

Franz J. Brunner  
Karl W. Wagner

# Taschenbuch Qualitätsmanagement

Leitfaden für Studium und Praxis

unter Mitarbeit von  
Numan M. Durakbasa, Kurt Matyas und Peter Kuhlant

4., überarbeitete Auflage

Praxisreihe Qualitätswissen  
Herausgegeben von Franz J. Brunner

HANSER

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 978-3-446-41666-6

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 in folgedessen 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.

© 2008 Carl Hanser Verlag München Wien

[www.hanser.de](http://www.hanser.de)

Lektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg

Herstellung: Der Buchmacher, Arthur Lenner, München

Satz: Page create, Berit Herzberg, Freigericht

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

Coverrealisierung: Stephan Rönigk

Druck und Bindung: Druckhaus »Thomas Müntzer« GmbH, Bad Langensalza

Printed in Germany

## Vorwort

Die Grundidee zu diesem Taschenbuch war diese: Durch das immer unübersichtlicher werdende Labyrinth aller aktuellen Qualitätsmanagementideen, Methoden und Techniken sollten rote Fäden gezogen und diese logisch und nachvollziehbar zu einem brauchbaren QM-Leitfaden verknüpft werden.

Dieser Leitfaden möchte sich nun im industriellen Anwendungsbereich und bei der technisch-wirtschaftlichen Ausbildung bewähren.

Da man heute nicht nur Schlankeheit von Management und Unternehmen fordern, sondern diese besser gleich vorleben soll, wurde nicht etwa die Fülle der Themen eingeschränkt, sondern vielmehr auf eine knappe und trotzdem hinreichend aussagefähige Darstellung geachtet.

So präsentiert sich dieses QM-Taschenbuch als komprimierte, aber doch recht komplette Aussage zu allen relevanten Problemen des umfassenden Qualitätsgeschehens. Es sind dabei nicht nur die Theorien aufbereitet, sondern auch viele praktischen Erfahrungen berücksichtigt worden.

Der Weg zur „Excellence“ ist nun einmal im Detail recht mühevoll und außerdem so facettenreich, dass es gilt, den Überblick zu behalten. Dieser Leitfaden soll Ihnen dabei helfen!

Im ständigen Bemühen um Verbesserung werden konstruktive Hinweise dankbar entgegengenommen.

*Wien, Ulm, im Februar 1997*

*Franz J. Brunner*

## Vorwort zur 4. Auflage

Das Qualitätswissen hat seine Dynamik beibehalten und sich laufend weiterentwickelt. Dieses Buch hat sich als Ratgeber bewährt und so können die Autoren zum dritten Mal seine Überarbeitung und Ergänzung vorlegen.

Es präsentiert sich jetzt wieder auf der Höhe des gegenwärtigen Wissensstandes und soll in dieser verbesserten und erweiterten Form für Praxis und Lehre ein vielbenutzter Leitfaden bleiben.

Die daraus im Carl Hanser Verlag entstandene, weiterführende „Praxisreihe Qualitätswissen“ möchte zur Vertiefung und Ergänzung der vielen Themen beitragen.

*Wien, Ulm, im September 2008*

*Franz J. Brunner*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Qualität als Managementaufgabe</b> .....	1
1.1	Qualitätspolitik .....	1
1.2	Qualitätszielsetzungen .....	3
1.3	Qualitätsmanagementkonzepte .....	4
1.4	Qualitätsstrategien – der Weg zu TQM .....	6
1.5	Wandel der Führungsaufgaben .....	8
	Literatur .....	10
<b>2</b>	<b>TQM im Produktlebenszyklus</b> .....	11
2.1	Der Qualitätskreis und die Qualitätselemente .....	11
2.2	Produktphasenmodell und Qualitätsplanung .....	12
2.2.1	Qualitätsplanung .....	14
2.3	Zuverlässigkeitsmanagement .....	15
2.4	Umweltmanagementsystem UMS .....	18
	Literatur .....	21
<b>3</b>	<b>Organisation der Qualität im Unternehmen</b> .....	22
3.1	Ablauforganisation .....	22
3.2	Aufbauorganisation .....	22
3.2.1	Der Beauftragter der Leitung und die Funktion Qualitätswesen .....	23
3.2.2	Q-Aufbauorganisation im bereichsorientierten Unternehmen .....	23
3.2.3	Q-Aufbauorganisation im prozessorientierten Unternehmen .....	25
3.3	Organisation der Zuverlässigkeit .....	28
	Literatur .....	28
<b>4</b>	<b>Qualität im Beschaffungsprozess</b> .....	30
4.1	Beschaffung: strategische Systempartnerschaft .....	30
4.2	Lieferantenbewertung, Qualitätsvereinbarung .....	31
4.3	Prüfung von Zulieferteilen .....	31
4.3.1	Erstmusterprüfung, PPAP und Zuverlässigkeitsnachweis .....	31
4.3.2	Wareneingangsprüfung, Stichprobenprüfung .....	33
4.3.3	Prüfdynamisierung .....	36

4.3.4	Messdienstleister .....	36
4.4	Beschaffungslogistik im TQM.....	37
4.5	Aufgaben des Beschaffungs- Qualitätsmanagement.....	38
4.5.1	Supply-Chain-Qualitymanagement.....	38
4.6	QS 9000 und VDA 6 ff und die Harmonisierung in der ISO/TS 16949 .....	39
4.6.1	Struktur und Konzept von QS 9000, 3.Edition .....	40
4.6.2	Forderungen der QS 9000 .....	40
4.6.3	Zertifizierung nach QS 9000 .....	41
4.6.4	VDA Band 6.ff Qualitätsaudit .....	41
4.6.5	ISO/TS 16949 Die Harmonisierung von „Qualitysystems – Automotive Suppliers“.....	41
	Literatur.....	42
<b>5</b>	<b>Qualitäts- und Zuverlässigkeitsziele.....</b>	<b>44</b>
5.1	Globale QZ-Ziele, Zielplanung .....	44
5.2	Qualitätsziele-Ebenen .....	45
5.3	Beispielhafte QZ-Zielvorgaben und Kennzahlen.....	46
5.3.1	Qualitätsorientierte Balanced Scorecard .....	55
5.4	Zielvereinbarungen .....	56
	Literatur.....	56
<b>6</b>	<b>Einführung eines QM-Systems .....</b>	<b>57</b>
6.1	Entscheidung der obersten Leitung .....	57
6.2	Festlegung der Qualitätspolitik und der Qualitätsziele .....	58
6.3	Einführungsplanung .....	59
6.4	Schulungen und Arbeitsgruppen.....	61
6.4.1	Einrichtung von Arbeitsgruppen.....	62
6.5	Analyse des Istzustandes .....	62
6.5.1	Prozessanalyse.....	63
6.5.2	Produktanalyse .....	64
6.5.3	Sammlung der vorhandenen Dokumente .....	64
6.5.4	Schwachstellenanalyse.....	65
6.5.4.1	Schwachstellen im Qualitätsmanagementsystem .....	67
6.5.5	Soll-Ist-Vergleich, Normabgleich und Umsetzungsmaßnahmen .....	68
6.6	Prozessmanagement .....	69
6.6.1	Funktionsorientierte Sichtweise des Unternehmens.....	69

6.6.2	Prozessorientierte Sichtweise eines Unternehmens.....	70
6.6.3	Grundlagen der Prozessorientierung .....	70
6.7	Dokumentation des QM-Systems .....	73
6.7.1	Qualitätsmanagementhandbuch .....	73
6.7.1.1	Maßnahmen zur Erstellung des QM-Handbuchs .....	74
6.7.1.2	Aufbau des QM-Handbuchs .....	74
6.7.2	QM-Prozessbeschreibung .....	76
6.7.2.1	Aufbau der QM-Prozessbeschreibung .....	76
6.7.3	Tätigkeitsbezogene Dokumente .....	79
6.8	Prozessorientierte Audits auf der Basis der ISO 9001 .....	79
6.8.1	Bedeutung und Zielsetzung prozessorientierter Audits .....	79
6.8.2	Auditarten.....	79
6.8.2.1	Systemaudit.....	79
6.8.2.2	Prozessaudit.....	80
6.8.2.3	Produkt-/Dienstleistungsaudit.....	80
6.8.3	Planung und Durchführung eines Systemaudits.....	80
6.8.4	Planung und Durchführung eines Prozessaudits.....	87
	Literatur.....	
<b>7</b>	<b>Regelwerke, Normen und Zertifikate.....</b>	<b>90</b>
7.1	Grundsätzliches .....	90
7.2	Standards und Richtlinien für das Qualitätsmanagement .....	91
7.2.1	Entwicklung der Qualitätsmanagementnormen .....	91
7.2.2	Die Normenreihe ISO 9000, 9001 und 9004: Inhalte und Unterschiede (Stand Juli 2008) .....	92
7.2.2.1	Normenreihe ISO 9000.....	92
7.2.3	Definition des Prozessmodells der ISO 9000 .....	93
7.2.4	Prozessmodell .....	93
7.2.4.1	Konzept der ISO 9001/ISO 9004.....	95
7.2.4.2	Kapitel und Unterkapitel der ISO/CD 9001:2007 .....	97
7.3	Standards und Richtlinien für das Zuverlässigkeitsmanagement .....	98
7.4	Richtlinien und Verordnungen für das Umweltmanagement.....	99
7.4.1	EMAS Verordnung (EG-Vo. Nr. 761/2001).....	99
7.4.2	ISO 14000 Normenreihe .....	101
7.4.3	BS 7750:94 .....	101
7.5	Sicherheitsmanagementsysteme SMS .....	102
7.6	Zertifizierung von Qualitäts- und Umweltmanagementsystemen.....	102
7.6.1	Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen.....	102

7.6.1.1	Die Bedeutung der Zertifizierung im gemeinsamen europäischen Markt .....	103
7.6.1.2	Vorbereitung auf ein Zertifizierungsaudit .....	103
7.6.1.3	Ablauf der Zertifizierung .....	104
7.6.2	Zertifizierung von Umweltmanagementsystemen .....	107
7.7	CE-Kennzeichnung .....	107
7.7.1	Prüfung von Produkten nach EWG-Richtlinien .....	109
	Literatur .....	
<b>8</b>	<b>Qualität im Entwicklungsprozess .....</b>	<b>112</b>
8.1	Integrierte Produktentwicklung .....	112
8.1.1	Entwicklungsplanung .....	112
8.1.2	Quality Gates .....	113
8.1.3	Simultaneous Engineering .....	113
8.1.3.1	Design for Manufacture and Assembly DfMA .....	114
8.1.4	Konfigurationsmanagement .....	115
8.1.5	Öko-Design – Design for Environment DfE .....	115
8.2	Quality Function Deployment QFD .....	116
8.2.1	Marktdaten, Kundenanforderungen, Lasten- und Pflichtenheft .....	116
8.2.2	QFD-Ansatz .....	117
8.2.3	QFD-Ablauf .....	118
8.2.4	QFD-Praxis .....	120
8.3	TRIZ – Ideenfindungsmethodik .....	124
8.3.1	Grundsätze der TRIZ-Ideenfindung .....	124
8.3.2	Phasen der TRIZ-Methodik .....	124
8.4	Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse FMEA .....	125
8.4.1	FMEA-Vorbereitung .....	126
8.4.2	System- und Funktionsanalyse .....	127
8.4.3	FMEA-Durchführung .....	127
8.4.3.1	Brainstorming, Ursache-Wirkung-Diagramm, .....	127
8.4.3.2	Fehler – Folgen – Ursachen: Risikoanalyse .....	129
8.4.3.3	Risikobewertung .....	129
8.4.3.4	Verbesserungsmaßnahmen, Optimierung .....	131
8.4.4	FMEA-Praxis .....	132
8.5	Fehlerbaumanalyse FTA (Fault Tree Analysis) .....	132
8.5.1	Qualitative und quantitative Analyse .....	136

8.5.2	Ausfallkategorien, Verknüpfungen .....	136
8.5.3	Ablauf der Fehlerbaumanalyse .....	138
8.6	Statistische Versuchsplanung – Design of Experiments DOE .....	138
8.6.1	Vorgehensweise bei der Versuchsplanung.....	138
8.6.2	Versuchsmethoden .....	142
8.6.2.1	Ein-faktorieller Versuch (one-by-one).....	142
8.6.2.2	Vollfaktorieller Versuch .....	142
8.6.2.3	Teil-faktorieller Versuch.....	143
8.6.2.4	Teil-faktorieller Versuch nach Taguchi .....	144
8.6.2.5	Versuchsmethodik nach Shainin .....	146
8.6.2.6	Regressionsanalytisch beschleunigte Evolutionsstrategie EES .....	147
8.6.2.7	Auswertung der Ergebnisse .....	147
8.6.3	Methodenvergleich.....	147
8.7	Zuverlässigkeitstechnik .....	148
8.7.1	Zuverlässigkeitsvorausbestimmung.....	148
8.7.1.1	Zuverlässigkeitsmodelle für Systeme (System Modelling).....	148
8.7.1.2	Parts-Count Method PCM .....	150
8.7.1.3	Stress-Strength Analyse .....	150
8.7.1.4	Markow-Analyse und Monte-Carlo-Verfahren .....	150
8.7.2	Zuverlässigkeitsprüfung .....	151
8.7.2.1	Testplanung und Testspezifikationen .....	151
8.7.2.2	Prüfmethoden .....	153
8.7.3	Zuverlässigkeitsanalyse .....	154
8.7.3.1	Analysetechniken .....	154
8.7.3.2	Vertrauensniveau C (Confidence Level).....	154
8.7.3.3	Reparierbare Systeme.....	155
8.7.3.4	Verteilungsfunktionen .....	155
8.7.3.5	Erfolgslauftheorem (Success Run).....	158
8.8	Design Review .....	160
	Literatur.....	
<b>9</b>	<b>Qualität in der Herstellung .....</b>	<b>164</b>
9.1	Qualitätssicherung und Qualitätslenkung.....	164
9.2	Qualitätsprüfung.....	164
9.2.1	Prüfplanung.....	164
9.2.1.1	Aufgaben der Prüfplanung.....	1

9.2.1.2	Durchführung der Prüfplanung .....	165
9.2.2	Prüfdurchführung .....	165
9.2.2.1	Stichprobenprüfung .....	165
9.2.3	Prüfdatenerfassung und -auswertung .....	166
9.3	Selbstprüfung .....	166
9.4	Problemlösungsmethoden .....	168
9.4.1	Die sieben elementaren Qualitätswerkzeuge (Q7) .....	168
9.4.1.1	Fehlersammelliste .....	168
9.4.1.2	Stratifikation/Datenerfassung .....	168
9.4.1.3	Histogramm (Säulendiagramm).....	169
9.4.1.4	Qualitätsregelkarte .....	170
9.4.1.5	Korrelationsdiagramm (Streudiagramm) .....	171
9.4.1.6	Pareto-Diagramm .....	172
9.4.1.7	Ursache-Wirkungs-Diagramm (Ishikawa-Diagramm, 7M-Methode) .....	172
9.4.2	Brainstorming .....	173
9.4.3	Fehlhandlungsvermeidung Poka-yoke.....	174
9.4.4	System-FMEA Prozess.....	175
9.4.5	Prozessoptimierung nach Shainin .....	176
9.4.5.1	Multivariationskarten.....	178
9.4.5.2	Komponentensuche.....	178
9.4.5.3	Paarweiser Vergleich (Gut-Schlecht-Vergleich) .....	178
9.4.5.4	Variablensuche (Variables Search) .....	178
9.4.5.5	Vollfaktorieller Versuch.....	180
9.4.5.6	Prozessvergleich oder A zu B Analyse.....	180
9.4.5.7	Streudiagramm (scatter plot) .....	181
9.5	Statistische Prozessregelung SPC .....	181
9.5.1	Statistische Grundlagen.....	181
9.5.2	Regelkartentechnik .....	183
9.5.2.1	Regelkarten für attributive Daten.....	183
9.5.2.2	Regelkarten für variable Daten.....	183
9.5.2.3	Regelkarten für Verfahrenstechnik und chemische Industrie.....	184
9.5.2.4	Cusum-Karte .....	184
9.5.2.5	Berechnung der Mittellinie, der Warn- und Eingriffsgrenzen.....	184
9.5.2.6	QRK-Standard-Tests .....	187
9.5.2.7	Pre-Control Regelkarten.....	188

9.6	Prozessfähigkeitsuntersuchung PFU .....	189
9.6.1	Arten der Fähigkeitsuntersuchung .....	190
9.6.2	Berechnung und Durchführung .....	191
9.6.2.1	Ermittlung der Kennwerte .....	191
9.6.2.2	Schritte zur Durchführung .....	192
9.6.3	Stichprobenumfang und Vertrauensbereich .....	193
9.6.4	Sichere, stabile Null-Fehler-Fertigung .....	193
9.7	Qualitätsaudit in der Herstellung .....	196
9.7.1	Produktaudit .....	196
9.7.1.1	Ablauf des Produktaudits .....	197
9.7.1.2	Super-Produktaudit .....	199
9.7.2	Prozessaudit .....	200
9.8	Qualitätsaufzeichnungen, Dokumentation und Rückverfolgbarkeit .....	200
9.8.1	Qualitätsaufzeichnungen .....	200
9.8.2	Dokumentation und Rückverfolgbarkeit (traceability) .....	201
9.9	CAQ – rechnerunterstützte Qualitätsdatenverarbeitung .....	201
9.10	Prozess Review .....	204
	Literatur .....	
<b>10</b>	<b>Prüfmittelmanagement und Messtechnik .....</b>	<b>207</b>
10.1	Qualitätsregelkreise .....	207
10.2	Messtechnik und Prüfmittel – Grundbegriffe .....	208
10.2.1	Größen und ihre Messung .....	208
10.2.2	Messunsicherheit und Messabweichung .....	208
10.2.3	Messgeräte und ihre Eigenschaften .....	209
10.2.4	Kalibrierung, Eichung und metrologische Bestätigung .....	210
10.2.5	Normale und Rückverfolgbarkeit .....	210
10.3	Messtechnik für die moderne Produktion .....	212
10.3.1	Entwicklung der Präzisionsmesstechnik .....	212
10.3.2	Einteilung der Prüfmittel für die Produktionsmesstechnik .....	213
10.3.3	Mehrstellenmesstechnik .....	215
10.3.4	Rechnergestützte Koordinatenmesstechnik .....	215
10.3.5	Optoelektronische Messtechnik .....	217
10.3.6	Prozessintegrierte Prüfung (In-process-Messtechnik) .....	218
10.4	Grundlagen der Prüfmittelüberwachung .....	219
10.4.1	Aufgaben der Prüfmittelüberwachung .....	219
10.4.2	Organisation der Prüfmittelüberwachung .....	220

10.4.3	Prüfverfahren .....	221
10.4.3.1	Direkter Vergleich.....	222
10.4.3.2	Indirekter Vergleich .....	222
10.4.4	Abgrenzung überwachungspflichtiger Prüfmittel.....	222
10.4.5	Prüfmittelkennzeichnung.....	222
10.4.5.1	Prüfmittelkennzeichen.....	222
10.4.5.2	Überwachungskennzeichen .....	223
10.5	Ablauf der Prüfmittelüberwachung .....	223
10.5.1	Eignungs- bzw. Qualifikationsprüfung.....	223
10.5.2	Laufende Überwachungsprüfung.....	223
10.5.3	Prüfintervall .....	223
10.6	Einrichtung eines Prüfmittelüberwachungssystems in der Industrie .....	224
10.6.1	Manuelle Prüfmittelüberwachung.....	224
10.6.2	Rechnerunterstützte Prüfmittelüberwachung .....	225
10.7	Prüfanweisungen und Prüfprotokoll .....	226
10.8	Prüfmittelfähigkeit.....	227
10.8.1	Begriffe zur Prüfmittelfähigkeit.....	228
10.8.1.1	Genauigkeit .....	229
10.8.1.2	Linearität .....	229
10.8.1.3	Stabilität .....	229
10.8.1.4	Wiederholbarkeit .....	229
10.8.1.5	Nachvollziehbarkeit .....	229
10.8.2	Ermittlung von Prüfmittelfähigkeitsindizes .....	229
	Literatur.....	231
<b>11</b>	<b>Dienstleistungsqualität .....</b>	<b>234</b>
11.1	Dienst am Kunden.....	234
11.1.1	Die sieben Dienstleistungsqualitätswerkzeuge D7 .....	234
11.1.2	KANO-Modell .....	238
11.1.3	Marktbeobachtung .....	239
11.1.4	Messen der Kundenakzeptanz, Kundenkontakte .....	241
11.1.5	Beschwerdemanagement .....	241
11.2	Service-Engineering.....	242
11.3	Felddatenerfassung und -Analyse .....	243
11.3.1	Garantiedaten .....	243
11.3.2	Weibullanalyse von Garantiefällen.....	244
11.3.3	Lebensdauerdaten und Life Cycle Cost Analyse LCCA .....	245

11.3.4 Servicenetzwerke.....	247
Literatur.....	247
<b>12 Wirtschaftlichkeit und Qualität .....</b>	<b>248</b>
12.1 Qualitätsbedingte Verluste eliminieren.....	248
12.1.1 Analyse qualitätsbedingter Verluste.....	248
12.1.2 Verlustkostenfunktion, Zielabweichungen reduzieren .....	249
12.1.3 Blind- und Fehlleistungen vermeiden; Wertstromanalyse und Wertstromdesign.....	251
12.2 Das Qualitätskostenmodell .....	252
12.2.1 Aufteilung und Zuordnung.....	252
12.2.2 Erfassung und Bewertung.....	254
12.3 Energieeffizienz.....	255
12.4 Qualitätscontrolling.....	255
12.5 Rationalisierungs- und Kostensenkungspotentiale .....	256
Literatur.....	257
<b>13 Verbesserungsstrategien.....</b>	<b>258</b>
13.1 KAIZEN .....	260
13.2 Kontinuierlicher Verbesserungsprozess KVP .....	263
13.2.1 KVP-Umsetzungsworkshop .....	263
13.2.2 EKUV-Analyse .....	264
13.3 Qualitätszirkel QC und Verbesserungsteams QVT.....	265
13.4 Null-Fehler-Management .....	266
13.5 SIX SIGMA – Managementkonzept .....	268
13.5.1 Einstieg und Nutzen.....	268
13.5.2 Messsystem.....	270
13.5.2.1 Maßeinheit .....	270
13.5.2.2 Regeln des Messsystems.....	271
13.5.2.3 Konsolidierte Unternehmens-Prozessleistung .....	271
13.5.2.4 Verschiebung des Prozessmittelwertes um $\pm 1,5$ Sigma .....	271
13.5.2.5 Kontinuierliche Merkmale.....	273
13.5.2.6 Diskrete Merkmale.....	273
13.5.3 Verbesserungsprojekte.....	274
13.5.3.1 Design for Six Sigma DFSS.....	274
13.5.3.2 Verbesserungswerkzeuge.....	274
13.5.4 Umsetzung und Einführung .....	275

13.5.4.1	Projekttablauf .....	275
13.5.4.2	Zielsetzung .....	276
13.5.5	Six Sigma und TQM .....	276
13.5.6	Beispielhafte Bewertungsansätze .....	276
13.5.6.1	Vereinfachter Bewertungsansatz für gemessene Werte .....	276
13.5.6.2	Vereinfachter Bewertungsansatz für gezählte Werte .....	276
13.5.6.3	Six-Sigma-Projektverfolgung .....	277
13.5.7	Die Six Sigma-Roadmap – Verbessern wird zur Routine .....	277
13.6	Einbeziehung der Mitarbeiter .....	278
13.6.1	Betriebliches Vorschlagswesen BVW .....	278
13.6.2	Gruppenarbeit, Shopfloor-Management .....	279
13.6.3	Eigenverantwortlichkeit, Employee-Empowerment .....	280
13.6.4	Problemlösungskompetenz, Multiskilled Workers .....	280
13.6.5	Autonomes Qualitätsmanagement .....	281
13.6.5.1	Horizontale Prozesssicherung .....	281
13.6.5.2	Vertikale Prozesssicherung .....	281
13.6.5.3	Null-Fehler-Qualitätsniveau .....	281
	Literatur .....	282
<b>14</b>	<b>Total Productive Management (TPM) .....</b>	<b>283</b>
14.1	„Lean Production“ als Zustand .....	283
14.1.1	Grundlagen .....	283
14.1.2	Vermeidung von Verschwendung .....	284
14.2	Der Begriff TPM .....	284
14.2.1	Von Total Productive Maintenance zu Total Productive Management .....	284
14.2.2	Geschichte von TPM .....	285
14.2.3	Autonome Instandhaltung .....	287
14.2.4	Zukünftige Aufgaben der zentralen Instandhaltung .....	288
14.3	Erhöhung der Gesamtanlageneffizienz (OEE) .....	289
14.4	Einführung und Organisation von TPM .....	293
14.4.1	Die 4 Phasen der TPM-Einführung .....	293
14.4.2	Das TPM-Bewusstsein auf der Managementseite .....	294
14.4.3	Das 5-Säulenmodell von TPM .....	297
14.4.4	Die 7-Schritte-Methode zur TPM-Einführung – Der Weg zur produktiven, autonomen Instandhaltung .....	298



16.9.1 Qualitätsmanagement ist Unternehmensführung .....	327
Literatur .....	327
<b>17 Business Excellence, Qualitätspreise und Selbstbewertung .....</b>	<b>329</b>
17.1 Umfassendes Qualitätsverständnis .....	329
17.2 Qualitätspreise .....	331
17.2.1 Deming-Prize .....	333
17.2.2 Malcom Baldrige National Quality Award.....	335
17.2.3 European Excellence Award (EEA) .....	336
17.2.4 Austrian Quality Award – Der österreichische Staatspreis für Qualität .....	337
17.2.5 Ludwig-Erhard-Preis .....	338
17.3 Business Excellence – Begriffsbestimmung .....	338
17.4 Das EFQM-Modell für Excellence .....	339
17.4.1 Übersicht der Haupt- und Teilkriterien des EFQM-Modells (gültig ab 2003) .....	341
17.4.2 Die Grundkonzepte von Excellence .....	344
17.4.3 RADAR-Logik.....	346
17.4.4 Der Unternehmerische Regelkreis.....	348
17.4.5 Schlüsselprozesse .....	349
17.5 Iso und EFQM-Modell – Vergleichende Betrachtung.....	351
17.5.1 Grundsätzliche Unterschiede ISO – EFQM-Modell .....	353
17.5.2 Einsatzgebiete der ISO und des EFQM-Modells .....	353
17.5.3 Vergleichender Überblick ISO – EFQM .....	354
17.6 Levels of Excellence .....	355
17.7 Selbstbewertung .....	358
17.8 Selbstbewertungsmethoden.....	359
17.8.1 Selbstbewertung mittels Standardformular .....	360
17.8.2 Quick Scan.....	360
17.8.3 Simulation der Preis-Bewerbung mit RADAR .....	361
17.8.4 Wegweiser Karte.....	361
Literatur .....	361
<b>18 Prinzip der Balanced Scorecard .....</b>	<b>362</b>
18.1 Die Perspektiven der Strategy Map/BSC .....	363
18.1.1 Die Finanzperspektive .....	363
18.1.2 Die Kundenperspektive.....	364
18.1.3 Die Interne Prozessperspektive .....	364

---

18.1.4 Die Lern- und Entwicklungsperspektive.....	365
18.2 „Ausgeglichenes Berichtswesen“ .....	366
18.3 „Balanced“ .....	367
18.4 „Scorecard“ .....	367
Literatur.....	367
<b>Autorenbeschreibung .....</b>	<b>369</b>
<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>372</b>

# 14 Total Productive Management (TPM)

Kurt Matyas

## 14.1 „Lean Production“ als Zustand

### 14.1.1 Grundlagen

Die heutigen Anforderungen an ein Unternehmen, wie kostengünstige Produktion, flexible Reaktion auf Nachfrageschwankungen, hohes Qualitätsniveau, vermehrte Umweltauflagen u. Ä. stellen an mittelständische Unternehmen in High-Tech-Industrieländern hohe Herausforderungen.

Gerade für Länder wie Deutschland und Österreich, mit vergleichsweise hohen Lohnstückkosten ist eine strategische Neuorientierung mit dem Ziel, die Zukunft des Unternehmens dauerhaft zu sichern, vonnöten.

„Lean Production“ wird in der Regel mit „schlanker Produktion“ übersetzt. Die genaue Übersetzung von „Lean“ ist „fettfrei“ was im übertragenen Sinn als „verschwendungsfrei“ bezeichnet werden kann.

„Lean Production“ bedeutet **Vermeidung von Verschwendung** in allen Produktionsbereichen, bei der Produktentwicklung und auch in der Zulieferkette. „Lean Production“ ist allerdings **keine Methode** sondern lediglich eine **Zustandsbeschreibung** für ein Unternehmen mit geringen Beständen, nicht zu hohem Personalstand, angemessener Fabrikfläche, geringem Lagerstand und kurzer Zeit für die Produktentwicklung bei gleichzeitig hoher Produktvielfalt und geringen Fehlerzahlen. Folgende Arten von Verschwendung treten in Produktionsunternehmen auf:

- Verschwendung durch Überproduktion
- Verschwendung von Arbeitszeit durch Warten
- Verschwendung durch unnötige oder unnötig lange Transporte
- Verschwendung durch den Prozess selbst
- Verschwendung durch zu hohe Bestände
- Verschwendung durch fehlerhafte Produkte

Für die Erreichung dieses „schlanken“ Zustandes gibt es verschiedene „Diäten“ bzw. Methoden. Eine dieser Methoden ist „**Total Productive Management**“ (TPM). Eine weitere Methode – „**Wertstromanalyse und -design**“ – wird in in Kapitel 12.1.3 erörtert.

Die Integration sämtlicher Unternehmensbereiche von der Management- bis zur operativen Ebene wie auch die Miteinbeziehung der Unternehmensumwelt bilden einen zentralen Punkt dieser Idee. Sie gilt nicht nur für Produktionsbetriebe, sondern auch für Handels- und Dienstleistungsbetriebe.

### 14.1.2 Vermeidung von Verschwendung

Für die Wertsteigerung eines Produktes ist ein Minimum an Aufwand für Betriebsmittel, Material, Teile, Platz und Arbeitszeit notwendig. Jeder Aufwand, der über dieses Minimum hinausgeht, wird als Verschwendung bezeichnet (Bild 14-1).

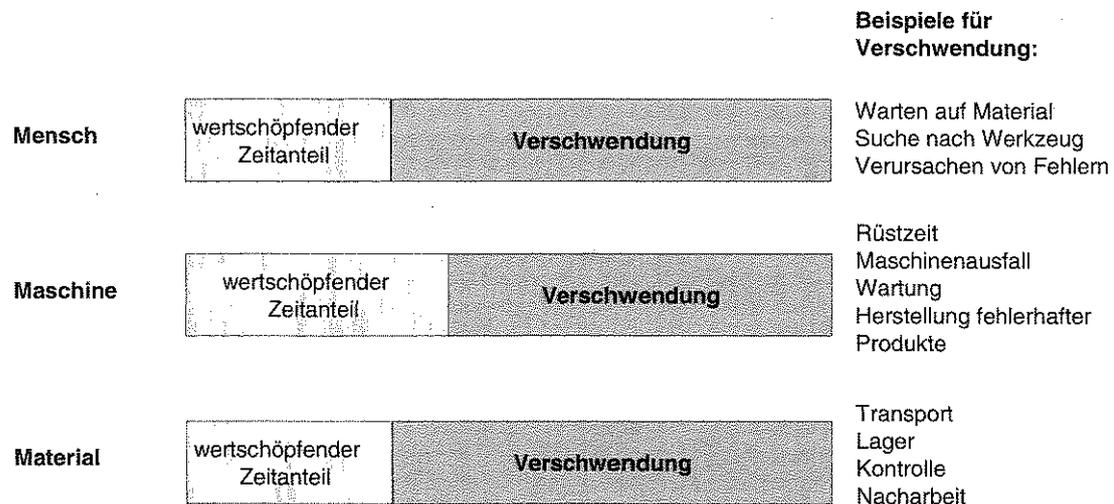


Bild 14-1: Verschwendung bei Mensch, Maschine und Material [7]

Maschinen, die aufgrund von Ausfällen stillstehen, sind ein Paradebeispiel für Verschwendung. Die Eliminierung sämtlicher Maschinenstörungen und -ausfälle ist für die Vermeidung von Verschwendung und das Funktionieren einer schlanke Produktion äußerst wichtig.

## 14.2 Der Begriff TPM

### 14.2.1 Von Total Productive Maintenance zu Total Productive Management

TPM in der ursprünglichen instandhaltungsbezogenen Definition kann als „Produktivitätsorientierte Instandhaltung, die unter aktiver Teilnahme aller Mitarbeiter die Effizienz der Anlagen kontinuierlich verbessert“ oder, kurz als „Produktive, autonome Instandhaltung“ bezeichnet werden. Das TPM-Konzept wurde entwickelt, um eine **hundertprozentige Verfügbarkeit der Maschinen** zu erreichen. Im Gegensatz zur klassischen Instandhaltung, die als Hilfsbetrieb oder als Servicefunktion der Produktion verstanden wird, verfolgt TPM eine viel weitergehende Zielsetzung, da **alle Mitarbeiter in den Verbesserungsprozess miteinbezogen** werden.

Das Ziel von TPM ist die **Maximierung der Anlageneffizienz**, die durch die Etablierung eines **durchgehenden Systems der produktiven Instandhaltung** über die gesamte Lebensdauer der Anlage erreicht werden soll. Verschiedene Berei-

che wie Ingenieurwesen, Anlagenbetreiber oder Instandhaltung sind an den TPM-Aktivitäten beteiligt, wobei jeder Beschäftigte vom Top-Manager bis zum Mitarbeiter im Werk mit eingeschlossen ist. Durch Kleingruppen-Aktivitäten und durch die Verantwortung für ihre Maschine wird einerseits die Motivation der Mitarbeiter erhöht, und andererseits führt die erhöhte Aufmerksamkeit für die Anlage zu einer Verringerung der Störungen in den Prozessabläufen.

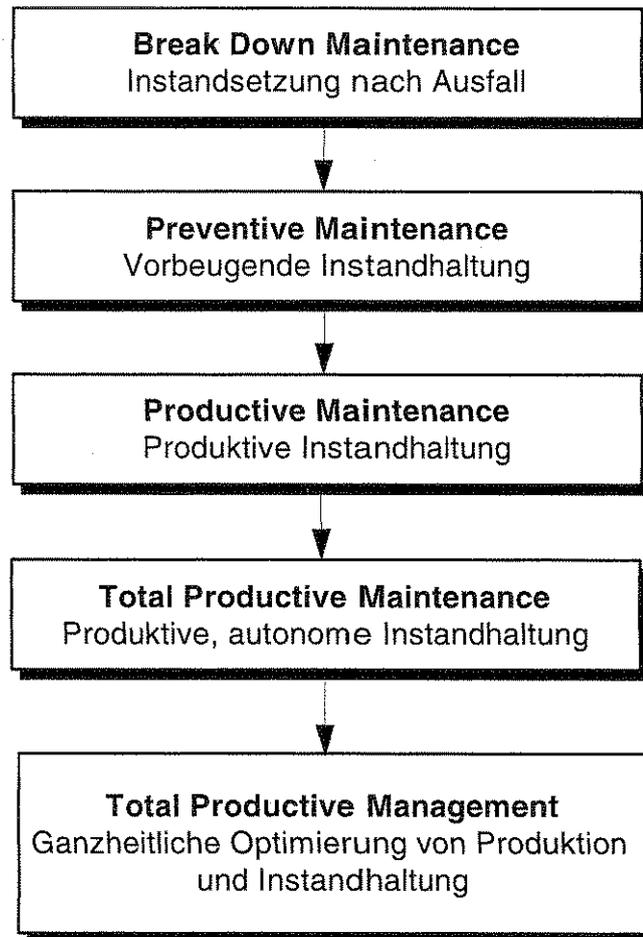
In der modernen Literatur und im praktischen betrieblichen Umfeld hat sich in den letzten Jahren der TPM-Begriff im Sinne der ganzheitlichen Betrachtung von der „Maintenance“ ausgehend zum ganzheitlichen „Management“ gewandelt.

### 14.2.2 Geschichte von TPM

Der Begriff TPM ist außerhalb Japans bei weitem nicht so bekannt wie TQM. Mit der Einführung der *Vorbeugenden Instandhaltung* (Preventive Maintenance) in Japan Anfang der 50er Jahre wurde die bis dahin praktizierte *Ausfallsbehebung* (Breakdown Maintenance) ersetzt. Dieses als „American-style Preventive Maintenance“ bezeichnete Instandhaltungskonzept führte zu einer wesentlichen Reduktion der Anlagenstillstände.

Nippondenso Corporation, Hersteller elektronischer Bauteile für die Automobilindustrie in Japan und Mitglied der Toyota-Gruppe führte Anfang der 60er Jahre die *Produktive Instandhaltung* (Productive Maintenance) ein, bei der die Verantwortung für das Instandhalten der Produktionsanlagen allein von der Instandhaltungsabteilung getragen wird. Durch die **fortschreitende Automatisierung** konnte die Instandhaltungsabteilung die hohe Anzahl an automatisierten Produktionsanlagen nicht mehr ausreichend versorgen. Darum entschied sich Nippondenso 1969, jeden Maschinenarbeiter unter dem Titel „Job Enrichment“ für routinemäßige Instandhaltungsmaßnahmen an der jeweiligen Anlage verantwortlich zu machen. Aus diesen Erfahrungen entwickelte sich das Konzept „Total Productive Maintenance (TPM)“, das von Nippondenso von 1969 bis 1971 verwirklicht wurde. Bild 14-2 zeigt die vier Entwicklungsstufen von TPM.

Durch den damit gewonnenen „1971 Distinguished Plant Price“ wurde TPM in Japan bekannt und breitete sich schnell aus. Ende der 80er Jahre begannen auch Unternehmen in England und in den USA TPM einzuführen. Anfang der 90er Jahre kam es auch in Deutschland zu TPM-Aktivitäten. Bis 2008 wurden weltweit fast 2000 Werke vom Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) mit TPM Excellence Awards ausgezeichnet (Quelle: <http://www.jipm.or.jp/en/>).



**Bild 14-2:** Die fünf Entwicklungsstufen von TPM (nach [6] )

Im Jahr 2007 erhielten über 160 Fabriken vom Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) sogenannte „**Awards of excellence**“. Diese Awards wurden in folgenden Kategorien vergeben (Quelle: JIPM):

- „Special Award for TPM Achievement“
- „Award for Excellence in Consistent TPM Commitment - First Category“
- „Award for TPM Excellence - First Category“
- „Award for Excellence in Consistent TPM Commitment – Second Category“
- Award for TPM Excellence – Second Category“.
- "Award for Distinguished PM Engineering Contractor".

Bild 14-3 zeigt die Bewertungskriterien für den „Award for TPM Excellence – First Category“. Diese Kategorien charakterisieren sehr gut das Wesen von TPM und worauf es ankommt. Zielführung, Mitarbeiterqualifikation und kontinuierliche Verbesserung sind die weit über die Instandhaltung hinausgehenden Kriterien für die erfolgreiche ganzheitliche Optimierung von Produktion und Instandhaltung.

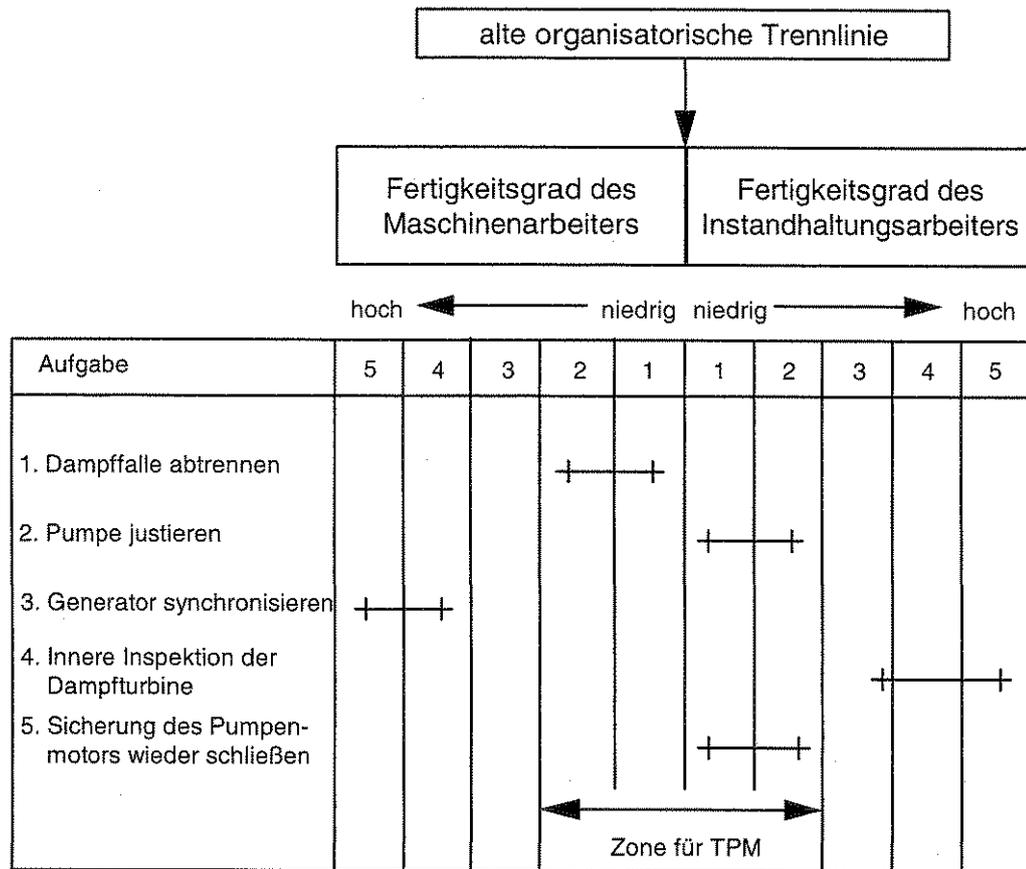
<b>Award for TPM Excellence - First Category</b>
<p>Auszeichnung für:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hervorragende Zielführung</li><li>• Kontinuierliche Verbesserung in kleinen Schritten</li><li>• Qualifizierung der Mitarbeiter</li><li>• Verlagerung der Instandhaltung zu geplanten Maßnahmen</li><li>• Steuerung der Prozesse zu Null-Fehler-Produktion</li><li>• Deutliche Steigerung der Produktivität und Qualität in den administrativen Bereichen</li><li>• Hervorragende Gewährleistung von Sicherheit gegen Gefahren aus den Prozessen</li><li>• Messbare Veränderung des Arbeitsklimas</li><li>• Deutliche Verbesserung der Unternehmensergebnisse</li></ul>

**Bild 14-3:** Themenbereiche, die bei der Vergabe des TPM-Awards bewertet werden [9]

### 14.2.3 Autonome Instandhaltung

Die autonome Ausführung der Instandhaltungsaktivitäten im Werk werden von der Managementseite oft als „*Nur die Mitarbeiter sind zuständig*“ missverstanden. Um wirklich effektiv zu sein, muss TPM durch alle Ebenen und Abteilungen hindurch praktiziert werden. Vom Japan Institute of Plant Maintenance werden die Ziele von TPM mit der „Maximierung der Effizienz der Ausstattung unter Einbeziehung der umfassenden vorbeugenden Instandhaltung“ bezeichnet. Durch Gruppenarbeit und freiwilliges Engagement werden die Mitarbeiter zur Instandhaltung motiviert.

Das heißt allerdings nicht, dass es bei TPM keine zentralen Instandhaltungsabteilungen bzw. zentralen Instandhaltungsaktivitäten mehr gibt. Lediglich die alte organisatorische Trennlinie zwischen Maschinenarbeiter und Instandhaltungsarbeiter existiert nicht mehr, sondern es entsteht ein gemeinsamer Aufgabenbereich, wie in Bild 14-4 gezeigt wird.



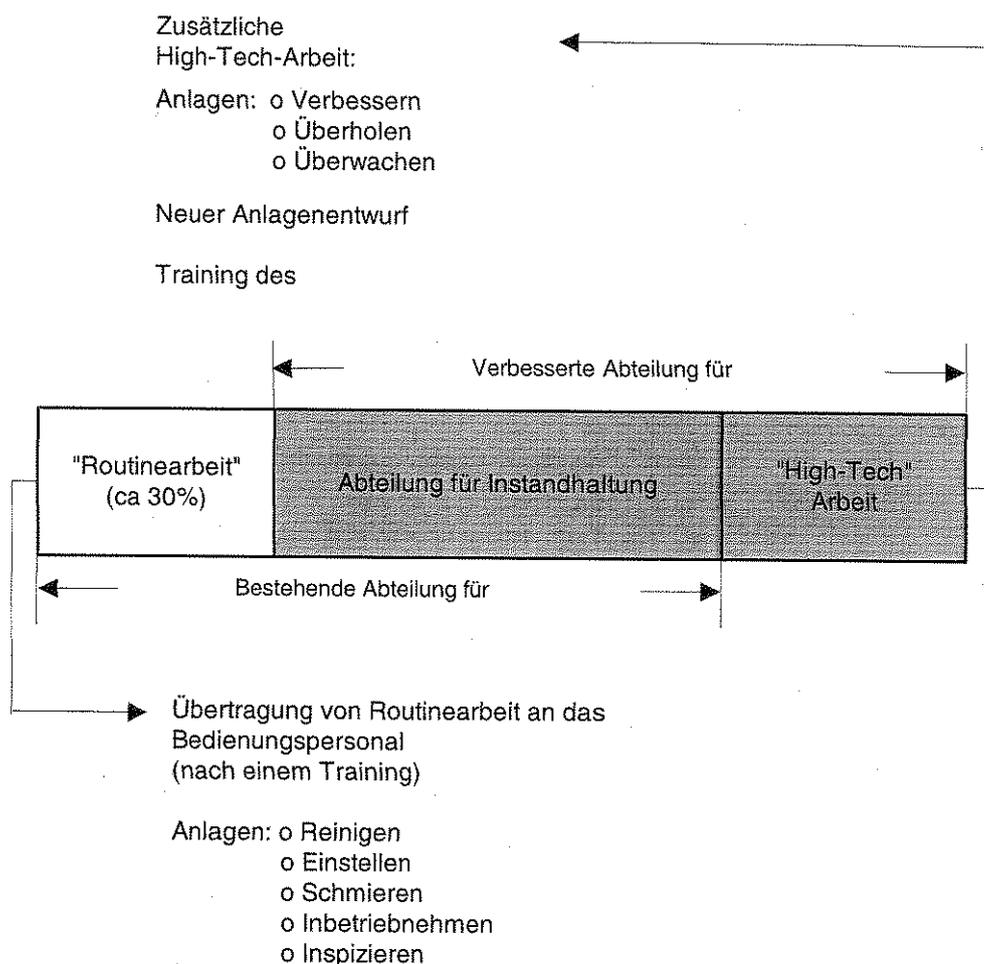
**Bild 14-4:** Transferdiagramm für TPM-Aufgaben [4]

In diesem Beispiel wurden fünf Aufgaben identifiziert, die für die Arbeitsanforderungen sowohl an die Fertigung als auch an die Instandhaltung notwendig waren. Nach einer Analyse wurden die Aufgaben 1, 2 und 5 in den gemeinsamen Aufgabenbereich transferiert, wogegen die Aufgaben 3 und 4 zu hohe Fertigungsgrade voraussetzten und für die Übertragung nicht geeignet waren [4].

#### 14.2.4 Zukünftige Aufgaben der zentralen Instandhaltung

Die Instandhaltungsabteilung wird durch die Einführung von TPM nicht überflüssig. Sie gewinnt sogar noch an Bedeutung, da von ihr aus weiterhin das gesamte Instandhaltungsmanagement unter Einbeziehung eventueller Wartungsverträge durchgeführt wird (Bild 14-5).

Routearbeiten, wie Reinigen, Einstellen, Schmieren und Inbetriebnehmen gehen in den Verantwortungsbereich des Maschinenarbeiters über. Auch Inspektionsaufgaben und einfache Instandsetzungen können, wie in den Bildern 14-4 und 14-5 gezeigt wird, in den Aufgabenbereich des Maschinenarbeiters übergehen.



**Bild 14-5:** Neue Aufgaben für die zentrale Instandhaltung (nach [2])

Die dadurch entlasteten Mitarbeiter der zentralen Instandhaltung können in Zukunft mehr Zeit in High-Tech-Aktivitäten, wie z. B. das Überprüfen und Verbessern der Betriebsanlagen investieren. Auch die Schulung der Maschinenarbeiter und die Assistenz bei der Projektierung neuer Betriebsanlagen gehört zu den zukünftigen High-Tech-Aktivitäten der Instandhaltungsabteilung [2].

Nur durch eine Kooperation zwischen der Instandhaltungsabteilung und der autonomen Bedienerinstandhaltung kann der Weg in Richtung einer hundertprozentigen Anlagenverfügbarkeit erfolgreich beschritten werden.

### 14.3 Erhöhung der Gesamtanlageneffizienz (OEE)

Die drei Eckpfeiler von TPM sind [7]:

- Einhaltung normaler Betriebsbedingungen
- Möglichst frühes Aufdecken normwidriger Bedingungen

- Entwicklung und Durchführung von Gegenmaßnahmen zur Wiederherstellung normaler Betriebsbedingungen.

TPM strebt die Maximierung der Gesamteffizienz der Anlagen an. Um eine Maximierung des Outputs (Produktion, Qualität, Kosten, Lieferungen, Sicherheit, Gesundheit, Umwelt und Arbeitsmoral) und eine Minimierung des Inputs (Arbeitskraft, Maschinen und Material) zu erreichen, beschäftigt sich TPM mit der Beseitigung der *sechs großen Verlustquellen*, die extreme Hindernisse für die Anlagenverfügbarkeit bedeuten (Tabelle 9-1).

**Tabelle 14-1:** Die sechs großen Verluste

<b>Verlustzeiten</b>	1. Anlagen-/Maschinenausfall durch Störungen 2. Rüsten und Einstellen – z. B. Werkzeugwechsel, Formenwechsel in Pressen etc.
<b>Geschwindigkeitsverluste</b>	3. Leerlauf und geringfügige Unterbrechungen durch fehlerhafte Arbeitsweise von Sensoren, Blockierung von Werkstücken auf Zuführschächten etc. 4. Verringerte Bearbeitungsgeschwindigkeit durch Unterschiede zwischen vorgesehener und tatsächlicher Geschwindigkeit der Anlagen
<b>Fehler</b>	5. Prozessfehler verursachen Ausschuss, Nacharbeit und Qualitätsminderung 6. Reduzierte Ausbringung durch Anlaufverluste während des Produktionsanlaufs bis zum stabilen Prozess

Bei TPM werden im Gegensatz zu herkömmlichen Instandhaltungssystemen, wo leistungsfähige Kennzahlensysteme propagiert werden, **lediglich drei Kennzahlen** zwingend vorgegeben, mit deren Hilfe die **Gesamtanlageneffizienz** oder auch **Overall Equipment Efficiency (OEE)** ausgerechnet werden kann. Es handelt sich dabei um **Verfügbarkeits-, Leistungs- und Qualitätskennzahlen**, die messen, wie sich die sechs großen Verluste auswirken (Tabelle 14-2).

Viele Unternehmen besitzen eine Gesamtanlageneffizienz von unter 60%. Die idealen Bedingungen wären eine Verfügbarkeitsrate von über 90%, ein Leistungsindex von über 95% und eine Qualitätsrate von über 99%. Somit sollte die Gesamtanlageneffizienz über 85% liegen, was von allen Unternehmen, die einen der TPM Awards gewonnen haben, erreicht wurde.

Das internationale TPM-Institute von Prof. Hartmann in den USA, der sich auf TPM-Einführung in nichtjapanischen Unternehmen spezialisiert hat, brachte einen Leitfaden zur Verbesserung der Gesamtanlageneffizienz heraus (Tabelle 14-3). Die angegebenen Maßnahmen werden in verschiedenen Kapiteln dieses Buches detailliert beschrieben.

Tabelle 14-2: TPM-Kennzahlensystem (nach [6]):

Prozesszeiten	Verlustbringer	Berechnung
Anlagenhauptzeit		Schichtzeit: 480 min geplanter Stillstand: 20 min Anlagenhauptzeit = Schichtzeit - geplanter Stillstand = 480 - 20 = 460 [min]
Betriebszeit	Verlustzeiten: Anlagen-/Maschinenausfall Rüsten und Einstellen	ungeplante Stillstände: 30 min <b>Verfügbarkeitsrate</b> = $\frac{\text{Anlagenhauptzeit} - \text{ungeplante Stillstände}}{\text{Anlagenhauptzeit}} \times 100$ = $\frac{460 - 30}{460} \times 100 = 93,5 \%$
Netto-Betriebszeit	Geschwindigkeitsverluste: Leerlauf und geringfügige Unterbrechungen Verringerte Bearbeitungsgeschwindigkeit	<b>Leistungsindex</b> = $\frac{\text{Ideale Bearbeitungszeit} \times \text{erstellte Anzahl}}{\text{Betriebszeit}} \times 100$ = $\frac{6 \text{ min} \times 62 \text{ Teile}}{430} \times 100 = 86,5 \%$
Wertschöpfende Betriebszeit	Fehler: Prozessfehler - verursachen Ausschuss, Nacharbeit und Qualitätsminderung Anlaufverluste	<b>Qualitätsrate</b> = $\frac{\text{Erstellte Anzahl} - \text{Defekte Anzahl}}{\text{Erstellte Anzahl}} \times 100$ = $\frac{62 - 3}{62} \times 100 = 95,2 \%$

**Gesamtanlageneffizienz** = Verfügbarkeitsrate x Leistungsindex x Qualitätsrate  
= 0,935 x 0,865 x 0,952 x 100 = 77,0%

Tabelle 14-3: Verbesserung der Gesamtanlageneffizienz [2]

<b>Leitfaden für die Verbesserung der Gesamtanlageneffizienz</b>	
<b>Verfügbarkeit</b>	<p><b>Verringerung der Rüstzeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beseitigung und Verkürzung von Rüstvorgängen</li> <li>• Automatisieren von Konfigurationsänderungen</li> <li>• Verringern der Kalibrationszeit</li> <li>• Limitieren der Testläufe</li> </ul> <p><b>Beseitigung von Versagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagenverbesserungen durchführen</li> <li>• Verbesserung der vorbeugenden Instandhaltung</li> <li>• Einführung autonomer Wartung</li> </ul>
<b>Leistungsindex</b>	<p><b>Verringerung der Leerläufe und Kurzausfälle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung des Materialflusses</li> <li>• Beseitigung des Verlustes durch Fehlbedienung</li> <li>• Beseitigung von Störungen der Materialzufuhr</li> <li>• Einführung der autonomen Inspektion</li> <li>• Einführung einer Reinigungs- und Schmierprozedur</li> </ul> <p><b>Beseitigung der Verluste der Anlagengeschwindigkeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Austausch abgenutzter Teile</li> <li>• Auswuchten aller rotierender Teile</li> <li>• Verbesserung der Schmierung</li> </ul> <p><b>Einführung einer vorausschauenden Instandhaltung</b></p>
<b>Qualitätsrate</b>	<p><b>Beseitigung von Ausschuss und Nacharbeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung einer SPC (Statistische Prozesssteuerung)</li> <li>• Verbesserung der Anlageneinstellung</li> <li>• Einführung einer Anlagenüberwachung</li> <li>• Festlegung einer Prozedur zum Werkzeugwechsel</li> <li>• Einführung der autonomen Inspektion</li> <li>• Anlagenverbesserung</li> </ul> <p><b>Verbesserung der Produktqualität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der Anlagengenauigkeit</li> </ul>

## 14.4 Einführung und Organisation von TPM

### 14.4.1 Die 4 Phasen der TPM-Einführung

Die Einführung von TPM in westlichen Unternehmen unterscheidet sich von der bisher veröffentlichten, vorwiegend japanischen Literatur, die in ihrer Vorgangsweise bei den Mitarbeitern japanische Denkweisen voraussetzt. Diese Vorgangsweisen müssen für europäische und amerikanische Unternehmen an die abweichenden Rahmenbedingungen angepasst werden. *E. Hartmann* [2], Präsident des Internationalen TPM-Institutes entwickelte eine Strategie für die Einführung von TPM in nichtjapanischen Unternehmen.

#### 1. Phase: Machbarkeitsstudie

Da TPM einen tief greifenden Einfluss auf den Betrieb und die Unternehmenskultur hat, muss der Installationsplan für TPM auf fundierter Information und den aktuellen Bedürfnissen im Unternehmen aufbauen. Eine geplante Instandhaltungsaufgabe dauert erfahrungsgemäß nur halb so lange, wie eine ungeplante und dasselbe gilt für die Einführung von TPM [2].

Die Machbarkeitsstudie dauert erfahrungsgemäß ungefähr acht Wochen. Zunächst müssen die Daten für die Entscheidungsfindung erarbeitet werden (Reihenfolge, Prioritäten). Anschließend müssen Anlagen (Zustand, Leistung etc.) und Personal (Qualifikation, Motivation, bestehende Teams) analysiert werden.

Weitere Punkte der Machbarkeitsstudie sind die Erarbeitung eines Kosten/Nutzen-Verhältnisses einer TPM-Einführung (Bild 14-6) und die Erarbeitung eines Vorschlages für eine Pilotinstallation.

Erarbeitung von Kosten und Nutzen von TPM	
Bestimmung der TPM-Kosten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• TPM-Trainingszeit</li> <li>• Erarbeitung des Trainingsmaterials</li> <li>• Anlagenverbesserung</li> <li>• TPM-Belegschaft</li> <li>• Besprechungen</li> <li>• Öffentlichkeitsarbeit</li> </ul>	Bestimmung des TPM-Nutzens: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kostensenkung</li> <li>• Verbesserung der Produktivität</li> <li>• Verringerung der Stillstandszeiten</li> <li>• Verschiebung des Kaufs neuer Anlagen</li> <li>• Verbesserung des Arbeitsklimas</li> </ul>

Bild 14-6: Bestimmung von Kosten und Nutzen von TPM [2]

## 2. Phase: Vorbereitung

Nachdem die Topmanagement-Entscheidung zur Einführung von TPM bekannt gegeben wurde, beginnt der Aufbau einer TPM-Organisation und die Schulung der Mitarbeiter. Weiters werden die grundlegenden Ziele und ein Rahmenplan zur Einführung von TPM festgelegt.

## 3. Phase: TPM-Durchführung

Die gesamte Durchführung der TPM-Installation dauert ungefähr 3 Jahre und beginnt mit dem in der Machbarkeitsstudie entwickelten Pilotprojekt und orientiert sich Schritt für Schritt an den Prioritäten und an der Machbarkeit.

Es wird zunächst danach getrachtet, die Effizienz jedes Anlagenteils zu steigern. Weiterhin werden Programme sowohl für die autonome Instandhaltung als auch für die Instandhaltungsabteilung erstellt. Außerdem müssen die Instandhaltungsfähigkeiten der Mitarbeiter geschult und Programme zur Optimierung von Neuanlagen entwickelt werden.

## 4. Phase: Stabilisierung

In dieser Phase beginnt das TPM-Programm zu laufen und wird perfektioniert, und es werden weitere Ziele für die Zukunft gesetzt (z. B. der TPM Plant Price).

### 14.4.2 Das TPM-Bewusstsein auf der Managementseite

Die schon erwähnten Unterschiede zwischen Japan und der westlichen Welt sind in Bild 14-7 dargestellt.

Japan	Europa/USA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engagement des Managements</li> <li>• TOP-Management ist der Ausgangspunkt für TPM</li> <li>• Adäquate Finanzmittel stehen zur Verfügung</li> <li>• Japaner planen langfristig (TPM-Programme dauern 3 oder mehr Jahre)</li> <li>• Gruppenarbeit entspricht japanischer Unternehmenskultur</li> <li>• Entlohnungssystem fördert das Engagement der Mitarbeiter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TPM-Idee geht meist vom mittleren Management aus</li> <li>• Top-Management muss erst überzeugt werden</li> <li>• Beschränkte Finanzmittel</li> <li>• Ziele sind kurzfristiger: Wenn nach ½ Jahr noch kein Erfolg sichtbar ist läuft das Programm in Gefahr, gestrichen zu werden</li> <li>• Westliche Unternehmenskultur: Handeln eher im eigenen Interesse als im Interesse der Gruppe</li> </ul>

Bild 14-7: Unterschiede Japan - Westen

### **Aktionsplan**

Die Beseitigung der sechs großen Verlustquellen ist eines der Hauptziele bei der Einführung von TPM. Jeder Betrieb muss seinen eigenen Aktionsplan für die Einführung von TPM entwickeln, da er von der Art des Unternehmens, den Produktionsmethoden und vom Zustand der Anlagen abhängt.

### **Ziele vermitteln**

Ein effektiver Weg, die Motivation und den Einsatz der Mitarbeiter zu fördern, ist es, der Belegschaft konkrete Ziele zu vermitteln. Ziele müssen immer in Zahlen darstellbar sein. Die Sprache der Verbesserung ist die Sprache der Zahlen, zum Beispiel: „Mit dieser Verbesserung werden die Kosten um 5% reduziert“.

**Was messbar ist, wird auch getan!**

In Tabelle 14-4 sind einige Beispiele für solche Ziele angegeben:

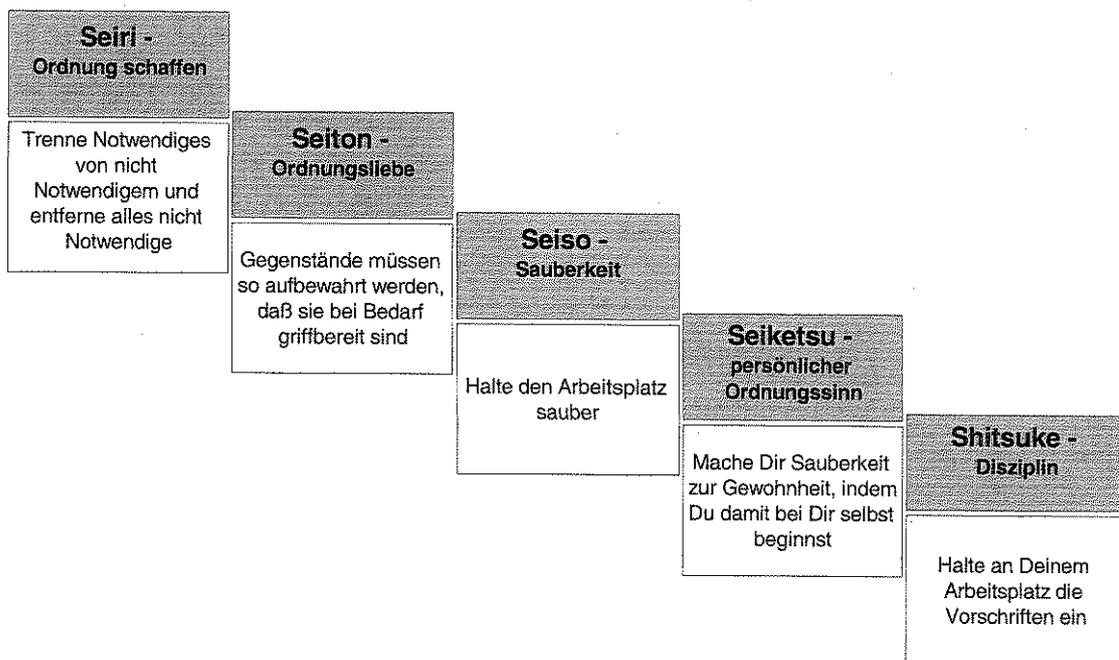
**Tabelle 14-4:** Beispiele für TPM-Ziele

<b>Topmanagement</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion der Gesamtkosten um 5 %</li> <li>• Reduktion der Produktionskosten um 7%</li> <li>• Erhöhung der Wertschöpfung pro Person um 5%</li> <li>• Reduktion des Lagers um 10%</li> <li>• Reduktion der Anzahl der Kundenreklamationen auf 1 pro 100.000 verkaufte Produkte</li> </ul>
<b>Mittleres Management</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Arbeitsproduktivität um 5%</li> <li>• Erhöhung der Gesamtanlageneffizienz von 65% auf 85%</li> <li>• Erhöhung der Ausbringung pro Stunde auf 10.000 Stück</li> <li>• Erhöhung der Anzahl der Verbesserungsvorschläge von 7 auf 30 pro Mitarbeiter</li> <li>• Reduktion der Unfälle auf 0</li> </ul>

Die grundlegenden Entwicklungsaktivitäten eines TPM-Systems bauen auf folgenden Minimalanforderungen auf, die vom Japan Institute of Plant Maintenance vorgeschlagen werden [6]:

1. Verbesserung der Anlageneffizienz durch die Beseitigung der sechs großen Verluste.
2. Programm zur autonomen Durchführung der Instandhaltung.
3. Geplante Aktivitäten für die Instandhaltungsabteilung.
4. Schulung und Training für das Instandhaltungspersonal.
5. Anlagenmanagementprogramm von Beginn an.

Dieser Entwicklungsplan basiert auf dem „5S-Programm“, wobei die 5S für die in Bild 14-8 angeführten japanischen Begriffe SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU und SHITSUKE stehen:



**Bild 14-8:** 5S-Programm für TPM [3]

**Das Management muss eine Umgebung schaffen, in der Änderungen akzeptiert werden und in der ständige Verbesserungen stattfinden.**

### 14.4.3 Das 5-Säulenmodell von TPM

Das Wesen von „Total Productive Management“ kann am sinnvollsten durch das in Bild 14-9 dargestellte 5-Säulenmodell dargestellt werden. Diese fünf Säulen stellen Teilziele des TPM dar. Als Fundament dienen auf der einen Seite Sauberkeit, Ordnung und Disziplin und auf der anderen Seite die kontinuierliche Verbesserung in kleinen Schritten. Auf dieser Basis sind die fünf Säulen aufgebaut und werden vom gemeinsamen Dach bestehend aus den Zielvereinbarungen und dem Zielverfolgungssystem zusammengehalten.

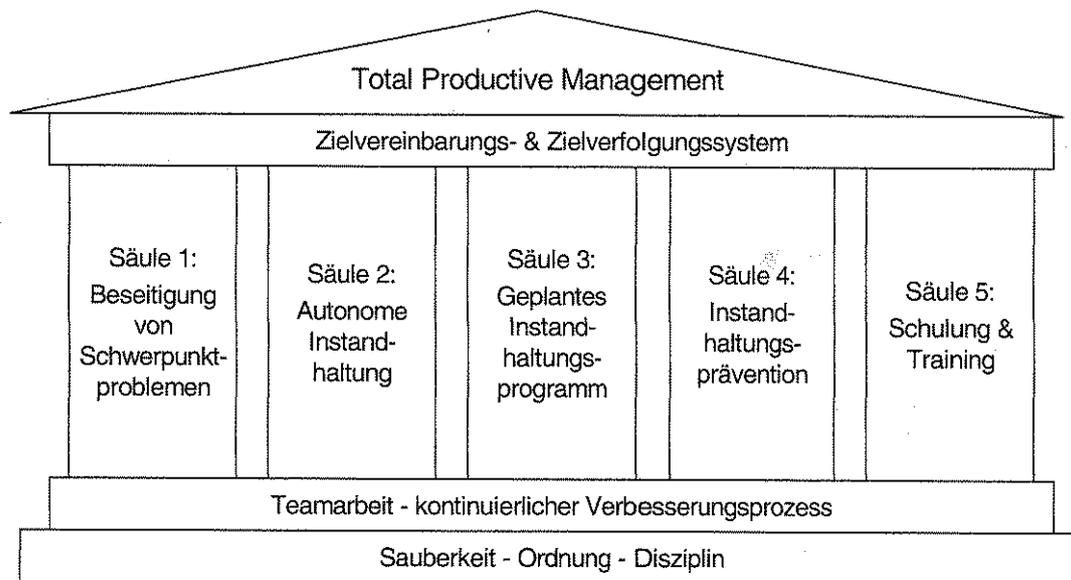


Bild 14-9: Die fünf Säulen von TPM [1]

#### ***Beseitigung von Schwerpunktproblemen***

In dieser Säule geht es um die Analyse der Anlagen und das Erkennen von Schwachstellen. Unter dem Motto „Reinigung = Inspektion“ im ersten der sieben Schritte zur Einführung von TPM werden Fehler entdeckt und kategorisiert, um daraus Schlüsse für Reinigungs-Wartungs- und Schmierpläne zu gewinnen.

#### ***Autonome Instandhaltung***

Der größte Unterschied von TPM zu anderen Instandhaltungs- und Produktionsmanagementphilosophien ist – wie schon in den vorangegangenen Abschnitten beschrieben – die autonome Instandhaltung durch Maschinenarbeiter in Form von Kleingruppenaktivitäten. In der klassischen, vorbeugenden Instandhaltung ist die Instandhaltungsabteilung für die Durchführung der Instandhaltung verantwortlich, wogegen TPM mit der zielgerichteten Einbeziehung der Mitarbeiter in Problemlösungsprozesse, die modernere Art der Instandhaltung darstellt.

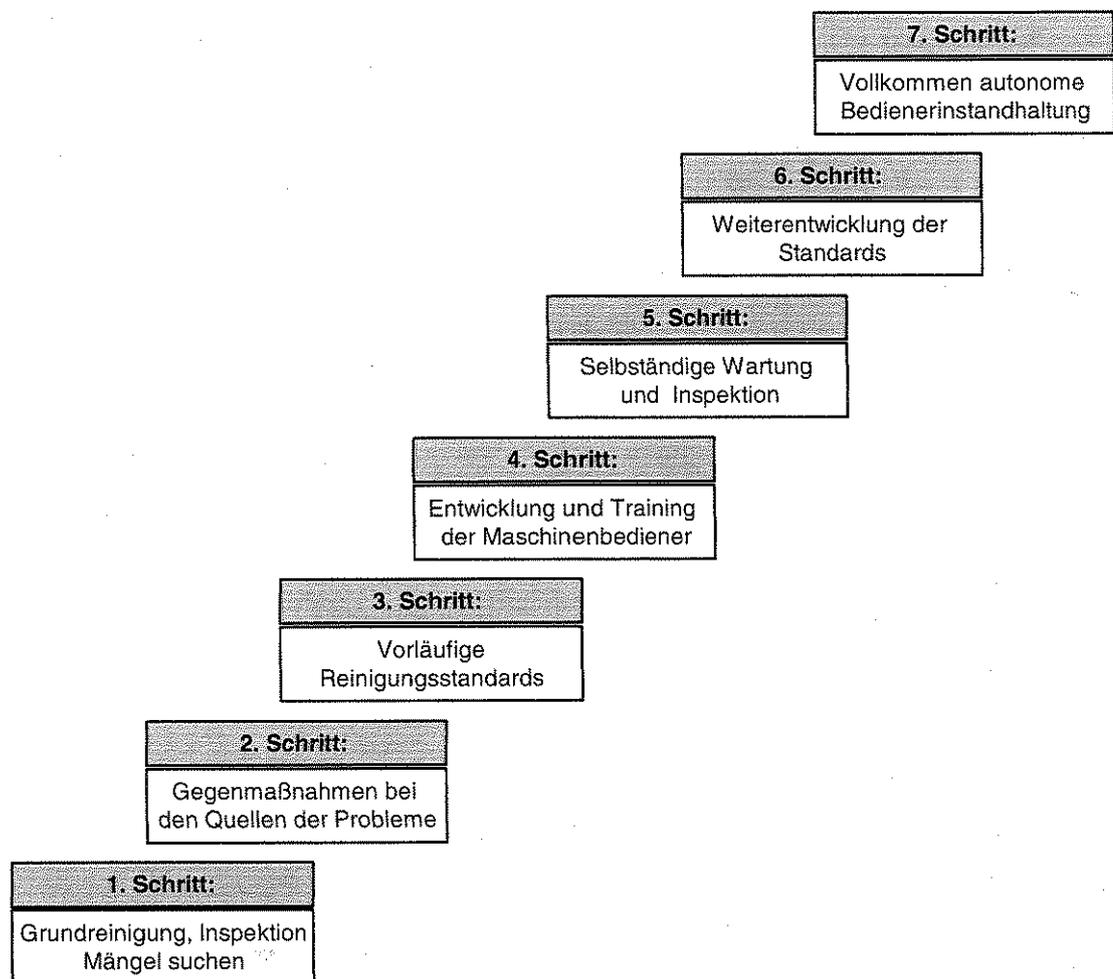
Auch die weiteren drei Säulen **Geplantes Instandhaltungsprogramm**, **Instandhaltungsprävention** sowie **Schulung und Training** werden in den nachfolgend

beschriebenen 7 Schritten zur TPM-Einführung behandelt. Ziel ist es, aus dem ersten Schritt Erkenntnisse für das geplante Instandhaltungsprogramm und die Instandhaltungsprävention zu erhalten. Maschinenbediener sollten so gut geschult sein, dass sie einfache Instandhaltungstätigkeiten selbst ausführen können, was in Summe wiederum zur Erhöhung der Gesamtanlageneffizienz beiträgt.

#### 14.4.4 Die 7-Schritte-Methode zur TPM-Einführung – Der Weg zur produktiven, autonomen Instandhaltung

Die Nutzung von Mitarbeiterpotenzialen zur kontinuierlichen Unternehmensoptimierung und -entwicklung ist ebenso wie bei der Lean Production ein Kernbereich der TPM-Philosophie.

Das JIPM schlägt die Sieben-Schritte-Methode zur Einführung der selbständigen Bedienerinstandhaltung vor. Diese Methode soll sicherstellen, dass jedes der oben erwähnten 5S berücksichtigt wird (Bild 14-10).



**Bild 14-10:** Die Einführung von TPM in sieben Schritten

Diese sieben Schritte betreffen in erster Linie die Maschinenarbeiter, da sie diese Schritte durchführen müssen, aber auch die Anlagen, da diese dabei verbessert werden.

Eine erfolgreiche TPM-Einführung ist nur möglich, wenn jeder der sieben Schritte durchlaufen wird. Gerade die ersten drei Schritte sind oft sehr mühsam zu erreichen, bringen aber schon einen messbaren Erfolg.

### **1. Schritt: Grundreinigung, Inspektion, Mängel suchen**

Der **1. Schritt** beinhaltet die Beseitigung von Staub und Verunreinigungen hauptsächlich an den Hauptteilen der Anlagen, das Festziehen von Schrauben und Muttern sowie die Entdeckung und Korrektur von Problemen.

Wichtig dabei ist, dass mit den richtigen Maschinen begonnen wird. Die anfängliche Reinigung einer ohnehin schon saubereren Maschine wird nicht den erwarteten Erfolg bringen und somit auch die Begeisterung und den Einsatz der Mitarbeiter weniger fördern, als messbare Erfolge schon im ersten der sieben Schritte.

Beim ersten Schritt und auch in weiterer Folge gilt:

#### **Reinigung = Inspektion**

- Die bei der Reinigung gefundenen Schwachstellen und Fehler müssen gekennzeichnet werden, um sie beheben zu können und um im zweiten Schritt Gegenmaßnahmen setzen zu können.
- Die Kennzeichnung sollte in Form von Anhängern erfolgen, die direkt an der Problemstelle angebracht werden.
- Es sollten zumindest drei verschiedene Farben unterschieden werden:
  1. Für Tätigkeiten, die vom Instandhaltungspersonal durchgeführt werden müssen.
  2. Für Tätigkeiten, die vom Bedienungspersonal durchgeführt werden müssen.
  3. Für Tätigkeiten in schwer erreichbaren Bereiche oder zum Aufzeigen eines Sicherheitsrisikos.
- An den Farben wird auch erkannt, wieviel Prozent der Instandhaltungs- und Fehlerbehebungstätigkeiten vom Bedienungspersonal und wieviel vom Instandhaltungspersonal erledigt wird.
- Das Ziel der autonomen Instandhaltung ist es, dass möglichst viele Anhänger dem Typ 2 entsprechen.

Bei der Reinigung treten Schwachstellen ans Tageslicht, die bei einer verschmutzten Maschine unentdeckt geblieben wären. Zum Beispiel bedeutet Ölaustritt Druckverlust und somit baldigen Stillstand der Maschine. Mit der anfänglichen Grundreinigung soll ein Zustand erreicht werden, bei dem jedes Problem sofort sichtbar wird.

### **Motto für den 1. Schritt**

Kleine Probleme erkennen und beheben, bevor daraus große Probleme werden.

### **2. Schritt: Gegenmaßnahmen bei den Quellen der Probleme**

Im 2. Schritt werden Ursachen der Verunreinigungen erforscht, schwer zu reinigende Teile verbessert und eine Reduzierung der für Reinigung und Schmierung erforderlichen Zeit angestrebt. Außerdem werden in diesem Schritt Maßnahmen angestrebt, die zukünftige Verschmutzungen verhindern oder reduzieren sollen. Beispiele dafür sind die Anbringung von Abdeckungen und Abschirmungen.

- Überprüfung der Verschmutzungsursachen.
- Beseitigung von Verschmutzungsquellen.
- Überprüfung und Verbesserung des Kühl-/Schmierstoff- und Spänekreislaufs.
- Verbesserung schwer zu reinigender Anlagenteile.
- Erarbeitung vorläufiger Reinigungsstandards.
- Erarbeitung vorläufiger Reinigungsintervalle.

### **Motto für den 2. Schritt**

Eine Anlage gar nicht erst verschmutzen zu lassen ist besser als sie zu reinigen.

### **3. Schritt: Vorläufige Reinigungs- und Schmierstandards**

Nachdem die Maschinenarbeiter in den Schritten 1 und 2 den grundlegenden Zustand der Anlagen erkennen, sind im 3. Schritt Standards für Basisinstandhaltungsarbeiten (z. B. Reinigungs- und Schmierungsstandards) mit täglichen und periodischen Aufgaben festzulegen.

Wichtig für die Erstellung der Standards ist, dass sie von jenen Mitarbeitern mitgestaltet werden, die später danach arbeiten müssen.

Besonderen Wert sollte bei diesem Schritt auf Schmierungsstandards gelegt werden, da ein großer Prozentsatz der Maschinenausfälle durch mangelhafte Schmierung verursacht wird.

- Herausfinden kritischer Bereiche wie z. B.:
  - Schwer zu schmieren
  - Ölstand nicht überprüfbar
  - Störungen im Schmiermittelkreislauf
  - Anlage wird während des Schmiervorgangs ölig
- Überprüfen der Verbesserungsmaßnahmen
- Schmierungstest
- Periodische Inspektion
- Entwurf eines provisorischen Reinigungs- und Schmierungsstandards
- Arbeit nach diesen Standards und Bewertung der Ergebnisse
- Festschreibung der neuen Standards

#### **Motto für den 3. Schritt**

Reinigungs- und Schmierstandards sollen kein bürokratisches System sein, sondern sollen durch optimale Abläufe den nötigen Freiraum für die nächsten Schritte schaffen.

#### **4. Schritt: Entwicklung und Training der Maschinenbediener**

Im 4. Schritt soll der Zustand der gesamten Produktionsanlage durch eine allgemeine Inspektion festgestellt und die Mitarbeiter entsprechend geschult werden. Die Schulung erfolgt anhand des Inspektionshandbuchs und muss gewährleisten, dass die Mitarbeiter die für sie neuen Tätigkeiten der Instandhaltung ausführen können. Da alle Maschinenarbeiter die Fähigkeit entwickeln müssen, Abweichungen zu erkennen und zu korrigieren, wird dieser vierte Schritt relativ viel Zeit in Anspruch nehmen. Dafür zeigen sich nach diesem Schritt erstmals erstaunliche Resultate, wie zum Beispiel eine Erhöhung der Gesamtanlageneffizienz auf über 80%.

#### **Motto für den 4. Schritt**

Maschinenarbeiter verstehen ihre Maschinen.

### **5. Schritt: Selbständige Wartung und Inspektion**

Im 5. Schritt werden Prüfformulare für die selbständige Inspektion entwickelt und eingesetzt. Dafür werden die in den ersten drei Schritten eingeführten vorläufigen Standards für Reinigung, Schmierung und Inspektion überarbeitet und um die im 4. Schritt gewonnenen Erfahrungen verbessert. Die Ergebnisse werden mit der Instandhaltungsabteilung abgesprochen, um Verantwortlichkeiten festzulegen.

**Tabelle 9-1:** Was soll in den Prüfformularen enthalten sein?

<b>Prüfformular für autonome Inspektion</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ort der Durchführung der Maßnahmen.</li> <li>• Zustand, der mit der Maßnahme erreicht werden soll.</li> <li>• Methoden, um den Zustand zu erreichen.</li> <li>• Notwendige Werkzeuge und sonstige Hilfsmittel.</li> <li>• Zeitdauer der Maßnahmen.</li> <li>• Intervalle.</li> <li>• Wer ist verantwortlich?</li> </ul>

<b>Motto für den 5. Schritt</b>
Nur ein Plan für tägliche Inspektions- und Schmiermaßnahmen kann ein Schritt in Richtung der Vision einer hundertprozentigen Anlagenverfügbarkeit sein.

### **6. Schritt: Weiterentwicklung der Standards**

Die Schritte 1 bis 5 beschränken sich auf Aktivitäten der Maschinenarbeiter im Zusammenhang mit den Produktionsanlagen. Im 6. Schritt werden die Aktivitäten auf das gesamte Arbeitsumfeld ausgeweitet. Es werden Gesichtspunkte festgelegt, wie der Arbeitsplatz zu führen ist. Die Instandhaltungskontrolle wird systematisiert. In Leitfaden 9-6 wird ein Beispiel von Standards der Organisation und Ordnung der autonomen Instandhaltung gezeigt.

<b>Motto für den 6. Schritt</b>
Institutionalisierung von Standards und visuellen Kontrollen.

**Tabelle 14-4:** Einführung von Standards der Organisation und Ordnung [6]

Teilschritt	Teilvorgang
Aufgabe der Maschinenarbeiter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffung von Standards</li> <li>• Halten an Standards</li> <li>• Durchführung von Datenaufzeichnungen</li> </ul>
Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterstützung der Arbeitsvorbereitung</li> <li>• Visuelle Steuerung von unfertigen Produkten, Fehlern und Verbrauchsgütern</li> </ul>
Formen, Vorrichtungen, Werkzeuge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeuge, Formen und Vorrichtungen sollten leicht auffindbar sein</li> <li>• Standards für Präzision und Instandsetzung</li> </ul>
Messgeräte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der Funktionen der Messgeräte</li> <li>• Kontrolle und Korrektur von Verschlechterungen</li> <li>• Schaffung von Standards für die Inspektion</li> </ul>
Präzision der Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung der Präzision der Anlagen da diese die Qualität beeinflusst</li> <li>• Standardisierung der Überprüfung</li> </ul>
Betrieb und Behandlung von Abweichungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung des Betriebes</li> <li>• Festlegung von Verfahrensbedingungen</li> <li>• Standardisierung von Qualitätsprüfungen</li> <li>• Verbesserung der Problemlösungsfähigkeiten</li> </ul>

### **7. Schritt: Vollkommen autonome Bedienerinstandhaltung**

Der 7. Schritt stellt die Weiterentwicklung der Unternehmensziele und -politik sowie den Start des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses dar. Durch die Zusammenarbeit zwischen der Instandhaltungsabteilung und der Produktion sowie der Bildung von Verbesserungsteams wird versucht, die vorhandenen Potenziale optimal zu nutzen.

#### **Motto für den 7. Schritt**

Kontinuierliche Verbesserung der Anlagen und der Personalqualifikation.

#### 14.4.5 TPM auf der Anlagenseite

Um die Vorteile der produktiven, autonomen Instandhaltung und die damit verbundene Ausschaltung der sechs großen Verluste auch zu erreichen, ist es notwendig, schon beim Maschinenkauf auf die entsprechende Zuverlässigkeit und Prozessfähigkeit zu achten. Bereits beim Maschinenkauf erfolgt die Weichenstellung für eine Maximierung der Gesamtanlageneffizienz. Schon die durch die Konstruktion der Betriebsmittel bedingte Instandhaltbarkeit und Prozesssicherheit tragen wesentlich zur Erhöhung der Verfügbarkeit bei. Bei der Installation von Neuanlagen zeigen sich Probleme oft schon während des Testlaufs, der Inbetriebnahme und des Anlaufbetriebes.

##### **Betriebsanlagenmanagement im Zuge der TPM-Einführung [2]**

- Verbesserung der vorhandenen Betriebsanlagen.
- Halten der verbesserten Betriebsanlagen auf einem hohen Leistungs- und Verfügbarkeitsniveau.
- Beschaffung von neuen Betriebsanlagen.

Die Verbesserung der vorhandenen Betriebsanlagen und das Halten der verbesserten Betriebsanlagen auf einem hohen Leistungs- und Verfügbarkeitsniveau soll das Ergebnis der TPM-Einführung in sieben Schritten auf Seite der Maschinenarbeiter sein.

##### **TPM bei der Anlagenbeschaffung**

- Entwicklung einer technischen Spezifikation.
- Sammlung der Erfahrungen der Maschinenarbeiter mit den bestehenden Anlagen.
- Sammlung der Erfahrungen des Instandhaltungspersonals mit den bestehenden Anlagen.
- Beseitigen der früheren Probleme (durch einen besseren Entwurf oder durch Spezifikationen, die auf den gesammelten Erfahrungen basieren).
- Anlagenentwurf mit neuen Technologien (bessere Leistungsfähigkeit, höhere Sicherheit, besserer Umweltschutz).
- Vorsehen von Fehler-Diagnoseverfahren.
- Vorsehen von Instandhaltungsmaßnahmen bereits in der Entwurfsphase (nach Möglichkeit wartungsfreie oder wartungsarme Anlagen).
- Schulung von Maschinen- und Instandhaltungspersonal.
- Abnahme der Anlage, nur wenn die Spezifikationen erfüllt sind (anhand der praktischen Arbeit an den Teilen, um Anlaufverluste zu vermeiden).

Was in diesen sieben Schritten noch nicht behandelt wurde, ist die Beschaffung neuer Betriebsanlagen. Leitfaden 9-7 gibt die Vorgangsweise für eine TPM-konforme Anlagenbeschaffung mit definierten Hochleistungspezifikationen und niedrigen Lebenszykluskosten an [2].

Die Verfahren zur Überprüfung und Abnahme der Anlage werden in Kapitel 7 „Abnahme und Qualifikation von Fertigungseinrichtungen“ ausführlich erläutert.

Die Beseitigung der sechs großen Verlustquellen beginnt somit schon vor dem Kauf der Maschinen, wobei die vom Werkzeugmaschinenhersteller garantierte Prozessfähigkeit eine wichtige Kenngröße darstellt (siehe auch Kapitel 7).

## 14.5 Ausblick: Der Weg zur Weltklasse-Instandhaltung

Die Auswirkungen von TPM können am anschaulichsten anhand von Beispielen gezeigt werden, da üblicherweise erwartete Rationalisierungserfolge weit in den Schatten gestellt werden. Aus Erfahrungsberichten von Firmen, die den TPM Award erhielten, ging hervor, dass die Anlageneffizienz gesteigert werden konnte, die Produktqualität erhöht wurde, die Unfälle reduziert werden konnten und der Ausbildungsstand der Mitarbeiter verbessert wurde. Die TPM-Philosophie hatte einen positiven Effekt auf die Arbeitsmethoden und den Teamgeist, was wiederum die Konkurrenzfähigkeit des Unternehmens steigerte.

Der Mensch steht im Mittelpunkt der TPM-Philosophie, wobei die oben erwähnten Auswirkungen von TPM hauptsächlich auf das gestiegene Verantwortungsbeusstsein der Maschinenarbeiter für „ihre“ Anlage zurückzuführen ist. Die Verwirklichung der produktiven, autonomen Instandhaltung setzt allerdings einen qualitativ hochwertigen Maschinenpark voraus.

Die Instandhaltungsabteilung wird durch die Einführung von TPM nicht überflüssig. Sie gewinnt sogar noch an Bedeutung, da von ihr die Koordination sämtlicher notwendiger Instandhaltungsaktivitäten erfolgt. Dort, wo autonome Instandhaltung aufgrund der notwendigen hohen Qualifikation nicht möglich ist, oder wenn Maschinendiagnosesysteme für eine eindeutige Erkennung des Anlagenzustandes nicht mehr ausreichen, beginnt das Aufgabengebiet der Spezialisten aus der Instandhaltungsabteilung. Das gesamte Instandhaltungsmanagement unter Einbeziehung eventueller Wartungsverträge wird weiterhin von der Instandhaltungsabteilung durchgeführt.

Da alle Mitarbeiter in den Verbesserungsprozess einbezogen werden, führt die Verwirklichung von TPM auch in Europa langfristig zu einer Erhöhung der Anlageneffizienz, und das Ziel einer hundertprozentigen Verfügbarkeit der Anlagen ist keine Utopie mehr.

### Literatur

- [1] Al-Radhi, M.: Total Productive Management – Erfolgreich produzieren mit TPM; Hanser Verlag München 2002

- [2] Hartmann, E. H.: Erfolgreiche Einführung von TPM in nichtjapanischen Unternehmen. Verlag Moderne Industrie, Landsberg 1998
- [3] Imai, Masaaki: KAIZEN – Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb Wirtschaftsverlag Langen Müller/Herbig, München 1992
- [4] Maggard, Bill N.: TPM: Instandhaltung, die funktioniert. Verlag moderne Industrie 1995
- [5] Matyas Kurt: Taschenbuch Instandhaltungslogistik – Qualität und Produktivität steigern. (3. Auflage) Carl Hanser Verlag München Wien 2008
- [6] Nakajima, Seiichi: Management der Produktionseinrichtungen. Campus Verlag Frankfurt/New York 1995
- [7] Suzaki, Kiyoshi: Modernes Management im Produktionsbetrieb. Carl Hanser Verlag München Wien 1989
- [8] Womack James, P; Jones, Daniel T.; Roos, Daniel: Die zweite Revolution in der Autoindustrie. Campus Verlag Frankfurt/New York 1992
- [9] Sommer, M.: TPM bei Pirelli In: INSTA 98 IIR Konferenz 1998
- [10] Warnecke, H.-J.: Die Fraktale Fabrik. Springer Verlag, Berlin, 1992