

Anlageneffizienz als wesentlicher Baustein von wandlungsfähigen Produktionssystemen

Hubert Biedermann und Markus Gram, Montanuniversität Leoben



Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hubert Biedermann leitet das Department Wirtschafts- und Betriebswissenschaften an der Montanuniversität Leoben mit den Forschungsschwerpunkten Anlagenmanagement und Wissensmanagement.



Dipl.-Ing. Markus Gram arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Department Wirtschafts- und Betriebswissenschaften an der Montanuniversität Leoben. Seine Fachgebiete sind Anlagenmanagement, Produktionsmanagement und Logistik.

Für die Gestaltung eines wandlungsfähigen Produktionssystems ist neben der ganzheitlichen Betrachtung desselben mit dessen internen und externen Verknüpfungen auch eine genaue Analyse der einzelnen Komponenten notwendig. Diese sind in der fertigen Industrie vorwiegend Anlagen in verschiedensten Ausprägungsarten. Die Untersuchung und Bewertung der Eigenschaften dieser Komponenten erfolgt in erster Linie durch Kennzahlen bzw. Indikatoren. Im Anlagenmanagement hat sich mittlerweile die Overall Equipment Effectiveness (OEE) als Kennwert zur Bestimmung

der Anlageneffizienz etabliert und ist fixer Bestandteil eines ganzheitlichen Instandhaltungsmanagements. Neuere Entwicklungen verwenden den OEE Wert u.a. als Basis für die Effizienzbewertung von Anlagenverkettungen, wobei der Materialfluss in die Ermittlung einer globalen Kennzahl zusätzlich berücksichtigt wird. Dieser holistische Bewertungsansatz ist ein wesentlicher Baustein für die Beurteilung der Flexibilität von Produktionssystemen, wobei sich diese in unterschiedlichen Dimensionen darstellt.

Die Begriffe der Wandlungsfähigkeit und Flexibilität gewinnen in der produzierenden Industrie eine immer bedeutendere Rolle. Besonders in der Grundstoffindustrie ist die Forderung nach Flexibilität durch die abnehmende topographische Erreichbarkeit der Rohstoffe und deren Preisvolatilität gegeben. Eine weitere große Herausforderung für diesen Industriezweig ist die zunehmende Energie- und Umweltproblematik, da die Grundstoffindustrie vorwiegend auf fossile Energiequellen angewiesen ist [1]. Daneben führt auch bei höherer Fertigungstiefe die zunehmende Variantenvielfalt absatzseitig zu erhöhtem Anpassungsbedarf.

Die Eigenschaft einer Produktion sich anzupassen wird auch als wandlungsfähig bezeichnet, wobei hierfür verschiedene Definitionen existieren. Ausgehend von der Betrachtung der Produktion als System, beschreibt Nyhuis den Begriff der Wandlungsfähigkeit folgendermaßen: „Wandlungsfähigkeit als Systemeigenschaft beschreibt das Potenzial, im Bedarfsfall organisatorische, technische

und logistische Veränderungen außerhalb vorgehaltener Flexibilitätskorridore eines Produktionssystems in kurzer Zeit, mit geringen Investitionen und unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen der Systemelemente durchführen zu können. Ein wandlungsfähiges Produktionssystem kann in den verschiedenen Dimensionen des Wandels wie Stückzahl-, Technologie-, Qualitäts-, Zeit-, Produkt- und Kostenstrukturveränderungen angepasst werden.“ [2]

Diese Veränderungen werden durch interne und externe Auslöser angestoßen, wobei man hierbei von Wandlungstreibern spricht. Die externen Wandlungstreiber sind vor allem Veränderungen des Beschaffungs- bzw. Absatzmarkts der Umwelt oder der Technologie [3].

Ein wandlungsfähiges System hat die Fähigkeit, seine Elemente und Relationen wie auch deren Funktionen zu verändern. Dieser Transformationsprozess liefert ein vollkommen neues System [4]. In der Grundstoffindustrie ist dieser Prozess nicht möglich, da die hohe Anlagenintensität mit deren Ortsgebundtheit einen vollständigen Wandlungsprozess aus wirtschaftlichen Gründen verhindert. Deshalb ist in dieser Branche das Hauptaugenmerk auf die Flexibilität der Produktion zu legen. Die Flexibilität eines Produktionssystems bezieht sich vor allem auf kurz- bis mittelfristige Anpassungen seiner Relationen wie auch seiner Input- und Outputfaktoren. Hierbei ist unter quantitativer (Erweiterungs-, Kompensations- und Speichereigenschaft bezogen auf die produzierte Menge), qualitativer (Vielseitigkeit bzw. Umrüsfähigkeit, Fertigungsredundanz, Umbaufähigkeit) und zeitlicher (Durch-

Kontakt

Montanuniversität Leoben
Lehrstuhl Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
Peter-Tunner-Straße 25/III
A-8700 Leoben
Tel.: + 43 3842 / 402-6000
E-Mail: wbw@unileoben.ac.at
URL: <http://wbw.unileoben.ac.at>

lauffreizügigkeit, Umstellungsprozesse) Flexibilität zu unterscheiden [5].

Die Anpassungen der Produktion auf die einwirkenden Wandlungstreiber sind nur in den genannten Flexibilitätsdimensionen möglich, wodurch die einzelnen Elemente und deren Relationen innerhalb des Systems möglichst effizient gestaltet werden müssen. Diese Effizienz zeigt sich vor allem durch Reduktion der Durchlaufzeit sowie der sich im wirtschaftlichen Rahmen befindenden kapazitiven bzw. intensitätsmäßiger Anpassung der einzelnen Anlagen.

Produktionssysteme in der Grundstoffindustrie

Die Produktion wird aus Sicht der Systemtheorie als ein Subsystem des übergeordneten Unternehmenssystems gesehen. Ein solches Produktionssystem besteht aus einer inneren Struktur, in der die Wertschöpfung stattfindet, wie auch aus Verbindungen zu seinem Umsystem. Die Produktion lässt sich wiederum in verschiedene Subsysteme unterteilen, die je nach ihrer Art direkt bzw. indirekt zur Wertschöpfung beitragen. Einen direkten Beitrag zur Wertschöpfung liefern die das Produktionssystem konstituierenden Anlagen. Diese können je nach ihrer Größe und Komplexität als ein eigenständiges System angesehen werden. Die Verknüpfung dieser einzelnen Anlagensysteme, die sich innerhalb des Produktionssystems befinden, erfolgt durch

ein übergeordnetes Materialfluss- und Informationssystem, die jedoch nicht direkt dem Wertschöpfungsprozess zuzuordnen sind. Ein Produktionssystem ist kein alleinstehendes, autarkes Konstrukt, sondern interagiert mit seinem Umsystem. Diese Wechselwirkungen erfolgen auf technische, politische, ökonomische, sozio-kulturelle sowie ökologische Art und Weise [6].

Die allgemeine Definition eines Produktionssystems gibt jedoch nur wenig Aufschluss über die wahren Gegebenheiten und den Aufbau innerhalb einer Produktion und die Art und Stärke der Wechselwirkungen. Im Bild 1 ist ein Produktionssystem der Grundstoffindustrie dargestellt, wobei der Wertschöpfungsprozess der Stahlerzeugung als Beispiel dient [7- 8].

Die Wechselwirkungen, die man als Wandlungstreiber in der Grundstoffindustrie ansehen kann, haben vorwiegend restriktive Auswirkungen auf die Produktion. Neben dem zunehmenden Kapitalbedarf ist die Emissionsbeschränkung ein Hauptfaktor für die geringe Expansions- bzw. Wandlungsfähigkeit, wobei zusätzlich der effiziente Energieeinsatz eine immer wichtigere Rolle spielt. Weiters führen die steigenden Rohstoffpreise dazu, dass der Wertschöpfungsprozess möglichst verlustfrei gestaltet werden muss. Um nun den zunehmenden Ansprüchen der Kunden gerecht zu werden und die daraus abgeleiteten Ziele der Produktion (Wirtschaftlichkeit, Qualität,

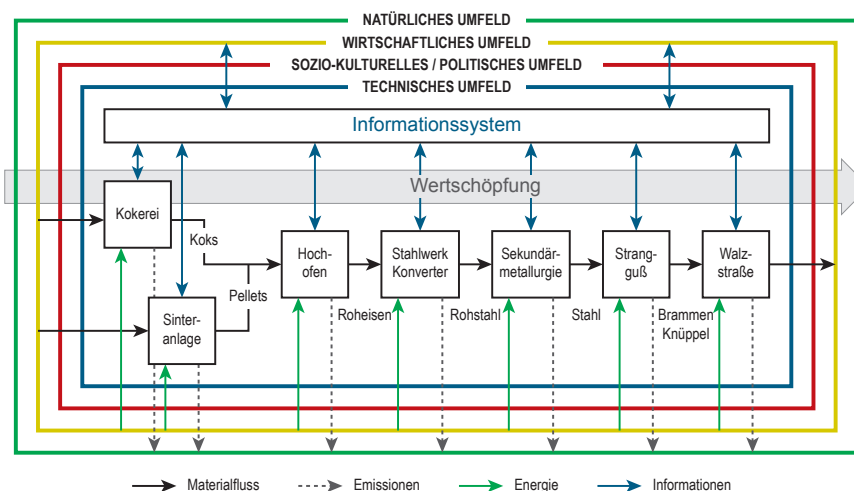
Geschwindigkeit) erfüllen zu können, muss das Hauptaugenmerk auf der Neugestaltung bzw. Verbesserung der einzelnen Wertschöpfungsprozesse sowie des Materialflusses gelegt werden. In den meisten Fällen sind jedoch durch das historische Wachstum der Produktionsstätten und der Ortsgebundenheit der Anlagen der Materialflussoptimierung Grenzen gesetzt. Da eine materialflussgerechte, flexible, layoutbezogene Anlagensituierung auf den Werksanlagen nicht sinnvoll sowie durch räumliche Restriktionen nicht möglich ist, muss das verbleibende Optimierungspotenzial genauer betrachtet werden.

Die Wertschöpfung erfolgt in der Grundstoffindustrie vorwiegend durch hochautomatisierte Anlagen, deren Komplexität mit der technischen Entwicklung in den letzten Jahrzehnten enorm zugenommen hat. Die damit gestiegene Anlagenintensität erfordert, in Verbindung mit der Notwendigkeit Flexibilitätspotenziale identifizieren zu können, ein Produktionscontrolling, welches sich adäquater Kennzahlen bedient.

Kennzahlen zur Bestimmung der Anlageneffizienz

Die Ausbildung von Kennzahlensystemen ist in den meisten Betrieben nach dem jeweiligen Controllingbedarf erfolgt. Aus diesem Grund sind die verwendeten Kennzahlen je nach Branche recht unterschiedlich. Trotz dieser Varietät der verwendeten Kennzahlensysteme ist ihr Hauptzweck in jedem produzierenden Unternehmen die Bestimmung der Anlagenverfügbarkeit. Diese ist nach DIN 13306:2001 die Fähigkeit, einer Einheit zu gegebenem Zeitpunkt oder während eines gegebenen Zeitintervalls in einem Zustand zu sein, dass sie eine geforderte Funktion unter gegebenen Bedingungen unter der Annahme erfüllen kann, dass die erforderlichen äußeren Hilfsmittel bereitgestellt sind [9]. Die Erfassung der Anlagenverfügbarkeit, die diese äußeren Hilfsmittel nicht berücksichtigt, ist jedoch zur Bestimmung der Effizienz der Anlage nicht ausreichend.

Bild 1: Produktionssystem in der Grundstoffindustrie.



Eine Kennzahl zur Messung der Anlageneffizienz hat sich im Rahmen des Lean Managements mit Einführung der ganzheitlichen Instandhaltungsphilosophie Total Productive Maintenance (TPM) in der Industrie etabliert. Die Overall Equipment Effectiveness OEE wird aus den drei Faktoren Verfügbarkeit, Leistungsgrad und Qualitätsrate gebildet. Diese werden aus den im TPM definierten sechs großen Verlustquellen der Anlage ermittelt [10].

Der OEE Wert wird jeweils für eine Anlage im Materialfluss berechnet, wodurch sich keine Aussage über die Gesamteffizienz einer Anlagenverkettung bzw. einer gesamten Produktion treffen lässt. Um auch eine Aussage über diesen Sachverhalt treffen zu können, wurde die OEE weiterentwickelt, wobei die Kopplung der einzelnen Aggregate in die Berechnung die Kennzahlen einfließt.

TEEP Total Effective Equipment Productivity [11]

Die Total Effective Equipment Productivity beinhaltet die Verluste des OEE, wobei diese durch die geplanten Stillstände erweitert werden. Dieser Wert wird durch Gegenüberstellung der Nettoproduktivzeit und Kalenderzeit gebildet und ist das Maß für die verlustfreie Produktion bezogen auf die Kalenderzeit.

OFE Overall Factory Effectiveness [12]

Der OFE Wert ist in der Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI) Standard E124 definiert. Die Halbleiterindustrie ist von jeher schnellen Produktwechseln durch neue technologische Entwicklungen und einem hohen Preisdruck unterworfen. Um die notwendig hohe Ausbringung in immer kürzeren Abständen zu erreichen, wurde der OFE als Kennzahl entwickelt. Diese ist eine Weiterentwicklung des Betriebszeitengerüsts der OEE. Diese Erweiterung beinhaltet Zeitelemente wie z.B. Taktzeitabweichungen der Linie, Anlauf und Auslaufverluste der Produkte, Nacharbeit sowie Aus-

Tabelle 1: Kennzahlen für die Effizienzbewertung von Produktionssystemen.

	Verlustquellen										Flexibilitätsindikatoren			
	1. Anlagenausfall durch Störung	2. Rüsten und Einrichten	3. Leerlauf und Kurzstillstände	4. verringerte Geschwindigkeit	5. Qualitätsverluste	6. Anlaufverluste	geplante Stillstände	Änderungen des Produktionsprogramms	Linienverluste	Verkettung	Leistungsfähigkeit	quantitativ	qualitativ	zeitlich
TEE Total Effective Equipment Productivity						X					X	X		
OEE Overall Equipment Effectiveness	X	X	X	X	X	X								X
OFE Overall Factory Effectiveness	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
OTE Overall Throughput Effectiveness	X	X	X	X	X	X				X	X	X		X
OLE Overall Line Effectiveness	X	X	X	X	X	X				X		X		X
OEEML Overall Equipment Effectiveness of a Manufacturing line	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X		X

bringungsabweichungen. Dieser Kennwert ist sehr branchenspezifisch, wobei die Erweiterung der Verluste auch in anderen Branchen Gültigkeit hat.

OTE Overall Throughput Effectiveness [13]

Diese Kennzahl basiert auf dem gleichen Betriebsmittelzeitengerüst wie der OEE. Die Grundidee der OTE ist die Gegenüberstellung des tatsächlichen zu dem theoretischen Durchsatzes einer Produktion, wobei diese Gegenüberstellung bereits auf Betriebsmittelebene durch die Kalkulation der Throughput Equipment Effectiveness (TEE) geschieht. Die Berechnung des OTE erfolgt mithilfe der einzelnen Komponenten der TEE sowie durch Berücksichtigung der unterschiedlichen Anordnungen der Anlagen (Serie, Parallel,...). Dieser Ansatz einer ganzheitlichen Effizienzzahl hat eher einen theoretischen Charakter und kann nicht in jeder Branche angewendet werden.

OLE Overall Line Effectiveness [14]

Um die Effizienz einer Produktionslinie als ganzheitliche Kennzahl auszudrücken, werden für jeden Prozess in der Linie die Faktoren Verfügbarkeit, Leistungsgrad und Qualitätsrate des OEE berechnet und anschließend der Mittelwert über die gesamte Linie gebildet. Die Multiplikation dieser drei Gesamtlinienfaktoren ergibt die OLE. Die Berechnung erfolgt verein-

facht durch die Multiplikation der Linienanlagenverfügbarkeit mit dem Linienleistungs- und Qualitätswert. Hierbei werden Einflüsse durch Ausschuss, Taktzeit der Engpassprozesse sowie die Auslastung der einzelnen Prozesse berücksichtigt. Diese Kennzahl ist für die Anwendung als Benchmark für annähernd gleiche Produktionslinien sowie zur Messung der Effizienzsteigerung gedacht.

OEEML Overall Equipment Effectiveness of a Manufacturing line [15]

Für die Berechnung der OEEML wird eine neue Struktur der Verluste definiert. Die Verluste unterteilen sich in anlagenabhängige (Defekte, verringerter Leistung) und unabhängige (kein Material vorhanden) Verluste, wobei die anlagenunabhängigen Verluste in upstream und downstream ausgehend von der Engpassanlage unterteilt werden. Die Berechnungsmethode ist an einer automatisierten Produktionslinie angewendet worden, wobei Puffer zwischen den Maschinen berücksichtigt werden.

Die in Tabelle 1 dargestellte Auflistung der Kennzahlen zeigt, welche Verlustquellen sie beinhalten und welche Flexibilitätsdimension eines Produktionssystems sie berücksichtigen.

Die Weiterentwicklungen der OEE sind durch zwei Faktoren geprägt. Einerseits ist die Erweiterung der Verlustarten bei steigender Anlagenkomplexität und Kapitalintensität unumgänglich um die

Gesamtanlageneffizienz möglichst differenziert beurteilen zu können. Andererseits ist die übergreifende Betrachtung von Anlagen, die die gegenseitige Beeinflussung bzw. Abhängigkeit in Bezug auf den Materialfluss und damit auf das Ausfall- bzw. Leerkostenpotenzial zeigt, notwendig. Die angeführten Kennzahlen wurden vorwiegend für Branchen entwickelt, die sich von Seiten des Absatzmarkts in einem turbulenten Umfeld befinden.

Ausprägungen der Anlageneffizienz innerhalb der Wertschöpfungskette

Die richtige Wahl der Indikatoren und Kennzahlen zur Messung der Anlageneffizienz ist vor allem von der Art der Wertschöpfungskette abhängig. Die oben genannten Kennzahlen sind vorwiegend für Branchen entwickelt worden, deren Wertschöpfungskette getaktete Montageprozesse beinhaltet.

Da jedoch in der Grundstoffindustrie durch die eingesetzten verfahrenstechnischen Prozesse sowie die nachgeschalteten formgebenden Prozesse eine Taktung der Fertigungslinie wie z.B. in der Automobilindustrie nur schwer möglich ist, sind die Kennzahlen und Indikatoren nach anderen Gesichtspunkten zu wählen, wobei die externen Wandlungstreiber eine wesentliche Rolle spielen.

Bild 2: Einsetzbare Kennzahlen und Indikatoren der Anlageneffizienz entlang der Wertschöpfungskette.

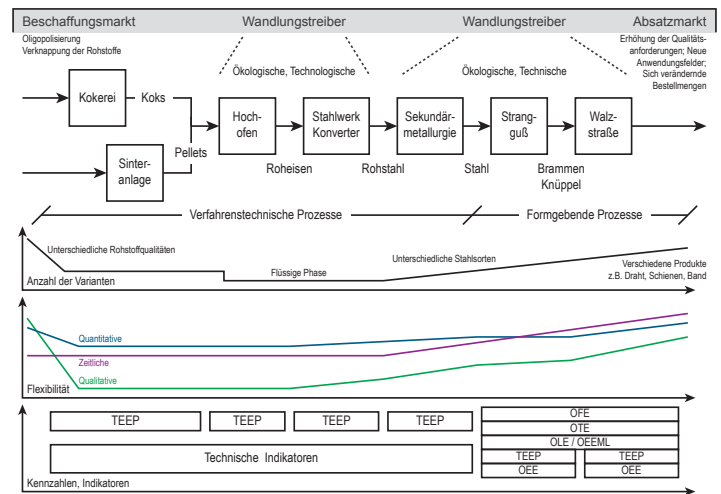


Bild 2 zeigt den Zusammenhang zwischen der bewerteten Anlageneffizienz und den drei Dimensionen der Flexibilität am Beispiel des Produktionssystems, das in Bild 1 bereits dargestellt wurde.

Der verfahrenstechnische Teil der Wertschöpfungskette, der vor allem durch den turbulenten Beschaffungsmarkt wie auch durch die einwirkenden ökologischen und technologischen Restriktionen beeinflusst wird, ist bis zum Prozess der Sekundärmetallurgie durch eine geringe Variantenanzahl geprägt. Durch diesen Umstand besitzt das Produktionssystem in diesem Abschnitt nur eine begrenzte qualitative Flexibilität. Technische Indikatoren werden eingesetzt, um die Anlagen am optimalen Betriebspunkt zu betrei-

ben, bei dem ein effizienter Material- und Energieeinsatz möglich ist. Kapazitive Anpassungen sind vorwiegend durch eine, bis zu einem bestimmten Grad mögliche Verringerung der Anlagenleistung und durch den Einsatz redundanter Anlagensysteme realisierbar. Neben diesen quantitativen Faktoren der Flexibilität ist auch eine begrenzte Speicherung des Halbfertigprodukts zwischen den Prozessen erforderlich.

Durch die steigenden Energie- und Rohstoffpreise, die zur Erhöhung der Kapitalbindung maßgeblich beitragen, ist die Forderung nach zeitlicher Flexibilität in Form von Durchlaufzeitminimierung in der gesamten Wertschöpfungskette vorhanden.



Innovationen...

... findet man nicht so leicht!

Aber Sie verstehen sich als Innovator, Erfinder oder Entrepreneur. Sie entwickeln innovative Hardware und Software oder Anwendungen und Plattformen und haben damit vielleicht schon ersten wirtschaftlichen Erfolg. Dann bewerben Sie sich **bis zum 31.07.2011** um den Innovations- und Entrepreneurpreis der GI. Mehr Informationen dazu auf www.innovationspreis.gi.de.

WWW.GI.DE
GS@GI.DE

GI – GESELLSCHAFT
FÜR INFORMATIK



Die Messung der Anlageneffizienz legt im verfahrenstechnischen Teil der Wertschöpfungskette den Fokus auf den effizienten Einsatz von Material und Energie, wie auch auf der Vollaussnutzung der bereitgestellten Anlagenkapazitäten. Diese Faktoren werden in den bereits vorgestellten Kennzahlen nur bedingt bis gar nicht abgebildet. Der von Biedermann [16] vorgeschlagene Ansatz zur Erweiterung der Verlustquellen beinhaltet diese Aspekte.

Der formgebende Teil ist jedoch anderen Einflüssen ausgesetzt, wobei der turbulente Absatzmarkt der Haupttreiber für Veränderungen ist. Diese sind vor allem durch eine breitere und sich ändernde Produktpalette sowie durch die erhöhte Anforderung nach Liefertreue und -flexibilität gekennzeichnet. Die Haupttreiber fordern von dem Produktionssystem und dessen Elementen eine möglichst hohe qualitative, quantitative und zeitliche Flexibilität. Die Anlagen müssen dementsprechend vielseitig bzw. umrüstbar für Variantenprodukte, umbaufähig und modular aufgebaut für Produktionsprogrammwechsel als auch für unterschiedliche Losgrößen kompensationsfähig wie auch erweiterungsfähig sein. Für den Betrieb der Betriebsmittel sind automatische Umstellungs- und Einstellungsprozesse sowie bei Verkettung eine Verminderung der Materialdurchlaufzeit unabdingbar.

Abhängig davon in welchem Abschnitt des Produktionssystems die Anlageneffizienz bewertet wird, sind in Abhängigkeit der Wandlungstreiber unterschiedliche Kennzahlen und Indikatoren zu wählen. Die vorgestellten holistischen Kennzahlen sollten im vorgestellten Beispiel nur im formgebenden Teil der Wertschöpfungskette angewendet werden, wobei die Wahl und Quantifizierung der Verlustquellen für die Bewertung der Anlagen eine wesentliche Rolle spielt.

Fazit

Die einwirkenden Wandlungstreiber in der Grundstoffindustrie stellen besondere Ansprüche an die Flexibilität und Effizienz des Produktionssystems. Die unterschiedlichen Herstellungsprozesse, die entlang der Wertschöpfungskette

stattfinden, ermöglichen einen holistischen Bewertungsansatz nur bedingt. Es ist notwendig bei der Bewertung der Anlagen deren Flexibilitätpotenziale zu unterscheiden und in diesem speziellen Fall beide Teile, verfahrenstechnischer und formgebender Teil, getrennt zu bewerten. Dies erfolgt durch die unterschiedliche Erhebung und Definition der Kennzahlen und Indikatoren, wobei diese durch die Art der Wandlungstreiber bedingt sind. Der zukünftige Focus der Kennzahlenentwicklung ist, die vorgestellten Kennzahlen um die Aspekte eines effizienten Material und Energieeinsatz zu erweitern und die gesamte Wertschöpfungskette zu erfassen. So wird es möglich, die systemische Wandlungsfähigkeit durch ein ganzheitliches Kennzahlensystem zumindest hinsichtlich der technischen und logistischen Veränderbarkeit zu beurteilen.

Literatur

- [1] Eder, W.: Chancen und Herausforderungen für eine zukunftsfähige Stahlindustrie. In: BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 155 (2010) 7, S. 305-306.
- [2] Nyhuis, P.; Klemke, T.; Wagner, C.: Wandlungsfähigkeit - ein systemischer Ansatz. In: Nyhuis, P. (Hrsg.): Schriftenreihe der Hochschulgruppe für Arbeits- und Betriebsorganisation e.V. (HAB). Berlin 2010, S. 8
- [3] Wiendahl, H.-P.: Planung modularer Fabriken: Vorgehen und Beispiele aus der Praxis, 1. Auflage. München Wien 2005.
- [4] Hernandez, R.; Wiendahl, H. P.: Die wandlungsfähige Fabrik - Grundlagen und Planungsansätze. In: Blecker T., Kaluza B. (Hrsg.): Erfolgsfaktor Flexibilität. Berlin 2005.
- [5] Wildemann, H.: Investitionsplanung und Wirtschaftlichkeitsrechnung für flexible Fertigungssysteme, 1. Auflage. Stuttgart 1987.
- [6] Dyckhoff, H.: Produktionstheorie, 5. Auflage. Berlin Heidelberg 2006.
- [7] Günther, H. O.; Tempelmaier, H.: Produktion und Logistik, 6. Auflage. Berlin Heidelberg 2005.
- [8] Degner, M.: Stahlbibel. Düsseldorf 2007.
- [9] DIN 13306 (2001): Norm DIN EN 13306:2001: Begriffe der Instandhaltung.
- [10] Nakajima, S.: Management der Produktionseinrichtungen (Total Productive Maintenance). Frankfurt New York 1995.
- [11] Hartmann, E. H.: Erfolgreiche Einführung von TPM in nichtjapanischen Unternehmen. Landsberg 1992.
- [12] Scott, D.; Pisa, R.: Can overall factory effectiveness prolong Moore's law?. URL: <http://www.electroiq.com/index/display/semiconductors-article-display/4158/articles/solid-state-technology/volume-41/issue-3/features/productivity/can-overall-factory-effectiveness-prolong-moores-law.html>, Abrufdatum 13.01.2011.
- [13] Huang, S. H.; Muthiah, K. M. N.: Overall throughput effectiveness (OTE) metric for factory-level performance monitoring and bottleneck detection. In: International Journal of Production Research 45 (2007) 20, S. 4753-4769.
- [14] Nachiappan, R. M.; Anantharaman, N.: Evaluation of overall line effectiveness (OLE) in a continuous product line manufacturing system. In: Journal of Manufacturing Technology Management 17 (2006) 7, S. 987-1008.
- [15] Braglia, M.; Frosolini, M.; Zammori, F.: Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML). In: Journal of Manufacturing Technology Management 20 (2009) 1, S.8-29.
- [16] Biedermann, H.: Knowledge Based Maintenance, Berlin-Brandenburg, Köln, 2001, S. 11.

Schlüsselwörter:

Wandlungsfähigkeit, Flexibilität, Produktionssystem, Grundstoffindustrie, Kennzahlen, Anlagen

Plant Efficiency as an Essential Component of Agile Production Systems

For the design of an agile production system in addition to the holistic view of production and its internal and external links, a detailed analysis of individual components is necessary. These elements are general manufacturing equipment in various types of expression. To investigate and evaluate the properties of these components primarily key figures and indicators are used. In the field of facility and maintenance management the Overall Equipment Effectiveness (OEE) parameter is widely used to determine the equipment efficiency. This indicator is an integral part of a holistic maintenance management. Recent developments use the OEE value as a basis to evaluate the whole value chain to get a holistic view of the included equipment. This integrated approach is an essential component for assessing the flexibility of production systems, which presents itself in three different dimensions.

Keywords:

agility, flexibility, production system, primary industry, operating figure, equipment