



JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN
PROFESSUR BWL – WIRTSCHAFTSINFORMATIK
UNIV.-PROF. DR. AXEL C. SCHWICKERT

Ostheimer, Bernhard; Schwickert, Axel C.; Rühl, Thorsten

**Overall Equipment Effectiveness:
Grundlagen, Konzept, Methoden,
Werkzeuge**

ARBEITSPAPIERE WIRTSCHAFTSINFORMATIK

Nr. 3 / 2012
ISSN 1613-6667

Arbeitspapiere WI Nr. 3 / 2012

- Autoren:** Ostheimer, Bernhard; Schwickert, Axel C.; Rühl, Thorsten
- Titel:** Overall Equipment Effectiveness: Grundlagen, Konzept, Methoden, Werkzeuge
- Zitation:** Ostheimer, Bernhard; Schwickert, Axel C.; Rühl, Thorsten: Overall Equipment Effectiveness: Grundlagen, Konzept, Methoden, Werkzeuge, in: Arbeitspapiere WI, Nr. 3/2012, Hrsg.: Professur BWL – Wirtschaftsinformatik, Justus-Liebig-Universität Gießen 2012, 28 Seiten, ISSN 1613-6667.
- Kurzfassung:** „Wie effektiv ist eine Maschine?“ Diese Fragestellung steht im Zentrum der Betrachtung des vorliegenden Arbeitspapiers. Die Effektivität einer Maschine oder einer ganzen Anlage wird im Rahmen des Total-Productive-Management-Ansatzes (TPM) häufig mit dem Messinstrument Overall Equipment Effectiveness (OEE) ermittelt. Dieses Messinstrument vergleicht gewissermaßen eine tatsächliche existierende Maschine mit einer gedachten („verborgenen“) idealen Maschine, die mit vollausgelasteter Produktion ohne maschinelle Ausfälle und sonstige Störungen arbeitet. Die (gedachten) End-Produkte der „verborgenen“ Maschine sind ideal gefertigt und weisen keine Mängel auf. Bei der tatsächlichen Produktion hingegen entstehen maschinen- und prozessabhängige Verluste (z. B. Probleme im Fertigungsprozess, Störungen der Anlagenfunktion u. ä.). Durch das Messinstrument Overall Equipment Effectiveness, der zentralen Kennzahl des Total-Productive-Management-Ansatzes, werden solche Maschinen- und Anlagenverluste innerhalb des Fertigungsprozesses berücksichtigt. Ziel des vorliegenden Arbeitspapiers ist es, die Berechnung der OEE-Kennzahl und deren Bedeutung im Rahmen des Total-Productive-Management-Ansatzes darzulegen.
- Schlüsselwörter:** OEE, Overall Equipment Effectiveness, OEE-Kennzahl, Effektivität, Maschine, TPM, Total Productive Management, Messinstrument, Messsystem, Maschinen- und Anlagenverluste, Fertigungsprozess, Indikator

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	II
1 Problemstellung, Ziele und Aufbau	1
2 Definitionen und Begriffsabgrenzungen.....	2
3 Anwendung von Overall Equipment Effectiveness	7
3.1 Einordnen von OEE als Kennzahl.....	7
3.2 Maschinenverluste als Ansatzpunkt für die Berechnung	8
3.3 Berechnen, messen und Bericht erstatten.....	10
3.4 Erweiterung des OEE-Ansatzes	15
4 Stärken und Schwächen des OEE-Ansatzes	16
5 Zusammenfassung und Ausblick	17
Literaturverzeichnis.....	III

Abkürzungsverzeichnis

KPI.....	Key Performance Indicator
OEE.....	Overall Equipment Effectiveness
OFE.....	Overall Factory Effectiveness
OPE.....	Overall Plant Effectiveness
TEEP.....	Total Effective Equipment Productivity
TPM.....	Total Productive Management

1 Problemstellung, Ziele und Aufbau

„Wie effektiv ist eine Maschine?“ Diese Fragestellung steht im Zentrum der Betrachtung des vorliegenden Arbeitspapiers. Die Effektivität einer Maschine oder einer ganzen Anlage wird im Rahmen des Total-Productive-Management-Ansatzes (TPM) häufig mit dem Messinstrument Overall Equipment Effectiveness (OEE)¹ ermittelt. Dieses Messinstrument vergleicht gewissermaßen eine tatsächliche existierende Maschine mit einer gedachten („verborgenen“) idealen Maschine, die mit vollausgelasteter Produktion ohne maschinelle Ausfälle und sonstige Störungen arbeitet. Die (gedachten) End-Produkte der „verborgenen“ Maschine sind ideal gefertigt und weisen keine Mängel auf.² Bei der tatsächlichen Produktion hingegen entstehen maschinen- und prozessabhängige Verluste (z. B. Probleme im Fertigungsprozess, Störungen der Anlagenfunktion u. ä.). Diese Verluste führen zu einer Verringerung der Effektivität der tatsächlich existierenden Anlage.³ Peter Drucker formuliert dies sehr treffend: Effektivität sei „to get the right things done“.⁴ Durch das Messinstrument Overall Equipment Effectiveness, der zentralen Kennzahl des Total-Productive-Management-Ansatzes, werden solche Maschinen- und Anlagenverluste innerhalb des Fertigungsprozesses berücksichtigt. Die als Zusammenhang von Verfügbarkeit, Leistungsgrad und Qualitätsrate definierte Kennzahl ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung und Steuerung der Leistungsfähigkeit der Fertigungsanlagen.⁵ OEE stellt einen Messwert zur Beurteilung der Anlagenleistung dar und zeigt, wie die Verluste im Fertigungsprozess mit Hilfe von Verbesserungsansätzen – wie TPM – zielgerichtet angegangen werden können.⁶ Die identifizierten Verlustquellen stellen ein nicht genutztes Potential der Fertigungsanlagen dar. Diese Schwachstellen aufzudecken und genau

1 In der deutschsprachigen Fachliteratur wird auch häufig von Gesamtanlageneffektivität (GAE) gesprochen. Der Begriff „Effektivität“ leitet sich aus dem lateinischen „effectivus“ („bewirkend“) ab und bezeichnet den Zielerreichungsgrad, also das Verhältnis von erreichtem Ziel zu gewünschtem bzw. definiertem Ziel.

2 Vgl. Hartmann, Edward H.: TPM: Effiziente Instandhaltung und Maschinenmanagement. Stillstandzeiten verringern, Maschinenleistungen steigern, Betriebszeiten erhöhen, 3., aktualisierte und erweiterte Aufl., Landsberg am Lech: mi-Fachverlag 2007, S. 61.

3 Vgl. Koch, Arno: OEE für das Produktionsteam. Das vollständige OEE-Benutzerhandbuch – oder wie sie die verborgene Maschine entdecken, Ansbach: CETPM Publishing 2008, S. 23.

4 Drucker, Peter: The Effective Executive, London: Heinemann 1967, S. 1 f.

5 Vgl. Nakajima, Seiichi: Introduction to TPM. Total Productive Maintenance, Cambridge, MA: Productivity Press 1988, S. 14 ff.

6 Vgl. Koch, Arno: OEE für das Produktionsteam. Das vollständige OEE-Benutzerhandbuch – oder wie sie die verborgene Maschine entdecken, a. a. O., S. 8.

zu analysieren ist die Voraussetzung, um Prozesse zu verbessern und damit die Effektivität der Anlagen zu steigern.⁷ Die Fachliteratur legt dar, dass der OEE-Wert über 85 % liegen sollte. Die dafür idealen Bedingungen wären eine Verfügbarkeit von über 90 %, ein Leistungsgrad von über 95 % und eine Qualitätsrate von über 99 %.⁸

Ziel des vorliegenden Arbeitspapiers ist, die Berechnung der OEE-Kennzahl und deren Bedeutung im Rahmen des Total-Productive-Management-Ansatzes darzulegen. Dabei werden neben unterschiedlichen Definitionen auch die Ziele des OEE-Konzeptes in Kapitel 2 aufgezeigt. Bei der Anwendung des Instrumentes werden vor allem die Wirkung der verschiedenen Verlustquellen und das Erfassen der Messdaten verdeutlicht (Kapitel 3). Auch mögliche Erweiterungen des OEE-Konzeptes werden in Kapitel 3 veranschaulicht. Nach einem anschließenden Überblick über die Stärken und Schwächen des Messinstrumentes in Kapitel 4 werden die zentralen Ergebnisse in Kapitel 5 zusammengefasst.

2 Definitionen und Begriffsabgrenzungen

Kaizen, die Basisphilosophie vieler japanischer Unternehmen, strebt einen ständigen Veränderungs- und Verbesserungsprozess an, in den sämtliche Mitarbeiter des Unternehmens einbezogen werden.⁹ Die stetige Suche nach Verbesserung auf allen Ebenen eines Unternehmens soll in kleinen, sukzessiv aufeinanderfolgenden Schritten realisiert werden.¹⁰ Kaizen dient auch als Grundgedanke des TPM-Konzeptes. Mit Hilfe von TPM soll die Nutzung der Produktionsanlagen optimiert und damit eine Maximierung der Effektivität der Anlagen angestrebt werden.¹¹ Neben der Einbeziehung eines jeden einzelnen Beschäftigten soll die Steigerung der OEE durch eine vorbeugende Ausfallvermeidung und eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Anlagenverfügbarkeit realisiert werden.¹²

7 Vgl. Al-Radhi, Mehdi; Heuer, Jörg: Total Productive Maintenance. Konzept, Umsetzung, Erfahrung, München, Wien: Carl Hanser Verlag 1995, S. 29.

8 Vgl. Nakajima, Seiichi: Introduction to TPM. Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 28.

9 Vgl. Imai, Masaaki: Kaizen. Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb, 2. Aufl., München: Wirtschaftsverlag Langen Müller Herbig 1992, S. 15.

10 Vgl. Brunner, Franz J.: Japanische Erfolgskonzepte. KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production Management, München, Wien: Carl Hanser Verlag 2008, S. 11.

11 Vgl. Al-Radhi, Mehdi; Heuer, Jörg: Total Productive Maintenance. Konzept, Umsetzung, Erfahrung, a. a. O., S. 11 ff.

12 Vgl. Matyas, Kurt: Taschenbuch Produktionsmanagement. Planung und Erhaltung optimaler Produktionsbedingungen, München, Wien: Carl Hanser Verlag 2001, S. 188.

Sämtliche Verlustarten und Verschwendungen sollen festgestellt und durch entsprechende Maßnahmen vermieden werden.¹³

In den letzten Jahrzehnten ist die Definition der Kennzahlen für Messung und Analyse der Leistungsfähigkeit von Produktionsanlagen intensiv erforscht worden. Die traditionellen Kennzahlen (Verarbeitungsmenge und Auslastungsgrad) messen nur einen Teil der Leistung einer Produktionsanlage, während die Effektivität noch von weiteren Faktoren bestimmt wird. Die Kennzahlen Verarbeitungsmenge und Auslastungsgrad weisen weder auf die Hauptgründe für die Verluste hin noch machen sie auf notwendige Verbesserungen aufmerksam, welche für eine Steigerung der Produktivität benötigt werden.¹⁴ Da die Wettbewerbsfähigkeit von Industriebetrieben von der Verfügbarkeit und der Produktivität ihrer Produktionsanlagen abhängig ist, streben die Unternehmen infolge des globalen Wettbewerbs eine Verbesserung und Optimierung ihrer Produktivität an. Daher müssen Produktionsverluste identifiziert und eliminiert werden. Nur so können die Hersteller ihre Produkte mit möglichst geringen Kosten auf den Markt bringen. Dies erfordert exakt definierte Produktionsmaße, welche die unterschiedlichen Faktoren der Produktivität im Fertigungsprozess berücksichtigen.¹⁵ Desweiteren hängt der Erfolg eines Industriebetriebes von einwandfreier Prozessleistung und Maschinentätigkeiten in der Fertigungsstätte ab. Durch eine Bewertung der Prozesse und Maschinen können Geschäftsführer und Manager Informationen über den Betrieb einholen. Dadurch kann eine Überprüfung der unterschiedlichen betrieblichen Ziele vorgenommen sowie Produktionsverbesserungen und Kontrollen vorangetrieben werden.¹⁶ Das TPM-Konzept stellt die quantitative Kennzahl OEE bereit, um die Leistungsfähigkeit einer einzel-

13 Vgl. May, Constantin; Schimek, Peter: Total Productive Management. Grundlagen und Einführung von TPM - oder wie Sie Operational Excellence erreichen, Ansbach: CETPM Publishing 2008, S. 12.

14 Vgl. Braglia, Marcello; Frosolini, Marco; Zammori, Francesco: Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML): An integrated approach to assess systems performance, in: Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 20, No. 1/2009, S. 8 f.

15 Vgl. Huang, Samuel H.; Dismukes, John P.; Shi, J.; Su, Qi; Razzak, Mousalam A.; Bodhale, Rohit; Robinson, D. Eugene: Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis, in: International Journal of Production Research, Vol. 41, No. 3/2003, S. 513 f.

16 Vgl. Reyes, Jose Arturo Garza: Manchester Engineering Doctorate Centre, The University of Manchester (Hrsg.): Recognizing the potential use of simulation to determine the most effective strategy for calculating und defining the optimum value of OEE, Manchester 2005.

nen Anlage in einem Betrieb zu messen und zu bewerten.¹⁷

TPM strebt die Maximierung der Gesamteffektivität der Anlagen an. Zur Steigerung der OEE setzt sich TPM mit der Beseitigung der sechs großen Verlustquellen auseinander. Diese Verlustquellen reduzieren die Anlageneffektivität und stellen extreme Hindernisse für die Steigerung der OEE dar. OEE wird als das Produkt der drei Kenngrößen Verfügbarkeit, Leistungsgrad und Qualitätsrate definiert. Die OEE-Kennzahl verbindet die gegenwärtige Verfügbarkeit und Geschwindigkeit der Anlage mit der Qualitätsrate.¹⁸ Durch diese Faktoren kann die Wertschöpfung gesteigert werden.¹⁹ OEE ist ein quantitatives Maß für die Messung der Leistungsfähigkeit einer individuellen Anlage oder eines integrierten Produktionssystems. Diese Kennzahl fokussiert sich auf Probleme der Qualität, Produktivität und Maschinenausnutzung und zielt auf nichtwertschöpfende Tätigkeiten ab, welche häufig dem Produktionsprozess angehaftet sind.²⁰ Nakajima, der Vordenker des TPM-Konzepts, definiert OEE als einen Bottom-Up-Ansatz, bei dem alle Mitarbeiter eine Steigerung des OEE-Maßes anstreben.²¹ Dabei wird die gesamte Leistung und Beständigkeit einer Anlage verbessert, wenn sämtliche Verlustquellen identifiziert und beseitigt werden. So werden Verbesserungsprioritäten aufgezeigt und der Weg für eine Ursachenanalyse geebnet.²² OEE treibt als ein höchst effektives Maß die Verbesserung der Anlagen voran und lenkt diese kontinuierlich in Richtung eines fehlerlosen Zustandes (häufig wird in diesem Zusammenhang vom Null-Fehler-Konzept gesprochen).²³

Die exakte Definition der OEE-Kennzahl weicht in der Fachliteratur von Anwendung und Verfasser ab. Die Bewertung der OEE-Definition verlangt dabei nicht unbedingt die Einbeziehung der sechs großen Verlustquellen nach Nakajima. Wichtig ist, dass jedes

17 Vgl. Bamber, C.J.; Castka, P.; Sharp, J.M.; Motara, Y.: Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE), in: *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 9, No. 3/2003, S. 236.

18 Vgl. Nakajima, Seiichi: *Introduction to TPM. Total Productive Maintenance*, a. a. O., S. 12 ff.

19 Vgl. Reichel, Jens; Müller, Gerhard; Mandelartz, Johannes: *Betriebliche Instandhaltung*, Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer-Verlag 2009, S. 22.

20 Vgl. Raja, P. Nelson; Kannan, S.M.: Evolutionary Programming to Improve Yield and Overall Equipment Effectiveness of Casting Industry, in: *Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 2, No. 12/2007, S. 1735.

21 Vgl. Nakajima, Seiichi: *Introduction to TPM. Total Productive Maintenance*, a. a. O., S. 14.

22 Vgl. Williamson, Robert M.: *Using Overall Equipment Effectiveness: the Metric and the Measures*, 2006 (Strategic Work Systems: Columbus, NC), Online im Internet: <http://www.swspitcrew.com/articles/OEE%202006.pdf>, 10.09.2009.

23 Vgl. McKone, Kathleen E.; Schroeder, Roger G.; Cua, Kristy O.: Total productive maintenance: a contextual view, in: *Journal of Operations Management*, Vol. 17/1999, S. 124f.

Unternehmen ein eigenes (konsistentes) Klassifikationssystem für Verluste entwickelt.²⁴ Die Einbeziehung anderer Produktionsverluste in die Berechnung führte zur Entwicklung weiterer Definitionen der OEE-Kennzahl.²⁵

Dabei wird von einigen Autoren die Anwendung der OEE-Kennzahl für die Messung der Effektivität von kompletten Prozessabläufen vorgeschlagen.²⁶ Dieser erweiterte Anwendungsbereich für die OEE-Kennzahl stimmt mit der Definition von De Groot überein. Danach misst OEE nicht nur die Leistungsfähigkeit einer individuellen Anlage, sondern auch die Leistungsfähigkeit eines ganzen Betriebes oder Produktionssektors. Die Berechnung erfolgt dabei durch Multiplikation der OEE mit der Planungsmessgröße P:

$$OEE_{\text{DeGroot}} = OEE * \frac{\text{Theoretische Produktionszeit} - \text{Geplante Ausfallzeit}}{\text{Theoretische Produktionszeit}}$$

Diese OEE-Definition berücksichtigt neben ungeplanten auch geplante Ausfallzeiten.²⁷ Eine andere, vereinfachte Definition²⁸ drückt die Berechnung der OEE-Kennzahl in Form von Produktionseinheiten aus:

$$OEE = \frac{P_g}{P_{th}} = \frac{\text{Ist-Anzahl der einwandfrei gefertigten Teile}}{\text{Theoretisch mögliche Anzahl der gefertigten Teile in der Gesamtzeit}}$$

Diese einheitsbezogene Definition ist nicht zeitabhängig.²⁹ Die Berechnung des OEE-Maßes erfolgt direkt durch die gemessenen Größen P_g und P_{th} . Andere Einflussfaktoren werden nicht berücksichtigt. OEE ist hierbei der von einer Anlage hergestellte Output an einwandfreien Produkten in der Gesamtzeit dividiert durch den tatsächlichen erzielbaren

24 Vgl. Raja, P. Nelson; Kannan, S.M.: Evolutionary Programming to Improve Yield and Overall Equipment Effectiveness of Casting Industry, a. a. O., S.1736.

25 Vgl. Muchiri, P.; Pintelon, L.: Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion, in: International Journal of Production Research, Vol. 46, No. 13/01.07.2008, S. 3533.

26 Vgl. Reyes, Jose Arturo Garza: Manchester Engineering Doctorate Centre, The University of Manchester (Hrsg.): Recognizing the potential use of simulation to determine the most effective strategy for calculating und defining the optimum value of OEE, a. a. O.

27 Vgl. De Groot, P.: Maintenance performance analysis: a practical approach, in: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 1, No. 2/1995, S. 17 f.

28 Vgl. Muchiri, P.; Pintelon, L.: Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion, a. a. O., S. 3524.

29 Vgl. Oechsner, Richard; Pfeffer, Markus; Pfitzner, Lothar; Binder, Harald; Müller, Eckhard; Vonderstrass, Thomas: From overall equipment efficiency (OEE) to overall Fab effectiveness (OFE), in: Materials Science in Semiconductor Processing, Vol.5/2003, S. 338.

Produktionsoutput, der gemäß der theoretischen Fertigungsmenge in der Gesamtzeit hätte produziert werden können.³⁰

Das Messinstrument OEE kann auf mehreren unterschiedlichen Ebenen innerhalb eines Fertigungsumfeldes eingesetzt werden. Dabei wird es als eine Art Referenzwert für die Messung der Anfangsleistung einer Fertigungsanlage genutzt. Durch einen Vergleich der ermittelten Anfangswerte mit zukünftigen OEE-Werten kann die Verbesserungsquote an der entsprechenden Anlage quantitativ bestimmt werden.

Ein berechneter, isolierter OEE-Wert ist jedoch nicht für einen Vergleich verschiedener Anlagen, Maschinen oder Prozessen geeignet. OEE ist eine relative Messgröße für die Effektivität einer einzelnen, spezifischen Anlage, die über einen bestimmten Zeitraum mit sich selbst verglichen wird. Desweiteren kann ein OEE-Wert, bezogen auf eine spezifische Fertigungslinie, für einen Vergleich der Linienleistungen innerhalb des Unternehmens genutzt werden. Dadurch werden sämtliche Linienleistungen gegenübergestellt.³¹ Mit Hilfe einer OEE-Messung wird die schlechteste Anlagenleistung identifiziert und die Stelle für den Einsatz der TPM-Ressourcen angezeigt.³² Durch das Einsetzen der OEE wird die Zusammenarbeit zwischen Anlagenverfahren, Instandhaltung, Beschaffung und Anlagenkonstruktion gefördert und verbessert. Gemeinsam sollen die Hauptursachen für die schlechte Performance identifiziert und eine Verbesserung der OEE erreicht werden.³³ Anhand des OEE-Maßes können den Entscheidungsträgern aktuelle Informationen für die tägliche Entscheidungsfindung bereitgestellt werden.³⁴

Häufig bestehen noch Unklarheiten darüber, ob OEE die Effektivität misst oder ob es sich nicht doch um eine Messung der Effizienz handelt.³⁵ Effektivität gibt an, inwieweit die gefertigten Produkte ihren Anforderungen entsprechen und bezieht sich daher auf die

30 Vgl. Huang, Samuel H.; Dismukes, John P.; Shi, J.; Su, Qi; Razzak, Mousalam A.; Bodhale, Rohit; Robinson, D. Eugene: Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis, a. a. O., S. 516.

31 Vgl. Bamber, C.J.; Castka, P.; Sharp, J.M.; Motara, Y.: Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE), a. a. O., S. 225.

32 Vgl. Nakajima, Seiichi: Introduction to TPM. Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 24 f.

33 Vgl. Williamson, Robert M.: Using Overall Equipment Effectiveness: the Metric and the Measures, Online im Internet: <http://www.swspitcrew.com/articles/OEE%200206.pdf>, 10.09.2009.

34 Vgl. Dal, Bulent; Tugwell, Phil; Greatbanks, Richard: Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: a practical analysis, in: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 20, No. 12/2000, S. 1501.

35 Vgl. Muchiri, P.; Pintelon, L.: Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review und practical application discussion, a. a. O., S. 3519.

Eignung der Maßnahmen zur Zielerreichung. Demgegenüber zeigt die Effizienz, inwiefern ein Prozessablauf die erforderlichen Produkte mit möglichst geringen Kosten für die Ressourcen produziert. Effizienz bewertet daher die Angemessenheit der verfolgten Maßnahmen im Hinblick einer Kosten/Nutzen-Relation.³⁶ In diesem Zusammenhang zeigen die drei Kennzahlen (Verfügbarkeit, Leistungsgrad und Qualitätsrate), inwieweit die Anforderungen an den hergestellten Output erfüllt werden und geeignete Maßnahmen zur Zielerreichung darstellen. Somit wird deutlich, dass mit der OEE-Kennzahl eine Messung der Effektivität verfolgt wird.³⁷

3 Anwendung von Overall Equipment Effectiveness

3.1 Einordnen von OEE als Kennzahl

Kennzahlen geben die Zusammenhänge im Produktionssystem in verdichteter und quantitativ messbarer Form wieder.³⁸ Das Ziel einer Maximierung der Effektivität der Produktionsanlagen lässt sich durch eine zielstrebige Anwendung von Kennzahlen erreichen.³⁹ Zudem muss eine detaillierte Analyse sämtlicher Verlustquellen innerhalb des Fertigungsprozesses mittels eines Kennzahlensystems vorgenommen werden.⁴⁰ Dabei stellen Kennzahlensysteme die Gesamtheit von geordneten Einzelkennzahlen dar, welche die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Einzelkennzahlen wiedergeben.⁴¹ OEE lässt sich als eine maschinenbezogene Kennzahl innerhalb des Produktionsprozesses einordnen. Als Prozess- und Betriebskennzahl stellt OEE eine wichtige Messgröße dar, um herausragende Leistungen und eine Steuerung in der Produktion zu ermöglichen. Weiterhin wird sie als Führungs- und Informationssystem im Produktions- und Instandhaltungsumfeld genutzt und unterstützt bei der Optimierung der Ablauforganisation.⁴²

36 Vgl. U.S. Department of Energy: How to measure Performance: a handbook of Techniques and Tools, Oak Ridge: Oak Ridge Associated Universities 1995, S. 1-5.

37 Vgl. Muchiri, P.; Pintelon, L.: Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion, a. a. O., S. 3519.

38 Vgl. Gienke, Helmuth; Kämpf, Rainer: Handbuch Produktion. Innovatives Produktionsmanagement: Organisation, Konzepte, Controlling, München: Carl Hanser Verlag 2007, S. 446.

39 Vgl. Koschnitzke, Thomas: Kontinuierliche Verbesserung mit Total Productive Management. Ziele und Kennzahlen für Verbesserungsprogramme in der Produktion, Hamburg: Diplomica Verlag GmbH 2008, S. 23 f.

40 Vgl. Böning, Markus: Einsatzmöglichkeiten eines lebenszyklusorientierten Controlling von Produktionsanlagen, München: Verlag V. Florentz 1997, S. 126 f.

41 Vgl. Kalaitzis, Dimitrios: Instandhaltungscontrolling. Führungs- und Steuerungssystem erfolgreicher Instandhaltung, 3., vollständig Neubearb. Aufl., Köln: TÜV-Verlag GmbH 2004, S. 79.

42 Vgl. It&Production: Produktivität messen! Aber wo?, in: it&production, Ausgabe 12/2006, S. 24-25, Online im Internet: <http://downloads.brainguide.com/publications/PDF/pub62106.pdf>, 24.09.2009.

Demnach werden Aktivitäten oder Potentiale von Prozesskennzahlen beurteilt, die allerdings keine Ergebniskennzahlen darstellen.⁴³ Weiterhin lässt sich OEE als ein Key Performance Indicator (KPI) einordnen. KPI fassen als Schlüsselkennzahlen alle betrieblichen Kenngrößen zusammen, die Erfolge bzw. Misserfolge abbilden. Die Untersuchung einzelner Abteilungen etc. auf ihre Effektivität und Wirtschaftlichkeit wird ermöglicht. OEE analysiert dabei die tatsächliche Auslastung einer Anlage gegenüber der theoretisch möglichen Auslastung.⁴⁴

3.2 Maschinenverluste als Ansatzpunkt für die Berechnung

Die nicht wertschöpfenden vermeidbaren Tätigkeiten, eingeteilt in die sechs großen Verlustquellen, haben unterschiedliche Auswirkungen auf den Fertigungsprozess.⁴⁵ Sie verbrauchen Ressourcen, ohne dem hergestellten Produkt einen Wert beizufügen und beeinträchtigen die Anlageneffektivität.⁴⁶ Die nachfolgenden sechs Verluste zu mindern ist das wichtigste Ziel, um die Leistungsfähigkeit in der Fertigung zu steigern:⁴⁷

- Verluste durch Anlagenausfall wegen Störungen,
- Verluste durch Rüsten und Einrichten,
- Verluste durch Leerlauf und (Kurz-) Stillstände,
- Verluste durch verringerte (Takt-) Geschwindigkeit,
- Qualitätsverluste (Abweichungen von der Soll-Qualität; Ausschuss, Nacharbeiten) und
- Anlaufverluste.

Anlagenausfälle der Maschine verursachen sowohl zeitliche Verluste, wenn die Produktivität der Anlage reduziert wird, als auch Mengenverluste infolge defekter Produkte. Dabei sind sporadische Ausfälle, meist eindeutig erkennbar, und chronische

43 Vgl. Brown, Mark Graham: Kennzahlen - Harte und weiche Faktoren erkennen, messen, bewerten, München, Wien: Carl Hanser Verlag 1997, S. 104.

44 Vgl. It&Production: Key Performance Indicators – Fertigungsprozesse überwachen und verbessern, in: it&production, Ausgabe 10/2006, Online im Internet: http://www.it-production.com/index.php?seite=einzel_artikel_ansicht&id=31856, 24.09.2009.

45 Vgl. Al-Radhi, Mehdi: Total Productive Management. Erfolgreich Produzieren mit TPM, München, Wien: Carl Hanser Verlag 2002, S. 12.

46 Vgl. Koch, Arno: OEE für das Produktionsteam. Das vollständige Benutzerhandbuch – oder wie sie die verborgene Maschine entdecken, a. a. O., S. 23.

47 Vgl. Nakajima, Seiichi: Introduction to TPM. Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 28 ff.

Ausfälle, die oft ignoriert und unberücksichtigt bleiben, zu unterscheiden. Rüst- und Einrichtverluste resultieren aus Stillstandzeiten und defekten Produkten. Die Produktion eines Teils wird beendet und die Anlage zur Produktion eines neuen Teiles umgerüstet. Erreichen die neuen Teile den erforderlichen Qualitätsstandard, ist die Rüst- und Einrichtzeit beendet.⁴⁸ Dabei kommt es zu einem Anlagenstillstand, wodurch sich Verluste in der Leistungsfähigkeit ergeben.⁴⁹ Leerlauf und Kurzstillstände sind auf mangelhaft funktionierende Anlagen und geringfügige Unterbrechungen zurückzuführen.⁵⁰ Derartige Stillstände lassen sich schnell und problemlos beheben. Treten sie jedoch häufiger auf, reduzieren sie die Leistungsfähigkeit der Anlage.⁵¹ Verringerte Taktgeschwindigkeit ist ein Verlust, der den Unterschied zwischen der vorgesehenen und der tatsächlichen Geschwindigkeit der Anlage deutlich macht. Infolge einer verringerten Geschwindigkeit der Produktionsanlage, wird die Anlageneffektivität beeinträchtigt.⁵² Qualitätsverluste entstehen an schlecht funktionierenden Anlagen: Die hergestellten Teile entsprechen nicht der erforderlichen Qualität. Neben dem Ausschuss gibt es auch Teile zur Nachbesserung.⁵³ Die Ursachen für diese Verlustart liegen in dem Zusammenwirken von Maschinenarbeiter, Produktionsanlage und Produktionsumfeld begründet.⁵⁴ Als Anlaufschwierigkeiten sind Verluste zu nennen, die in dem Zeitraum von Inbetriebnahme der Anlage bis zur Produktion einwandfreier Produkte entstehen.⁵⁵ Neben einem Verlust an produktiver Zeit lässt sich auch ein Qualitätsmangel feststellen.⁵⁶

48 Vgl. Nakajima, Seiichi: TPM Development Program. Implementing Total Productive Maintenance, Cambridge, MA: Productivity Press 1989.S. 28.

49 Vgl. Al-Radhi, Mehdi; Heuer, Jörg: Total Productive Maintenance. Konzept, Umsetzung, Erfahrung, a. a. O., S. 13.

50 Vgl. Nakajima, Seiichi: TPM Development Program. Implementing Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 28 f.

51 Vgl. Hartmann, Edward H.: TPM: Effiziente Instandhaltung und Maschinenmanagement. Stillstandzeiten verringern, Maschinenleistungen steigern, Betriebszeiten erhöhen, a. a. O., S. 65 f.

52 Vgl. Nakajima, Seiichi: TPM Development Program. Implementing Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 28 f.

53 Vgl. Nakajima, Seiichi: Introduction to TPM. Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 14.

54 Vgl. Al-Radhi, Mehdi; Heuer, Jörg: Total Productive Maintenance. Konzept, Umsetzung, Erfahrung, a. a. O., S. 27.

55 Vgl. Nakajima, Seiichi: TPM Development Program. Implementing Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 28 f.

56 Vgl. Etteldorf, Jörg: Analyse und Verbesserung der Gesamtanlageneffektivität an automatisierten Produktionsanlagen, Düsseldorf: VDI Verlag 2000, S. 38 f.

3.3 Berechnen, messen und Bericht erstatten

Die Maschinen- und Anlagenverluste haben einen unmittelbaren Einfluss auf die OEE-Berechnung, was bei der Bestimmung der drei Kennzahlen im Folgenden erläutert wird.⁵⁷

Die Effektivität einer Anlage wird anhand der folgenden Formel⁵⁸ berechnet:

$$\text{OEE} = \text{Verfügbarkeit} * \text{Leistungsgrad} * \text{Qualitätsrate}$$

Die Verfügbarkeit stellt das Ergebnis der Verluste durch Ausfallzeiten dar, welche auf die Verlustquellen Anlagenausfall sowie Umrüst- und Einrichtzeiten zurückzuführen sind.⁵⁹ Für die Verfügbarkeit ergibt sich folgende Gleichung⁶⁰:

$$\text{Verfügbarkeit} = \frac{\text{Betriebszeit}}{\text{verfügbare Zeit}} = \frac{\text{Verfügbare Zeit} - \text{Ausfallzeit}}{\text{Verfügbare Zeit}}$$

Die Verfügbarkeit misst die gesamte Zeit, in der die Anlage aufgrund von Stillständen nicht in Betrieb ist. Sie basiert auf einem Verhältnis von tatsächlicher Betriebszeit zu verfügbarer Zeit.⁶¹ Die verfügbare Zeit bezieht sich auf die Netto-Verfügbarkeit der Anlage während eines ausgewählten Zeitintervalls von einem Tag oder einem Monat. Dabei handelt es sich um die verfügbare Gesamtzeit für einen Arbeitsvorgang abzüglich geplanter oder notwendiger Stillstandzeiten, wie etwa für Pausen oder vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen. Die Betriebszeit errechnet sich durch Subtraktion der Anlagenausfallzeit von der verfügbaren Zeit. Sie bezieht sich also auf die Zeit, während der die Anlagen tatsächlich arbeiten. Die Ausfallzeit einer Anlage beinhaltet Stillstandverluste als Folge von Ausfällen, Rüst- und Einstellvorgängen, etc.⁶²

Die Berechnung des Leistungsgrades wird entscheidend von Geschwindigkeitsverlusten beeinflusst, welche die Folgen von Leerlauf und Kurzstillständen sowie verringerter

57 Vgl. May, Constantin; Schimek, Peter: Total Productive Management. Grundlagen und Einführung von TPM - oder wie Sie Operational Excellence erreichen, a. a. O., S. 27.

58 Vgl. Nakajima, Seiichi: TPM Development Program. Implementing Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 31.

59 Vgl. Etteldorf, Jörg: Analyse und Verbesserung der Gesamtanlageneffektivität an automatisierten Produktionsanlagen, a. a. O., S. 35.

60 Vgl. Nakajima, Seiichi: Introduction to TPM. Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 22.

61 Vgl. Bamber, C.J.; Castka, P.; Sharp, J.M.; Motara, Y.: Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE), a. a. O., S. 229.

62 Vgl. Nakajima, Seiichi: TPM Development Program. Implementing Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 34.

Taktgeschwindigkeit sind.⁶³ Der Leistungsgrad wird durch das Produkt aus Netto-Betriebsrate und Anlagengeschwindigkeitsverhältnis bestimmt. Das Anlagengeschwindigkeitsverhältnis bezieht sich auf die Abweichung zwischen der geplanten Taktzeit und der tatsächlichen Taktzeit. Die geplante Taktzeit beruht hierbei auf der Anlagenkapazität laut Konstruktion. Das Anlagengeschwindigkeitsverhältnis ergibt sich durch folgende Gleichung:

$$\text{Anlagengeschwindigkeitsverhältnis} = \frac{\text{Geplante Taktzeit}}{\text{Tatsächliche Taktzeit}}$$

Die Netto-Betriebsrate misst die Aufrechterhaltung einer bestimmten Geschwindigkeit über einen bestimmten Zeitraum.⁶⁴ Die Kennzahl misst, ob der Fertigungsbetrieb trotz der Perioden konstant läuft, in denen die Anlage mit verringerter Geschwindigkeit läuft. Die Nettobetriebsrate berechnet zum einen Verluste, die durch erfasste Kurzstillstände entstehen, und zum anderen Verluste, die nicht täglich in die Betriebsunterlagen eingetragen werden, wie z. B. Einstellverluste.⁶⁵ Die Netto-Betriebsrate errechnet sich anhand folgender Gleichung:

$$\begin{aligned} \text{Netto-Betriebsrate} &= \frac{\text{Tatsächliche Prozesszeit}}{\text{Betriebszeit}} \\ &= \frac{\text{Hergestellte Stückzahl} * \text{Tatsächliche Taktzeit}}{\text{Betriebszeit}} \end{aligned}$$

Der Leistungsgrad ermittelt sich letztendlich durch Multiplikation von geplanter Taktzeit und tatsächlich hergestellter Stückzahl bezogen auf die Betriebszeit⁶⁶:

63 Vgl. Etteldorf, Jörg: Analyse und Verbesserung der Gesamtanlageneffektivität an automatisierten Produktionsanlagen, a. a. O., S. 36.

64 Vgl. Nakajima, Seiichi: Introduction to TPM. Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 24.

65 Vgl. Dal, Bulent; Tugwell, Phil; Greatbanks, Richard: Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: a practical analysis, a. a. O., S. 1493.

66 Vgl. Nakajima, Seiichi: Introduction to TPM. Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 26 f.

Leistungsgrad = Netto-Betriebsrate * Anlagengeschwindigkeitsverhältnis

$$= \frac{\text{Hergestellte Stückzahl} * \text{Tatsächliche Taktzeit}}{\text{Betriebszeit}} * \frac{\text{Geplante Taktzeit}}{\text{Tatsächliche Taktzeit}}$$

$$= \frac{\text{Hergestellte Stückzahl} * \text{Geplante Taktzeit}}{\text{Betriebszeit}}$$

Die Höhe der Qualitätsrate wird von den Qualitätsverlusten bestimmt, welche auf Nacharbeit an den Erzeugnissen, Ausschuss und Anlaufschwierigkeiten der Fertigungsanlagen zurückzuführen sind.⁶⁷ Die Qualitätsrate errechnet sich aus der Gleichung:

$$\text{Qualitätsrate} = \frac{\text{Hergestellte Stückzahl} - \text{Fehlerhafte Stückzahl}}{\text{Hergestellte Stückzahl}}$$

Diese Kenngröße zeigt das Verhältnis der fehlerhaften Stückzahl zu der gesamten Produktionsmenge.⁶⁸ Dabei bezieht die Qualitätsrate nur Herstellungsfehler ein, die in einer bestimmten Fertigungsstufe eintreten, üblicherweise an einer spezifischen Anlage.⁶⁹

Die Datenerfassung ist eine wichtige Phase der Leistungsmessung und der fortlaufenden Verbesserung, denn was nicht gemessen wird, kann auch nicht verbessert werden. Die Validität und Nützlichkeit des OEE-Maßes werden in hohem Maße von der Datenerfassung und der Genauigkeit bestimmt.⁷⁰ Die ordnungsgemäße Erfassung der Daten sowie entsprechende Berechnungen sind möglichst von dem Maschinenbediener auszuführen. Doch die manuelle Messung verursacht häufig Probleme. Die Ursache liegt in der komplexen Gestaltung der Datenerfassungsformulare und den damit verbundenen Schwierigkeiten einer genauen Messung. Diese beeinträchtigen die Motivation für eine kontinuierliche Analyse und Auswertung der Daten.

67 Vgl. Etteldorf, Jörg: Analyse und Verbesserung der Gesamtanlageneffektivität an automatisierten Produktionsanlagen, a. a. O., S. 38.

68 Vgl. Nakajima, Seiichi: TPM Development Program. Implementing Total Productive Maintenance, a. a. O., S. 35.

69 Vgl. Dal, Bulent; Tugwell, Phil; Greatbanks, Richard: Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: a practical analysis, a. a. O., S. 1494.

70 Vgl. Muchiri, P.; Pintelon, L.: Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review und practical application discussion, a. a. O., S. 3532.

Die Lösung dieses Problems besteht in einem Zwei-Stufen-Modell. Auf der ersten Stufe erfolgt eine vereinfachte Datenerfassung. Die unterschiedlichen Störfälle werden auf einer Tafel direkt neben der Anlage erfasst. Durch eine zeitnahe Zusammenstellung und Auswertung der Daten können wöchentliche oder monatliche Werte kalkuliert werden. Durch diese regelmäßigen Messungen geht die Anzahl der Störfälle zurück.⁷¹ So wird eine sofortige Verarbeitung und Visualisierung der Daten ermöglicht und es können Verbesserungsmaßnahmen in den Problembereichen eingeleitet werden.⁷² Um quantitative Maße zu erlangen, die alle verschiedenen Verluste einschließen, ist der Übergang zu einer zweiten Stufe notwendig. Hier sind sämtliche Verlustarten zu vermerken und die Verlustzeitpunkte einzeln aufzuführen. Jede Unterbrechung infolge eines Anlagenstillstandes ist aufzuzeichnen. Dazu zählen nicht nur Störungen, sondern auch Einrichtungen, Umstellungen und Anpassungen. Das Ziel dieser Stufe ist die Implementierung eines OEE-Modells.⁷³

Durch den Einsatz IT-basierter Systeme wird die Messung der Verluste automatisiert. Neben Häufigkeit und Länge der verschiedenen Unterbrechungen zeigt das System auch die Stelle der Anlagenstörung an. Dadurch wird eine Verdichtung und exakte Analyse der Störfälle ermöglicht. Die Systeme führen zu technisch ausgereiften, zeitnahen Berichten, die ein Erkennen der Verluste im Produktionsprozess vereinfachen. Sie arbeiten zwar sehr präzise, doch die eigentlichen Ursachen der Störfälle sind nur schwer feststellbar. Die Einführung von Datenbanksystemen setzt die Akzeptanz der Beschäftigten und das Verständnis für die OEE-Kennzahl voraus.⁷⁴ Darüber hinaus bietet die Kombination von manueller und automatischer Datenerfassung große Vorteile. Der Maschinenbediener misst Art und Häufigkeit des Störfalles, während das computergesteuerte System die Dauer des Störfalles und die tatsächliche Taktzeit anzeigt. Diese Methode beansprucht wenig Zeit, liefert eine exakte Beurteilung über das Ausmaß der Störfälle und gibt einen tieferen Einblick in die Ursachen der Verluste.⁷⁵

71 Vgl. Ljungberg, Orjan: Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities, in: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 18, No. 5/1998, S. 501.

72 Vgl. Reitz, Andreas: Lean TPM. In 12 Schritten zum schlanken Managementsystem, München: mi-Fachverlage 2008, S. 65.

73 Vgl. Ljungberg, Orjan: Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities, a. a. O., S. 501 ff.

74 Vgl. Reitz, Andreas: Lean TPM. In 12 Schritten zum schlanken Managementsystem, a. a. O., S. 68.

75 Vgl. Ljungberg, Orjan: Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities, a. a. O., S. 503.

Die OEE-Berechnung setzt eine detaillierte Messung der Verluste voraus. Diese komplexen Anforderungen an die Datenerfassung können jedoch vereinfacht werden. Statt die tatsächliche Zeitdauer eines jeden Ausfalles und Geschwindigkeitsverlustes zu messen, kann zunächst die Häufigkeit der Verluste erfasst werden. Obwohl die erstgenannte Möglichkeit wesentlich präziser ist, reicht die zweite Möglichkeit in den meisten Fällen aus und stellt zudem einen ersten Schritt der Verlusterkennung dar. Das wesentliche Ziel von OEE ist nämlich kein optimales Maß, sondern ein einfaches Maß, welches die Bereiche für Verbesserungen aufzeigt.⁷⁶ Das Datenerfassungsformular sollte in enger Zusammenarbeit mit dem Maschinenbediener konstruiert werden. Das gemeinsame Erarbeiten stellt einen geeigneten Weg dar, den Mitarbeiter zum regelmäßigen und gewissenhaften Erfassen der Verluste zu bewegen.⁷⁷ Denn nur ein gut strukturiertes und einfach aufgebautes Erfassungsformular ermöglicht eine exakte Messung der Daten.⁷⁸

Nach dem Erfassen und Messen sind die Daten zu zweckmäßigen Informationen zu verarbeiten. Dabei ist die Analyse und Auswertung sämtlicher OEE-Daten von Mitarbeitern durchzuführen, die einen kompletten Überblick über sämtliche Verlustarten besitzen. Die Daten sind unmittelbar nach ihrer Erfassung in übersichtliche und nachvollziehbare Diagramme umzuwandeln, wie z. B. ein Pareto-Diagramm.⁷⁹ Die Visualisierung der OEE-Daten ist dabei von höchster Wichtigkeit, denn eine effektive Verbesserung der Prozesse ist nur möglich, wenn Informationen zu den entsprechenden Störfällen zeitnah und priorisiert verfügbar sind.⁸⁰ Durch ein umgehendes Feedback werden die Mitarbeiter über eine veränderte Arbeitsweise in Kenntnis gesetzt und in den Verbesserungsprozess einbezogen. Idealerweise ist ein solches Feedback innerhalb von 24 Stunden zu geben, da ansonsten bestimmte Handlungen in Vergessenheit geraten. Eine Verbesserung der Fertigungsanlagen und damit ein Ausschalten der Verluste wird demnach nur realisiert, wenn die Mitarbeiter mit zeitnahen Auswertungen arbeiten und die entsprechenden Diagramme in ihren Arbeitsablauf integriert werden. Als hilfreiches Werk-

76 Vgl. Jonsson, Patrik; Lesshammar, Magnus: Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE, in: *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, No. 1/1999, S. 63.

77 Vgl. Ljungberg, Orjan: Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities, a. a. O., S. 503.

78 Vgl. May, Constantin; Koch, Arno: Overall Equipment Effectiveness (OEE). Werkzeug zur Produktivitätssteigerung, in: *Zeitschrift der Unternehmensberatung (Zub)*, Heft 6/2008, S. 248.

79 Vgl. Koch, Arno: OEE für das Produktionsteam. Das vollständige OEE-Benutzerhandbuch – oder wie sie die verborgene Maschine entdecken, a. a. O., S. 76 ff.

80 Vgl. Reitz, Andreas: Lean TPM. In 12 Schritten zum schlanken Managementsystem, a. a. O., S. 70.

zeug dient eine in der Nähe der Anlage installierte Tafel, auf der sich die Leitungsfähigkeit der Anlage nachvollziehen lässt.⁸¹

3.4 Erweiterung des OEE-Ansatzes

Der Fertigungsprozess ist ein komplexes Netz aus Wechselbeziehungen zwischen Materialien, Maschinen, Menschen, Abteilungen, Unternehmen und Prozessen. Diese verflochtenen Aktivitäten werden meist zu isoliert betrachtet, wodurch eine Abstimmung der verfügbaren Unternehmensressourcen erschwert und die Effizienz des Arbeitsprozesses beeinträchtigt wird. Deshalb ist es notwendig, sich nicht nur auf die Leistung einer individuellen Anlage sondern auf die Leistung des ganzen Unternehmens zu fokussieren. Denn das Ziel eines jedes Unternehmen ist ein hoch effizientes, ganzheitliches System und nicht eine optimale individuelle Anlage.⁸² Diese Unzulänglichkeit der OEE-Kennzahl hat zu einer Modifikation und Erweiterung dieser Kennzahl geführt. Einige Begriffsdefinitionen beschränken sich auf die Effektivität des Anlageniveaus (z. B. Total Effective Equipment Productivity), während andere Definitionen die Effektivität des gesamten Betriebsniveaus (z. B. Overall Factory Effectiveness, Overall Plant Effectiveness) widerspiegeln.⁸³

Eine Erweiterung des OEE-Maßes stellt die Overall Plant Effectiveness (OPE) dar.⁸⁴ Diese Kennzahl entspricht einer genaueren Messung der Leistungsfähigkeit, da sie auch geplante Umrüst- und Instandhaltungsarbeiten in der Fertigung und beabsichtigte Anlagenstillstände berücksichtigt. OPE spiegelt die wirkliche Leistung der Fertigungsanlage wider und zeigt ein unverfälschtes Bild der Gesamtanlageneffektivität.⁸⁵ Die Anwendung von OPE deckt damit alle Verlustquellen auf, die mit dem allgemeinen Produktionsprozess verbunden sind.⁸⁶ Eine weitere modifizierte Begriffsdefinition zeigt sich in der Kenngröße Total Effective Equipment Productivity (TEEP), einer Kombination aus der

81 Vgl. Koch, Arno: OEE für das Produktionsteam. Das vollständige OEE-Benutzerhandbuch – oder wie sie die verborgene Maschine entdecken, a. a. O., S. 60.

82 Vgl. Scott, Douglas; Pisa, Robert: Can overall factory effectiveness prolong Moore's Law?, in: Solid State Technology, Vol. 41, Issue 3/März1998, S. 75 f.

83 Vgl. Muchiri, P.; Pintelon, L.: Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review und practical application discussion, a. a. O., S. 3521.

84 Vgl. Suzuki, Tokutaro: TPM in Process Industries, New York: Productivity Press 1994, S. 21 ff.

85 Vgl. Alcalde Rasch, Alejandro: Erfolgspotential Instandhaltung. Theoretische Untersuchung und Entwurf eines ganzheitlichen Instandhaltungsmanagements, Berlin: Erich Schmidt Verlag 2000, S. 198.

86 Vgl. Muchiri, P.; Pintelon, L.: Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review und practical application discussion, a. a. O., S. 3524 ff.

Anlagenauslastung und der OEE. Im Unterscheid zu OEE, welche ausschließlich die Effektivität einer Anlage reflektiert, während diese betrieben wird, schließt TEEP auch die geplanten Stillstandzeiten in die Berechnung ein. Es ist also ein Maß, das die exakte Leistungsfähigkeit einer individuellen Fertigungsanlage aufzeigt.⁸⁷ Eine klare Unterscheidung von geplanter und ungeplanter Stillstandzeit verdeutlicht den Einfluss der Instandhaltung auf das Ergebnis der Produktivität einer Anlage.⁸⁸

Eine zusätzliche Erweiterung des OEE-Maßes stellt der Overall-Factory-Effectiveness-Ansatz (OFE) dar, der eine Verbesserung der gesamten Unternehmensleistung anstrebt. OFE drückt das Zusammenfassen vieler verschiedener betrieblicher Tätigkeiten, die Verknüpfungen zwischen verschiedenen Maschinen und Prozessen, die Vernetzung von Informationen, Entscheidungen und Tätigkeiten über viele voneinander abhängigen Systemen und Teilsystemen aus.⁸⁹ Während OEE die Höchstleistung einer einzelnen Anlage aufzeigt, wird durch OFE die Beziehung zwischen den unterschiedlichen Maschinen und Prozessen verdeutlicht. OFE strebt danach, die vielen betrieblichen Tätigkeiten und Informationssysteme, die der Produktionsprozess mit sich bringt, einzubinden. Dadurch kann die Leistungsfähigkeit von zwei verschiedenen Anlagen verglichen oder die Veränderung der Effektivität einer Anlage gemessen werden.⁹⁰

4 Stärken und Schwächen des OEE-Ansatzes

OEE misst nur die Leistungsfähigkeit einer individuellen Anlage. Dadurch reicht das OEE-Maß nicht aus, um die Leistungsfähigkeit des gesamten Betriebes zu verbessern. Denn in einer typischen produktiven Umgebung agieren die Anlagen gemeinsam in einer Fertigungslinie und nicht isoliert. Abstimmungsdefizite zwischen den Leistungsschwächen einer Anlage und den sechs großen Verlustquellen zeigen eine weitere Schwäche des OEE-Maßes auf. Dadurch ist keine zweckmäßige Einstufung der Verluste gegeben.⁹¹ Ein alternatives System für die Einstufung von Verlusten kann dieses Problem

87 Vgl. Hartmann, Edward H.: TPM: Effiziente Instandhaltung und Maschinenmanagement. Stillstandzeiten verringern, Maschinenleistungen steigern, Betriebszeiten erhöhen, a. a. O., S. 61.

88 Vgl. Muchiri, P.; Pintelon, L.: Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review und practical application discussion, a. a. O., S. 3521.

89 Vgl. Oechsner, Richard; Pfeffer, Markus; Pfitzner, Lothar; Binder, Harald; Müller, Eckhard; Vonderstrass, Thomas: From overall equipment efficiency (OEE) to overall Fab effectiveness (OFE), a. a. O., S. 333 f.

90 Vgl. Scott, Douglas; Pisa, Robert: Can overall factory effectiveness prolong Moore's Law?, a. a. O., S. 75.

91 Vgl. Braglia, Marcello; Frosolini, Marco; Zammori, Francesco: Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML): An integrated approach to assess systems performance, a. a. O., S. 10.

Problem lösen. Zudem ist die Standarddefinition von OEE nicht für kapitalintensive Industrien geeignet, weil hier eine weitere Darstellung für zusätzliche Gründe der Verluste, wie etwa vorbeugende Instandhaltung, benötigt wird.⁹² Zudem rechnet OEE Verluste ein, die eine Konsequenz des ganzen Fertigungssystems sind und nicht direkt auf eine spezifische Anlage zurückführen sind. Um ein effektives Anlagenmaß zu erhalten, sind all jene Verluste auszugrenzen, welche innerhalb des Betriebes das gesamte Fertigungssystem betreffen, aber nicht von der individuellen Anlage selbst abhängig sind.⁹³ Eine wesentliche Stärke des OEE-Konzeptes ist, dass ein Gesamtbild sämtlicher Verluste einer Anlage vermittelt wird und diese zielgerichtet angegangen werden können. Auch eine Analyse der eingeleiteten Verbesserungsmaßnahmen kann mit Hilfe von OEE vorgenommen werden.⁹⁴ Desweiteren ermöglicht die explizite Einbindung von Taktgeschwindigkeit und Qualität in die OEE-Berechnung einen wertvollen Einblick in die Transparenz des Wertschöpfungsanteils einer Anlage.⁹⁵ Durch die Einbeziehung der Mitarbeiter in Verbesserungsprozesse wird ihre Arbeitsmotivation gefördert und ihre Wahrnehmung für Verluste sensibilisiert. Damit tragen die Mitarbeiter zur Effektivitätssteigerung der Anlage bei.⁹⁶ Eine weitere Stärke der OEE ist, dass ihre Berechnung an den Stellen stattfindet, an denen die Arbeiten ausgeführt werden und somit von allen Mitarbeitern verstanden wird.⁹⁷

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das OEE-Maß zeigt wesentliche Informationen über die Herkunft von Verlusten und Verlustzeiten in der Produktion. Die OEE-Kennzahl reduziert Schwankungen in den Arbeitsprozessen, führt zu einer Minderung der Umrüstzeiten und verbessert die Leistungsfähigkeit einer Anlage oder Fertigungslinie. Dabei fungiert es als ein wichtiger Indikator im fortlaufenden Verbesserungsprozess. Der effektive Einsatz von OEE verlangt eine genaue Messung der erfassten Daten. Nur so können Maschinenausfälle und

92 Vgl. Jeong, Ki-Young; Phillips, Don T.: Operational efficiency and effectiveness measurement, in: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 21, No. 11/2001, S. 1404.

93 Vgl. De Ron, A. J.; Rooda, J. E.: OEE and equipment effectiveness: an evaluation, in: International Journal of Production Research, Vol. 44, No. 23/01.12.2006, S. 4999.

94 Vgl. Steinhardt, Thorsten: OEE – Auf der Suche nach den verborgenen Kapazitätsreserven, in: Controller Magazin, 3/2008, S. 10 f.

95 Vgl. Alcalde Rasch, Alejandro: Erfolgspotential Instandhaltung. Theoretische Untersuchung und Entwurf eines ganzheitlichen Instandhaltungsmanagements, a. a. O., S. 201.

96 Vgl. Al-Radhi, Mehdi; Heuer, Jörg: Total Productive Maintenance. Konzept, Umsetzung, Erfahrung, a. a. O., S. 34.

97 Vgl. It&Production: Produktivität messen! Aber wo?, a. a. O., 24.09.2009.

die Gründe für die Produktionsverluste nachvollzogen und angemessene Managementmethoden und Steuerungen vorgesehen werden. Da die Genauigkeit der Messung in der OEE-Berechnung von großer Wichtigkeit ist, sollte eine Untersuchung die Kosten- und Investitionsvorteile in automatisierte Datenerfassungsmethoden einkalkulieren.⁹⁸

Die Leistungsfaktoren, Verfügbarkeit, Leistungsgrad und Qualitätsrate reichen nicht aus, um die Effektivität eines Fertigungssystems zu messen. Relevante Maße, wie bspw. Kosten und Flexibilität, werden in der Berechnung nicht berücksichtigt. Weitere Untersuchungen sollten die Umsetzung der Anlageneffektivität oder der Effektivitätsverluste hinsichtlich der Kosten erforschen. Die eingesetzten Produktionsfaktoren sollten durch Geldeinheiten bewertet werden, indem der Input den Kosten und der Output der Wertschöpfung gleichgesetzt wird. Dies führt zu einem gemeinsamen Nenner und besseren Vergleichsmöglichkeiten. Da sich die Wertschöpfung auf die Wirtschaftlichkeit der Produktion bezieht, sollte diese auch in ökonomischen Kategorien dargestellt werden.⁹⁹

Die Bedeutung eines umfassenden Messsystems für die Gesamtfertigungsleistung zur Steigerung der kontinuierlichen Verbesserung und des Wettbewerbsvorteiles wird nicht nachgewiesen. Es wäre daher aufschlussreich, die Aufgabe eines solchen Systems zur Erreichung von Höchstleistungen zu analysieren.¹⁰⁰

98 Vgl. Muchiri, P.; Pintelon, L.: Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review und practical application discussion, a. a. O., S. 3534.

99 Vgl. It&Production: Factory Efficiency: Der Weg zum erfolgsorientierten Produktions-Controlling, in: it&production, Ausgabe 8/2005, Online im Internet: http://www.it-production.com/index.php?seite=einzel_artikel_ansicht&id=28067, 24.09.2009.

100 Vgl. Jonsson, Patrik; Lesshammar, Magnus: Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE, a. a. O., S. 77.

Literaturverzeichnis

1. **Alcalde Rasch, Alejandro:** Erfolgspotential Instandhaltung. Theoretische Untersuchung und Entwurf eines ganzheitlichen Instandhaltungsmanagements, Berlin: Erich Schmidt Verlag 2000.
2. **Al Radhi, Mehdi:** Total Productive Management. Erfolgreich produzieren mit TPM, München, Wien: Carl Hanser Verlag 2002.
3. **Al-Radhi, Mehdi; Heuer, Jörg:** Total Productive Maintenance. Konzept, Umsetzung, Erfahrung, München, Wien: Carl Hanser Verlag 1995.
4. **Bamber, C.J.; Castka, P.; Sharp, J.M.; Motara, Y.:** Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE), in: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 9, No. 3/2003, S. 223-238.
5. **Böning, Markus:** Einsatzmöglichkeiten eines lebenszyklusorientierten Controlling von Produktionsanlagen, München: Verlag V. Florentz 1997.
6. **Braglia, Marcello; Frosolini, Marco; Zammori, Francesco:** Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML): An integrated approach to assess systems performance, in: Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 20, No. 1/2009, S. 8-29.
7. **Brown, Mark Graham:** Kennzahlen - Harte und weiche Faktoren erkennen, messen, bewerten, München, Wien: Carl Hanser Verlag 1997.
8. **Brunner, Franz J.:** Japanische Erfolgskonzepte. KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production Management, München, Wien: Carl Hanser Verlag 2008.
9. **Dal, Bulent; Tugwell, Phil; Greatbanks, Richard:** Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: A practical analysis, in: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 20, No. 12/2000, S. 1488-1502.
10. **De Groot, P.:** Maintenance performance analysis: a practical approach, in: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 1, No. 2/1995, S. 4-24.

11. **De Ron, A. J.; Rooda, J. E.:** OEE and equipment effectiveness: an evaluation, in: International Journal of Production Research, Vol. 44, No. 23/01.12.2006, S. 4987-5003.
12. **Drucker, Peter:** The Effective Executive, London: Heinemann 1967.
13. **Etteldorf, Jörg:** Analyse und Verbesserung der Gesamtanlageneffektivität an automatisierten Produktionsanlagen, Düsseldorf: VDI Verlag 2000.
14. **Gienke, Helmuth; Kämpf, Rainer:** Handbuch Produktion. Innovatives Produktionsmanagement: Organisation, Konzepte, Controlling, München: Carl Hanser Verlag 2007.
15. **Hartmann, Edward H.:** TPM: Effiziente Instandhaltung und Maschinenmanagement. Stillstandzeiten verringern, Maschinenleistungen steigern, Betriebszeiten erhöhen, 3., aktualisierte und erweiterte Aufl., Landsberg am Lech: mi- Fachverlag 2007.
16. **Huang, Samuel H.; Dismukes, John P.; Shi, J.; Su, Qi; Razzak, Mousalam A.; Bodhale, Rohit; Robinson, D. Eugene:** Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis, in: International Journal of Production Research, Vol. 41, No. 3/2003, S. 513-527.
17. **Imai, Masaaki:** KAIZEN. Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb, 2. Aufl., München: Wirtschaftsverlag Langen Müller Herbig 1992.
18. **It&Production:** Factory Efficiency: Der Weg zum erfolgsorientierten Produktions-Controlling, in: it&production, Ausgabe 8/2005, Online im Internet: http://www.it-production.com/index.php?seite=einzel_artikel_ansicht&id=28067, 24.09.2009.
19. **It&Production:** Key Performance Indicators – Fertigungsprozesse überwachen und verbessern, in: it&production, Ausgabe 10/2006, Online im Internet: http://www.it-production.com/index.php?seite=einzel_artikel_ansicht&id=31856, 24.09.2009.
20. **It&Production:** Produktivität messen! Aber wo?, in: it&production, Ausgabe 12/2006, S. 24-25, Online im Internet: <http://downloads.brainguide.com/publications/PDF/pub62106.pdf>, 24.09.2009.

21. **Jeong, Ki-Young; Phillips, Don T.:** Operational efficiency and effectiveness measurement, in: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 21, No. 11/2001, S. 1404-1416.
22. **Jonsson, Patrik; Lesshammar, Magnus:** Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE, in: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 19, No. 1/1999, S. 55-78.
23. **Kalaitzis, Dimitrios:** Instandhaltungscontrolling. Führungs- und Steuerungssystem erfolgreicher Instandhaltung, 3., vollständig überarbeitete Aufl., Köln: TÜV-Verlag GmbH 2004.
24. **Koch, Arno:** OEE für das Produktionsteam. Das vollständige OEE-Benutzerhandbuch – oder wie sie die verborgene Maschine entdecken, Ansbach: CETPM Publishing 2008.
25. **Koschnitzke, Thomas:** Kontinuierliche Verbesserung mit Total Productive Management. Ziele und Kennzahlen für Verbesserungsprogramme in der Produktion, Hamburg: Diplomica Verlag GmbH 2008.
26. **Ljungberg, Orjan:** Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities, in: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 18, No. 5/1998, S. 495-507.
27. **Matyas, Kurt:** Taschenbuch Produktionsmanagement. Planung und Erhaltung optimaler Produktionsbedingungen, München, Wien: Carl Hanser Verlag 2001.
28. **May, Constantin; Koch, Arno:** Overall Equipment Effectiveness (OEE). Werkzeug zur Produktivitätssteigerung, in: Zeitschrift der Unternehmensberatung (Zub), Heft 6/2008, S. 245-250.
29. **May, Constantin; Schimek, Peter:** Total Productive Management. Grundlagen und Einführung von TPM - oder wie Sie Operational Excellence erreichen, Ansbach: CETPM Publishing 2008.
30. **McKone, Kathleen E.; Schroeder, Roger G.; Cua, Kristy O.:** Total productive maintenance: a contextual view, in: Journal of Operations Management, 17/1999, S. 123-144.

31. **Muchiri, P.; Pintelon, L.:** Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review und practical application discussion, in: International Journal of Production Research, Vol. 46, No. 13/01.07.2008, S. 3517-3535.
32. **Nakajima, Seiichi:** Introduction to TPM. Total Productive Maintenance, Cambridge, MA: Productivity Press 1988.
33. **Nakajima, Seiichi:** TPM Development Program. Implementing Total Productive Maintenance, Cambridge, MA: Productivity Press 1989.
34. **Oechsner, Richard; Pfeffer, Markus; Pfitzner, Lothar; Binder, Harald; Müller, Eckhard; Vonderstrass, Thomas:** From overall equipment efficiency (OEE) to overall Fab effectiveness (OFE), in: Materials Science in Semiconductor Processing, 5/2003, S. 333-339.
35. **Raja, P. Nelson; Kannan, S.M.:** Evolutionary Programming to Improve Yield and Overall Equipment Effectiveness of Casting Industry, in: Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 2, No. 12/2007, S. 1735-1742.
36. **Reichel, Jens; Müller, Gerhard; Mandelartz, Johannes:** Betriebliche Instandhaltung, Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer-Verlag 2009.
37. **Reitz, Andreas:** Lean TPM. In 12 Schritten zum schlanken Managementsystem, München: mi-Fachverlage 2008.
38. **Reyes, Jose Arturo Garza: Manchester Engineering Doctorate Centre, The University of Manchester (Hrsg.):** Recognizing the potential use of simulation to determine the most effective strategy for calculating und defining the optimum value of OEE, Manchester 2005.
39. **Scott, Douglas; Pisa, Robert:** Can overall factory effectiveness prolong Moore's Law?, in: Solid State Technology, Vol. 41, Issue 3/März1998, S. 75-80.
40. **Steinhardt, Thorsten:** OEE – Auf der Suche nach den verborgenen Kapazitätsreserven, in: Controller Magazin, 3/2008, S. 1-16.
41. **Suzuki, Tokutaro:** TPM in Process Industries, New York: Productivity Press 1994.
42. **U.S. Department of Energy:** How to Measure Performance. A Handbook of Techniques and Tools, Oak Ridge: Oak Ridge Associated Universities 1995.

43. **Williamson, Robert M.:** Using Overall Equipment Effectiveness: the Metric and the Measures, 2006 (Strategic Work Systems: Columbus, NC), Online im Internet: <http://www.swspitcrew.com/articles/OEE%200206.pdf>, 10.09.2009.



- Reihe:** **Arbeitspapiere Wirtschaftsinformatik** (ISSN 1613-6667)
- Bezug:** <http://wiwi.uni-giessen.de/home/Schwickert/arbeitspapiere/>
- Herausgeber:** Prof. Dr. Axel C. Schwickert
Prof. Dr. Bernhard Ostheimer

c/o Professur BWL – Wirtschaftsinformatik
Justus-Liebig-Universität Gießen
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Licher Straße 70
D – 35394 Gießen
Telefon (0 64 1) 99-22611
Telefax (0 64 1) 99-22619
eMail: Axel.Schwickert@wirtschaft.uni-giessen.de
<http://wi.uni-giessen.de>
- Ziele:** Die Arbeitspapiere dieser Reihe sollen konsistente Überblicke zu den Grundlagen der Wirtschaftsinformatik geben und sich mit speziellen Themenbereichen tiefergehend befassen. Ziel ist die verständliche Vermittlung theoretischer Grundlagen und deren Transfer in praxisorientiertes Wissen.
- Zielgruppen:** Als Zielgruppen sehen wir Forschende, Lehrende und Lernende in der Disziplin Wirtschaftsinformatik sowie das IT-Management und Praktiker in Unternehmen.
- Quellen:** Die Arbeitspapiere entstehen aus Forschungsarbeiten, Abschluss-, Studien- und Projektarbeiten sowie Begleitmaterialien zu Lehr- und Vortragsveranstaltungen der Professur BWL – Wirtschaftsinformatik, Univ. Prof. Dr. Axel C. Schwickert, Justus-Liebig-Universität Gießen sowie der Professur für Wirtschaftsinformatik, insbes. medienorientierte Wirtschaftsinformatik, Fachbereich Wirtschaft, Hochschule Mainz.
- Hinweise:** Wir nehmen Ihre Anregungen und Kritik zu den Arbeitspapieren aufmerksam zur Kenntnis und werden uns auf Wunsch mit Ihnen in Verbindung setzen.

Falls Sie selbst ein Arbeitspapier in der Reihe veröffentlichen möchten, nehmen Sie bitte mit dem Herausgeber unter obiger Adresse Kontakt auf.

Informationen über die bisher erschienenen Arbeitspapiere dieser Reihe erhalten Sie unter der Adresse <http://wi.uni-giessen.de>.