

REFA-Fachbuchreihe Unternehmensentwicklung

REFEFA

Industrial Engineering

2. Auflage

Standardmethoden zur Produktivitätssteigerung
und Prozessoptimierung

HANSER

Industrial Engineering

Standardmethoden zur Produktivitätssteigerung
und Prozessoptimierung

Industrial Engineering

Standardmethoden zur Produktivitätssteigerung
und Prozessoptimierung

HANSER

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ein Titelsatz für diese Publikation
ist bei der Deutschen Bibliothek erhältlich.

PRINT ISBN 978-3-446-44786-8

E-PDF ISBN 978-3-446-44787-5

1. Auflage 2011
2. Auflage 2015

© Copyright 2015 by REFA Bundesverband e.V., Darmstadt

Nachdruck oder fotomechanische Wiedergabe sowie Speicherung und Verarbeitung in digitalisierter Form sind ohne ausdrückliche Genehmigung des Herausgebers untersagt.

Bei nicht mit Quellenangabe versehenen Bildern handelt es sich um eigene Darstellungen.

Printed in Germany.

Druck: Beltz Bad Langensalza GmbH

Vorwort

Der REFA-Verband hat in den 1970er- und 1980er-Jahren mit der REFA-Methodenlehre anerkannte Standards gesetzt, welche die Industrie in Deutschland und Europa bis zum heutigen Tag begleitet und stark beeinflusst haben.

An der Forderung, die Produktivität und damit auch die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig zu steigern, hat sich in den letzten Jahren nichts verändert, sie ist eher noch dringlicher geworden. Die eingeschlagenen Wege sind höchst unterschiedlich: Mal setzt man auf starke Automatisierung, mal auf arbeitsorganisatorische Lösungen in der Produktion. Ein Fachgebiet, das sich mit diesen Fragestellungen umfassend auseinandersetzt, ist das Industrial Engineering.

Damit Unternehmen künftig das „Handwerkszeug“ zur systematischen Produktivitätssteigerung und Prozessoptimierung zur Verfügung steht, hat der REFA-Verband 30 Standardmethoden des Industrial Engineerings in diesem Buch zusammengestellt.

Die Methoden werden jeweils durch eine kurze Erläuterung der Funktion und Vorgehensweise beschrieben und oft mit einem Beispiel und Formblättern sowie weiterführenden Literaturhinweisen untermauert.

REFA leistet mit dieser Methodensammlung des Industrial Engineerings einen weiteren Beitrag, Effizienz und Produktivität der Unternehmensprozesse voranzutreiben, und setzt somit die gute Tradition der REFA-Methodenlehre fort.

Prof. Dr. Oliver Störmer
Vorstand REFA Bundesverband e.V.

Prof. Dr. Sascha Stowasser
Vorsitzender REFA-Institut e.V.

November 2015

Anforderungen an die industrielle Produktion in Deutschland	9
Konzepte der Produktionsoptimierung	13
Standardmethoden und ihre Auswahl	25
Aufbau der standardisierten Beschreibung	41
Beschreibung von 30 Standardmethoden des Industrial Engineerings	45

Anforderungen an die industrielle Produktion in Deutschland

Erfahrungen aus der Krise

In den Jahren 2008/2009 wurde – nicht nur – Deutschland von der stärksten Wirtschaftskrise nach dem zweiten Weltkrieg heimgesucht. Bereits 2011 konnte jedoch festgestellt werden, dass der auf die Krise folgende Aufschwung sich ebenso schnell und steil vollzog wie der Einbruch. Hinter der Betrachtung der Entwicklung für die Industrie als Ganzes oder auch für einzelne Branchen stehen aber aus Sicht des einzelnen Unternehmens völlig unterschiedliche Entwicklungen.

Das Statistische Bundesamt weist aus, dass der Umsatz im Verarbeitenden Gewerbe vom Index-Höchstwert im April 2008 von 122,0 auf 81,4 im Januar 2009 gefallen ist. Die Entwicklung in den einzelnen Branchen verlief sehr differenziert. Während für die gesamte Metall- und Elektroindustrie in Deutschland nach Angaben des Arbeitgeberverbands Gesamtmetall die Produktion von 2008 auf 2009 um 25 % eingebrochen ist, gab es andererseits in dieser Branche z.B. Unternehmen des Fahrzeugbaus, deren Produktion um bis zu 70 % zurückging, und andere Unternehmen, die keine Produktionsrückgänge oder sogar Umsatzzuwächse verzeichnen konnten. Durch eine Kombination von Maßnahmen wie Abbau von Zeitarbeitskonten, Reduzierung der Anzahl der Zeitarbeitnehmer und die Einführung von Kurzarbeit im Rahmen der angepassten rechtlichen Möglichkeiten konnte in vielen Fällen ein Abbau der Kernbelegschaft vermieden werden. Nur so standen bei steigendem Auftrags- eingang die benötigten Fachkräfte zur Verfügung.

Viele Beobachter der wirtschaftlichen Entwicklung gehen davon aus, dass diese schnellen und starken Veränderungen der Auftragseingänge und damit des Produktionsvolumens in den nächsten Jahren eher zu- als abnehmen werden. Die Unternehmen werden sich auf eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an diese Anforderungen einstellen müssen. Am Markt werden nur die Unternehmen überleben, deren Veränderungsgeschwindigkeit mindestens so groß ist wie die des Umfelds.

Neben diesen eher strategischen Herausforderungen ist der Alltag in den Betrieben weiterhin gekennzeichnet durch die Anforderungen hinsichtlich Kosten, Qualität und Lieferzeiten. Diese zeigen sich in einem eher größer werdenden Wettbewerb um niedrigste Produktionskosten bei gleichzeitig minimalen Fehlerraten und teilweise stundengenauer Anlieferung von Produkten. Oft resultiert daraus ein ständiges „Firefighting“ oder auch „Troubleshooting“. Verantwortliche in der Produktion haben oft den Eindruck, das Chaos managen zu müssen. Wie kann ein Ausweg aus diesem Dilemma aussehen?

Bedeutung des Industrial Engineerings

Ein Arbeitskreis aus betrieblichen Experten verschiedener Unternehmen hat sich auf Initiative und unter Moderation des Instituts für angewandte Arbeitswissenschaft (ifaa) mit diesen Fragen beschäftigt und ist zu folgenden Erkenntnissen gelangt:

„In den 1980er- und 1990er-Jahren schwächten zahlreiche Unternehmen die jeweiligen zentral oder dezentral organisierten Arbeitsvorbereitungs- und Prozessmanagementstrukturen. Viele verbanden damit die Hoffnung, durch Trends wie autonome Gruppenarbeit oder Selbstorganisation Synergien zu nutzen und indirekte Bereiche ersetzen zu können.

Dies führte konsequenterweise entweder zum Stagnieren oder gar zum beträchtlichen Abbau – in einigen Unternehmen zum vollständigen Verschwinden – des Industrial Engineering-Methodenwissens. Die Unternehmen verloren damit die Verantwortlichen für methodisch gestützte, systematische Rationalisierung und für Produktivitätsmanagement. Diese Entwicklung stand eindeutig im Widerspruch zu den Anforderungen, denen Unternehmen im Wettbewerb um innovative Produkte sowie effiziente, wandlungsfähige Prozesse ausgesetzt sind. Dies blieb nicht ohne Folgen für die Produktivitätsentwicklung in vielen Unternehmen.

Um die Wettbewerbsfähigkeit und die damit verbundene Zukunftsfähigkeit eines Standortes zu sichern, ist somit eine kontinuierliche Produktivitätsentwicklung erforderlich, bei der Humanaspekte eine wesentliche Bedeutung einnehmen. Nur durch ein modernes, zukunftsorientiert agierendes IE in den Unternehmen sind die Voraussetzungen gegeben, die Zukunft erfolgreich zu gestalten.“ (ifaa 2010)

Rationalisierung und damit auch die Steigerung der Arbeitsproduktivität ist damit eine Daueraufgabe in den Unternehmen. Die Vorstellungen, in welchem Umfang solche Verbesserungen notwendig sind, sind durchaus ambitioniert. In der „Produktion“ vom 06.12.2006 wurde gemeldet, dass im Werk Zuffenhausen der Porsche AG die bislang vorgegebene Steigerungsrate für die Produktivität von 6 % für das laufende Geschäftsjahr auf 8 bis 10 % angehoben worden sei.

Die Steigerung der Produktivität in den einzelnen Unternehmen, aber auch in einer Volkswirtschaft als Ganzes, wird als ständige Aufgabe kaum in Frage gestellt. Sowohl in den Unternehmen als auch in der Volkswirtschaft eines Landes dient sie zur Behauptung und Verbesserung der Wettbewerbsposition und zum Erhalt der Produktionsstandorte. Darüber hinaus wird sie in Tarifverhandlungen häufig als Maßstab für die mögliche Erhöhung von Entgelten herangezogen. Von Prof. Fredmund Malik, einem renommierten Wissenschaftler und Unternehmensberater der Universität St. Gallen, wird die Produktivität eines Unternehmens als eine von sechs Schlüsselgrößen für den Unternehmenserfolg betrachtet (Malik 2005). Die übrigen sind die Marktstellung, die Innovationsleistung, die Attraktivität für gute Mitarbeiter,

die Liquidität und der Gewinn. Er weist bei der Produktivität aber auch darauf hin, dass es sehr darauf ankommt, wie die Produktivität bestimmt wird. Nicht jedes Unternehmen könne ständig wachsen, es könne aber immer produktiver werden.

Bestimmung der Produktivität

Allgemein wird unter Produktivität das Verhältnis von Produktionsergebnis (Output) und eingesetzten Faktoren (Input) verstanden (Gabler Wirtschaftslexikon 2001). Diese Relation kann auf volkswirtschaftlicher Ebene ebenso wie für einzelne Unternehmen, aber auch für Unternehmensteile, Prozesse bis hinunter zu einzelnen Arbeitsplätzen bestimmt werden.

Der **Output** kann in verschiedenen Dimensionen gemessen werden. Für einen einzelnen Arbeitsplatz kann das Ergebnis in Form bearbeiteter Teile oder Baugruppen gezählt werden, für ein ganzes Unternehmen, das typischerweise verschiedenartige Produkte herstellt, müssen andere geeignete Größen gefunden werden. Dazu werden die Produkte meist mit dem Verkaufspreis bewertet und das Produktionsergebnis entspricht damit (bei unveränderten Beständen) dem Umsatz.

Bei dieser Vorgehensweise macht es allerdings keinen Unterschied, wie groß der Anteil der zugekauften Vorprodukte und damit die Fertigungstiefe bis zum verkaufsfertigen Endprodukt ist. Deshalb weist Prof. Malik (Malik 2005) zu Recht darauf hin, dass ein Wert für eine Produktivität nur aussagefähig ist, wenn als Output die Wertschöpfung betrachtet wird. Diese erhält man, in dem vom Umsatz die Vorleistungen in Form von Materialaufwand und Abschreibungen auf Anlagen abgezogen werden. Die eingesetzten Betriebsmittel können aber auch als Anzahl, in Form ihrer Laufzeit in Stunden oder auch mit ihrem (Wiederbeschaffungs-)Wert berücksichtigt werden. Bei den Werkstoffen sind Mengen oder der monetäre Wert die gebräuchlichen Einheiten. Auf einer normierten Basis lassen sich dann auch Unternehmen unterschiedlicher Branchen und damit unterschiedlicher Fertigungsstrukturen vergleichen.

Als Größen für den **Input** haben sich auf der betrieblichen Ebene die Produktionsfaktoren

- Arbeit,
- Kapital in Form von Betriebsmitteln und
- die Werkstoffe

etabliert. Auch diese können in verschiedenen Einheiten betrachtet werden. Die aufgewendete Arbeit kann in Form der Personalkosten, der Anwesenheitsstunden oder auch der eingesetzten Anzahl von Personen betrachtet werden. Ein Beispiel für die betriebliche Ausgestaltung ist bei Sauter und von Killisch-Horn 2010 beschrieben.

Eine Erfahrung der zuvor beschriebenen Wirtschaftskrise ist jedoch auch, dass eine vorübergehende (kurzzeitige) Verschlechterung der Produktivität zur Sicherung der Beschäftigung sinnvoll sein kann. Dennoch sollte – soweit möglich – der Personaleinsatz auf die benötigten Kapazitäten abgestimmt sein. Ein Mittel hierzu stellen Arbeitszeitkonten dar, die in solchen Fällen auch in den negativen Bereich gebracht werden können. Da die Liquidität hierdurch beansprucht wird, setzt dieses jedoch voraus, dass das Unternehmen die entsprechenden Reserven hat.

Herausforderungen in der Zukunft

Eine stetige und nachhaltige Verbesserung der Produktivität wird für alle Unternehmen auch in der Zukunft unabdingbar sein. Eine entscheidende Rolle werden dabei betriebliche Experten spielen, die über das entsprechende methodische Fachwissen verfügen. Erschwert wird die Aufgabe durch die Forderung der Kunden nach erhöhter kurzfristiger Lieferfähigkeit.

Inwieweit eine älter werdende Belegschaft auch Auswirkungen auf die Produktivitätsentwicklung hat, ist noch nicht eindeutig geklärt. In der 4. Sitzung der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität - Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der Sozialen Marktwirtschaft“ am 14.03.2011 wurde diese Frage kontrovers diskutiert. Im Rahmen einer Untersuchung des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW) konnte gezeigt werden, dass Ältere im Durchschnitt nicht weniger produktiv sind als jüngere Beschäftigte. Es gab jedoch große Unterschiede zwischen den Betrieben. Hinzu kommt, dass die Unterschiede innerhalb einer Altersgruppe größer sind als die Unterschiede zwischen den Altersgruppen.

Konzepte der Produktionsoptimierung

Im Laufe der langen Geschichte der Bemühungen um rationellere und effizientere Abläufe in den Unternehmen hat es verschiedenste Ansätze gegeben. Oft scheint es als gebe es bei diesen Bemühungen Mode-Wellen.

In den 1970er-Jahren sahen viele Unternehmen und Wissenschaftler die Arbeitsstrukturierung als geeigneten Ansatz. Durch Arbeitserweiterung (job enlargement), Arbeitsbereicherung (job enrichment), Arbeitsplatzwechsel (job rotation) und die Bildung autonomer Arbeitsgruppen sollten vor allem die Motivation der Beschäftigten und die Wirtschaftlichkeit des Arbeitssystems gesteigert werden.

Ab Mitte der 1980er wurden die Rationalisierungspotenziale vielfach in einer voll-automatisierten oder zumindest hoch vernetzten Produktion (Computer Integrated Manufacturing [CIM]) gesehen. Es soll an dieser Stelle nicht der Erfolg oder Misserfolg dieser Konzepte beurteilt werden. Wichtig ist jedoch, darauf hinzuweisen, dass auch die im Folgenden beschriebenen aktuellen Strategien später einmal vielleicht als „Moden“ angesehen werden und andere Ansätze bevorzugt werden.

Folgende Konzepte sollen hier exemplarisch beschrieben werden:

- Vermeidung von Verschwendung durch einzelne Projekte und Aktivitäten, die ohne großen Aufwand, allerdings auch nicht unbedingt aufeinander abgestimmt sind
- Gestaltung von Produktionssystemen, die durch abgestimmte Prinzipien und Methoden langfristig und nachhaltig zum Abbau von Verschwendung führen sollen
- Rekrutierung und Qualifizierung von Experten aus dem Industrial Engineering und Nutzung des entsprechenden Instrumentariums zur systematischen Produktivitätssteigerung.

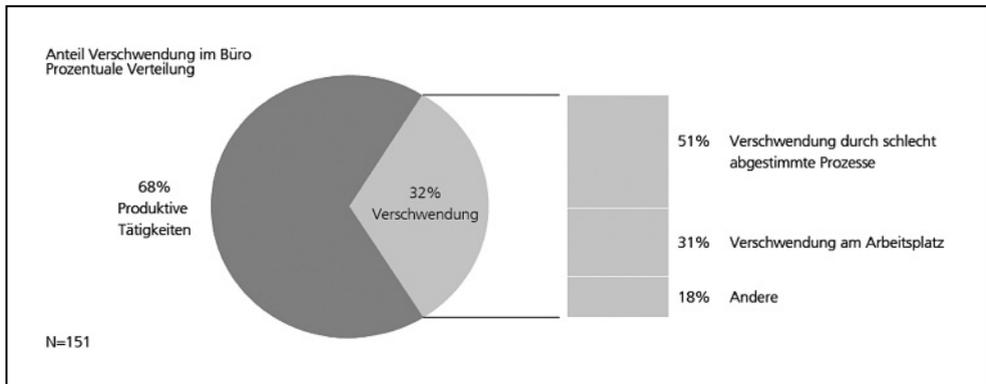
Vermeidung von Verschwendung

Der Kosten- und Wettbewerbsdruck zwingt viele Unternehmen dazu, betriebliche Abläufe regelmäßig und detailliert zu untersuchen. Das Ziel dabei ist die Steigerung der Wertschöpfung. Dazu werden systematisch Verbesserungsmethoden angewendet. Das gelingt dann am besten, wenn die Beschäftigten, die Führungskräfte und die Fachexperten gemeinsam nach Verbesserungen suchen.

Seit vielen Jahren ist es in der Produktion nicht ungewöhnlich, z. B. Prozesse zu analysieren, die Mitarbeiter in regelmäßigen Gruppengesprächen in die Verbesserungsaktivitäten einzubinden, Probleme aufzuzeigen, Kennzahlen zu nutzen sowie geltende Standards und erzielte Ergebnisse zu visualisieren. Auf diese Weise können alle in den Produktionsbereichen arbeitenden Personen detailliert informiert und in die Verbesserung der Arbeitsabläufe eingebunden werden.

Der Schwerpunkt der Ablaufanalyse wird auf die Identifizierung von Verschwendung gelegt. Verschwendung stellt Aufwand dar, den der Kunde nicht bezahlen will. Jegliche betriebliche Verschwendung beeinflusst somit den Erfolg des Unternehmens. Im Umkehrschluss verhilft die Reduktion von Verschwendung letztlich zur Vermeidung von Kosten, zur Steigerung der Qualität im gesamten Prozessablauf und damit zur Steigerung des Unternehmenserfolgs.

In der Praxis ist in den betrieblichen Tätigkeiten und Prozessen oft viel Verschwendung vorzufinden. Der Anteil tatsächlich wertschöpfender Tätigkeiten an der gesamten Arbeitszeit macht in der Produktion im Durchschnitt nur 60 % aus. Zu diesem Ergebnis kommt der „Global Productivity Report 2008“ des Unternehmens proud-foot consulting. Gegenüber den Vorjahresergebnissen der regelmäßig durchgeführten Studie ist der Anteil der Verschwendung sogar noch gestiegen. Zu ähnlichen Ergebnissen für den Bürobereich kam die Untersuchung „Lean Office 2006“ des Fraunhofer-Institut Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart, in Zusammenarbeit mit dem KAIZEN-Institut, Bad Homburg.



Was wird im Unternehmen als Verschwendung betrachtet? In Anlehnung an Ohno (1993) werden sieben Verschwendungsarten unterschieden:

1. **Lange Durchlaufzeiten** infolge von zu hohen Maschinen-/Montagezeiten, unwirtschaftlicher Fertigung (z.B. falsche Fertigungstechnologie), hohen Rüstzeiten, Zusatz- oder Mehrfach-Arbeitsgängen, ungünstiger Arbeitsplatzgestaltung bzw. -verkettung, Verwechslungsgefahren, falschen Arbeitsunterlagen oder Mehrfachdaten am Arbeitsplatz, Umständlichkeit im Prozess, zu hohen Maschinenstillstandzeiten oder Nebenzeiten, Unordnung am Arbeitsplatz, langen Unterbrechungen zwischen den Bearbeitungen, ungünstigen Standorten der am Ablauf beteiligten Arbeitssysteme usw.
2. **Überproduktion** durch Montage ohne Auftrag, falsche Disposition oder Prognosen usw.
3. **Zu hohe Bestände** aufgrund von zu viel Materialvorhaltung, zu hohen Altbeständen, unwirtschaftlichen Losgrößen, zu hohen Beständen am Arbeitsplatz, voreiligen oder nicht verbrauchsgesteuerter Materialbestellung usw.
4. **Verschwendung am Produkt** durch aufwändige Konstruktion, unnötige oder umständliche Funktionen am Produkt, zu viel Materialeinsatz, keine Standardisierung von Bohrungen, Verbindungselementen, Radien etc., zu hohe Einzelteilvielfalt, ungünstiges Design usw.
5. **Wartezeit**, weil der Mitarbeiter wartet auf Materialanlieferung, auf Fertigstellung der Produkte an der Maschine, auf Arbeitsunterlagen, auf die Abstimmung von Arbeitsgängen; Anlage wartet wegen Materialknappheit, Rüstvorgängen usw.
6. **Unnötige Transporte** durch hohe Transporthäufigkeit, unnötige Transporte, Leerfahrten, weite Wege zum nächsten Arbeitsplatz, Mehrfachtransporte zwischen den Arbeitsgängen, mangelhafte Abstimmung von Transportumfang und Transportmittelleitungsfähigkeit, Zusatz-Transportaufwände infolge Logistikfehler usw.
7. **Umständliche Arbeitsabläufe/Prozesse** infolge großflächigem Layout mit weiten Wegen, ungünstiger Anordnung von Werkzeugen, Suchen von Bauteilen, unzureichender Ordnung am Arbeitssystem, aufwändigen Kommissionierungsvorgängen und Handling von Bauteilen usw. sowie Qualitätsmängeln: Störungen, Fehler im Herstellprozess; falsche, unzureichende Vorgaben; falsche Betriebsmittel, Nacharbeit, Ausschuss, fehlende Prüfvorgaben, zu spätes Aussondern fehlerhafter Teile usw.

Diese ursprünglich für die Produktion bestimmten Arten der Verschwendung lassen sich aber auch in Bürobereichen in leicht abgewandelter Form wiederfinden:

Produktion	Bürobereiche	Anleitung
Überproduktion	Informationsüberfluss	Produziere was gebraucht wird, wenn es gebraucht wird, nicht mehr und nicht weniger
Lagerbestände	Nicht benötigte Bestände	Reduziere Materialbestände zwischen den Arbeitsschritten
Mängel	Fehler, Unklarheiten	Gebe keine fehlerhaften Teile oder Vorgänge zum nächsten Bearbeitungsschritt weiter
Warten	Wartezeiten, Liegezeiten	Vermeide Zeitverschwendung wie z. B. Warten auf Material oder Bearbeitung
Überflüssige Transporte	Weitergabe unnötiger Informationen	Vermeide unnötiges Tragen, Umschichten, Transportieren von Teilen oder Informationsunterlagen
Überflüssige Bewegung	Unnütze Wege	Ordne Arbeitsmittel und Material in Greifnähe an
Überflüssige Verarbeitung	Nutzlose Tätigkeiten	Vermeide Bearbeitungen, für die der Kunde nicht bezahlen will

Legt man diese Verschwendungsarten zu Grunde und werden die im Unternehmen tatsächlich ablaufenden Prozesse betrachtet, so lässt sich leicht feststellen, dass Verschwendung oft durch neue Schnittstellen oder nicht optimal abgestimmte Prozesse bzw. Arbeitssysteme entsteht.

Ein bewährtes Vorgehen zur Verminderung von Verschwendung besteht darin, Prozesse so zueinander anzuordnen und aufeinander abzustimmen, dass ein Produkt bzw. eine Dienstleistung mit möglichst wenigen Prozessschritten erzeugt wird und diese möglichst störungsfrei und schnell durchläuft (vgl. Neuhaus 2008). Systematische Ist-Zustandsanalysen – vorrangig durch Nutzung des REFA-Instrumentariums – dienen dem Erkennen von Verschwendungen und dem Aufdecken ihrer Ursachen, wie zahlreiche Beispiele belegen (vgl. Nübel und Wette 2008). Hilfreich ist auch der direkte Vergleich zu anderen Lösungen mit entsprechend weniger Verschwendung. In der Praxis können Good-Practice-Lösungen erarbeitet und verbreitet werden, die z. B. im Zuge von kontinuierlichen Verbesserungsmaßnahmen entwickelt wurden.

Für das Auffinden dieser Verschwendungen ist im Allgemeinen zunächst eine Sensibilisierung der Beschäftigten für die verschiedenen Ausprägungen erforderlich. Beispielsweise ist es vielen Mitarbeitern in der Praxis nicht klar, dass eine ungeprüfte Weitergabe von Informationen ohne Kenntnis der genauen Informationsbedürfnisse des Empfängers Verschwendung im Sinne von Informationsüberfluss darstellt. In

vielen Unternehmen werden daher entsprechende Workshops mit allen Beschäftigten organisiert (vgl. Fischer; Neuhaus, 2006). Die dabei erzielten Verbesserungen sind z.T. erstaunlich.

Unterstützt wird das Aufspüren von Verschwendung durch eine Vielzahl einschlägiger Checklisten (siehe z. B. www.innovations-wissen.de, www.bmwi-unternehmen-sportal.de). In der betrieblichen Praxis hat es sich als erfolgreich bewährt, in einem teamorientierten Workshop die verschiedenen Verschwendungsarten und deren tatsächliches Erscheinungsbild im Unternehmen, in der Abteilung, am Arbeitsplatz usw. zu diskutieren und zu erarbeiten. Die Aufgabe der Mitarbeiter besteht dann darin, aus den allgemein erarbeiteten Verschwendungsarten konkrete Ideen zur Vermeidung tatsächlich existierender Verschwendung zu entwickeln. Durch die Ideen der Mitarbeiter können diese Verschwendungen reduziert oder gänzlich beseitigt sowie ihre Wiederholung verhindert werden.

Gestaltung von Produktionssystemen

In Folge der Studie des Massachusetts Institute of Technology (MIT)¹ zu den Gründen der Wettbewerbsvorteile von Toyota gegenüber anderen Automobilherstellern wurde in vielen Unternehmen mit Reorganisationsprojekten begonnen, die sich an den Prinzipien des Toyota-Produktionssystems orientierten. Der grundlegende Ansatz ist die konsequente und systematische Beseitigung jeglicher Verschwendung, deren Arten zuvor beschrieben wurden. Erreicht wird dies durch eine Abstimmung der verschiedenen Prozesse aufeinander und deren Standardisierung. Auf der Basis dieser Standards wird dann nach ständiger Verbesserung gesucht. Es wird versucht durch übergeordnete Prinzipien eine Optimierung des gesamten Systems zu erreichen und keine Bildung von Insellösungen zu verfolgen.

Die Prinzipien sind (nach Monden 1983):

1. Kanban-System zur Unterstützung der Just-in-time Produktion
2. Produktionsglättung
3. Rüstzeitverkürzung zur Verringerung der Durchlaufzeit
4. Standardisierung der Abläufe
5. Maschinen-Layout und Mehrfach-Qualifikation der Werker
6. Kontinuierliche Verbesserung in kleinen Gruppen
7. Visuelles Steuerungs- und Regelungssystem zur Erreichung kleiner selbständig ablaufender Regelkreise (Autonation)
8. Funktionelles Management zur Qualitätssicherung und zum Kostenmanagement.

¹ In Deutschland wurden die Ergebnisse vor allem durch die Veröffentlichung von Womack, Jones, Roos 1991 bekannt (siehe Literaturverzeichnis).

Die Übertragung dieser Prinzipien auf deutsche Produktionsverhältnisse war nicht immer erfolgreich. In den unterschiedlichsten Betriebsbeispielen, die im Laufe der letzten Jahre vielerorts gesammelt wurden, zeigte sich, dass es weniger auf die genaue Anzahl und Auswahl **einzelner** Methoden ankommt, sondern auf den abgestimmten Einsatz der Methoden und die konsequente Anwendung und Weiterentwicklung der Prinzipien.

Auf der Basis einer Befragung von 38 Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie in Deutschland in den Jahren 2003 bis 2005 wurden folgende Kernelemente der vorhandenen Produktionssysteme identifiziert (Neuhaus 2010):

- „Standardisierung als Basis für einheitliche, schichtübergreifend festgelegte Arbeitsabläufe und Grundlage für die Planung und kontinuierliche Verbesserung
- Visuelles Management, d.h. die deutliche Sichtbarmachung von Standards, Zielen und Bedingungen, um Abweichungen von Standards zu erkennen. Dies ist die Voraussetzung für eine effektive Organisation, Selbststeuerung, Kommunikation und Standardisierung.
- Kennzahlen, u.a. als Hilfsmittel zur Verdeutlichung der Leistungsfähigkeit der Prozesse und als Basis für die Ableitung von Reorganisationsmaßnahmen.
- Auditierung als regelmäßige Überprüfung der augenblicklich eingesetzten Methoden und Elemente
- Kontinuierliche Verbesserungsaktivitäten, bei denen Mitarbeiter, Fachexperten sowie Führungskräfte Bestehendes ständig hinterfragen, analysieren, Verbesserungen aufzeigen und hinsichtlich der Wirksamkeit erproben und dadurch als neuen Standard einführen
- Arbeit in Teams als Zusammenarbeit mehrerer Beschäftigter, Fachexperten sowie Führungskräfte zur z.T. eigenverantwortlichen Erledigung einer inhaltlich abgrenzbaren Arbeitsaufgabe in einem räumlich/fachlich zusammengehörenden Bereich. Die verfolgten Ziele sind Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, Erhöhung der Arbeitszufriedenheit und Identifikation mit dem Unternehmen.
- TPM (Total Productive Maintenance), um durch vorbeugende Instandhaltung unter Beteiligung aller Beschäftigten zu einer verbesserten Maschinenverfügbarkeit zu kommen.“

Grundsätzlich sollte jedes Unternehmen, das ein Produktionssystem einführen will, überlegen, welche Prinzipien und Methoden vor dem Hintergrund der bisher eingesetzten Instrumente und Erfahrungen mit anderen Restrukturierungen geeignet erscheinen. Eine verbindliche Festlegung gibt es nicht. Zwar existiert seit Dezember 2010 eine entsprechende VDI-Richtlinie (VDI 2870 Gründruck). Die dort beschriebenen Prinzipien und Methoden werden aber ausdrücklich als „eine Auswahl an in der Literatur beschriebenen oder in der industriellen Praxis eingesetzten Methoden und Werkzeuge“ beschrieben. Die folgende Grafik zeigt als Übersicht die dort genannten Prinzipien und Methoden.

Gestaltungsprinzip	Methode
Standardisierung	5 S
	Prozessstandardisierung
Null-Fehler-Prinzip	5x Warum
	8D-Report
	A3-Methode
	Autonomation
	Ishikawa-Diagramm
	kurze Regelkreise
	Poka Yoke
	Six Sigma
	statistische Prozessregelung
Werkerselbstkontrolle	
Visuelles Management	Andon
	Shopfloor Management
Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	Audit
	Benchmarking
	Cardboard Engineering
	Ideenmanagement
	PDCA
Mitarbeiterorientierung	Hancho
	Zielmanagement
Fließprinzip	First In First Out
	One Piece Flow
	Schnellrüsten
	Wertstromplanung
	U-Layout
Pull-Prinzip	Just In Time/Just In Sequence
	Kanban
	Milkrun
	Nivellierung
	Supermarkt
Vermeidung von Verschwendung	Chaku-Chaku
	Low Cost Automation
	Total Productive Maintenance
	Verschwendungsbewertung

Für eine erfolgreiche Einführung von Produktionssystemen haben sich aus der betrieblichen Praxis (nach Neuhaus 2008) die folgenden Schritte als sinnvoll herausgestellt:

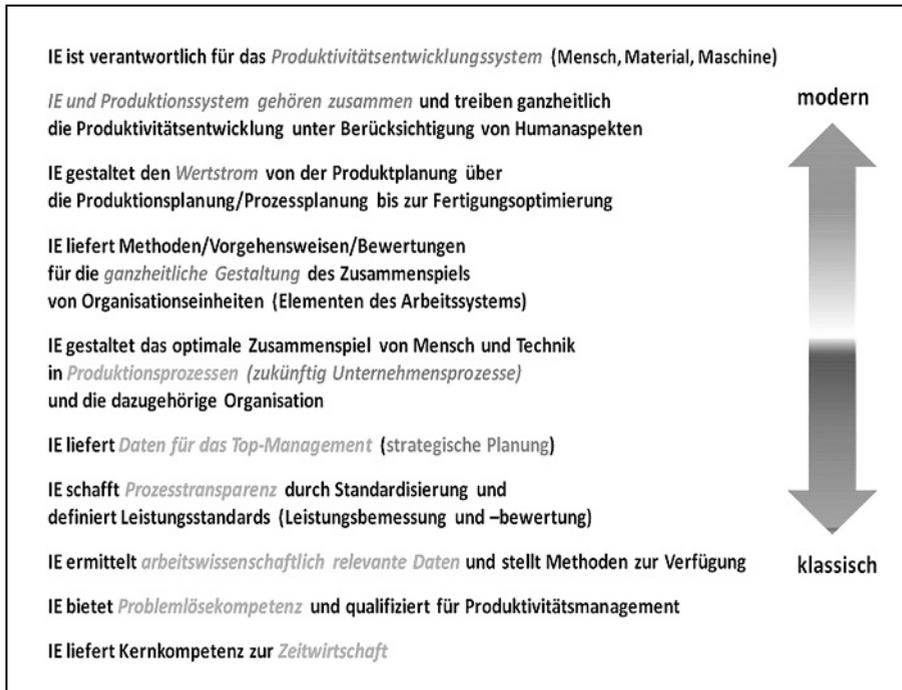
- Analyse der vorhandenen Prozesse und Strukturierung durch Standardisierung
- Überprüfung der Effizienz der Prozesse durch Kennzahlen zur Produktivität und Qualität
- Kontinuierliche Verbesserung durch Abbau von Verschwendung
- Zuordnung von Verantwortlichkeiten der Anwendung und Umsetzung von Methoden und Instrumenten
- Nachhaltige Verankerung der Verbesserungslösung durch Kennzahlen, regelmäßige Überprüfungen und Standards
- Verdeutlichung der langfristigen Zielrichtung bei den Führungskräften
- Organisierte Regelkommunikation zur Abstimmung der Verbesserungsaktivitäten
- Optimierung der Prozesse im Hinblick auf den Einsatz von Personen, Materialien und Betriebsmitteln.

Aufbau des Industrial Engineerings

Seit einiger Zeit ist auch im deutschsprachigen Raum der Begriff „Industrial Engineering“ zu einem eigenständigen Begriff geworden. Es gibt zwar keine einheitliche oder verbindliche Definition. Nach Analyse zahlreicher nationaler und internationaler Beschreibungen wird das Industrial Engineering im Folgenden so charakterisiert (Stowasser 2009):

- Das Industrial Engineering zielt auf eine hohe Produktivität der Führungs-, Kern- und Unterstützungsprozesse des Unternehmens ab.
- Um diese Zielsetzung zu erreichen und zum nachhaltigen Erfolg des Unternehmens beizutragen, werden Soll-Zustände und Standards der Prozesse durch das Industrial Engineering definiert und entwickelt.
- Dabei sorgt das Industrial Engineering für eine hohe Transparenz, um Abweichungen vom Standard zu erkennen und wirksame Gegenmaßnahmen zu ergreifen.
- Hierzu verwendet oder entwickelt das Industrial Engineering geeignete Methoden und Instrumente.
- Das Industrial Engineering bedient sich arbeitswissenschaftlicher, ingenieurwissenschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Kenntnisse und Grundlagen.

Ein Vergleich zu früheren Interpretationen des Begriffs und eine Abgrenzung zum Begriff der Arbeits- und Zeitwirtschaft ist in der folgenden Abbildung zusammengestellt worden.



Das Industrial Engineering zielt auf eine hohe Produktivität aller Prozesse im Unternehmen ab. Es ist verantwortlich für die ganzheitliche, methodische Planung, Steuerung und Kontrolle der unternehmerischen Produktivitätsoptimierung unter Berücksichtigung von Mensch, Material und Maschine (Produktivitätsmanagement). Die Wirkungsbreite des Industrial Engineerings wird damit heute bzw. zukünftig im Vergleich zu früheren Zeiten größer.

Die Aufgabenfelder des Industrial Engineerings umfassen neben den klassischen Aufgaben der Arbeitsplanung, wie

- Maschinenprogrammierung,
- Arbeitsplanerstellung,
- Zeitwirtschaft,
- Vergütung,
- Stücklistenverarbeitung,
- Planungsvorbereitung,
- Kostenplanung und -steuerung,
- Qualitäts- und Prüfplanung,
- Materialplanung,
- Betriebsmittelplanung und
- Methodenplanung,

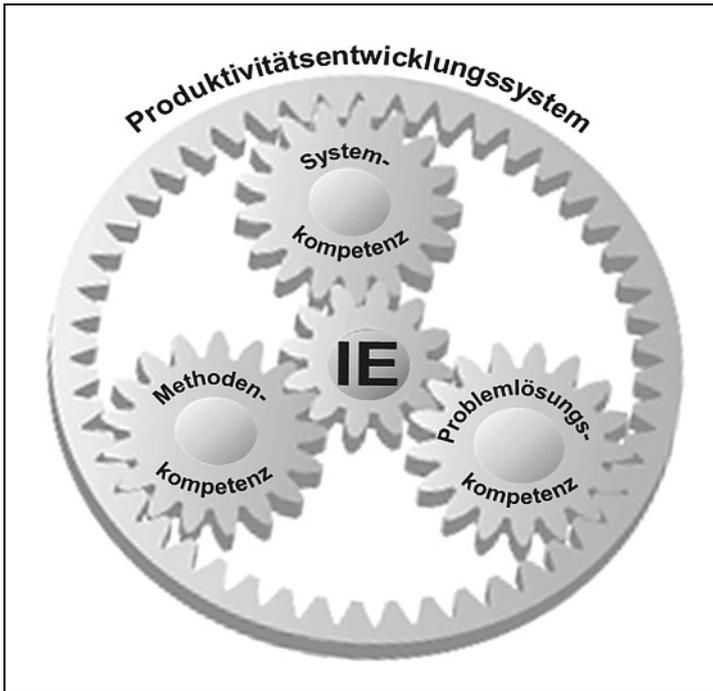
auch Planungs-, Gestaltungs- und Steuerungsaufgaben innerhalb der folgenden Bereiche:

- Prozessmanagement (Prozessplanung, -bewertung, -optimierung, -controlling)
- Qualitätsmanagement (Qualitätsplanung, -bewertung, -optimierung, -controlling)
- Veränderungs- und Verbesserungsmanagement (z. B. kontinuierlicher Verbesserungsprozess, betriebliches Verbesserungswesen)
- Arbeits-, Produktions- und Unternehmenssysteme
- Ergonomie (ergonomische Arbeitsplatzgestaltung und -bewertung)
- Logistik und Materialfluss (Logistikplanung, Supply Chain Management, Behältermanagement, innerbetriebliche Logistik)
- Produkt- und Technologiestrategieentwicklung
- Produktentstehung.

Aus der Vielfalt der Aufgaben wird deutlich, dass auch die im Bereich des Industrial Engineerings eingesetzten Methoden und Verfahren sehr vielfältig sind.

Die in den nächsten Kapiteln beschriebenen 30 Methoden stellen somit nur eine Auswahl der nach Ansicht des Herausgebers häufig angewendeten Methoden dar. Sie hat nicht den Anspruch vollständig zu sein.

Zur Methodenkompetenz des Industrial Engineerings zählen nach wie vor die Arbeits- und Zeitwirtschaft, die Entgeltgestaltung, die Gestaltung von Arbeitssystemen, Arbeitsorganisation, Arbeitszeitsystemen und Arbeitsplänen sowie die ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen. Zukünftig werden diese klassischen Inhalte vor allem um die Themen ganzheitliche Wertstrom- und Prozessorganisation, methodische Rationalisierung und Gestaltung von Produktionssystemen erweitert. Ein weiterer wesentlicher Aspekt des zukünftigen Industrial Engineering ist die Befähigung und Sensibilisierung der Führungskräfte, um eine nachhaltige Etablierung von Lösungen und Prozessoptimierungen zu gewährleisten. Nur so kann die kontinuierliche Verbesserung der Produktivität im Unternehmen verankert werden. Neben der Methodenkompetenz wird von den Beschäftigten im Bereich des Industrial Engineerings aber auch System und Problemlösungskompetenz verlangt. Die Kompetenzen sollen wie in der folgenden Abbildung dargestellt zusammenwirken.



Die Systemkompetenz stellt in diesem Zusammenhang das Verständnis für den Gesamtfluss und die Einzelleistung auf Systemebene dar. Damit wird eine zielorientierte Ausrichtung von Prioritäten und Aktivitäten gewährleistet. Das heißt das Industrial Engineering verbindet die realitätsnahe Erfassung von Gesamtabläufen in der Produktion mit der Erfassung und Bewertung von Abweichungen vom Soll-Zustand in Form von „Streuungen“ (z. B. bei Fertigungs- und Logistikprozessen) und leitet daraus schlüssige Handlungsfelder ab.

Moderne Ansätze des Industrial Engineerings beinhalten Methoden zur strategischen Planung und Realisierung von Produktionssystemen. Dazu gehört auch ein Prozesscontrolling. Somit wird die enge Verbindung von Industrial Engineering und Produktionssystemen deutlich. Mit der notwendigen Systemkompetenz wird die Produktivitätssystementwicklung in den direkten, aber auch indirekten, administrativen Bereichen gemeinschaftlich vorangetrieben.

Grundlage für eine zielgerichtete und nachhaltige Problemlösung und Verbesserung (Problemlösungskompetenz) ist die klare Darstellung von Zielzuständen und die Visualisierung von Abweichungen vom gesetzten Standard. Dabei werden zur kontinuierlichen Verbesserung z. B. Vorgehensweisen wie der PDCA-Zyklus zugrunde gelegt. Durch die Erarbeitung, Dokumentation und Beteiligung an der Umsetzung der Verbesserungen trägt das IE zur systematischen Lösung von Problemen bei. Zusätzlich beinhaltet ein modernes Verständnis des Industrial Engineering auch die Qualifizierung und die Anleitung der Beschäftigten zur Problemlösung vor Ort.

Die Einbindung der Disziplin Industrial Engineering ist heutzutage in zahlreichen Unternehmen in eigenen funktionalen Einheiten organisiert, die sich häufig auch als „Industrial Engineering“ bezeichnen. Die organisatorische Gestaltung ist nicht einheitlich. Unternehmensspezifische Rahmenbedingungen, wie z. B. Branche, Technologiefelder, Markt- und Kundenstruktur, Unternehmensgröße, Unternehmensstrategie- und -ziele, Managementsysteme, Unternehmenskultur, Fertigungsstruktur (Einzel-, Klein- und Serienfertigung) bestimmen die jeweilige organisatorische Einbindung des Industrial Engineerings. Unterschiede sind z. B.:

- Aufbauorganisatorische Einbindung (Stab oder Linie, eigenständige disziplinarische und fachliche Einheiten, disziplinarisch in operativen Produktionseinheiten eingebunden u.a. Ausprägungen sind zu beobachten)
- Durchdringung in den Unternehmensebenen (IE in der Konzern-, Bereichs-, Werks-, Abteilungsebene)
- Aufgabenspektrum der IE-Organisationseinheit
- Gestaltung der Schnittstellen und Aufgabenzuordnung zu fachlich nahen Disziplinen (z.B. Logistik vs. IE; Lean-Management-Koordination vs. IE).

Standardmethoden und ihre Auswahl

Wie bereits erwähnt handelt es sich bei den hier aufgelisteten Methoden nur um eine Auswahl. Andere Autoren haben je nach Aufgabenstellung andere und zum Teil auch mehr Methoden beschrieben (vgl. Spath 2001, ifaa 2008, Ullmann 2009). Nach Auffassung des Herausgebers handelt es sich bei den beschriebenen 30 Methoden um diejenigen, die sowohl weit verbreitet sind als auch große Wirkung in vielen Anwendungsfällen gezeigt haben.

1. 5-A-Methode
2. ABC-XYZ-Analyse
3. Arbeitsstrukturierung
4. Balanced Scorecard
5. Fehlervermeidung
6. Fischgräten-Diagramm
7. KVP-Workshop
8. Multimomentaufnahme
9. Paarweiser Vergleich
10. Portfolio-Analyse
11. Produktionsgerechtes Konstruieren
12. Produktionsnivellierung/-glättung
13. Produktionssteuerungsmethoden
14. Prozessfähigkeitsanalyse
15. Qualifikationsmatrix
16. REFA-Arbeitsablaufanalyse
17. REFA-Arbeitssystemgestaltung
18. REFA-Planungssystematik
19. REFA-Standardarbeitsblatt
20. REFA-Zeitstudie
21. Rüstzeitminimierung
22. schlanke Liniengestaltung
23. Selbstaufschreibung
24. Six Sigma
25. SWOT-Analyse
26. Systeme vorbestimmter Zeiten
27. Total Productive Maintenance (TPM)
28. Vergleichen und Schätzen
29. Visualisierungstechniken
30. Wertstromanalyse und -design

Auf eine Definition, was eine „Methode“ und was eher ein Prinzip oder eine Strategie ist, wurde bewusst verzichtet. Es wird vielmehr versucht aufzuzeigen, für welche

Fragestellung welche Methode (oder welches Prinzip) geeignet ist. Um diese Frage beantworten zu können, ist es notwendig die unterschiedlichen Problemstellungen zu unterscheiden:

1. Alphabetische Suche:

Der Name einer Methode ist bekannt, nicht aber was darunter zu verstehen ist, welche Ergebnisse sie liefert und wie sie funktioniert.

2. Zweckorientierte Suche:

Es werden Methoden und Prinzipien für eine *strategische Ausrichtung* des Unternehmens, für eine *Analyse* vorhandener Zustände und Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten oder zur optimalen *Gestaltung* von Prozessen und Abläufen gesucht.

3. Suche nach Schlüsselzielen:

Zur Verbesserung oder Erreichung der Ziele bei den Faktoren *Kosten*, *Zeiten* oder *Qualität* werden geeignete Methoden gesucht.

4. Ergebnisgerichtete Suche:

Das angestrebte Ziel (z.B. Materialbestandssenkung) ist aufgrund einer vorhergehenden Analyse bekannt, unbekannt ist die am besten passende Methode zur Realisierung des gewünschten Ergebnisses.

5. Aufwandsgerichtete Suche:

Es werden Optimierungsmethoden gesucht, mit denen sich mit geringem Einsatz- und/oder Schulungsaufwand Verbesserungen erzielen lassen.

6. Suche nach der Dauer der Ergebnisrealisierung:

Es werden Methoden gesucht, die kurz-, mittel- oder langfristig zu den gewünschten Ergebnissen führen.

1. Alphabetische Suche

Bezeichnung	Alternative Bezeichnung von	Seite
5 M	Fischgräten-Diagramm	82
5 S	5-A-Methode	47
5-A-Methode	—————>	47
6 M	Fischgräten-Diagramm	82
6-Stufen-Methode	REFA-Planungssystematik	174
7 M	Fischgräten-Diagramm	82
80/20-Regel	ABC-XYZ-Analyse	52
ABCD-Analyse	ABC-XYZ-Analyse	52
ABC-XYZ-Analyse	—————>	52
ABC-XYZ-Portfolio	ABC-XYZ-Analyse	52
Ablaufanalyse	REFA-Arbeitsablaufanalyse	162
Ablaufstudie	REFA-Arbeitsablaufanalyse	162
Arbeitsablaufanalyse	Wertstromanalyse und -design	268
Arbeitsfolgekarte	REFA-Standardarbeitsblatt	179
Arbeitsstrukturierung	—————>	61
Auftragsdurchlaufanalyse	REFA-Arbeitsablaufanalyse	162
Ausgewogener Berichtsbogen	Balanced Scorecard	69
Autonome Instandhaltung	Total Productive Maintenance (TPM)	248
Balanced Scorecard	—————>	69
BCG-Matrix	Portfolio-Analyse	109
BSC	Balanced Scorecard	69
Chancen-Risiko-Analyse	SWOT-Analyse	232
Design for Six Sigma	Six Sigma	222
Effektive Instandhaltung/Anlagenmanagement	Total Productive Maintenance (TPM)	248
Eigenbeobachtung	Selbstaufschreibung	214
Fachübergreifende Instandhaltung	Total Productive Maintenance (TPM)	248
Fehlerbaum-Diagramm	Fischgräten-Diagramm	82
Fehlervermeidung	—————>	77
Fertigungsgerechtes Konstruieren	Produktionsgerechtes Konstruieren	116
Fertigungssteuerungsmethoden	Produktionssteuerungsmethoden	134
Fischgräten-Diagramm	—————>	82
Ganzheitliche Anlagenbetreuung	Total Productive Maintenance (TPM)	248
Gruppenarbeit	Arbeitsstrukturierung	61
Heijunka	Produktionsnivellierung/-glättung	130
Ishikawa-Diagramm	Fischgräten-Diagramm	82
Job Enlargement	Arbeitsstrukturierung	61
Job Enrichment	Arbeitsstrukturierung	61
Job Rotation	Arbeitsstrukturierung	61
Kaizen	KVP-Workshop	86
Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	KVP-Workshop	86
KVP	KVP-Workshop	86
KVP-Workshop	—————>	86
Levelling	Produktionsnivellierung/-glättung	130
Maschinenfähigkeitsanalyse	Prozessfähigkeitsanalyse	151
Maschinenfähigkeitsuntersuchung	Prozessfähigkeitsanalyse	151

Bezeichnung	Alternative Bezeichnung von	Seite
Material- und Informationsflussanalyse	Wertstromanalyse und -design	268
Matrixverfahren	Paarweiser Vergleich	103
Matrixvergleich	Paarweiser Vergleich	103
Mistake-proofing	Fehlervermeidung	77
MNAIC-Methode	Six Sigma	222
Montagegerechtes Konstruieren	Produktionsgerechtes Konstruieren	116
Multimomentaufnahme	—————>	93
Multimoment-Häufigkeitsverfahren	Multimomentaufnahme	93
Neun-Felder-Matrix	Portfolio-Analyse	109
Null-Fehler-Strategie	Fehlervermeidung	77
One-piece-flow	Schlanke Liniengestaltung	202
Ordnung und Sauberkeit	5-A-Methode	47
Paarweiser Vergleich	—————>	103
Pareto-Analyse	ABC-XYZ-Analyse	52
Planzeitbildung	Systeme vorbestimmter Zeiten	241
Planzeitermittlung	Systeme vorbestimmter Zeiten	241
Poka Yoke	Fehlervermeidung	77
Portfolio-Analyse	—————>	109
PPS-Methoden	Produktionssteuerungsmethoden	134
Produktionsgerechtes Konstruieren	—————>	116
Produktionsnivellierung/-glättung	—————>	130
Produktionsplanungs- und -steuerungsmethoden	Produktionssteuerungsmethoden	134
Produktionssteuerungsmethoden	—————>	134
Prozessanalyse	REFA-Arbeitsablaufanalyse	162
Prozessfähigkeitsanalyse	—————>	151
Prozessfähigkeitsuntersuchung	Prozessfähigkeitsanalyse	151
PY-Prinzip	Fehlervermeidung	77
Qualifikationsmatrix	—————>	157
Qualifizierungsmatrix	Qualifikationsmatrix	157
REFA-Arbeitsablaufanalyse	—————>	162
REFA-Arbeitssystemgestaltung	—————>	167
REFA-Planungssystematik	—————>	174
REFA-Standardarbeitsblatt	—————>	179
REFA-Zeitaufnahme	REFA-Zeitstudie	187
REFA-Zeitstudie	—————>	187
Rote-Karte-Aktion	5-A-Methode	47
Rüstzeitminimierung	—————>	195
SAB	REFA-Standardarbeitsblatt	179
Schlanke Liniengestaltung	—————>	202
Schlüssel-Schloss-Prinzip	Fehlervermeidung	77
Schnellrüsten	Rüstzeitminimierung	195
Selbstaufschreibung	—————>	214
Selbsterfassung	Selbstaufschreibung	214
Selbstnotierung	Selbstaufschreibung	214
Single Minute Exchange of Die	Rüstzeitminimierung	195
Six Sigma	—————>	222