

Klaus Thiel

MES – Integriertes Produktionsmanagement



Bleiben Sie einfach auf dem Laufenden:
www.hanser.de/newsletter

Sofort anmelden und Monat für Monat
die neuesten Infos und Updates erhalten.

Klaus Thiel

MES – Integriertes Produktionsmanagement

Leitfaden, Marktübersicht und Anwendungsbeispiele

HANSER

Der Autor

Klaus Thiel, begleitet seit drei Jahrzehnten als Berater die Entwicklung und Einführung von IT Systemen in der Produktion. Er war maßgeblich Anfang der 1980er Jahre beteiligt an der Konzipierung und Entwicklung einer der ersten CAQ/SPC Systeme im deutschsprachigen Raum. Anfang der 1990er Jahre wurde von ihm ein MES nach den Empfehlungen der MESA bzw. später nach den Standards der ISA als integriertes Produktionsmanagementsystem entworfen und er hat dessen Entwicklung beratend unterstützt.

Der Autor berät heute Produktionsunternehmen bei der Optimierung ihrer Produktionsprozessabläufe und bei der Auswahl des geeigneten MES.

Kontaktdaten: email: info@mes-consult.de, URL: www.mes-consult.de

Widmung

Mein Dank gilt Ursi, Frank, Eleonore, Peter, Dieter und Theo, denen ich dieses Buch widme.

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-446-42114-1

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Alle in diesem Buch enthaltenen Verfahren bzw. Daten wurden nach bestem Wissen dargestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen.

Aus diesem Grund sind die in diesem Buch enthaltenen Darstellungen und Daten mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Darstellungen oder Daten oder Teilen davon entsteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2011 Carl Hanser Verlag München Wien

www.hanser.de

Lektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg

Gestaltung, Seitenlayout und Herstellung: Der Buchmacher, Arthur Lenner, München

Coverconcept: Marc Müller-Bremer, Rebranding, München, Germany

Titelillustration: Atelier Frank Wohlgemuth, Bremen

Coverrealisierung: Stephan Rönigk

Druck und Bindung: Firmengruppe Appl, aprinta druck, Wemding

Printed in Germany

Vorwort

Ziele des Buches

In den letzten 15 Jahren haben sich entscheidende Veränderungen im Umgang mit Informationen in fast allen Bereichen der Gesellschaft durch Nutzung des Internets vollzogen. In einer heute global vernetzten Welt hat dies entscheidende Auswirkungen auf die Anforderungen an die in diesem Netz agierenden Akteure. Dies betrifft im besonderen die Produktionsunternehmen, die ihre Organisations- und Arbeitstechniken entsprechend ausrichten müssen, um die Notwendigkeit von IT und deren Möglichkeiten im vollen Umfang zu nutzen.

Fast 30 Jahre lief alles in eingefahrenen Strukturen ab. In diesem Zeitraum haben sich zwar die Technologien sukzessive geändert, aber nicht so, dass sie entscheidend die Arbeits- und Denkstrukturen beeinflusst hätten. Mit dem Internet vollzieht sich nun ein radikaler Wandel. Haben bislang ERP Systeme als relativ schwerfällige Verwaltungs- und Abrechnungssysteme die IT Welt beherrscht, werden heute schnelle, flexible, das Integrationsdenken unterstützende Systeme gefordert, die in Echtzeit Informationen bereitstellen und verarbeiten. Das stellt natürlich neue, veränderte Anforderungen an die Marktteilnehmer (Unternehmen, Berater, Systemintegratoren, Softwareanbieter). Alles muss unter dem Motto des Marktes gesehen werden

„Immer schneller, Immer besser, Immer kostengünstiger, Immer Umwelt gerechter“.

Es tritt hier ein langsamer aber stetiger Wandel ein. Durch die globale Vernetzung der Kommunikations- und Informationslandschaft wird alles transparenter und schneller. Dies erfordert in den Unternehmen ein Umdenken, eine Abkehr liebgehabter Organisationsstrukturen und Arbeitsweisen. Dazu kommen mehr und mehr Echtzeitsysteme zum Einsatz, die ereignisorientiert arbeiten, und damit schnell proaktiv reagieren können. Man hat erkannt, dass alle Bereiche eines Produktionsunternehmens in einem transparenten Work Flow zusammenarbeiten

und kommunizieren müssen. Heute wird für diese Systeme der Begriff MES (Manufacturing Execution System) gebraucht, den nur der Fachmann richtig interpretieren kann. Wir verwenden zwar in diesem Buch diesen Begriff, glauben aber dass ein Begriff wie „integriertes Produktionsmanagement“ (IPM) ein besserer Begriff wäre, weil er von allen, auch im englischen Sprachraum verstanden würde. In den Unternehmen wird das oft vorhandene Shareholder Denken mit seiner kurzfristigen Ausrichtung verstärkt durch langfristige Strategien ersetzt, eventuelle Firmenverlagerungen ins Ausland werden genauer analysiert, man erkennt die Vorteile im eigenen Land insbesondere auch durch den Einsatz von integrierten Produktionsmanagementsystemen. Auf dem Weg zur „Perfektion“ in der Fabrik ist aber teilweise noch ein weiterer Weg.

Die „Softwareoligarchen“ haben in den letzten 10 Jahren viele Firmen mit speziellen Softwareprodukten aufgekauft, um das eigene Produktportfolio durch neue Produkte sowohl auf der Ebene von ERP als auch der Produktion anzureichern. Diese Firmen sind dabei, die aufgekauften Produkte zu integrieren. Es entstehen aber meist nur Patchwork Systeme, oft fehlt die Identifikation mit den Fremdprodukten. Das Risiko, ein eigenständiges integriertes Produktionsmanagementsystem zu entwickeln, wollte man nicht eingehen. Dadurch entstehen nur „zweitbeste“ Lösungen. Vorhandene Schwächen versucht man häufig durch markige englisch dominierte 3 Buchstabenbegriffe zu überdecken.

Die alten Lizenzmodelle werden verstärkt durch Software aus der „Wolke“ (Cloud Computing) ergänzt bzw. abgelöst. Der Kunde zahlt nur für das, was er gerade nutzt.

Das Anliegen dieses Buches ist es, diese Veränderungen mit ihren Auswirkungen sowie die Notwendigkeit zu einem integrierten Denken und zu neuen integrierten Systemen in der Produktion aufzuzeigen. Wir glauben, dass es bei der Schnelllebigkeit der Veränderungsprozesse bei IT angebracht erscheint,

die Zusammenhänge bzw. Abhängigkeiten in den Geschäftsprozessen, hier im besonderen bei den Produktionsprozessen in verständlicher Weise zu vermitteln und deutlich zu machen, wie wichtig der Integrationsgedanke ist.

Dies betrifft insbesondere das Leitungsmanagement, das in dieser globalen Welt erfolgreich mit diesen Informationstechnologien zu arbeiten hat.

In zunehmenden Maß erkennen die Firmen, dass die Instrumente von ERP nicht mehr ausreichen, um den Forderungen des Marktes an die Produktion gerecht zu werden. Damit nimmt die Nachfrage nach MES entsprechend zu.

Bei unseren Auswahlberatungen stellen wir aber immer wieder fest, dass speziell die IT Abteilungen an ihren alten Denkstrukturen festhalten und glauben, dass man ERP nur ein wenig öffnen muss, um MES Funktionalität zu integrieren. Das funktioniert in den seltensten Fällen. Die Verwaltungs- und Abrechnungswelt von ERP ist reaktiv und passt in keiner Weise mit der Ereignis orientierten Echtzeitwelt von MES, die proaktiv ist, zusammen.

Dies wollen wir vermitteln und aufzeigen, dass dafür ein integriertes Produktionsmanagementsystem benötigt wird, das aus den 3 Säulen

- Manufacturing Flow Design
- Manufacturing Flow Planning und
- Manufacturing Flow Execution

besteht. Damit sich das Denken im notwendigen Zusammenspiel dieser 3 zentralen Elemente eines integrierten Produktionsmanagement allmählich im Leitungsmanagement durchsetzt, sprechen wir diese Zusammenhänge im Buch immer wieder an, auch mit Wiederholung einzelner entscheidender Bilder.

Aufbau des Buches

Im Buchteil I wird auf der Basis der genannten Anforderungen des Marktes eine fiktive „perfekte“ Fabrik definiert. Anhand dieser Kriterien erfolgt eine Standortbestimmung der einzelnen Marktteilnehmer wie der Produktionsunternehmer selbst, den Beratern, Systemintegratoren und Software Anbietern.

Wir versuchen im Buch, ein mögliches, integriertes Produktionsmanagement-Modell zu entwerfen.

Wir erläutern dazu die Notwendigkeit von Veränderungen in der Denkweise, in den Organisationsstrukturen und in den Arbeitstechniken mit ihren Auswirkungen auf die IT und wie sich diese Veränderungen vollziehen.

Daraus leiten wir ein mögliches integriertes Produktionsmanagementsystem mit dem Entwurf eines Produktdaten- und Produktionsdatenmodells ab, das auch als Anregung für Neuentwicklungen verwendet werden kann. Um zu diesem Modell den Nachweis für seine Allgemeingültigkeit zu liefern, simulieren wir mittels eines Simulators Produktionsprozessabläufe aus verschiedenen Branchen. Die Simulation wird ergänzt durch eine audio, visuelle Darstellung der Kerninhalte eines MES, die auf einer CD mitgeliefert wird.

Im Buchteil II werden die Inhalte eines integrierten Produktionsmanagement vertieft und es werden dazu einzelne Verfahrenstechniken dargestellt.

Im Buchteil III wird ein Marktüberblick zum Angebot an MES Dienstleistungen und Produkten gegeben. Dazu werden die einzelnen Anbieter anhand eines von uns entwickelten Beurteilungsschemas in Qualitätsklassen eingestuft.

Um das Buch laufend zu aktualisieren, bieten wir dem Leser den Service eines elektronischen neutralen, werbefreien Management Briefs. In jedem Brief wird ein aktuelles Fachthema abgehandelt, es werden interessante Artikel komprimiert dargestellt, eine Rubrik behandelt Fachbegriffe. Dazu kommt jeweils ein Firmenporträt, die Darstellung eines neuen Produkts bzw. Updates zu Produkten, die im Buch abgehandelt wurden sowie Updates bei der Einstufung der MES Anbieter.

Der Leser kann selbst auf die Themen Einfluss nehmen, indem er Vorschläge unterbreitet. Im letzten Teil des Briefes ist eine elektronische Beratungsecke vorgesehen.

Als Basisanforderungen für ein integriertes Produktionsmanagementsystem werden im Teil IV des

Buches wichtige Normen und Richtlinien in der Produktion zusammengestellt, es wird der Kosten-, Nutzenaspekt angesprochen, der für die Einführung eines MES entscheidend ist und es werden Kennzahlen definiert, nach denen sich ein Unternehmen auf dem Weg zur „perfekten Fabrik einstufen kann. Diese Einstufung ist Grundlage für ein individuelles Anforderungsprofil.

Zur Untermauerung unserer Überlegungen wird eine CD mitgeliefert, auf der mittels unseres Simulationssystems SI-MES audio-visuell ein mögliches integriertes Produktionsmanagementsystem abgebildet wird.

Die gesamte Ausrichtung des Buches möchte erreichen, dass jedem Leser klar wird, dass der Einsatz

eines MES ein breites Spektrum an Nutzen aktiviert und sich in kurzer Zeit durch nicht unerhebliche Kosteneinsparungen amortisiert, wenn das passende MES ausgewählt und von kompetenter Seite eingeführt wird.

Die im Buch dargelegten Überlegungen und Ideen beruhen auf den Erfahrungen von drei Jahrzehnten Beratung im Produktionsumfeld, Internetrecherchen und Anregungen von einer Reihe von Produktionsleitern, denen ich an dieser Stelle danken möchte.

Besonders sei hervorgehoben Herr Carsten Heidorn von Sensient Food Colors, der bereitwillig immer wieder Informationen und Tipps, speziell zur Prozessindustrie beigesteuert hat.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
---------------	---

Teil I Anforderungen bestimmen – Entwicklung eines integrierten Produktions- managementsystems – Simulationsbeispiele	1
--	----------

1 Auf dem Weg zur „perfekten“ Fabrik	5
---	----------

1.1 Forderungen des Marktes	5
--	----------

1.1.1 Immer schneller	6
1.1.2 Immer besser	7
1.1.3 Immer kostengünstiger	8
1.1.4 Immer umweltgerechter	9

1.2 Die fiktive „perfekte“ Fabrik	9
--	----------

1.3 Standortbestimmung	10
-------------------------------------	-----------

1.3.1 Qualitätsstatus der Produktionsunternehmen	10
1.3.2 Qualitätsstatus der Dienstleister	11
1.3.2.1 Unternehmensberater	11
1.3.2.2 Systemintegratoren	13
1.3.2.3 Softwareanbieter	13
1.3.3 Zusammenfassung	16

1.4 Veränderungsprozesse auf dem Weg zur perfekten Fabrik	17
--	-----------

1.4.1 Integration der Managementtechniken	17
1.4.1.1 Corporate Governance	18
1.4.1.2 Produktionsprozessmanagement	19
1.4.1.3 Risikomanagement	27
1.4.1.4 Normen und Richtlinien	31
1.4.2 Veränderte Organisationsanforderungen	35
1.4.3 Veränderte Wissensbasis	39
1.4.4 Veränderte Arbeitstechniken	43
1.4.5 Veränderungen in der IT-Infrastruktur	47
1.4.5.1 Lean und Green IT	48
1.4.5.2 Auslagerungsprozesse: Outsourcing – SaaS – Cloud Computing	50
1.4.5.3 Serviceorientierte Architektur	56
1.4.5.4 Auswirkungen auf Produktionssysteme	59

1.4.6	Zusammenwachsen und Integration der Systeme	59
1.4.6.1	<i>Entwicklung der Integration von Produktionssystemen</i>	59
1.4.6.2	<i>„Collaborative Production Management“</i>	61
1.4.6.3	<i>Grundsätze eines integrierten Produktionsmanagement (IPM)</i>	63
2	Entwicklung eines integrierten Produktionsmanagementsystems (MES)	66
2.1	Grundstruktur eines MES	66
2.1.1	Die ISA-Kontrollfunktionen	67
2.1.2	Die drei Kernelemente	67
2.1.3	Konsistentes Datenmodell	69
2.1.4	Firmenstrukturmodell	70
2.1.5	Das Phasenmodell	72
2.1.6	Das Zählsystem	72
2.1.7	Der Arbeitsplan	73
2.1.8	Das Nummernsystem	73
2.1.9	Prozesskettensynchronisation nach dem Pull-Prinzip	74
2.1.10	Bearbeitungsform eines Entwicklungs-MES	74
2.1.11	Steuerungscockpit der Anfragetypen	74
2.2	Steuerung einer Produktneuanfrage	76
2.2.1	Tätigkeitsüberblick	76
2.2.2	Strukturierungsprozess der Kundenspezifikationsdaten	77
2.2.3	Bearbeitungsschritte	78
2.3	Entwicklungsprozess für ein neues Produkt	82
2.3.1	Bearbeitungsphasen	83
2.3.1.1	<i>Konzeptionsphase</i>	83
2.3.1.2	<i>CAE-Phase</i>	85
2.3.1.3	<i>CAM-CAP-Phase</i>	88
2.3.2	Beispiel: Siemens-Teamcenter-Lösung für die Entwicklung von Produktdaten	93
2.4	Produktdatenmodell	99
2.4.1	Grundsätzliche Überlegungen	99
2.4.2	Produktbeschreibungsmanagement	102
2.4.2.1	<i>Kopfdatei der Produktobjekte</i>	102
2.4.2.2	<i>Allgemeine Beschreibungsdaten des Produkts</i>	103
2.4.2.3	<i>Beschreibung der Produkteigenschaften</i>	103
2.4.2.4	<i>Beschreibung von Produktvarianten</i>	103
2.4.2.5	<i>Beschreibung der Substanzinhalte eines Produkts</i>	104
2.4.2.6	<i>Historiendaten</i>	105
2.4.2.7	<i>Arbeitsplan</i>	105

2.4.3	Ressourcenmanagement	112
2.4.3.1	Materialmanagement	112
2.4.3.2	Maschinenmanagement	115
2.4.3.3	Betriebsmittelmanagement	117
2.4.3.4	Personalmanagement	119
2.4.3.5	Transportmittelmanagement	121
2.4.3.6	Instruktionsmanagement	123
2.4.4	Randbedingungen	128
2.4.4.1	Wichtige Hilfstabellen	128
2.4.4.2	Allgemeine Systemanforderungen	131
2.4.5	Zusammenfassung	132
2.5	Auftragsbearbeitung für bestehende Produkte	135
2.5.1	Terminanfrage	137
2.5.2	Auftragsverwaltung	137
2.5.3	Beschaffungsmanagement	139
2.5.3.1	Bedarfsrechnung	139
2.5.3.2	Bestellung	141
2.5.3.3	Wareneingang	142
2.5.4	Auftragseinplanung	144
2.5.4.1	Heijunka-Berechnungen	144
2.5.4.2	E-Kanban-/ConWip-Verfahren	146
2.5.4.3	Beispiel: SAP – Lean Manufacturing Tool Set	147
2.5.4.4	Auftragspool/Zeitcontainer	155
2.5.4.5	Synchronisierte Auftragsterminierung	157
2.5.4.6	Auftragsänderung/Simulation	159
2.5.4.7	Planungsauskunft	159
2.5.5	Auftragsdurchführung	160
2.5.5.1	Auftragsteuerungscockpit	162
2.5.5.2	Auftragsstart/-ende/-unterbrechung	166
2.5.5.3	BDE: Rahmen der Leistungserfassung und -kontrolle	166
2.5.5.4	Materialbereitstellung	168
2.5.5.5	Betriebsmitteleinsatz	169
2.5.5.6	Maschinensteuerung	170
2.5.5.7	Behandlung von Stillständen	172
2.5.5.8	Wartungssteuerung	172
2.5.5.9	Materialflusssteuerung	173
2.5.5.10	Prozess-, Qualitätssteuerung	177
2.5.5.11	Ausschuss, Nacharbeit	180
2.5.6	Beispiel: Grass GmbH – Rollenfertigung und Rollenverarbeitung	181
2.5.7	Informations-, Entscheidungsmanagement	189
2.5.7.1	Ereignis-, Eskalationsmanagement	190
2.5.7.2	Leistungsanalysen	197
2.5.7.3	Auftragsrückverfolgung – Leistungsnachweis	202
2.5.8	Produktionsdatenmodell	204

2.5.8.1	<i>Auftragsgrunddaten</i>	204
2.5.8.2	<i>Auftragsplandaten</i>	206
2.5.8.3	<i>Auftragsdurchführungsdaten</i>	206
3	Simulation verschiedener Produktionsprozesse	212
3.1	Abstraktes Beispiel	212
3.1.1	Definition der Unternehmensstrukturdaten	212
3.1.2	Basisdaten der Prozessablaufmodellierung	213
3.1.3	Ressourcendaten	213
3.1.4	Prozessablaufmodellierung	213
3.1.4.1	<i>Artikelstruktur</i>	214
3.1.4.2	<i>Arbeitspläne</i>	216
3.1.5	Terminanfrage	222
3.1.6	Auftragsgenerierung –Auftragseinplanung	223
3.1.7	Auftragsdurchführung	230
3.1.7.1	<i>Das Auftragscockpit</i>	230
3.1.7.2	<i>Erfassung der Betriebsdaten</i>	231
3.1.8	Kostenkontrolle – Maschinenleistungsübersicht	242
3.1.9	Auftragsrückverfolgung	244
3.2	Simulation branchenspezifischer Prozessabläufe	245
3.2.1	Extrusion: Rollenfertigung und Rollenverarbeitung	245
3.2.1.1	<i>Design der Rollenprodukte</i>	245
3.2.1.2	<i>Produktionsflussplanung – Nutzenoptimierung</i>	254
3.2.1.3	<i>Rollenfertigung</i>	255
3.2.2	Autozulieferindustrie: Motorblockfertigung	258
3.2.2.1	<i>Produkt Design</i>	258
3.2.2.2	<i>Auftragsmanagement und Einplanung der Aufträge</i>	264
3.2.2.3	<i>Motorblockfertigung</i>	266
3.2.3	Kosmetikindustrie: Produktion von Emulsionen	274
3.2.3.1	<i>Produktdatendesign</i>	275
3.2.3.2	<i>Operative Planung</i>	287
3.2.3.3	<i>Durchführung Mischungsprozesse</i>	291
3.2.4	Lebensmittelindustrie: Bierprozess	302
3.2.4.1	<i>Produktdatendesign</i>	302
3.2.4.2	<i>Planung von Bierchargen</i>	306
3.2.4.3	<i>Durchführungsprozesse</i>	307
3.3	Zusammenfassung	314

Teil II	Verfahrenstechniken zur Realisierung eines integrierten Produktionsmanagements	315
1	Lean Manufacturing	319
1.1	Grundzüge von Lean Manufacturing in der Produktion	320
1.2	Lean, Six Sigma, Kaizen in der Verwaltung	323
1.3	Lean Manufacturing mit MES	325
2	Aufbau eines Zielmanagementsystem	328
2.1	Ziele der Produktion	328
2.1.1	Produktivitätssteigerung – Kostensenkung	329
2.1.2	Imageverbesserung	330
2.2	Maßnahmen zur Zielerreichung	331
2.3	Datensystem des Zielmanagements	332
3	Grafische Prozessflussmodellierung	334
3.1	EPK-Notation (Ereignisgesteuerte Prozessmodellierung)	334
3.2	BPMN-Notation (Business Process Management Notation)	336
3.3	IPM-Notation (Integrierte Produktionsmanagementnotation)	337
4	Verfahren zur Verbesserung der Qualität	341
4.1	DMAIC-DMADV-Methode	341
4.1.1	Definition des Problems	341
4.1.2	Messdatenmanagement (Measure)	343
4.1.3	Analyse der Messdaten (Analyse)	343
4.1.4	Verbesserungsmaßnahmen (Improve)	345
4.1.5	Maßnahmenkontrolle	345

4.2	APQP-Methode	345
4.2.1	Phasen des APQP-Modells	346
4.2.2	Beispiel eines IT-gestützten APQP	349
4.3	Six Sigma – SPC/SQC	350
4.3.1	Ziele von Six Sigma	350
4.3.2	Nutzen von Six Sigma	351
4.3.3	Grundprinzipien von Six Sigma	352
4.3.4	Grundstruktur eines IT-gestützten Six-Sigma-Systems	354
4.3.4.1	<i>Arbeitsgangbezogener Prüfplan</i>	354
4.3.4.2	<i>Kontrolle des Prüfauftrags</i>	354
4.3.5	Das statistische Regelwerk	356
4.3.6	Die Umsetzung des Regelwerks mit Qualis TopGrafik	361
5	Prozessablaufoptimierung mittels Mustererkennung	363
5.1	Grundsätzliche Verfahren der Mustererkennung	363
5.1.1	Syntaktische Mustererkennung	363
5.1.2	Statistische Mustererkennung	363
5.1.3	Strukturelle Mustererkennung	365
5.1.4	Teilschritte der Mustererkennung	365
5.2	Ähnlichkeitsmustersuche auf der Basis von angefragten Eigenschaftsmustern	366
5.2.1	Ähnlichkeitsmustersuche in der Anfragephase eines Entwicklungs-MES	366
5.2.2	Selbsterklärende Regelmuster zur Optimierung von Prozessen	367
5.2.2.1	<i>Erkennung von Regelmustern im Lebenszyklus von Produkten</i>	368
5.2.2.2	<i>Das Intercim-Modell zur Regelmustererkennung</i>	369
5.3	Vision	371
6	Bedeutung der Planung in einem integrierten Produktionsmanagement	372
6.1	Generelle Aspekte der Produktionsplanung	372
6.2	Verschiedene Planungssichten	372
6.2.1	Normative Planung	373
6.2.2	Strategische Planung	374
6.2.3	Operative Planung	378

6.3	Verschiedene Planungskonzepte	380
6.3.1	Material Requirements Planning (MRP I)	380
6.3.2	MRP II und ERP	380
6.3.3	Netzplanterminierung	382
6.3.4	Advanced Planning and Scheduling (APS) – das Planungswerkzeug der Zukunft?	383
6.4	Operatives Zielsystem und operative Planung	387
6.4.1	Der Arbeitsplan als Basis der operativen Planung	388
6.4.2	Beispiel: Planung nach dem Pull-Prinzip	389
6.5	Anbieter operativer Planungswerkzeuge	389
6.6	Planungswerkzeug Preactor	392
7	Produktionskostenmanagement	397
7.1	Kostenrechnungssysteme	397
7.1.1	Standardkostenrechnung	397
7.1.2	Plankostenrechnung	398
7.1.3	Prozesskostenrechnung	398
7.2	Gemeinkostenverteilung mit einem zeitgesteuerten „Activity Based Costing“ (ABC)	404
7.2.1	Kostenaktivitäten der einzelnen Abteilungen	405
7.2.2	Beispiel einer Prozesskostenrechnung mit MES	412
7.3	Aufbau einer Prozesskostenrechnung innerhalb von MES	415
8	Materialflusssteuerung: Kernstück eines flussorientierten MES	419
8.1	Tracking und Tracing: zentraler Bestandteil eines MES	420
8.1.1	Gründe für ein Tracking-und-Tracing-System	420
8.1.2	Der Tracking-Prozess	421
8.1.3	Der Tracing-Prozess	422
8.2	Produktidentifikation in der Materialflusssteuerung	423
8.2.1	Verschiedene Barcodes – EAN 128 Barcode	423
8.2.2	2-D-/4-D-Datamatrix-Verfahren	426
8.2.3	RFID-Verfahren	426
8.2.3.1	<i>Allgemeines zu RFID</i>	426
8.2.3.2	<i>Anwendungsfelder in der Produktion</i>	428

8.2.3.3	<i>Technische Eigenschaften</i>	428
8.2.3.4	<i>Beispiele aus der Produktion</i>	430
8.2.3.5	<i>Ein allgemeines RFID-Modell für die Produktion</i>	438
8.2.3.6	<i>Vorteile – Einsparpotenziale von RFID</i>	441
8.2.3.7	<i>Kosten von RFID</i>	442
8.3	Lagermanagement	444
8.3.1	Rohmateriallager	445
8.3.2	Produktionslager	446
8.3.3	Endproduktlager	447
9	Plant Asset Management innerhalb eines MES	448
9.1	Begriffsdefinitionen	448
9.2	Funktionen eines Plant Asset Management	450
9.2.1	Beschaffungs-, Ersatzteilmanagement	450
9.2.2	Verwaltung der Betriebsmittel	450
9.2.3	Wartungsmanagement	452
9.3	Wartungseinplanung und Wartungsausführung	454
9.4	Betriebsmittelleistungsindikatoren	454
10	Performance Management in der Produktion	457
10.1	Begriffe des Performance Management	457
10.2	Entwicklung und Trends	459
10.3	Aufbau und Inhalt eines Manufacturing Intelligence Systems	461
10.4	Anbieter von BI/MI-Werkzeugen	468

Teil III Marktübersicht der Dienstleister	471
1. Unternehmensberater	475
2. Systemintegratoren	476
2.1 ATOS Origin	476
2.2 ATS International	480
2.3 Logica CMG	486
2.4 advenco Consulting	488
2.5 Trebing + Himstedt	491
2.6 SALT Solutions	493
2.7 IGZ Logistics + IT	496
3. Softwareanbieter	498
3.1 Überblick	498
3.1.1 Beurteilungskriterien	500
3.1.2 Beurteilungsübersicht	503
3.2 Anbieter der Qualitätsklasse I und II	504
3.2.1 Apriso, Kalifornien, USA	504
3.2.2 Aspen Tech, Massachusetts, USA	509
3.2.3 Broner Metals Solutions LTD, Watford, UK	516
3.2.4 Camline GmbH, Petershausen, Deutschland	519
3.2.5 Fauser AG, Gilching, Deutschland	525
3.2.6 Felten GmbH, Serrig, Deutschland	530
3.2.7 Freudenberg IT KG, Weinheim, Deutschland	536
3.2.8 GE Intelligent Platforms, Connecticut, USA	542
3.2.9 Gefasoft AG, München, Deutschland	548
3.2.10 Grass GmbH, Bad Kreuznach, Deutschland	555
3.2.11 Honeywell, New Jersey, USA	561
3.2.12 IBS AG, Höhr-Grenzhausen, Deutschland	568
3.2.13 Industrie Informatik GmbH, Linz, Österreich	574

3.2.14	InQu Informatics GmbH, Dresden, Deutschland	578
3.2.15	Intercim LLC, Minnesota, USA	584
3.2.16	Kratzer Automation AG, Unterschleißheim, Deutschland	588
3.2.17	Lighthouse Systems Limited, Crawley, UK	592
3.2.18	Plex Systems, Inc, Michigan, USA	596
3.2.19	PSIPENTA Software Systems GmbH, Berlin, Deutschland	601
3.2.20	SAP AG, Walldorf, Deutschland	606
3.2.21	Siemens AG, Nürnberg, Deutschland	615
3.2.22	Werum Software & Systems GmbH, Lüneburg, Deutschland	622
3.2.23	Wonderware GmbH, München, Deutschland	631
3.3	Sonstige Anbieter	638
3.3.1	ABB, Zürich, Schweiz	638
3.3.2	Camstar, North Carolina, USA	638
3.3.3	Coscom Computer GmbH, Ebersberg, Deutschland	639
3.3.4	DE Software & control GmbH, Dingolfing, Deutschland	639
3.3.5	Eyelit Inc., Ontario, Kanada	640
3.3.6	FORCAM GmbH, Friedrichshafen, Deutschland	641
3.3.7	gbo datacomp GmbH, Rimbach, Deutschland	641
3.3.8	GFOS GmbH, Essen, Deutschland	642
3.3.9	GUARDUS Solutions AG, Ulm, Deutschland	642
3.3.10	HighJump, MN, USA	642
3.3.11	iBASEt, Kalifornien, USA	643
3.3.12	Infor Global Solutions Deutschland GmbH, Friedrichsthal, Deutschland	644
3.3.13	Invistics, Georgia, USA	645
3.3.14	iTac Software AG, Dernbach, Deutschland	645
3.3.15	mpdv Microlab GmbH, Moosbach, Deutschland	645
3.3.16	Performix, Texas, USA	645
3.3.17	ProLeit AG, Herzogenaurach, Deutschland	646
3.3.18	Rockwell Automation, Texas, USA	647

Teil IV Basisanforderungen 651

1.	Corporate Social Responsibility in der Produktion	655
1.1	Inhalte von CSR	655
1.2	CSR und globale Verantwortung	656
1.3	Unternehmensspezifische CSR	656

1.3.1	Gewinnerzielung und CSR	656
1.3.2	CSR in Großunternehmen	657
1.3.3	CSR in KMU	657
1.4	Nachhaltigkeitsmanagement	658
1.5	Nachhaltigkeitsbewertung	661
2.	Wichtige Normen und Richtlinien	662
2.1	DIN ISO 9000 ff.	662
2.1.1	Geschichte der DIN ISO 9000	662
2.1.2	Aufbau und Entwicklung	662
2.1.2.1	<i>Qualitätskreis nach DIN ISO 9000:2000</i>	663
2.1.2.2	<i>Neue Forderungen an das QM-System</i>	664
2.1.2.3	<i>Verschärfungen gegenüber bisherigen Forderungen</i>	665
2.1.2.4	<i>Präzisere Forderungen an das QM-System</i>	666
2.1.3	Wichtige sonstige DIN ISO Normen	668
2.2	ISO Derivate	669
2.2.1	EFQM	669
2.2.2	EU 178/2002 Verordnung	669
2.2.3	IEC (International Electrotechnical Commission)	670
2.3	FDA Anweisungen	670
2.3.1	Geschichte der FDA	670
2.3.2	Wichtige Richtlinien für die Produktion	671
2.3.2.1	<i>FDA 21 CFR Part 820 Anweisungen für das Qualitätssystem</i>	671
2.3.2.2	<i>FDA 21 CFR Part 211 cGMP für pharmazeutische Produkte</i>	674
2.3.2.3	<i>FDA 21 CFR Part 11 Elektronische Signaturen 2008 2/4</i>	675
2.4	FDA/ISO Derivat IFSA	675
2.5	Empfehlungen	676
2.5.1	EAN 128 – GS1-128 Empfehlung	676
2.5.2	OSHA Arbeitsschutzrichtlinien	676
2.5.3	ITIL (IT Infrastructure Library)	677
2.6	Standards für die Produktion	677
2.6.1	ISA 88	677
2.6.2	ISA-95	677

3.	Nutzen/Kosten eines MES	679
3.1	Nutzen von MES	679
3.1.1	Gründe für die Einführung	679
3.1.1.1	<i>Produkthaftungsgesetz</i>	679
3.1.1.2	<i>DIN ISO 9000ff.</i>	679
3.1.1.3	<i>Nachhaltigkeitsnachweise</i>	680
3.1.1.4	<i>Rückverfolgbarkeit</i>	680
3.1.1.5	<i>Preisdruck-Echtzeitkostenkontrolle</i>	680
3.2	Einzelnutzen	680
3.2.1	Durchlaufzeitenreduzierung	680
3.2.2	Weitgehend papierlose Abläufe	681
3.2.3	Leistungssteigerung des Maschinenpersonals	681
3.2.4	Verbesserung der Produktqualität	681
3.2.5	Maschinenleistungsstatus in Echtzeit	681
3.2.6	Zuverlässige Informationen für den Kunden	682
3.2.7	Schnelle Anpassung der Planung	682
3.2.8	Echtzeitkostenkontrolle	682
3.3	Nutzenmessung im Vorfeld einer MES-Einführung	683
3.4	Kosten von MES-Systemen	684
4.	Messung der Unternehmensqualität	685
4.1	Managementqualität	685
4.2	Qualität: Zielsystem	685
4.3	Qualität: Verwaltung	685
4.4	Qualität: Qualitätsmanagement	686
4.5	Qualität: Planung	686
4.6	Qualität: Produkt	686
4.7	Qualität: Maschinenleistungsgrad	687
4.8	Qualität: Kostenkontrolle	687
4.9	Qualität: Datendokumentation	687

4.10 Qualität: Datenmodell	687
4.11 Qualität: Strategische Initiativen	688
4.12 Qualität: CSR und Nachhaltigkeitsmanagement	688
Anhang	689
Glossar	691
Service: Management Briefe	715
Service: Audio-visuelle Simulation	717
Literaturverzeichnis	719
Stichwortverzeichnis	721

