

Factory Efficiency

Der Weg zum erfolgsorientierten Produktions-Controlling
Prof. Dr. Karlheinz Haberlandt

1. Wertschöpfung als Grundlage des FE-Kennzahlensystems

„Werte schaffen“, also Wertschöpfung, ist die eigentliche Aufgabe, das letzte Ziel und damit entscheidender Maßstab der Produktion im Rahmen des betrieblichen Leistungsprozesses der Unternehmung. PRO-eM - Factory Efficiency als Methode und Kennzahlensystem liefert in Verbindung mit der heutigen Informationstechnologie auf der Basis von Datawarehousing, OLAP, MDE und BDE den Business Content und die Voraussetzung für ein erfolgsorientiertes Produktions-Controlling.

Produktions-Controlling stellt als Business Content den technisch-ökonomischen Aspekt des Manufacturing Execution Systems (MES) dar. Dabei werden heute mit OEE und seinen Komponenten vorwiegend technisch orientierte Kennziffern als Steuerungsgrößen diskutiert. Overall Equipment Effectiveness (OEE) ist eine Kombination aus Nutzungsgrad, Leistungsgrad sowie Qualitätsrate und stellt damit auf eine einzelne Maschine bezogen, zwar eine äußerst komplexe aber durchaus eine aussagekräftige Kennziffer dar. Die Auslastung der einzelnen Maschine, die Intensität, mit welcher sie eingesetzt wird und die mit ihr einwandfrei hergestellten Produkte beziehungsweise Produktkomponenten werden periodenbezogen in einer Prozentzahl ausgedrückt; - ein für jeden Techniker verführerisches Ergebnis. Sobald aber diese Kennziffer nicht nur auf einzelne Maschinen, sondern auf eine Mehrzahl von Maschinen, auf eine Kostenstelle auf eine ganze Fabrik additiv oder multiplikativ angewendet wird, versagt sie unweigerlich und kann zu schwerwiegenden Fehlinterpretationen führen.

Die einzelnen Maschinen in einer Fabrik haben im Allgemeinen völlig unterschiedliche Anschaffungskosten und verursachen damit völlig unterschiedliche Abschreibungen und Zinsen, mit unterschiedlicher Restnutzungszeit und technischem Stand. Sie haben unterschiedlichen Platz-, Energie-, menschlichen Bedienungsbedarf, unterschiedlichen Werkzeugs- und Wartungsbedarf, unterschiedliche Produktionsbreite und -tiefe. Aus diesen Gründen lassen sich die technischen Kennziffern verschiedener Maschinen zwar rechnerisch, nicht aber logisch, geschweige denn ökonomisch vertretbar summieren oder irgendwie aggregieren.

Bei der OEE-Kennziffer ist ferner zumindest störend, wenn nicht sogar irreführend, dass sie das Produkt aus drei verschiedenen Kennzahlen ist, die aus Brüchen mit unterschiedlichen Nennern (Zeit, Geschwindigkeit, Menge) gebildet wurde. Drei verschiedene Produktivitätskennziffern werden zu einer Kennziffer zusammengefasst. Wer ist hier noch in der Lage, die Ergebnisse zu durchschauen und vernünftig zu interpretieren.

Generell wird die Produktion als Einsatz von Ressourcen (Kapital, Material, Maschinen, Personal, Know How) zur Herstellung von Produkten und zur Durchführung von Leistungen definiert. Zur Beurteilung und Messung des Produktionssystems und seiner Leistungen, orientiert am Durchsatz, der Maschinennutzung der Qualität, werden im Rahmen von MES die bekannten technischen Produktivitätskennziffern als Ausdruck einer Wertschöpfung herangezogen. Weder für den Controller, noch für leitende und ausführende Mitarbeiter in der Produktion können diese Kennziffern optimal die notwendigen Informationen für eine erfolgsorientierte Steuerung der Produktion liefern. Erst durch die Bewertung der Produktionsfaktoren und deren Ergebnisse mit Geldeinheiten wird für alle relevanten Elemente ein gemeinsamer Nenner und damit Vergleichs- und Aggregationsmöglichkeiten geschaffen. Die Wertschöpfung in der Produktion ist ein ökonomischer Begriff und muss daher auch in ökonomischen Kategorien ausgedrückt werden.

Bei PRO-eM Factory Efficiency wird davon ausgegangen, dass das in der Produktion investierte Kapital zusammen mit den anderen für die Produktion relevanten Ressourcen (Personal, Material, Know How) in die Produkte transferiert wird. (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1

Factory Efficiency (FE) ist zunächst eine Wirtschaftlichkeits-Kennziffer, die auf der Ermittlung von Wertschöpfungsgrößen basiert. Der englische Begriff „Efficiency“ wurde bewusst gewählt, da er weitreichender ist als der Begriff Wirtschaftlichkeit. Er ist ein Synonym für Leistungsfähigkeit, Effizienz, Wirkungsgrad, Produktivität ja auch für Rentabilität; bezogen auf Menschen umfasst er auch die Begriffe Tüchtigkeit und Fähigkeit.

Der in Geldeinheiten bewertete Produktionsinput einer Maschine wird im Maschinenstundensatz (MSS) ausgedrückt. Der MSS enthält grundsätzlich alle Kosten, die für eine Maschine beziehungsweise für einen Arbeitsplatz je Fertigungsstunde anfallen. Diese Kosten werden in der traditionellen Zuschlagskal-

kulation als Fertigungskosten (= Fertigungseinzelkosten plus Fertigungsgemeinkosten) bezeichnet. Diese Kosten der Bearbeitung können gleichzeitig als der dem gefertigten Produkt hinzugefügte Wertbeitrag angesehen werden. Sie sind damit ein wichtiger Bestandteil der industriellen Wertschöpfung. Genau betrachtet sind diese Fertigungskosten aber nur ein Bestandteil der Wertschöpfung, wenn meistens auch der wichtigste. Welchen Wertzuwachs ein Produkt durch die Bearbeitung an einem Arbeitsplatz auf Grund des Kombinationsprozesses der Produktionsfaktoren tatsächlich erhält, und wie weit er von den im MSS repräsentierten Kosten abweicht, hängt in erster Linie von marktlichen Faktoren ab, die von der Produktion nicht direkt beeinflussbar sind. Geht man jedoch davon aus, dass in der Produktion zumindest kostendeckend gearbeitet werden soll, dann bilden die MSS die Untergrenze der Wertschöpfung, die in der Produktion erzielt werden soll. Hieraus lassen sich Nenner und Zähler der Factory Efficiency als einer Wirtschaftlichkeits-Kennziffer ableiten. Die Gesamtkosten der Produktion, die periodenbezogen in der Gesamtheit der Maschinen-Stunden-Sätze repräsentiert werden, stellen die Sollgröße der zu realisierenden Wertschöpfung dar. Je nach der Höhe der Anschaffungskosten, der aufzuwendenden Raum-, Bedienungs- und Energiekosten sind die MSS für die einzelnen Maschinen bzw. Arbeitsplätze unterschiedlich hoch. Dementsprechend kommt in den unterschiedlich hohen MSS der einzelnen Maschinen und Anlagen eine Gewichtung zu Ausdruck, die dem Beitrag des jeweiligen Arbeitsplatzes (Maschine oder Anlage) bestmöglich entspricht. Dabei ist zu beachten, dass die MSS auf Grund der fixen Kosten (= zeitablaufabhängige Kosten) in der Regel bei unterschiedlicher Planbeschäftigung variieren. Je geringer die monatliche oder wöchentliche reguläre Arbeitszeit einer Fabrik oder einer Abteilung ist, desto kleiner ist der Divisor der gesamten Periodenkosten, desto höher wird der MSS.

Im Gegensatz zur Sollwertschöpfung muss die Ist-Wertschöpfung (= tatsächliche Wertschöpfung) an den tatsächlich produzierten und verwertbaren Produktionsleistungen gemessen werden, die sich aus der „Gutmenge“ je Arbeitsfolge ergibt. Es entsteht dann die Frage, wie die in diesen „Gutmengen“ enthaltene Wertschöpfung zu ermitteln ist. Der hier plausibelste Ansatz sind die für das betreffende Bearbeitungsobjekt an der jeweiligen Bearbeitungseinheit kalkulierten Fertigungskosten. Auch diese Fertigungskosten entsprechen auf Stundenbasis dem jeweiligen MSS. Hier sind drei unterschiedliche Zeiten zu unterscheiden: kalkulierte Zeit, Vorgabezeit und tatsächliche Bearbeitungszeit. Grundsätzlich sollte mit der kalkulierten Zeit gearbeitet werden. Dabei sollten kalkulierte Zeit und Vorgabezeit weitgehend identisch sein. Auf keinen Fall sollte die Ist-Zeiten zugrunde gelegt werden. Diese stellen Mengenkomponten für die Ist-Kosten dar. Zwischen Istkosten und Ist-Wertschöpfung besteht ein grundlegender Unterschied. Als Ist-Wertschöpfung (= Netto-Wertschöpfung ohne Vorleistungen in Form von

Fertigungsmaterial und Vorleistungen) zählen nur die in den verwertbaren Fertigungsprodukten enthaltenen, das heißt kalkulierten Fertigungskosten. Die Fertigungskosten basieren auf den tatsächlichen Fertigungszeiten unter Einschluss von nicht kalkulierten Fehlproduktionen, nicht kalkuliertem Ausschuß und Leerzeiten der Produktionsanlagen. Abbildung 2 vermittelt einen Überblick, wie Factory Efficiency als Kennziffer zu ermitteln ist.



Abbildung 2

Mit steigender Substitution der menschlichen Arbeitsleistung durch Kapital hat auch in der traditionellen Kosten- und Leistungsrechnung die Rechnung mit Maschinenstundensätzen (MSS) die Kalkulation mit Fertigungsgemeinkosten mit der Basis Fertigungslohn ersetzt. Allerdings wird bei der Ermittlung der MSS weder in der Theorie noch in der Praxis nach einheitlichen Regeln vorgegangen, so dass hier im Einzelfalle sehr unterschiedliche Ergebnisse und absolute Beträge vorliegen können. Abbildung 3 vermittelt einen Überblick über die Struktur und die Variabilität der MSS-Ermittlung.

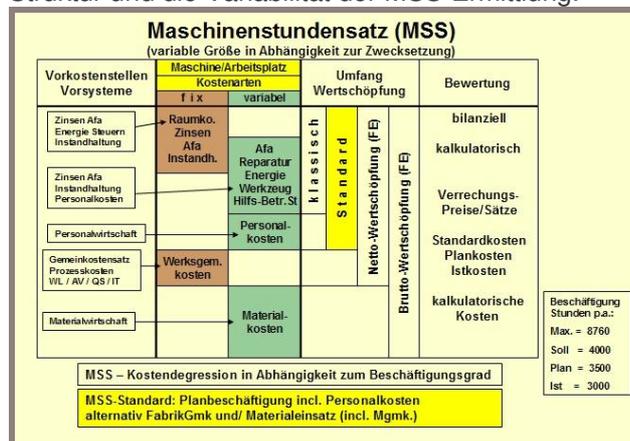


Abbildung 3

Die an den Fertigungskosten orientierte Wertschöpfung stellt im Allgemeinen den Teil der Herstellkosten dar, der seitens der Produktion direkt beeinflusst werden kann. Der wirtschaftliche Umgang mit dem Materialeinsatz kann bei Bedarf mitgesteuert und kontrolliert werden, indem die Materialkosten und die eingesetzten Materialmengen in die Ermittlung der Wertschöpfungsbeträge einbezogen werden. Eine Differenzierung des Maschinenstundensatzes (MSS) nach individuellem Ressourceneinsatz und Kostenarten kann durch den Einsatz der Prozesskostenrechnung erreicht werden.

2. Aussagegehalt der FE-Kategorien und -Dimensionen

Factory Efficiency als Kennziffer stellt mit ihren verschiedenen Kategorien und beliebig vielen Dimensionen ein schlüssiges Kennzahlensystem für das Produktions-Controlling dar. Die Abbildung 4 gibt einen Überblick über die fünf FE-Kategorien, ihren Aussagegehalt und mögliche

Die Soll-Wertschöpfung entspricht den Schichtmodellen der Unternehmung. Ist der Prozentsatz kleiner als 100 kann eine Disharmonie der Teilkapazitäten und/oder fehlende Nachfrage unterstellt werden. Zunächst kann vermutet werden, dass nicht genügend Arbeitskräfte vorhanden

Factory Efficiency Kategorien (Basis Wertschöpfung)				
Kenn-Ziffer	Bezeichnung		KZ<100 mögliche Ursachen	On Line Analytical Processing
<u>Soll</u> Max	strategische Effizienz	sFE	Disharmonie d. Teilkapazitäten fehlende Nachfrage (Überkap.)	Absatzplan/ strat. Engpässe/ Leistungsprogr./Kosten
<u>Plan</u> Soll	operative Effizienz	oFE	fehlende Nachfrage oder Kapazität - Engpässe	Engpass-Analysen/Drill Down Auf Maschinen/Arbeitsplatz
<u>Ist</u> Plan	dispositive Effizienz	dFE	Prozessmängel / Planungs-Mängel / Arbeitsproduktivität	Drill Down DLZ, Arbeitszeiten Qualität/ Störungen
<u>Ist</u> Soll	Nice to have (geplant) Effizienz	sollIFE	Planungsmängel / Prozess-Mängel / Motivationsprobleme	Objekt-Drill-Down bezügl. Abweichungen
<u>Ist</u> Max	Blue Sky(maximal) Effizienz	maxFE	Disharmonie d. Teilkapazitäten Ungenutzte Chancen und Ressourcen	Schichtmodelle / Engpass- Verfolgung / Prod.Plan

Abbildung 4

Analysemaßnahmen. Bereits die absoluten Wertschöpfungsbeträge weisen einen außerordentlichen hohen Informationsgehalt auf, der in der darzulegenden Form bisher in der Praxis nicht verfügbar ist.

Strategische Effizienz (sFE)

Die strategische Effizienz (sFE) ist der Prozentsatz aus Soll-Wertschöpfung zur Maximal-Wertschöpfung. Die maximale Wertschöpfung ist aus einer kontinuierlichen Arbeit rund um die Uhr, also einer Jahresstundenzahl von 8.760 zu ermitteln. Diese Jahresleistung ist in Betrieben mit thermischen Prozessen (Hochöfen, Glasindustrie, Chip-Herstellung) üblich und in Asien nicht so selten. Sie ist auch aus Kostengründen in allen Fällen hoher Kapitalinvestition letztlich geboten. Die fixen Kosten steigen gegenüber einer Maximalbeschäftigung bei dem heute vielfach üblichen Zwei-Schicht-Betrieb bezogen auf die Maschinenstunde auf 219 % bei einem Einschichtbetrieb auf 438 %. Bei einem Investment von € 1 Mio. steigen die Kosten pro Maschinenstunde bei einem Zwei-Schichtbetrieb von € 31,39 auf 68,75 und bei einem Einschichtbetrieb auf € 137,50. Bei einem Investment von € 1 Mrd. ist das der tausendfache Betrag!

sind oder auch nicht gewollt sind, um die Gesamtanlage der Produktion rund um die Uhr auszulasten. Würde jedoch ein Arbeiten rund um die Uhr bei entsprechend geringeren Stückkosten zur nicht absetzbaren Überproduktion führen, fehlt es an Nachfrage. Ursachen können in der Preispolitik oder unzureichendem Leistungsprogramm liegen. Auf jeden Fall liegt ein strategischer Engpass oder eine - bei Überkapazität - falsche Investitionspolitik vor. Eine Unter-Variante der Überkapazität stellt die Disharmonie des Anlagenparks dar. Einzelne Aggregate können nicht voll ausgefahren werden, weil andere bereits bei ihrer Maximalauslastung rund um die Uhr angekommen sind. Es ist vor allem Aufgabe der Unternehmensleitung einen hohen Wert der strategischen Effizienz sicherzustellen. Hier handelt es sich um längerfristige Strukturmassnahmen, also um strategische Aufgaben.

Operative Effizienz (oFE)

Die operativen Effizienz (oFE) ist der Prozentsatz aus Plan-Wertschöpfung zur Soll-Wertschöpfung. Die Plan-Wertschöpfung errechnet sich aus der geplanten Auslastung der verfügbaren Kapazität. Letztere ist aus der Soll-Auslastung entsprechend den gefahrenen Schichtenmodellen zu ermitteln. Der Idealfall ist hier 100 Prozent. Bei Überstunden kann

er auch - zumindest kurzfristig - über 100 Prozent liegen. Liegt der Prozentsatz unter 100 %, liegt wiederum Disharmonie der Teilkapazitäten vor. Einzelne Aggregate werden nicht entsprechend den geplanten Schichten ausgelastet oder können wegen Engpässen an anderen Aggregaten nicht voll ausgefahren werden. Es ist Aufgabe der Produktionsleitung hier möglichst die 100 Prozent-Marke zu erreichen, unter Umständen durch Variation der Soll-Kapazitäten mittels flexibler Arbeitszeiten für die betreffenden Mitarbeiter. Die erforderlichen Maßnahmen sollten im Rahmen der vorhandenen Strukturen zumindest mittelfristig greifen.

Dispositive Effizienz (dFE)

Die dispositive Effizienz (dFE) ist der Prozentsatz aus Ist-Wertschöpfung zur Plan-Wertschöpfung. Werte unter 100 Prozent zeigen Prozessmängel und gegebenenfalls mangelnde Arbeitsproduktivität an. Hier ist kurzfristig und täglich auf der einzelnen Arbeitsplatzebene den Störfaktoren nachzugehen, die vielfältiger Natur sein können. Strukturell können falsche Planwerte vorliegen. In diese Kennziffer gehen vor allem auch Qualitätsmängel ein, die zu Nacharbeiten oder Ausschuss führen. Die Ist-Wertschöpfung als absoluter Betrag ist in ihrer Entwicklung und im Vergleich zur Plan-Wertschöpfung ein wichtiger Leistungsindikator der Produktion auf allen ihren Hierarchie-Ebenen. Täglich müssen Produktionsleitung, Meister und Mitarbeiter als Team eine hundertprozentige Zielerreichung dieser Kennziffer mit allem Nachdruck verfolgen.

Nice-to-have Effizienz (sollFE)

Die Soll-Effizienz (sollFE) ist der Prozentsatz aus Ist-Wertschöpfung zur Soll-Wertschöpfung. Es wäre schön (nice to have) diese Kennziffer auf 100 Prozent zu erreichen und nachhaltig zu halten. Abweichungen nach unten können sehr verschiedene Ursachen haben, wie Planungsmängel, Disharmonien der Kapazitäten, mangelnde Arbeitsproduktivität, Qualitätsmängel. Diese Kennziffer schließt die Störgrößen der dispositiven und operativen Effizienz in einem Wert zusammen. Es sollte das Ziel der Produktionsleitung und des Produktions-Controlling sein, alles daran zu setzen, um hier einen Wert nahe 100 Prozent zu erreichen.

Blue-Sky Effizienz (maxFE)

Die maximale Effizienz (maxFE) ist der Prozentsatz aus Ist-Wertschöpfung zur Maximal-Wertschöpfung. Sie wird in einigen Industrien, die zwangsweise rund um die Uhr arbeiten, annähernd erreicht. Für Werke mit hohem Kapitalinvestment ist sie ein wünschenswertes zumindest strategisches Ziel, also ein Blue Sky. Für die Kostenführerschaft und den Wettbewerb mit Produzenten aus Niedriglohnländern ist die Erreichung dieses Zieles unter Umständen eine Existenzfrage oder aber die große Chance. Wichtig und erfreulich ist es, dass dieses Ziel mit allen Konsequenzen mittels dieser Kennziffer (maxFE) und den absoluten möglichen Wertschöpfungsbeträgen instruktiv aufgezeigt werden kann.

3. Flexible, anwenderfreundliche Berichtserstellung mittels OLAP-Technik

Die Ergebnisse können mittels OLAP-Technik in einfacher und benutzerfreundlicher Form grafisch oder tabellarisch oder in kombinierter Form angezeigt werden. In einfacher Weise können die Aggregationen der definierten Dimensionen aufgerufen werden, zum Beispiel die Daten für einzelnen Tage oder Wochen, für einzelne Maschinen, Maschinengruppen oder Kostenstellen.

Die nebenstehende Abbildung 5 enthält im oberen Teil die absoluten Wertschöpfungsbeträge in € für alle Maschinen der Testfabrik. Diese Wertschöpfungsbeträge erscheinen dabei mitunter instruktiver zu sein als die Prozentwerte. Sie stellen für das Management einer Unternehmung einen plausiblen Maßstab für die Leistungen des Produktionsbereichs und seiner einzelnen Teile dar, wie er mit anderen Kennziffern nicht erbracht werden kann.

Im unteren Teil der Abbildung sind die fünf Factory Efficiency-Kategorien aufgeführt. Diese schichtweise Betrachtung der Effizienz des Produktionsbereichs stellt einen klaren Bezug zu den Zuständigkeiten und der Verantwortung der verschiedenen Führungsebenen dar.

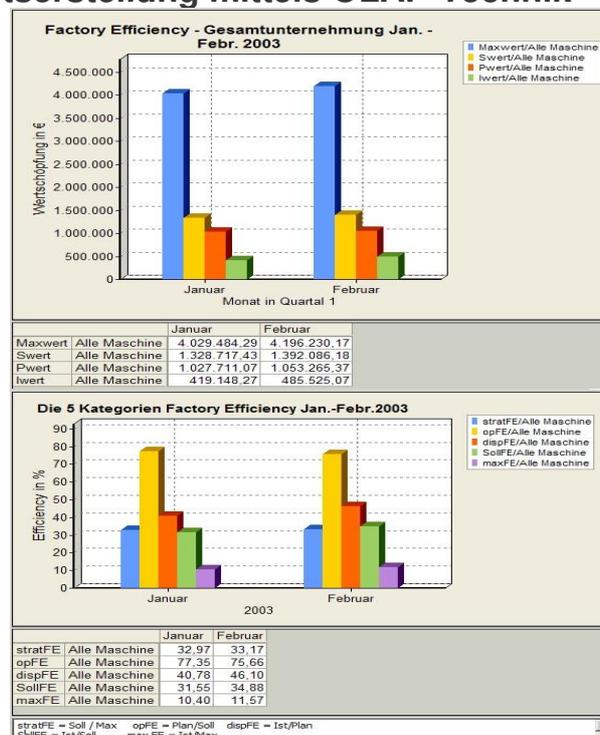


Abbildung 5

Factory Efficiency hat für Betriebe, die ein PPS mit Arbeitsplänen und Vorgabezeiten aufweisen, standardmäßig 25 verschiedene Kennziffern des Produktionsbereichs verfügbar, selbstverständlich auch den Index OEE (Overall Equipment Effectiveness) mit seinen drei Komponenten Availability, Performance und Qualityrate (siehe Abbildung 6). Bezogen auf den Index OEE für Maschinengruppen und weiterführende Aggregationen können sich jedoch erhebliche Unterschiede zu den Wertschöpfungskategorien von Factory Efficiency ergeben.



Abbildung 6

4. Factory Efficiency - Nutzen

Mit Factory Efficiency wird die nur sehr schwer überschaubare Masse der Daten des Manufacturing Execution Systems (PPS-, BDE-, MDE-, Kostenrechnungs-Daten) zu „instruktiven Informationen“ verarbeitet. Informationen sind aus Daten bestehende Nachrichten mit Neuigkeitswert. Dabei wird die Daten-Zuordnung nach den wichtigsten Verantwortungsebenen differenziert: nach der Ebene der Chefs bzw. Betriebsleiter, der Meister und der Werker.

Was sind diese Informationen wert?

Das hängt natürlich davon ab, welche Konsequenzen aus diesen Informationen gezogen und welche Aktivitäten ausgelöst werden.

Die informationstechnische Lösung als OLAP Anwendung ermöglicht es jedem Anwender mit geringem Aufwand zeitnah aktuelle Informationen in grafischer und tabellarischer Form selbst zu erstellen und mittels „drill down“ Engpässe, Ursachen für Abweichungen sowie Schwachstellen zu ermitteln und aufzuzeigen. Das Kennzahlen-System von Factory Efficiency führt zur überzeugenden Differenzierung nach Verantwortungsbereichen. Der Aufwand für die Berichterstellung wird mit dem OLAP-Tool nachweislich um 80 % auf ein Fünftel reduziert.

Wichtiger ist jedoch, welche Konsequenzen aus der verbesserten Informationslage auf den verschiedenen hierarchischen Ebenen der Produktion gezogen werden. Zweifellos führt die zeitnahe instruktive Information zu einer erheblichen Ver-

Entsprechend der jeweiligen Technologie des Produktionsbereichs kann Factory Efficiency um die erforderlichen Kennziffern beliebig und flexibel erweitert werden, zum Beispiel bezüglich Produktionsunterberechnungen und deren Gründe, bezüglich Ausschuss und seinen Arten und Ursachen.

Die Abbildung 7 enthält als Beispiel einen Arbeitsbericht mit Plan- und Istzahlen für eine einzelne Maschine für mehrere Tage.

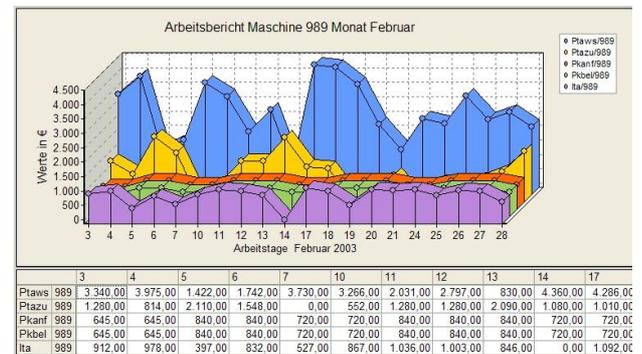


Abbildung 7

besserung der Datenqualität, da Eingabe- und Erfassungsfehler zeitnahe aufgedeckt werden. Wird die Dateneingabe auf Werkerebene mit einem Leistungslohn-System (z.B. mit dem von PRO-eM vertriebenen System Job Efficiency) kombiniert, führt das nicht nur zu einer wesentlichen Verbesserung der Datenqualität, sondern zur Verminderung der unproduktiven Zeiten, zur Kostensenkung und Leistungssteigerung. Disharmonien und Engpässe können zeitnahe, aktuell und - falls nicht beseitigt - nachhaltig aufgezeigt werden. Die verantwortlichen Führungskräfte können die Schwachstellen und Engpässe wesentlich leichter erkennen, mit Grafiken und Daten belegen und für Abhilfe sorgen. Das führt unter anderem auch zur Verkürzung der Durchlaufzeiten und selbstverständlich zu weiteren Senkungen der Produktionskosten sowie zur Leistungssteigerung in der Produktion.

Factory Efficiency ist ein Produkt, das von der PRO-eM Managementberatung und der ADICOM Informatik GmbH als ein Produkt ihrer MES-Software-Suite gemeinsam vertrieben, installiert und geschult wird. Es ist ein Modul des Systems „ProCon“. Als wesentlicher Bestandteil eines IT-basierten Manufacturing Business Content ist ProCon ein grundlegendes Tool für ein erfolgsorientiertes operatives und dispositives Produktions-Controlling. Weitere Module sind Job Efficiency, Cost Efficiency und Cycle Efficiency. Über das umfassende Kennzahlensystem und das Reporting des Produktionsbereichs hinaus umfasst ProCon vor allem auch eine einstufige, constraint based Planung des PPS-Systems sowie eine neuzeitliche Kosten- und Leistungsrechnung mit Prozesskosten.