



Leseprobe

René Kiem

Qualität 4.0

QM, MES und CAQ in digitalen Geschäftsprozessen der Industrie 4.0

ISBN (Buch): 978-3-446-44736-3

ISBN (E-Book): 978-3-446-44986-2

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44736-3>

sowie im Buchhandel.

# Inhalt

<b>1 Unternehmen im digitalen Wandel</b> .....	<b>1</b>
1.1 Der digitale Wandel wird auch Ihre Branche erfassen .....	2
1.2 Das Internet der Dinge .....	3
1.3 Die deutsche Antwort: Industrie 4.0 .....	5
<b>2 Die aktuelle Situation in der betrieblichen Wertschöpfung</b> ...	<b>9</b>
2.1 Problemstellung .....	9
2.2 Lösungsansatz MES .....	11
<b>3 MES als IT für das Qualitätsmanagement</b> .....	<b>13</b>
3.1 MES und die Grundprinzipien des Qualitätsmanagements .....	13
3.1.1 Qualität als oberstes Unternehmensziel der Kundenorientierung – der Kunde steht auch bei der Software im Mittelpunkt des Denkens und Handelns .....	15
3.1.1.1 Oft zu kurz gedacht: Termintreue .....	16
3.1.1.2 Reklamationen: Wenn Kunden oder Lieferanten unzufrieden sind .....	16
3.1.1.3 Durchgängiger Daten- und Informationsfluss für die Kunden .....	17
3.1.2 Qualität im Produktentstehungsprozess durch Software (von der Idee, über Entwicklung, Fertigung bis zum Kunden) ..	18
3.1.2.1 Reengineering: Erste Schritte bei der Softwareplanung	18
3.1.2.2 Analyse der Zielsetzung .....	19
3.1.2.3 Die Mitarbeiter ins Boot holen .....	19
3.1.2.4 System und Lösung in der Gegenüberstellung .....	20
3.1.2.5 Die Einführung des MES-Systems: Schritt für Schritt ...	21
3.1.2.6 Das MES im Betrieb .....	21
3.1.3 APQP/Projektmanagement: Die passende Software .....	22
3.1.3.1 APQP-Techniken .....	22
3.1.3.2 Das MES als sinnvolle Ergänzung .....	23

3.1.4	Von den Kundenanforderungen zum perfekten Produkt über die Quality Function Deployment, QFD-Methodik .....	24
3.1.4.1	Was will der Kunde? Wer ist der Kunde? .....	25
3.1.4.2	Die QFD-Matrix .....	25
3.1.4.3	Unentbehrlich: Das Lasten- und Pflichtenheft .....	26
3.1.5	FMEA-Methodik und Wissensmanagement durch Softwareeinsatz .....	27
3.1.6	Reklamationsmanagement und ständige Verbesserung von Prozessen und Produkten .....	29
3.1.6.1	Acht Disziplinen zur Reklamation .....	30
3.1.7	Statistische Prozessregelung (SPC) .....	31
3.1.7.1	Grenzen der statistischen Prozessregelung .....	32
3.1.8	Qualitätsmanagement und MES .....	33
3.1.8.1	Mit oder ohne Hilfe den passenden Softwareanbieter finden .....	34
3.1.8.2	Step by Step zur richtigen Software .....	34
3.1.8.3	Aufgaben interner Natur .....	35
3.1.8.4	Möge die Auswahl beginnen! .....	35
3.1.9	Interne Kommunikation .....	37
3.1.10	Beispiel IKEA .....	38
3.1.10.1	Facebook bei IKEA? .....	39
3.1.10.2	Soziale Medien während der Arbeitszeit - das funktioniert? .....	39
3.1.10.3	Analog versus digital: IKEA vereint beides miteinander	40
3.1.10.4	Stärke durch Zusammenhalt .....	40
<b>4</b>	<b>MES: Die helfende Hand für KVP</b> .....	<b>43</b>
4.1	Analyse qualitätsbedingter Verluste .....	43
4.1.1	Analyse in 12 Schritten .....	44
4.1.2	Unterstützung von KVP durch MES .....	45
4.2	Blind- und Fehlleistungen vermeiden .....	46
4.3	Kontinuierliche Verbesserungsprozesse (KVP) .....	47
4.4	Einbeziehung der Mitarbeiter .....	50
4.4.1	Vertrauen und Einbeziehung von Mitarbeitern .....	50
4.4.2	Teamgeist und positiven Umgang fördern .....	50
4.4.3	Arbeitsbedingungen: Wohlfühlfaktor für die Mitarbeiter .....	51
<b>5</b>	<b>Lean Production Management durch MES</b> .....	<b>53</b>
5.1	Lean Production Management durch MES .....	54
5.2	Vermeidung von Verschwendung .....	55

5.3	Führungskultur .....	57
5.4	Kennzahlen und Lean Company .....	59
<b>6</b>	<b>Change Management .....</b>	<b>61</b>
6.1	Sagen Sie es richtig! .....	62
6.2	Gemeinsam zur Veränderung .....	63
6.3	Ein wenig Geschichte in Sachen Change Management .....	64
6.4	Change Management in wenigen Sätzen .....	64
6.5	Die sieben Phasen der Veränderung .....	65
6.6	Die drei Phasen nach Lewin .....	67
6.7	Widerstand bremst Veränderungen aus .....	68
6.8	Richtig handeln – mit Visionen .....	70
6.9	Was Visionen im Wege steht .....	72
6.10	Change Management und Menschen .....	73
<b>7</b>	<b>TPM – Total Productive Maintenance und MES .....</b>	<b>75</b>
7.1	TPM – Total Productive Maintenance und MES .....	75
7.2	Autonome Instandhaltung .....	77
7.3	Erhöhung der Gesamtanlageneffizienz .....	79
7.4	Organisation von TPM .....	80
7.4.1	Die Machbarkeitsstudie .....	81
7.4.2	Planung sowie Vorbereitung der Installation .....	82
7.4.3	Pilotinstallation .....	82
7.4.4	Globale Installation .....	82
7.5	Rüstzeitminimierung .....	83
<b>8</b>	<b>Ein Praxisbeispiel: Toyota Produktions-System TPS .....</b>	<b>85</b>
8.1	Grundlagen .....	85
8.2	Die Säulen von TPS .....	88
8.3	Just in Time: reibungslose, kontinuierliche und optimierte Abläufe ...	89
8.4	KANBAN .....	89
8.5	Heijunka: Produktnivellierung .....	89
8.6	One-Piece-Flow-Zellen und Pull-System .....	90
8.7	Wertstromanalyse .....	93
8.8	JIDOKA – Autonome Qualitätssicherung mit Null-Fehler .....	95

8.9	Das TPS-Haus .....	96
8.10	Unternehmensethik .....	97
<b>9</b>	<b>Unternehmensprozesse mit MES digital abbilden und steuern .....</b>	<b>99</b>
9.1	MES: Begriffsdefinition .....	99
9.1.1	Von Produkten und Prozessen .....	100
9.1.2	Produktionsoptimierung in Echtzeit .....	100
9.1.3	MES in wenigen Worten .....	100
9.2	MES: Geschichte und Zukunft .....	101
9.2.1	Wie alles begann .....	101
9.2.2	Wohin die Reise geht .....	103
9.3	Produktion bedeutet Information .....	104
9.4	Nutzenpotenziale .....	105
9.5	Unternehmensprozesse und MES (gemäß MES VDI 5600) .....	107
9.6	Feinsteuerung und Feinplanung .....	123
9.6.1	Einzelkapazitäten .....	124
9.6.2	Gruppenkapazität .....	125
9.6.3	Maschinenkapazität mit 2. Dimension .....	125
9.6.4	Von Plänen und Zielkonflikten .....	125
9.7	Betriebsmittelmanagement .....	126
9.8	Materialmanagement .....	127
9.9	Personalmanagement .....	128
9.10	Datenerfassung .....	131
9.11	Leistungsanalyse .....	132
9.12	Informationsmanagement .....	133
9.13	Prozesse .....	134
9.13.1	Produktionsprozess .....	135
9.13.2	Transportprozess .....	136
9.13.3	Materialwirtschaftsprozess .....	136
9.13.4	Qualitätssicherungsprozess .....	137
9.13.5	Personalwirtschaftsprozess .....	137
9.13.6	Rückverfolgungsprozess .....	137
9.13.7	Instandhaltungsprozess .....	138
9.13.8	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) .....	138
9.13.9	Controllingprozess .....	138
9.14	Herausforderungen in der Fertigung .....	139
9.14.1	Termine .....	139

9.14.2	Durchlaufzeiten	140
9.14.3	Lagerbestände	140
9.14.4	Personalpolitik	141
<b>10</b>	<b>Das können Sie von einem geeigneten MES erwarten</b>	<b>143</b>
10.1	Was muss mein MES können?	145
10.2	Welche technischen Voraussetzungen brauche ich?	146
10.3	Welche Module brauche ich?	149
10.4	Das MES der Zukunft	151
10.4.1	MES und Betriebsdatenerfassung: Gutes Zusammenspiel	152
10.4.2	MES in den Wolken	153
<b>11</b>	<b>Das Zusammenspiel von MES, ERP/PPS und PLM</b>	<b>157</b>
11.1	Wird MES gesetzliche Pflicht?	158
11.2	MES und Informationssicherheit	159
11.2.1	(IT-)Sicherheit geht vor	160
11.2.2	ISO 27001: Zertifizierte Sicherheit	162
11.2.3	Anforderungen an die Zertifizierung	163
11.2.4	Butter bei die Fische und ein Beispiel	164
11.2.5	Voraussetzungen für die Einführung	165
11.2.6	Fazit zur 27001-Norm	165
11.3	MES-Software	166
11.3.1	VDI-Richtlinie 5600 für MES-Lösungen	168
11.3.2	VDMA-Einheitsblatt 66412	169
<b>12</b>	<b>CAQ im Verbund mit MES</b>	<b>171</b>
12.1	Was ist CAQ?	172
12.2	Geht MES ohne CAQ?	172
12.3	Was Sie von einem guten CAQ erwarten können	173
12.4	APQP/Projektmanagement	174
12.4.1	QFD	175
12.4.2	FMEA und Risikomanagement	176
12.4.3	Produktionslenkungsplan	177
12.4.4	Prüfplanung	178
12.4.5	Prüfmittelmanagement	178
12.4.6	SPC	179
12.4.7	Reklamationsmanagement	179
12.4.8	Auditmanagement	180
12.4.9	Erstbemusterung	181

12.4.10	Wareneingangs- und Warenausgangsprüfung .....	181
12.4.11	Maßnahmenmanagement .....	182
12.4.12	Reporting- und Informationsmanagement .....	183
<b>13</b>	<b>Projektphasen: Auswahl und Einführung von MES-Lösungen .</b>	<b>185</b>
13.1	Die 1. Phase: Anforderungsermittlung .....	185
13.1.1	Drei Formen der Wertschöpfung .....	186
13.1.2	Die sieben Formen der Verschwendung .....	187
13.1.3	Wertstrom und Wertstromanalyse .....	188
13.1.4	Analyse der Unternehmensprozesse .....	191
13.1.5	Aufnahme der Anforderungen (inkl. Priorisierung) .....	192
13.1.6	Übertrag ins Lastenheft .....	194
13.1.7	Auswahl der Anbieter anhand der Gesamtauswertung .....	195
13.1.8	Welche Prozesse werden durch ein MES-System unterstützt? ...	195
13.1.9	Softwareanbieterinformationen .....	196
13.1.10	MES-Kernfunktionen: Welche Module und Funktionen werden durch das System prinzipiell abgedeckt? .....	197
13.1.11	Erweiterte MES-Funktionen: Welche erweiterten MES-Funktionen werden durch das System prinzipiell abgedeckt? .....	198
13.1.12	Anforderungen im Aufgabenbereich APQP/Advanced Product Quality Planning .....	199
13.1.13	Anforderungen an das Auditmanagement .....	200
13.1.14	Anforderungen zum Thema FMEA .....	200
13.1.15	Anforderungen an das Modul Control Plan/ Produktionslenkungsplan .....	201
13.1.16	Anforderungen an das Modul Wareneingang .....	202
13.1.17	Anforderungen an die Prüfdatenerfassung .....	202
13.1.18	Anforderungen an das Prüfmittelmanagement .....	204
13.1.19	Anforderungen zum Thema Prüfmittelfähigkeit und Messsystemanalyse (MSA) .....	205
13.1.20	Anforderungen zum Thema Reklamationsmanagement .....	205
13.1.21	Anforderungen an das Maßnahmenmanagement .....	207
13.1.22	Anforderungen an das Lieferantenmanagement/ Lieferantenbewertung .....	207
13.1.23	Anforderungen im Bereich Traceability/Rückverfolgbarkeit ....	208
13.1.24	Umgang mit Betriebsdaten und Betriebsdatenerfassung .....	208
13.1.25	Anforderungen an den Bereich Maschinendaten/MDE .....	209
13.1.26	Anforderungen an das Management von Dokumenten .....	209
13.1.27	ERP-Systeme: Für welche Systeme gibt es fertige Schnittstellen mit Referenzen? .....	209

13.1.28	Schnittstellenstandards: Wie sind die Schnittstellen des MES realisiert? .....	210
13.1.29	Standardschnittstellen: Welche Standardschnittstellen sind vorhanden? .....	210
13.1.30	Branchen: In welchen Branchen wird das MES bevorzugt eingesetzt? .....	211
13.1.31	Mehrsprachigkeit: In welchen Sprachen ist das MES verfügbar?	211
13.1.32	Datenbank: Auf welcher Datenbank ist das MES lauffähig? .....	212
13.1.33	Server-Betriebssystem: Unter welchem Betriebssystem ist das MES lauffähig? .....	212
13.1.34	Welche Normen und Richtlinien werden vom System unterstützt? .....	213
13.1.35	Datensicherheit .....	214
13.1.36	Welche Leistungen können durch einen Wartungsvertrag abgedeckt werden? .....	214
13.1.37	Investübersicht: Darstellung aller projektrelevanten Kosten .....	215
13.1.38	Verweis auf Dokumente (Anlagen) .....	215
13.2	Die 2. Phase: System- und Anbietersauswahlprozess .....	216
13.2.1	Marktrecherche .....	217
13.2.2	Anbieterpräsentationen mit Abgleich der Systemfunktionalitäten mit dem Lastenheft .....	217
13.2.3	Szenariodefinition/Definition von Business Cases .....	219
13.2.4	Workshop(s) mit ausgewählten Softwareanbietern mit Proof of concept (PoC) Szenario .....	220
13.2.5	Entscheidung für System und Anbieter nach PoC-Szenario (Proof of concept) .....	221
13.2.6	Changemanagement und Kommunikation .....	221
13.3	Die 3. Phase: Verhandlungen/Umsetzung .....	223
13.3.1	Vertragsverhandlung, Pflichtenheft und Implementierung .....	224
13.3.2	Roll-out-Planung/Einführung/Projektmanagement .....	225
<b>14</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>227</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>229</b>
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>235</b>



# 3

## MES als IT für das Qualitätsmanagement



**Bild 3.1** Die Qualitätssicherung ist eines der wichtigsten Instrumente im Produktentstehungsprozess.

### ■ 3.1 MES und die Grundprinzipien des Qualitätsmanagements

Ein bisschen merkwürdig ist das ja schon. Zwar ist die Qualitätssicherung eines der wichtigsten Instrumente, um auf einem hohen Niveau zu arbeiten, von den Produktionsprozessen ist sie allerdings in vielen Unternehmen noch immer weitgehend abgekoppelt. Stattdessen finden Produktion und Qualitätsmanagement parallel nebeneinander statt. Das führt sowohl zu organisatorischem als auch zu finanziellem Mehraufwand. Wenn zwei eigenständige Systeme gleichzeitig ein-

gesetzt werden, kommt es zu unterschiedlichen Analysen und verschiedenen Maßnahmen, die sich im ungünstigen Fall sogar gegenseitig behindern. Es kann daher nur das Ziel sein, Qualitätsmanagement und Produktionsprozesse innerhalb nur eines Systems abzubilden und zu steuern bzw. die verwendeten Systeme aneinander anzupassen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass doppelte Meldedialoge, doppelte Betriebsdatenerfassung und doppelte Fertigungsprüfungen zu einem doppelten Aufwand führen. Nötig ist das nicht, denn beides kann miteinander verknüpft werden. So können Meldedialoge verringert, unnötige Schnittstellen vermieden und die Effektivität gesteigert werden. Der große Vorteil, wenn Qualitätsmanagement und Produktion aus einem Guss erfolgen:

- Fehler können bereits im Vorfeld entdeckt werden
- die Daten und Informationen der Qualitätssicherung werden umfangreicher
- die Qualität erhöht.

Wenn qualitätssichernde Maßnahmen mithilfe von MES realisiert werden sollen, geht es zunächst darum, eine Liste mit Stammdaten zu erstellen, die folgende Punkte enthalten soll: Fehlerarten, Fehlerorte und Fehlerursachen zu erkennen, den Kostenarten zuzuordnen, den oder die Verursacher zu ermitteln und letztlich geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Doch MES kann noch mehr. Durch die Möglichkeit, Prüfpläne zu erstellen und auf Aspekte wie Artikel, Artikelgruppen, Arbeitsgänge, Lieferanten, Normen und Prozesse hin zu gestalten, wird schon im Vorfeld deutlich, welche Merkmale eines Produkts relevant sind.

Wir sehen, dass möglichst viele Informationen das A und O beim Zusammenspiel von MES und Qualitätssicherung sind. Doch oft führt die zeitliche Verzögerung der Informationsverarbeitung zu logistischen und finanziellen Einschränkungen, zumindest wenn die Qualitätssicherung nicht mit einem MES zusammenarbeitet. Dokumentiert wird in zahlreichen Unternehmen, und ganz sicher nicht zu wenig. Alleine an der zeitnahen Bereitstellung von Daten und deren Auswertung mangelt es meist, was sowohl den Erkenntnisgewinn als auch die daraus abzuleitenden Maßnahmen in den Hintergrund oder die Zukunft verschiebt. Hinzu kommt, dass bestimmte Informationen nur eingeschränkt verfügbar sind bzw. nicht zu allen betroffenen Abteilungen vordringen. Dabei gibt es Daten, die unbedingt allen am Produktionsprozess Beteiligten zur Verfügung gestellt werden müssen, z.B. die Erfassung von Messwerten.

Wenn im Rahmen der Qualitätssicherung auf Auftragsdokumente, Maschinen- und Werkzeuginformationen oder auch Daten der Fertigungsplanung nur beschränkt oder zeitlich eingeschränkt zugegriffen werden kann, wird es Zeit für ein MES. Es überwacht die Fertigungsdauer, plant den Fertigstellungstermin und gibt Auskunft über den aktuellen Fertigungsstand. Mit anderen Worten: Der gesamte Produktionsprozess wird in Echtzeit überwacht, Schwachstellen und Fehler können sofort analysiert und optimiert werden.

Der kombinierte Einsatz von MES und Qualitätssicherung ermöglicht den Erhalt von Informationen zu fertigungsnahen Daten. Dadurch lassen sich Aussagen über die Qualität im Fertigungsprozesses ableiten. Das übergeordnete Ziel, das durch die Verknüpfung von Qualitätssicherung und MES erreicht werden soll und kann, ist die übersichtliche Bereitstellung von Informationen, die alle betroffenen Unternehmensbereiche erreicht. Durch diesen Zugriff ist die schnelle Rückverfolgung möglich, die Reibungsverluste werden spürbar reduziert, sämtliche Informationen können von allen Beteiligten gleichermaßen und zeitnah abgerufen werden. So weiß die Planungsabteilung genauso viel wie der Einkauf oder der Mitarbeiter vor Ort, der mit dem Kunden zusammensitzt. Neben den organisatorischen Vorteilen bleibt hervorzuheben, dass all das ohne zusätzliche Kosten funktioniert.

### **3.1.1 Qualität als oberstes Unternehmensziel der Kundenorientierung – der Kunde steht auch bei der Software im Mittelpunkt des Denkens und Handelns**

Für produzierende Unternehmen sollte es eigentlich eine Selbstverständlichkeit sein, den Kunden in den Mittelpunkt der Firmenphilosophie zu stellen. Und oberflächlich ist das auch in aller Regel der Fall. Doch der Zusammenhang zwischen Kundenorientierung und Qualitätssicherung wird häufig übersehen. MES-Systeme sind in der Lage, diesen Zusammenhang herzustellen. Die Kundenzufriedenheit beginnt genau genommen nicht mit dem Erhalt eines Produktes, sondern viel früher, nämlich bei den Produktionsprozessen. Der Kunde merkt das freilich nur, wenn diese Prozesse unrund laufen. Wenn die Fertigung fehlerhaft ist, erhält der Kunde mindere Qualität, wenn sie zu lange dauert, muss er auf sein Produkt warten. Qualität bedeutet auch, die Kosten im Griff zu haben. Diese beginnen bei den ersten Planungen und führen über die eigentlichen Produktionsprozesse bis hin zum Wareneingang und -ausgang. Innerhalb der Fertigungsvorbereitung übernimmt MES folgende Aufgaben:

- Bevor es überhaupt zur Fertigung kommt, überprüft ein MES, ob die Maschineneignung gegeben ist. Ist das nicht der Fall, werden entsprechende Maßnahmen eingeleitet, beispielsweise die Veranlassung der Maschinenprüfung, nach der dann die Freigabe der Maschine erfolgt.
- Ebenfalls vor der Freigabe zur Produktion wird durch MES geprüft, ob die Vorgaben für die Erstmusterfreigabe eingehalten werden. Falls dem nicht so sein sollte, wird eine Erstmusterprüfung initiiert, nach der der Hinweis erscheint, dass die Produktion nun fehlerfrei beginnen kann.

So entsteht eine Verbindung zwischen Fertigung und Qualitätssicherung, die Zeit und Kosten einspart. Neben notwendigen Korrekturen werden durch MES auch Engpässe während der Produktion erkannt, entsprechende Anpassungen können

zeitnah vorgenommen werden. Gerade bei komplexen Produktionsprozessen ist eine weitere Fähigkeit von MES-Systemen bedeutsam: Die Berechnung der Zeit, die für einen Fertigungsauftrag benötigt wird. Je präziser hier die Berechnungen sind, desto besser lassen sich Prozesse planen.

### **3.1.1.1 Oft zu kurz gedacht: Termintreue**

Termintreue ist das A und O in Unternehmen. Diese Tatsache wird niemand, der professionell arbeitet, ernsthaft anzweifeln. Doch die Faktoren wie Ressourcen, die für die Termintreue maßgeblich sind, sind oft zu eng gefasst. Natürlich liefert die Zahl der pünktlichen Lieferungen im Verhältnis zu allen Lieferungen Informationen darüber, wie es um die Termintreue bestellt ist. Doch im Alltag spielen weitere Aspekte eine Rolle, z. B. die Durchlaufzeiten und der Stand von Auftragsrückständen. Auch hier beginnt die Arbeit schon vor der Auslieferung der Ware. Durch MES-Systeme – die ja, wie wir inzwischen wissen, schon bei der Produktionsplanung beginnen – können die Stamm- und Plandaten verbessert werden. Diese Daten sind in vielen Unternehmen nicht auf dem neuesten Stand, und das ist noch sehr vorsichtig formuliert, denn nicht selten sind die Plandaten von Unternehmen mehrere Jahre alt. Es liegt nahe, dass man mit derart veralteten Daten nicht gut arbeiten kann. Mithilfe eines MES-Systems können Plan- und Istzeiten aufeinander abgestimmt werden, nachdem zuvor eine Aktualisierung stattgefunden hat. Weiterhin geeignet, um die Termintreue zu verbessern, ist die Feinplanung. Hier kommt MES-Systemen zugute, dass sie in Zusammenarbeit mit ERP-Systemen eine zeitnahe Optimierung durchführen können. Reduziert man diese Aufgabe auf ERP-Systeme, entsteht immer eine zeitliche Lücke, die Tage oder sogar Wochen braucht, um Vorgänge abzuschließen. Eine weitere Einschränkung, wenn lediglich ERP-Systeme eingesetzt werden, besteht darin, dass die Planung ohne Berücksichtigung der tatsächlich vorhandenen Kapazitäten erfolgt. Mit anderen Worten: ERP plant zwar in sich schlüssig, allerdings ohne die Einbeziehung von Maschinen, Werkzeugen oder Personal. Es fehlt also die Betrachtung des Belastungshorizontes, der aber unabdingbar ist, um aus verlässlicher Planung eine gelungene Umsetzung zu machen. Last but not least muss die Produktion in Echtzeit ständig überwacht werden. Kommt es in der Produktion zu Fehlern oder Verzögerungen, ist auch die Termintreue in Gefahr. MES-Systeme erlauben sofortiges Eingreifen nach dem Erkennen von Unregelmäßigkeiten, sodass die Termintreue sichergestellt werden kann.

### **3.1.1.2 Reklamationen: Wenn Kunden oder Lieferanten unzufrieden sind**

Fehlt noch das Problem der Reklamationen. Im besten Fall kommt es dazu gar nicht erst. Realistisch betrachtet können Reklamationen aber nicht vollständig ausgeschlossen werden. Durch den Einsatz von MES-Systemen lassen sich diese aber deutlich reduzieren und die Reaktionszeiten verkürzen. Reklamation bedeutet üb-

rigens nicht immer, dass sich ein Kunde beschwert (wenngleich das natürlich der unangenehmste Fall ist). Reklamiert wird auch intern oder von Lieferanten und Partnern. Ein ausgereiftes MES überwacht jede Reklamation, die eingeht und sorgt für sofortige Maßnahmen, um den Konflikt zu beheben. Doch damit nicht genug. Um Reklamationen in Zukunft möglichst gering zu halten, dokumentiert das MES jeden einzelnen Fall, um gegebenenfalls später darauf zurückgreifen zu können. Die Überwachung des Produktionsprozesses durch MES betrifft auch die Maschinen. Viele Abläufe wiederholen sich naturgemäß bei der Produktion. Wenn es zu plötzlichen Störungen bei Maschinen kommt, erkennt das MES diese, unterstützt bei der Analyse und Entwicklung geeigneter Maßnahmen, um die Störungen zu beheben.

### 3.1.1.3 Durchgängiger Daten- und Informationsfluss für die Kunden

Kundenanforderungen und -wünsche zu berücksichtigen, heißt heute zu weiten Teilen, zuverlässig und schnell zu produzieren. Es sind besonders Medienbrüche, die dazu führen, dass Informationsdefizite entstehen, die abteilungsübergreifend sind. Dadurch gerät die reibungslose Produktion ins Stocken, Fehler und Störungen sind die Folge. Ein MES sorgt für den optimalen Informationsfluss, stellt den zügigen Datenfluss sicher und vermeidet so die genannten Fehler. Der Knackpunkt ist die Übersicht über sämtliche Informationen, die innerhalb eines Unternehmens zum Tragen kommen. Diese beginnen bei der Planung und Entstehung und enden im fertigen Produkt. Doch wenn Fehler passieren, müssen sämtliche Daten rückverfolgbar sein, und zwar schnell und für alle Beteiligten. Oft sind es lediglich die Qualitätsmanager, die mit den relevanten Daten versorgt und betraut werden. Kommen diese Informationen bei anderen Mitarbeitern wie z.B. dem Einkäufer oder Servicemitarbeiter nicht an, entstehen weitere Fehler und unerwünschte Verzögerungen. Ein MES bündelt alle Informationen und bringt sie zu allen Mitarbeitern und Abteilungen, die direkt oder indirekt mit der Produktion zu tun haben.



#### PRAXISTIPP

Durch integrierten Einsatz von Qualitätsmanagement und MES lassen sich Optimierungspotenziale wie Lessons Learned erschließen.

Interne wie externe Reklamationen können so konsequent erfasst, bearbeitet und mit Vermeidungsmaßnahmen belegt werden.

### **3.1.2 Qualität im Produktentstehungsprozess durch Software (von der Idee, über Entwicklung, Fertigung bis zum Kunden)**

Wir wissen jetzt, dass moderne Produktion immer auch ein Höchstmaß an Transparenz und Information bedeutet. Zudem wird ein rasantes Tempo erwartet, und zwar – bedingt durch kurze Lieferzeiten – bei Planung, Umsetzung und Korrektur von Produktionsprozessen. Diesen Anforderungen nachzukommen, kann nicht gelingen, wenn die Prozesse rund um die Produktion nicht ganzheitlich wahrgenommen und organisiert werden. Wir erleben also zunehmend ein Zusammengehen von Produktion und Dienstleistung. Diese Tatsache hat bei vielen Unternehmen dazu geführt, sich mit dem Einsatz von Software auseinanderzusetzen. Zu Beginn steht also eine Idee. Im nächsten Schritt muss genau analysiert werden, welche Software wo am besten eingesetzt werden kann. An dieser Stelle scheitern zahlreiche Unternehmen. Der Grund dafür ist denkbar einfach: Ohne professionelle Hilfe ist es nahezu unmöglich, das richtige MES auszuwählen und entsprechende Komponenten in die Produktionsprozesse zu integrieren. Erschwerend hinzu kommen Softwareberater, die entweder nicht vertraut genug mit der individuellen Firmenproblematik sind oder die „schnell-schnell“ Bauchladenlösungen unterbringen wollen. Die Folgen können gravierend sein. Denn wenn ein System nicht zu den Anforderungen passt, passiert im „besten“ Fall gar nichts. Im schlimmsten Fall aber bringt ein falsches MES für die Produktion sogar Nachteile mit sich. Umso wichtiger ist die gewissenhafte und professionelle Auswahl der richtigen Software.

#### **3.1.2.1 Reengineering: Erste Schritte bei der Softwareplanung**

Unternehmensprozesse werden heute vorrangig durch Informationen gesteuert und kontrolliert. Eine ideale Software muss daher in der Lage sein, die oft zerstückelten Informationen miteinander zu verbinden. Das Ziel von Reengineering kann daher als ein Ordnen der Informationsprozesse betrachtet werden, also die Verbesserung von Qualität, Service, Flexibilität, Lieferzeiten sowie Termine und nicht zuletzt die Optimierung der Kostenstruktur. Eine große Rolle spielt die Vermeidung von Medienbrüchen, was der Ansatzpunkt von technischen Hilfsmitteln, also Software, ist. An dieser Stelle muss das Management eines Unternehmens in die Materie eintauchen und darf sich nicht darauf reduzieren, lediglich die Bewilligung der Mittel in den Fokus zu stellen, ohne genaue Kenntnis darüber zu haben, was genau wofür vermittelt wird. Bereits hier wird die Problemstellung vieler Unternehmen klar. Da gerade in produzierenden Firmen noch immer ein papierbezogener Informationsaustausch vorherrscht, ist der Schritt hinüber zu einer anspruchsvollen Software groß. Wenn Maschinenlaufzeiten und Maschinenverfügbarkeit noch immer anachronistisch in Papierform dokumentiert werden, können die Produktionsprozesse nicht „nebenbei“ verbessert werden. Das Erkennen dieser Problematik ist der erste Schritt auf dem Weg zu einem stimmigen MES.

### 3.1.2.2 Analyse der Zielsetzung

Die Einführung eines MES-Systems führt in Unternehmen zu Veränderungen, deren Tragweite sich die Mitarbeiter meist nicht bewusst sind. Es ist daher sinnvoll und wichtig, mit allen Beteiligten über die Folgen eines neuen Systems zu sprechen. Immerhin wird die komplette Organisation neu gestaltet, sie wird selbstlernend und in weiten Teilen automatisiert. Alles läuft auf eine Dezentralisierung der Prozesse hinaus, was nicht nur Datenbanken und Produktion betrifft, sondern auch Personalführung (über Leistungskennzahlen), Entlohnungsmodelle (statistische Vorgaben) und die zentrale Verfügbarkeit (Reduzierung von Medienbrüchen). Es gilt also, nicht weniger als die künftige Fertigungsorganisation zu planen, was nur gelingen kann, wenn die wichtigsten Zielvorgaben klar umrissen sind:

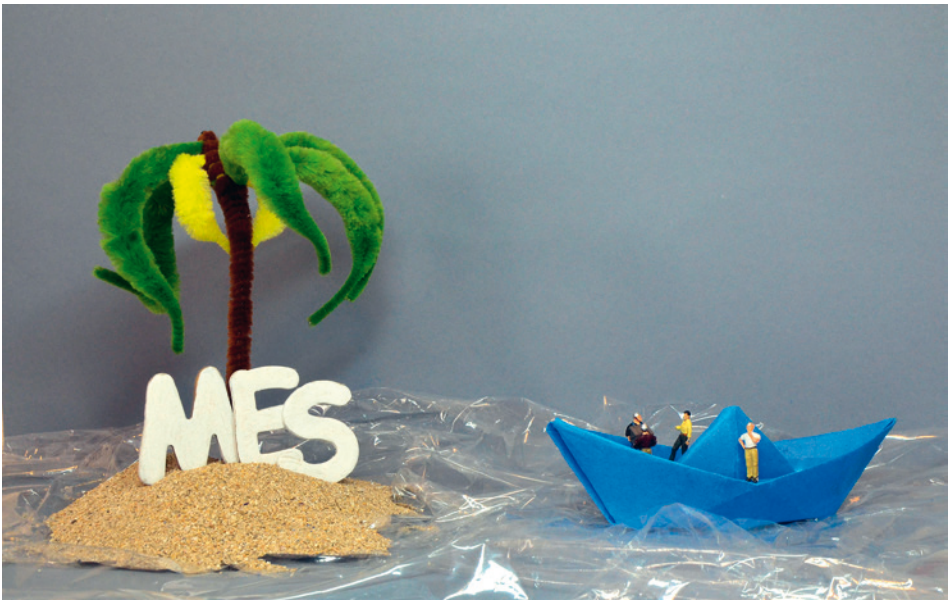
- Wie soll die künftige strategische Ausrichtung aussehen?
- Durch welche Ziele wird die eigene Unternehmensstrategie bestimmt?
- Welche Messgrößen und Kennzahlen sind für die Realisierung der Zielvorgaben relevant?

### 3.1.2.3 Die Mitarbeiter ins Boot holen

Wenn in der Vergangenheit die Wirtschaftlichkeit von Unternehmen hauptsächlich über die Zahlen des Rechnungswesens errechnet wurde, heute aber die zugrunde liegenden Abläufe (also Prozesse) im Vordergrund stehen, dann bedeutet das auch, dass die Organisation eines Unternehmens von möglichst allen Mitarbeitern mitgetragen werden muss. Viele Produktionsprozesse kränkeln an mangelnder Kommunikation bzw. dem Ignorieren wichtiger Hinweise. Wird von einer Produktionsebene auf einen Mangel, eine Störung oder einen Fehler hingewiesen, muss diese Information entsprechend ernst genommen werden. Doch neben Hierarchien, die die Zusammenarbeit behindern, sind es zusätzlich Konkurrenzsituationen, die die Arbeit erschweren. Wenn sich Bereiche wie Organisationsmanagement, Controlling, Produktion, Vertrieb, Technik, Einkauf und IT gegenseitig das Leben schwer machen und jeder nur „sein Ding durchzieht“, entstehen Neid, Missgunst und Aggressionen, die die Abläufe und Prozesse behindern. Ein ausgereiftes MES kann das beheben, denn automatisierte Abläufe und Prozesse lassen keinen Platz für Konkurrenz, weil alle nach den gleichen Vorgaben arbeiten und gewissermaßen „in die gleiche Richtung blicken“.

Der Einsatz eines MES-Systems kann aber auch aus einem anderen Grund für Irritationen bei der Belegschaft sorgen. Die Erfahrung zeigt, dass Mitarbeiter in Unternehmen nicht nur die Chancen einer solchen Software sehen, sondern auch Ängste entwickeln. Vorrangig geht es dabei um die Sorge, gänzlich überwacht zu werden. Eine Sorge, die Firmenleitungen ernst nehmen sollten, auch wenn es faktisch um die Überwachung, Kontrolle und Optimierung der Produktionsprozesse geht. Um keinen Nebenkriegsschauplatz „Mitarbeiterüberwachung“ zu eröffnen, empfiehlt

es sich, von Anfang an den Betriebsrat mit ins Boot zu holen. Wenn erst einmal klar ist, dass es lediglich um die Produktionsprozesse geht, ist das Personal meist beschwichtigt. Wenn sich dann noch herausstellt, dass die Mitarbeiter konkreten Nutzen vom MES haben (z.B. durch hohe Qualität oder Termintreue und daraus folgende Zusatzzahlungen), entwickeln die meisten Mitarbeiter sogar Sympathie für das neue System. (Bild 3.2)



**Bild 3.2** MES – Mitarbeiter ins Boot holen

#### 3.1.2.4 System und Lösung in der Gegenüberstellung

Um das passende MES finden zu können, müssen zunächst die Anforderungen präzise ermittelt werden. Muss beispielsweise die operative Ebene integriert werden, sind Entlohnungsformen zu bedenken, sollen Prozesszeiten optimiert werden, bestehen bestimmte Besonderheiten bei der Fertigung oder ist eine Globalisierung geplant? Diese und gegebenenfalls weitere Fragen sind bedeutsam, um ein adäquates System installieren zu können.

An dieser Stelle ist Hilfe unumgänglich. Doch das richtige Softwareunternehmen zu finden, ist nicht leicht. Die Anzahl der am Markt befindlichen Firmen ist groß. Bei der VDMA liegen Referenzlisten vor, anhand derer die Mitglieder ihre Wünsche mit dem Marktangebot abgleichen können. Wichtig hierbei: Das ausgewählte Softwareunternehmen muss nachweisen, dass es in der Lage ist, die ermittelten Anforderungen in der Software abzubilden und entsprechende Angebote machen zu können. Doch das ist nicht alles. Zu einem hochwertigen Angebot gehören auch „weiche“ Faktoren. Ist das Softwareunternehmen wirtschaftlich stabil? Ist das an-



gebotene MES so ausgereift, dass es auch Entwicklungen der nächsten Jahre standhält (sicher eine Frage, die man nur bedingt beantworten kann, da nun einmal niemand in die Zukunft blicken kann)? Wie steht es um den laufenden Service, sind also regelmäßige Updates inbegriffen, erfolgt eine regelmäßige Softwarepflege? Und letztlich, passen Kunde und Softwareunternehmen zusammen? Hierbei zeigt die Erfahrung, dass ein Softwareunternehmen, das im Mittelstand angesiedelt ist, die Anforderungen eines ebenfalls mittelständischen Unternehmens am besten nachvollziehen kann, weil es mit den spezifischen Themen selbst vertraut ist.

#### **3.1.2.5 Die Einführung des MES-Systems: Schritt für Schritt**

Hat es in der Vorbereitung keinen „blinden Aktionismus“ gegeben, sollte man mit der Einführung des MES-Systems auch nicht anfangen. Deshalb ist es ratsam, zunächst Workshops mit Echtdateien des Unternehmens durchzuführen. Wenn dann der Zeitpunkt der Implementierung gekommen ist, gilt es, nicht in Hektik zu verfallen. Statt also das System mit einem großen „Knall“ einzuführen, ist die schrittweise Implementierung der bessere Weg. Die Arbeit der Fehlersuche beginnt hier übrigens schon mit der Einführung des Systems. Denn auch hier kann es zu Fehlern kommen, die möglichst schnell erkannt und ausgeräumt werden müssen. Auch deswegen müssen alle beteiligten Mitarbeiter intensiven Schulungen unterzogen werden. Sie sind es schließlich, die während der Implementierung und später, in der praktischen Arbeit, mit dem MES arbeiten müssen.

#### **3.1.2.6 Das MES im Betrieb**

Endlich ist es vollbracht! Nach umfangreichen Analysen, Vorbereitungen und Workshops kann das MES nun im Unternehmen eingeführt werden und seine Arbeit beginnen. Allerdings bedeutet das nicht, dass alle Beteiligten jetzt die Füße hochlegen und dem MES bei der Arbeit zuschauen können. Jedes moderne Unternehmen befindet sich schließlich in einem stetigen Wandel, was heute gilt, kann morgen bereits anders sein. Die Wertschöpfungsprozesse in einem Unternehmen sind nicht in Stein gemeißelt, sondern unterliegen immer auch Veränderungen. Ein MES muss diesen Veränderungen, wenn sie geschehen, angepasst werden. So kann es zu neuen Zielvorgaben kommen. Es kann aber auch passieren, dass sich im praktischen Alltag ungünstige Verhaltensweisen einschleichen oder Abweichungen bei den ursprünglich beschlossenen Zielen sichtbar werden. Nicht zuletzt können sich auch strategische Ziele innerhalb eines Unternehmens im Laufe der Zeit verändern. Das bedeutet, dass auch nach der Einführung des MES-Systems das Monitoring durch die verantwortlichen Mitarbeiter weiterhin Gegenstand der alltäglichen Arbeit ist. Um die Wirtschaftlichkeit der Software zu überprüfen (denn darum geht es ja zu weiten Teilen), müssen die während der Analyse aufgenommenen Messgrößen und Kennzahlen mit denen der nun geschaffenen Praxis ver-

glichen werden. Dadurch gewinnt man nicht nur Erkenntnisse über den Erfolg der Implementierung. Man sieht darüber hinaus, wo Nachjustierungen notwendig sind und erkennt zusätzliche Potenziale, die sich durch das MES ergeben können.

### 3.1.3 APQP/Projektmanagement: Die passende Software

Das Kürzel APQP steht für Advanced Product Quality Planning. Zu deutsch bedeutet es „Produkt Qualitätsvorausplanung“, was deutlich macht, worum es geht: Um geplante Abläufe, die gezielt überwacht werden. Denn was im Vorfeld bereits als Fehlerquelle erkannt wird, kann später keinen Ärger machen. Immerhin wird gemeinhin angenommen, dass rund 75 % der Fehler in der Planungs- und Entwicklungsphase passieren. Und selbst wenn es etwas weniger sind, bleibt doch festzuhalten, dass diese Fehler besonders ärgerlich sind, weil sie vermeidbar gewesen wären.

APQP ist weniger eine Methode als vielmehr ein Prozess, der der Qualitätsvorausplanung dient. Dabei geht es um die einzelnen Aktivitäten und Schritte, die notwendig sind, um schon vor dem Produktionsbeginn sicherzustellen, dass der Kunde am Ende zufrieden ist. Die Qualität eines Produktes und des Produktionsprozesses wird also nicht erst in der Serienproduktion überprüft (dort aber zusätzlich auch), sondern im Zeitraum davor. Es liegt nahe, dass APQP im Zusammenspiel mit einem MES die Qualität erhöhen kann.

Doch bei der Qualitätsvorausplanung und der Planung der Produktion greift nicht APQP alleine. Die Prozesse werden unterstützt von weiteren Methoden wie FMEA, QFD, QM-Plänen und PPAP. Diese stellen sicher, dass die nötigen Ablaufschritte zur rechten Zeit abgeschlossen werden. Allerdings variieren meist die einzelnen Methoden in der zeitlichen Abfolge zueinander. Im Ergebnis geht es jedoch darum, durch die Qualitätsvorausplanung QM-Pläne erstellen zu können.

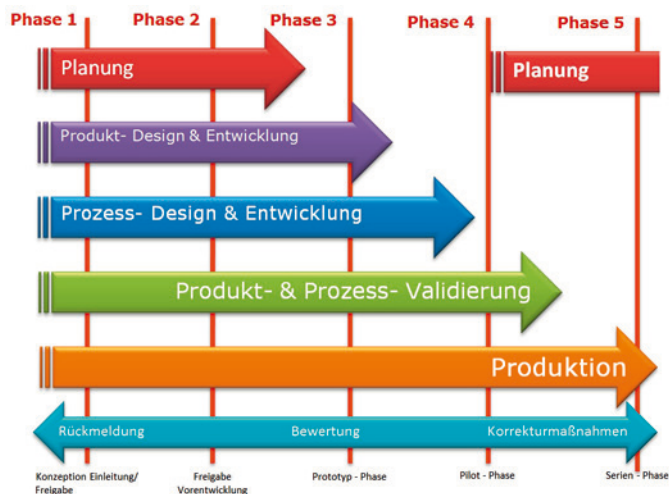
#### 3.1.3.1 APQP-Techniken

Wenn wir davon ausgehen, dass für die Qualitätsvorausplanung die Konstruktion, die Produktion, Lieferanten, Marketingabteilungen und QS gleichermaßen einbezogen werden müssen, können wir von folgende Anforderungen für APQP ausgehen:

- Zunächst geht es um die Entwicklung und Definition von besonderen Merkmalen, also beispielsweise das Erstellen von Lastenheften, FMEA und Ähnlichem.
- Dann wird eine Machbarkeitsanalyse erstellt, das bedeutet eine Herstellbarkeitsprüfung (Material, Design, Prozesse, Analyse etc.).
- Nach der Benennung der besonderen Merkmale gilt es, Prozess-FMEAs durchzuführen, um eine rechtzeitige Fehlervermeidung zu gewährleisten.

- Anschließend wird ein QM-Plan erstellt, der die einzelnen Phasen (Prototyp, Vorserie, Serienproduktion) und die Gruppen (also Baugruppen, Untergruppen, Einzelteile) berücksichtigt.

Besonders in der Automobilherstellung werden häufig weitere Elemente rund um den Prozess APQP genutzt (Bild 3.3).



**Bild 3.3** APQP - Input und Output der verschiedenen Phasen

### 3.1.3.2 Das MES als sinnvolle Ergänzung

Das bereits angedeutete Problem bei APQP sind Datenredundanzen und Mehrfacheingaben. Zwar dient der Prozess der Planung und Überwachung von Projekten unter Zuhilfenahme von Werkzeugen wie FMEA, PPAP und die Planung der Prüfmittel der besseren Überwachung und somit auch Planung. Erst durch den Einsatz eines MES-Systems werden jedoch Datenredundanzen und Mehrfacheingaben behoben. Die Einbindung eines MES-Systems in APQP bietet weitere Vorteile, die zur Prozessoptimierung beitragen. So lassen sich durch den Tooleinsatz eines Eskalationsmanagers rechtzeitig alle relevanten Prozesse erfassen, analysieren und strukturieren. Darüber hinaus können Maßnahmen festgelegt werden, die im Falle vordefinierte Ereignisse realisieren. Durch das Tool eines Workflow-Managers lassen sich folgende Ziele erreichen:

- Eine Verbesserung von Transparenz, Flexibilität und Qualität
- eine Vereinheitlichung der Prozesse die Reduzierung der Bearbeitungszeiten und somit der Kosten
- eine größere Informationsdichte durch das Verhindern von Medienbrüchen.

Wie MES-Systeme und die Qualitätsvorausplanung am sinnvollsten miteinander verbunden werden können, ist eine Frage der individuellen Fragestellung, sprich:

# Stichwortverzeichnis

## Symbole

8D-Report 29

## A

Advanced Product Quality Planning 174

Anbieterswahlprozess 216

Anbieterinformationen 196

Anforderungsermittlung 185

APQP 22, 174, 199

Arbeitsbedingungen 51

Arbeitsplatz 49

Auditmanagement 180, 200

## B

Bestandsmanagement 146

Betriebsdatenerfassung 152, 208

Betriebssicherheit 161

Blindleistungen 46

Branchentauglichkeit 211

Business Cases 219

## C

Changemanagement 221

Cloud Computing 154

CMMS 150

## D

Datenbankfähigkeit 212

Datensicherheit 214

DCA/EDM 150

Dezentralisierung 19

Dokumentenmanagement 209

drei Phasen nach Lewin 67

## E

EAA/EWI 150

Echtzeitfähigkeit 100

Enterprise Manufacturing Intelligence  
150

Enterprise Resource Planning 150

ERP-Systeme 209

Erstbemusterung 180

## F

Fehlermanagement 176

Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalyse  
176

Fehlervermeidung 27

Fehlleistungen 46

Fertigungsfehler 91

Fertigungskosten 91

FMEA 176, 200

FMEA-Methode 27

Führungskultur 57

**G**

Gesamtanlageneffizienz 79  
Gesamtauswertung 195

**H**

Heijunka 56, 89

**I**

IKEA – Kommunikationsbeispiel 38  
Implementierung 224  
Industrie 4.0 5, 103, 155  
Inspektionen 78  
Instandhaltung, autonome 77  
Interne Kommunikation 37  
Internet der Dinge 3  
ISO 27001: Zertifizierte Sicherheit 162  
IT-Sicherheit 159

**J**

JIDOKA 95  
Just in Time 54, 89

**K**

Kanban 56  
KANBAN 89  
Kommunikation 37, 221  
kontinuierlicher Verbesserungsprozess 43  
Kostenkontrolle 215  
KPI 150  
Kundenanforderungen 26  
Kundenorientierung 15  
Kundenzufriedenheit 179  
KVP 43

**L**

Lastenheft 26, 194  
Leadership 58  
Lean Management 54  
Leistungsindex 80  
Leitbild 71  
Lewin-Ansatz 67  
Lieferantenmanagement 207

**M**

Machbarkeitsstudie TPM 81  
Marktrecherche 217  
Maschinendaten 209  
Maschinendatenerfassung 152  
Maßnahmenmanagement 207  
Material Management 150  
MDE 209  
Mehrsprachigkeit 211  
MES-Funktionen, erweiterte 198  
MES-Installation 146  
MES-Kernfunktionen 197  
MES-Module 149  
MES-Software 166, 168  
MES-Software, Einführung 160  
Messsystemanalyse 205  
MES-System 21  
MES-System, Vorteile 144  
Mikroblogging 39  
Mitarbeiter 19  
Mitarbeiter, Einbeziehung der 50  
Motivatoren 69  
MSA 205

**N**

Normen- und Richtlinienunterstützung 213  
Null-Fehler 95  
Nutzleistung 46

**O**

One Piece Flow 91  
Order Management 151  
Organisationsentwicklung 64  
Overall Equipment Effectiveness 151

**P**

Pflichtenheft 26, 224  
PoC-Szenario 220  
Produktionskosten 54  
Produktionslenkungsplan 177, 201  
Produktionsprozesse 54  
Produktplanung 24  
Proof of concept 220  
Prozessleistungen 47  
Prozessmanagement 145  
Prüfdatenerfassung 202  
Prüfmittelfähigkeit 205  
Prüfmittelmanagement 178, 204  
Prüfplanung 178  
Pull-Prinzip 91  
Pull-System 54

**Q**

QFD 24, 175  
Qualitätsmanagement 14, 146  
Qualitätsmanager 35  
Qualitätsrate 80  
Qualitätssicherung 15  
Qualitätsvorausplanung 174  
Quality Function Deployment 175

**R**

Reengineering 18  
Reklamationen 16, 17, 29  
Reklamationsmanagement 179, 205  
Ressourcenmanagement 145  
Risikoanalyse 27

Roll-out-Planung 225  
Rückverfolgbarkeit 146, 208  
Rüstzeitminimierung 56, 83

**S**

Schnittstellen 148  
Schnittstellenstandards 210  
Schreibtisch 48  
Server-Betriebssystem 212  
Shopfloor Management 58  
sieben Phasen der Veränderung 65  
smarte Fabrik 155  
SMED 56  
Softwareanbieter 34  
soziales Netzwerk 39  
SPC 31, 179  
Stammdatenmanagement 145  
statistische Prozesskontrolle 179  
statistische Prozessregelung 31  
Stützleistung 46  
Systemauswahl 216

**T**

Teamarbeit 50  
Termintreue 16  
Total Productive Maintenance 75  
Toyota-Produktionssystem 85  
TPM 75  
TPS 85  
TPS-Haus 96  
Traceability 208

**U**

UMCM 148  
Unternehmensethik 97  
Unternehmensführung 70  
Unternehmensprozesse 18, 191

**V**

VDA-Band 4.3 175  
VDI-Richtlinie 5600 146, 168  
VDMA-Einheitsblatt 170  
VDMA-Referenzlisten 20  
Veränderungsprozesse 64  
Verfügbarkeit 80  
Verschwendung 55, 187  
Vertragsverhandlung 224  
Vision 70

**W**

Warehouse Management System 151  
Wareneingang 202

Wareneingangsprüfung 182  
Wartung 56  
Wartungsvertrag 214  
Werker 55  
Wertschöpfung 186  
Wertstromanalyse 93, 186  
Widerstand 68  
Workflow-Manager 23

**Y**

Yammer 39