Ja	
Wie ist Ihre Dokumentationstätigkeit organisiert?	<i>Maßnahmen M118, M119</i>
Die Entwickler erstellen die Dokumentation i.d.R. selbst.	
Die Entwickler stellen Basisinformationen bereit. Die Koordination obliegt einem verantwortlichen Redakteur in der Konstruktion.	
Wir haben eine eigene Abteilung für die Dokumentation. Sie greift auf die Daten der Konstruktion zurück.	
Wie ist Ihre Dokumentation standardisiert?	<i>Maßnahmen M120</i>
Es fehlt ein Standard bei der Dokumentationserstellung - die Dokumente werden projektspezifisch nach Kundenanforderungen erstellt.	
Es existiert ein projektübergreifender interner Standard in Form eines Redaktionshandbuchs.	
Der projektübergreifende Standard (Redaktionshandbuch) wird durch Vorlagen unterstützt.	
Verfolgen Sie in Ihrer Dokumentation den Gedanken der Modularisierung?	<i>Maßnahmen M121, M122</i>
Nein	
Ja, wir verwenden Textbausteine wieder, die aus bereits existierenden Dokumentationen herauskopiert werden.	
Ja, wir benutzen ein Content-Management-System, das eine systematische Wiederverwendung einzelner Textbausteine ermöglicht.	
Inwieweit haben Sie sich Gedanken zu Ihrem Dokumentationsprozess gemacht?	<i>Maßnahmen M123, M124</i>
Die Dokumentation wird von jedem Mitarbeiter auf seine Weise erstellt.	
Wir haben über unsere Dokumentationsprozesse in Workshops o.ä. diskutiert und uns auf ein Vorgehen geeinigt. Eine Prozessbeschreibung liegt nicht vor.	
Unsere Dokumentationsprozesse wurden mit einer Prozessmodellierungssprache (Bsp: ARIS, EPK, OMEGA) aufgenommen. Schnittstellen zu anderen Prozessen sind so für alle unsere Mitarbeiter ersichtlich.	

Wie wird Ihren Mitarbeitern das Vorgehen zur Dokumentation vermittelt?	<i>Maßnahmen M125</i>
Getreudem Motto "learning by doing".	
Das definierte Vorgehen wird den betroffenen Mitarbeitern in einer Einführung vermittelt.	
Das definierte Vorgehen wird den betroffenen Mitarbeitern in einer Einführung vermittelt. Zusätzlich können die Mitarbeiter auf das Redaktionshandbuch zugreifen.	
Werden die Prozesse für die Dokumentation eingehalten?	<i>Maßnahmen M5</i>
Das Tagesgeschäft lässt es kaum zu, die Prozesse wie definiert durchzuführen.	
In der Regel führen wir die Prozesse wie definiert durch.	
Die Mitarbeiter leben die Prozesse und bringen sich mit Optimierungsvorschlägen ein.	
Inwieweit wird die Durchführung des Dokumentationsprozesses unterstützt?	<i>Maßnahmen M127, M128</i>
Es liegt keine Unterstützung vor.	
Wir können auf Lauflisten, Checklisten o.ä. zurückgreifen.	
Die Durchführung wird durch ein Workflowmanagementsystem unterstützt.	
Wann startet Ihr Dokumentationsprozess?	<i>Maßnahmen M129</i>
Die Dokumentation wird erarbeitet, wenn der Kunde danach fragt.	
Nachdem die Produktentwicklung abgeschlossen ist, werden alle benötigten Dokumente erstellt und zusammengetragen.	
Das Zusammentragen und Erstellen der Dokumente erfolgt parallel zur Produktentwicklung.	
Wird die Dokumentation bereits in frühen Phasen der Entwicklung (Produktplanung) berücksichtigt?	<i>Maßnahmen M130</i>
Nein	
Ja	
Wie beschreiben Sie die Beziehung zwischen Dokumentation und Konstruktion beim Auftreten von Änderungen?	<i>Maßnahmen M131</i>
Die Dokumentation hat eine Holschuld. Sie muss sich über Änderungen informieren.	
Die Konstruktion hat eine Bringschuld. Sie informiert auch die Dokumentation über Änderungen.	
Ist die Dokumentation in das Änderungsmanagement eingebunden	<i>Maßnahmen M132</i>
Nein, die Dokumentation ist nicht in die Prozesse des Änderungsmanagements eingebunden.	
Ja, die Dokumentation ist in das Änderungsmanagement eingebunden. Somit ist immer der aktuelle Status dokumentationsrelevanter Aspekte bekannt.	
Welche Art von IT-Systemen nutzen Sie für die Erstellung der Dokumentation?	<i>Maßnahmen M133</i>
Wir erstellen unsere Dokumentation mit Office-Anwendungen (Bsp: MS Word oder MS Excel).	
Wir nutzen professionelle Satz- und Layout-Software (Bsp: Adobe FrameMaker).	
Werten Sie Ihre Dokumentation durch Grafiken auf?	<i>Maßnahmen M134</i>
Nein, wir verwenden keine Grafiken.	
Ja, wir ergänzen die Dokumentation durch Fotos, Grafiken oder Illustrationen.	

Nutzen Sie für die Erstellung der Grafiken die 3D-Daten aus Ihrer Konstruktion?	<i>Maßnahmen M135</i>
Nein, wir nutzen ausschließlich 2D-Zeichnungen, Fotos etc.	
Nein, zur Aufwertung der Dokumentation werden eigens 3D-Modelle erstellt.	
Ja, für die Dokumentation werden die 3D-Daten aus der Konstruktion verwendet.	
In welcher Art von IT-Systemen werden die Grafiken der 3D-Modelle erstellt?	<i>Maßnahmen M136, M137</i>
Durch Screenshot aus dem 3D-CAD-System.	
Durch Export aus einem Viewer.	
Mit spezieller Software zur Erstellung von technischen Dokumentationen (Bsp: Dassault 3D Via Composer, Inventor Publisher, IsoDraw).	
Wie werden die 3D-Daten zwischen Dokumentation und Konstruktion ausgetauscht?	<i>Maßnahmen M126, M138</i>
Die Dokumentation bekommt nur die erstellten Bilder. Ein Zugriff auf die 3D-Modelle besteht nicht.	
Für die Dokumentation werden Kopien der 3D-Daten zur Verfügung gestellt. Diese liegen im Original- oder Austauschdateiformat vor. Die Kopien sind nicht mit den Originaldaten verknüpft. Änderungen an den Originaldaten verursachen so einen manuellen Anpassungsprozess in der Dokumentation.	
Die Daten für die Dokumentation sind mit den Konstruktionsdaten verknüpft. Änderungen an den Konstruktionsdaten können automatisiert in der Dokumentation übernommen werden.	
Wie bereiten Sie Ihre Schulungsunterlagen auf?	<i>Maßnahmen M139, M140</i>
Für unsere Schulungen verwenden wir existierende Dokumente wie bspw. Montageanleitungen und Betriebsanweisungen.	
Neben den existierenden Dokumenten verwenden wir zusätzlich speziell aufbereitete Unterlagen.	
Wir ergänzen unser Schulungskonzept durch moderne Technologien wie bspw. eLearning.	
Verwenden Sie 3D-Modelle aus Ihrer Konstruktion für Marketing bzw. Vertrieb?	<i>Maßnahmen M135</i>
Nein	
Nein, für Marketing und Vertrieb werden eigens 3D-Modelle erstellt.	
Ja, für Marketing und Vertrieb werden die 3D-Daten aus der Konstruktion weiterverwendet.	
Wie ist die Datenaufbereitung von 3D-Daten im Haus für Marketing bzw. Vertrieb organisiert?	<i>Maßnahmen M141</i>
Die Konstruktion bereitet die 3D-Daten für Marketing bzw. Vertrieb auf	
Marketing bzw. Vertrieb bereiten die 3D-Daten auf.	
Wie bereiten Sie die 3D-Daten im Haus für Marketing bzw. Vertrieb auf?	<i>Maßnahmen M136, M137</i>
Durch Screenshot aus dem 3D-CAD-System.	
Durch Renderings aus einem Viewer.	
Mit spezieller Software zur Erstellung von 3D-Präsentationen aus CAD-Daten (Bsp: Dassault 3D Via, Autodesk Showcase).	
Nutzen Sie 3D-Daten aus der Konstruktion zur Aufwertung Ihrer Fertigungsunterlagen?	<i>Maßnahmen M142</i>
Nein	
Ja	

A2.5 Produktanalysen

Sind Ihnen Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von Virtual Reality bekannt?	<i>Maßnahmen M143</i>
Wir haben uns mit Virtual Reality bisher nicht oder nur wenig auseinandergesetzt.	
Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von Virtual Reality sind uns grundsätzlich bekannt.	
Die Einsatzmöglichkeiten konnten wir auch in unserem Unternehmen identifizieren.	
Setzen Sie Virtual Reality in Ihrem Unternehmen ein?	<i>Maßnahmen M144, M145</i>
Nein	
Ja, für die Produktpräsentation mit VR arbeiten wir mit externen Dienstleistern zusammen.	
Ja, wir haben eine eigene Ausstattung (Hardware + Software).	
Wir nutzen sowohl die Infrastruktur externer Anbieter als auch unsere eigene Ausstattung.	
Setzen Sie Virtual Reality für die Produktentwicklung ein?	<i>Maßnahmen M146</i>
Nein	
Ja, wir nutzen VR für Produktanalysen (bspw. Design Reviews oder Einbauanalysen) innerhalb der Produktentwicklung.	
Ja, für Produktanalysen wird VR abteilungsübergreifend eingesetzt.	
Ja, bei unseren Produktanalysen werden bei Bedarf Kunden und Zulieferer eingebunden.	
Setzen Sie Virtual Reality für Marketing und Vertrieb ein?	<i>Maßnahmen M147</i>
Nein	
Ja, wir nutzen VR für Produktpräsentationen und Verkaufsgespräche bspw. auf Messen.	
Wie ist Ihr VR-System in das Datenmanagement eingebunden?	<i>Maßnahmen M148, M149</i>
Die Übernahme unserer CAD-Daten in die VR-Umgebung ist zeitintensiv und erfordert aufwändige, manuelle Konvertierungen.	
Wir haben eine gut funktionierende Prozesskette. Nötige Konvertierungen werden automatisiert durchgeführt.	
Unsere VR-Umgebung ist in das PDM-System eingebunden.	
Sind Ihnen Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von Simulationen bekannt?	<i>Maßnahmen M150</i>
Wir haben uns mit Simulation bisher nicht oder nur wenig auseinandergesetzt.	
Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von Simulationen sind uns grundsätzlich bekannt.	
Die Einsatzmöglichkeiten konnten wir auf interne Problemstellungen übertragen.	
Wie ist die Einstellung Ihrer Entwickler zum Thema Simulation?	<i>Maßnahmen M151</i>
Ergebnissen aus Simulationen schenken wir nur wenig Vertrauen.	
Wir halten die Simulation für notwendig, um die Qualität der Produkte zu verbessern.	
Wie ist die Einstellung der oberen Führungsebenen zum Thema Simulation?	<i>Maßnahmen M152</i>
Die oberen Führungsebenen stehen der Simulation skeptisch gegenüber oder zeigen daran kein Interesse.	
Simulation wird als sinnvoll erachtet, jedoch nicht verstärkt durch die oberen Führungsebenen getrieben.	
Simulation wird als sinnvoll erachtet und von den oberen Führungsebenen stark vorangetrieben.	

In welchem Umfang setzen Sie Simulationen ein?	<i>Maßnahmen M153, M154</i>
Wir haben noch keine Erfahrungen mit Simulation gemacht.	
Wir haben erste Erfahrungen mit Simulation gesammelt.	
Simulationen sind ein etabliertes Werkzeug in unserem Produktentwicklungsprozess.	
Wie bewerten Sie die gesammelten Erfahrungen mit Simulation?	<i>Maßnahmen M155</i>
Die Erfahrungen haben uns gezeigt, dass Simulationen für uns nicht interessant sind.	
Simulationen sind für uns interessant. Wir werden uns weiterhin mit dem Thema beschäftigen	
Arbeiten Sie mit externen Dienstleistern für Produktanalysen zusammen?	<i>Maßnahmen M156</i>
Nein	
Ja, wir arbeiten mit Dienstleistern.	
Ja, hierbei streben wir eine enge Zusammenarbeit mit nur wenigen Dienstleistern an. Die Dienstleister wurden sorgfältig ausgewählt.	
Wie wird die Zusammenarbeit mit Dienstleistern koordiniert?	<i>Maßnahmen M177</i>
Die Zusammenarbeit wird jeweils durch den betroffenen Mitarbeiter koordiniert. Hierdurch kann es zu wechselnden Ansprechpartnern kommen.	
Es gibt einen internen, festen Ansprechpartner. Dieser verfügt über das notwendige Grundlagen- und Brückenwissen	
Führen Sie Simulationen im Bereich Strukturmechanik / FEM durch?	<i>Maßnahmen M157</i>
Nein	
Ja	
Arbeiten Sie für Simulationen im Bereich der Strukturmechanik mit externen Dienstleistern zusammen?	<i>Maßnahmen M157, M158</i>
Ja, Simulationen werden i.d.R. durch externe Dienstleister durchgeführt.	
Ja, bei komplexen Aufgabenstellungen ergänzen wir unser internes Know-How durch Dienstleistungen externer Experten.	
Nein, wir führen sowohl einfache als auch komplexe Simulationen im Haus durch.	
Wie sind Ihre Simulationstätigkeiten im Bereich der Strukturmechanik strukturiert?	<i>Maßnahmen M158, M160</i>
Die Entwickler führen neben Ihrer normalen Tätigkeit Simulationen durch. Die Simulationstätigkeit nimmt den kleineren Teil der Arbeitszeit ein.	
Wir haben Experten die den größten Teil ihrer Arbeitszeit Simulationen durchführen.	
Einfache Fragestellungen werden von den Entwicklern selbst simuliert. Umfangreiche oder komplexe Aufgabenstellungen werden von den Experten bearbeitet.	
Wie hoch ist die Auslastung der Experten für Simulation im Bereich Strukturmechanik?	<i>Maßnahmen M183</i>
Unsere Experten sind stark ausgelastet. Es steht nicht ausreichend Zeit zur Verfügung alle relevanten Simulationsaufgaben zu lösen.	
Unseren Experten steht ausreichend Zeit zur Verfügung alle relevanten Simulationsaufgaben zu lösen.	

Wie qualifiziert sind Ihre Mitarbeiter für die Durchführung von Simulationen im Bereich Strukturmechanik?		<i>Maßnahmen M162</i>
	Die Entwickler besitzen kaum Vorkenntnisse. Wir arbeiten viel nach dem Motto "learning-by-doing".	
	Die Entwickler haben durch ein Studium oder eine Weiterbildung Vorkenntnisse im Bereich der Strukturmechanik. Praktische Erfahrungen liegen in einer Größenordnung von unter 2 Jahren.	
	Die Entwickler arbeiten seit mindestens 2 Jahren mit Simulationen im Bereich der Strukturmechanik. Die Problemanalyse wird korrekt durchgeführt und verschiedene Problemfälle wie bspw. statisch/dynamisch oder plastisch/elastisch können unterschieden werden.	
Führen Sie Simulationen im Bereich Strömungsanalyse / CFD durch?		<i>Maßnahmen M164</i>
	Nein	
	Ja	
Arbeiten Sie für Simulationen im Bereich der Strömungssimulation mit externen Dienstleistern zusammen?		<i>Maßnahmen M164, M165</i>
	Ja, Simulationen werden i.d.R. durch externe Dienstleister durchgeführt.	
	Ja, bei komplexen Aufgabenstellungen ergänzen wir unser internes Knowhow durch Dienstleistungen externer Experten.	
	Nein, wir führen sowohl einfache als auch komplexe Simulationen im Haus durch.	
Wie sind Ihre Simulationstätigkeiten im Bereich der Strömungssimulation strukturiert?		<i>Maßnahmen M165</i>
	Die Entwickler führen neben Ihrer normalen Tätigkeit Simulationen durch. Die Simulationstätigkeit nimmt den kleineren Teil der Arbeitszeit ein.	
	Wir haben Experten die den größten Teil ihrer Arbeitszeit Simulationen durchführen.	
	Einfache Fragestellungen werden von den Entwicklern selbst simuliert. Umfangreiche oder komplexe Aufgabenstellungen werden von den Experten bearbeitet.	
Wie hoch ist die Auslastung der Experten für Simulation im Bereich Strömungssimulation?		<i>Maßnahmen M183</i>
	Unsere Experten sind stark ausgelastet. Es steht nicht ausreichend Zeit zur Verfügung alle relevanten Simulationsaufgaben zu lösen.	
	Unseren Experten steht ausreichend Zeit zur Verfügung alle relevanten Simulationsaufgaben zu lösen.	
Wie qualifiziert sind Ihre Mitarbeiter für die Durchführung von Simulationen im Bereich Strömungssimulation?		<i>Maßnahmen M169</i>
	Die Entwickler besitzen kaum Vorkenntnisse. Wir arbeiten viel nach dem Motto "learning-by-doing".	
	Die Entwickler haben durch ein Studium oder eine Weiterbildung Vorkenntnisse im Bereich der Strömungssimulation. Praktische Erfahrungen liegen in einer Größenordnung von unter 2 Jahren.	
	Die Entwickler arbeiten seit mindestens 2 Jahren mit Simulationen im Bereich der Strömungssimulation. Die Problemanalyse wird korrekt durchgeführt und verschiedene Problemfälle wie bspw. stationär/instationär können unterschieden werden.	
Führen Sie Simulationen im Bereich Mehrkörpersysteme / MKS durch?		<i>Maßnahmen M171</i>
	Nein	
	Ja	

Arbeiten Sie für Simulationen im Bereich der Mehrkörpersysteme mit externen Dienstleistern zusammen?	<i>Maßnahmen M171, M172</i>
Ja, Simulationen werden i.d.R. durch externe Dienstleister durchgeführt.	
Ja, bei komplexen Aufgabenstellungen ergänzen wir unser internes Know-How durch Dienstleistungen externer Experten.	
Nein, wir führen sowohl einfache als auch komplexe Simulationen im Haus durch.	
Wie sind Ihre Simulationstätigkeiten im Bereich der Mehrkörpersysteme strukturiert?	<i>Maßnahmen M172</i>
Die Entwickler führen neben Ihrer normalen Tätigkeit Simulationen durch. Die Simulationstätigkeit nimmt den kleineren Teil der Arbeitszeit ein.	
Wir haben Experten die den größten Teil ihrer Arbeitszeit Simulationen durchführen.	
Einfache Fragestellungen werden von den Entwicklern selbst simuliert. Umfangreiche oder komplexe Aufgabenstellungen werden von den Experten bearbeitet.	
Wie hoch ist die Auslastung der Experten für Simulation im Bereich Mehrkörpersysteme?	<i>Maßnahmen M183</i>
Unsere Experten sind stark ausgelastet. Es steht nicht ausreichend Zeit zur Verfügung alle relevanten Simulationsaufgaben zu lösen.	
Unseren Experten steht ausreichend Zeit zur Verfügung alle relevanten Simulationsaufgaben zu lösen.	
Wie qualifiziert sind Ihre Mitarbeiter für die Durchführung von Simulationen im Bereich Mehrkörpersysteme?	<i>Maßnahmen M176</i>
Die Entwickler besitzen kaum Vorkenntnisse. Wir arbeiten viel nach dem Motto "Learning byDoing".	
Die Entwickler haben durch ein Studium oder eine Weiterbildung Vorkenntnisse im Bereich der Mehrkörpersysteme. Praktische Erfahrungen liegen in einer Größenordnung von unter 2 Jahren.	
Die Entwickler arbeiten seit mindestens 2 Jahren mit Simulationen im Bereich der Mehrkörpersysteme. Die Problemanalyse wird korrekt durchgeführt und Gelenkarten, Trägheitsmoment, Massenverteilungen etc. werden i.d.R. korrekt definiert.	
Existiert im Unternehmen eine ausformulierte, mit dem Management abgestimmte Strategie zum Ausbau der Simulationsaktivitäten?	<i>Maßnahmen M179</i>
Nein	
Ja, wenn ein neues System eingeführt wird, erarbeiten wir hierfür eine Strategie. Diese umfasst einen Zeit- und Personalplan sowie ein Schulungskonzept.	
Ja, für die nächsten Jahre haben wir eine Strategie (bspw. eine Roadmap), die beschreibt wie wir unsere Simulationsaktivitäten ausbauen wollen.	
Findet eine Kommunikation zwischen den Personen statt, die mit Simulationsaufgaben betraut sind?	<i>Maßnahmen M180</i>
Entwickler, die mit Simulationsaufgaben betraut sind, sitzen in Ihren jeweiligen Abteilungen. Ein Austausch untereinander findet nicht statt.	
Entwickler, die mit Simulationsaufgaben betraut sind, sitzen in Ihren jeweiligen Abteilungen. Zwischen Ihnen findet eine regelmäßige Kommunikation statt.	
Entwickler, die mit Simulationsaufgaben betraut sind, sind in einer Organisationseinheit zusammengefasst.	
Wann werden Simulationen im Produktentwicklungsprozess durchgeführt?	<i>Maßnahmen M181</i>
Wenn ein Problem bekannt wird, versuchen wir es mit Hilfe von Simulation zu verstehen (Troubleshooting).	
Zusätzlich werden Simulationen bereits in frühen Phasen der Entwicklung durchgeführt, um Produkteigenschaften abzusichern.	
Neben der Absicherung von Produkteigenschaften, werden Simulationen für die Produktoptimierung genutzt.	

Wie intensiv sind Ihre Entwickler über die verfügbaren Simulationsmöglichkeiten in Ihrem Hause informiert?		<i>Maßnahmen M182</i>
<input type="checkbox"/>	Nur wenige Entwickler kennen die Simulationsmöglichkeiten die in unserem Hause vorhanden sind.	
<input type="checkbox"/>	Die Entwickler kennen die Simulationsmöglichkeiten in unserem Hause. Bei Bedarf kontaktieren sie die entsprechenden Ansprechpartner.	
Haben Sie ein systematisches Vorgehen zur Priorisierung der Simulationsaufgaben?		<i>Maßnahmen M183</i>
<input type="checkbox"/>	Nein, Produktmanager, Projektleiter o.ä. geben vor, welche Simulationsaufgaben bearbeitet werden sollen. Eine systematische Priorisierung findet nicht statt.	
<input type="checkbox"/>	Ja, die Simulationsaufgaben werden nach definierten Kriterien bewertet und priorisiert.	
Arbeiten Sie bei Ihren Simulationen nach definierten Arbeitsanweisungen?		<i>Maßnahmen M184</i>
<input type="checkbox"/>	Ja	
<input type="checkbox"/>	Nein	
Wie validieren Sie Ihre Simulationsmodelle?		<i>Maßnahmen M186</i>
<input type="checkbox"/>	Unser Experte entscheidet über die Validität der Modelle auf Basis seiner Erfahrungen.	
<input type="checkbox"/>	Über die Validität der Simulationsmodelle entscheiden immer mindestens zwei Experten (4-Augen-Prinzip)	
<input type="checkbox"/>	Zur Validierung der Simulationsmodelle führen wir Versuche in einem Labor durch.	
Welchen Einfluss haben die Simulationsexperten auf das Labor?		<i>Maßnahmen M187</i>
<input type="checkbox"/>	Das Labor gibt die Prüfstände und -verfahren vor, mit denen die Simulationsmodelle validiert werden.	
<input type="checkbox"/>	Beim Entwurf der Prüfstände und -verfahren werden Simulationsexperten einbezogen.	
Wie wird die Simulation im Produktentwicklungsprozess berücksichtigt?		<i>Maßnahmen M154</i>
<input type="checkbox"/>	Simulationen sind kein fester Bestandteil des Produktentwicklungsprozesses. Sie werden bei Bedarf per Auftrag durchgeführt.	
<input type="checkbox"/>	Die Simulation ist fester Bestandteil des Produktentwicklungsprozesses. Bestimmte Freigaben können nur erteilt werden, wenn zuvor definierte Simulationsergebnisse vorliegen.	
Sind Ihnen die unterschiedlichen Lizenzmodelle Ihrer Simulationssystemanbieter bekannt?		<i>Maßnahmen M189</i>
<input type="checkbox"/>	Nein	
<input type="checkbox"/>	Ja	
Verfolgen Sie die Entwicklungen am Simulationsmarkt?		<i>Maßnahmen M190</i>
<input type="checkbox"/>	Das Thema ist für uns nebensächlich.	
<input type="checkbox"/>	Über Zeitschriften, Newsletter etc. halten wir uns auf dem Laufenden.	
<input type="checkbox"/>	Zusätzlich besuchen wir Workshops, Konferenzen, Messen, Produktpräsentationen o.ä.	
Wie finden die Schulungen für Ihre Simulationsumgebungen statt?		<i>Maßnahmen M191</i>
<input type="checkbox"/>	Schulungen finden nicht statt. Die Mitarbeiter erarbeiten sich die Kompetenzen mittels "Learning bydoing".	
<input type="checkbox"/>	Die Entwickler können auf Wunsch an Schulungen teilnehmen.	
<input type="checkbox"/>	Die Entwickler können auf ein Weiterbildungsprogramm zurückgreifen.	

Verwenden Sie Ihre CAD-Daten für die Simulation?		<i>Maßnahmen M192</i>
	Für die Simulationen werden die Modelle neu modelliert.	
	Neben der Absicherung von Produkteigenschaften, werden Simulationen für die Produktoptimierung genutzt.	
Werden Ihre CAD-Daten entsprechend der Simulationsaufgabe "vereinfacht" (bspw. entfernen nicht relevanter Bohrungen)?		<i>Maßnahmen M192</i>
	Nein	
	Ja	
Wie werden die Simulationsdaten verwaltet?		<i>Maßnahmen M195, M196</i>
	Nur der Experte weiß, wo Modelle, Resultate etc. abliegen.	
	An einem zentralen Speicherort werden die Simulationsdaten aller Personen abgelegt.	
	Die Simulationsdaten werden mit dem Datenmanagementsystem verwaltet.	
Wird eine Verknüpfung zwischen den Produkt- und Simulationsdaten hergestellt, um ein schnelles Wiederfinden zu gewährleisten?		<i>Maßnahmen M196</i>
	Nein	
	Ja	
Wie aktuell ist Ihre Simulationssoftware?		<i>Maßnahmen M17</i>
	Die Software ist mehrere Jahre alt. Wir überspringen in der Regel mehrere Versionen, bis wir eine neue Investition tätigen.	
	Die Software ist aktuell. Wir überspringen maximal eine Version. Sicherheitsupdates werden durchgeführt.	
Sind Ihnen Nutzen und Einsatzmöglichkeiten der virtuellen Inbetriebnahme bekannt?		<i>Maßnahmen M199</i>
	Wir haben uns mit der virtuellen Inbetriebnahme bisher nicht oder nur wenig auseinandergesetzt.	
	Nutzen und Einsatzmöglichkeiten der virtuellen Inbetriebnahme sind uns grundsätzlich bekannt.	
	Die Einsatzmöglichkeiten konnten wir auf interne Problemstellungen übertragen.	
Wann testen Sie die Steuerung Ihrer Produkte?		<i>Maßnahmen</i>
	Erstmalig sobald die gesamte Anlage bzw. Maschine aufgebaut (Im Haus oder vor Ort) ist.	
	Einzelne Komponenten werden bereits montiert und getestet bevor die gesamte Anlage bzw. Maschine steht.	
	Der Steuerungscode wird durch virtuelle Inbetriebnahme getestet.	
Welche Art der virtuellen Inbetriebnahme führen Sie durch?		<i>Maßnahmen</i>
	Die virtuelle Inbetriebnahme führen wir nur auf Basis des Verhaltensmodells durch.	
	Das Verhaltensmodell ist mit dem CAD-Modell verknüpft, so dass eine Kollisionserkennung ermöglicht wird.	
	Verhaltensmodell und CAD-Modell sind bidirektional verknüpft. Eine Kollision wirkt sich auf die Ausführung des Steuerungscode aus.	

A3 Maßnahmensteckbriefe des VPS-Benchmarks

In diesem Abschnitt werden die Maßnahmen des VPS-Benchmarks aufgelistet.

Arbeitsgruppe „Prozessverbesserung“ gründen		M1
<p>Beschreibung Gründen Sie eine Arbeitsgruppe "Prozessverbesserung". Ziel der Arbeitsgruppe ist die Identifikation von Verbesserungspotentialen in Ihrer Entwicklung und angeschlossenen Bereichen. Hierbei ist es wichtig, dass die Gruppe offen über bestehende Schwierigkeiten und Wünsche diskutiert. Vor welchen Herausforderungen wird Ihre Entwicklung in Zukunft stehen? Wo sind Sie bereits gut und wo haben Sie noch Potential? Welche Möglichkeiten bietet Ihnen der Markt an etablierten Lösungen? Um eine Verbesserung zu erreichen, die dem gesamten Unternehmen dient, sollten Vertreter verschiedener Fachbereiche wie bspw. Mechanik, Elektrik, Fertigung, Vertrieb oder Marketing involviert werden. Ernennen Sie einen neutralen Moderator und setzen Sie etablierte Kreativitätstechniken ein. Führen Sie solche Gespräche etwa alle sechs Monate und beschließen Sie konkrete Maßnahmen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1 Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kreativitätstechniken 	

Bild A-1: Arbeitsgruppe „Prozessverbesserung“ gründen

Strategisches Rahmenprogramm erarbeiten		M2
<p>Beschreibung Diskutieren Sie in einer Arbeitsgruppe "Prozessverbesserung" Verbesserungspotentiale in Ihrer Entwicklung und angeschlossenen Bereichen. Vor welchen Herausforderungen wird Ihre Entwicklung in Zukunft stehen? Wo sind Sie bereits gut und wo haben Sie noch Potential? Welche Möglichkeiten bietet Ihnen der Markt an etablierten Lösungen? Erarbeiten Sie eine Strategie zur stufenweise und strukturierten Verbesserung Ihrer Entwicklungsprozesse. Um eine Verbesserung zu erreichen, die dem gesamten Unternehmen dient, sollten Vertreter verschiedener Fachbereiche wie bspw. Mechanik, Elektrik, Fertigung, Vertrieb oder Marketing involviert werden. Ernennen Sie einen Mitarbeiter, der die Erarbeitung, Umsetzung und Überprüfung dieser Strategie verantwortet.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2 Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 3 Qualitätssteigerung 5</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kreativitätstechniken • 4-Ebenen-Modell 	

Bild A-2: Strategisches Rahmenprogramm erarbeiten

Einführungssystematiken einsetzen		M3
Beschreibung Die Einführung von neuen Prozessen und Systemen ist nicht selten von Frust und Misserfolg geprägt. Meist hängt dies mit der gewählten Einführungsmethodik zusammen. Wenn Sie nur selten Prozess- oder Systemänderungen durchführen, arbeiten Sie mit erfahrenen Partnern zusammen. Planen Sie die Auswahl und Einführung von Methoden und Werkzeugen des Virtual Prototyping und Simulation langfristig und stimmen Sie sie mit allen beteiligten Bereichen ab.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Einführung von IT-Systemen • Erfolgsfaktor Mensch 	

Bild A-3: Strategisches Rahmenprogramm erarbeiten

Mitarbeiter aktiv in den Veränderungsprozess einbinden		M4
Beschreibung Der wichtigste Faktor bei der Einführung neuer Prozesse und Systeme ist der Mensch. Auch das beste System oder der wohldefinierteste Prozess bringt Ihnen keinen Nutzen, wenn die Mitarbeiter nicht davon überzeugt sind. Binden Sie daher die Mitarbeiter aktiv in den Veränderungsprozess ein. Geben Sie den Mitarbeitern die Möglichkeit, Verbesserungsvorschläge einzubringen und sich somit an den Veränderungsprozessen zu beteiligen. Dadurch wird die Akzeptanz der Mitarbeiter gegenüber neuen Prozessen und Systemen sowie zukünftigen Veränderungen deutlich gesteigert.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 2	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 3 Qualitätssteigerung 4	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Erfolgsfaktor Mensch 	

Bild A-4: Mitarbeiter aktiv in den Veränderungsprozess einbinden

Mitarbeiter motivieren, die Prozesse zu "leben"		M5
Beschreibung Schaffen Sie Prozesse, die von den Mitarbeitern akzeptiert werden. Geben Sie dazu Hilfen zur Durchführung der Prozesse (Vorlagen, Checklisten o.ä.). Beschreiben Sie definierte Prozesse und erläutern Sie warum der Prozess so gestaltet wurde. Arbeiten Sie dabei mit intuitiv verständlichen Prozessmodellierungssprachen. Fordern Sie darüber hinaus Optimierungsvorschläge von Mitarbeitern ein. Diesen sind die Schwachstellen der Prozesse oftmals bereits bekannt. So schaffen Sie es die Mitarbeiter dazu zu bringen, die Prozesse zu "leben".	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Erfolgsfaktor Mensch • Methode OMEGA • OMEGA Beispielprozess 	

Bild A-5: Mitarbeiter motivieren, die Prozesse zu "leben"

Informationsangebote nutzen		M6
<p>Beschreibung Der Markt für Virtual Prototyping und Simulation ist ständig im Wandel. Die Leistungsfähigkeit, der Leistungsumfang und die Benutzerfreundlichkeit der Systeme werden stetig erhöht. Nutzen Sie Informationsangebote wie Newsletter, Zeitschriften, Messen, Workshops, Konferenzen, Produktpräsentationen o.ä., um am Puls der Zeit zu bleiben. Hierbei können Sie sowohl auf Informationsangebote von Softwareanbieter zurückgreifen, als auch auf Angebote systemunabhängiger Dienstleister.</p>	<p>Kostenbewertung</p> Personalkosten 1 Investitionskosten 1	
	<p>Nutzenbewertung</p> Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 1 Qualitätssteigerung 1	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-6: Informationsangebote nutzen

In Netzwerken agieren		M7
<p>Beschreibung Sie sind nicht allein! Viele Unternehmen stehen vor den gleichen Herausforderungen bei sehr ähnlichen Voraussetzungen. Häufig lassen sich Partner finden, zu denen Sie in keinerlei Konkurrenzbeziehung stehen. Agieren sie hierfür in entsprechenden Netzwerken und suchen Sie den Kontakt zu anderen Unternehmen. Netzwerke fördern den Erfahrungsaustausch. Lernen Sie von den Fehlern anderer und profitieren Sie gegenseitig von Ihren Stärken.</p>	<p>Kostenbewertung</p> Personalkosten 2 Investitionskosten 1	
	<p>Nutzenbewertung</p> Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 3	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-7: In Netzwerken agieren

Schulungen ermöglichen		M8
<p>Beschreibung Nur wenn Ihre Mitarbeiter im Umgang mit System und Problemstellung qualifiziert sind, können Sie auch qualitativ hochwertige Ergebnisse in geeigneter Zeit erreichen. Fördern Sie die Teilnahme Ihrer Entwickler an Fortbildungen. Stellen Sie Ihren Mitarbeiter Informationen über Fortbildungsmöglichkeiten zu Verfügung.</p>	<p>Kostenbewertung</p> Personalkosten 1 Investitionskosten 1	
	<p>Nutzenbewertung</p> Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-8: Schulungen ermöglichen

Schulungsprogramm erarbeiten		M9
Beschreibung Nur wenn Ihre Mitarbeiter im Umgang mit System und Problemstellung qualifiziert sind, können Sie auch qualitativ hochwertige Ergebnisse in geeigneter Zeit erreichen. Fördern Sie die Teilnahme Ihrer Entwickler an Fortbildungen. Suchen Sie sich Fortbildungsinstitutionen, mit denen Sie sich eine langjährige Zusammenarbeit vorstellen können. Erarbeiten Sie ein Schulungsprogramm, das speziell auf die Tätigkeiten Ihrer Entwickler zugeschnitten ist. So können Sie Ihre Mitarbeiter optimal nach Ihren Anforderungen weiterbilden.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 2	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-9: Schulungsprogramm erarbeiten

Forschungsergebnisse verfolgen		M10
Beschreibung Identifizieren Sie Forschungseinrichtungen, die sich mit für Sie relevanten Themen beschäftigen und verfolgen Sie deren Projektergebnisse. So können Sie bereits frühzeitig Trends erkennen und mit ausreichend Vorlauf darauf reagieren.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 1 Qualitätssteigerung 1	
	Weitere Informationen	

Bild A-10: Forschungsergebnisse verfolgen

An Forschungsprojekten beteiligen		M11
Beschreibung Der Einsatz neuer Technologien oder innovativer Verfahren ist häufig mit einem hohen Risiko verbunden. Die Mitarbeit in Forschungsprojekten hilft Ihnen die neuen Technologien oder Verfahren besser zu verstehen und den Einsatz zu beherrschen. Die Förderung von Forschungsprojekten trägt dazu bei, das finanzielle Risiko zu minimieren.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 2	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 3	
	Weitere Informationen	

Bild A-11: An Forschungsprojekten beteiligen

Prozesseffizienz systematisch beurteilen		M13
<p>Beschreibung</p> <p>Eine systematische Beurteilung Ihrer Prozesseffizienz ermöglicht Ihnen einen Überblick über die Leistungsfähigkeit Ihrer Produktentwicklung. Hierzu können Kennzahlensysteme bzw. Performance-Measurement-Systeme genutzt werden. Diese Systeme dienen dem Erhalt schneller und verdichteter Informationen über die Leistung eines Untersuchungsbereichs. Schwachstellen im Prozess können so identifiziert und behoben werden. Zudem erleichtern solche Systeme die Aufgaben der Planung, Kontrolle und Steuerung des jeweils betrachteten Prozesses.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-12: Prozesseffizienz systematisch beurteilen

Projektfortschritt systematisch überwachen		M14
<p>Beschreibung</p> <p>Erfassen Sie in regelmäßigen Abständen den Projektfortschritt. Führen Sie hierzu Gespräche mit den verantwortlichen Mitarbeitern. Nutzen Sie Vorlagen für Statusberichte, um die Überwachung zu systematisieren. Mit Hilfe des Projektfortschritts können Sie terminliche oder finanzielle Abweichungen erkennen und somit frühzeitig gegensteuern.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlage Projektstatusbericht 	

Bild A-13: Projektfortschritt systematisch überwachen

Entwicklungsprozess systematisieren		M15
<p>Beschreibung</p> <p>Bei vielen parallelen oder sehr umfangreichen Entwicklungsprojekten werden einfache Projektstatusberichte schnell unübersichtlich und ungenau. Definieren Sie in solchen Fällen Meilensteine, Quality Gates, Produktreifegrade o.ä. Dadurch wird das Projekt systematisiert und Sie haben stets einen Überblick über den aktuellen Projektfortschritt. Abweichungen vom Projektplan können frühzeitig identifiziert und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung der Projektentwicklungssystematik • Methode OMEGA • OMEGA Beispielprozess 	

Bild A-14: Entwicklungsprozess systematisieren

Simultaneous Engineering vorantreiben		M16
<p>Beschreibung</p> <p>Je früher eine Konstruktionsänderung vorgenommen wird, desto geringer sind die Änderungskosten. Simultaneous Engineering meint die zeitliche Parallelisierung der Entwicklungstätigkeiten verschiedener Entwicklungsdisziplinen wie bspw. der Mechanik- und Elektrokonstruktion. Hierdurch werden die Entwicklungszeit verkürzt, spätere Änderungen vermieden und die Abstimmung innerhalb des Unternehmens insgesamt verbessert. Treiben Sie den Gedanken des Simultaneous Engineering in Ihrem Unternehmen voran.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simultaneous Engineering • 3-Zyklen-Modell 	

Bild A-15: Simultaneous Engineering vorantreiben

Software aktuell halten		M17
<p>Beschreibung</p> <p>Achten Sie darauf, dass Ihre Software so aktuell wie nötig ist. In einigen Bereichen bringen neue Versionen gravierende Verbesserungen in der Performance, Funktionalität oder Benutzerfreundlichkeit. Prüfen Sie bei größeren Updates die Kompatibilität zu bestehenden Software-Systemen und die Leistungsfähigkeit Ihrer Hardware.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 5</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 1</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-16: Software aktuell halten

Hardware aktuell halten		M18
<p>Beschreibung</p> <p>Achten Sie darauf, dass Ihre Hardware stets den Anforderungen der Anwender genügt. Anforderungsgerechte, leistungsfähige Hardware erspart viel Wartezeit und Ärgernisse im alltäglichen Umgang mit den Systemen des Virtual Prototyping und Simulation. Beachten Sie beim Kauf neuer Hardware die Empfehlungen der Softwareanbieter. Bei der Einführung neuer Software oder beim Softwareupdate sollte auch immer die Leistungsfähigkeit der Hardware überprüft werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 5</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 1</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-17: Hardware aktuell halten

Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von 3D-CAD prüfen		M19
<p>Beschreibung</p> <p>Die virtuelle Produktentwicklung erfordert die vollständige Beschreibung der Gestalt aller Bauteile. Heute hat sich die Konstruktion mit 3D-CAD-Modellen weitgehend durchgesetzt. Daraus lassen sich beliebige Darstellungen und selbstredend auch die Ansichten und Schnitte einer technischen Zeichnung automatisch generieren. 3D-CAD-Modelle bilden die Basis für virtuelle Prototypen bzw. Digital-Mock-Ups. Informieren Sie sich über die Potentiale die 3D-CAD bietet und prüfen Sie, ob diese Potentiale auch Ihrem Unternehmen Nutzen bringen würden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-18: Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von 3D-CAD prüfen

3D-CAD einführen		M20
<p>Beschreibung</p> <p>Die virtuelle Produktentwicklung erfordert die vollständige Beschreibung der Gestalt aller Bauteile. Heute hat sich die Konstruktion mit 3D-CAD-Modellen weitgehend durchgesetzt. Daraus lassen sich beliebige Darstellungen und selbstredend auch die Ansichten und Schnitte einer technischen Zeichnung automatisch generieren. 3D-CAD-Modelle bilden die Basis für virtuelle Prototypen bzw. Digital-Mock-Ups. Führen Sie ein 3D-CAD-System ein und nutzen Sie die enormen Potentiale die 3D-CAD bietet.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 5</p> <p>Investitionskosten 5</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 5</p> <p>Zeiteinsparung 5</p> <p>Qualitätssteigerung 5</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung von IT-Systemen • Erfolgsfaktor Mensch 	

Bild A-19: 3D-CAD einführen

3D-CAD-Einsatz ausbauen		M21
<p>Beschreibung</p> <p>Sie haben bereits Erfahrungen im Umgang mit 3D-CAD gesammelt. Bauen Sie Ihren 3D-CAD-Einsatz aus. Nutzen Sie auch die Möglichkeiten die 3D-CAD-Daten in anderen Unternehmensbereichen wie Marketing, Vertrieb oder Fertigung weiterzuverwenden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-20: 3D-CAD-Einsatz ausbauen

Auf ein CAD-System beschränken		M22
Beschreibung Der Austausch von CAD-Daten zwischen unterschiedlichen CAD-Systemen ist auch heute noch mit Aufwand und Schwierigkeiten verbunden. Wenn der Einsatz mehrere paralleler CAD-Systeme nicht zwingend erforderlich ist, sollte der Fokus auf nur einem CAD-System liegen. Hierdurch können Schnittstellenprobleme vermieden und die Wiederverwendung der Daten deutlich erhöht werden.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 4 Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-21: Auf ein CAD-System beschränken

3D-CAD-System um Hilfsmittel, wie Makros oder firmenspezifische Toolbars ergänzen		M23
Beschreibung Nutzen Sie die Möglichkeiten des CAD-Systems, Ihren Entwicklern die Arbeit zu erleichtern. Geben Sie bspw. Makros vor, mit denen immer gleiche Operationen automatisiert ausgeführt werden können. Dies spart Zeit und vermeidet Fehler.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 3 Nutzenbewertung Kosteneinsparung 0 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 1	
	Weitere Informationen	

Bild A-22: 3D-CAD-System um Hilfsmittel ergänzen

Knowledge Based Engineering einführen		M24
Beschreibung Standardaufgaben in der Konstruktion können mit Hilfe von parametrischen 3D-CAD Systemen automatisiert werden. Durch die starke Integration von Prozessabläufen, Regelwerk, Fach- und Produktwissen in die CAD-Umgebung können solche Tätigkeiten wesentlich schneller durchgeführt werden. Dies wird als Knowledge Based Engineering bezeichnet. Durch ein solches System, werden die Konstrukteure von diesen Standardaufgaben entlastet und können sich wieder der Entwicklung von neuen Konstruktionen widmen.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 4 Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> BestPractice Knowledge Based Engineering 	

Bild A-23: 3D-CAD-Einsatz ausbauen

Durchführung einer CAD-Systemschulung prüfen		M25
<p>Beschreibung</p> <p>Nur wenn Ihre Mitarbeiter im Umgang mit dem CAD-System qualifiziert sind, können Sie die volle Funktionalität ausnutzen und effizient arbeiten. Systemupdates bringen häufig neue Funktionen. Prüfen Sie, inwieweit Ihren Entwicklern eine aktuelle Systemschulung einen Nutzen bringen würde.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 5</p> <p>Investitionskosten 5</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 5</p> <p>Zeiteinsparung 5</p> <p>Qualitätssteigerung 5</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung von IT-Systemen • Erfolgsfaktor Mensch 	

Bild A-24: Durchführung einer CAD-Systemschulung prüfen

Etablierte Konstruktionsmethodiken einsetzen		M26
<p>Beschreibung</p> <p>Bieten Sie Ihren Mitarbeitern eine Schulung im Bereich Konstruktionsmethodik. Der Einsatz dieser Methoden ermöglicht Ihren Entwicklern ein breiteres Lösungsspektrum zu erkennen und systematisch zu bearbeiten. Dadurch kann der Innovationsgrad Ihres Produktes erhöht werden. Zudem wird die Qualität der Konstruktion durch ein methodisches Vorgehen deutlich verbessert. Etablierte Vorgehen sind bspw. zu finden in Pahl/Beitz oder der VDI 2206.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktionsmethodiken • Spezifikationstechnik CONSENS • BestPractice Spezifikationstechnik CONSENS 	

Bild A-25: Etablierte Konstruktionsmethodiken einsetzen

3D-Produktdaten von Kunden und Zulieferern in Ihre Modelle integrieren		M27
<p>Beschreibung</p> <p>Integrieren Sie bei Bedarf die verfügbaren 3D-Produktdaten Ihrer Kunden und Zulieferer in Ihre Konstruktion. So werden detaillierte Analysen Ihrer Produkte möglich (bspw. Zusammenbauanalysen). Prüfen Sie jedoch welche Integration sinnvoll ist. Durch Integration nimmt auch der Umfang der Modelle zu, wodurch die Lade- und Bearbeitungszeiten verlängert werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 0</p> <p>Zeiteinsparung 1</p> <p>Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-26: 3D-Produktdaten von Kunden und Zulieferern in Ihre Modelle integrieren

Vorgehen zur Arbeit mit dem CAD-System festlegen		M28
<p>Beschreibung</p> <p>Diskutieren Sie mit Ihren Entwicklern das Vorgehen bei der Erstellung der Konstruktionen und der Arbeit im CAD-System. Involvierern Sie hierbei Vertreter aller betroffenen Abteilungen. Einigen Sie sich auf ein Vorgehen und bieten Sie Anreize, dass sich Ihre Entwickler an dieses Vorgehen halten.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jeder arbeitet anders • Konstruktionsrichtlinien • Konstruktionshandbuch 	

Bild A-27: Vorgehen zur Arbeit mit dem CAD-System festlegen

Konstruktionsrichtlinie einführen		M29
<p>Beschreibung</p> <p>Konstruktionsrichtlinien definieren Methoden und Regeln der betriebsspezifischen Nutzung Ihres CAD-Umfelds. Diese sollten sich dabei auf bereits durchgeführte Projekte und Ihre jeweiligen Erfahrungswerte stützen. Darauf basierend werden die wesentlichen Schritte und Vorgehen definiert und dokumentiert. Eine Konstruktionsrichtlinie bietet ein einheitliches Vorgehen innerhalb Ihrer Abteilung mit sicherem Datenaustausch und sicherer Kommunikation. Nachgelagerte Prozesse werden mit ihrer Hilfe standardisiert und vereinfacht. Außerdem kann neues Personal schneller und einfacher integriert werden. Zudem wird die Performance bei großen Baugruppen sichergestellt. Ernennen Sie einen Verantwortlichen für die Konstruktionsrichtlinie. Dieser hat die Aufgabe die Aktualität der Richtlinie zu gewährleisten. Treffen Sie Maßnahmen zur Etablierung der Konstruktionsrichtlinie. Der volle Nutzen kann nur genutzt werden, wenn die Richtlinie von allen Beteiligten gelebt wird. Prüfen Sie die Konstruktionen hinsichtlich der Einhaltung der Richtlinie. Nutzen Sie dazu ggf. Software, die automatisiert die Einhaltung überprüft.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jeder arbeitet anders • Konstruktionsrichtlinien • Konstruktionshandbuch 	

Bild A-28: Konstruktionsrichtlinie einführen

Konstruktionsrichtlinie digital verfügbar machen		M30
<p>Beschreibung</p> <p>Auch die beste Konstruktionsrichtlinie nützt Ihnen nichts, wenn Ihre Entwickler hierauf nur eingeschränkt Zugriff haben. Stellen Sie Ihren Entwicklern die Richtlinie in digitaler Form, bspw. im Intranet, zur Verfügung. Die Richtlinie ist somit jederzeit verfügbar. Suchfunktionen erleichtern darüber hinaus die Arbeit mit dem Dokument.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 0</p> <p>Zeiteinsparung 1</p> <p>Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktionsrichtlinien 	

Bild A-29: Konstruktionsrichtlinie digital verfügbar machen

Konstruktionsrichtlinie durch Zusatztools unterstützen		M31
<p>Beschreibung Auch die beste Konstruktionsrichtlinie nützt Ihnen nichts, wenn Ihre Entwickler hierauf kaum Zugriff haben. Berücksichtigen Sie die Konstruktionsrichtlinie direkt in Ihrem CAD-System durch bspw. Makros, firmenspezifische Toolbars oder optimierte Voreinstellungen.</p>	<p>Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung Kosteneinsparung 0 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen • Konstruktionsrichtlinien</p>	

Bild A-30: Konstruktionsrichtlinie durch Zusatztools unterstützen

Konstruktionsrichtlinie aktuell halten		M32
<p>Beschreibung Eine Konstruktionsrichtlinie kann nur eingehalten werden, wenn Sie den aktuellen Anforderungen der Entwickler genügt. Wenn sich im Umfeld der Konstruktion etwas ändert (z.B. Software-Update), achten Sie darauf, dass auch Ihre Konstruktionsrichtlinie entsprechend aktualisiert wird. Ernennen Sie hierfür einen Verantwortlichen.</p>	<p>Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 1 Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen • Konstruktionsrichtlinien</p>	

Bild A-31: Konstruktionsrichtlinie aktuell halten

Konstruktionsrichtlinie etablieren		M33
<p>Beschreibung Treffen Sie Maßnahmen zur Etablierung der Konstruktionsrichtlinie. Der Nutzen der Richtlinie tritt nur zu Tage, wenn sie von allen Beteiligten gelebt wird. Prüfen und Fördern Sie daher die Einhaltung der Richtlinie.</p>	<p>Kostenbewertung Personalkosten 4 Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen • Konstruktionsrichtlinien</p>	

Bild A-32: Konstruktionsrichtlinie etablieren

Einhaltung der Konstruktionsrichtlinie stichprobenartig prüfen		M34
Beschreibung Der volle Nutzen Ihrer Konstruktionsrichtlinie kann nur erschlossen werden, wenn sie von allen Beteiligten eingehalten und gelebt wird. Führen Sie stichprobenartig Prüfungen durch und lassen Sie abweichende Konstruktionen ggf. nacharbeiten.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 3	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktionsrichtlinien 	

Bild A-33: Einhaltung der Konstruktionsrichtlinie stichprobenartig prüfen

Einhaltung der Konstruktionsrichtlinie durch Prüfstelle vollständig prüfen		M35
Beschreibung Der volle Nutzen Ihrer Konstruktionsrichtlinie kann nur erschlossen werden, wenn sie von allen Beteiligten eingehalten und gelebt wird. Prüfen Sie die Einhaltung der Richtlinie in einem separaten Arbeitsschritt. Dies kann bspw. in einer Prüfstelle durchgeführt werden. Am Markt verfügbare Softwarewerkzeuge können dies unterstützen.	Kostenbewertung Personalkosten 5 Investitionskosten 3	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 1 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktionsrichtlinien 	

Bild A-34: Einhaltung der Konstruktionsrichtlinie durch Prüfstelle vollständig prüfen

Mitarbeiter im Umgang mit der Konstruktionsrichtlinie schulen		M36
Beschreibung Der volle Nutzen Ihrer Konstruktionsrichtlinie kann nur erschlossen werden, wenn sie von allen Beteiligten eingehalten und gelebt wird. Hierzu muss die Richtlinie den Mitarbeitern auch im Detail bekannt sein. Schulen Sie daher Ihre Mitarbeiter im Umgang mit der Konstruktionsrichtlinie.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktionsrichtlinien 	

Bild A-35: Mitarbeiter im Umgang mit der Konstruktionsrichtlinie schulen

Startmodell und Vorgehen zum Aufbau von CAD-Modellen vorgeben		M37
<p>Beschreibung</p> <p>Ihre CAD-Modelle sind der Startpunkt für viele Folgeprozesse (bspw. Einbauanalysen, Simulationen, Dokumentation, Fertigung). Definieren Sie, wie Ihre CAD-Modelle aufgebaut werden müssen. Dies kann Parameter, Beziehungen und Vorgaben zur Strukturierung der Ergebnisse enthalten. Geben Sie auch ein digitales Startmodell vor, auf Basis dessen alle Modelle konstruiert werden. Die CAD-Modelle werden so standardisiert, was die Wiederverwendbarkeit und die Bearbeitung durch verschiedene Konstrukteure erleichtert.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 0</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jeder arbeitet anders 	

Bild A-36: Startmodell und Vorgehen zum Aufbau von CAD-Modellen vorgeben

Startmodelle für das CAD-System vorgeben		M38
<p>Beschreibung</p> <p>Ihre CAD-Modelle sind der Startpunkt für viele Folgeprozesse (bspw. Einbauanalysen, Simulationen, Dokumentation, Fertigung). Geben Sie ein digitales Startmodell vor, auf Basis dessen alle Modelle konstruiert werden. Die CAD-Modelle werden so standardisiert, was die Wiederverwendbarkeit und die Bearbeitung durch verschiedene Konstrukteure erleichtert.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 0</p> <p>Zeiteinsparung 1</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-37: Startmodelle für das CAD-System vorgeben

Bauteile einheitlich benennen		M39
<p>Beschreibung</p> <p>Ein hoher Anteil an Gleichteilen kann sowohl Konstruktions- als auch Folgekosten deutlich reduzieren. Um eine hohe Wiederverwendung zu erreichen, ist es notwendig die Konstruktionsdaten schnell und einfach wiederzufinden. Einen Anfang bildet hier die einheitliche Benennung von Bauteilen. Erarbeiten Sie Terminologie-Listen, damit jeder Entwickler weiß, welche Begriffe er zu nutzen hat. So werden verschiedene Begriffe für gleiche Teile vermieden (bspw. Grundplatte, Basisplatte, Bodenplatte etc.).</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-38: Bauteile einheitlich benennen

Kollisionsuntersuchung im CAD-System durchführen		M40
Beschreibung In komplexen kinematischen Systemen ist die rechnerunterstützte Analyse auf Kollision unumgänglich. Untersuchungsgegenstand solcher Analysen sind Bauteilberührungen (Contact), Bauteilüberschneidungen (Clash) und Freigangsverletzungen (Clearance). Letztgenannte sind angebracht, wenn beispielsweise nachzuweisen ist, dass ein Bauteil einen Mindestabstand zu einem anderen Bauteil nicht unterschreitet. Einfache Untersuchungen können Sie direkt im CAD-System durchführen.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 3 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-39: Kollisionsuntersuchung im CAD-System durchführen

Einführung eines DMU-Werkzeugs prüfen		M41
Beschreibung In komplexen kinematischen Systemen ist die rechnerunterstützte Analyse auf Kollision unumgänglich. Untersuchungsgegenstand solcher Analysen sind Bauteilberührungen (Contact), Bauteilüberschneidungen (Clash) und Freigangsverletzungen (Clearance). Letztgenannte sind angebracht, wenn beispielsweise nachzuweisen ist, dass ein Bauteil einen Mindestabstand zu einem anderen Bauteil nicht unterschreitet. Prüfen Sie die Einführung eines Systems, welches speziell für Digital-Mock-Up-Anwendungen ausgelegt wurde. Anders als CAD-Systeme bieten solche DMU-Werkzeuge höhere Performance sowie zusätzliche Funktionen für die Analyse komplexer 3D-Modelle.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 3	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 3 Qualitätssteigerung 3	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Einführung von IT-Systemen • Erfolgsfaktor Mensch 	

Bild A-40: Einführung eines DMU-Werkzeugs prüfen

E-CAD-System einführen		M42
Beschreibung Nutzen Sie zur Projektierung, Dokumentation und Verwaltung Ihrer elektrotechnischen Entwicklungstätigkeiten etablierte E-CAD-Systeme. Hierdurch werden die Qualität der Planung deutlich erhöht und Fehler vermieden.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 4	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 4 Zeiteinsparung 4 Qualitätssteigerung 4	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Einführung von IT-Systemen • Erfolgsfaktor Mensch 	

Bild A-41: E-CAD-System einführen

E-CAD- und M-CAD-Daten über Sachnummern verknüpfen		M43
<p>Beschreibung</p> <p>Stellen Sie eine Verknüpfung von E-CAD- und M-CAD-Daten über Stücklisten und Sachnummern her. Dies vereinfacht das Finden der benötigten Daten und vermindert Fehler durch Verwechslungen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 1</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-42: E-CAD- und M-CAD-Daten über Sachnummern verknüpfen

Verknüpfung zwischen E-CAD- und M-CAD-Daten über Datenmanagementsystem verwalten		M44
<p>Beschreibung</p> <p>Integrieren Sie Ihre E-CAD-Lösung in das PDM-System. Dies vereinfacht das Finden der benötigten Daten. Fehler durch Verwechslungen und falsche Versionen werden so vermieden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-43: E-CAD- und M-CAD-Daten über Datenmanagementsystem verknüpfen

Verbindungs- und Klemmenpläne in die Montage/Fertigung geben		M45
<p>Beschreibung</p> <p>Übergeben Sie zusätzlich zum Stromlaufplan die Verbindungs- und Klemmenpläne in die Montage/Fertigung. Diese vereinfachen den Montageprozess des Schaltschranks erheblich. Aktuelle E-CAD-Systeme können diese automatisiert ableiten.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 1</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-44: Verbindungs- und Klemmenpläne in die Montage/Fertigung geben

3D-Layout der Schaltschränke an die Montage/Fertigung geben		M46
Beschreibung Erstellen Sie vollständige 3D-Layouts Ihres Schaltschranks und übergeben Sie diese an die Montage/Fertigung. Das 3D-Layout ermöglicht Ihnen frühzeitig Kollisionen und Wärmeprobleme zu erkennen. Darüber hinaus wird die Montage durch den verbesserten Montageplan erheblich verbessert.	Kostenbewertung Personalkosten 4 Investitionskosten 4	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-45: 3D-Layout der Schaltschränke an die Montage/Fertigung geben

PLM-Strategie formulieren		M47
Beschreibung Diskutieren Sie in einer Arbeitsgruppe "PLM" Verbesserungspotentiale im Umgang mit Ihren Daten im gesamten Unternehmen. Vor welchen Herausforderungen werden Sie in Zukunft stehen? Wo sind Sie bereits gut und wo haben Sie noch Potential? Welche Möglichkeiten bietet Ihnen der Markt an etablierten Lösungen? Erarbeiten Sie eine Strategie zur stufenweisen und strukturierten Verbesserung Ihrer Datenhaltung. Um eine Verbesserung zu erreichen, die dem gesamten Unternehmen dient, sollten Vertreter verschiedener Fachbereiche wie bspw. Mechanik, Elektrik, Fertigung, Vertrieb oder Marketing involviert werden. Ernennen Sie einen Verantwortlichen zur Umsetzung dieser Strategie.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 3 Qualitätssteigerung 5	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • 4-Ebenen-Modell • Kreativitätstechniken • Product Lifecycle Management (PLM) 	

Bild A-46: PLM-Strategie formulieren

Produktion, Marketing und Vertrieb in PLM-Strategie berücksichtigen		M48
Beschreibung Die Ergebnisse Ihrer Entwicklung sind Grundlage der Arbeit vieler anderer Unternehmensbereiche. Wenn Sie die betroffenen Bereiche wie bspw. Produktion, Marketing oder Vertrieb in Ihrer PLM-Strategie berücksichtigen, bieten sich enorme Synergiepotentiale.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 1 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-47: Produktion, Marketing und Vertrieb in PLM-Strategie berücksichtigen

Datenmanagement-Richtlinie erarbeiten		M49
<p>Beschreibung</p> <p>Datenmanagementrichtlinien definieren Methoden und Regeln der betriebs-spezifischen Verwaltung Ihrer Entwicklungsdaten. So findet sich jeder Ent-wickler in allen Datensammlungen zurecht. Zudem wird das Wiederfinden von Daten stark beschleunigt.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-48: Datenmanagement-Richtlinie erarbeiten

Auf kommerzielle Datenmanagement-Lösung umsteigen		M50
<p>Beschreibung</p> <p>Am Markt sind verschiedenste Systeme für das Produktdatenmanagement verfügbar. Die Anbieter besitzen viel Erfahrung im Produktdatenmanagement in verschiedensten Anwendungen. Nutzen Sie diese Erfahrung und wechseln Sie auf ein kommerzielles PDM-System.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 3</p> <p>Investitionskosten 5</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-49: Auf kommerzielle Datenmanagement-Lösung umsteigen

PDM-System einführen		M51
<p>Beschreibung</p> <p>Das Produktdatenmanagement hat das Ziel produktdefinierende, -repräsentierende, -präsentierende Daten und Dokumente als Ergebnis der Produktentwicklung zu speichern, zu verwalten und in nachgelagerten Pha-sen des Produktlebenszyklus zur Verfügung zu stellen.</p> <p>Der Einsatz eines PDM-Systems bietet Zeiteinsparung durch schnelles Fin-den von Informationen und das Verkürzen der Entwicklungszeit eines Produk-tes durch die Möglichkeit der Parallelisierung von einzelnen Prozessen. Eine Fehlervermeidung wird durch die Verwendung aktueller Informationen unter-stützt. Außerdem werden Doppelarbeiten für die Erstellung bereits vorhande-ner Unterlagen vermieden und der Informationstransfer zwischen den Unter-nehmensbereichen und Standorten vereinfacht. Am Markt sind verschiedens-te Systeme für das Produktdatenmanagement verfügbar. Die Anbieter besit-zen viel Erfahrung im Produktdatenmanagement in verschiedensten Anwen-dungen. Nutzen Sie diese Erfahrung und verzichten Sie auf eine Eigenent-wicklung für das Produktdatenmanagement. Setzen Sie ein kommerzielles PDM-System ein.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 5</p> <p>Investitionskosten 5</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 5</p> <p>Zeiteinsparung 5</p> <p>Qualitätssteigerung 5</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Product Lifecycle Ma-nagement (PLM) • Einführung von IT-Systemen • Erfolgsfaktor Mensch 	

Bild A-50: PDM-System einführen

Entwicklungsbezogene Dokumente in PDM-System integrieren		M53
Beschreibung Verwalten Sie auch weitere entwicklungsrelevante Produktdaten wie bspw. Präsentationen, Protokolle, Messreihen etc. mit dem PDM-System. Der Entwickler hat so immer alle relevanten Dokumente in aktueller Form zur Hand. Suchaufwände werden so stark reduziert, Doppelarbeit und Fehler vermieden.	Kostenbewertung Personalkosten 4 Investitionskosten 3	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 4 Qualitätssteigerung 3	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> Product Lifecycle Management (PLM) 	

Bild A-51: Entwicklungsbezogene Dokumente in PDM-System integrieren

Ordnerstrukturen standardisieren		M54
Beschreibung Geben Sie für Ihre Ordnerstrukturen projektübergreifende Standards vor. So finden sich die Entwickler in allen Projekten leicht zurecht. Suchaufwände werden so stark reduziert.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 4 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-52: Ordnerstrukturen standardisieren

Dateinamen standardisieren		M55
Beschreibung Erstellen Sie Richtlinien zur Benennung von Dateien. Beachten Sie hierbei wie bspw. verschiedene Versionen kenntlich gemacht werden. So können Sie die Gefahr des Verwechselns stark verringern.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-53: Dateinamen standardisieren

Mitarbeiter mit Vorgaben zum Datenmanagement vertraut machen		M56
<p>Beschreibung</p> <p>Der volle Nutzen Ihrer Vorgaben zum Datenmanagement kann nur erschlossen werden, wenn sie von allen Beteiligten eingehalten und gelebt werden. Hierzu müssen die Vorgaben den Mitarbeitern auch im Detail bekannt sein. Lassen Sie neue Mitarbeiter durch erfahrene Mitarbeiter in die Datenmanagementvorgaben einweisen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-54: Mitarbeiter mit Vorgaben zum Datenmanagement vertraut machen

Mitarbeiter für das Datenmanagement-System schulen		M57
<p>Beschreibung</p> <p>Der volle Nutzen Ihrer Vorgaben zum Datenmanagement kann nur erschlossen werden, wenn sie von allen Beteiligten eingehalten und gelebt werden. Hierzu müssen die Strukturen und Systeme den Mitarbeitern auch im Detail bekannt sein. Schulen Sie daher Ihre Mitarbeiter im Umgang mit dem Datenmanagement-System und Ihren Datenstrukturen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-55: Mitarbeiter für das Datenmanagement-System schulen

Elektrotechnik in die Datenmanagement-Systemlandschaft integrieren		M58
<p>Beschreibung</p> <p>Integrieren Sie die Daten der Elektrotechnik in Ihre Datenmanagement-Systemlandschaft. Prüfen Sie welche Möglichkeiten Ihre bisherigen Systeme hierzu bieten. Prüfen Sie auch, inwieweit sich Ihre Systeme über Schnittstellen synchronisieren lassen. Durch die Datenhaltung über verschiedene Disziplinen hinweg sind alle Informationen transparent und durchgängig vorhanden. Zudem werden Doppeleingaben und Inkonsistenzen in der Datenhaltung vermieden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Product Lifecycle Management (PLM) 	

Bild A-56: Elektrotechnik in die Datenmanagement-Systemlandschaft integrieren

Weitere Entwicklungsbereiche in die Datenmanagement-Systemlandschaft integrieren		M59
<p>Beschreibung</p> <p>Integrieren Sie die Daten weiterer Entwicklungsdisziplinen in Ihre Datenmanagement-Systemlandschaft. Prüfen Sie, welche Möglichkeiten Ihre bisherigen Systeme hierzu bieten. Prüfen Sie auch inwieweit sich Ihre Systeme über Schnittstellen synchronisieren lassen. Durch die Datenhaltung über verschiedene Disziplinen hinweg sind alle Informationen transparent und durchgängig vorhanden. Zudem werden Doppeleingaben und Inkonsistenzen in der Datenhaltung vermieden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Product Lifecycle Management (PLM) 	

Bild A-57: Weitere Bereiche in die Datenmanagement-Systemlandschaft integrieren

Altdaten bei Bedarf digitalisieren		M60
<p>Beschreibung</p> <p>Die Suche nach früheren Lösungen und Konstruktionen in Papierarchiven ist mühsam und oft zeitraubend. Bei häufigem Zugriff auf die Altdaten früherer Projekte sollten diese in digitaler Form zur Verfügung stehen. Dies vereinfacht die Suche, die Weiterverwendung sowie die Langzeitarchivierung der Altdaten.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 1</p> <p>Zeiteinsparung 1</p> <p>Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-58: Altdaten bei Bedarf digitalisieren

Altdaten bei Bedarf in das aktuelle Format überführen		M62
<p>Beschreibung</p> <p>Überführen Sie häufiger benötigte Altdaten aus Vorgängersystemen in das aktuelle Format. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn die Teile in aktuellen Produkten verbaut werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-59: Altdaten bei Bedarf in das aktuelle Format überführen

Intuitive Ablagesystematik für Altdaten einführen		M63					
<p>Beschreibung</p> <p>Integrieren Sie den Altdatenzugriff in Ihre regulären Datenmanagement-Strukturen und -richtlinien. Für den Anwender sollte es keinen Unterschied machen, ob er nach aktuellen Daten oder nach Altdaten sucht.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Personalkosten	3	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	3					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	0	Zeiteinsparung	2	Qualitätssteigerung	0
Kosteneinsparung	0						
Zeiteinsparung	2						
Qualitätssteigerung	0						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-60: Intuitive Ablagesystematik für Altdaten einführen

Grad der Wiederverwendung erhöhen		M64					
<p>Beschreibung</p> <p>Gleiche Bauteile in mehreren Produkten bzw. Projekten zu verwenden bringt einen hohen Nutzen mit sich. Bereits bestehende Bauteile müssen nicht erneut konstruiert werden. Fertigungs- und Dokumentationsunterlagen liegen unter Umständen bereits vor. Durch steigende Stückzahlen dieses Bauteils können Skaleneffekte bei der Fertigung erreicht werden. Auch die Anzahl an Ersatzteilen kann sinken. Etablieren Sie Ansätze der Modularisierung, Standardisierung oder Klassifizierung. Diese vereinfachen die Wiederverwendung. Richten Sie Ihre Datenmanagementstrukturen so ein, dass eine Wiederverwendung ermöglicht wird.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>		Personalkosten	2	Investitionskosten	1	
	Personalkosten	2					
	Investitionskosten	1					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	3	Zeiteinsparung	3	Qualitätssteigerung	3
Kosteneinsparung	3						
Zeiteinsparung	3						
Qualitätssteigerung	3						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-61: Grad der Wiederverwendung erhöhen

Grad der Bauteilstandardisierung erhöhen		M67					
<p>Beschreibung</p> <p>Eine Möglichkeit den Grad der Wiederverwendung im Unternehmen zu erhöhen, ist die Bauteilstandardisierung. Definieren Sie Bauteile für bestimmte Funktionen und versuchen Sie immer diese zu verwenden. Hierzu ist es erforderlich, dass die Standards systematisch erarbeitet werden und mit anderen Bereichen abgestimmt werden. Definieren Sie ein Vorgehen, wie Standards erarbeitet werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Personalkosten	2	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	2					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	2	Zeiteinsparung	2	Qualitätssteigerung	2
Kosteneinsparung	2						
Zeiteinsparung	2						
Qualitätssteigerung	2						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-62: Grad der Bauteilstandardisierung erhöhen

Klassifikationssystematik systematisch überarbeiten		M68
<p>Beschreibung</p> <p>Eine Klassifikationssystematik unterstützt Ihre Entwickler darin, bestehende Bauteile auch in weiteren Produkten wiederzuverwenden. Hierdurch kann der Anteil an Gleichteilen stark erhöht und der Datenbestand verkleinert werden. Die Systematik ist jedoch nur dann von Nutzen wenn sie systematisch erarbeitet und gepflegt wird. Überprüfen Sie den Nutzen einer Überarbeitung Ihrer Klassifikationssystematik für Ihr Unternehmen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 3</p> <p>Investitionskosten 3</p>	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 1</p>
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassifikation 	

Bild A-63: Klassifikationssystematik systematisch überarbeiten

Arbeitsgruppe "Standardisierung" gründen		M69
<p>Beschreibung</p> <p>Führen Sie eine Arbeitsgruppe "Standardisierung" ein, die sich mit der Bewertung aktueller und der Entwicklung neuer Standardteile beschäftigt. Diese Gruppe sollte in regelmäßigen Abständen zusammenkommen und aus Vertretern verschiedener Fachdisziplinen bestehen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 3</p> <p>Investitionskosten 0</p>	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-64: Arbeitsgruppe "Standardisierung" gründen

Normstelle gründen		M70
<p>Beschreibung</p> <p>Gründen Sie eine Normstelle, die sich mit der Bewertung aktueller und der Entwicklung neuer Standardteile beschäftigt. Die Normstelle sollte die Standardteile mit Vertretern verschiedener Fachdisziplinen abstimmen. Sie kann auch die Einhaltung der Konstruktionsrichtlinien und Normungen prüfen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 4</p>	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-65: Normstelle gründen

Digitale Teilebibliotheken nutzen		M71
<p>Beschreibung</p> <p>Digitale Teilebibliotheken sind Sammlungen von Komponenten, die in Ihrem Unternehmen verwendet werden. Die Verwendung beschleunigt den Konstruktionsprozess und erhöht die Wiederverwendung. Solche Teilebibliotheken ersetzen zunehmend den gedruckten Produktkatalog. So können Sie bspw. Ihre internen Standardteile, Normteile oder Zukaufteile mit dieser Bibliothek verwalten.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 3</p> <p>Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-66: Digitale Teilebibliotheken nutzen

Klassenhierarchien systematisieren und Sachnummern nutzen		M72
<p>Beschreibung</p> <p>Gleiche Bauteile in mehreren Produkten bzw. Projekten zu verwenden bringt einen hohen Nutzen mit sich. Bereits bestehende Bauteile müssen nicht erneut konstruiert werden. Fertigungs- und Dokumentationsunterlagen liegen unter Umständen bereits vor. Durch steigende Stückzahlen dieses Bauteils können Skaleneffekte bei der Fertigung erreicht werden. Auch die Anzahl an Ersatzteilen kann sinken. Voraussetzung für eine Hohe Wiederverwendung und einer damit verbundenen Teilereduktion sind gut definierte Klassifikationssystematiken. Prüfen Sie die Erarbeitung von Klassenhierarchien und/oder Sachnummersystematiken für Ihr Unternehmen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 3</p> <p>Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassifikation 	

Bild A-67: Klassenhierarchien systematisieren und Sachnummern nutzen

Sachmerkmal-Leisten einführen		M73
<p>Beschreibung</p> <p>Sachmerkmal-Leisten dienen dem Zusammenfassen, Abgrenzen und Auswählen von genormten und nicht genormten, materiellen und immateriellen Gegenständen, die einander ähnlich sind. Sie unterstützen darüber hinaus das Dokumentieren und Speichern sowie das Austauschen von Daten. Hierdurch wird eine Suche in großen Datenbeständen vereinfacht und eine Mehrfachverwendung von Teilen in der Konstruktion unterstützt. In der Produktionsplanung dienen sie der Generierung von Stücklisten und Arbeitsplänen. Von sorgfältig ausgearbeiteten Sachmerkmal-Leisten profitieren die Unternehmensbereiche Entwicklung, Konstruktion, Einkauf, Verkauf, Ersatzteilwesen, Materialwirtschaft, Arbeitsvorbereitung und Fertigungssteuerung. Achten Sie darauf, dass die Sachmerkmal-Leisten kontinuierlich gepflegt werden. Detaillierte Informationen zu Sachmerkmal-Leisten (nach aktueller Norm Sachmerkmal-Listen) finden Sie in der DIN 4000.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassifikation 	

Bild A-68: Sachmerkmal-Leisten einführen

Klassifikationssystematik kontinuierlich pflegen		M74
<p>Beschreibung</p> <p>Ihr Produktspektrum verändert und entwickelt sich über die Jahre. Dies kann dazu führen, dass Ihre Klassifikationssystematik neue Bauteile oder Eigenschaften nicht mehr hinreichend abbildet. Prüfen Sie daher in regelmäßigen Abständen, ob die Klassifikationssystematik noch den Anforderungen der Anwender genügt und passen Sie sie bei Bedarf an. Hierbei ist zwingend darauf zu achten, dass die Komplexität und der Aufwand für die Klassifikation nicht zu hoch werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-69: Klassifikationssystematik kontinuierlich pflegen

Klassifikationssystematik durch Datenmanagement-System unterstützen		M75
<p>Beschreibung</p> <p>Bilden Sie Ihre Klassifikationssystematik in Ihrem Datenmanagement-System ab. Hierdurch werden Ihre Entwickler bei der Klassifikation der Teile unterstützt und das Wiederfinden wird vereinfacht.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 3</p> <p>Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-70: Klassifikationssystematik durch Datenmanagement-System unterstützen

Verwendungsnachweise und/oder Vorschaubilder nutzen		M76
<p>Beschreibung</p> <p>Nutzen Sie Systeme, die Ihnen die Möglichkeit bieten Verwendungsnachweise und Vorschaubilder anzuzeigen. Durch Verwendungsnachweise können Sie sehen, in welchen Baugruppen das derzeit betrachtete Bauteil bereits verwendet wird. Mit Hilfe von Vorschaubildern lassen sich gesuchte Objekte in kürzerer Zeit finden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-71: Verwendungsnachweise und/oder Vorschaubilder nutzen

Geometrische Suche einführen		M77
<p>Beschreibung</p> <p>Mit Hilfe der geometrischen Suche ist es möglich CAD-Daten zu finden, die einer von Ihnen vorgegebenen Skizze ähneln. Dies erspart viel Zeit beim Suchen nach Bauteilen und erhöht den Grad der Wiederverwendung. Am Markt sind verschiedene Anbieter für diese Werkzeuge aktiv.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-72: Geometrische Suche einführen

Produktmodularisierung einführen und vorantreiben		M78
<p>Beschreibung</p> <p>Die Modularisierung (Baukastenprinzip) ist die Aufteilung eines Ganzen in Teile, die als Module, Bauelemente oder Bausteine bezeichnet werden und über entsprechende Schnittstellen interagieren. Werden Funktionseinheiten in Mechanik, Hard- und Software eigenständig, sind sie für neue Maschinen oder Varianten ohne große Änderungen wiederverwendbar bzw. austauschbar. Die Modularität wirkt der steigenden Maschinenkomplexität entgegen. In einzelne Funktionsmodule strukturierte Maschinenkonzepte sind transparenter und somit durchschaubarer. Die Fehlerdiagnose vereinfacht sich. Insgesamt sinken Konstruktionsaufwände, Inbetriebnahme-Zeiten und ebenso der Aufwand für Reparatur und Instandhaltung.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-73: Produktmodularisierung einführen und vorantreiben

Modularen Aufbau in weiteren Bereichen weiterverwenden		M79
<p>Beschreibung</p> <p>Wenn der modulare Aufbau in der Entwicklung festgelegt wurde, kann dieser auch in weiteren Unternehmensbereichen weiterverwendet werden. Fertigungsunterlagen und Prüfpläne müssen nur einmal erstellt werden. Auch die Dokumentation kann so strukturiert werden, dass sie für ein Modul wiederverwendet werden kann.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-74: Verwendungsnachweise und/oder Vorschaubilder nutzen

Systematische Konfiguration durchführen		M80
Beschreibung Versuchen Sie einen möglichst hohen Anteil der geforderten Produktkomplexität durch Konfigurationen und Varianten abzudecken. Gehen Sie hierbei systematisch vor und nutzen Sie etablierte Konzepte wie bspw. das Mutterkonzept oder Konfigurationsregeln.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 3 Qualitätssteigerung 1	
	Weitere Informationen	

Bild A-75: Systematische Konfiguration durchführen

Produktkonfiguratoren einsetzen		M81
Beschreibung Mit Produktkonfiguratoren kann die Spezifikation von Produkten kundenindividuell für Angebote, Bestellungen und Aufträge erzeugt werden. Produktkonfiguratoren können als entscheidender Wettbewerbsvorteil von produzierenden Unternehmen und Handel angesehen werden. Durch die Vorteile eines Produktkonfigurator (fehlerfreie Angebote, kurze Reaktionszeiten, Minimierung der Reklamationsrate, Steigerung der Kundenzufriedenheit, etc.) werden Produktivitätssteigerungen im gesamten Unternehmen erzielt.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 2	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 3 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-76: Produktkonfiguratoren einsetzen

Sicht auf die Produktdaten abteilungsübergreifend abstimmen		M85
Beschreibung Stimmen Sie mit allen beteiligten Bereichen Ihres Unternehmens die Sicht auf Ihre Produktdaten ab. Wollen Sie mit einer konstruktions- oder einer fertigungsbezogenen Sicht arbeiten? Klären Sie Vor- und Nachteile der möglichen Sichten in Ihrem Unternehmen.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 1	
	Weitere Informationen	

Bild A-77: Sicht auf die Produktdaten abteilungsübergreifend abstimmen

Funktionsbereichbezogene Sicht auf das Produkt definieren		M86					
<p>Beschreibung Jeder Funktionsbereich benötigt andere Informationen über das Produkt sowie die Produktstruktur. In einigen Fällen ist es von Vorteil, für jeden dieser Funktionsbereiche eine individuelle Sicht auf das Produkt zu definieren. Den Mitarbeitern werden so nur die für sie relevanten Informationen präsentiert. Dies reduziert unnötige Suchvorgänge.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table> <tr> <td>Personalkosten</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td>3</td> </tr> </table>		Personalkosten	5	Investitionskosten	3	
	Personalkosten	5					
	Investitionskosten	3					
<p>Nutzenbewertung</p> <table> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td>2</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	2	Zeiteinsparung	2	Qualitätssteigerung	2
Kosteneinsparung	2						
Zeiteinsparung	2						
Qualitätssteigerung	2						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-78: Funktionsbereichbezogene Sicht auf das Produkt definieren

Änderungen systematisch dokumentieren		M87					
<p>Beschreibung Dokumentieren Sie durchgeführte Änderungen. So ist nachvollziehbar wann, welche Änderungen, zu welchem Zweck durchgeführt wurden. Bei gravierenden Änderungen sollten auch die Auswirkungen dokumentiert werden. So ist sichergestellt, dass die Folgen einer Änderung schon im Vorfeld durchdacht wurden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table> <tr> <td>Personalkosten</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td>0</td> </tr> </table>		Personalkosten	3	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	3					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td>1</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	4	Zeiteinsparung	2	Qualitätssteigerung	1
Kosteneinsparung	4						
Zeiteinsparung	2						
Qualitätssteigerung	1						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-79: Änderungen systematisch dokumentieren

Änderungsverfahren definieren		M88					
<p>Beschreibung Das Bedürfnis nach Änderungen ergibt sich in der Produktentwicklung aus verschiedensten Gründen wie bspw. funktionale Verbesserung, Kundenwunsch oder gesetzliche Bestimmung. Für jede Änderung sollte festgestellt werden, ob eine Änderung die Verkaufsfähigkeit des Produktes verbessert, wie hoch die zu erwartenden Aufwände sind und welche Auswirkungen auf andere Funktionen bestehen. So kann entschieden werden ob und in welchem Umfang eine Änderung durchgeführt wird. Um diese Entscheidung möglichst systematisch herbeizuführen, sollte ein Änderungsverfahren definiert werden. Dieses legt das Ablaufschema für Änderungen von der Idee bis zur Änderungsdurchführung fest. Zentrales Dokument innerhalb dieses Änderungsverfahrens ist der Änderungsantrag. Hier wird die gewünschte Änderung beschrieben und begründet. Darüber hinaus enthält es weitere Informationen, wie Kostenschätzungen oder mögliche Auswirkungen der Änderung. Hilfestellung bei der Definition des Änderungsverfahrens bzw. des Änderungsantrags gibt die DIN 6789 - 3: Änderungen von Dokumenten und Gegenständen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table> <tr> <td>Personalkosten</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td>1</td> </tr> </table>		Personalkosten	4	Investitionskosten	1	
	Personalkosten	4					
	Investitionskosten	1					
<p>Nutzenbewertung</p> <table> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td>2</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	5	Zeiteinsparung	3	Qualitätssteigerung	2
Kosteneinsparung	5						
Zeiteinsparung	3						
Qualitätssteigerung	2						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-80: Änderungsverfahren definieren

Änderungsverfahren durch Vorlagen unterstützen		M89
Beschreibung Geben Sie Ihren Mitarbeitern Vorlagen für das Änderungsverfahren an die Hand. Hierdurch werden die Akzeptanz des Prozesses erhöht und Fehler vermieden. So können Sie bspw. eine Checkliste zur Bewertung der Änderungsanfrage erarbeiten.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 4 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 1	
	Weitere Informationen	

Bild A-81: Änderungsverfahren durch Vorlagen unterstützen

Änderungsverfahren durch Workflows unterstützen		M90
Beschreibung Eine große Unterstützung geben Sie Ihren Entwicklern, wenn Sie das Änderungsverfahren durch Workflows in Ihrem PDM-System abbilden. So haben die Mitarbeiter direkten Zugriff auf die geänderten Daten und können automatisiert über das System informiert werden.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 1	
	Weitere Informationen	

Bild A-82: Änderungsverfahren durch Workflows unterstützen

Fachdisziplinübergreifende Änderungskommission gründen		M93
Beschreibung Entscheiden Sie abhängig von den Auswirkungen der Änderung in verschiedenen Instanzen über die Änderung. Definieren Sie, wann es ausreicht, dass zwei Personen über Änderungen entscheiden ("Vier-Augen-Prinzip") und wann eine fachdisziplinübergreifende Änderungskommission hierüber entscheiden muss. Eine fachdisziplinübergreifende Änderungskommission stellt sicher, dass die Vorstellungen aller betroffenen Bereiche berücksichtigt werden. In vielen Fällen haben Änderungen bspw. Auswirkung auf den späteren Fertigungsprozess. In einem solchen Fall sollte die Fertigung in die Entscheidungsfindung einbezogen werden.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 5 Zeiteinsparung 0 Qualitätssteigerung 5	
	Weitere Informationen	

Bild A-83: Fachdisziplinübergreifende Änderungskommission gründen

Änderungsmitteilungen systematisieren		M94
<p>Beschreibung Wenn nicht alle betroffenen Mitarbeiter zuverlässig über durchgeführte Änderungen informiert werden, kann es zu kostspieligen Fehlern kommen. Erarbeiten Sie eine Systematik zur Information über Änderungen. Hierfür können Sie bspw. E-Mail-Verteilerlisten einrichten.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2 Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4 Zeiteinsparung 0 Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-84: Änderungsmitteilungen systematisieren

Mitarbeiter mittels PDM-System über Änderungen informieren		M95
<p>Beschreibung Informieren Sie Ihre Mitarbeiter über Änderungen direkt im PDM-System. So können kostspielige Fehler durch nicht aktuelle Daten vermieden werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2 Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-85: Mitarbeiter mittels PDM-System über Änderungen informieren

Vollständige Analyse der Änderungsauswirkungen durchführen		M96
<p>Beschreibung Jede Änderung muss hinsichtlich Ihrer Auswirkungen bewertet werden. Welche Bereiche sind durch die Änderung noch betroffen? Ist eine technische Umsetzung möglich? Neben der technischen Bewertung ist aber auch eine wirtschaftliche Bewertung zwingend erforderlich. Welche Kosten verursacht eine Durchführung dieser Änderung? Erarbeiten Sie Kriterien nach denen sowohl die technischen als auch die wirtschaftlichen Auswirkungen bewertet werden können.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1 Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 5 Zeiteinsparung 1 Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-86: Vollständige Analyse der Änderungsauswirkungen durchführen

Änderungsverfahren für verschiedene Änderungsszenarien definieren		M97	
Beschreibung Änderungen können verschieden intensive Auswirkungen haben. Definieren Sie für verschiedene Änderungsszenarien verschiedene umfangreiche Änderungsverfahren. So sollten Änderungen in der Entwurfsphase anderen Formalien unterliegen, als Änderungen an Teilen mit Serienreife.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 0	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 0	
	Weitere Informationen		

Bild A-87: Änderungsverfahren für verschiedene Änderungsszenarien definieren

Freigabeverfahren mit Beteiligten abstimmen		M98	
Beschreibung Diskutieren Sie Ihr Freigabeverfahren mit allen Beteiligten und einigen Sie sich auf ein einheitliches Vorgehen. Prüfen Sie regelmäßig, ob Ihre Absprachen eingehalten und noch alle Bedürfnisse erfüllt werden.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 1	
	Weitere Informationen		

Bild A-88: Freigabeverfahren mit Beteiligten abstimmen

Freigabeverfahren systematisch erarbeiten und dokumentieren		M99	
Beschreibung Erarbeiten Sie in mehreren Workshops ein Konzept für Ihr Freigabemanagement. Berücksichtigen Sie hierbei verschiedene Fachdisziplinen. Klären Sie auch, inwieweit Sie Ihr Freigabemanagement durch Ihre IT-Systeme unterstützen lassen können. Dokumentieren Sie Ihren Freigabeprozess.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 0	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen		

Bild A-89: Freigabeverfahren systematisch erarbeiten und dokumentieren

Zuständigkeiten im Freigabeverfahren definieren		M100					
<p>Beschreibung</p> <p>Das Freigabeverfahren ist eine Kontrollinstanz in Ihrem Entwicklungsprozess. Hierüber wird sichergestellt, dass die Produktentwicklung nur dann in die nächste Phase übergeht, wenn alle dafür erforderlichen Ergebnisse vorliegen. Definieren Sie daher ganz genau wer, zu welchem Zeitpunkt und nach welchen Vorschriften die Freigabe erteilen kann. Informationen hierzu bietet u.a. die DIN 6789 - 5: Dokumentationssystematik - Freigabe in der Technischen Produktdokumentation.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Personalkosten	1	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	1					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	2	Zeiteinsparung	2	Qualitätssteigerung	1
Kosteneinsparung	2						
Zeiteinsparung	2						
Qualitätssteigerung	1						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-90: Zuständigkeiten im Freigabeverfahren definieren

Pflichtdokumente für die Freigabe definieren		M101					
<p>Beschreibung</p> <p>Eine Freigabe sollte nur dann erfolgen, wenn alle zu diesem Zeitpunkt erforderlichen Entwicklungsergebnisse vorliegen. Definieren Sie für verschiedene Freigaben ganz genau, welche entwicklungsrelevanten Dokumente vorzuliegen haben. Ihr Freigabeprozess wird so strukturiert und gestaltet sich wesentlich transparenter.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Personalkosten	1	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	1					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	1	Zeiteinsparung	1	Qualitätssteigerung	2
Kosteneinsparung	1						
Zeiteinsparung	1						
Qualitätssteigerung	2						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-91: Pflichtdokumente für die Freigabe definieren

Freigabemanagement durch das Datenmanagement-System unterstützen		M102					
<p>Beschreibung</p> <p>Bilden Sie in Ihrem Datenmanagementsystem Workflows zum Freigabemanagement ab. So werden die betroffenen Mitarbeiter automatisiert über notwendige bzw. durchgeführte Freigaben informiert.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Personalkosten	3	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	3					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	1	Zeiteinsparung	3	Qualitätssteigerung	1
Kosteneinsparung	1						
Zeiteinsparung	3						
Qualitätssteigerung	1						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-92: Freigabemanagement durch das Datenmanagement-System unterstützen

Freigaben mit Meilensteinen, Quality Gates etc. synchronisieren		M103
Beschreibung Stimmen Sie Ihr Freigabemanagement auf Ihre Meilensteine, Quality Gates o.ä. ab.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 0 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-93: Freigaben mit Meilensteinen, Quality Gates etc. synchronisieren

Sicherheitsrichtlinien zum Datenaustausch definieren		M104
Beschreibung Um ein hohes Maß an Datensicherheit zu gewährleisten, definieren Sie Richtlinien, die beim Austausch mit Externen zu berücksichtigen sind. Klären Sie hierbei, wer Daten austauschen darf und wie diese vorher "vereinfacht" werden müssen. Hier können auch rechtliche Aspekte, wie bspw. Geheimhaltungsvereinbarungen geklärt werden.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 0 Qualitätssteigerung 0	
	Weitere Informationen	

Bild A-94: Sicherheitsrichtlinien zum Datenaustausch definieren

Datenaustauschvorgänge nachhalten		M105
Beschreibung Halten Sie alle Datenaustauschvorgänge mit Externen in einem Dokument nach. So können Sie bei späteren Unklarheiten nachvollziehen, wer welche Daten an wen vergeben hat.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 0 Qualitätssteigerung 0	
	Weitere Informationen	

Bild A-95: Datenaustauschvorgänge nachhalten

Detaillierungsgrad der Daten beim Austausch verringern		M106
<p>Beschreibung</p> <p>Häufig benötigen Kunden oder Zulieferer nicht jedes Detail der CAD-Daten. Um Ihr Know-how zu schützen und auch die Datenmengen zu verkleinern, können Sie den Detaillierungsgrad Ihrer CAD-Daten verringern. Ein Beispiel ist eine Hüllfunktion bei der nur die äußere Hülle eines Modells behalten und das "Innenleben" entfernt wird. So haben Sie die Möglichkeiten nur noch die Informationen der Daten zu übergeben, die Ihr Kunde oder Zulieferer wirklich benötigt. Prüfen Sie, ob Ihr CAD-System solche Funktionen unterstützt. Am Markt sind auch eigenständige Systeme hierfür verfügbar.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 0</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-96: Detaillierungsgrad der Daten beim Austausch verringern

Rollenkonzept für Datenzugriffe erarbeiten		M107
<p>Beschreibung</p> <p>In der Regel ist es nicht nötig, dass jeder Nutzer alle Daten in Ihrem Datenmanagement-System sieht. Definieren Sie daher verschiedene Rollen in Ihrem System und statten Sie diese mit verschiedenen Rechten aus. Auch können die Daten auf verschiedene Weise dargestellt werden. Berücksichtigen Sie bei dem Rollenkonzept den Zugriff Externer.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-97: Rollenkonzept für Datenzugriffe erarbeiten

Verschiedene Entwicklungsstandorte in das PDM-System integrieren		M108
<p>Beschreibung</p> <p>Integrieren Sie die Entwicklungsstandorte, die an gemeinsamen Projekten arbeiten, in eine gemeinsame Datenbank. So haben die Entwickler verschiedener Standorte stets Zugriff auf die aktuellen Daten und können in die Workflows eingebunden werden. Aufwendige Datenaustauschvorgänge und -fehler werden so vermieden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 5</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-98: Verschiedene Entwicklungsstandorte in das PDM-System integrieren

Produktstruktur systematisch erarbeiten		M109
Beschreibung Führen Sie eine systematische Erarbeitung der Produktstruktur vor der konstruktiven Arbeit am CAD-System durch. So können verschiedene Ansätze wie Modularisierung, Baukastensysteme oder Plattformbauweise in die Produktgestaltung einfließen. Führen Sie hierzu ein Workshop mit einem interdisziplinären Team durch.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 3	
	Weitere Informationen	

Bild A-99: Produktstruktur systematisch erarbeiten

Vorgehen zum standortübergreifenden Datenaustausch definieren		M110
Beschreibung Etablieren Sie ein Standardvorgehen zum standortübergreifenden Austausch der Daten. Bei welchen Datenmengen sollen welche Medien genutzt werden? Wie werden die Daten vor dem Zugriff Dritter geschützt?	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 3 Qualitätssteigerung 3	
	Weitere Informationen	

Bild A-100: Vorgehen zum standortübergreifenden Datenaustausch definieren

ERP-System einführen		M111
Beschreibung Enterprise Resource Planning (ERP) hat sich als übergeordneter Begriff für Systeme etabliert, die die Auftragsabwicklung (warenorientierte, dispositive, logistische und abrechnungsbezogene Aufgaben) den Herstellprozess und weitere Prozesse zur kaufmännischen Unternehmensführung unterstützen. ERP-Systeme können die wichtigsten Geschäftsprozesse eines gesamten Unternehmens in einem einzigen Softwaresystem integrieren, welches den reibungslosen, unternehmensweiten Informationsaustausch ermöglicht. Durch die Einführung eines ERP-Systems können Sie die interne Wertschöpfungskette optimieren, Ihre Flexibilität steigern und so schneller auf Kundenwünsche reagieren und den Produktionsbedarf und die Lagerhaltung besser planen.	Kostenbewertung Personalkosten 5 Investitionskosten 5	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 5 Zeiteinsparung 5 Qualitätssteigerung 5	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Enterprise Resource Planning • Einführung von IT-Systemen • Erfolgsfaktor Mensch 	

Bild A-101: ERP-System einführen

Stücklisten mit dem ERP-System verwalten		M112					
<p>Beschreibung</p> <p>Verwalten Sie Ihre Stücklisten mit dem ERP-System. So werden die Auftragsabwicklung, der Herstellprozess und weitere Prozesse zur kaufmännischen Unternehmensführung optimal durch das System unterstützt.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> </table>		Personalkosten	3	Investitionskosten	2	
	Personalkosten	3					
	Investitionskosten	2					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	2	Zeiteinsparung	2	Qualitätssteigerung	2
Kosteneinsparung	2						
Zeiteinsparung	2						
Qualitätssteigerung	2						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-102: Stücklisten mit dem ERP-System verwalten

Stücklisten zwischen ERP- und PDM-System synchronisieren		M113					
<p>Beschreibung</p> <p>Zur Synchronisierung Ihrer Daten zwischen PDM- und ERP-System bieten viele Systeme entsprechende Schnittstellen. Die Schnittstellen vereinfachen die Engineering- und Beschaffungsprozesse durch Verschmelzen der Katalog-/Technikwelt mit den ERP-Sichten, ohne die gewohnten PDM-Arbeitsweisen signifikant zu beeinflussen. Informationen und aktuelle Konstruktionsdaten werden durch Neutralformate unternehmensweit verfügbar. Durch automatisierte Datenbankabgleiche steigern Sie die Durchgängigkeit Ihrer Prozesse. Prüfen Sie welche Möglichkeiten Ihre Systeme bieten. Klären Sie in Ihrem Prozess, wie häufig ein Abgleich zwischen den Systemen stattfinden sollte. Ist eine direkte Online-Kopplung nötig oder genügt es die Daten zu definierten Zeitpunkten offline zu synchronisieren?</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> </table>		Personalkosten	3	Investitionskosten	3	
	Personalkosten	3					
	Investitionskosten	3					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	3	Zeiteinsparung	3	Qualitätssteigerung	3
Kosteneinsparung	3						
Zeiteinsparung	3						
Qualitätssteigerung	3						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-103: Stücklisten zwischen ERP- und PDM-System synchronisieren

Dokumentationspflicht als Chance begreifen		M114					
<p>Beschreibung</p> <p>Die Dokumentation ist nicht nur eine Pflicht, sondern bietet Ihnen auch eine Chance Ihren internen und externen Kommunikationswege zu optimieren. Zudem hebt sich eine qualitativ hochwertige und optisch ansprechende Dokumentation von der Konkurrenz ab und wirbt zusätzlich für das Produkt und dessen Hersteller. Informieren Sie sich in der VDI4500 "Technische Dokumentation - Dokumentationsprozess: Planen – Gestalten – Erstellen".</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>		Personalkosten	1	Investitionskosten	1	
	Personalkosten	1					
	Investitionskosten	1					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	3	Zeiteinsparung	3	Qualitätssteigerung	3
Kosteneinsparung	3						
Zeiteinsparung	3						
Qualitätssteigerung	3						
<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potentiale der Dokumentation 							

Bild A-104: Dokumentationspflicht als Chance begreifen

Dokumentation als Marketinginstrument nutzen		M115
<p>Beschreibung</p> <p>Nutzen Sie die technische Dokumentation als Marketinginstrument. Eine qualitativ hochwertige und optisch ansprechende Dokumentation hebt sich von der Konkurrenz ab und wirbt zusätzlich für das Produkt und dessen Hersteller.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potentiale der Dokumentation 	

Bild A-105: Dokumentation als Marketinginstrument nutzen

Dokumentation zur Unterstützung der Kommunikation einsetzen		M116
<p>Beschreibung</p> <p>In jeder Phase des Produktlebenszyklus entsteht Interne Technische Dokumentation. Sie verhindert, dass erworbenes Wissen verloren geht und ist gleichzeitig auch der geforderte aussagefähige Nachweis des Produktherstellers hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen aus den verschiedenen Rechtsbereichen. Interne Technische Dokumentation stellt die Grundlage für die darauf aufbauende Externe Technische Dokumentation dar. Setzen Sie die technische Dokumentation zur Verbesserung der internen und externen Kommunikation ein. Auf Basis einer frühzeitig erstellten Dokumentation wird die Zusammenarbeit der verschiedenen Abteilungen verbessert und ein einheitliches Produktverständnis geschaffen. Auch der Einsatz der Dokumentation bei der Zusammenarbeit mit Kunden und Zulieferern erleichtert die Abstimmungsprozesse.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 1</p> <p>Zeiteinsparung 1</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potentiale der Dokumentation 	

Bild A-106: Dokumentation zur Unterstützung der Kommunikation einsetzen

Technischen Redakteur ernennen		M118
<p>Beschreibung</p> <p>Ernennen sie einen technischen Redakteur. Dieser übernimmt die Koordination und Organisation der Technischen Dokumentation. Er ist verantwortlich für jegliche Abläufe und die Einhaltung des definierten Dokumentationsprozesses. Definieren Sie das konkrete Aufgabenspektrum und die Verantwortlichkeiten des technischen Redakteurs.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-107: Technischen Redakteur ernennen

Technische Redaktion gründen		M119
<p>Beschreibung</p> <p>Gründen Sie eine technische Redaktion. Diese Abteilung übernimmt die komplette Organisation und den Großteil der Erstellung der technischen Dokumentation. Sie ist verantwortlich für die Einhaltung des Dokumentationsprozesses. Definieren Sie das konkrete Aufgabenspektrum und die Verantwortlichkeiten der technischen Redaktion.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 5</p> <p>Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-108: Technische Redaktion gründen

Redaktionshandbuch erstellen		M120
<p>Beschreibung</p> <p>Definieren Sie Standards wie Ihre Dokumentation zu erstellen ist, wie sie aufgebaut sein soll und wie sie auszusehen hat. Fassen Sie diese Standards in einem Redaktionshandbuch zusammen. Erarbeiten Sie Vorlagen, auf Basis derer die Dokumentation erstellt werden kann. Das Benutzen eines Redaktionshandbuchs ermöglicht eine systematische Erstellung der technischen Dokumentation. Dadurch werden die Dokumentationsprozesse transparent, das Erstellen der technischen Dokumentation wird effizient und die Dokumente lassen sich in ihrer Qualität verbessern.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-109: Redaktionshandbuch erstellen

Dokumentation modularisieren		M121
<p>Beschreibung</p> <p>Modularisieren Sie die Dokumentation. Durch die Einführung fester Dokumentationsmodule bspw. in Form von "Textbausteinen" wird die Erstellung der Dokumentation vereinfacht und der Zeitaufwand reduziert. Zusätzlich vereinfachen "Textbausteine" die Übersetzung. Stimmen Sie die Module nach Möglichkeit mit den Produktbaukästen ab.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 1</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-110: Dokumentation modularisieren

Content-Management-System verwenden		M122
Beschreibung Verwenden Sie zur Verwaltung der Dokumentationsinhalte Content-Management-Systeme. Ein Content-Management-System (CMS) ist eine Software zur gemeinschaftlichen Erstellung, Bearbeitung und Organisation von Inhalten. Diese können aus Text- und Graphik-Dokumenten bestehen. Ein Autor kann ein solches System in den meisten Fällen ohne Programmierkenntnisse bedienen. Das vereinfacht die Zusammenarbeit der beteiligten Personen der Technischen Dokumentation und erhöht eine Wiederverwendung bestehender Dokumentationsteile. Auch eine Versionsverwaltung wird so stark vereinfacht.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 3	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 4 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Einführung von IT-Systemen • Erfolgsfaktor Mensch 	

Bild A-111: Content-Management-System verwenden

Dokumentationsprozess diskutieren und Prozessbeschreibung anlegen		M123
Beschreibung Diskutieren Sie den Dokumentationsprozess mit ihren Mitarbeitern. Das steigert die Akzeptanz des Dokumentationsprozesses bei den Mitarbeitern und zeigt Optimierungspotentiale auf. Dokumentieren Sie zusätzlich den Prozess, um ihn den Mitarbeitern jederzeit verfügbar zu machen.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-112: Dokumentationsprozess diskutieren und Prozessbeschreibung anlegen

Dokumentationsprozess mit Prozessmodellierungssprache beschreiben		M124
Beschreibung Nehmen Sie die Dokumentationsprozesse mit einer Prozessmodellierungssprache (Bsp. ARIS, EPK, OMEGA) auf. Die Schnittstellen der Dokumentation zu anderen Prozessen werden so für die Mitarbeiter ersichtlich. Prozessmodelle sind verständlicher und eindeutiger als textuelle Beschreibungen.	Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Methode OMEGA • OMEGA Beispielprozess 	

Bild A-113: Dokumentationsprozess mit Prozessmodellierungssprache beschreiben

Mitarbeiter in Dokumentationsprozess einführen		M125					
<p>Beschreibung</p> <p>Vermitteln Sie ihren neuen Mitarbeitern den Dokumentationsprozess in einer Einführung. Geben Sie ihnen zusätzlich Zugriff auf die Prozessbeschreibung und das Redaktionshandbuch, damit die einzelnen Prozessschritte jederzeit nachgelesen werden können.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Personalkosten	1	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	1					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	1	Zeiteinsparung	1	Qualitätssteigerung	1
Kosteneinsparung	1						
Zeiteinsparung	1						
Qualitätssteigerung	1						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-114: Mitarbeiter in Dokumentationsprozess einführen

3D-Konstruktionsdaten für die Dokumentation bereitstellen		M126					
<p>Beschreibung</p> <p>Stellen Sie Ihrer Dokumentation Kopien der 3D-Daten zur Verfügung. Dies kann im Original- oder Austauschdateiformat geschehen. So kann die Dokumentation die 3D-Ansichten der Produkte leicht erstellen. Eine Verknüpfung mit den Originaldaten ist nicht unbedingt erforderlich. Allerdings verursachen Änderungen an den Originaldaten so einen manuellen Anpassungsprozess in der Dokumentation.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Personalkosten	0	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	0					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	0	Zeiteinsparung	0	Qualitätssteigerung	0
Kosteneinsparung	0						
Zeiteinsparung	0						
Qualitätssteigerung	0						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-115: 3D-Konstruktionsdaten für die Dokumentation bereitstellen

Dokumentationsprozess durch Hilfsmittel unterstützen		M127					
<p>Beschreibung</p> <p>Dokumentieren Sie Aufgabenfolgen in Checklisten, Laufflisten, o.ä. Hierdurch unterstützen Sie Ihre Mitarbeiter und eine Einhaltung des definierten Dokumentationsprozesses wird gefördert.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Personalkosten	2	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	2					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	4	Zeiteinsparung	4	Qualitätssteigerung	4
Kosteneinsparung	4						
Zeiteinsparung	4						
Qualitätssteigerung	4						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-116: Dokumentationsprozess durch Hilfsmittel unterstützen

Dokumentationsprozess durch Workflowmanagement-System unterstützen		M128
Beschreibung Unterstützen Sie den Dokumentationsprozess durch ein Workflowmanagement-System. Es vereinheitlicht den Prozess, steigert die Qualität und reduziert die Bearbeitungszeit sowie die damit verbundenen Kosten. Im Idealfall wird der Workflow im PDM-System eingebunden, um direkt auf alle dokumentationsrelevanten Daten zugreifen zu können.	Kostenbewertung Personalkosten 4 Investitionskosten 3	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 1	
	Weitere Informationen	

Bild A-117: Dokumentationsprozess durch Workflowmanagement-System unterstützen

Dokumentation so früh wie möglich erstellen		M129
Beschreibung Starten Sie den Dokumentationsprozess bereits in der Konzeptphase. Durch den parallelen Ablauf von Dokumentation und Produktentwicklung wird der Verlust von Produktinformationen und ein zeitlicher Verzug zwischen Fertigstellung des Produktes und der Dokumentation verhindert.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 0 Zeiteinsparung 5 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-118: Dokumentation so früh wie möglich erstellen

Dokumentation bereits in der Produktplanung berücksichtigen		M130
Beschreibung Berücksichtigen Sie den Dokumentationsprozess schon bei der Produktplanung. So kann der technische Redakteur frühzeitig auf benötigte Informationen hinweisen. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die Einhaltung von gesetzlichen Richtlinien wichtig.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 5 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-119: Dokumentation bereits in der Produktplanung berücksichtigen

Zuständigkeiten der Konstruktion bei Änderungen klären		M131
<p>Beschreibung Definieren Sie die Kommunikationswege und -pflichten zwischen Konstruktion und Technischer Dokumentation. Die Konstruktion sollte sich i.d.R. bei Änderungen selbstständig mit der Dokumentation in Verbindung setzen, damit die Änderungen direkt übernommen werden können. So bleibt der Stand der Dokumentation immer aktuell.</p>	<p>Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 3 Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-120: Zuständigkeiten der Konstruktion bei Änderungen klären

Dokumentation in das Änderungsmanagement einbinden		M132
<p>Beschreibung Die Dokumentation sollte in das System für das Änderungsmanagement eingebunden sein. So können alle Änderungen zeitnah in die Dokumentation aufgenommen werden.</p>	<p>Kostenbewertung Personalkosten 4 Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 4 Qualitätssteigerung 1</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-121: Dokumentation in das Änderungsmanagement einbinden

Professionelle Satz- und Layoutsoftware verwenden		M133
<p>Beschreibung Verwenden Sie für die Erstellung der Dokumentation professionelle Satz- und Layout-Software (Bsp. Adobe Indesign). Hierdurch wird ein besseres Erscheinungsbild erreicht und eine teilautomatisierte Erstellung bzw. Aktualisierung ermöglicht.</p>	<p>Kostenbewertung Personalkosten 3 Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung Kosteneinsparung 0 Zeiteinsparung 0 Qualitätssteigerung 5</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-122: Professionelle Satz- und Layoutsoftware verwenden

Dokumentation durch Grafiken, Fotos und Illustrationen aufwerten		M134
<p>Beschreibung</p> <p>Werten Sie die Dokumentation durch Grafiken, Illustrationen und Fotos auf. Das verbessert das Gesamtbild der Dokumentation. Komplexe Sachverhalte lassen sich zudem durch Grafiken oder Illustrationen mit wenigen Worten erklären.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 1</p> <p>Zeiteinsparung 0</p> <p>Qualitätssteigerung 5</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-123: Dokumentation durch Grafiken, Fotos und Illustrationen aufwerten

3D-Daten der Konstruktion für Grafiken verwenden		M135
<p>Beschreibung</p> <p>Verwenden Sie für die Erstellung von Grafiken die 3D-Daten aus der Konstruktion. Dadurch wird der zeitliche Aufwand reduziert, da die Grafiken für die Dokumentation nicht neu erstellt werden müssen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 5</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-124: 3D-Daten der Konstruktion für Grafiken verwenden

Grafiken durch Renderings erstellen		M136
<p>Beschreibung</p> <p>Vielfach erfolgt die Verwendung von 3D-Modellen in der Dokumentation durch einen einfachen Screenshot im CAD-System. Die Qualität dieser Bilder ist jedoch unzureichend. Weitaus bessere Qualität bieten Renderings, die direkt aus dem CAD-System oder einem Viewer erstellt werden. Viele CAD-Systeme haben solche Renderingfunktionen bereits integriert.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 1</p> <p>Zeiteinsparung 1</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-125: Grafiken durch Renderings erstellen

Grafiken mit spezieller Software zur Erstellung technischer Dokumentationen erstellen		M137
<p>Beschreibung</p> <p>Spezielle Software (bspw. Dassault 3D Via Composer, Inventor Publisher, IsoDraw) ermöglicht es Anwendern, die nicht mit CAD-Software arbeiten, assoziative 2D- und 3D-Produktdokumentationen direkt aus vorhandenen 3D-CAD-Daten zu erstellen. Mit den integrierten Funktionen dieser Tools lassen sich 2D-Zeichnungen sowie Explosionszeichnungen erstellen. Es können sowohl 3D-Animationen als auch Bilder mit hoher Auflösung in unterschiedlichsten Formaten angefertigt werden. Durch die Assoziation der Produktdokumentation mit den CAD-Daten muss die Dokumentation nicht neu erstellt oder von Grund auf überarbeitet werden, wenn am Produkt selbst Änderungen vorgenommen wurden. In der Dokumentation können so erhebliche Einsparungen bzgl. Zeit und Nacharbeitskosten erzielt werden. Durch die durchgängige Verwendung von 3D-Produktdaten wird darüber hinaus die Qualität gesteigert.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 3</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung von IT-Systemen • Erfolgsfaktor Mensch 	

Bild A-126: Grafiken mit Software zur Erstellung techn. Dokumentationen erstellen

3D-Daten mit Konstruktionsdaten verknüpfen		M138
<p>Beschreibung</p> <p>Verknüpfen Sie die 3D-Daten für die Dokumentation mit den Konstruktionsdaten. So werden Änderungen in den Konstruktionsdaten automatisiert in die Dokumentation aufgenommen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 0</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-127: 3D-Daten mit Konstruktionsdaten verknüpfen

Speziell aufbereitete Dokumente für Schulungen benutzen		M139
<p>Beschreibung</p> <p>Die Produktschulung des Kunden ist häufig fester Bestandteil des Kaufvertrags. Um dem Kunden auch hier höchste Qualität bieten zu können, reicht es nicht aus, die Schulung auf Basis der vorhandenen Produktdokumentation zu machen. Bereiten Sie stattdessen spezielle Schulungsunterlagen didaktisch auf. Setzen Sie bei komplexen Zusammenhängen verstärkt auf Illustrationen, die die Problemstellung eingängig visualisieren.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 0</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-128: Speziell aufbereitete Dokumente für Schulungen benutzen

Schulungen durch moderne Technologien ergänzen		M140
Beschreibung Ergänzen Sie Ihr Schulungskonzept durch moderne Technologien (bspw. eLearning). Dadurch steigern Sie die Attraktivität der Schulungen und machen sie effizienter.	Kostenbewertung Personalkosten 5 Investitionskosten 4	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 0 Zeiteinsparung 3 Qualitätssteigerung 5	
	Weitere Informationen	

Bild A-129: Schulungen durch moderne Technologien ergänzen

Marketing- und Vertriebsunterlagen durch Marketing und Vertrieb aufbereiten lassen		M141
Beschreibung Lassen Sie die 3D-Daten für Marketing und Vertrieb durch die Abteilung selbst aufbereiten. Die Konstruktion sollte nur die Rohdaten zur Verfügung stellen. So können sich die Konstrukteure auf die Arbeit am CAD-System konzentrieren.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 1 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-130: Vertriebsunterlagen durch Marketing oder Vertrieb aufbereiten lassen

3D-Daten für Fertigungsunterlagen nutzen		M142
Beschreibung CAD-Systeme ermöglichen es, beliebige Darstellungen und selbstredend auch die Ansichten und Schnitte einer technischen Zeichnung automatisch aus vorhandenen 3D-Daten zu generieren. Nutzen Sie diese Möglichkeit für die Aufbereitung Ihrer Fertigungsunterlagen. Erweitern Sie diese zusätzlich um 3D-Ansichten der Bauteile.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 1	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-131: 3D-Daten für Fertigungsunterlagen nutzen

Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von Virtual Reality prüfen		M143					
<p>Beschreibung</p> <p>Beschäftigen Sie sich mit dem Nutzen und den Einsatzmöglichkeiten von Virtual Reality. Für den Einsatz von Virtual Reality bieten sich vielfältige Anwendungen wie bspw. Design, Ergonomie, Wartungsuntersuchungen, Bau- raumuntersuchungen, Training, Schulung, Vertrieb und Marketing an. Der Einsatz von Virtual Reality kann für Unternehmen aller Größenordnungen interessant sein.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Personalkosten	1	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	1					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	2	Zeiteinsparung	2	Qualitätssteigerung	1
Kosteneinsparung	2						
Zeiteinsparung	2						
Qualitätssteigerung	1						
<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsgebiete Virtual Reality 							

Bild A-132: Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von Virtual Reality prüfen

Erfahrung im Bereich Virtual Reality mit externen Anbietern sammeln		M144					
<p>Beschreibung</p> <p>Die Anschaffung einer eigenen Ausstattung für Virtual Reality (VR) ist sehr zeit- und kostenintensiv. VR-Analyse in den Räumlichkeiten von Dienstleis- tern sind hingegen einfach möglich. Suchen Sie sich einen VR-Dienstleister und nutzen Sie dessen Infrastruktur.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> </table>		Personalkosten	1	Investitionskosten	2	
	Personalkosten	1					
	Investitionskosten	2					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	4	Zeiteinsparung	3	Qualitätssteigerung	1
Kosteneinsparung	4						
Zeiteinsparung	3						
Qualitätssteigerung	1						
<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsgebiete Virtual Reality 							

Bild A-133: Erfahrung im Bereich Virtual Reality mit externen Anbietern sammeln

Möglichkeiten einer eigenen VR-Ausstattung prüfen		M145					
<p>Beschreibung</p> <p>Wenn Sie häufig VR-Anwendungen durchführen, kann die Installation einer eigenen VR-Ausstattung interessant sein. Prüfen Sie den Nutzen einer eigen- en VR-Ausstattung für Ihr Unternehmen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> </table>		Personalkosten	5	Investitionskosten	5	
	Personalkosten	5					
	Investitionskosten	5					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	4	Zeiteinsparung	3	Qualitätssteigerung	1
Kosteneinsparung	4						
Zeiteinsparung	3						
Qualitätssteigerung	1						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-134: Möglichkeiten einer eigenen VR-Ausstattung prüfen

Verschiedene Personengruppen in VR-Produktanalysen einbinden		M146
Beschreibung Virtual Reality Anwendungen schaffen ein einheitliches Produktverständnis. Durch die realistische Darstellung wird ein guter Eindruck des zukünftigen Produktes vermittelt. Binden Sie in die VR-Analysen verschiedene Personengruppen aus bspw. Fertigung, Entwicklung oder Vertrieb ein. Auch die Einbindung von Kunden und Zulieferern ist möglich.	Kostenbewertung Personalkosten 0 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 4 Zeiteinsparung 4 Qualitätssteigerung 4	
	Weitere Informationen	

Bild A-135: Verschiedene Personengruppen in VR-Produktanalysen einbinden

Virtual Reality für Marketing und Vertrieb einsetzen		M147
Beschreibung Setzen Sie VR-Anwendungen für Marketing- und Vertriebszwecke ein. Die Produktpräsentation in VR vermittelt die Gestalt sowie die Funktionsweise Ihres Produkts und stellt ein Begeisterungsmerkmal für den Kunden dar. Möglichkeiten zur Produktpräsentation in VR bieten bspw. Messen.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 2	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 0 Zeiteinsparung 4 Qualitätssteigerung 4	
	Weitere Informationen <ul style="list-style-type: none"> Anwendungsgebiete Virtual Reality 	

Bild A-136: Virtual Reality für Marketing und Vertrieb einsetzen

Prozesskette zur Datenkonvertierung erarbeiten		M148
Beschreibung Die Datenkonvertierung für VR kann sehr aufwändig sein. Erarbeiten Sie daher Prozessketten zur Datenkonvertierung und dokumentieren Sie diese. So muss nicht bei jedem Modell für die VR-Umgebung erneut ein Weg für die Konvertierung gefunden werden. Sie sparen Zeit und Geld.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 5 Qualitätssteigerung 0	
	Weitere Informationen	

Bild A-137: Prozesskette zur Datenkonvertierung erarbeiten

VR-Umgebung in das PDM-System einbinden		M149
<p>Beschreibung</p> <p>Integrieren Sie Ihre VR -Umgebung in Ihr PDM-System. Definieren Sie hierfür Konvertierungsroutinen. So stehen die Daten direkt für eine Aufbereitung für die VR-Umgebung zur Verfügung.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 5</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-138: VR-Umgebung in das PDM-System einbinden

Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von Simulation prüfen		M150
<p>Beschreibung</p> <p>Der vielfältige Nutzen der Simulation in der Produktentwicklung ist gegeben: Kürzere Entwicklungszeiten, geringere Herstellkosten, Reduktion des späteren Änderungsaufwandes, höhere Qualität und eine schnelle Reaktion auf verschärfte Richtlinien können durch den frühzeitigen und begleitenden Einsatz von Simulation erreicht werden. Mit Simulationen können Produkte bevor sie gebaut werden am Bildschirm auf ihre Tauglichkeit überprüft und es können notwendige Änderungen schnell und ohne großen Aufwand vorgenommen werden. Beschäftigen Sie sich mit den Möglichkeiten die Simulationen bieten und prüfen Sie, in welchen Bereichen Sie Simulationen in Ihrem Unternehmen einsetzen können.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-139: Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von Simulation prüfen

Entwickler von Vorteilen der Simulation überzeugen		M151
<p>Beschreibung</p> <p>Die Simulation nachhaltig in Ihrem Unternehmen zu etablieren, kann nur gelingen, wenn auch Ihre Entwickler von den Vorteilen der Simulation überzeugt sind. Informieren Sie Ihre Entwickler über die Möglichkeiten der Simulation und zeigen Sie konkrete Anwendungsgebiete auf. Führen Sie einfache Simulationen mit externen Dienstleistern durch, um die Entwickler davon zu überzeugen, dass auch die Herausforderungen Ihres Unternehmens mit Hilfe der Simulation bearbeitet werden können. In der Führungsebene des Unternehmens sollte es einen Verantwortlichen geben, der sich für den Ausbau der Simulationsaktivitäten aktiv einsetzt.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-140: Entwickler von Vorteilen der Simulation überzeugen

Führungsebene von Vorteilen der Simulation überzeugen		M152
<p>Beschreibung</p> <p>Die Simulation nachhaltig in Ihrem Unternehmen zu etablieren, kann nur gelingen, wenn auch die Führungsebene von den Vorteilen der Simulation überzeugt ist. Informieren Sie die Führungsebene über die Möglichkeiten der Simulation und zeigen Sie konkrete Anwendungsgebiete auf. Führen Sie einfache Simulationen mit externen Dienstleistern durch, um die Führungsebene davon zu überzeugen, dass auch die Herausforderungen Ihres Unternehmens mit Hilfe der Simulation bearbeitet werden können. Überzeugen Sie mindestens eine Person der Führungsebene davon sich aktiv für den Ausbau der Simulationsaktivitäten einzusetzen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 0</p> <p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-141: Führungsebene von Vorteilen der Simulation überzeugen

Erste Erfahrungen im Bereich Simulation sammeln		M153
<p>Beschreibung</p> <p>Mit einer frühzeitigen und begleitenden Simulation erreichen Sie kürzere Entwicklungszeiten, geringere Herstellkosten, Reduktion des späteren Änderungsaufwandes, Steigerung der Innovation, höhere Qualität und eine schnelle Reaktion auf verschärfte Richtlinien. Prüfen Sie, welche Ihrer Problemstellungen simuliert werden könnten. Sprechen Sie mit externen Simulationsexperten und wählen Sie zunächst eine einfache Problemstellung, um diese von externen Dienstleistern simulieren zu lassen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 2</p> <p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-142: Erste Erfahrungen im Bereich Simulation sammeln

Simulation als Werkzeug im Produktentwicklungsprozess etablieren		M154
<p>Beschreibung</p> <p>Bauen Sie den Einsatz der Simulation im Produktentwicklungsprozess aus, indem Sie eine systematische Produktabsicherung verfolgen. Definieren Sie dazu bspw. typische Problemstellungen, die vor der Freigabe simuliert und analysiert werden müssen. Auch ist eine simulative Absicherung von Produkteigenschaften im Rahmen von Quality Gates o.ä. denkbar.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 5</p> <p>Investitionskosten 5</p> <p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 5</p> <p>Zeiteinsparung 5</p> <p>Qualitätssteigerung 5</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-143: Simulation als Werkzeug im Produktentwicklungsprozess etablieren

Einsatzpotentiale der Simulation durch externen Experten erneut prüfen lassen		M155
<p>Beschreibung</p> <p>Die Simulationssysteme haben mittlerweile eine technische Reife erreicht, mit der zuverlässige Aussagen getroffen werden können. Die Simulation sollte Bestandteil jeder Entwicklung sein. Prüfen Sie erneut die Möglichkeiten der Simulation. Prüfen Sie, welche Ihrer Problemstellungen simuliert werden könnten. Sprechen Sie mit externen Simulationsexperten und wählen Sie zunächst eine einfache Problemstellung, um diese von externen Dienstleistern simulieren zu lassen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-144: Potentiale der Simulation durch externen Experten erneut prüfen lassen

Mit Simulationsdienstleistern zusammen arbeiten		M156
<p>Beschreibung</p> <p>Dienstleister weisen viel Wissen und Erfahrung in ihrem Simulationsgebiet auf. Dieses Know-how sollten Sie sich vor allem beim Einstieg in ein neues Simulationsgebiet zu Nutze machen. Auch Belastungsspitzen Ihrer Simulationsexperten können durch externe Dienstleister abgefangen werden. Wählen Sie Ihre Partner sorgfältig aus und streben Sie eine langjährige Zusammenarbeit an. So lernt der Dienstleister Ihre Problemstellungen intensiv kennen und langwierige Einarbeitungen entfallen mit der Zeit.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 1</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-145: Mit Simulationsdienstleistern zusammen arbeiten

Strukturmechanikanalysen (FEM) mit Dienstleistern durchführen		M157
<p>Beschreibung</p> <p>Mit einer frühzeitigen und begleitenden Simulation erreichen Sie kürzere Entwicklungszeiten, geringere Herstellkosten, Reduktion des späteren Änderungsaufwandes, Steigerung der Innovation, höhere Qualität und eine schnelle Reaktion auf verschärfte Richtlinien. Prüfen Sie, welche Ihrer Problemstellungen im Bereich der Strukturanalyse simuliert werden könnten. Sprechen Sie mit externen Simulationsexperten und wählen Sie zunächst eine einfache Problemstellung, um diese von externen Dienstleistern simulieren zu lassen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 2</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-146: Strukturmechanikanalysen (FEM) mit Dienstleistern durchführen

Eigene Ressourcen für Strukturmechanikanalysen (FEM) aufbauen		M158
Beschreibung Bauen Sie eigene Ressourcen für Simulationen im Bereich der Strukturmechanik auf. Beschränken Sie sich hier auf wenige Mitarbeiter. Bilden Sie diese Mitarbeiter zu Experten aus und schicken Sie sie auf Weiterbildungen. Die Experten sollten mindestens 50% Ihrer Arbeitszeit mit der Simulationstätigkeit beschäftigt sein.	Kostenbewertung Personalkosten 4 Investitionskosten 4	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 4 Zeiteinsparung 4 Qualitätssteigerung 4	
	Weitere Informationen	

Bild A-147: Eigene Ressourcen für Strukturmechanikanalysen (FEM) aufbauen

Einfache Strukturmechanikanalysen (FEM) direkt vom Entwickler durchführen lassen		M160
Beschreibung Um Ihre Experten zu entlasten, können einfache Strukturmechanikanalysen auch direkt vom Entwickler durchgeführt werden. Viele CAD-Systeme bieten für einfache Analysen meist integrierte Werkzeuge. Definieren Sie, welche Problemstellungen von den Entwicklern selbst bearbeitet werden können. Geben Sie Vorgaben, wie die Randparameter zu ermitteln sind.	Kostenbewertung Personalkosten 4 Investitionskosten 5	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 3 Zeiteinsparung 5 Qualitätssteigerung 0	
	Weitere Informationen	

Bild A-148: Einfache Strukturmechanikanalysen vom Entwickler durchführen lassen

Weiterbildung für Strukturmechanikanalysen (FEM) anbieten		M162
Beschreibung Die Simulationen bietet Ihnen ein sehr hoch zu bewertenden Nutzen. Aber gerade bei der Simulation ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Personen wissen, was Sie tun. Fehler in der Modellbildung führen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Fehlern in den Ergebnissen und letztlich zu fehlerhaften Teilen. Dies kann durch eine gute Ausbildung der Simulationsexperten verhindert werden.	Kostenbewertung Personalkosten 2 Investitionskosten 2	
	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2	
	Weitere Informationen	

Bild A-149: Weiterbildung für Strukturmechanikanalysen (FEM) anbieten

Strömungsanalysen (CFD) mit Dienstleistern durchführen		M164
<p>Beschreibung</p> <p>Mit einer frühzeitigen und begleitenden Simulation erreichen Sie kürzere Entwicklungszeiten, geringere Herstellkosten, Reduktion des späteren Änderungsaufwandes, Steigerung der Innovation, höhere Qualität und eine schnelle Reaktion auf verschärfte Richtlinien. Prüfen Sie, welche Ihrer Problemstellungen im Bereich der Strömungsmechanik simuliert werden könnten. Sprechen Sie mit externen Simulationsexperten und wählen Sie zunächst eine einfache Problemstellung, um diese von externen Dienstleistern simulieren zu lassen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-150: Strömungsanalysen (CFD) mit Dienstleistern durchführen

Eigene Ressourcen für Strömungsanalysen (CFD) aufbauen		M165
<p>Beschreibung</p> <p>Bauen Sie eigene Ressourcen für Simulationen im Bereich der Strömungsmechanik auf. Beschränken Sie sich hier auf wenige Mitarbeiter. Bilden Sie diese Mitarbeiter zu Experten aus und schicken Sie sie auf Weiterbildungen. Die Experten sollten mindestens 50% Ihrer Arbeitszeit mit der Simulationstätigkeit beschäftigt sein.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 5</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-151: Eigene Ressourcen für Strömungsanalysen (CFD) aufbauen

Weiterbildung für Strömungsanalysen (CFD) anbieten		M169
<p>Beschreibung</p> <p>Die Simulationen bietet Ihnen ein sehr hoch zu bewertenden Nutzen. Aber gerade bei der Simulation ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Personen wissen, was Sie tun. Fehler in der Modellbildung führen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Fehlern in den Ergebnissen und letztlich zu fehlerhaften Teilen. Dies kann durch eine gute Ausbildung der Simulationsexperten verhindert werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-152: Weiterbildung für Strömungsanalysen (CFD) anbieten

Mehrkörpersystemanalysen (MKS) mit Dienstleistern durchführen		M171
<p>Beschreibung</p> <p>Mit einer frühzeitigen und begleitenden Simulation erreichen Sie kürzere Entwicklungszeiten, geringere Herstellkosten, Reduktion des späteren Änderungsaufwandes, Steigerung der Innovation, höhere Qualität und eine schnelle Reaktion auf verschärfte Richtlinien. Prüfen Sie, welche Ihrer Problemstellungen bei Mehrkörpersystemen simuliert werden könnten. Sprechen Sie mit externen Simulationsexperten und wählen Sie zunächst eine einfache Problemstellung, um diese von externen Dienstleistern simulieren zu lassen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • BestPractice Mehrkörpersimulation 	

Bild A-153: Mehrkörpersystemanalysen (MKS) mit Dienstleistern durchführen

Eigene Ressourcen für Mehrkörpersystemanalysen (MKS) aufbauen		M172
<p>Beschreibung</p> <p>Bauen Sie eigene Ressourcen für Simulationen im Bereich der Mehrkörpersysteme auf. Beschränken Sie sich hier auf wenige Mitarbeiter. Bilden Sie diese Mitarbeiter zu Experten aus und schicken Sie sie auf Weiterbildungen. Die Experten sollten mindestens 50% Ihrer Arbeitszeit mit der Simulationstätigkeit beschäftigt sein.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 5</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 4</p> <p>Zeiteinsparung 4</p> <p>Qualitätssteigerung 4</p>	
	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • BestPractice Mehrkörpersimulation 	

Bild A-154: Eigene Ressourcen für Mehrkörpersystemanalysen (MKS) aufbauen

Weiterbildung für Mehrkörpersystemanalysen (MKS) anbieten		M176
<p>Beschreibung</p> <p>Die Simulationen bietet Ihnen ein sehr hoch zu bewertenden Nutzen. Aber gerade bei der Simulation ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Personen wissen, was Sie tun. Fehler in der Modellbildung führen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Fehlern in den Ergebnissen und letztlich zu fehlerhaften Teilen. Dies kann durch eine gute Ausbildung der Simulationsexperten verhindert werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 3</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 2</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-155: Weiterbildung für Mehrkörpersystemanalysen (MKS) anbieten

Zentralen Ansprechpartner für die Zusammenarbeit mit Simulationsdienstleistern ernennen M177	
<p>Beschreibung</p> <p>Viele Fragestellungen bei der Vergabe von Simulationsdienstleistungen wiederholen sich mit der Zeit. Lassen Sie die Kommunikation mit externen Simulationsdienstleistern daher über nur einen Ansprechpartner laufen. Dieser hat langfristig die Antworten auf viele Fragestellungen parat und baut zusätzlich eigene Kompetenzen auf. Die Zusammenarbeit mit dem externen Dienstleister kann so wesentlich effizienter gestaltet werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 0</p> <p>Investitionskosten 0</p>
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>
	<p>Weitere Informationen</p>

Bild A-156: Ansprechpartner für Kooperation mit Simulationsdienstleistern ernennen

Strategie zum Ausbau der Simulationsaktivitäten erarbeiten M179	
<p>Beschreibung</p> <p>Diskutieren Sie in einer Arbeitsgruppe "Simulation" die Herausforderungen, vor denen Ihre Entwicklung in Zukunft stehen wird. Welche Aufgabenstellungen werden bisher mit Simulation bearbeitet und welche sollen in Zukunft bearbeitet werden? Welche Möglichkeiten bietet Ihnen der Markt an etablierten Lösungen? Erarbeiten Sie eine Strategie zum stufenweisen und strukturierten Ausbau Ihrer Simulationsaktivitäten.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 3</p> <p>Investitionskosten 1</p>
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 5</p>
	<p>Weitere Informationen</p>

Bild A-157: Strategie zum Ausbau der Simulationsaktivitäten erarbeiten

Kommunikation zwischen den Simulationsexperten fördern M180	
<p>Beschreibung</p> <p>Etablieren Sie Expertenkreise in denen sich Ihre Simulationsexperten regelmäßig über aktuelle Entwicklungen und Problemstellungen austauschen. Erfolgreich durchgeführte Simulationen sollten in Form von Best Practices dokumentiert werden. So können diese in Zukunft auch in anderen Abteilungen umgesetzt werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 0</p>
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>
	<p>Weitere Informationen</p>

Bild A-158: Kommunikation zwischen den Simulationsexperten fördern

Simulation zur Absicherung von Produkteigenschaften und zur Produktoptimierung nutzen M181	
<p>Beschreibung</p> <p>Vielfach wird die Simulation nur zur Analyse und Behebung aktueller Probleme eingesetzt. Großes Potential bietet sie aber insbesondere zur Absicherung von vordefinierten Produkteigenschaften und vor allem zur systematischen Produktoptimierung. Integrieren Sie die Simulation daher als festen Bestandteil des Produktentwicklungsprozesses und definieren Sie konkrete Produktmerkmale, die durch die Simulation abgesichert werden sollen. So können Sie in Folgeprozessen viel Geld und Zeit sparen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 3</p> <p>Investitionskosten 3</p>
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>
	<p>Weitere Informationen</p>

Bild A-159: Simulation zur Absicherung und Optimierung nutzen

Simulationsmöglichkeiten des Unternehmens im Hause bekannt machen M182	
<p>Beschreibung</p> <p>Häufig sind Entwickler, Projektleiter und Produktmanager gar nicht über die vielfältigen Möglichkeiten der Simulation informiert. Einsatzmöglichkeiten und Nutzen sind nicht bekannt. Informieren Sie Ihre Entwickler, Projektleiter und Produktmanager daher in regelmäßigen Abständen über die Simulationsmöglichkeiten in Ihrem Hause. Dokumentieren Sie in Best Practices, inwieweit die Simulation durchgeführte Projekte unterstützt hat und quantifizieren Sie wenn möglich den Nutzen. Machen Sie die Dokumentation der Best Practices allen betroffenen Mitarbeitern zugänglich.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 3</p> <p>Investitionskosten 0</p>
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 3</p> <p>Qualitätssteigerung 3</p>
	<p>Weitere Informationen</p>

Bild A-160: Simulationsmöglichkeiten des Unternehmens im Hause bekannt machen

Simulationsaufträge priorisieren M183	
<p>Beschreibung</p> <p>Wenn die Möglichkeiten der Simulation in Ihrem Unternehmen erst einmal bekannt sind, kann es passieren, dass Entwickler, Projektleiter und Produktmanager eine Vielzahl an Ideen haben, die in kürzester Zeit simuliert werden sollen. Um die teuren Kapazitäten Ihrer Simulationsexperten in einem solchen Fall möglichst effizient nutzen zu können, müssen die Simulationsaufträge priorisiert werden. Erarbeiten Sie hierzu eine Systematik zur Priorisierung von Simulationsaufträgen. Kriterien für die Priorisierung sind z.B. Dringlichkeit, Aufwand für die Simulation und Erfolgsaussichten.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 2</p> <p>Investitionskosten 0</p>
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 3</p> <p>Zeiteinsparung 0</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>
	<p>Weitere Informationen</p>

Bild A-161: Simulationsaufträge priorisieren

Arbeitsanweisungen für Simulation erstellen		M184					
<p>Beschreibung Definieren Sie Arbeitsanweisungen für Ihre Simulationsexperten. So können Sie sicherstellen, dass Simulationsmodelle nach dem gleichen Schema aufgebaut und bei der Ermittlung der Randparameter keine wesentlichen Punkte vergessen werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> </table>		Personalkosten	4	Investitionskosten	2	
	Personalkosten	4					
	Investitionskosten	2					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	4	Zeiteinsparung	3	Qualitätssteigerung	4
Kosteneinsparung	4						
Zeiteinsparung	3						
Qualitätssteigerung	4						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-162: Arbeitsanweisungen für Simulation erstellen

Simulationsergebnisse validieren		M186					
<p>Beschreibung Führen Sie in Abhängigkeit von der Unsicherheit bei der Modellbildung verschieden intensive Validierungen der Modelle durch. Bei einfachen Standardaufgaben genügt es, wenn das Modell von einem zweiten Experte im 4 Augen-Prinzip geprüft wird. Bei Unsicherheiten in der Modellbildung sollten auch Versuche zur Validierung durchgeführt werden.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> </table>		Personalkosten	5	Investitionskosten	5	
	Personalkosten	5					
	Investitionskosten	5					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	2	Zeiteinsparung	0	Qualitätssteigerung	4
Kosteneinsparung	2						
Zeiteinsparung	0						
Qualitätssteigerung	4						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-163: Simulationsergebnisse validieren

Simulationsexperten beim Entwurf von Versuchsständen einbeziehen		M187					
<p>Beschreibung Wenn Sie die Simulationsmodelle in einem Versuch validieren, dann integrieren Sie die Simulationsexperten in den Entwurf der Versuchsstände. So kann der Simulationsexperte wichtige Impulse für die Validierung seiner Modelle geben.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>		Personalkosten	3	Investitionskosten	0	
	Personalkosten	3					
	Investitionskosten	0					
<p>Nutzenbewertung</p> <table border="0"> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> </table>		Kosteneinsparung	2	Zeiteinsparung	0	Qualitätssteigerung	4
Kosteneinsparung	2						
Zeiteinsparung	0						
Qualitätssteigerung	4						
<p>Weitere Informationen</p>							

Bild A-164: Simulationsexperten beim Entwurf von Versuchsständen einbeziehen

Mit Lizenzmodellen der Simulationsanbieter vertraut machen		M189
Beschreibung Machen Sie sich mit den Lizenzmodellen der Simulationssystemanbieter vertraut. Viele Anbieter haben Modelle entwickelt, die sehr individuell auf die Anforderungen des Kunden eingehen. Eventuell bietet Ihr Anbieter z.B. die Möglichkeit Lizenzen nur temporär zu mieten. Dies kann vor allem zur Abdeckung von Belastungsspitzen sinnvoll sein. Lassen Sie sich bei der Auswahl Ihres Lizenzmodells beraten und sparen Sie ggf. Geld.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 0	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 5 Zeiteinsparung 0 Qualitätssteigerung 0
	Weitere Informationen	

Bild A-165: Mit Lizenzmodellen der Simulationsanbieter vertraut machen

Entwicklungen am Simulationsmarkt verfolgen		M190
Beschreibung Die Leistungsfähigkeit und Benutzerfreundlichkeit der Simulationswerkzeuge wird stets verbessert. Verfolgen Sie die Entwicklungen am Markt. Der Wechsel auf eine neue Version kann z.B. die Berechnungszeiten stark verkürzen. Evtl. ergeben sich gar Möglichkeiten Probleme zu simulieren, die bisher nur unzureichend abgedeckt werden konnten.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 1	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 1 Zeiteinsparung 1 Qualitätssteigerung 1
	Weitere Informationen	

Bild A-166: Entwicklungen am Simulationsmarkt verfolgen

Entwicklern Weiterbildungen im Bereich der Simulation ermöglichen		M191
Beschreibung Die Simulationen bietet viel Potential. Aber gerade bei der Simulation ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Personen wissen, was Sie tun. Fehler in der Modellbildung führen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Fehlern in den Ergebnissen und im ungünstigsten Fall zu einem fehlerhaften Produkt. Dies kann durch eine gute Ausbildung der Simulationsexperten verhindert werden.	Kostenbewertung Personalkosten 1 Investitionskosten 1	Nutzenbewertung Kosteneinsparung 2 Zeiteinsparung 2 Qualitätssteigerung 2
	Weitere Informationen	

Bild A-167: Entwicklern Weiterbildungen im Bereich der Simulation ermöglichen

Bestehende CAD-Modelle für Simulation verwenden und vereinfachen		M192
<p>Beschreibung</p> <p>Greifen Sie für die Simulation nach Möglichkeit auf bestehende CAD-Modelle der Konstruktion zurück. Vereinfachen Sie diese Modelle bspw. durch Entfernen irrelevanter Bohrungen für die Simulation. Dies erspart Ihnen enormen Aufwand bei der Modellbildung. Zusätzlich lassen sich so Übertragungsfehler vermeiden, die zu falschen Simulationsmodellen führen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 0</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 2</p> <p>Zeiteinsparung 5</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-168: Bestehende CAD-Modelle für Simulation verwenden und vereinfachen

Simulationsdaten an einem zentralen Speicherort verwalten		M195
<p>Beschreibung</p> <p>Verwalten Sie die Simulationsmodelle und -ergebnisse an einem zentralen Speicherort. So können auch anderen Personen auf die Daten zugreifen und sich bei Bedarf Ergebnisse anschauen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 1</p> <p>Investitionskosten 1</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 0</p> <p>Zeiteinsparung 2</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-169: Simulationsdaten an einem zentralen Speicherort verwalten

Simulationsdaten mit dem PDM-System verwalten		M196
<p>Beschreibung</p> <p>Verwalten Sie Ihre Simulationsmodelle und -ergebnisse mit Ihrem PDM-System. So können Sie eine Verknüpfung der Simulations- mit den Produktdaten gewährleisten und ein schnelles Wiederfinden der Daten wird ermöglicht.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <p>Personalkosten 4</p> <p>Investitionskosten 4</p>	
	<p>Nutzenbewertung</p> <p>Kosteneinsparung 0</p> <p>Zeiteinsparung 5</p> <p>Qualitätssteigerung 0</p>	
	<p>Weitere Informationen</p>	

Bild A-170: Simulationsdaten mit dem PDM-System verwalten

Nutzen und Einsatzmöglichkeiten der virtuellen Inbetriebnahme prüfen		M199										
<p>Beschreibung</p> <p>Die Inbetriebnahme ist in der Regel eine kritische Phase bei einem Anlagenprojekt. Frühzeitiges Absichern der Anlagenfunktion reduziert Verzögerungen bei der Inbetriebnahme. Mit der virtuellen Inbetriebnahme (VIBN) wird eine Testumgebung der Anlage auf Basis eines Rechnermodells geschaffen. Die Testumgebung schließt realistische Verhaltensmodelle von Aktoren, Sensoren sowie der kompletten Steuerungstechnik ein. Dies ermöglicht ein umfangreiches und frühzeitiges Testen aller Funktionen, bevor die Anlage vollständig aufgebaut ist. Die Inbetriebnahmezeit vor Ort wird drastisch reduziert. Die virtuelle Inbetriebnahme spart viel Zeit und Geld. Prüfen Sie die Potentiale der virtuellen Inbetriebnahme für Ihr Unternehmen.</p>	<p>Kostenbewertung</p> <table> <tr> <td>Personalkosten</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Investitionskosten</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table> <p>Nutzenbewertung</p> <table> <tr> <td>Kosteneinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Zeiteinsparung</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Qualitätssteigerung</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>	Personalkosten	1	Investitionskosten	0	Kosteneinsparung	2	Zeiteinsparung	2	Qualitätssteigerung	1	<p>Weitere Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Virtuelle Inbetriebnahme
Personalkosten	1											
Investitionskosten	0											
Kosteneinsparung	2											
Zeiteinsparung	2											
Qualitätssteigerung	1											

Bild A-171: Nutzen und Einsatzmöglichkeiten der virtuellen Inbetriebnahme prüfen

A4 Vergleich von Empfehlungen

In diesem Kapitel werden die Tabellen für den Vergleich der Empfehlungen je Themenschwerpunkt aufgelistet.

Tabelle A-1: Vergleich der Empfehlungen für den Themenschwerpunkt „Digitalen Prototypen stärker nutzen“

Empfehlung der Unternehmensberatung	Empfehlung des VPS-Benchmarks
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsarbeiten vom realen Prototypen zum digitalen Prototypen verlagern • Führung durch den digitalen Prototypen anstreben • Vollständiges digitales Produkt anstreben • Personelle Kapazitäten anpassen • Anzahl der Iterationsschleifen durch Bewegungssimulation verringern (Kinematik und Mehrkörpersimulation) 	<ul style="list-style-type: none"> • M6: Informationsangebote nutzen • M41: Einführung eines DMU-Werkzeugs prüfen • M151: Entwickler von Vorteilen der Simulation überzeugen • M152: Führungsebene von Vorteilen der Simulation überzeugen • M154: Simulation als Werkzeug im Produktentwicklungsprozess etablieren • M156: Mit Simulationsdienstleistern zusammenarbeiten • M158: Eigene Ressourcen für Strukturmechanikanalysen (FEM) aufbauen • M162: Weiterbildung für Strukturmechanikanalysen (FEM) anbieten • M171: Mehrkörpersystemanalysen (MKS) mit Dienstleistern durchführen • M179: Strategie zum Ausbau der Simulationsaktivitäten erarbeiten • M181: Simulation zur Absicherung von Produkteigenschaften und zur Produktoptimierung nutzen • M182: Simulationsmöglichkeiten des Unternehmens im Hause bekannt machen • M183: Simulationsaufträge priorisieren • M184: Arbeitsanweisungen für Simulation erstellen • M187: Simulationsexperten beim Entwurf von Versuchsständen einbeziehen • M189: Mit Lizenzmodellen der Simulationsanbieter vertraut machen • M143: Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von Virtual Reality prüfen • M144: Erfahrung im Bereich Virtual Reality mit externen Anbietern sammeln • M146: Verschiedene Personengruppen in VR-Produktanalysen einbinden • M147: Virtual Reality für Marketing und Vertrieb einsetzen • M148: Prozesskette zur Datenkonvertierung erarbeiten

Tabelle A-2: Vergleich der Empfehlungen für den Themenschwerpunkt „Quality Gates und Reifegrade einführen“

Empfehlung der Unternehmensberatung	Empfehlung des VPS-Benchmarks
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsziele sind verbindliche Messgrößen • Projektsteuerung durch Reifegradverfolgung und Maßnahmenverfolgung • Quality-Gates begründen ein Kunden-Lieferanten-Verhältnis (insbes. auch interne Kunden!) 	<ul style="list-style-type: none"> • M13: Prozesseffizienz systematisch beurteilen • M15: Entwicklungsprozess systematisieren (Meilensteine, Quality Gates, Produktreifegrade o.ä.)

Tabelle A-3: Vergleich der Empfehlungen für den Themenschwerpunkt „Simulationsverfahren validieren“

Empfehlung der Unternehmensberatung	Empfehlung des VPS-Benchmarks
<ul style="list-style-type: none"> • Simulationsverfahren müssen validiert werden • Erntesaison für Messungen nutzen • Unterstützung durch Hochschule suchen 	<ul style="list-style-type: none"> • M7: In Netzwerken agieren • M186: Simulationsergebnisse validieren • M190: Entwicklungen am Simulationsmarkt verfolgen • M177: Zentralen Ansprechpartner für die Zusammenarbeit mit Simulationsdienstleistern ernennen

Tabelle A-4: Vergleich der Empfehlungen für den Themenschwerpunkt „Detaillierte Produktplanung“

Empfehlung der Unternehmensberatung	Empfehlung des VPS-Benchmarks
<ul style="list-style-type: none"> • Verantwortlichkeiten, Qualitätsmerkmale und Budgets müssen definiert werden • Termine müssen festgelegt, kommuniziert und eingehalten werden • Die Produkte sollten stärker auf die Bedürfnisse des Marktes ausgerichtet werden 	<ul style="list-style-type: none"> • M3: Einführungssystematiken einsetzen • M26: Etablierte Konstruktionsmethodiken einsetzen • M64: Grad der Wiederverwendung erhöhen • M67: Grad der Bauteilstandardisierung erhöhen • M78: Produktmodularisierung einführen und vorantreiben • M109: Produktstruktur systematisch erarbeiten

Tabelle A-5: Vergleich der Empfehlungen für den Themenschwerpunkt „Unternehmensprozesse professionalisieren“

Empfehlung der Unternehmensberatung	Empfehlung des VPS-Benchmarks
<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenspiel zwischen Konstruktion und Einkauf verbessern (Teile- und Lieferantent-scheidungen in Rücksprache mit Konstruktion) • Alle anfallenden Kosten (interner Aufwand, Logistik,...) müssen messbar, nachvollziehbar und zuzuordnen sein • Eine Abwicklung der Reklamationen im ERP-System anstreben • Ausführliche Dokumentation und Ablage der Probleme durchführen 	<ul style="list-style-type: none"> • M1: Arbeitsgruppe "Prozessverbesserung" gründen • M4: Mitarbeiter aktiv in den Veränderungsprozess einbinden • M5: Mitarbeiter motivieren, die Prozesse zu "leben" • M88: Änderungsverfahren definieren • M90: Änderungsverfahren durch Workflows unterstützen • M93: Fachdisziplinübergreifende Änderungskommission gründen • M94: Änderungsmitteilungen systematisieren • M96: Vollständige Analyse der Änderungsauswirkungen durchführen • M97: Änderungsverfahren für verschiedene Änderungsszenarien definieren

Tabelle A-6: Vergleich der Empfehlungen für den Themenschwerpunkt „Prozessbegleitende Methoden und Regeln definieren“

Empfehlung der Unternehmensberatung	Empfehlung des VPS-Benchmarks
<ul style="list-style-type: none"> • Festlegen von Regeln für die „Make or buy“-Entscheidung • Der Zeitpunkt für Freigaben muss festgelegt und kommuniziert werden • Konstruktionshandbuch einführen und leben. Ggf. Richtlinien im CAD-System hinterlegen 	<ul style="list-style-type: none"> • M15: Entwicklungsprozess systematisieren • M29: Konstruktionsrichtlinie einführen • M30: Konstruktionsrichtlinie digital verfügbar machen • M34: Einhaltung der Konstruktionsrichtlinie stichprobenartig prüfen • M36: Mitarbeiter im Umgang mit der Konstruktionsrichtlinie schulen • M37: Startmodell und Vorgehen zum Aufbau von CAD-Modellen vorgeben • M99: Freigabeverfahren systematisch erarbeiten und dokumentieren • M100: Zuständigkeiten im Freigabeverfahren definieren • M101: Pflichtdokumente für die Freigabe definieren • M102: Freigabemanagement durch das Datenmanagement-System unterstützen • M103: Freigaben mit Meilensteinen, Quality Gates etc. synchronisieren