Bachelor Thesis

Einführung und Anwendung von Maschinen-datenerfassung in der Manufakturfertigung

Vorgelegt am: 03.09.2012

Von: Engelmann, Christian
Dorfstraße 148
08428 Langenbernsdorf

Studiengang: Industrielle Produktion

Studienrichtung: Produktionstechnik

Seminargruppe: PT 09/2

Matrikelnummer: 4090678

Praxispartner: VEM Sachsenwerk GmbH
Pirnaer Landstraße 176
01257 Dresden

Gutachter: Dipl.- Ing. Jens Fischer (VEM Sachsenwerk GmbH)

Prof. Dr. Heiko Enge (Staatliche Studienakademie Glauchau)

BERUFSAKADEMIE SACHSEN
STAATLICHE STUDIENAKADEMIE
GLAUCHAU
UNIVERSITY OF COOPERATIVE EDUCATION

Studiengang Industrielle Produktion

Themenblatt Bachelor-Thesis

Student: Engelmann, Christian **SG: PT09/2** **Matr.-Nr.: 4090678**

Bildungsstätte:	VEM Sachsenwerk GmbH
Anschrift:	Pirnaer Landstraße 176 01257 Dresden
Gutachter/Betreuer:	Herr Dipl.-Ing. Jens Fischer
Gutachter (Studienakademie):	Herr Prof. Dr.-Ing. Heiko Enge

Thema der Bachelor-Thesis

Einführung und Anwendung von Maschinendatenerfassung in der Manufakturfertigung

Bearbeitungsschwerpunkte:

- Eingliederung von Maschinendatenerfassung in unternehmensinterne Abläufe
- Einführung und Auswertung von Maschinendatenerfassung
- Nutzen der Maschinendatenerfassung in der Manufakturfertigung

Ausgabe des Themas:	**21. Mai 2012**
Abgabe der Arbeit an den SG am:	**20. August 2012**

Prof. Dr. Heiko Enge
Leiter des Studienganges
Industrielle Produktion

www.ba-glauchau.de

Berufsakademie Sachsen, Staatliche Studienakademie Glauchau **Dienstsitz** Kopernikusstraße 51, 08371 Glauchau
Telefon +49 (0)3763/173-0, **Telefax** +49 (0)3763/173-180, **URL** www.ba-glauchau.de, **Mail** info@ba-glauchau.de
Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte Dokumente.

Thesen

Termintreue und kurze Durchlaufzeiten versus optimaler Kapazitätsauslastung stellen höchste Ansprüche an die Produktionsplanung, dessen Werkzeug die Maschinendatenerfassung ist

Manuelle Maschinendatenerfassung ist häufig zu kostenintensiv gegenüber automatischer Maschinendatenerfassung

Automatische Maschinendatenerfassung erhöht die Objektivität der Maschinendaten gegenüber manueller Maschinendatenerfassung

Die Einführung von automatischer Maschinendatenerfassung in der Manufakturfertigung, die ständig ändernde Fertigungsbedingungen aufweist, ist denkbar komplex

Allgemeingültige Zeitarten bilden die Grundvoraussetzung für eine einheitliche Maschinendatenerfassung an unterschiedlichsten Maschinentypen

Die „falsche“ Motivation der Mitarbeiter Maschinenstillstände zu quittieren, erscheint in der genaueren Betrachtung zunächst verständlich

Für die sinnvolle Auswertung von Maschinendaten sollte Maschinendatenerfassung auftragsbezogen durchgeführt werden

Vorwort

Die vorliegende Bachelor Thesis wurde im Zeitraum Juni – August 2012 im Rahmen meines BA-Studiums geschrieben. Eingesetzt in der Abteilung Instandhaltung des Elektromaschinenherstellers VEM Sachsenwerk GmbH entstand die Problemstellung des Nachweises der Maschinenverfügbarkeit.

Für die Nachweisführung der Maschinenverfügbarkeit rückte die automatische Maschinendatenerfassung immer mehr in den Fokus. Dazu wurden die Ziele hinsichtlich der Anwendung von Maschinendatenerfassung für die VEM Sachsenwerk GmbH abgesteckt und es entstand die Aufgabenstellung für meine Bachelor Thesis.

Mein Dank gilt den Mitarbeitern der VEM Sachsenwerk GmbH, insbesondere für die Betreuung durch Herrn Jens Fischer und Herrn Christian Fischer. Meinen besonderen Dank möchte ich auch an Herrn Gunnar Bock, von dessen Erfahrungen ich stets profitierte und an Frau Sabine Michel für Ihre Unterstützung bezüglich der Veröffentlichung dieser Arbeit, aussprechen.

Für die wissenschaftliche Betreuung möchte ich Herrn Prof. Heiko Enge seitens der Berufsakademie danken.

Inhaltsverzeichnis

Themenblatt ..... **II**

Thesen ..... **III**

Vorwort ..... **IV**

Inhaltsverzeichnis ..... **V**

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis ..... **VII**

Abkürzungsverzeichnis ..... **VIII**

1 Einleitung **1**

1.1 Motivation 1

1.2 Zielsetzung 2

2 Unternehmensvorstellung **3**

2.1 Eine Manufaktur bewegt die Zeit 3

2.2 Produktsortiment 5

3 Vorbetrachtung bei der Einführung von Maschinendatenerfassung **6**

3.1 Was ist Maschinendatenerfassung 6

3.2 Gründe für die Einführung von Maschinendatenerfassung bei VEM 8

3.2.1 Maschinendatenerfassung zur Planung vorbeugender Instandhaltung 8

3.2.2 Nachweis der Maschinenverfügbarkeit während der Garantiezeit 9

3.2.3 Maschinendatenerfassung zur Grobplanung der Kapazität 11

4 Erster Lösungsansatz **16**

4.1 Beschreibung des Istzustandes 16

4.2 Generelle Ablaufreihenfolge bei der ersten Anwendung 20

4.3 Erster Testlauf 21

4.3.1 Aufgabenstellung für den ersten Testlauf 21

4.3.2 Durchführung des ersten Testlaufs 21

4.3.3 Auswertung des ersten Testlaufs 24

4.3.4 Ergebnisse des ersten Testlaufs 27

4.4 Zweiter Testlauf 28

4.4.1 Präzisierte Aufgabenstellung für den zweiten Testlauf 28

4.4.2 Durchführung des zweiten Testlaufs 29
4.4.2.1 Definieren der Zeitarten für unterschiedliche Maschinentypen 29
4.4.2.2 Konzept für vereinheitlichte Erfassung von Maschinendaten 31
4.4.2.3 Anwendung des Konzepts an verschiedenen Maschinen 33
4.4.3 Auswertung des zweiten Testlaufs 35
4.4.4 Ergebnisse des zweiten Testlaufs 37
4.5 Ergebnis des ersten Lösungsansatzes 38
5 Zweiter Lösungsansatz 39
5.1 Beschreibung des Fortschrittes 39
5.2 Motivation der Mitarbeiter bei Stillstandsbegründungen 40
5.3 Modell für die Maschinendatenerfassung 43
5.4 Manueller Test auftragsbezogene MDE 46
5.5 Ergebnisse des manuellen Testlaufs 50
5.6 Ergebnis des zweiten Lösungsansatzes 51
6 Auswertung 53
6.1 Ergebnisse der Lösungsansätze im Rückblick 53
6.2 Möglichkeiten der Zielumsetzung für die VEM Sachsenwerk GmbH 56
6.3 Gesamtbetrachtung der Auswertungen 59
7 Zusammenfassung 60
7.1 Resümee 60
7.2 Ausblick 61
Literaturverzeichnis 63
Anhangverzeichnis 66
Ehrenwörtliche Erklärung 83

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Luftaufnahme VEM Sachsenwerk GmbH 3
Abbildung 2: Organigramm VEM Holding GmbH..... 4
Abbildung 3: Produktprogramm VEM Sachsenwerk GmbH..... 5
Abbildung 4: Struktur Betriebsdaten 6
Abbildung 5: visuelle Darstellung der Maschinenverfügbarkeit (VDI 3423) 10
Abbildung 6: Umfeld und Schnittstellen von MES – Systemen..... 14
Abbildung 7: MDE Auswertung insgesamt..... 24
Abbildung 8: MDE Auswertung Stillstände 26
Abbildung 9: Definition Maschinenzeitarten (REFA)..... 30
Abbildung 10: Zuordnung der Zeitarten (Refa) am Beispiel der Maschine AC18 32
Abbildung 11: Signalerfassung für die jeweilige Zeitart 34
Abbildung 12: MDE- Auswertung KW09/12 (neues Konzept)..... 36
Abbildung 13: Maslowsche Bedürfnispyramide 41
Abbildung 14: Modell Maschinendatenerfassung 44
Abbildung 15: manuelle auftragsbezogene Maschinendatenerfassung..... 47
Abbildung 16: MDE- Gesamtvergleich der Erfassungsmethoden..... 49
Abbildung 17: Hierarchische geordnete Problem - Lösungstabelle 54

Abkürzungsverzeichnis

BDE	Betriebsdatenerfassung
BV	Betriebsvereinbarung
BVA	Bandverarbeitungsanlage
CNC	Computerized Numerical Control
EDV	elektronische Datenverarbeitung
ERP	Enterprise Resource Planning
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
ggf.	gegebenenfalls
kW	Kilowatt
MA	Mitarbeiter
MDE	Maschinendatenerfassung
MES	Manufacturing Execution System
o.g.	oben genannt
PA	Praxisarbeit
PC	Personal Computer
PSA	persönliche Schutzausrüstung
PPS	Produktionsplanung und –steuerung
PVI	Planmäßig vorbeugende Instandhaltung
SAP	Software Hersteller / Systemhaus
SCM	Supply Chain Management
WI	wiederherstellende Instandhaltung
VDI	Verein deutscher Ingenieure

1 Einleitung

1.1 Motivation

Die fortschreitende Globalisierung lässt den Konkurrenzdruck ansteigen. Viele Produkte können in Nachbarländern günstiger hergestellt werden. Zudem kommen immer kürzer werdende Produktlebenszyklen, die Erfüllung von individuellen Kundenwünschen und ständig kleiner werdende Chargen. Die Ansprüche an Entwicklung, Konstruktion und an termingerechte Produktion, der Industrieunternehmen steigen. Eine stetig zu optimierende Fertigung stellt sich als Grundaufgabe eines jeden Industrieunternehmens. [1]

Um konkurrenzfähig zu bleiben, ist die Termineinhaltung unterschiedlichster Kundenaufträge nahezu existenznotwendig. Die praktische Umsetzung der Termineinhaltung erfolgt u.a. durch flexible Fertigungssysteme und der Verkürzung der Durchlaufzeiten von Produkten. Dabei wird die Lagerhaltung stetig gering gehalten, um Umlaufvermögen und Lagerkosten im Rahmen zu halten, was wiederum höhere Ansprüche an die Terminierung von Rohstoffen zur Folge hat.

Als Hersteller spielt ständig die Wirtschaftlichkeit der Fertigung die wesentliche Rolle. Eine wirtschaftliche Fertigung wird durch optimale Auslastung der Kapazität von Mensch und Maschine erreicht. Wie kann diese optimale Auslastung der Kapazität gemessen oder überprüft werden. In der heutigen Zeit werden Daten über Auslastung von Kapazitäten aus der Produktion durch automatische Betriebsdatenerfassung, denen als wesentlicher Bestandteil die Maschinendatenerfassung zugehört, abgebildet. Die Maschinendatenerfassung ist demnach ein wichtiges Instrument, um aktuelle Produktionsdaten (Kapazitätsdaten) zu erfassen. Diese aktuellen Daten sind Voraussetzung für die optimale Kapazitätsplanung, die wiederum die Wirtschaftlichkeit der Fertigung bedingt.

Die Motivation bezüglich der Anwendung von Maschinendatenerfassung steht durch die o.g. genannten Gründe, die eine schlanke Produktion bedingen, keinesfalls in Frage. Vielmehr scheint der Einsatz von Maschinendatenerfassung, ein Standardwerkzeug eines heutigen Industrieunternehmens zu werden. Mit dessen Einsatz geht ein Unternehmen mit der Zeit und bleibt letztlich durch Kostenersparnis konkurrenzfähig. [2] [3]

---

[1] vgl. Steven, 2007, S. 9f.

[2] vgl. Scheer, 1997, S.91-100

[3] vgl. Kurbel, 2005, S. 11f.

1.2 Zielsetzung

Die Einführung und Anwendung von Maschinendatenerfassung in der Manufakturfertigung ist sehr komplex. In der folgenden Arbeit wird im ersten Lösungsansatz systematisch die praktische Vorgehensweise beschrieben. Es werden dabei die praktischen Erfahrungen bewertet und stets verbessert.

Zunächst wird ein erster Testlauf von automatischer Maschinendatenerfassung an einem Stanzautomat durchgeführt und bewertet. Neben dem Hauptproblem, objektive Maschinendaten zu erfassen, liegt der Fokus ab sofort auf der Erfassung von Produktionszeiten an unterschiedlichsten Maschinentypen. Zur praktischen Umsetzung wird dazu im zweiten Testlauf ein geeignetes Konzept aufgestellt und anschließend getestet. Mit diesem Konzept werden unterschiedlichste Maschinensignale (Maschinendaten), die durch verschiedene Maschinentypen und Bearbeitungsabläufe entstehen, vereinheitlicht, um so eine realistische Auswertung zu ermöglichen.

Anschließend werden die erzielten Ergebnisse an einem vollautomatischen Drehautomat ausgewertet und bewertet. Besonders die Schwachstellen in der Erfassung und Zuordnung von Stillstandsgründen sollen im zweiten Lösungsansatz verbessert werden. Dabei gilt es eine Methodik, welche die Motivation, das Mitwirken der Maschinenbediener bezüglich der Quittierung von Maschinenstillständen anspricht, zu finden. Auch die Problematik der Zuordenbarkeit von Stillständen im Nachhinein, gilt es zu lösen.

Mit einem 2-tägigen manuellen Testlauf von auftragsbezogener Maschinendaten-erfassung soll gezeigt werden, dass die Notwendigkeit der Maschinen-datenerfassung im täglichen Einsatz für die VEM Sachsenwerk GmbH besteht. Die abschließenden Auswertungen spiegeln die gemachten Erfahrungen wieder.

Diese Arbeit setzt den Grundstein für die praktische Einführung und Anwendung von Maschinendatenerfassung in der Manufakturfertigung, mit Auftragsmengen zwischen 1 – 100 Stück. Mit den praxiserprobten Beispielen werden Fehler und Probleme aufgezeigt, die als Wegweiser für Dritte genutzt werden sollten.

2 Unternehmensvorstellung

2.1 Eine Manufaktur bewegt die Zeit

Die Gründung der Firma VEM Sachsenwerk GmbH geht bis in das Jahr 1886 zurück. Oskar Ludwig Kummer erwirbt vor den Toren der Stadt, in Niedersedlitz, eine Baugenehmigung. Im zukünftigen Kummer-Elektrizitätswerk sollen elektrische Maschinen und Geräte hergestellt werden.

Als volkseigener Betrieb der DDR im Jahr 1954, erstreckte sich das Werksgelände über 45ha, das sich, aufgeteilt in vier Sektoren insgesamt zwischen der Pirnaer Landstraße, der Försterlingstraße, der Bahnstrecke Dresden-Bad Schandau und der Stephensonstraße befand. Mit über 5000 Mitarbeitern, einem eigenen Bahnanschluss und einem internationalen Absatzmarkt war der damalige Betrieb für die DDR strategisch wichtig.

Mit dem politischen Umbruch 1989 folgten turbulente Zeiten. Der schlechten Auftragslage, dem Wegbrechen von Märkten begründet, erfolgte bis 1996 ständiger Personalabbau, Kurzarbeit, Struktur-und Managementwechsel. Die Fläche des Betriebsgeländes wird in dieser Zeit von 45ha auf 15ha reduziert. Das derzeitige Betriebsgelände von ca. 15ha ist in der folgenden Abbildung 1 zu sehen.



Abbildung 1: Luftaufnahme VEM Sachsenwerk GmbH
Quelle: Vgl. VEM Sachsenwerk GmbH intern; Stand 07/2012

Ab dem 1. Januar 1997 erfolgte die Privatisierung des Unternehmens durch die Firmengruppe der Blaubeurener Unternehmerfamilie Dr. Adolf Merckle.[4]

Heute, 2012, gehört die Unternehmerfamilie der VEM Holding GmbH an. Wie in Abbildung 2 zu sehen, gehören in Deutschland insgesamt 5 Firmenstandorte der VEM Holding GmbH an.

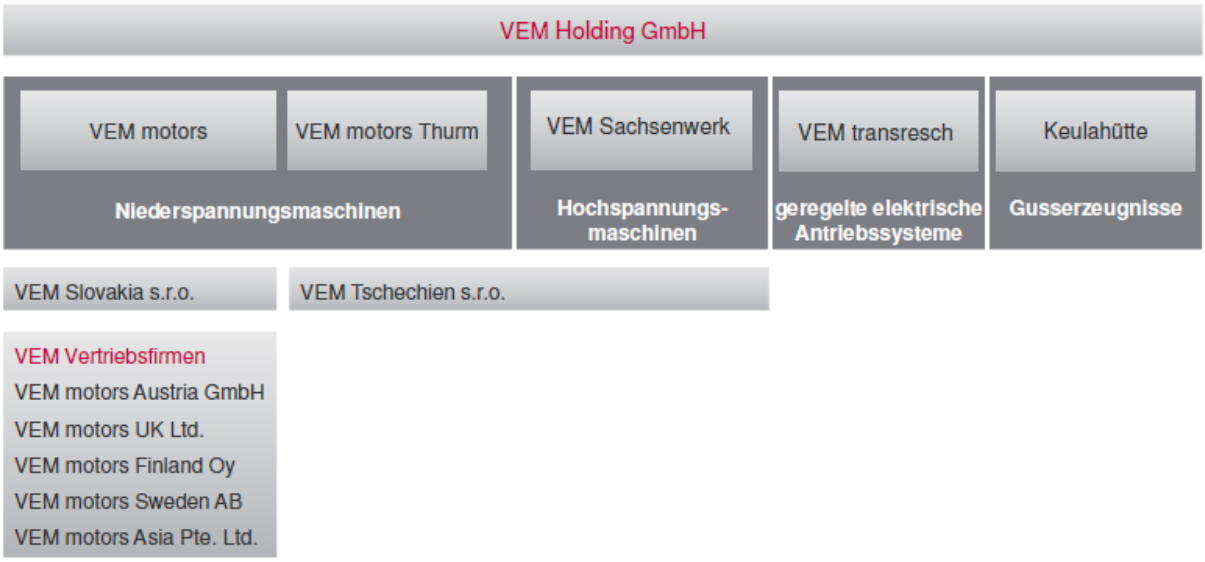


Abbildung 2: Organigramm VEM Holding GmbH
Quelle: Vgl. VEM Sachsenwerk GmbH intern; Stand 07/2012

Dabei werden an den drei Standorten in Wernigerode (VEM motors), Thurm und Dresden elektrische Motoren und Generatoren hergestellt. Der Standort in Dresden fertigt hauptsächlich Hochspannungsmaschinen zwischen 690V und 13.800V, ab der Achshöhe 500. Damit werden in der VEM Sachsenwerk GmbH die größten Baugrößen von elektrischen Maschinen in der VEM Gruppe hergestellt.

Mit der Privatisierung der VEM Sachsenwerk GmbH 1997, gelang der Sprung zurück in die Wirtschaftlichkeit. Im Diagramm (Anhang 1) zu sehen, wurde 1997 mit ca. 400 Beschäftigten bereits ein Umsatz von 35 Millionen Euro erreicht. In den darauffolgenden Jahren stieg der Umsatz weiter an, in 2006-2008 sogar deutlich auf über 100 Millionen im Jahr. Mit den zusätzlichen Produktsparten seit 2000, Windkraft und Contracting und nicht zuletzt durch das Engagement der Mitarbeiter sowie der Erfüllung von individuellen Kundenwünschen, wird seit den letzten drei Jahren mit einer relativ konstanten Anzahl von 600 Beschäftigten, stets ein Umsatz von über 100 Millionen im Jahr erreicht.

Die VEM Sachsenwerk GmbH blickt demnach auf über 125 Jahre Erfahrungen im Elektromaschinenbau zurück. Sie ist unter anderem neben Siemens, grundlegend an der Entwicklung von Elektromaschinen und elektrischen Anlagen beteiligt. Zum Beispiel wurde der erste Wasserkraftgenerator für ein Pumpspeicherwerk gefertigt sowie die weltweit erste Standardmotorenreihe in Dresden entwickelt.

[4] vgl. VEM-Gruppe – Mensch, Motoren und Metall, 2008, S. 3-33.

2.2 Produktsortiment

Heute liefert die VEM-Sachsenwerk GmbH als konzernunabhängiges Unternehmen weltweit Mittel- und Hochspannungsmaschinen mit einer Leistung von 50 bis 34.000 kW. Die Groß- und Spezialmaschinen kommen in den unterschiedlichsten Industriebranchen international zum Einsatz. Der Absatzmarkt ist, in der folgenden Abbildung 3 zu sehen, in vier Branchen eingeteilt. Referenzenobjekte der vier Branchen sind im Anhang 2-5 abgebildet.



Abbildung 3: Produktprogramm VEM Sachsenwerk GmbH
Quelle: Vgl. VEM Sachsenwerk GmbH intern; Stand 18.08.2010

Dabei ist die Sachsenwerk GmbH prädestiniert für den Sondermaschinenbau, sowie den „Unikate-Bau“ elektrischer Anlagen. Individuelle Kundenwünsche, wie zum Beispiel das Drehmomentverhalten bei bestimmten Drehzahlbereichen, oder besondere Achshöhen und Bauformen werden individuell konstruiert. So finden sich in der Produktpalette Drehstrom,- Synchron,- und Asynchronmotoren, aber auch Schleifringläufer wieder. Die Maschinen werden explizit für unterschiedlichste Umgebungsbedingungen ausgerüstet, wie z.B. in einem Schiffsrumpf oder den staubigen Bedingung einer Zementzerkleinerungsanlage.

3 Vorbetrachtung bei der Einführung von Maschinendatenerfassung

3.1 Was ist Maschinendatenerfassung

Zum besseren Verständnis zur Frage: „Was ist Maschinendatenerfassung?“, wird zunächst ein Exkurs in die Betriebsdatenerfassung gemacht. Die folgende Abbildung 4 stellt Betriebsdaten dar. Es ist zu sehen, dass die Maschinendaten Bestandteil der Betriebsdaten sind.

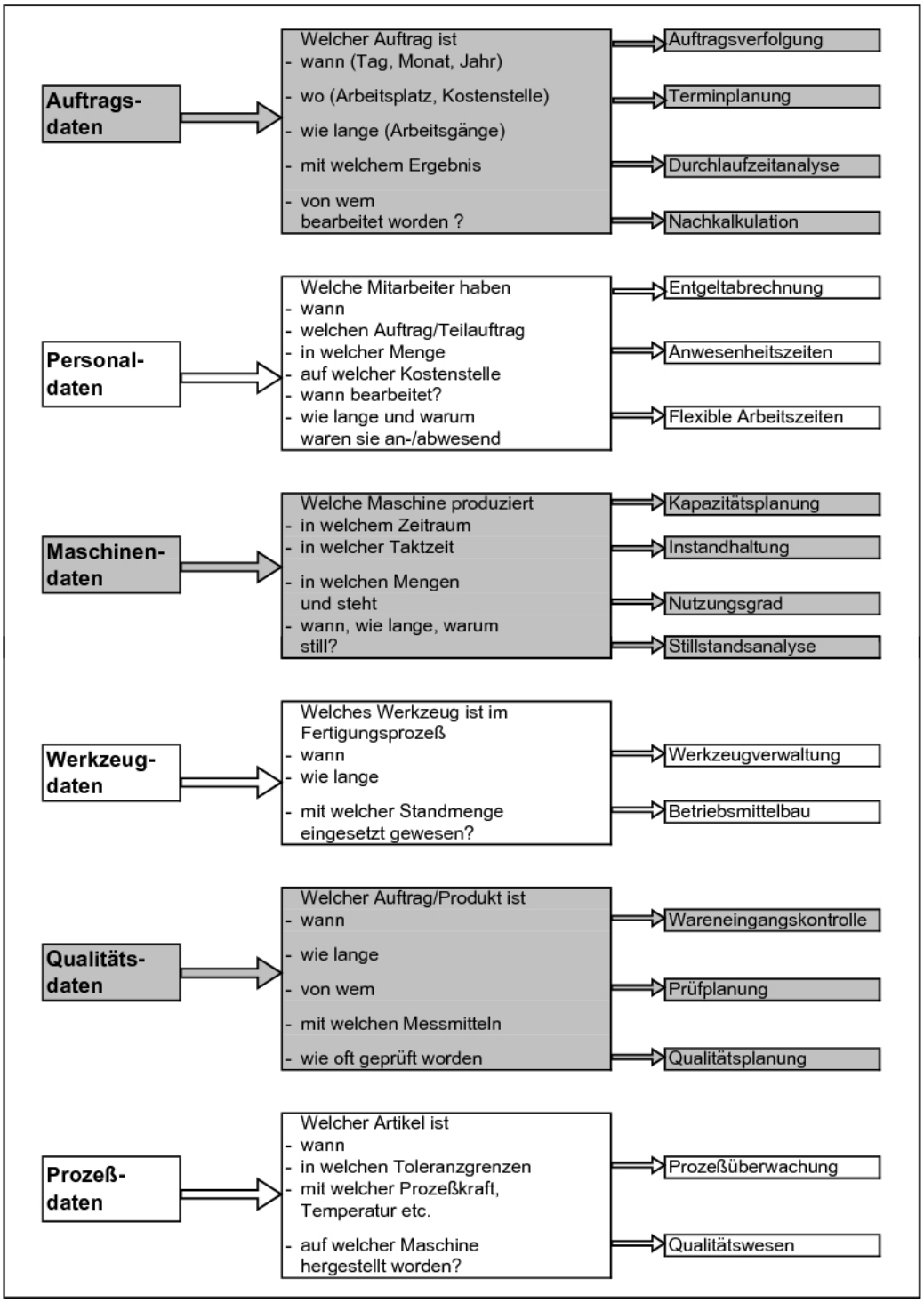


Abbildung 4: Struktur Betriebsdaten
Quelle: eigene Darstellung, Betriebsdaten und ihre Verwendung

„Die Betriebsdaten eines Unternehmens sind alle Ist-Daten, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt aus dem Produktionsprozess des Betriebsgeschehens entstehen“. [5] Unter anderem gehören Daten, wie produzierte Mengen und die dafür benötigten Zeiten, entstandene Qualitätsmerkmale sowie Materialflussbewegungen, aber auch Auftragsdaten dazu. Die ständige und zeitnahe Rückmeldung aktueller Betriebsdaten aus dem Produktionsgeschehen ist wichtig. Nur durch rückgemeldete Betriebsdaten kann eine realistische Produktionsplanung entstehen und Korrekturmaßnahmen rechtzeitig in den aktuellen Produktionsplan übernommen werden. [6]

Betriebsdaten werden in der Regel automatisch erfasst. Die Betriebsdatenerfassung beinhaltet deshalb alle Maßnahmen, die erforderlich sind, Betriebsdaten in maschineller Form bereitzustellen. Dazu gehört vor Ort die dafür erforderliche Software und Hardware. Auch eine Aufbereitung der erfassten Daten und Softwareschnittstellen sind zur Betriebsdatenerfassung notwendig.

Als Maschinendaten werden alle Ist-Daten, die im Laufe des Produktionsprozesses im unmittelbaren Zusammenhang durch die Maschine entstehen, bezeichnet. Wie in Abbildung 4 zu erkennen ist, enthalten Maschinendaten unter anderem Informationen der Maschine, wie Stillstands- und Produktionszeiten, Taktzeiten, Stückzahlen, Störungen und Störungsursachen. Auch der Nutzungsgrad, der aus dem Verhältnis zwischen Stillstandszeit und Produktionszeit der Maschine errechnet wird, gehört zum Bereich der Maschinendaten. Für die Auswertung von Maschinenzuständen des Betriebsmittels, spielen Maschinendaten die wesentliche Rolle. Sie geben die genaue Auskunft über Zeit, Häufigkeit und im Idealfall die Art der Störungsursache wieder. Nach heutigem Stand der Technik können Stillstände der Maschine eine automatische Alarmierung an die erforderlichen Stellen, wie z.B. Meister und Instandhaltung, auslösen. Abstrakt gesehen, ist die Maschinendatenerfassung eine Beobachtung der Maschine aus „der Ferne“. Durch Anwendung von Maschinendatenerfassung entstehen realistische Istwerte hinsichtlich der ausgelasteten Kapazität der einzelnen Maschine. Diese Istwerte bilden die Grundlage für eine Kapazitätsauslastung. [7]

Durch aufgezeichnete Maschinendaten können, ähnlich wie beim Ablesen eines Betriebsstundenzählers, die Laufzeit und damit der Abnutzungsgrad einer technischen Anlage bestimmt werden. Ist der kritische Abnutzungsgrad erreicht, folgt die vorbeugende Instandhaltung. [8]

[5] Engelmann, 2012, S. 4
[6] vgl. Fandel, 1997, S. 424f.
[7] vgl. Kurbel, 1995, S. 293
[8] online: Siemens. Berlin/München, 2012

3.2 Gründe für die Einführung von Maschinendatenerfassung bei VEM

3.2.1 Maschinendatenerfassung zur Planung vorbeugender Instandhaltung

Automatische Maschinendatenerfassung unterstützt die Planung für die vorbeugende Instandhaltung.

Die Abteilung Instandhaltung besteht gegenwärtig aus insgesamt acht Personen, davon sind drei Ingenieure für die Vergabe und Koordinierung von Instandhaltungsaufgaben verantwortlich. Direkt auf dem Firmengelände ansässig gibt es zwei Fremdfirmen, welche unter anderem, in Jahresrahmenverträgen festgelegt, die Instandhaltung ausführen. Aufgaben, wie die Bereitstellung der notwendigen Betriebsstoffe, geplante Instandhaltungsmaßnahmen sowie Notfallreparaturen werden zum großen Teil durch diese Fremdfirmen bearbeitet.

Eine Maschinendatenerfassung wirkt sich aus der Sicht der Instandhaltung, besonders an Schwerpunktmaschinen, positiv aus. Schwerpunktmaschinen sind Maschinen, die für die Herstellung der Produkte, bezüglich ihrer technologischen Eigenschaft sowie im Materialdurchsatz, unabdingbar sind. Gerade diese Maschinen unterliegen einem hohen Einsatz, der in den meisten Fällen einen hohen Verschleiß mit sich bringt. Der plötzliche Stillstand einer solchen Maschine kann unter ungünstigen Bedingungen den Ausfall der Produktion mit sich bringen. Es würde immer dann ein Produktionsausfall entstehen, wenn für den Arbeitsgang der stillstehenden Maschine keine Ersatzmaschine eingesetzt werden kann. Somit erklärt sich die Priorität in der Funktionsfähigkeit für Schwerpunktmaschinen. Eine gesicherte Funktionsfähigkeit der Maschinen wird durch eine gezielt eingesetzte Instandhaltung erreicht.

Besonders durch Anwendung von Maschinendatenerfassung können wichtige Messgrößen der einzelnen Maschinen, die als Anhaltspunkt für Instandhaltungskriterien dienen, erfasst werden. Die relevanten Messgrößen sind vom Maschinentyp abhängig. Im Folgenden werden einige genannt:

- Gesamteinsatzzeit von Maschine, Aggregat
- Laststunden (Teil der Produktionszeit)
- Stillstandszeiten
- Temperatur
- Druck
- Zeiten techn. Abläufe (Werkzeugwechsel, Bestückung Rohteil)
- Anzahl Umdrehungen/Hübe
- Stückzahlen (Mengen)

Die oben genannten Messgrößen können durch Maschinendatenerfassung ständig und autonom erfasst werden. Aus der Gesamtlaufzeit und dem Lastlauf der Maschine, kann der Abnutzungsgrad errechnet werden. Das könnte z.B. bedeuten, dass bei einer Drehmaschine nach 1 Million Umdrehungen (Gesamtumdrehungen der Hauptspindel) davon ca. 1/5 der Umdrehungen im Lastlauf eine Generalüberholung nötig ist. Es würde also gemessen nach 200.000 Umdrehungen im Lastlauf die nächste Generalüberholung erforderlich sein. Beispielsweise können auch ständige Temperaturüberschreitungen, wenn sie frühzeitig erkannt werden, Wartungen auslösen und einen ungeplanten Stillstand verhindern. Durch die ständige lückenlose Beobachtung und Erfassung von Maschinenzuständen entsteht für die Instandhaltung eine geeignete Datenbank zur Einschätzung und Planung der nächsten Wartung an der einzelnen Maschine. Eine aktuelle Maschinendatenbank kann, in hierarchischer Reihenfolge sortiert, abgerufen werden. Diese Maschinendatenbank ermöglicht der Instandhaltung einen schnellen Zugriff auf Maschinendaten und verschafft einen Überblick über den vorhandenen Einsatz (Verschleiß) der Maschinen. Durch langfristige Aufzeichnungen von Maschinendaten werden die einzelnen Maschinenlaufzeiten, „der Abnutzungsgrad“ (hohe Einsatzzeit führt zu Verschleiß) aufgezeichnet und können für ein kommendes Geschäftsjahr prognostiziert werden. Es besteht die Möglichkeit, prognostische Wartungstermine zu vergeben.

3.2.2 Nachweis der Maschinenverfügbarkeit während der Garantiezeit

Die Erfassung von Maschinenlaufzeiten wird notwendig für den Nachweis der Maschinenverfügbarkeit, die im Kaufvertrag definiert wird.

Bei Vertragsverhandlungen zwischen Anwender und Hersteller wird in der heutigen Zeit im technischen Bereich auf die VDI – Richtlinie 3423 zurückgegriffen. Ursprünglich konzipiert wurde diese Richtlinie für interne Optimierung der Maschinenauslastung.[9] Besonders bei Investitionen in neue Maschinen, Umbauten oder Regenerierungen von Maschinen spielt die Verfügbarkeit die wesentliche Rolle. Ab Inbetriebnahme der Investition gilt die gesetzliche Gewährleistungspflicht. Zusätzlich wird neben der Gewährleistungspflicht vom Anwender (VEM Sachsenwerk GmbH) eine Maschinenverfügbarkeit verlangt. Das bedeutet, dass während der Gewährleistungspflicht herstellerbedingte Maschinenstillstände größer einer vertraglich festgesetzten Stillstandszeit, zu Kosten des Herstellers werden. Speziell in der VDI werden die zusätzlichen Kosten, die aufgrund der Stillstandszeit zum Produktionsausfall führen, betrachtet. Beispielsweise wird der VEM Sachsenwerk GmbH vom Hersteller in einer 2-jährigen Garantiezeit eine Maschinenverfügbarkeit

[9] vgl. VDI - Richtlinie 3423, 2007, S.1

von 95% garantiert. Das bedeutet, die herstellerbedingten Stillstände dürfen nicht größer 5% sein. Die Grundlage für die Beweisführung der Ausfallzeiten bildet die VDI 3423. Dies wird im Kaufvertrag festgesetzt.

In der VDI 3423 werden konkret die etwaigen Zustände (Zeiten), die an einer technischen Anlage eintreten können, bezeichnet und eingeordnet. Diese Zeiten müssen für die Beweisführung über zwei Jahre erfasst werden. Nach der Erfassung der einzelnen Zeiten kann die Zuordnung der Zeiten laut VDI 3423 erfolgen. Anschließend wird, unter den Anweisungen und Berechnungsmethoden der VDI 3423, die Maschinenverfügbarkeit errechnet. Die Maschinenverfügbarkeit errechnet sich aus dem Quotient der techn. Ausfallzeit (T_T) und der Belegungszeit (T_B). Ein Berechnungsbeispiel dazu, ist in der Praxisarbeit 2 zu finden. [10]

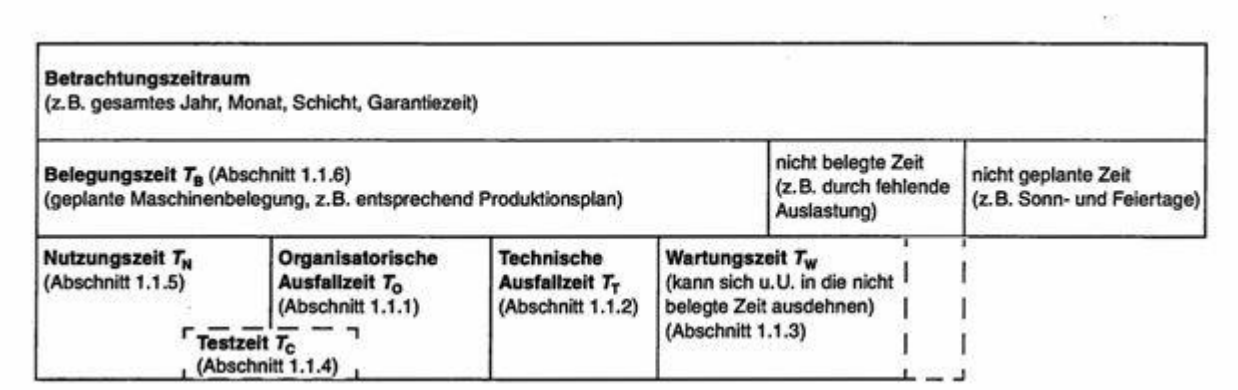


Abbildung 5: visuelle Darstellung der Maschinenverfügbarkeit (VDI 3423)
Quelle: Vgl. VDI 3423 , (2007) Verein deutscher Ingenieure Handbuch Betriebstechnik Teil 4, 2007, S 5

Im vorhergehenden Abschnitt wird die Notwendigkeit der Erfassung von Maschinenzuständen (-laufzeiten) deutlich. In der Abbildung 5, Ausschnitt aus der VDI 3423, ist zu erkennen, dass neben der bereits beschriebenen technischen Ausfallzeit noch weitere Maschinenzustände vorhanden sind. Es werden Zeiten wie Wartungszeit, organisatorische Ausfallzeiten, Nutzungszeiten und Testzeiten aufgezeigt. Ohne eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Zeiten zu geben, wird die Komplexität bei der Erfassung der Maschinenzustände deutlich. [11]

Eine manuelle Erfassung durch den Bediener bedeutet großen zusätzlichen Aufwand neben der eigentlichen Tätigkeit. Es müssten jeweils pro Schicht, alle anfallenden Maschinenlaufzeiten, in Art und Zeit auf Begleitkarten notiert und zeitnah ausgewertet werden. Dadurch wird die Arbeitskraft durch anhaltende Nebentätigkeit an der eigentlichen Produktivität gehindert. Auch die Auswertung der Daten erfordert Arbeitsaufwand. Des Weiteren würde eine automatische Maschinendatenerfassung zur lückenlosen objektiven Datenerfassung beitragen. Mögliche sporadische Fehler,

[10] vgl. Engelmann, 2011, S. 2f.
[11] vgl. VDI- Richtlinie 3423, 2007, S. 2-10

die bei manueller Aufschreibung entstehen, werden ausgeschlossen. Aus wirtschaftlicher Sicht und für den glaubhaften Nachweis der Maschinenverfügbarkeit, bildet die automatische Maschinendatenerfassung das richtige Werkzeug.

3.2.3 Maschinendatenerfassung zur Grobplanung der Kapazität

Das in der Überschrift genannte Einführungsziel ist gegenwärtig der Schwerpunkt und das Hauptanwendungsgebiet für den Einsatz von MDE. Es soll die Planung der Kapazität und damit die wirtschaftliche Produktion eines Industrieunternehmens unterstützen.

In der heutigen Zeit werden viele betriebliche Aufgabenstellungen in Industrieunternehmen durch Software unterstützt. In der Praxis als Anwendungssoftware bezeichnet, wird im IT – Jargon von Applikationen gesprochen. [12]

Die Kernsoftware bildet bei den meisten Unternehmen ein zentrales Enterprise Resource Planning (ERP) – System. Speziell im ERP – System werden alle unternehmensinternen Geschäftsprozesse zentral zusammengeführt und weiter bearbeitet. Abstrakt kann unter Geschäftsprozessen eine Menge von Aktivitäten verstanden werden, die in einer bestimmten zeitlichen Abfolge geschehen müssen, um das Produkt fertig zu stellen.[13] [14]
Neben der Kernsoftware gibt es (siehe Abb. 6) zahlreiche weitere Anwendungssoftware für die Bearbeitung von betrieblichen Aufgaben. Aufgrund der o.g. Maschinendatenerfassung zur Grobplanung der Kapazität, die einen wichtigen Bestandteil der Produktion darstellt, wird an dieser Stelle näher auf die Anwendungssoftware Produktionsplanung und -steuerung (PPS) eingegangen.

Die Produktionsplanung und -steuerung stellt einen Teil der Unternehmensplanung dar. Um Ziele und Aufgaben der PPS zu beschreiben, werden zunächst Unternehmensziele eines heutigen Industrieunternehmens genannt. Sowohl früher, in den 60er Jahren, als auch in der Gegenwart kann ein Unternehmen nur existieren, wenn die Wirtschaftlichkeit gegeben, das heißt, wenn Gewinn erzielt wird. Unter Wirtschaftlichkeit kann verstanden werden, dass erbrachte Leistungen durch möglichst geringen Kostenaufwand entstehen sollen. Geringe Kosten entstehen durch maximale Kapazitätsauslastung von Mensch und Betriebsmittel, so die prinzipielle Denkweise. Das Unternehmensziel der optimalen Kapazitätsauslastung von Mensch und Betriebsmittel erscheint eindeutig und ist doch zum heutigen

[12] vgl. Kurbel, 2011, S. 1
[13] vgl. Kurbel, 2011, S. 15
[14] vgl. Frick, 2008, S.3f

Zeitpunkt nicht realisierbar. Der Wandel, seit den 60er Jahren, vom Verkäufer zum Käufermarkt, ist zum größten Teil geschehen. Industrieunternehmen produzieren nicht mehr für einen anonymen Markt eine bestimmte Menge. Eine Lagerhaltung erzeugt zusätzliche Kosten und es ist fragwürdig, ob das auf Lager produzierte „tote Kapital“ jemals gewinnbringend veräußert werden kann. Hinzu kommen kurze Planungsphasen und Konkurrenzdruck aufgrund der Globalisierung (Billiglöhne), welche die Existenz erschweren. Auch geht die eigentliche Produktionsplanung über die Unternehmensgrenzen hinaus und ist von der Lieferfähigkeit der Zulieferer abhängig. Die Fertigungstiefe sinkt.
Tatsächlich sind individuelle Kundenaufträge, in bestimmter Menge und hoher Qualität, termingerecht zu liefern. Die Gewichtung der Unternehmensziele verändert sich.[15] Es verliert die Kapazitätsauslastung an Priorität und es rücken Zeit- und Mengenziele wie:

- Kurze Durchlaufzeiten der Aufträge
- Hohe Termintreue
- Niedrige Lagerbestände
- Erfüllen von Kundenwünschen
- Flexible Planung
- Schnelle organisierte Rüstvorgänge

nach vorn. Bedeutend sind kurze Produktionszeiten und die Gewähr der Termintreue gegenüber dem Kunden. Ständige Änderung in der Produktion, durch u.a. Umrüsten der Produktionsanlagen, den unterschiedlich gearteten Kundenwünschen sowie Rohteilmangel durch Lieferantenengpässe, bedeuten im Umkehrschluss für die operative Produktionsplanung die ständige Anpassung des Produktionsplans. Dabei steht weiterhin und ständig die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens im Fokus. Doch um noch einmal den drastischen Unterschied zu den 60er Jahren, dem Verkäufermarkt, zu verdeutlichen, kann heute ein Unternehmen nur wirtschaftlich arbeiten und eine Kapazitätsauslastung erzielen, wenn es in der Lage ist, genügend Kundenaufträge zu besitzen. Kundenaufträge werden jedoch nur wiederholt, wenn der Kunde zufrieden ist. Dies geschieht wiederum durch die vorrangige Einhaltung der oben aufgeführten Unternehmensziele. Der Widerspruch zwischen optimaler Kapazitätsauslastung und den aktuellen Zeit- und Mengenzielen, der Verkürzung der Durchlaufzeit, wird in einschlägiger Literatur näher erörtert und soll an dieser Stelle nicht weiter betrachtet werden.[16] Vielmehr wurde deutlich, dass die Betrachtung der

[15] vgl. Kurbel, 2011, S. 25f.
[16] Hammer, M. 1993, S. 32 zit. nach Kurbel, K. 2011, S.126

Produktionszeiten und damit die Produktionsplanung heute an Priorität gewinnt. Zu den eigentlichen Aufgaben der Produktionsplanung gehören:

- in welcher Menge, welche konkreten Produktarten im Planungszeitraum herzustellen sind (Produktionsprogrammplanung)
- welche Mengen an Vor- und Zwischenprodukten dazu notwendig sind (Sekundärbedarfsplanung)
- ob und gegebenenfalls welche Mengen zu einem Fertigungslos zusammen gefasst werden können (Bestellmengenplanung)
- zu welchen Zeitpunkten die Bearbeitung der einzelnen End-, Zwischen-, oder Vorproduktmengen an den Arbeitsplätzen erfolgen soll (Terminplanung)
- wie die Kapazität in der Fertigung optimal mit dem zeitlichen Rahmenplan vereinbar ist (Kapazitätsplanung)
- aktuelle Meldung und Aufzeichnung von Abweichungsdaten an den übergeordneten Produktionsplan [17]

Wie bereits in diesem Abschnitt erwähnt, sind die Aufgaben der PPS operativ. Das heißt, sie fungieren in Zeiträumen zwischen weniger Monate bis hin zu Minuten oder Sekunden. Um den Produktionsplan ständig aktuell zu halten, sind aktuelle Ist-Daten aus der Produktion unverzichtbar. Diese Ist-Daten werden Betriebsdaten genannt (siehe Abschnitt 3.1). Die Erfassung dieser Daten erfolgt bis zu einem gewissen Teil durch PPS-Software oder auch in Fertigungsleitständen. Es bestand jedoch immer noch das Problem, die Vielfalt dieser Datenarten einheitlich zu erfassen und nicht als autarke Systeme zu sehen. Weiterhin müssen diese aktuellen Daten in dem gleichen aktuellen Zustand dem übergeordneten ERP-System zur Verfügung stehen. Die hier sehr kurz gefasste Problemstellung, der Gewinnung aktueller Betriebsdaten aus der Produktion, wird nach neustem Stand durch eine zentrale Anwendungssoftware, Manufacturing Execution System (MES), übernommen. [18]

[17] vgl. Kurbel, 2011, S. 20 f.
[18] online: Gabler Wirtschaftslexikon. Wiesbaden, 2010

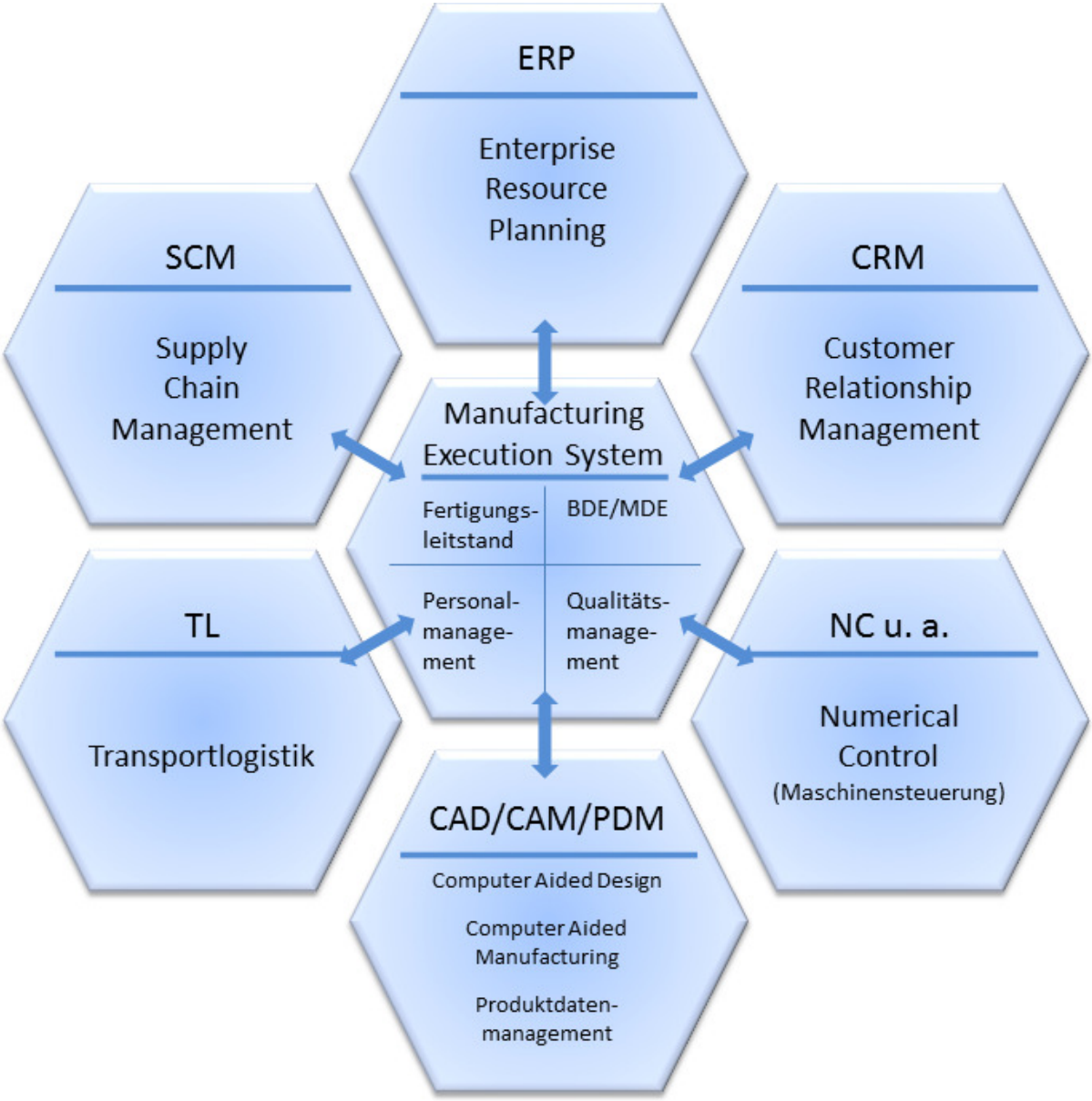


Abbildung 6: Umfeld und Schnittstellen von MES – Systemen

Quelle: Eigene Darstellung, vgl. Kurbel, K. (2011) Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie, Oldenburg, 7 Auflage, München 2011, S. 359

In Abbildung 6 zu sehen, bildet die MES zu allen der produktionsabhängigen Softwareanwendungen eine direkte Schnittstelle. Die aktuellen Betriebsdaten werden zentral erfasst und stehen aufbereitet durch das MES-System, dem ERP-System, abrufbereit zur Verfügung. In der Vielfalt der Betriebsdaten bildet die Maschinendatenerfassung keinen unwichtigen Bestandteil. Zumal Maschinendaten aufgrund der oben genannten Unternehmensziele der ständigen Veränderung unterliegen. Die hochwertigen Produktionsanlagen sind gebundenes Kapital, deren optimale Kapazitätsauslastung erreicht werden sollte, um wirtschaftlich arbeiten zu können. Aus produktionstechnischer Sichtweise bilden aktuelle Maschinendaten, integriert in den Betriebsdaten, überhaupt erst die Möglichkeit der operativen

Produktionsplanung. Die Maschinendatenerfassung gewinnt also ebenfalls als eine der zahlreichen Anwendungssoftware an Bedeutung.[19]
Für die VEM Sachsenwerk GmbH in Dresden ist die aktuelle Betriebsdatenerfassung mit integrierter Maschinendatenerfassung wichtig. Das Unternehmen fertigt größtenteils nach dem Manufakturprinzip und es treten zum Teil sehr lange Durchlaufzeiten bis zu 18 Monaten auf.
Die langen Zeiträume erschweren eine optimale Planung. Die autonome Maschinendatenerfassung ist einzusetzen für die Erfassung von:

- Produktionszeiten
- Produktionsmenge
- Stillstandszeiten
- Stillstandsursachen
- Stillstandsauswertung bezogen auf jeweiligen Auftrag
- Stillstandshäufigkeiten (Häufigkeit sich wiederholender Fehler)
- Rüstzeiten
- Gut oder Ausschuss (Qualität)
- Auftragszeit (verglichen mit Vorgabezeit)
- Durchlaufzeiten

Es wird durch die Einführung von Maschinendatenerfassung langfristig ein weiterer Schritt zur Optimierung der Durchlaufzeiten und damit zur Wirtschaftlichkeit des Unternehmens gegangen.

[19] vgl. Kurbel, 2011, S. 355 f.

4 Erster Lösungsansatz

4.1 Beschreibung des Istzustandes

Die Darstellung des Ist-Zustandes befasst sich mit den drei Einführungsgründen, die für Maschinendatenerfassung (MDE) in der VEM Sachsenwerk GmbH in Frage kommen. Bereits im Punkt 3.2 wurden die Einführungsgründe näher beschrieben und es wird an dieser Stelle der gegenwärtige Ist-Zustand dargestellt.

1. Maschinendatenerfassung zur Planung der vorbeugenden Instandhaltung (ISTZUSTAND)

Derzeit gibt es in der VEM Sachsenwerk GmbH zwei Formen der Instandhaltung. Die planmäßig vorbeugende Instandhaltung (PVI) und die „wiederherstellende Instandhaltung“. Die PVI wird speziell an Schwerpunktmaschinen, deren Ausfall minimiert werden soll, durchgeführt. Sie wird abhängig vom vorhandenen Verschleiß einer technischen Anlage eingesetzt. Die Grundlage der PVI bilden zunächst die Herstellerangaben der Maschinen. In der Herstellerdokumentation sind die Wartungszyklen für die jeweilige Maschine genau aufgezeigt. Beispielsweise kann an einer Drehmaschine die jährliche Wartung einen Ölwechsel, Prüfen des Lagerspiels der Hauptspindel sowie Wechsel der Verschleißteile wie Wellendichtringe, Dichtungen und Baugruppen beinhalten. Weiterhin werden für die PVI die Erfahrungswerte der Instandhaltung bezüglich Maschinenausfälle mit einbezogen. Das kann bedeuten, dass die Wartungsangaben, die in der Herstellerdokumentation hinterlegt sind, auf die Bedingungen vor Ort, zum Beispiel der tatsächlichen Auslastung, angepasst werden müssen. Beispielsweise können sich durch höhere Auslastung von Maschinen die Wartungsintervalle verkürzen. In der monatlichen PVI-Beratung wird die Instandhaltungsreihenfolge, für die einzelnen zu wartenden Maschinen, festgelegt. Es werden zusammen mit den zuständigen Bereichen (Meister) die Dringlichkeit für Wartungsmaßnahmen und die für die Wartung erforderliche Ausgliederung aus der Produktion, für die einzelnen Maschinen, besprochen und abgestimmt. Nach den in der PVI festgelegten Wartungsterminen erteilt die Instandhaltung die erforderlichen Wartungsaufträge.[20]
Im Gegensatz zur PVI stellt die „ wiederherstellende Instandhaltung“ (WI) die höchste Dringlichkeit dar. Aus der Bezeichnung „wiederherstellend“ zu entnehmen, wird die WI für die Wiederherstellung der Produktionsfähigkeit der defekten technischen Anlage eingesetzt. Das heißt, erst nach dem Ausfall einer technischen Anlage muss, um die Produktionsfähigkeit dieser Anlage wiederherzustellen, eine sofortige WI erfolgen. Die WI wird zwangsläufig ohne jegliche Vorbereitung ausgeführt. Es

[20] vgl. VEM Sachsenwerk GmbH intern

entstehen hohe Kosten im Einsatz von Personal und bei Sofortkauf erforderlicher Materialien. Langfristig sollte die PVI die WI immer mehr ersetzen. Durch gezielten Einsatz von PVI wird die Notwendigkeit der WI sinken. Die Maschinen werden durch planmäßig vorbeugende Instandhaltung (PVI) auf einem technisch guten Zustand gehalten, der unvorhersehbare Maschinenausfälle minimiert. Um den gezielten Einsatz der PVI bestimmen zu können, sind bezüglich der Instandhaltung zwei Hauptthemen von Interesse. Zum Ersten müssen die technischen Istzustände der Maschine (Erfahrungen) und die bisherig durchgeführte Wartungshistorie gespeichert werden und einfach abrufbar sein. Dafür kann eine geeignete Anwendungssoftware verwendet werden.[21] Zum Zweiten müssen die technischen Istzustände der Maschinen in Zeit und Ausfallursache (technische Mängel) autonom erfasst werden. Dazu dient der Einsatz von MDE. Die MDE füllt die übergeordnete Anwendungssoftware mit den Daten der Istzustände der technischen Anlage. Der Einsatz der MDE würde somit durch die Bereitstellung von objektiven Maschinendaten gezielt die Planung der PVI unterstützen.

2. Nachweis der Maschinenverfügbarkeit während der Garantiezeit (ISTZUSTAND)

Wie im Punkt 3.2 bereits beschrieben, wird zum Nachweis der technischen Verfügbarkeit von Anlagen (Maschinen) die VDI 3423 angewendet. Zur Nachweisführung ist die detaillierte Erfassung von Maschinenlaufzeiten notwendig. Derzeit werden die Zeiten der herstellerbedingten technischen Ausfälle der Maschine manuell durch den Bediener in Störungslisten aufgeschrieben. Die aufgeschriebenen Daten in Zeit und Störgrund sind lückenhaft. Die Störgründe werden subjektiv vom Bediener bewertet. Die Zielstellung der Nachweisführung des technischen Ausfalls gegenüber dem Hersteller wird fragwürdig.
Durch automatische Maschinendatenerfassung entstehen objektive und lückenlose Maschinendaten. Dieses wird der Zielstellung hinsichtlich der Nachweisführung von technischen Maschinenausfällen durch Anwendung von automatischer MDE besser gerecht. Der personelle und organisatorische Aufwand an mehreren Maschinen ist wesentlich geringer als bei manueller Aufschreibung. Die Nutzung von automatischer MDE gilt als sinnvoll.

3. Maschinendatenerfassung zur Grobplanung der Kapazität (ISTZUSTAND)

In der VEM Sachsenwerk GmbH in Dresden erfolgt die Fertigung zum größten Teil nach dem Manufakturprinzip. Die Anwendung von Maschinendatenerfassung wird

[21] vgl. VEM Sachsenwerk GmbH intern

unter anderem aus Gründen der Manufakturfertigung als unnötig bewertet. In der Manufakturfertigung zählt weniger die Quantität der Fertigung, wie es in der Fließbandfertigung der Fall ist, sondern vielmehr die Flexibilität der Fertigung, in der sich die Arbeitsaufgaben ständig ändern. Auch ist zu nennen, dass es im Sachsenwerk meist mehrere Maschinen für gleiche Bearbeitungsabläufe gibt und so für die Erfüllung einer wirtschaftlichen Produktion nicht die einzelne Kapazitätsauslastung einer Maschine den Schwachpunkt bildet. Vielmehr ist die „grobe“ Kapazitätsplanung der Produktion zunächst verbesserungsfähig. Der Grobplanung der Kapazität geht gegenwärtig eine Berechnung der Betriebsmittelnutzung voraus. Zum Verständnis wird ein Berechnungsbeispiel für Betriebsmittelnutzung an einer Karusselldrehmaschine (AC18) dargestellt. In der VEM Sachsenwerk GmbH wird die Betriebsmittelnutzung (BN) definiert als Quotient aus den rückgemeldeten Auftragszeiten (RM) und dem im Betrachtungszeitraum verfügbaren Maschinenzeitfonds (MZF). Für das gewählte Beispiel ist der Betrachtungszeitraum für den Monat Februar 2012 gewählt worden.

Geg.:

- 21 Arbeitstage
- 3 Schichtbetrieb 5 Tage/Woche
- 7,5h Arbeitszeit/Schicht

Ges.:

- BN

Rückgemeldete Auftragszeit

- KW 5 49 h
- KW 6 87 h
- KW 7 103 h
- KW 8 86 h
- KW 9 56 h

BN (Betriebsmittelnutzung)

RM (Rückgemeldete Auftragszeit)

MZF (Maschinenzeitfonds)

Lösung: BN = (RM / MZF) x 100%

MZF = 7,5 h x 3 (Schicht) x 21 (Tage) = <u>472,5 h</u>

RM = ∑ (KW5-KW9) = ∑ ((49;87;103;86;56) h) = <u>381,0 h</u>

BN = (381,0 h / 472,5 h) x 100% = **<u>80,63 %</u>**

Im gewählten Beispiel beträgt die Betriebsmittelnutzung der Maschine AC18, 2012, für den Monat Februar **<u>80,63%</u>**. Das bedeutet, die hochwertige technische Anlage AC18 wurde im Monat Februar nicht vollständig genutzt. Es entsteht die Frage,

weshalb die Maschine fast 20% still stand. Die Stillstandsursachen sind oft in der Organisation der Fertigung begründet, genau kann das jedoch derzeit nicht belegt werden. Darin findet u. a. eine kontinuierliche objektive Maschinendatenerfassung seine Aufgaben. Des Weiteren wurde in der Berechnung der Betriebsmittelnutzung (Beispiel RM siehe Anhang 6) die Größe der rückgemeldeten Auftragszeiten verwendet. Die Auftragszeit, für den jeweiligen Anteil der Maschine, wird nach der REFA - Methodik ermittelt. So definiert sich laut REFA die Belegungszeit für einen Auftrag an der jeweiligen Maschine aus der Summe der Maschinenrüstzeit (tr_B) und der Maschinenausführungszeit (te_B) (x Stückzahl). Die Untergliederung der Rüst- und Ausführungszeit wird an dieser Stelle nicht näher beschrieben.[22] In der Praxis erfolgt die Zeitermittlung durch eine REFA-Fachkraft. Sie ermittelt die einzelnen Zeiten mit einer Stoppuhr und trägt diese Zeiten in das dafür vorgesehene Formblatt ein. Oft wird die Zeiterfassung der Ausführungszeit mehrmals wiederholt, um eine Fehlerwahrscheinlichkeit zu minimieren und gegebenenfalls eine Streuung der einzelnen Zeiten zu erkennen. Die Zeitermittlung wird mit Vergabe der Maschinenrüstzeit und der Maschinenausführungszeit des jeweiligen Auftrags abgeschlossen. Das heißt, eine genaue Zeitangabe der Maschinenbelegungszeit, des jeweiligen Auftrags, steht erst nach einem ersten Testlauf und der Zeitenvergabe durch die REFA-Fachkraft fest. Dies bedeutet, eine genaue Durchlaufzeit für ein jeweiliges Produkt errechnet sich aus der Summe aller zur Erzeugung erforderlichen Maschinenbelegungszeiten. Die Ermittlung dieser Summe nach der eben beschriebenen Methode ist denkbar kompliziert. In der VEM Sachsenwerk GmbH funktioniert die Fertigung nach dem Manufakturprinzip, das heißt, es ändern sich ständig die Aufträge und eine erneute Zeiterfassung würde notwendig. In der Praxis werden deshalb Erfahrungswerte genutzt und ähnliche Aufträge miteinander verglichen. Es wird aus der Auftragszeit des ähnlichen Auftrags die Vorgabezeit des noch zu bearbeitenden Auftrags. Das bedeutet, es wird in der oben gezeigten Berechnung die Vorgabezeit eines ähnlichen Auftrags verwendet. Dabei wird angenommen, dass die als RM bezeichnete Zeit, der Realität entspricht. Tatsächlich kann das jedoch nicht belegt werden. Das heißt, die Fehlergrößen für die Berechnung der BN sind vorhanden. Mit der Berechnung wird gegenwärtig die Auslastung der Maschinen (BN) bestimmt. Dabei bleibt, wie eben schon erwähnt, die tatsächliche Auslastung in der Produktion zunächst unberücksichtigt. Erst bei größeren Abweichungen innerhalb einer Woche wird durch den Meister nach Begründungen gesucht. Dies ist meist im Nachhinein ungenau und nach einer Woche nicht mehr reproduzierbar. Hier sollte der Ansatzpunkt für die Verwendung von auftragsbezogener Maschinendatenerfassung sein.

[22] vgl. REFA Bundesverband e.V. , 2002, S. 536f.

4.2 Generelle Ablaufreihenfolge bei der ersten Anwendung

Nachdem sich für einen Anbieter entschieden wurde, das Angebot akzeptiert und der Auftrag erteilt worden ist, entstehen für Auftragnehmer und Auftraggeber Lasten und Pflichten. Bei „größeren“ Anschaffungen beinhalten bereits die Ausschreibungen Lasten und Pflichten, um realistische Angebote zu erhalten. Inwieweit ein Lasten- und Pflichtenheft geführt werden sollte, hängt von mehreren Faktoren ab. Darauf wird in der vorliegenden Arbeit nicht näher eingegangen, um den Umfang dieser Arbeit abzugrenzen. Prinzipiell sollte, um Unklarheiten zu vermeiden, bei der Vielzahl von Arbeiten, die vorbereitend für die MDE sind, zumindest eine schriftliche Form für die Verteilung der für MDE auszuführenden Arbeiten gewählt werden.

Die detaillierten Vorbereitungen für die Anwendung von MDE werden im Punkt 4.3.1 beschrieben. Dieser Abschnitt soll in kurzer Form ganzheitlich alle notwendigen Arbeiten anzeigen, die vorbereitend für die Durchführung von MDE notwendig sind. Auf die zeitliche Reihenfolge in der Vorbereitungsphase und den Umfang der Arbeiten wird nicht eingegangen.

Die folgenden Aufgaben sind für die Durchführung von MDE erforderlich:

Vorzubereitende Aufgaben vor Ort :

- Netzwerk bereitstellen
- IP-Adressen vergeben
- Serverplatz organisieren
- Nutzerrechte vorher bestimmen (Zugangsrechte, Passwörter)
- Stromanschluss (unabhängig von Maschinenspannung)
- Netzwerkdose und -kabel
- Hardwareinstallation (Halterung)
- Signalbereitstellung (Hauptnutzung, Nebennutzung…definieren)
- Schichtkalender vorbereiten (Pausenzeiten festlegen)
- Betriebsvereinbarung (vor Beginn von MDE)
- Informieren der zuständigen Bereiche (Meister, Vorarbeiter, IT)
- Einweisung/Mitarbeiterschulungen (Motivation)
- Servicevertrag/Fernwartung (Probleme beheben)

Wenn die vorzubereitenden Aufgaben beendet sind, ist eine Nachkontrolle der Arbeiten erforderlich. Wurden von beiden Seiten, Auftragnehmer und Auftraggeber, die Aufgaben erfüllt, kann die Inbetriebnahme (in 4.3.2 beschrieben) erfolgen. Nachdem alle „Startprobleme“ beseitigt wurden, sind für den Auftraggeber u.a. Nachschulungen der Mitarbeiter durchzuführen und geeignete Methoden, für die Auswertung zu finden.

4.3 Erster Testlauf

4.3.1 Aufgabenstellung für den ersten Testlauf

Aufbauend auf bereits gemachte Erfahrungen von manueller Maschinendatenerfassung an einer Bandverarbeitungsanlage soll mit diesem Testlauf automatische MDE erprobt werden. Im Rückblick wurden bei manueller Aufschreibung, die Hauptprobleme in der Subjektivität der aufgeschriebenen Daten, der zusätzlichen Belastung der Maschinenbediener und der zum Teil lückenhaften Datenerfassung gesehen. Zum jetzigen Zeitpunkt würde der weitere Nachteil in der Auswertung der Daten hinzukommen. Eine ständig aktuelle Auswertung erfasster Maschinendaten an mehreren Maschinen bedeutet einen nicht unerheblichen zusätzlichen Arbeitsaufwand. Manuelle Aufschreibungen von Maschinendaten sind häufig mit zusätzlichem Personalaufwand verbunden und sind damit zu kostenintensiv. Zudem ist die Anwendung von automatischer Maschinen-datenerfassung zeitgemäß.

Mit diesem Ergebnis entsteht die Aufgabenstellung, den gesamten Prozess der Maschinendatenerfassung (MDE) zu automatisieren. Dazu wurden erste MDE – Anbieter kontaktiert. Es folgten drei Produktpräsentationen vor Ort. Schnell wurde der Umfang für die Anwendung automatischer MDE erkannt. Um kein falsches Produkt zu erwerben und die Kosten gering zu halten, erfolgte ein vierwöchiger Testlauf. Der Testlauf erfolgte an der gleichen vollautomatischen Stanzmaschine (BVA), an der zuvor eine manuelle Maschinendatenerfassung getestet wurde (Anhang 7). Im Folgenden werden die Durchführung und die Auswertung für den ersten MDE-Testlauf beschrieben.

4.3.2 Durchführung des ersten Testlaufs

Die grundsätzliche Vorgehensweise für die erste Anwendung von Maschinendatenerfassung ist in 4.2 beschrieben. An dieser Stelle folgen die gemachten Erfahrungen bei der ersten Anwendung.

Bevor der eigentliche Testlauf beginnen konnte, mussten einige Vorbereitungen getroffen werden. Nach der Auftragserteilung an die Firma gbo (MDE-Anbieter), stellte diese ein Erfassungsterminal, im Voraus zur eigentlichen Inbetriebnahme zur Verfügung. Weitere Vorbereitungen vor dem eigentlichen „Inbetriebnahme-Tag“ an der BVA mussten getroffen werden. Das Erfassungsterminal wurde hardwareseitig vor Ort an der Maschine befestigt, dafür war eine Halterung nötig. Nach dem Prinzip der Zeiterfassung der VDI 3423 (3.2.2) konzentrierte man sich auf die Erfassung der

Zeitarten von Produktionslaufzeit, Störzeiten und Belegungszeiten der Maschine. Die Signalerfassung der Belegungszeit und der Produktionslaufzeit sollte automatisch (ohne Mitwirken des Bedieners) erfolgen. Deshalb sollte das Signal der Belegungszeit durch eine 24V Spannung über einen potentialfreien Kontakt abgegriffen werden. Es war darauf zu achten, dass die 24V – Spannung ausschließlich bei belegter Maschine anliegt. So wurde das Signal mit dem Einschalten des Hauptschalters der Maschine verknüpft. Bei eingeschaltetem Hauptschalter ist davon auszugehen, dass ein Bediener am Arbeitsplatz und somit die Maschine belegt ist. Das Produktionssignal der Stanzmaschine wurde durch ein 24V – Signal, dass bei eingekuppelter Lastkupplung (Verbindung zw. Antriebsmotor und Kurbelwelle, Stanzstößel) erzeugt wird, abgegriffen. Dazu mussten an die jeweiligen Stellen der Maschine Kabel installiert werden, über die die potentialfreien Kontakte erfasst werden konnten. Außerdem wurden im Voraus die Installation von Strom- und Netzwerkanschluss am Installationsort des MDE-Terminals und die Information über den aktuellen Stand aller zuständigen Mitarbeiter inklusive des Auftragnehmers benötigt. Parallel liefen die Vorbereitungen der notwendigen Betriebsvereinbarung, siehe Anhang 15. Diese ist bei jeglicher Art von Datenerfassung, die in Zusammenhang mit einer Leistungsbewertung von Mitarbeitern gebracht werden kann, aus Datenschutzgründen zu vereinbaren.[23]

Erst nach dem die Vorbereitungen abgeschlossen waren, konnte die Durchführung beginnen. Dazu waren am Tag der Inbetriebnahme der beauftragte Elektriker, welcher die potentialfreien Kontakte angeschlossen hat, der Techniker des MDE-Anbieters (gbo) und der Auftraggeber (Instandhaltung VEM) vor Ort. Das MDE-Terminal wurde an das firmeninterne Netzwerk (Intranet) angebunden, anschließend die notwendige Software als Serverapplikation installiert. Der erste Test erfolgte. Gleich zu Beginn traten Schwierigkeiten in der Signalerfassung auf. Bei der Problemsuche konnte keine konkrete Aussage, über die zu verarbeitenden Signalarten des MDE-Terminals, getroffen werden. Das heißt, es war nicht eindeutig, in welcher Zeit und in welchem konkreten Spannungsbereich ein Signal erkannt wird. Später stellte sich heraus, dass der Klemmplan (Verdrahtung der Drähte im Terminal) nicht mit den vorprogrammierten Einstellungen (Signalabgriffe) der Software übereinstimmte. Weitere Feinabstimmungen in der Software, wie die konkrete Eingabe des Schichtkalenders inklusive Pausenzeiten mit dem Wochenbeginn Sonntag, 22 Uhr, sowie andere Einstellungen, verzögerten die Durchführung der Datenaufnahme um ca. 14 Tage. An dieser Stelle sollte erwähnt sein, dass bei einem Testlauf von Maschinendatenerfassung die Vorbereitungen relativ komplex sind. Es werden im technischen Bereich mindestens vier Parteien, die jeweilige Produktion (Meister, Bediener), der Techniker (Elektriker für Signalbereitstellung), die IT (Nutzung Netzwerk, IP-Adresse) und der MDE - Anbieter

[23] vgl. Stege , 1990, S. 560f.

benötigt. Für eine optimale Vorbereitung ist auch bei einem mehrwöchigen Testlauf eine Vorgehensweise in Form des Lasten-und Pflichtenhefts ratsam. Zumindest sollten einzelne Arbeitsaufgaben, welche zur Vorbereitung für die Installation der MDE erforderlich sind, schriftlich z.B. durch ein Konfigurationsdatenblatt, an alle Parteien vergeben werden. So werden Probleme am Tag der Inbetriebnahme minimiert.

Nach dem alle groben Schwierigkeiten in der Datenerfassung beseitigt waren, die Zeit des Testlaufs verlängert wurde, gelang eine Aufzeichnung über 95 Schichten (32 Tage) von Maschinendaten. Neben der automatischen Signalerfassung von Belegungszeit und Produktionszeit, konnten bis zu 20 verschiedene Stillstandsgründe (-zeiten) erfasst werden. Diese Stillstandsgründe mussten per Tastendruck von den Bedienern am MDE- Terminal eingegeben werden (Bild im Anhang 8). Bei der Aufteilung der Stillstandszeiten orientierte man sich nach der VDI 3423 (3.2.2) und den bereits gemachten Erfahrungen mit der manuellen MDE. In der VDI 3423 wird unterschieden in technische und organisatorische Stillstände. Organisatorische Stillstände sind Wartezeiten, die durch die falsche Unternehmensorganisation, wie zum Beispiel Materialmangel, Meistergespräch, Zeichnung suchen, begründet werden. Die technischen Stillstände beziehen sich auf den technischen Ausfall der Maschine. Hier wurden besonders die Erfahrungen aus den vergangenen Stillständen der Bandverarbeitungsmaschine (BVA) genutzt (manuelle MDE). Letztlich wurden folgende 12 Stillstände genutzt:

- organisatorische Stillstande :
    - (Materialmangel, Meistergespräch…)

- technische Stillstände:
    - Steuerung
    - Ausfall MSA (MSA = Rohteil – Entnahme – Einrichtung)
    - Hauptantrieb (Stanzen)
    - Roboter (Fertigteil – Entnahme – Einrichtung)
    - Haspel (Antriebsübertragung)
    - Richtwerk (Entnahmeeinrichtung)
    - Reparatur
    - Schlitten (MSA = Entnahmeeintichtung)
    - Werkzeug
    - Hydraulik
    - Sonstiges

Die Benennung der Stillstände und die Auswahl der zwölf möglichen Stillstände, wurden in der MDE-Software hinterlegt und als aktuelle Maschinendaten aufgezeichnet. Im Anhang 9 ist die tabellarische Auflistung der Maschinendaten zu sehen.

4.3.3 Auswertung des ersten Testlaufs

Die aufgezeichneten Maschinendaten wurden auf einen zentralen Server gespeichert. In der MDE-Software konnten verschiedene Parameter eingestellt werden, um eine individuelle Auswertung der Maschinendaten zu ermöglichen. Zum Beispiel konnten die aufgezeichneten Maschinendaten nach:

- Erfassungszeitraum (Monat, Tag, Schicht, Minute, (inklusive Logbuch))
- Zeitart (Produktionszeit, Stillstandszeiten)
- Aufträge, Charge (nicht angewendet)
- Schichten (nur Frühschicht)

aufgefächert angezeigt werden. Die folgende Auswertung in Abbildung 7 zeigt zunächst über die gesamte Zeit von 32 Tagen das Verhältnis zwischen Nominalzeit, die in der Nominalzeit eingeschaltete Zeit, die Stillstandszeit und die Produktionszeit. Als Nominalzeit wird die maximal mögliche Einsatzzeit der Maschine (Wochenenden abgezogen), also die gesamt mögliche Aufnahmezeit, verstanden.

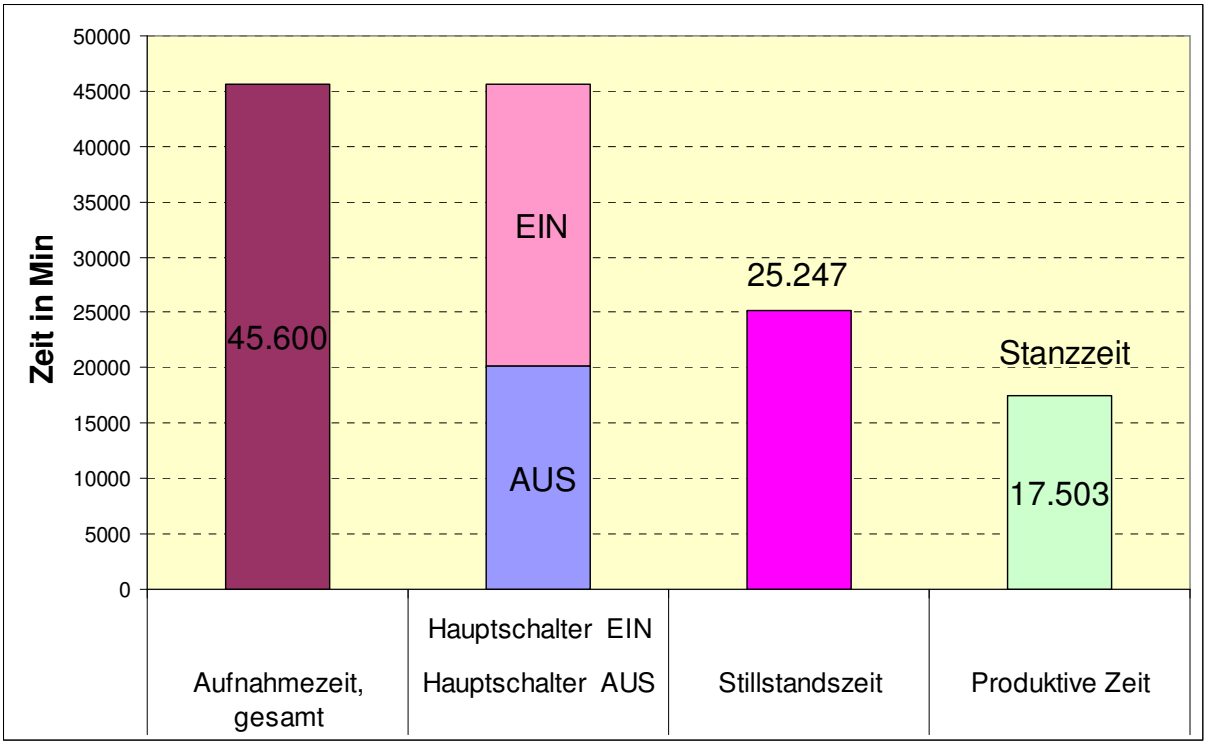


Abbildung 7: MDE Auswertung insgesamt
Quelle: eigene Darstellung, VEM intern

Die aufgezeigten Werte in Abbildung 7 sind teilweise noch unvollständig, was aufgrund der Testphase entstanden ist und an passender Stelle nochmal erwähnt wird. Außerdem ist zu sehen, dass die BVA im Aufnahmezeitraum über 40% (20.000min) nicht belegt war (Belegungszeit). Daraus lässt sich schließen, dass zum Zeitpunkt der Auswertung keine Kapazitätsengpässe vorlagen. Die Maschine wurde nicht im 3-Schichtbetrieb genutzt. Weiterhin ist festzustellen, dass im eingeschalteten Zustand (Belegungszeit) die Maschine zu ca. 20% still stand. Die Produktionszeit beträgt demnach 80% der Belegungszeit (im eingeschalteten Zustand). Hier wurden aufgrund der Testphase Fehler in der Aufnahme der Produktionszeit gemacht und es entstanden praktisch weniger als 80%. Diese Fehler waren u.a. die falsche Zuordnung des Schichtkalenders mit Wochenbeginn Sonntag, sowie die Pausenzeiten, welche nicht heraus gerechnet wurden und den Anteil der Stillstandszeit füllten. Wie bereits erwähnt, wurden die Belegungszeit der Maschine und die davon genutzte Produktionszeit automatisch erfasst. Das heißt, diese Zeiten sind objektiv, weil sie vom Bediener nicht beeinflusst werden können.

In der nachfolgenden Abbildung 8, Auswertung der ca. 20% Stillstandszeit, war die Objektivität nicht gegeben. Hier war man auf das Mitwirken des Bedieners angewiesen. Die zwölf Stillstandsgründe wurden über Tasten vom Bediener am Terminal eingegeben. Zu sehen sind die anteilig größten Stillstandszeiten.

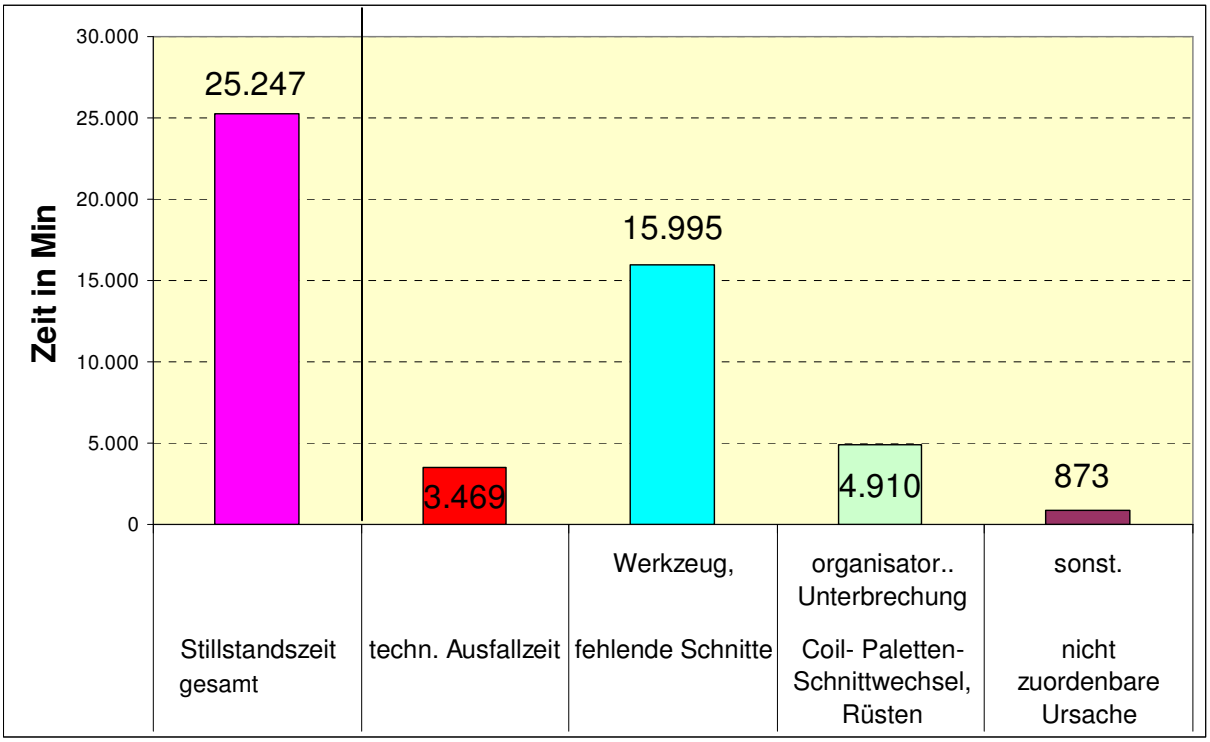


Abbildung 8: MDE Auswertung Stillstände
Quelle: eigene Darstellung, VEM intern

Die Stillstandszeit gesamt besteht aus den vier in Abbildung 8 gezeigten „Hauptstillstandsgründen“. Auffällig ist der Stillstand durch fehlendes Werkzeug (fehlendes Schnittblech gehört auch dazu). Auch der organisatorische Stillstand war relativ hoch. Hier gilt es eine Begründung zu finden, weshalb diese Stillstände anteilmäßig so hoch waren. Langfristig sollten auch technische Stillstandszeiten minimiert werden. Diese waren zwar nicht so hoch wie die Ausfallzeiten wegen Werkzeug oder Organisation, jedoch können aus kleinen technischen Ausfällen erheblich schwere Maschinenstillstände entstehen und damit lange Stillstände hervorrufen. Explizit wurden die technischen Ausfälle im Anhang 10 ausgewertet. Technische Ausfälle können bis zu einer bestimmten „Schwere“ vom Maschinenbediener selbst behoben werden. Der größte Anteil der technischen Ausfälle ist die Reparatur. Reparaturen sind hier als „schwere Ausfälle“ definiert, die nicht vom Bediener behoben werden können.

4.3.4 Ergebnisse des ersten Testlaufs

Im Rückblick wurde das in der Aufgabenstellung gesetzte Ziel, der lückenlosen Aufzeichnung von Maschinendaten, erreicht. Die lückenhaften Aufzeichnungen, die durch verschiedene Einflüsse bei manueller MDE entstehen, werden bei automatischer MDE gänzlich beseitigt. Die automatische MDE zeichnet lückenlos 24h/Tag Maschinendaten auf. So werden speziell Maschinenzustände, die als automatisches Maschinensignal verfügbar sind, z.B. die Stanzzeit, lückenlos aufgezeichnet. Auch die Subjektivität der von Hand aufgeschriebenen Maschinendaten, konnte minimiert werden. Durch die Auswahl einer begrenzten Tastenanzahl von Maschinenstillstandgründen wird der subjektive Einfluss des Maschinenstillstands durch den Bediener, genau in der Anzahl der möglichen Tasten begrenzt. Das heißt, der Bediener kann nicht mit eigenen Worten Stillstände subjektiv beschreiben. Wesentliche Vorteile sind auch bei der Weiterverarbeitung der Auswertung der erfassten Daten entstanden. Beispielsweise können die entstandenen Maschinendaten einfach in tabellarischer Form in MS-Excel exportiert und dort weiterverarbeitet werden. Das bedeutet der Aufwand für die MDE-Auswertung ist geringer, da das manuelle Übertragen der Maschinendaten in MS-Excel entfällt. Besonders bei der Auswertung mehrerer Maschinen entsteht so weniger Zeit- und Kostenaufwand.

Gleichzeitig wurden mit der Durchführung des ersten Testlaufs auch einige Schwachstellen erkannt. Die Erfassung der Zeiten konzentrierte sich weniger auf die Produktionszeit, vielmehr auf die genaue Zuordnung der Stillstandszeiten nach dem Modell der VDI 3423. Es wurden die Arbeiten, die unter Produktion zählen, nicht genau definiert. Das bedeutet, die Produktionszeit und zwangsläufig auch die Stillstandszeit, wurden nicht richtig zugeordnet und damit auch nicht richtig erfasst. Zum Beispiel ordnete man Rüstzeiten, die immer beim Umrüsten der Maschine, insbesondere bei neuen Schnitten entstehen, teilweise der organisatorischen Stillstandszeit und der Stillstandszeit fehlendes Werkzeug zu. Ebenfalls blieben notwendige Nebenarbeiten in der Produktion, wie Coilwechsel oder Einrichtbetrieb der Stanzmaschine, unberücksichtigt. Wie bereits schon erwähnt, werden die Maschinenstillstandsgründe durch den Bediener eingegeben. Auch bei einer Auswahl von ca. 10 möglichen Stillstandsgründen kann die Subjektivität der Stillstände nicht ausgeschlossen werden. Zudem musste bei der Quittierung der Stillstandsgründe ständig an die Mitarbeit der Bediener appelliert werden, die teilweise die Quittierung vergessen hatten. Letztlich sollte auch die Auswertbarkeit der Maschinendaten verbessert werden. Gegenwärtig ist es für den jeweiligen Bediener nicht möglich, den vorhandenen Stillstand, z.B. fehlendes Werkzeug im Nachhinein nach Wochen zu begründen. Dazu fehlt der Bezug der Maschinendaten zur Schicht und zum Bauteil, wo speziell der Stillstand auftrat.

4.4 Zweiter Testlauf

4.4.1 Präzisierte Aufgabenstellung für den zweiten Testlauf

Der erste Testlauf automatischer Maschinendatenerfassung hat Ergebnisse geliefert. Im logischen Schluss sollen natürlich die erkannten Schwachstellen im zweiten Testlauf verbessert oder beseitigt werden. Dabei spielt für die systematische Lösungsfindung, Priorität und praktische Realisierbarkeit die wesentliche Rolle. Das heißt, das im Punkt 4.3.4 beschriebene Problem in der Erfassung der genauen Produktionszeit, erhält neben der Subjektivität der Stillstände und der Auswertung von Maschinendaten, die höchste Priorität und sollte praktisch realisierbar sein. Speziell für die praktische Realisierung stellt sich die Frage, welche Zeiten werden auch bei den Vorgaben durch Technologie und Arbeitsvorbereitung zur Produktionszeit gezählt. Bisher wurde nach dem Modell der VDI 3423 die Produktionszeit nicht explizit betrachtet. Gibt es ein Schema, in dem alle etwaigen Arbeiten als produktiv oder unproduktiv (unplanmäßig) definiert sind, das auch von Technologie und Arbeitsvorbereitung genutzt wird? In der VEM Sachsenwerk GmbH entstehen die Vorgabezeiten der Technologie und Arbeitsvorbereitung auf der Grundlage der REFA-Zeitenerfassung. Um demnach eine genaue Trennung von Produktionszeit und Stillstandszeit vorzunehmen, gilt es eine genaue Definition der Zeitarten, basierend auf der Grundlage der REFA-Zeitenerfassung, vorzunehmen. Für die folgende Durchführung des zweiten Testlaufs wird die genaue Definition der Zeitarten, die an einer Maschine anliegen können, vorgenommen. Hinzu kommt die zusätzliche Aufgabe, Maschinendaten an völlig unterschiedlichen Maschinentypen zu erfassen. So lässt sich beispielsweise nicht schwer erkennen, dass sich die produktive Zeit an einer Bandverarbeitungsanlage nicht mit der eines Drehautomaten vergleichen lässt. Es gilt also ein Konzept zu entwerfen, mit dem die definierten Zeitenarten, für alle vorkommenden Maschinen der VEM Sachsenwerk GmbH, zu erfassen sind. Die Erfassung nach einem einheitlichen Konzept ermöglicht das Vergleichen der unterschiedlichen Maschinentypen untereinander.

4.4.2 Durchführung des zweiten Testlaufs

4.4.2.1 Definieren der Zeitarten für unterschiedliche Maschinentypen

Für die Definition der Zeitarten bilden die neu gesetzten Ziele:

- Genaue Definition von produktiver und unproduktiver Zeit
- Einheitliche Zeitarten für unterschiedlichste Maschinentypen

die Grundlage. Um eine genaue Unterteilung zwischen produktiver und unproduktiver Maschinenzeit zu treffen, ist es notwendig, eine der beiden Zeiten genau zu definieren. Im Folgenden wird, anders als in der VDI 3423, der Schwerpunkt auf die Produktionszeit (produktive Zeit) gelegt, da diese auch für die Planung der Kapazität verwendet wird.

Weiterhin ist bei der Definition der Zeitarten darauf zu achten, dass unterschiedlichste Maschinentypen zu erfassen sind. Zukünftig kommen in der VEM Sachsenwerk GmbH in Dresden unter anderem Laser - Schneidanlagen, Fräs- und Drehbearbeitungszentren, Bandverarbeitungsanlagen (Stanzmaschinen), Isolieroboter und Direktbewicklungsmaschinen für die automatische MDE in Frage. Das bedeutet, in der Praxis ist die Signalabgreifung für potentialfreie Kontakte an der jeweiligen Maschine völlig unterschiedlich. Zum Zweiten sind die Bearbeitungsabläufe der verschiedenen Maschinen ebenfalls völlig unterschiedlich. Zum Beispiel an einem Drehbearbeitungszentrum würden u.a. Signale von den sich drehenden Spindeln (Werkzeugen) oder Signale der zu verfahrbaren Achsen in Frage kommen, um die Produktionszeit dieser Maschine zu messen. Diese Signalabgriffe von Spindeldrehzahl und der verfahrbaren Achsen eines Drehbearbeitungszentrums lassen sich jedoch nicht auf einen vollautomatischen Isolierroboter übertragen. Beim Isolierroboter würde abstrakt gesehen jede Art der Bewegung dieser Maschine eine produktive Maschinenzeit darstellen. Es ist einleuchtend, dass die Signalabgriffe und die Bearbeitungsabläufe stark variieren. Um verschiedenste Maschinen miteinander vergleichen zu können, sind allgemein gültige Maschinenzustände, die die Produktion definieren, und jeweils der Maschine angepasste Signalabgriffe notwendig. Bereits erwähnt basiert die Definition der Maschinenzustände auf der Grundlage der REFA-Zeitarten. In der folgenden Abbildung werden die Zeitarten definiert. [24]

[24] online: iaw.rwth-aachen. Aachen, (o.J.)

Zeitart	Definition der Zeitart
Hauptnutzung	planmäßig, unmittelbare Nutzung des Betriebsmittels im Sinne seiner Zweckbestimmung (z.B. Drehen Drehmaschine)
Nebennutzung	planmäßig, mittelbare Nutzung des Betriebsmittels als **Vorbereitung** auf die Hauptnutzung (z.B. Drehmeisel wechseln)
Ablaufbedingtes Unterbrechen	planmäßig, Warten der Maschine auf Tätigkeit des Menschen oder Veränderung von Arbeitsgegenständen oder auf das Ende bestimmter Ablaufabschnitte an der vorhergehenden Maschine (z.B. Messen)
Zusätzliche Nutzung	Ist Haupt – und Nebennutzung der Maschine, deren Vorkommen oder Ablauf nicht vorausbestimmt werden kann **(ungeplant)**
Störungsbedingtes Unterbrechen	Zusätzliches Warten der Maschine infolge von technischen und organisatorischen Störungen **(ungeplant)**
Erholungsbedingtes Unterbrechen	Maschinennutzung wird durch Erholen des Menschen unterbrochen
Persönlich bedingtes Unterbrechen	Maschinennutzung wird durch persönliche Gründe des Maschinenbedieners unterbrochen (Gang zum WC)

Abbildung 9: Definition Maschinenzeitarten (REFA)
Quelle: Eigene Darstellung, vgl. REFA- Methodik

Wie in der Abbildung 9 zu sehen ist, sind die Zeitarten nach REFA vollkommen allgemein gültig. Sie lassen sich für die jeweilige Maschine und deren Bearbeitungsabläufe anwenden. So kann beispielsweise nahezu an jeder Produktionsmaschine eine Hauptnutzung und Nebennutzung dieser Maschine definiert werden.

Für die Maschinendatenerfassung spielt die Zeitart „erholungsbedingtes Unterbrechen“ keine Rolle. Da die Produktionsabläufe laut Arbeitsorganisation keine Erholung von Mensch und Maschine bedürfen. Ebenfalls ist nach REFA die Zeitart persönlich bedingtes Unterbrechen, wie z.B. der Gang zum WC, für die Maschinendatenerfassung nicht relevant. In der Arbeitsorganisation der VEM Sachsenwerk GmbH, die nach den festgelegten tariflichen Rahmenbedingungen organisiert ist, sind dafür 5% der Auftragszeit vorgesehen. Diese Zeit sollte im

Nachhinein eingerechnet werden. Denn sie ist in der Praxis kaum zu erfassen, da die CNC - Maschinen auch teilweise in Abwesenheit der Bediener produzieren.

Die Rüstzeit wird nach REFA nach dem gleichem Prinzip separat definiert. Sie ist jedoch vom Zeitvolumen gegenüber der Bearbeitungszeit meist wesentlich geringer und sollte deshalb als Gesamtzeit erfasst werden.

Mit der Abbildung 9 wurden demnach alle Zeitarten, die im Produktionsprozess auftreten können, definiert. Die Aufteilung der definierten Zeitarten in Produktionszeit und Stillstandszeit wird anhand des folgenden Konzepts (4.4.2.2) verdeutlicht.

4.4.2.2 Konzept für vereinheitlichte Erfassung von Maschinendaten

Mit dem neuen Konzept werden die zuvor (4.4.2.1) definierten Zeitarten aufgeteilt in Produktions- und Stillstandszeit. Damit wird das Problem aus dem ersten Testlauf in der genauen Definition der Produktions- und Stillstandszeit gänzlich gelöst. Das neue Konzept legt den Fokus auf die detaillierte Aufzeichnung (Erfassung) von Produktionszeiten. Nach REFA wird die Grundzeit, für diese Anwendung entspricht sie der Produktionszeit, unterteilt in Hauptnutzung, Nebennutzung und ablaufbedingtes Unterbrechen. Zur Stillstandszeit, nach REFA entspricht sie der Verteilzeit, gehört die „Zusätzliche Nutzung“ der Maschine, die Zustände störungsbedingtes Unterbrechen, persönlich bedingtes Unterbrechen sowie erholungsbedingtes Unterbrechen.[25][26] Wie schon erwähnt, ist die Erfassung der Zeiten für persönliches Unterbrechen und erholungsbedingtes Unterbrechen nicht notwendig. Im folgenden Konzept wird die Zuordnung der einzelnen definierten Zeitarten an einem Beispiel einer Karusselldrehmaschine AC18 aufgezeigt.

[25] vgl. REFA Bundesverband e.V. , 2002, S. 215f.
[26] online: iaw.rwth-aachen. Aachen, (o.J.)

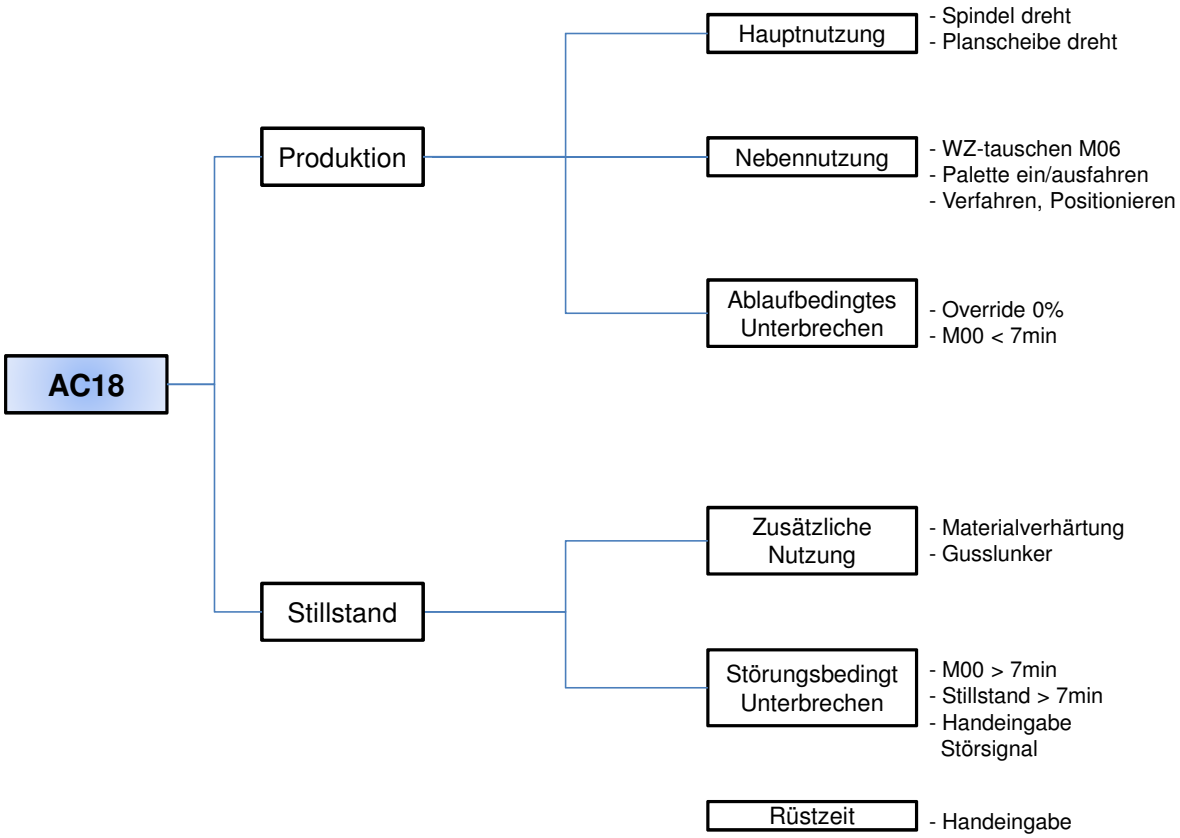


Abbildung 10: Zuordnung der Zeitarten (Refa) am Beispiel der Maschine AC18
Quelle: eigene Darstellung, Konzept für Zeitarten Maschinendatenerfassung

Wie in Abbildung 10 zu sehen, setzt sich die Produktionszeit aus Haupt-, Nebennutzung und dem ablaufbedingten Unterbrechung zusammen. Der Stillstandszeit wurden die zusätzliche Nutzung und das störungsbedingte Unterbrechen zugeordnet. Nach dem Aufbau dieses Schemas werden die einzelnen Zeitenarten (Hauptnutzung, Nebennutzung,…) in der MDE-Software numerisch addiert. Das heißt, es wird numerisch die Summe aus Haupt-, Nebennutzung und dem ablaufbedingtem Warten gebildet und zur Summe der Produktionszeit addiert. Die Stillstandszeit (Verteilzeit) wird ebenfalls aus der Summe aus zusätzlicher Nutzung und störungsbedingten Unterbrechen gebildet. Speziell für das gezeigte Beispiel einer vollautomatischen Karusselldrehmaschine wird die Rüstzeit nicht betrachtet, da das Rüsten bei dieser Maschine parallel zur Produktion verläuft und damit nicht in die eigentliche Zeit der Maschine eingeht. Die Summe aus Stillstandszeit und Produktionszeit bilden zusammen 100% der Gesamtaufnahmezeit, die die Belegungszeit der Maschine darstellt. Für persönlich bedingtes Unterbrechen sind 5% der Gesamtzeit vorgesehen. Das heißt, persönlich bedingtes Unterbrechen wird derzeit als Stillstand erfasst und es müsste im Nachhinein eine Umbuchung auf die Produktionszeit erfolgen. Dies wurde für den Testlauf zunächst vernachlässigt.

4.4.2.3 Anwendung des Konzepts an verschiedenen Maschinen

Für die praktische Anwendung des Konzepts bildet zwar das theoretisch entwickelte Konzept mit den nach REFA definierten Zeitarten die Grundlage, jedoch ist die praktische Umsetzung, für die jeweilige Maschine erneut zu bedenken. Das heißt, der theoretische Hintergrund für z.B. Hauptnutzung ist geklärt, jedoch nicht welche Signale an den einzelnen Maschinen dafür abzugreifen sind. Im folgenden Text wird am Beispiel der vollautomatischen Karusselldrehmaschine AC18/2 die Vorgehensweise beschrieben.

Zur praktischen Umsetzung der MDE ist die Signalbereitstellung an der jeweiligen Maschine erforderlich. Die Signale können durch potentialfreie Kontakte direkt an der Maschine, oder auch im gewählten Beispiel, direkt über die SPS-Steuerung abgegriffen werden. Die AC18/2 wird durch eine außerhalb stationierte Palettierstation (siehe Anhang 11) bestückt. Der eigentliche Rüstvorgang an dieser Maschine erfolgt demnach zum größten Teil außerhalb der Maschine. Die Palettiereinrichtung besteht aus sechs Paletten, die einzelne Palette kann parallel zum Betrieb der Maschine gerüstet werden. Die Bestückung der Maschine, das Einfahren der Paletten in die Maschine, kann bis zu 7 min benötigen. In der folgenden Abbildung sind die Signalabgriffe zu sehen, welche den definierten Zeitarten zugeordnet sind.

Zeitart	Signalerfassung aus der SPS-Steuerung
Hauptnutzung	eine der Achsen (x; y; z) verfährt **und** parallel dazu dreht sich die Planscheibe oder die Werkzeugspindel
Nebennutzung	eine der Achsen (x; y; z) verfährt **oder** Planscheibe oder Werkzeugspindel dreht sich oder Palettenwechsel (Bestückung)→ Signalerfassung durch Unterprogrammaufruf Palettenwechsel oder Werkzeugwechsel (Unterprogramm) → alle Zustände < 7min
Ablaufbedingtes Unterbrechen	M00/01 programmierter Halt < 7min (z. B Messen, Späne entfernen) Reset = Achsenstillstand Kanal aktiv unterbrochen< 7min Override 0% oder ZyklusStopp bei aktiven Betrieb< 7min
Störungsbedingtes Unterbrechen	Palettenwechsel >7min M00/M01 programmierter Halt > 7min Reset = Achsenstillstand Kanal aktiv unterbrochen > 7min Override 0% oder ZyklusStopp bei aktiven Betrieb > 7min bei anstehenden NCK-Alarm (Notaus) oder Tastendruck: organisat.; technisch; Rüsten→ Störung
Zusätzliche Nutzung	Tastenbetätigung MDE-Terminal
Pause	Nach Tastenbetätigung am MDE-Terminal laufen automatisch 30min ab (feststehend)

Abbildung 11: Signalerfassung für die jeweilige Zeitart
Quelle: eigene Darstellung, praktische Umsetzung

Die Signalerfassung, welche in Abbildung 11 dargestellt wurde, ist an jeder Maschine anders, außer es sind vollkommen gleiche Maschinen. Es ist zu sehen, dass ein nicht unerheblicher Aufwand für die exakte Bereitstellung der Signale entsteht. Stark vereinfacht gesehen, müssen 5 Signale (x, y, z- Achse, Hauptspindel, Nebenspindel) bereitgestellt werden, um die Hauptnutzung der Karusselldrehmaschine richtig zu erfassen.

Nachdem alle Signale bereitgestellt und alle Vorkehrungen bezüglich des MDE-Testlaufs getroffen wurden, konnte der zweite Testlauf, mit dem neuen MDE-Anbieter FASTEC beginnen. Die dazu entstandenen Arbeiten von MDE-Anbieter und der VEM Sachsenwerk GmbH wurden bereits beim ersten Testlauf beschrieben und können auf den zweiten Testlauf übertragen werden. Der Wechsel des MDE-Anbieters wurde u.a. aus Kostengründen und einem geeigneteren Service vorgenommen.

4.4.3 Auswertung des zweiten Testlaufs

Anders als beim ersten Testlauf werden die entstandenen Maschinendaten nicht auf einem Server, sondern direkt auf dem FASTEC-Terminal gespeichert. Die Produktionszeit wurde am Beispiel der Karusselldrehmaschine vollautomatisch erfasst und damit die Subjektivität der Bediener gänzlich ausgeschlossen. Die Eingabe der Stillstandsgründe erfolgt am FASTEC Terminal (siehe Anhang 12) per Touchpad und es können beliebig viele Tasten programmiert werden. Aus der gemachten Erfahrung mit „12 Stillstandstasten“ beim ersten Testlauf und der mangelhaften Quittierung der Stillstände durch den Bediener, sollte nun die Quittierung der Stillstände erleichtert werden. Dies wurde mit den „wenigen“ Tasten erreicht, die ein Bediener zu quittieren hat. Zur Verfügung stehen die Tasten:

- Pausentaste
- Zusätzliche Nutzung
- Organisatorischer Stillstand
- Technischer Stillstand
- Rüstzeit

Das heißt, die Quittierung der Tasten durch den Bediener ist subjektiv, jedoch die summierte Störzeit insgesamt kann objektiv erfasst werden. Dabei gilt für das gewählte Beispiel der vollautomatischen Karusselldrehmaschine die besondere Zuordnung der Rüstzeit als Störzeit, da diese an der AC18-Drehmaschine parallel zur Produktion der Maschine durchgeführt wird. Das heißt, quittiert der Bediener Rüsten, steht die Maschine wegen des Bedieners, der außerhalb der Maschine an der Rüststation arbeitet, still.

Demnach wurden die Produktionszeit und die Gesamtzeit des Stillstandes vollautomatisch erfasst. In der folgenden Abbildung wird die KW09-2012 der vollautomatischen Karusselldrehmaschine ausgewertet.

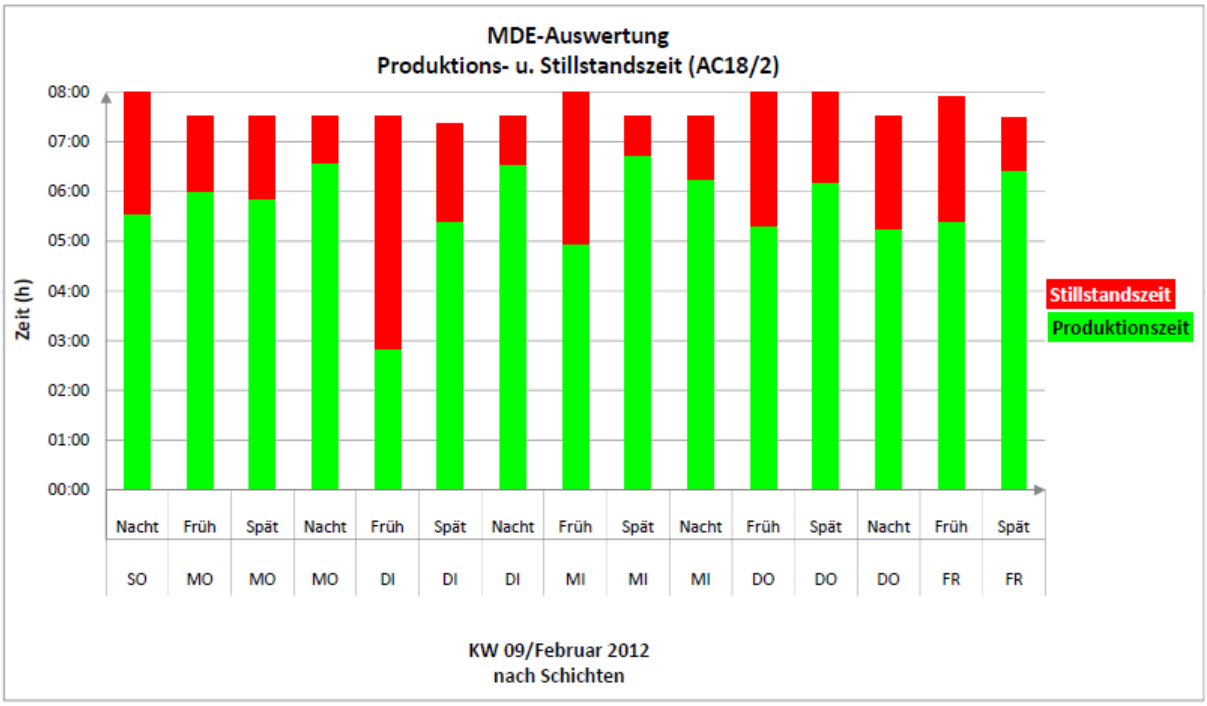


Abbildung 12: MDE- Auswertung KW09/12 (neues Konzept)
Quelle: eigene Darstellung, praktische Umsetzung

Aus der obigen Abbildung 12 ergibt sich eine Acht-Stunden-Schicht aus der Summe der Produktionszeit, Stillstandszeit und der Pausenzeit. Dazu ist zu sagen, dass die Bediener die Pausenzeiten quittieren mussten. Teilweise wurde keine 8h/Schicht erreicht. Dies ist durch nicht quittierte Pausenzeiten entstanden. Weiterhin kann abgelesen werden, dass die Stillstände jeweils in der Nachtschicht am geringsten waren. Der Hauptgrund dafür ist die „Zwei-Mann-Bedienung“ in der Nachtschicht. In der Früh- und Spätschicht arbeitete jeweils ein Bediener an der Maschine. Das würde theoretisch bedeuten, dass in der Nachtschicht die doppelte Arbeit geschafft werden müsste. Dazu ist zu sagen, dass die Arbeiten schichtübergreifend sind. Das heißt, die zwei Bediener führen in der Nachtschicht bereits vorbereitende Arbeiten (Rüsten Palettierstation) durch, um somit die Früh- und Spätschicht zu unterstützen. In der Nachtschicht kann ein Bediener die Karusselldrehmaschine bedienen, während der andere Bediener die Paletten auf der Palettierstation rüstet. Das Rüsten kann demzufolge in Früh und Spätschicht eingespart werden. Prinzipiell ist jedoch zu sehen, dass die „Zwei-Mann-Bedienung“ weniger Stillstand erzeugt.

Weiterhin ist zu erkennen, dass Stillstandszeiten innerhalb einer Schicht variieren. Hier sollte, als wesentlicher Grund, die Manufakturfertigung, die ständig ändernde Bearbeitungsabläufe an der Karusselldrehmaschine hervorruft, genannt werden.

4.4.4 Ergebnisse des zweiten Testlaufs

Das aus der Aufgabenstellung gesetzte Ziel, die Anwendung von Maschinendatenerfassung an unterschiedlichen Maschinentypen durchzuführen, wurde mit dem zweiten Testlauf erreicht. So konnte das neue Konzept auf der Grundlage der REFA-Zeitarten an einer weiteren Drehmaschine und Stanzmaschine erfolgreich getestet werden. Das Konzept ist demnach an unterschiedlichen Maschinen anwendbar. Die gesetzte Priorität, der genauen Erfassung der Produktionszeit, ist im Rückblick der richtige Weg. Im zweiten Testlauf hat sich gezeigt, dass die praktische Realisierung, mit den nach REFA definierten Zeitarten, funktioniert. Die Signalerfassungen zur Ermittlung der Produktionszeit funktioniert vollkommen automatisch. Das bedeutet, die Produktionszeiten sind jetzt vollkommen objektiv. Durch die jetzt genau erfassten Produktionszeiten kann eine genaue Aussage über die Auslastung der eigentlichen Maschine getroffen werden. Das heißt, zum gegenwärtigen Stand können auch Stillstandszeiten, die das Pendant zur Produktionszeit bilden, aus den Maschinendaten entnommen werden. Besonders die wöchentliche Auswertung von Produktionszeiten über einen längeren Zeitraum, zeigt im Durchschnitt eine reelle Auslastung der einzelnen Maschine. Im Anhang 13 wird die Auslastung über 5 Wochen der Maschine AC18/2 aufgezeigt.

Weiterhin ist zu bewerten, dass die einzelnen Stillstandsgründe und deren Zeiten derzeit nur vereinfacht dargestellt werden können. Aus den Maschinendaten sind einzelne Stillstände nicht sinnvoll auszuwerten. Gegenwärtig ist lediglich die gesamte Stillstandszeit auswertbar.

4.5 Ergebnis des ersten Lösungsansatzes

Im Rückblick konnten durch den ersten Lösungsansatz für die Anwendung von Maschinendatenerfassung in der Manufakturfertigung einige Fortschritte erzielt werden. Mit der Durchführung des ersten Testlaufs wurden die anfänglichen Hürden bezüglich der praktischen Umsetzung von Maschinendatenerfassung genommen. Mit den ersten Ergebnissen des Testlaufs wurden die Vorteile gegenüber manuellen Aufschreibungen schnell erkannt. Die noch nicht klar definierten Zeitarten im ersten Testlauf wurden im zweiten Testlauf, mit dem neuen Konzept nach REFA, zielführend definiert. Das bereits im ersten Testlauf beschriebene Problem der genauen Erfassung der Stillstandsgründe innerhalb der gesamten Stillstandzeit, konnte jedoch auch mit dem zweiten Testlauf nicht gelöst werden. Im Gegenteil, die Erfassung der Stillstandsgründe wurde vereinfacht. Doch selbst mit der Vereinfachung, der wenigen Tasten die jetzt noch durch den Bediener gedrückt werden müssen, wurde eine lückenhafte Quittierung aufgezeichnet. Die Bediener quittierten die Stillstände lückenhaft. Nicht quittierte Stillstände wurden als unbegründete Stillstandszeiten aufgezeichnet. Später in der Auswertung kann lediglich die gesamte Stillstandszeit sinnvoll verwendet werden, da unbegründete Stillstandszeiten die Gesamtstillstandszeit verzerren. Wo liegen die immer noch nicht gelösten Probleme der Quittierung der Stillstände? Die Mitarbeiter vergessen des Öfteren eine Quittierung des Stillstandes. Hier sollten für weitere MDE-Anwendungen praktische Lösungen gegen ein Vergessen der Quittierung gefunden werden. Zum Weiteren wurde aus den Gesprächen mit den Maschinenbedienern erkannt, dass Stillstände auch willentlich vergessen werden. Hier ist zukünftig die Motivationsfrage hinsichtlich der Quittierung der Stillstände durch den Bediener zu klären. Auch besteht immer noch der Anspruch, eine Lösung für die „sinnvolle“ Auswertung von erfassten Maschinendaten zu finden. Wie auch schon nach dem ersten Testlauf erkannt, können bisher die Ursachen der Stillstände im Nachhinein, z.B. nach Wochen in der Auswertung nicht mehr zugeordnet werden. Beispielsweise wurde vor zwei Wochen am Montag in der Frühschicht ein Stillstand von 3h aufgezeichnet. Nach den zwei Wochen kann der Meister oder der Maschinenbediener keine Begründung für den „langen“ Stillstand geben. Der Zeitraum ist zu lang. Es ist nicht mehr zu ermitteln, welche Fertigungsaufträge an diesem Montag bearbeitet und durch welche Probleme behindert wurden. Es fehlt eindeutig der Bezug des Stillstands zu Bauteil und Schicht.

5 Zweiter Lösungsansatz

5.1 Beschreibung des Fortschrittes

Mit den beiden Testläufen aus dem ersten Lösungsansatz sind einige Fortschritte in der Anwendung von Maschinendatenerfassung erzielt wurden. So konnte die zusätzliche Belastung der Maschinenbediener und die lückenhaften Aufzeichnungen bei manuellen Aufschreibungen von Maschinendaten durch den Einsatz von automatischer MDE gelöst werden. Weiterhin wurde am Beispiel des Drehautomaten mit Hilfe des neuen Konzepts eine genaue Erfassung von Produktions- und Stillstandszeit realisiert. Schlussfolgernd entstehen aus den jetzt noch vorhandenen Schwachstellen, beschrieben im Gesamtergebnis des ersten Lösungsansatzes, folgende Schwerpunkte:

- Motivation der Mitarbeitern für die Quittierung von Maschinenstillständen
- Aufzeigen einer geeigneten Methodik durch die ein Vergessen von Maschinenstillständen ausgeschlossen wird
- Grundlage zur Auswertung der Maschinenstillstände schaffen
- wirtschaftliche Anwendung der Maschinendatenerfassung schaffen

Dabei sollte die Motivation der Mitarbeiter, Stillstände zu quittieren, theoretisch untersucht und praktisch die geeignete Methodik für die Erfassung der Stillstände entwickelt werden. Derzeit gibt es mehrere Gründe, weshalb die Motivation der Mitarbeiter nicht gegeben ist und diese auch zu Manipulationen bereit sind. So könnte zum einem der Mitarbeiter den Stillstand falsch einschätzen oder zum anderen zu seinen Gunsten manipulieren. Das könnte z.B. bedeuten, dass das Fehlen von Kühlmittel im Kühlmittelbehälter durch den Bediener als Defekt der Kühlschmierstoffanlage „falsch“ begründet wird und die entstandene Zeit manipuliert wird, um sich „Freiräume“ während der Arbeitszeit zu schaffen. Eine genaue Betrachtungsweise hinsichtlich der Manipulation erfolgt in 5.2.

Weiterhin sind zum jetzigen Wissensstand die Möglichkeiten der Auswertung von Maschinendaten begrenzt. Dieses Problem sollte im Zusammenhang mit der sinnvollen Anwendung von MDE (3.2) gesehen werden. Die Fragestellung lautet hier, welche Werksabteilung wird Maschinendaten auswerten und nutzen. Dies bildet die Herleitung zur Ausgangsfrage, was möchte die VEM Sachsenwerk GmbH mit der Einführung von Maschinendatenerfassung erreichen. Im zweiten Lösungsansatz wird auf die eben aufgezeigten Probleme eingegangen und Lösungen vorgeschlagen.

5.2 Motivation der Mitarbeiter bei Stillstandsbegründungen

Unter der Überschrift „Motivation der Mitarbeiter bei Stillstandsbegründungen“, stellt sich als erstes die Frage, weshalb die Motivation der Mitarbeiter fehlt, Stillstände zu quittieren. Einleuchtend erscheint zunächst die Logik, dass Unproduktivität zusätzlich Kosten verursacht. Unter diesen Gesichtspunkten möchte das natürlich kein Mitarbeiter als seine Schuld auf sich nehmen. Doch hätte der Mitarbeiter den Stillstand verhindern können? In den meisten Fällen nicht. Wieso wirken dann Bediener der Quittierung von Stillständen entgegen. Folgende Gründe werden in Betracht gezogen:

- Angst vor Leistungseinschätzung der erbrachten Arbeit
- Konkurrenzdruck durch Arbeitskollegen
- Lücken und Reserven der Mitarbeiter werden entdeckt
- absolvierte Zeiten könnten als Druckmittel eingesetzt werden
- Überforderung neben der eigentlichen Arbeit (vergessen), falsche Angaben bei verspäteter Quittierung im Nachhinein

Bereits in den Testläufen wurde bemerkt, dass Stillstände häufig vergessen oder gar zu Gunsten der Maschinenbediener manipuliert wurden. Wie und wodurch entsteht eine Motivation der Mitarbeiter, Stillstände zu manipulieren?

Die Motivation der Mitarbeiter ist aus heutiger Sicht von großer Bedeutung. Aus der Motivationsforschung zu entnehmen, reagieren Mitarbeiter auf Bedürfnisse. Es gibt mehrere Theorien, die versuchen, die Bedürfnisse eines Individuums zu veranschaulichen. Zu den bekanntesten Theorien gehört die Bedürfnispyramide nach Maslow.

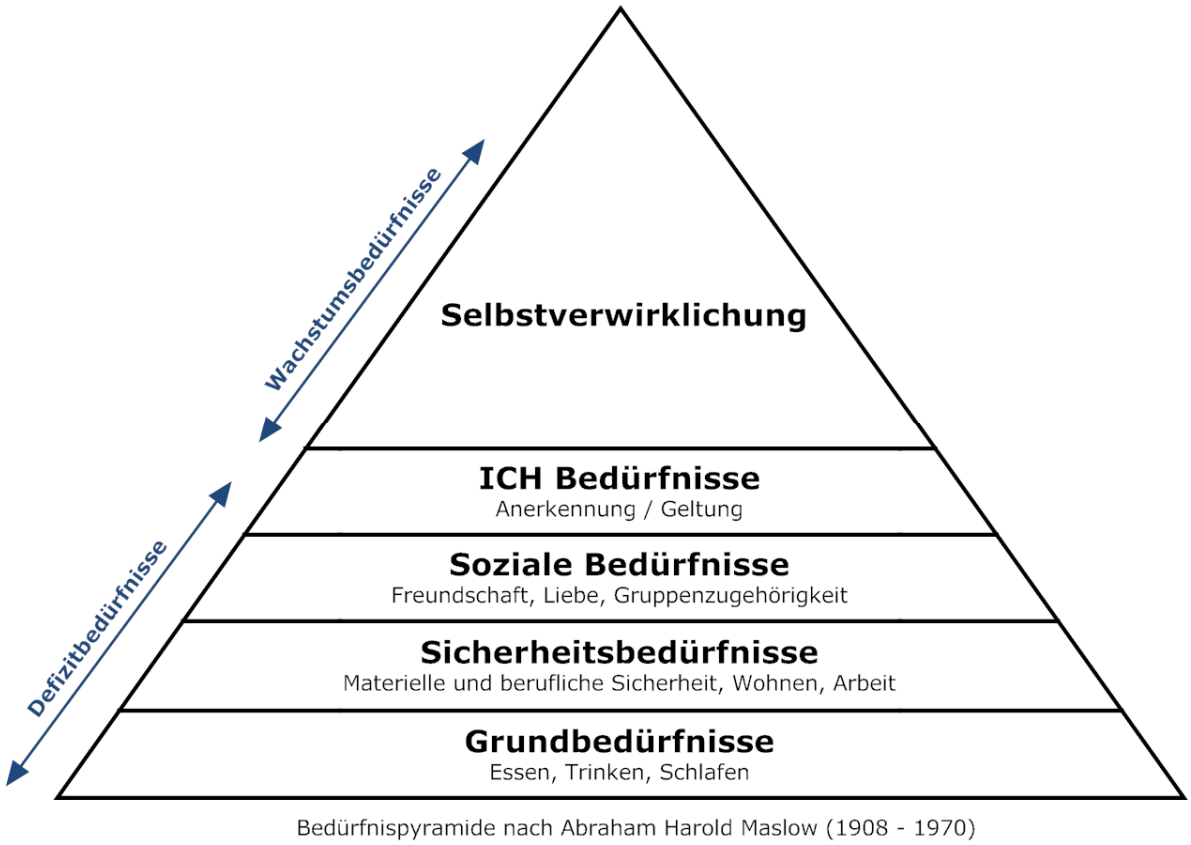


Abbildung 13: Maslowsche Bedürfnispyramide
Quelle: http://www.topfox.ch

Hier werden aufsteigend über fünf Ebenen die Bedürfnisse des einzelnen Individuums zugeordnet. Das heißt, erst wenn die Bedürfnisse der Ebene 1 (Grundbedürfnisse) erfüllt sind, werden immer wiederkehrend die Bedürfnisse der nächst höheren Ebene bis zur Ebene 5, angestrebt. Dabei entsteht jeweils bei Mangel eines Bedürfnisses aus den vier unteren Ebenen ein Defizit für das einzelne Individuum. Umso mehr Defizite auf das Individuum einwirken, desto schlechter ist seine Leistungsfähigkeit.

Allgemein haben die Theorien über die Motivation des einzelnen Individuums ein Umdenken in der modernen Wirtschaft bewirkt. Zum Beispiel gibt es Ansätze der ganzheitlichen Arbeitsplatzgestaltung mit dem Kernanliegen, eine Erweiterung des Handlungsspielraums für den einzelnen Arbeiter zu ermöglichen. [27]

Bildet die Maslowsche Bedürfnispyramide einen Zusammenhang zur Begründung von Maschinenstillständen? In der ganzheitlichen Betrachtung der Motivation des einzelnen Individuums, dem Maschinenbediener, ja! So kann beispielsweise nur ein ausgeschlafener und gesättigter Mitarbeiter, dessen Grundbedürfnisse erfüllt sind, voll leistungsbereit sein. Er bedarf einen sicheren Arbeitsplatz sowie finanzielle Sicherheit. Außerdem möchte er sich durch seine Arbeit etablieren und benötigt gelegentlich die Anerkennung, also die Bestätigung seiner ICH-Bedürfnisse.

[27] vgl. Müller, E; Spanner-Ulmer, B. 2009, S. 48f.

Die letzten hier in kurzer Form aufgeführten Bedürfnisse, werden genau mit der Quittierung von Stillständen, was im Umkehrschluss die „Nichtproduktivität“ bedeutet, gefährdet. Durch eine erfasste Stillstandszeit erhält ein Bediener keine Anerkennung – im Gegenteil, das Bild über seine Arbeitsleistung verschlechtert sich. Eine schlechte oder auch eine schlechtere Arbeitsleistung gegenüber seinem Kollegen oder gegenüber vergangenen Monaten gefährdet seinen Arbeitsplatz – so könnte der Bediener denken. Der Zusammenhang zur Maslowschen Bedürfnispyramide besteht. Die Kündigung seines Arbeitsplatzes bedeutet das Fehlen von Anerkennung, ein ICH-Bedürfnis, sowie das Fehlen von finanziellen Sicherheiten, ein Grundbedürfnis. Dies erklärt zunächst die Abneigung der Maschinenbediener.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Überforderung und das Vergessen der Quittierung, neben der eigentlichen Arbeit, als hauptsächliches Problem auftraten. Dabei ist das Vergessen der einzige hier aufgeführte Grund, der unwillkürlich vom Bediener ausgeht. Es würde zwar die Möglichkeit des absichtlichen Vergessens bestehen, davon wird jedoch nicht ausgegangen. In den meisten Fällen möchten die Maschinenbediener nach einem Stillstand regulär mit der Maschine weiterarbeiten und vergessen vor Beginn der Arbeit die notwendige Quittierung des vergangenen Stillstands. Für alle anderen in 5.2 aufgeführten Gründe der „falschen Motivation“ der Maschinenbediener, ist an diesem Punkt Willkür zu unterstellen. Die Motivation für eine Willkür wurde bezüglich der Bedürfnisse des einzelnen Maschinenbedieners bereits erklärt. Das bedeutet, um Willkür bezüglich der Stillstandsquittierung auszuschließen, muss ein Umdenken des einzelnen Maschinenbedieners erreicht werden. Die „Vergesslichkeit“, die u.a. mit der Überforderung des Bedieners einhergeht, ist separat zu betrachten. Dies geschieht unwillentlich und hat nichts mit der Motivation des Mitarbeiters zu tun. Das Problem der „Vergesslichkeit“ ist durch eine geeignete Methode, die ein versehentliches Vergessen verhindert, zu lösen.

Unter der Überschrift „Motivation der Mitarbeiter“ stellt sich nun die Frage, wie die Motivation, zum willentlichen Quittieren der Stillstände, erreicht werden kann. Dazu muss den Mitarbeitern das genaue Ziel des Einsatzes von MDE verdeutlicht werden. Sie müssen verstehen, welchem Zweck der Einsatz von MDE dienen soll. Das heißt, die MDE soll keinesfalls für die Leistungseinschätzung oder Überwachung des Mitarbeiters eingesetzt werden. Es sollten die drei Einführungsgründe aus 3.2 dem Mitarbeiter kurz beschrieben und der Zusammenhang zum Hauptziel der MDE, die Stärkung der Wirtschaftlichkeit des Unternehmens zu sichern, erklärt werden. Die Erklärungen werden den Mitarbeitern die Angst bezüglich Ihrer Bedürfnisse nehmen und sie müssen verstehen, dass die Stärkung der Wirtschaftlichkeit für alle Beteiligten von Bedeutung ist. Das Einbeziehen der Mitarbeiter ist sehr wichtig und ermöglicht erst eine erfolgreiche Zusammenarbeit.

5.3 Modell für die Maschinendatenerfassung

Mit der Erstellung des Modells für die MDE-Erfassung sollen die gegenwärtigen Probleme bei der Erfassung von Stillständen gelöst werden. Bisher konnten mit dem ersten Lösungsansatz Stillstandsgründe und deren Zeiten nicht lückenlos erfasst werden. Durch die Vorgehensweise nach dem folgenden Modell soll das unwillentliche Vergessen ausgeschlossen werden.

Des Weiteren greift das neue Modell die ungelösten Probleme der Auswertbarkeit und der geeigneten Verwendung von Maschinendaten auf. Derzeit kann zwar die Stillstandszeit erfasst, jedoch im Nachhinein in der Auswertung keiner Ursache für deren Auftreten zugeordnet werden. So ist zum Beispiel ein Stillstand wegen Werkzeugbruch nach einer Woche nicht mehr zuzuordnen. Es fehlt der Bezug zum Bauteil (Fertigungsauftrag).

Das Problem, der geeigneten Verwendung der MDE, ist vorrangig aus wirtschaftlichen Gründen aufzugreifen. Die MDE sollte heutzutage effektiv und effizient eingesetzt werden. An dieser Stelle gilt zu sagen, dass heute MDE hauptsächlich als Werkzeug für die zeitnahe Erfassung von IST-Daten aus der Produktion eingesetzt wird. Das bedeutet, Effizienz und Effektivität werden durch die bessere Planbarkeit aufgrund der zur Verfügung stehenden IST-Daten erreicht. Für die Kapazitätsplanung mit IST-Daten ist eine auftragsbezogene MDE erforderlich. Dies wird in 5.4 an einem Testlauf verdeutlicht. Mit diesem Modell wird jedoch bereits der Grundstein für die sinnvolle auftragsbezogene MDE gesetzt.

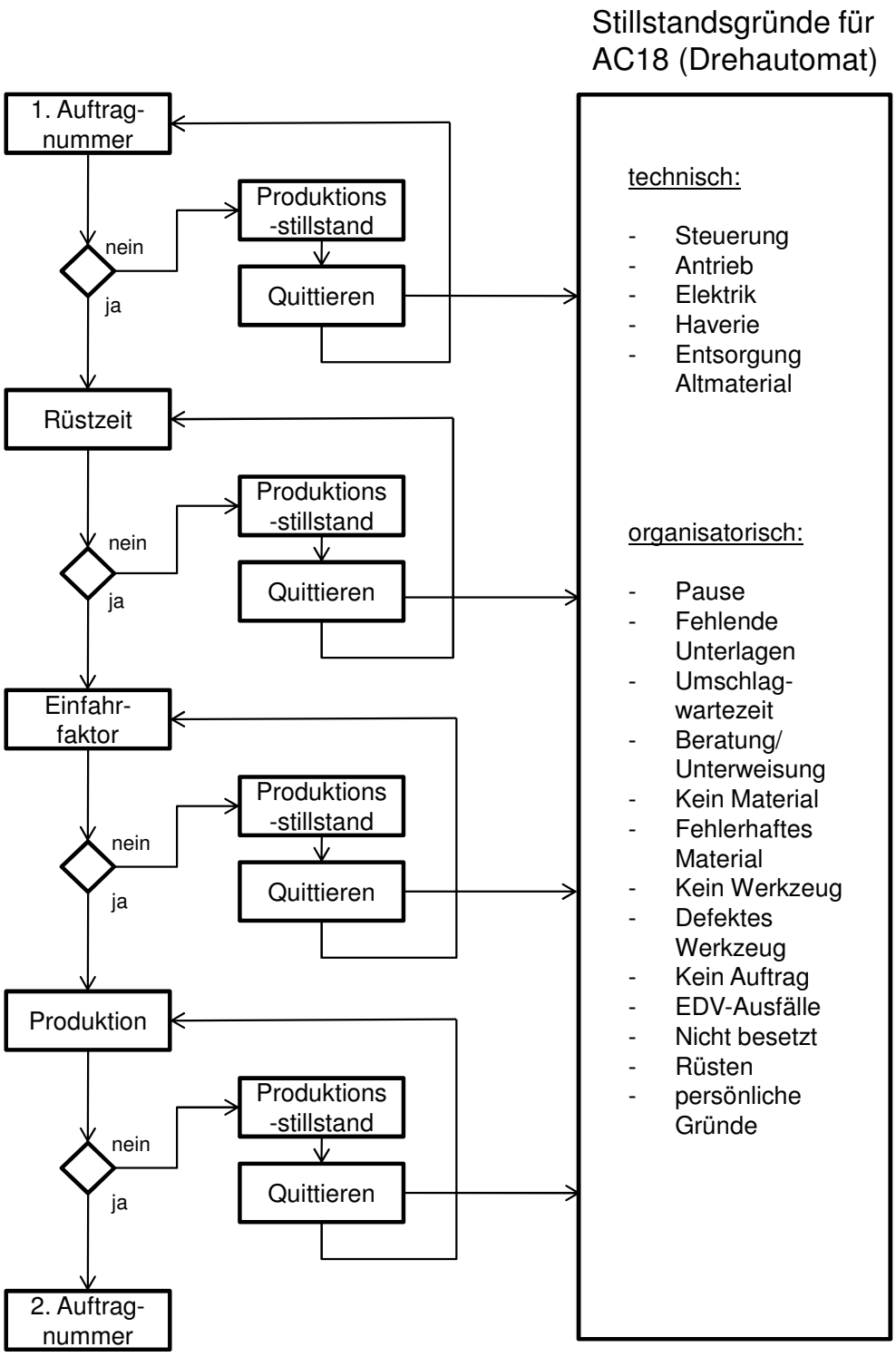


Abbildung 14: Modell Maschinendatenerfassung
Quelle: Eigene Darstellung

Nach dem neuen Modell wird das Vergessen der Stillstandsquittierung gänzlich ausgeschlossen. Die Vorgehensweise wird im Folgenden beschrieben. Bevor die eigentliche Bearbeitung durch Betätigen der Starttaste erfolgen kann, sind als erstes

die Auftragsnummer, die Rüstzeit und der Einfahrfaktor für den zu bearbeiteten Auftrag einzugeben. Diese „Werte“ sind aus den Begleitpapieren ersichtlich. Wobei der Einfahrfaktor den Mehrarbeitsaufwand ausdrückt. Ein Mehrarbeitsaufwand entsteht vorwiegend durch das Einfahren von CNC-Programmen bei neuen Bauteilen. Erst nach dem die ebengenannten „Werte“ eingegeben wurden, kann mit der eigentlichen Produktion begonnen werden. Wird aus irgendwelchen Gründen der Eingabevorgang unterbrochen, erfordert das vom Bediener eine Art „Zwangshandlung“, die er durchzuführen hat. Erst nach der Quittierung kann mit der Arbeit fortgesetzt werden. Das heißt, die Software von FASTEC greift auf die Maschinensteuerung zu. Erst nach Freigabe, Quittierung der FASTEC-Software, wird die Steuerung der Maschine freigegeben. Wie in Abbildung 14 zu sehen ist, tritt die eben beschriebene „Zwangshandlung“ auch bei jeglicher Unterbrechung der Produktion ein. Jedoch der automatische Mechanismus der „Zwangshandlung“ tritt erst nach > 3min ein. Somit wird der Bediener durch ständiges Quittieren nicht von der eigentlichen Arbeit abgehalten. Dabei werden die 3min vorerst aus den gemachten Erfahrungen angesetzt. Mit dem Anmelden des neuen Auftrags ist der vorhergehende Auftrag beendet.

Demnach wird die Auftragszeit, aufgeteilt in Produktionszeit und allen Stillstandzeiten, zugeordnet den Stillstandsgründen (siehe „Stillstandsbox“, Abb.14), mit dem neuen Modell erfasst.

Die anfangs gesetzten Ziele:

- Vergesslichkeit von Quittierungen ausschließen
- Zuordenbarkeit in der Auswertung von Maschinenstillständen ermöglichen
- effizienter und effektiver Einsatz von MDE durch auftragsbezogene MDE

werden mit dem neuen Modell unter der Berücksichtigung, dass eine auftragsbezogene Maschinendatenerfassung durchgeführt wird, erreicht.

Die praktische Realisierung des Modells ist durch den Betriebsrat vorerst gestoppt. Aus der Sichtweise des Betriebsrats wird die Anwendung von Maschinendatenerfassung unmittelbar mit der Leistungsbewertung des einzelnen Mitarbeiters in Zusammenhang gebracht. Die Denkweise erschließt sich wie folgt. Maschinendaten enthalten unter anderem Stillstandszeiten. Diese Stillstandszeiten können zum gegenwärtigen Fortschritt, unabhängig von diesem Modell, Schichtweise aus der FASTEC-Software entnommen werden. Der zuständige Meister kann so über den aktuellen Schicht-Einsatzplan die jeweils erfasste Stillstandszeit dem betreffenden Mitarbeiter zuordnen. Stark abstrahiert lässt sich auf

diesem Weg eine Leistungsbewertung des einzelnen Mitarbeiters durchführen. Die Ziele der MDE für die Sachsenwerk GmbH sind jedoch im ganzheitlichen Ansatz zu betrachten. Nur in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Bedienern kann die MDE sinnvoll eingesetzt werden. Bereits im Punkt 5.2 erklärt, müssen die Bediener wissen, dass die MDE nicht als Mittel zur Leistungsbewertung des einzelnen Mitarbeiters, sondern viel mehr zum Aufzeigen der Leistungsbehinderung aufgrund „falscher“ Planung eingesetzt werden soll. Unter diesen Gesichtspunkten wird derzeit in fachlichen Gremien beraten. Es ist geplant, eine generelle Betriebsvereinbarung bezüglich der Maschinendatenerfassung zu erstellen. Bis zum Inkrafttreten der Betriebsvereinbarung sind die Anwendung von MDE und damit auch die Anwendung des neuen Modells durch den Betriebsrat untersagt.

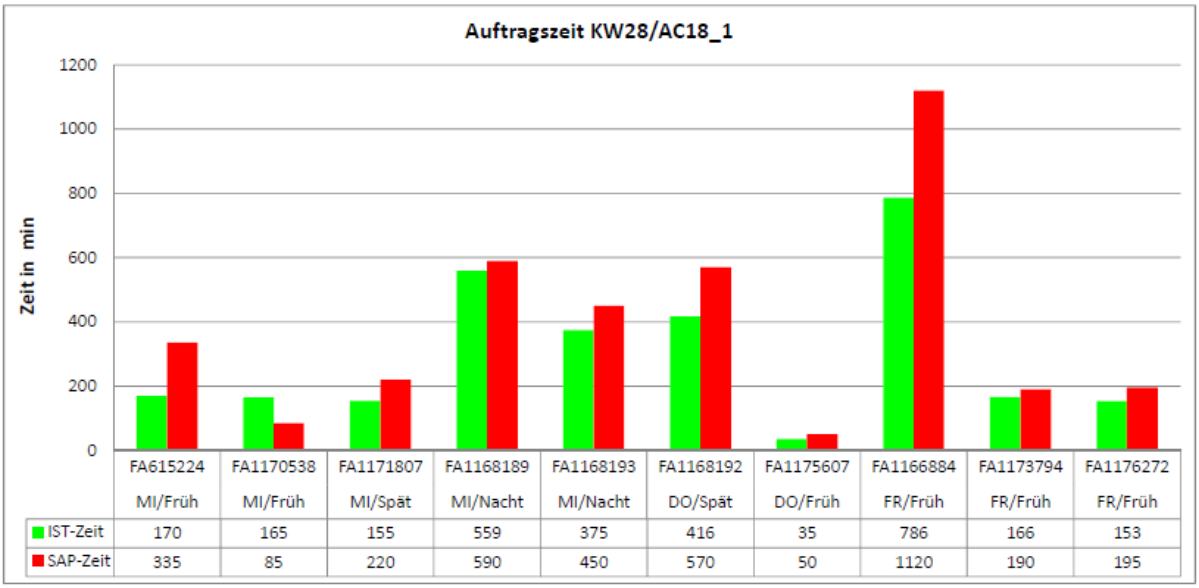
5.4 Manueller Test auftragsbezogene MDE

Mit dem manuellen Testlauf auftragsbezogener MDE sollen die tatsächlich benötigten Zeiten in der Produktion für die einzelnen Fertigungsaufträge erfasst werden. Auch die Vorteile bezüglich der wirtschaftlichen Nutzung von auftragsbezogener MDE werden deutlich.

Speziell das Einführungsziel, MDE zur Grobplanung der Kapazität, bedingt die auftragsbezogene MDE. Es werden reelle Ist-Auftragszeiten aus der Produktion erfasst. Diese Ist-Zeiten können anschließend mit den Soll-Zeiten, den SAP-Fertigungszeiten von Technologie oder Arbeitsvorbereitung, verglichen werden. So kann die Kapazitätsplanung, durch ständig aktuelle Ist-Daten aus der Produktion, die Planabweichungen minimieren. Der Minimierung der Planabweichung folgt in der Regel eine bessere Kapazitätsauslastung, die wiederum wirtschaftlichen Nutzen erzielt.

Am folgenden Beispiel (Abb. 15) des Drehautomaten AC18/1 wurden sieben nacheinander folgende Schichten über drei Tage manuell erfasst. Zur manuellen Erfassung haben die Maschinenbediener jeden Beginn des einzelnen Auftrags schriftlich notiert. Mit dem Beginn des jeweils folgenden Auftrags konnte rückwirkend die Dauer des vorrangegangenen Auftrags errechnet werden. Teilweise wurden einzelne Aufträge mehrfach unterbrochen und es mussten deshalb die Einzelzeiten aufsummiert werden. Im Erfassungszeitraum bearbeitete die Maschine AC18/1 zehn Fertigungsaufträge. Die Ist-Daten aus der Produktion sind im folgenden Diagramm grün dargestellt und den roten SAP-Vorgabewerten gegenübergestellt. Es ist zu erkennen, dass die einzelnen Vorgänge unterschiedlich lang dauerten. Der Grund war unter anderem die unterschiedlichen Stückzahlen innerhalb eines Auftrags. Auch waren die einzelnen Fertigungsaufträge von unterschiedlichem Bearbeitungs-

aufwand. So gab es Fertigungsaufträge, die die 5-fache Zeit gegenüber einem anderen Fertigungsauftrag dauerten und damit das Manufakturprinzip verdeutlichen.



	FA615224 MI/Früh	FA1170538 MI/Früh	FA1171807 MI/Spät	FA1168189 MI/Nacht	FA1168193 MI/Nacht	FA1168192 DO/Spät	FA1175607 DO/Früh	FA1166884 FR/Früh	FA1173794 FR/Früh	FA1176272 FR/Früh
IST-Zeit	170	165	155	559	375	416	35	786	166	153
SAP-Zeit	335	85	220	590	450	570	50	1120	190	195

Abbildung 15: manuelle auftragsbezogene Maschinendatenerfassung
Quelle: Eigene Darstellung

In den Aufzeichnungen (Abb.15) wurden beim ersten Fertigungsauftrag (FA615224) Abweichungen von über 150 Minuten, das entspricht fast 50% zwischen Vorgabezeit und tatsächlich benötigter Zeit gemessen. Das heißt, die Vorgabezeit im SAP ist fast doppelt so groß, als die Produktion dafür in der Praxis benötigte. Mit Ausnahme des zweiten Fertigungsauftrags, sind die Vorgabewerte aus SAP positiv, also zu groß. Insgesamt beträgt die Abweichung über 13 Stunden. Das heißt, nach sieben Schichten (7,5 Stunden/Schicht) beträgt die Nominalzeit (theoretisch mögliche Zeit) 52,5 Stunden. Daraus abgeleitet tritt insgesamt eine „positive Pufferzeit“ von über 21% auf.

Speziell beim zweiten Fertigungsauftrag ist eine negative Pufferzeit entstanden, das heißt, die praktische Bearbeitung hat länger gedauert. Viele negative Pufferzeiten würden den Plan zeitlich nach hinten verschieben. Das hat zur Folge, dass die Planzeit nicht erreicht wird, was die Termintreue gegenüber dem Kunden gefährdet und unbedingt vermieden werden muss.

Hinzu kommt, dass im SAP-Programm mit einer 8h/Schicht geplant wird. Die 21% „positive Pufferzeit“ entstehen also auch durch falsche Einstellung des Schichtkalenders im SAP. Des Weiteren würden die aufaddierten Fertigungsaufträge laut SAP-Vorgabezeit insgesamt 63 Stunden ergeben. Nominal stehen für den Zeitraum jedoch 52,5 Sunden zur Verfügung. Theoretisch schlussfolgernd wäre die Abarbeitung der zehn Fertigungsaufträge nicht möglich. Die Planzeit im SAP liegt

über 100%. Hier ist zu sagen, dass die Planung im SAP über längere Zeiträume erfolgt. Es gleichen sich positive und negative Pufferzeiten aus, sodass insgesamt über einen Monat die Abweichung der SAP-Vorgabezeiten, verschleiert, nicht mehr sichtbar ist.

Auch die Häufigkeit der Abweichung von 50% kann dem Diagramm entnommen werden. Es ist zu sehen, dass 5 von 10 Fertigungsaufträgen eine Soll-Ist-Abweichung von mehr als 60min vorweisen.

Parallel wurden die Maschinendaten über den Zeitraum der sieben Schichten mit dem FASTEC - MDE-Terminal erfasst. Die Durchführung erfolgte nach dem gleichen Schema des bereits in Punkt 4.4.2 erprobten zweiten Testlaufs, also nicht auftragsbezogen. In der Auswertung im Anhang 14 ist das Verhältnis zwischen Produktions- und Stillstandszeit, jetzt speziell der sieben Schichten, aufgezeigt. Die Produktionszeit wurde mit ca. 50% gemessen. Dabei können die „FASTEC-Daten“ nicht mit der oben beschriebenen Soll-Ist-Abweichung aus dem manuellen Testlauf verglichen werden. Die Produktionszeit des einzelnen Auftrags wird nach FASTEC nicht erfasst. Gegenwärtig kann jeweils die Produktions- und Stillstandszeit der einzelnen Schicht oder die gesamte Produktionszeit aller sieben Schichten dargestellt werden.

Genau an dieser Stelle sollte die automatische auftragsbezogene MDE mit dem FASTEC-Terminal durchgeführt werden. Mit den automatisch erfassten Auftragsdaten entfallen die manuellen Aufschreibungen durch den Bediener. Der zusätzliche Rechenaufwand der manuellen „Auftragsdaten“ entfällt ebenfalls und es kann auf Basis dieser Daten eine Soll-Ist-Abweichung dargestellt werden. Außerdem entsteht damit die Grundlage für die Auswertung der einzelnen Stillstandszeiten. Durch die automatisch erfassten „Auftragsdaten“ ist der Bezug zu Bauteil und Schicht vorhanden. Beispielsweise würde jetzt ein Stillstand vor zwei Wochen am Montag in der Frühschicht von 3 Stunden zuordenbar sein. Es kann jetzt eine „auffällige“ Soll-Ist Abweichung herausgefiltert und anschließend die Ablaufhistorie des Auftrags aus den FASTEC-Auftragsdaten entnommen werden. Dabei sind in der Ablaufhistorie, in zeitlicher Reihenfolge, die einzelnen Zeiten über Produktions- und Stillstandszeiten des jeweiligen Auftrags erfasst.

Der Vergleich in Abb. 16 zwischen Nominalzeit, SAP-Vorgabezeit und „FASTEC-Zeit“ wirft Fragen auf.

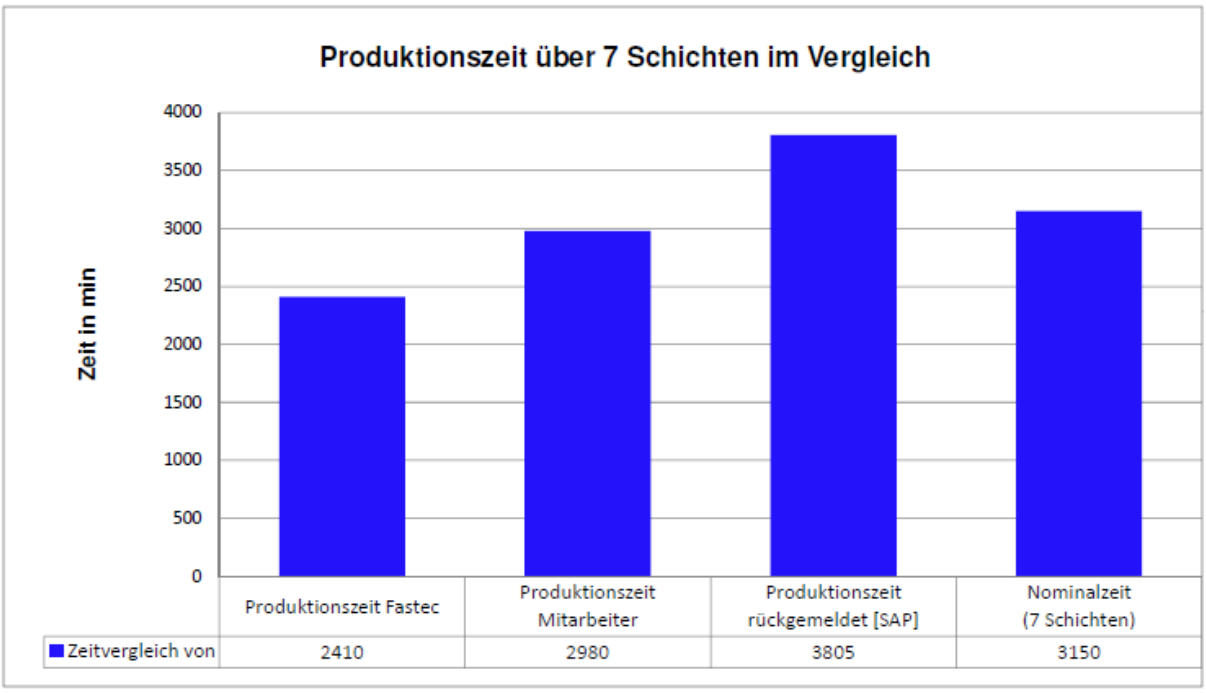


Abbildung 16: MDE- Gesamtvergleich der Erfassungsmethoden
Quelle: Eigene Darstellung

Weshalb entspricht in Abb. 16 die gesamte Produktionszeit, nach FASTEC erfasst, nicht der gesamten Produktionszeit, die die Mitarbeiter zurückgemeldet haben? Entnommen aus der Erkenntnis des zweiten Testlaufs, wird die Produktionszeit mit dem FASTEC-Terminal völlig autonom erfasst. Woher kommen dann die Abweichungen zwischen manuell erfasster Produktionszeit und der erfassten Produktionszeit über das FASTEC-Terminal? Der Grund liegt in der genauen Definition der Produktionszeit. Ohne die beiden Methoden jetzt näher zu beschreiben, ist einleuchtend, dass diese sich unterscheiden. Zum Beispiel könnte der Bediener das Beschaffen einer Zeichnung oder auch ein „Fachgespräch“ usw., als Produktionszeit definieren. Dies erklärt, dass die manuell erfasste Produktionszeit durch die Bediener, größer als die „reine“ Produktionszeit die nach FASTEC erfasst wurde, ist. Die größten Abweichungen zur erfassten Produktionszeit nach FASTEC bilden die SAP-Vorgabezeiten. Bereits im vorhergehenden Abschnitt erklärt, liegt die rückgemeldete SAP-Zeit auch über der Nominalzeit. Hier ist eindeutig, die positive Plandifferenz zu nennen. Durch die 21% Plandifferenz, also der zu großen SAP-Vorgabezeiten, entsteht theoretisch mehr Zeit für die Bearbeitung der 10 Fertigungsaufträge. Das bedeutet, die reelle Zeit, die Nominalzeit, die sich theoretisch über sieben Schichten errechnet, entspricht 100%. Jedoch die theoretisch geplante SAP-Zeit ist aufgrund der 21% Pufferzeit über 100% und demnach speziell für den kurzen Zeitraum von sieben Schichten unrealistisch.

5.5 Ergebnisse des manuellen Testlaufs

Der manuelle Testlauf auftragsbezogener MDE zeigt wesentliche Ergebnisse. Es konnten die tatsächlich benötigten Fertigungsauftragszeiten in der Produktion erfasst werden. Die vermutete Soll-Ist-Abweichung der Fertigungsauftragszeiten hat sich bestätigt. Innerhalb der sieben Schichten wurden über 21% Soll-Ist-Abweichung gemessen. Dabei traten die Abweichungen bei fünf von zehn Fertigungsaufträgen auf. Auf der Grundlage dieser Daten könnte eine Hochrechnung auf längere Zeiträume erfolgen. Der manuelle Testlauf soll jedoch nicht den Initiator einer solchen Hochrechnung darstellen. Für eine derartige Rechnung bilden die Daten über den kurzen Zeitraum von sieben Schichten keine solide Basis. Vielmehr wurden die Möglichkeiten und der Nutzen gezeigt, die auf Grundlage dieser Daten in der Auswertung entstehen. So ist in Abbildung 15 genau zu sehen, bei welchem Fertigungsauftrag die Soll-Ist-Abweichung am größten ist. Durch diese Information kann jetzt punktuell an „auffälligen“ Fertigungsaufträgen, die eine sehr große Soll-Ist-Abweichung aufweisen, nachgeforscht werden. Genau an diesem Punkt der Nachforschung um die große Soll-Ist-Abweichung, zeigt der manuelle Testlauf noch Schwachstellen. Der Bezug zwischen Auftrag und zugehöriger Soll-Ist-Abweichung wurde bewiesen, doch die Ursache für die auftretende Soll-Ist-Abweichung kann noch nicht dargestellt werden. Es muss im Nachhinein nach der Ursache des Stillstandes gesucht werden. Dennoch bilden die hier verfügbaren Daten den genauen Ansatzpunkt für die spätere Korrektur einer „auffälligen“ Soll-Ist-Abweichung. Nachdem die Ursache der Soll-Ist-Abweichung gefunden wurde, müssten in der Korrektur positive SAP-Vorgabezeiten (Planzeiten) verkürzt und negative SAP-Vorgabezeiten verlängert werden. So entsteht eine Minimierung der Soll-Ist-Abweichung, die als Folge den Plan verbessert und damit die Kapazitätsauslastung optimiert. Demnach bilden auftragsbezogene Maschinendaten die Grundvoraussetzung für die Optimierung der Kapazitätsauslastung. Die verbesserte Kapazitätsauslastung bildet unmittelbar den Zusammenhang zum wirtschaftlichen Nutzen für die Verwendung von MDE.

5.6 Ergebnis des zweiten Lösungsansatzes

Zum Ende des zweiten Lösungsansatzes ist zu erwarten, dass die Probleme des ersten Lösungsansatzes gänzlich beseitigt wurden. Konnten diese Probleme gelöst werden? Aus der Aufgabenstellung (5.1) entnommen, sollten durch folgende Zielstellung die Schwachstellen des ersten Lösungsansatzes verbessert oder gelöst werden:

- Motivation der Mitarbeitern für die Quittierung von Maschinenstillständen
- Aufzeigen einer geeigneten Methodik durch die ein Vergessen von Maschinenstillständen ausgeschlossen wird
- Grundlage zur Auswertung der Maschinenstillstände schaffen
- wirtschaftliche Anwendung der Maschinendatenerfassung schaffen

Begonnen mit der Motivation der Mitarbeiter konnte in 5.2 den Ursachen für die „falsche“ Motivation auf den Grund gegangen werden. Es wurde erkannt, weshalb Mitarbeiter Stillstandszeiten willentlich manipulieren. Schlussfolgernd aus 5.2 wurde neben der „falschen“ Motivation, das von den Mitarbeitern versehentliche Vergessen der Quittierung von Stillständen, festgestellt. Weiterhin wurde die Notwendigkeit von auftragsbezogener Maschinendatenerfassung bewiesen. Durch die auftragsbezogene Maschinendatenerfassung kann erst ein realistischer Soll-Ist-Vergleich zwischen den SAP-Vorgabezeiten und den tatsächlich benötigten Zeiten in der Produktion erstellt werden. Unter der Zielstellung, eine Grundlage für die Auswertung von Maschinenstillständen zu schaffen, wurde mit dem manuellen Testlauf auftragsbezogener MDE die Parallele zur Auswertbarkeit von Maschinenstillstandszeiten erkannt. Zunächst können auf Basis der erfassten Ist-Auftragszeiten „auffällige“ Soll-Ist-Abweichungen erkannt werden. Um darauffolgend der Ursache von „auffällig-großen“ Soll-Ist-Abweichung nachzugehen, enthalten die automatisch erfassten auftragsbezogenen Maschinendaten alle notwendigen detaillierten Information, die für die Begründung der Soll-Ist-Abweichung erforderlich sind. So enthalten die detaillierten Informationen die Produktions- und Stillstandszeiten des jeweiligen Auftrags, also die auftragsbezogenen Maschinendaten. Bei manuellen Aufschreibungen fehlen die detaillierten Informationen von Produktions- und Stillstandszeit. Die zielführende Grundlage für die Auswertbarkeit von Stillstandszeiten bildet demnach die automatische Erfassung von auftragsbezogenen Maschinendaten. Mit auftragsbezogenen Maschinendaten dient die Maschinendatenerfassung ständig der aktuellen Ist-Datenerfassung aus der

Produktion. Mit diesen Ist-Daten kann erst die Minimierung der Planabweichung erreicht werden, die wiederum den wirtschaftlichen Nutzen der MDE begründet. Mit dem aufgezeigten Konzept in 5.3 ist der richtige Weg zum einen für die automatische auftragsbezogenen Maschinendatenerfassung dargelegt. Zum zweiten wurde mit dem Konzept die richtige Vorgehensweise für das Entstehen auswertbarer Maschinenstillstandszeiten aufgezeigt. Das heißt, erst mit der automatischen auftragsbezogenen Maschinendatenerfassung und der Vorgehensweise nach dem Konzept aus 5.3, wird die MDE für die VEM Sachsenwerk GmbH zielführend eingesetzt. Die gemachten Erfahrungen aus dem zweiten Lösungsansatz werden zunächst an einer Maschine nach der Genehmigung des Betriebsrats angewendet.

6 Auswertung

6.1 Ergebnisse der Lösungsansätze im Rückblick

Die beiden erprobten Testläufe im ersten Lösungsansatz und die dadurch umgesetzten Erfahrungen haben Fortschritte in der Einführung und Anwendung von MDE erzielt. Aus den Testläufen und den gemachten Erfahrungen, wurden ständig neue Probleme erkannt. Aus den Problemen wurden stetig neue Ziele abgeleitet. In der anschließenden Tabelle werden in hierarchischer Form alle in den beiden Lösungsansätzen entstandenen Ziele mit dazugehöriger Lösung dargestellt.

	Ziel	**Lösung**		
1	Subjektivität der manuell aufgeschriebenen Maschinendaten minimieren	Subjektivität genau durch die Anzahl der möglichen „Störtasten“ minimiert	**1.Testlauf**	**1.Lösungsansatz**
2	zusätzliche Belastung durch manuellen Schreibaufwand ggfls. Personalmehraufwand/Kosten reduzieren	durch Automatisierung geringster Aufwand, durch Betätigung der „Störtasten“ Schreibaufwand gänzlich abgestellt		
3	lückenhafte „Zeitenerfassung“ und Auswertbarkeit von Maschinendaten verbessern	lückenhafte „Zeitenerfassung“ durch 24h Onlineaufnahme beseitigt, Auswertbarkeit wurde auf Basis der Maschinendatenbank vereinfacht		
4	definieren der Zeitarten	basierend auf der REFA-Zeitarten-Definition wurde die Produktionszeit speziell für die VEM Sachsenwerk GmbH definiert (Abb.9)	**2.Testlauf**	
5	Zuordnung der Zeitarten in Produktionszeit- und Stillstandszeit	Genaue Zuordnung der definierten Zeitarten durch das Konzept (Abb.10) realisiert		
6	Signalerfassung der definierten Zeitarten praktisch anwenden	Signalabgriffe über die SPS-Steuerung im Schaltschrank am Beispiel der AC18 Karusselldrehmaschine angewendet		

7	Motivation der Mitarbeiter Stillstände zu quittieren	In 5.2 wurde die Ursache für die „falsche“ Motivation der Mitarbeiter und die Vorgehensweise für eine Problemlösung dargelegt		**2.Lösungsansatz**
8	ein Vergessen von Stillstandsquittierungen verhindern	nach der Methodik des Models aus 5.3 wird ein Vergessen von Stillstandsquittierungen verhindert		
9	Auswertbarkeit von Maschinenstillständen und wirtschaftliche Anwendung von MDE ermöglichen	mit dem manuellen Testlauf in 5.4 wurde mit der Soll-Ist-Abweichung die wirtschaftliche Anwendung der MDE aufgezeigt, außerdem wurde erkannt, dass erst die automatische auftragsbezogene MDE die sinnvolle Auswertbarkeit von Maschinenstillständen realisiert		

Abbildung 17: Hierarchische geordnete Problem - Lösungstabelle
Quelle: Eigene Darstellung

Wie in Abbildung 17 zu sehen ist, wurden kurzgefasst in hierarchischer Form alle Ziele und Lösungen, die sich durch die gesamten zwei Lösungsansätze ergeben haben, aufgezeigt. Bereits mit dem ersten Testlauf wurde erkannt, dass die Subjektivität der manuell aufgeschriebenen Maschinendaten durch automatische Maschinendatenerfassung minimiert werden kann. Die Bediener können durch die begrenzte Anzahl von „Störtasten“ bei automatischer MDE jetzt nicht mehr subjektiv einen Stillstand beschreiben. Die Subjektivität beläuft sich demnach lediglich auf die freie Auswahl der Betätigung einer Störtaste oder auch dem „Nichtbetätigen“ einer Störtaste. Durch die 24h-online-Zeitaufnahme wurden lückenhafte Aufnahmen verhindert. Die aus der automatisch erfassten MDE entstandene Datenbank der Maschinendaten erleichtert die Auswertung beispielsweise in MS-Excel und spart zusätzlichen Personalaufwand. Mit dem zweiten Lösungsansatz konzentrierte man sich dann auf die genaue Definition der Zeitarten und um letztlich die Produktionszeit realistisch zu erfassen. Mit der Definition der Zeitarten nach REFA konnten allgemein gültige Zeitarten für die Manufakturfertigung der VEM Sachsenwerk GmbH festgelegt werden. Am Beispiel der Karusselldrehmaschine AC18 konnten die Signale direkt automatisch aus der SPS-Steuerung erfasst werden, die für die jeweilig definierte Zeitart notwendig waren. Um schließlich die genaue Produktionszeit zu erfassen, erfolgte die Zuordnung der einzel erfassten Zeitarten nach dem neuen Konzept Abb.10. Durch die allgemein gültig definierten „REFA-Zeitarten“ ist die Erfassung der

Produktionszeit nach der Vorgehensweise des zweiten Testlaufs auch auf unterschiedlichste Maschinentypen übertragbar.

Im zweiten Lösungsansatz basierten die Betrachtungsweisen größtenteils auf theoretischer Grundlage. Praktische Testläufe, in 5.3 erklärt, wurden zunächst durch den Betriebsrat untersagt. Dennoch konnten die Schwachstellen aus dem ersten Lösungsansatz aufgegriffen und zum größten Teil auf theoretischer Basis gelöst werden. Das erkannte Problem der „falschen Motivation“ bei Stillstandsquittierungen wurde in 5.2 am Beispiel der Maslowschen Bedürfnispyramide eingeordnet und die Ursache für eine „falsche Motivation“ der Mitarbeiter hergeleitet. Neben der Motivation der Mitarbeiter Stillstände zu quittieren, stellte sich das Problem des versehentlichen Vergessens von Stillstandsquittierungen heraus. Auf Grund des Vergessens und um eine geeignete Methode für auswertbare Maschinenstillstände zu schaffen, entstand das in 5.3 neue Modell. Um die Stillstände später zuordnen zu können, werden die Stillstandszeiten nach Aufträgen sortiert erfasst. Das versehentliche Vergessen wird nach der Vorgehensweise des neuen Modells gänzlich verhindert. Abschließend wurde im zweiten Lösungsansatz durch den manuellen Testlauf auftragsbezogener MDE, die Notwendigkeit der automatischen auftragsbezogenen MDE erklärt. Des Weiteren wurde durch den manuellen Testlauf auftragsbezogener MDE die Möglichkeit der Auswertbarkeit einer Soll-Ist-Abweichung verdeutlicht. Erst mit aktuellen Istauftragszeiten kann sinnvoll der Kapazitätsplan verbessert werden und es wird der wirtschaftliche Nutzen der MDE deutlich.

Mit den gemachten Erfahrungen aus den zwei Lösungsansätzen wurden wesentliche Fortschritte für den weiteren Einsatz von MDE für die Sachsenwerk GmbH erzielt. Besonders die theoretischen Lösungsvorschläge aus dem zweiten Testlauf sollten noch praktisch erprobt werden. Hier ist vorrangig die praktische Umsetzung des Modells aus 5.3 mit der MDE-Software zu nennen. Aber auch die Auswertung der nach dem neuen Modell entstehenden Maschinendaten bürgt sicherlich Probleme und sollte erprobt werden.

Im nächsten Abschnitt wird überprüft, ob mit den derzeitigen Erkenntnissen in der Anwendung von MDE, die anfangs gesetzten Einführungsziele der VEM Sachsenwerk GmbH, erfüllt werden können.

6.2 Möglichkeiten der Zielumsetzung für die VEM Sachsenwerk GmbH

Die Einführungsziele, aus Punkt 3.2, entstanden durch die Werksabteilungen Instandhaltung und Auftragsbearbeitung. Nachfolgend wird geprüft, ob die Einführungsziele mit dem derzeitigen Know-how, welches die VEM Sachsenwerk GmbH bezüglich der Maschinendatenerfassung besitzt, erreicht werden können.

1. Es wird mit dem Einführungsziel der Instandhaltung, Maschinendaten-erfassung zur Planung vorbeugender Instandhaltung zu nutzen, begonnen. Dabei wurde im Punkt 3.2 bereits beschrieben, dass die Maschinendaten als „Anhaltspunkt" für Instandhaltungskriterien dienen sollen. Erklärt wurde, dass aus den Laststunden einer Maschine die Berechnung des Abnutzungsgrades erfolgen kann. Sind die Laststunden in den derzeit erfassten Maschinendaten enthalten? Nach der Erfassungsmethodik aus 4.4.3 des zweiten Testlaufs, ja! Dabei werden die erfassten „Volllaststunden" der Hauptnutzung und die Teillaststunden der Nebennutzung gleichstellt. Demzufolge errechnen sich die Laststunden aus der Summe von Haupt- und Nebennutzung. Mit den definierten Zeitarten aus dem zweiten Testlauf ist demnach die Berechnung des Abnutzungsgrads möglich. Aus der Berechnung ergeht die theoretische Größe des Abnutzungsgrads einer technischen Anlage. So ist die sinnvolle Terminierung der nächsten PVI auf der Basis des theoretischen Abnutzungsgrades möglich. Weiterhin wird auch die Häufigkeit von Maschinenstillständen nach dem Modell aus Punkt 5.3 gemessen. Häufig auftretende Maschinenstillstände lösen eine notwendige „Zwischenreparatur" aus. Zum Beispiel könnte die ständige Fehlermeldung der Kühlmittelanlage eine „Zwischenreparatur" vor der nächsten Wartung auslösen. Auch ständige Fehlermeldung des Wegmesssystems einer CNC-Maschine schließen auf Abnutzung der Führungsbahnen dieser Maschine und würden eine Generalüberholung einleiten.

Es ist also generell zu sagen, dass mit dem vorhandenen Wissensstand beim Einsatz der MDE die Einführungsziele der Instandhaltung erfüllt werden können. Allerdings ist besonders die Erfassung der Maschinenstillstände, die Anzeichen für Wartungen anzeigen, nach dem Modell aus 5.3 durchzuführen. Dabei ist zunächst die praktische Erprobung des neuen Modells durchzuführen.

2. Besonders bei Anschaffungen neuer Maschinen oder bei neuen Umbauten an vorhandenen Maschinen ist das Einführungsziel Nachweis der Maschinen-verfügbarkeit während der Garantiezeit von Bedeutung. Für diesen Fall wird neben den gesetzlichen Gewährleistungsansprüchen zusätzlich die Maschinenverfügbarkeit vertraglich geregelt. Das heißt, wie in 3.2 erklärt, gilt es während der Garantiezeit dem Lieferanten einen Nachweis der vorhandenen Maschinenstillstände über den

Zeitraum der gesetzlichen Gewährleistungspflicht nachzuweisen. Mit dem Modell aus 5.3 wird ein Vergessen von Maschinenstillstandsquittierungen ausgeschlossen. Demnach können Maschinenstillstandszeiten über den Zeitraum der Garantie gesammelt und aufaddiert werden. Wie in 3.2 beschrieben, zählen die technischen Ausfälle der Maschine nach der VDI 3423 über den Zeitraum der Garantie. Das heißt, auch die Zuordnung aller anderen Stillstandszeiten muss für den korrekten Nachweis nach dem Modell der VDI 3423 erfolgen. Laut der VDI 3423 werden nur dann Regressansprüche gegenüber dem Lieferanten wirksam, wenn technische Stillstände, die vertraglich vereinbarten Rahmenbedingungen überschreiten. Für die Sachsenwerk GmbH entsprechen die Rahmenbedingungen dem Verhältnis von technischem Ausfall und Gesamtnutzungszeit von 5% zu 95%. Das heißt, nur bei technischen Ausfällen, von insgesamt über den Zeitraum der gesetzlichen Gewährleistung ≥ 5 %, kann die VEM Sachsenwerk GmbH Regressansprüche geltend machen.

Nach dem derzeitigen Fortschritt bezüglich der MDE können die einzelnen Zeitarten mit dem Modell aus 5.3 erfasst werden. Jedoch werden bei der derzeitigen MDE die einzelnen Maschinenstillstandszeiten nicht nach der VDI 3423 zugeordnet. Die Definition der Zeitarten in der VDI 3423 ist für die MDE noch zu verzweigt. Es gibt zu viele Ebenen innerhalb der Zeitarten, die über die Auswertungssoftware (FASTEC) in dieser Form noch nicht erfasst werden können. Das bedeutet, schlussfolgernd für das Einführungsziel, Nachweis der Maschinenverfügbarkeit während der Garantiezeit, müssen neue Möglichkeiten gefunden werden. Es könnte zum einen die vertragliche Gestaltung zwischen der VEM Sachsenwerk GmbH und dem Lieferant geändert werden oder eine Änderung in der MDE-Software erfolgen. So könnten beispielsweise in Verträgen nur genau definierte Maschinenstillstände anerkannt werden, die für Regressansprüche geltend gemacht werden, ohne dabei die „komplizierten“ Rahmenbedingung der VDI 3423 zu nutzen. Hier sind weitere Vertiefungen für die Lösungsfindung notwendig.

3. Das Einführungsziel, Maschinendatenerfassung zur Grobplanung der Kapazität, stellt den höchsten Anspruch an die MDE und erbringt bei erfolgreichem Einsatz den größten wirtschaftlichen Nutzen für den Anwender. Der hohe Anspruch entsteht aus der für die Kapazitätsplanung notwendigen auftragsbezogenen Maschinendatenerfassung. Das bedeutet, dass bei der Anwendung von Maschinendatenerfassung die einzelnen Auftragszeiten, aufgeteilt in Produktions- und Stillstandszeiten, erfasst werden müssen. Wie in 5.4 und 5.5 erklärt, kann erst auf Basis der Ist-Auftragsdaten aus der Produktion, eine Soll-Ist-Abweichung zwischen SAP-Fertigungszeiten und Ist-Auftragszeiten erfolgen. Die daraus mögliche Minimierung der Planabweichung stellt den wirtschaftlichen Nutzen der MDE dar.

Mit dem manuellen Testlauf auftragsbezogener MDE, über sieben Schichten wurde die Notwendigkeit der auftragsbezogenen MDE bewiesen. „Größere“ Soll-Ist-Abweichungen, bei fünf von zehn Fertigungsaufträgen, mit einer Gesamtabweichung von 13h über insgesamt sieben Schichten, bestätigen die Notwendigkeit. In der Auswertung entsteht auch hier die Frage, können derzeitige Maschinendaten für die Grobplanung der Kapazität genutzt werden. Mit dem erarbeiteten Kenntnisstand der beiden Lösungsansätze, sind die Maschinendaten dahingehend verwendbar. Auch hier ist zu sagen, dass die Erprobung von automatischer auftragsbezogener MDE in 5.4 bisher theoretisch durchgeführt wurde und die praktischen Erfahrungen noch notwendig sind. Die anfangs dargestellte Berechnung, aus 3.2 der Betriebsmittelnutzung, konnte mit automatisch erfassten Auftragsdaten bisher noch nicht berechnet werden. Auch ist man noch weit entfernt von den beschriebenen Möglichkeiten, Ist-Auftragsdaten in das übergeordnete ERP-System einzuspeisen und dort direkt für die Planung zu verwenden. Hier ist zuvor das absolut korrekte Abbild von automatisch erfassten Auftragsdaten aus der Produktion erforderlich. Prinzipiell ist jedoch die auftragsbezogene MDE für die spätere Zuordnung von Produktions-und Stillstandszeit notwendig und damit für alle drei Einführungsziele aus 3.2 von Bedeutung.

6.3 Gesamtbetrachtung der Auswertungen

Im Rückblick hat sich gezeigt, dass besonders die Auswertung und die spätere Verwendung von Maschinendaten den Anspruch an eine MDE stellen. Dabei ist die zeitliche Zuordnung der erfassten Produktions- und Stillstandszeiten im Nachhinein oft problematisch. Eine Ursachenfindung für eine „gute“ Produktionszeit oder eine „schlechte“ Stillstandszeit ist für alle Anwendungen der MDE bezüglich der drei gestellten Einführungsziele aus 3.2 von Bedeutung. So könnten häufig „lange“ Stillstandszeiten, Instandhaltungsmaßnahmen, Regressansprüche gegenüber dem Kunden oder auch Änderung für die Kapazitätsauslastung bewirken. Hier stellt sich letztlich immer die Frage, wodurch kommen positive oder negative Zeiten zustande? Für die spätere Begründung, die Ursachenfindung des Maschinenstillstands in der Auswertung, ist die Zuordnung des Maschinenstillstandes durch auftragsbezogene Maschinendatenerfassung notwendig. Durch auftragsbezogene Maschinendaten kann der Stillstand dem jeweiligen Fertigungsauftrag und dem Bauteil zugeordnet werden. Der Rückschluss zu beispielsweise falscher Planung oder auch einem Werkzeugbruch am jeweiligen Bauteil, also dem Fertigungsauftrag, ist meist leicht zu bilden und die Ursachen zeitnah zu verbessern. Maschinendaten, welche nach Schichten zugeordnet ausgewertet werden, enthalten diesen Rückschluss zum Bauteil (Fertigungsauftrag) nicht. Aus diesen schichtbezogenen Maschinendaten kann lediglich eine Bilanz über Produktions- und Stillstandszeit erstellt werden. Diese Bilanz kann nach Schichten, Wochen, Monaten oder Jahren ausgewertet werden. Doch der zeitnahe Eingriff für eine Verringerung der großen Stillstandszeiten kann auf Grundlage der schichtbezogenen Maschinendatenerfassung nicht geschehen.

Zum anderen wurde bereits mit dem manuellen Testlauf auftragsbezogener MDE der wirtschaftliche Nutzen bezüglich auftragsbezogener MDE in 5.4 und 5.5 erklärt. Aus der Sichtweise der Auftragsbearbeitung sollten die vorhandenen auftragsbezogenen Maschinendaten ständig für die Optimierung der Kapazitätsauslastung eingesetzt werden.

7 Zusammenfassung

7.1 Resümee

Schwerpunktmäßig wurden in dieser Arbeit die notwendigen Erfahrungen bezüglich der Einführung und Anwendung von Maschinendatenerfassung, speziell am Produktionsprofil der VEM Sachsenwerk GmbH, aufgezeigt. Besonders durch das Produktionsprofil, der Manufakturfertigung, gestaltet sich der Einsatz von Maschinendatenerfassung zunächst schwierig. Im Prinzip der Manufakturfertigung folgend, sind die sich ständig ändernden Auftrags- und Fertigungsbedingungen nahezu in allen Bereichen des Unternehmens bemerkbar. So können beispielsweise bei der Materialbestellung, der Konstruktion, der Technologie und Arbeitsvorbereitung, der Produktion, bis hin zur Endkontrolle und den Versandbedingungen keine „gleichen“ Plangrößen verwendet werden. Die unterschiedlichen Bedingungen setzen hohe Ansprüche an eine MDE und erfordern allgemein gültige und auswertbare Maschinendaten. Es wurde erkannt, dass die Erfassung von unterschiedlichen Fertigungszeiten letztlich durch auftragsbezogene Maschinendatenerfassung sinnvoll ist. Erst auf Grundlage der auftragsbezogenen Maschinendaten entsteht der notwendige Bezug zum etwaigen Bauteil, an dem ein „großer“ Stillstand gemessen wurde.

Dabei bildeten die zwei praktisch durchgeführten MDE-Testläufe, direkt in der Produktion den Grundstein für Problemanalysen bezüglich der MDE. Für die Durchführung der Testläufe hatte die VEM Sachsenwerk GmbH finanziell investiert. Derzeit wurden insgesamt vier MDE-Terminals zum Preis von 2.500 €/Stück, inbegriffen den Softwarelizenzen, die anteilig 40% des Anschaffungspreises betrugen, gekauft. Um MDE im größeren Maßstab einzusetzen und Maschinendaten, direkt dem ERP Planungsprogramm über eine Schnittstelle zur Verfügung zu stellen, sind erweiterte MDE-Terminals sowie erweiterte MDE-Software zu verwenden. Die dafür eingeholten „Komplettangebote“ für ca. 12 Maschinen beliefen sich auf 30.000€. Zusätzlich sind in der Regel noch Wartungsverträge von ca. 2.000 €/Jahr, in denen unter anderen regelmäßige Softwareupdates inbegriffen sind, notwendig. Dennoch steht der wirtschaftliche Nutzen durch Optimierung der Planabweichung, dem gezielteren Einsatz von Instandhaltungsmaßnahmen und auch ggfls. zur Nachweisführung technischer Maschinenausfälle, nicht in Frage. Auch der finanzielle Vergleich zu manueller MDE spricht für die automatische MDE. So würde bereits der Personaleinsatz einer Person höhere Kosten/Jahr verursachen.

Die weitere Vorgehensweise für die MDE am Produktionsprofil der VEM Sachsenwerk GmbH liegt in der Umsetzung des neuen Modells, das ein Vergessen von Stillstandsbegründungen ausschließt. Hier zählt besonders die Zusammenarbeit mit dem MDE-Lieferant, der seine Software speziell an die Bedingungen des Modells anpassen muss. Generell können die Software-Standardmodule die von den MDE-

Anbietern angeboten werden, nicht ohne eine spezielle Anpassung verwendet werden. Erst nachdem speziell Maschinenstillstände genau erfasst werden können und das gewünschte Produktionsabbild entsteht, kann die Verwendung der Maschinendaten erneut betrachtet werden. Die häufigste Problematik, bei der Anwendung von Maschinen- und Betriebsdatenerfassung ist das fehlende exakte Produktionsabbild innerhalb kurzer Zeitintervalle. Mit „falschen“ und „nicht aktuellen“ Ist-Daten aus der Produktion leidet zwangsläufig die Qualität der auswertbaren Daten. Auf Basis solcher Daten sind abgeleitete Maßnahmen ebenfalls falsch und nutzlos. Die Zielstellung, ein realistisches Produktionsabbild darzustellen, ist also unabdingbar.

7.2 Ausblick

Ist die Anwendung von Maschinendatenerfassung sinnvoll? Die EDV ist in der heutigen Zeit nahezu in jedem Industrieunternehmen vielseitig im Einsatz. Die in 1.1 beschriebene Problematik der Globalisierung erzwingt früher oder später eine flexible und schlanke Produktion der Industrieunternehmen. So hängt die Wirtschaftlichkeit und letztlich die Existenz an der optimierten Produktion der Unternehmen. Die Maschinendatenerfassung ist ein Werkzeug für diesen Optimierungsprozess.

Wie bereits im Resümee beschrieben, kann erst nach dem Erfassen des exakten Produktionsabbildes die sinnvolle Auswertung und damit die zielführende Verwendung von Maschinendaten geschehen. Im Ausblick wird angenommen, dass Maschinendaten exakt und in Zeitintervallen beispielsweise aller fünf Minuten zur Verfügung stehen. Dann wären Maschinendaten vielseitig verwendbar.

So könnten technische Maschinenstillstände, größer 40min eine automatische Alarmierung an die Werksabteilung Instandhaltung, an die auf dem Firmengelände ansässige Instandhaltungsfirma und an den zuständigen Meister auslösen. Die folgenden Reparaturmaßnahmen verzögern sich auf diesem Weg nur geringfügig. Auch könnten erfasste Laststunden, welche Einfluss auf die nächste vorbeugende Instandhaltung haben, automatisch am PC der Instandhaltung erscheinen. Diese Ist-Laststunden würden dann mit den Soll-Laststunden automatisch verglichen und es wird die nächste vorbeugende Instandhaltung berechnet und ausgelöst. Auf diesen Weg könnten auch die Termine der vorbeugenden Instandhaltung in die Zukunft prognostiziert werden.

Durch die Bereitstellung von aktuellen Ist-Daten aller fünf Minuten, profitierten auch Meister und Mitarbeiter. Aufgrund der aktuellen Maschinendatenbank kann für den Meister und den Mitarbeiter sofort gesehen werden, ob der „kommende“ Auftrag bereits am vorhergehenden Arbeitsplatz zurückgemeldet wurde oder der „gerade zu

bearbeitende“ Auftrag bereits am nachfolgenden Arbeitsplatz benötigt wird. Aus diesem Zusammenhang entstehen „Freizeiten“ die der Meister und der Mitarbeiter durch etwaige „Zwischenaufträge“ oder „Zwischenarbeiten“ füllen kann. Die bessere Planbarkeit, die Feinterminierung für Meister und Mitarbeiter, ermöglicht die verbesserte Kapazitätsauslastung des einzelnen Arbeitsplatzes. [28] [29]

Die Grobplanung der Kapazität erhält mit aktuellen Ist-Daten aus der Produktion die mit den Solldaten im ERP-System verglichen werden, die sofortige Information einer Planabweichung. Es könnte bemerkt werden, dass die Verkürzung der Durchlaufzeit, neben dem zusätzlich eingeplanten Rüstzeitaufwand zusätzliche Störzeiten hervorruft. Das Bild der groben Kapazitätsplanung wird aufgrund der Maschinendaten realistischer. Dies könnte eine Änderung der Produktionsabfolge auslösen und dem Ziel der Minimierung der Planabweichung näher kommen.

Der derzeitige Trend der EDV zielt immer mehr auf einheitliche Benutzeroberflächen ab. Vorrangig spricht man von webbasierten Benutzeroberflächen.[30] [31] Die bereits erprobte automatische Maschinendatenerfassung basierte auf dem HTML-Format. Das heißt, die Bereitstellung der Maschinendaten könnte für die Zukunft „bequem“ auf webbasierten Mobiltelefonen zur Verfügung stehen. Auch die Eingabe der Auftragsnummern könnte „bequem“ durch Barcodescanner vor Ort erfolgen.

Die nächsten Aufgaben, die bezüglich der MDE notwendig werden, wurden bereits im Resümee beschrieben. Der Fortgang hängt von der Einigung zwischen der VEM Sachsenwerk GmbH und deren Betriebsrat ab. Zunächst hoffen die Werksabteilungen Auftragsbearbeitung und die Instandhaltung, insbesondere der Autor, die Fortführung an diesem Thema, um damit den richtigen Schritt mit der Zeit zu gehen.

[28] vgl. Beier, 1991, S. 2f.
[29] vgl. Glaser, 1992, S. 183
[30] online : Wikipedia ERP. (o.V.), (o.J.)
[31] vgl. Infomaterial gbo datacomp GmbH

Literaturverzeichnis

Bücher

Beier, Hans Herbert; Schwall Erhard: Fertigungsleittechnik. München; Wien, 1991

Engelmann, Christian: (2 Praxisarbeit) Einführung der manuellen Maschinendaten-erfassung in der VEM Sachsenwerk Dresden GmbH. Staatliche Studienakademie Glauchau. 2011

Engelmann, Christian: (3 Praxisarbeit) Einführung automatischer Maschinendaten-erfassung an ausgewählten Maschinen in der VEM Sachsenwerk Dresden GmbH. Staatliche Studienakademie Glauchau. 2012

Fandel, Günter; Francois, Peter; Gubitz, Klaus-Martin: PPS- und integrierte betriebliche Softwaresysteme. Heidelberg, 1997

Frick, Detlev; Gadatsch, Andreas; Schäffer-Külz, Ute: Grundkurs SAP ERP. Wiesbaden, 2008

Glaser, Horst; Werner, Geiger; Volker, Rohde: PPS PRODUKTIONSPLANUNG UND – STEUERUNG. Wiesbaden, 1992

Kurbel, Karl: Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management in der Industrie. München, 2011

Kurbel, Karl: Produktionsplanung und – steuerung. München 1995

Kurbel, Karl: Produktionsplanung und – steuerung im Enterprise Resource Planning und Supply Chain. München, 2005

Müller, E; Spanner-Ulmer, B: Entwicklung einer Methodik zur Gestaltung von handlungsleitenden Informationsprozessen in Fertigungsabläufen der variantenreichen Großserienfertigung (Dissertation, Autor: Lehmann, M). Chemnitz, 2009

REFA Bundesverband e.V.: Ausgewählte Methoden zur prozessorientierten Arbeitsorganisation. Darmstadt, Oktober 2002

Scheer, August-Wilhelm: Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. Berlin Heidelberg, 1997

Stege, Dieter; Weinspach, Dr. F. K.: Betriebsverfassungsgesetz (Handkommentar für die betriebliche Praxis). Köln, 1990

Steven, Marion: Handbuch Produktion / Theorie – Management – Logistik – Controlling. Stuttgart, 2007

(o.V.): Verein Deutscher Ingenieure (VDI – Richtlinie 3423) Berlin, 2002

VEM-Gruppe – Mensch, Motoren und Metall, (1. Auflage). Dresden, 2008

Internet

Gabler Wirtschaftslexikon. Wiesbaden, 2010 In: http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/erp.html?tab=kurzerklaerung (07.03.2012)

Gbo-datacomp. Augsburg, 2011 In:

http://www.gbo-datacomp.de/cms/front_content.php?idcat=83 (15.04.2012)

iaw.rwth-aachen. Aachen, (o.J.) In:

http://www.iaw.rwth-aachen.de/download/lehre/vorlesungen/2005-ws-aw1/aw1bo_04_ws2005.pdf (15.04.2012)

Intranet VEM Sachsenwerk GmbH. Dresden, 2012

Internet, Dresden, 2012 (Maslowsche Bedürfnispyramide)

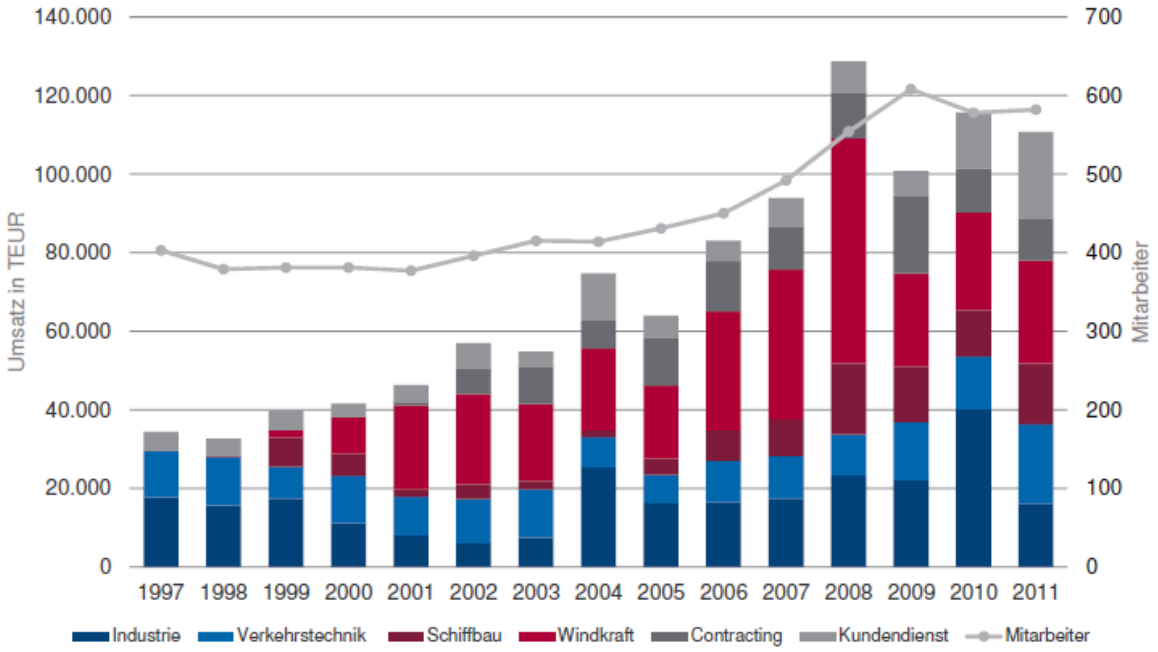
Topfox (o.V.), (o.J.) In: http://www.topfox.ch/?s=humanistische+psychologie& submit= GO (02.02.2012)

Wikipedia. (o.V.). (o.J.)In: http://de.wikipedia.org/wiki/Enterprise_Resource_Planning (02.02.2012)

Anhangverzeichnis

Anhang 1 67
Anhang 2 68
Anhang 3 69
Anhang 4 70
Anhang 5 71
Anhang 6 72
Anhang 7 73
Anhang 8 74
Anhang 9 75
Anhang 10 76
Anhang 11 77
Anhang 12 78
Anhang 13 79
Anhang 14 80
Anhang 15 81

Umsatz und Mitarbeiterentwicklung



Quelle: VEM Sachsenwerk GmbH intern; Stand 18.08.2012

Anhang 2

Referenzobjekt Industrie



Walzwerkantrieb

MMK5000 / Russland

Technische Daten: 12.000 kW / 3.000 V / 60 min-1

Quelle: Vgl. VEM Sachsenwerk GmbH intern; Stand 18.08.2012

Anhang 3

Referenzobjekt Schiffbau



Arbeitsschiffe Propellerantrieb

(SAM Electronics GmbH, Wind Lift I, Litauen)

Technische Daten: 1.100 kW, 690 V, 1.050 min-1

Quelle: Vgl. VEM Sachsenwerk GmbH intern; Stand 18.08.2012

Anhang 4

Referenzobjekt Windkraft



REpower Systems AG SE 5M – 5,4MW
Quelle: Vgl. VEM Sachsenwerk GmbH intern; Stand 18.08.2012

Anhang 5

Referenzobjekt Verkehrstechnik



Antrieb für Triebzug

(ELIN EBG Traction, Österreich)

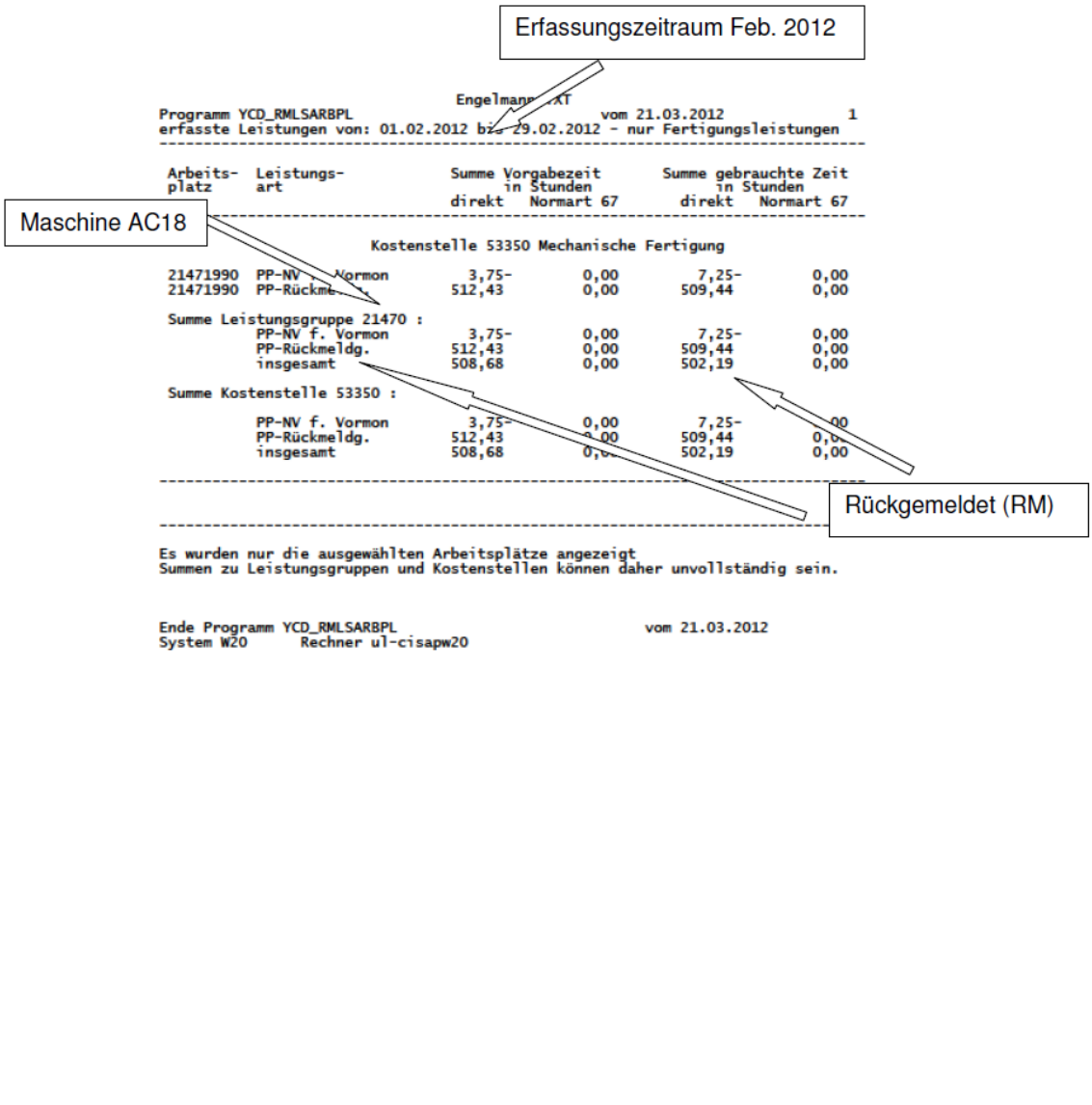
Technische Daten: 340 kW, 1963 min-1

Quelle: Vgl. VEM Sachsenwerk GmbH intern; Stand 18.08.2012

Anhang 6

Rückgemeldete Auftragszeit (RM) AC18/2

SAP-Ausdruck, rückgemeldete Vorgabezeiten (im ERP-System)



Engelmann AT

Programm YCD_RMLSARBPL vom 21.03.2012 1
erfasste Leistungen von: 01.02.2012 bis 29.02.2012 - nur Fertigungsleistungen

Arbeitsplatz	Leistungsart	Summe Vorgabezeit in Stunden direkt	Normart 67	Summe gebrauchte Zeit in Stunden direkt	Normart 67
Kostenstelle 53350 Mechanische Fertigung					
21471990	PP-NV f. Vormon	3,75-	0,00	7,25-	0,00
21471990	PP-Rückmeldg.	512,43	0,00	509,44	0,00
Summe Leistungsgruppe 21470 :					
	PP-NV f. Vormon	3,75-	0,00	7,25-	0,00
	PP-Rückmeldg.	512,43	0,00	509,44	0,00
	insgesamt	508,68	0,00	502,19	0,00
Summe Kostenstelle 53350 :					
	PP-NV f. Vormon	3,75-	0,00	7,25-	0,00
	PP-Rückmeldg.	512,43	0,00	509,44	0,00
	insgesamt	508,68	0,00	502,19	0,00

Es wurden nur die ausgewählten Arbeitsplätze angezeigt
Summen zu Leistungsgruppen und Kostenstellen können daher unvollständig sein.

Ende Programm YCD_RMLSARBPL vom 21.03.2012
System W20 Rechner ul-cisapw20

Seite 1

SAP-Ausdruck
Quelle: VEM Sachsenwerk GmbH intern; Stand 07.2012

Anhang 7

Bandverarbeitungsanlage (1 Testlauf)



Quelle: Sachsenwerk intern

Anhang 8

MDE-Terminal (Firma: Gbo datacomp)



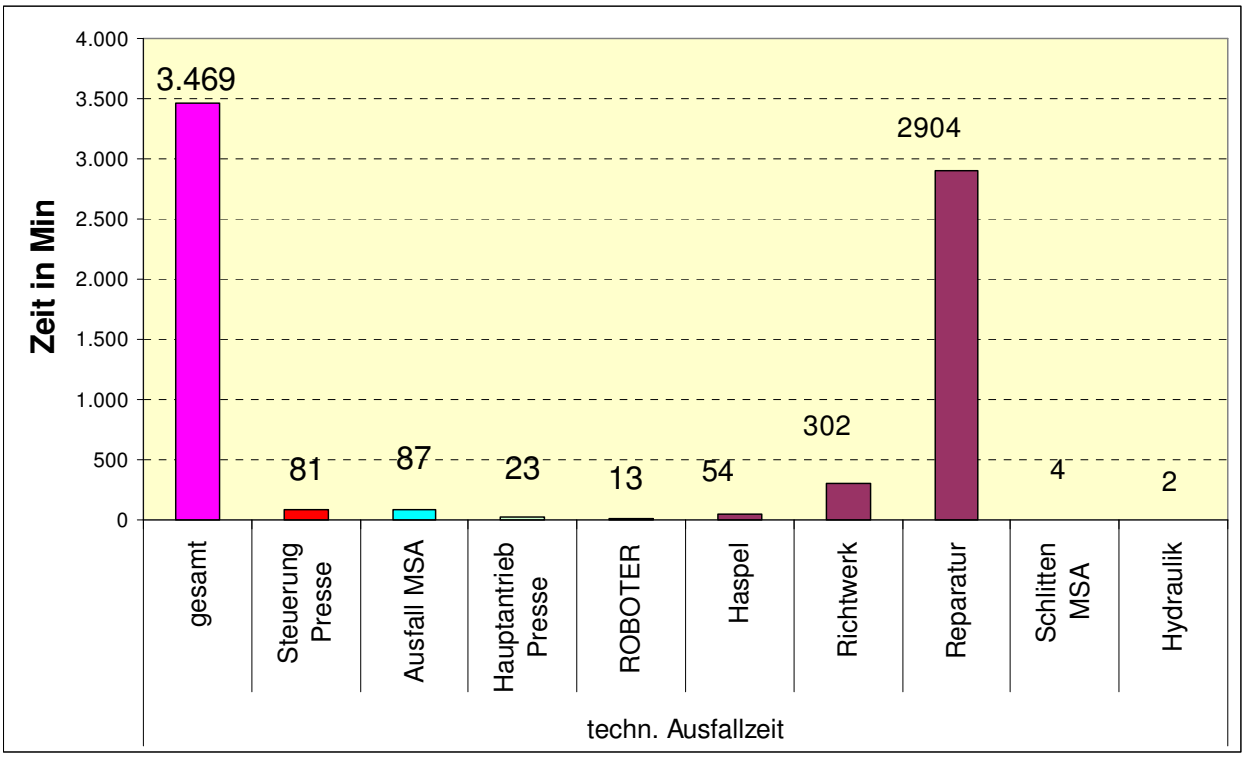
MDE Bedienterminal (Gbo datacomp)
Quelle: Vgl. VEM Sachsenwerk GmbH intern; Stand 19.05.2011

Tabellarische MDE-Auswertung (1 Testlauf gbo datacomp)

Start	Ges. Zeit	Prod.- Zeit	Stillstand	Nutzg. grad [%]	UU org.	UB1 HS Ein	UB2 HS Aus	SUM HS Ein/Aus	UB3 Steuerung	UB4 Ausfall MSR	UB5 Hauptantrie	UB6 Roboter	UB7 Haspel	UB8 Richtwerk	UB9 Reparatur	UB13 Schlitten M	UB15 Werkzeug	UB16 Sonstiges	UB17 Hydraulik
14.06.2011 05:30	480	40,83	439,17	8,51	439,17	42,00	438,00	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.06.2011 13:30	480	388,08	91,92	80,85	17,07	458,43	21,57	480,00	0	37,35	7,78	0	0	0	0	0	23,72	0	0
14.06.2011 21:30	480	411,02	68,98	85,63	68,98	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.06.2011 05:30	480	241,45	238,55	50,30	0,83	216,62	263,38	480,00	0	0	0	7,08	0	0	14,77	0	208,47	0,57	0
15.06.2011 13:30	480	0	480	0	0,1	6,43	473,57	480,00	0	0	0	0	0	0	6,97	0	470,10	0	2,08
15.06.2011 21:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
16.06.2011 05:30	480	352,98	127,02	73,54	57,15	461,10	18,90	480,00	0	0	0	2,70	0	0	0	0	65,07	0	0
16.06.2011 13:30	480	438,63	41,37	91,38	41,2	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.06.2011 21:30	480	239,75	240,25	49,95	73,53	338,75	141,25	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	166,72	0	0
17.06.2011 05:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
17.06.2011 13:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	479,83	0	0
17.06.2011 21:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
18.06.2011 05:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
18.06.2011 13:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
18.06.2011 21:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
19.06.2011 22:00	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	450	0	0
20.06.2011 05:30	480	0	480	0	0	136,73	343,27	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
20.06.2011 13:30	480	187,70	292,3	39,10	85,92	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	206,38	0	0
20.06.2011 21:30	480	366,62	113,38	76,38	113,38	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.06.2011 05:30	480	273,10	206,9	56,90	108,85	464,52	15,48	480,00	0	0	15,05	0	0	0	25,38	0	57,48	0	0
21.06.2011 13:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	50,90	0	429,10	0	0
21.06.2011 21:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
22.06.2011 05:30	480	60,17	419,83	12,53	8,22	453,13	26,87	480,00	0	0	0	0	0	301,93	0,43	3,55	105,08	0	0
22.06.2011 13:30	480	0	480	0	0	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
22.06.2011 21:30	480	188,32	291,68	39,23	43,6	388,65	91,35	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	248,08	0	0
23.06.2011 05:30	480	5,62	474,38	1,17	64,27	94,25	385,75	480,00	0	0	0	2,93	0	0	0	0	393,92	12,72	0
23.06.2011 13:30	480	418,85	61,15	87,26	61,15	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23.06.2011 21:30	480	384,93	95,07	80,19	95,07	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24.06.2011 05:30	480	332,80	147,2	69,33	147,2	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24.06.2011 13:30	480	329,48	150,52	68,64	150,52	382,23	97,77	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26.06.2011 21:30	480	276,50	203,5	57,6	203,5	454,28	25,72	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.06.2011 13:30	480	387,48	92,52	80,73	92,52	474,13	5,87	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.06.2011 21:30	480	418,83	61,17	87,26	61,17	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.06.2011 05:30	480	318,92	161,08	66,44	21,05	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	140,03	0	0
28.06.2011 13:30	480	118,77	361,23	24,74	1,22	137,6	342,40	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	360,02	0	0
28.06.2011 21:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
29.06.2011 05:30	480	37,80	442,2	7,88	18,4	104,92	375,08	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	423,20	0	0
29.06.2011 13:30	480	410,48	69,52	85,52	69,52	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.06.2011 21:30	480	443,85	36,15	92,47	36,15	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.06.2011 05:30	480	409,07	70,93	85,22	70,93	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.06.2011 13:30	480	352,58	127,42	73,45	127,42	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.06.2011 21:30	480	235,12	244,88	48,98	244,88	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.07.2011 05:30	480	417,17	62,83	86,91	62,83	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.07.2011 13:30	480	399,42	80,58	83,21	80,58	451,28	28,72	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.07.2011 21:30	480	387,50	92,5	80,73	92,5	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.07.2011 05:30	480	381,32	98,68	79,44	98,68	459,8	20,20	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.07.2011 13:30	480	15,82	464,18	3,3	464,18	24,17	455,83	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.07.2011 21:30	480	437,97	42,03	91,24	42,03	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.07.2011 05:30	480	401,60	78,4	83,67	78,4	472,12	7,88	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.07.2011 21:30	480	207,35	272,65	43,2	42,63	337,52	142,48	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	230,02	0	0
06.07.2011 05:30	480	377,88	102,12	78,73	77,95	463,85	16,15	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	23,23	0	0
06.07.2011 21:30	480	312,12	167,88	65,02	91,92	419,77	60,23	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	75,97	0	0
07.07.2011 05:30	480	0	480	0	0	26,52	453,48	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
07.07.2011 13:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
07.07.2011 21:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
08.07.2011 05:30	480	1,33	478,67	0,28	68,35	258,1	221,90	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	410,15	0	0
10.07.2011 21:30	480	361,05	118,95	75,22	69,73	462,3	17,70	480,00	0	49,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.07.2011 05:30	480	18,82	461,18	3,92	461,18	32,47	447,53	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.07.2011 13:30	480	408,08	71,92	85,02	71,92	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.07.2011 21:30	480	404,37	75,63	84,24	58,95	461,48	18,52	480,00	0	0	0	0	16,68	0	0	0	0	0	0
12.07.2011 05:30	480	18,47	461,53	3,85	461,53	34,3	445,70	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.07.2011 13:30	480	307,32	172,68	64,02	86,05	432,73	47,27	480,00	0	0	0	0	37,70	0	48,93	0	0	0	0
12.07.2011 21:30	480	0	480	0	0	13,67	466,33	480,00	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0
13.07.2011 05:30	480	0	480	0	0	134	346	480,00	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0
13.07.2011 13:30	480	0	480	0	0	149,18	330,82	480,00	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0
13.07.2011 21:30	480	0	480	0	0	0	480	480,00	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0
14.07.2011 05:30	480	0	480	0	0	114,57	365,43	480,00	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0
14.07.2011 13:30	480	121,17	358,83	25,24	0	479,07	0,93	480,00	0	0	0	0	0	0	356,15	0	0	0	0
14.07.2011 21:30	480	390,63	89,37	81,38	89,37	461,05	18,95	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.07.2011 05:30	480	129,47	350,53	26,97	350,53	136,15	343,85	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.07.2011 13:30	480	393,38	86,62	81,95	86,62	467,82	12,18	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.07.2011 21:30	480	20,38	459,62	4,25	459,62	25,02	454,98	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.07.2011 05:30	480	401,13	78,87	83,57	78,87	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.07.2011 13:30	480	406,17	73,83	84,62	73,83	464,62	15,38	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.07.2011 05:30	480	328,63	151,37	68,47	61,23	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	90,13	0	0
19.07.2011 13:30	480	193,53	286,47	40,32	199,13	461,68	18,32	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	87,20	0	0
19.07.2011 21:30	480	20,05	459,95	4,18	459,95	24,03	455,97	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.07.2011 05:30	480	372,97	107,03	77,7	107,03	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.07.2011 13:30	480	310,93	169,07	64,78	87,63	405,05	74,95	480,00	81,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.07.2011 05:30	480	100,38	379,62	20,91	30,33	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	349,28	0	0
21.07.2011 13:30	480	8,45	471,55	1,76	17,72	150,28	329,72	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	453,58	0	0
21.07.2011 21:30	480	0	480	0	0	12,85	467,15	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0
22.07.2011 05:30	480	168,65	311,35	35,14	0	322,6	157,40	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	311,35	0	0
25.07.2011 21:30	480	262,28	217,72	54,64	104,57	447,08	32,92	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	113,15	0	0
26.07.2011 13:30	480	28,80	451,2	6	451,2	34,35	445,65	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26.07.2011 21:30	480	445,08	34,92	92,73	26,82	480	0	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	8,10	0	0
27.07.2011 05:30	480	72,55	407,45	15,11	0,47	91,52	388,48	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	15,75	391,23	0
27.07.2011 13:30	480	9,77	470,23	2,03	2,15	27,97	452,03	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	468,08	0
27.07.2011 21:30	480	391,23	88,77	81,51	88,77	464,15	15,85	480,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					7708,22	25357	17363	42720											
						59%	41%	45600,0 = (365*480)											
					Summe:	25357			81,43	86,57	22,83	12,71	54,4	301,93	2903,53	3,55	13115,11	872,60	2,08

Quelle: Sachsenwerk intern (MDE- Software)

Technische Stillstände (1 Testlauf gbo datacomp)



Quelle: Sachsenwerk intern (MDE- Software)

Anhang 11

Karusselldrehmaschine mit Palettiereinrichtung (AC18/1-2)



Quelle: Sachsenwerk intern

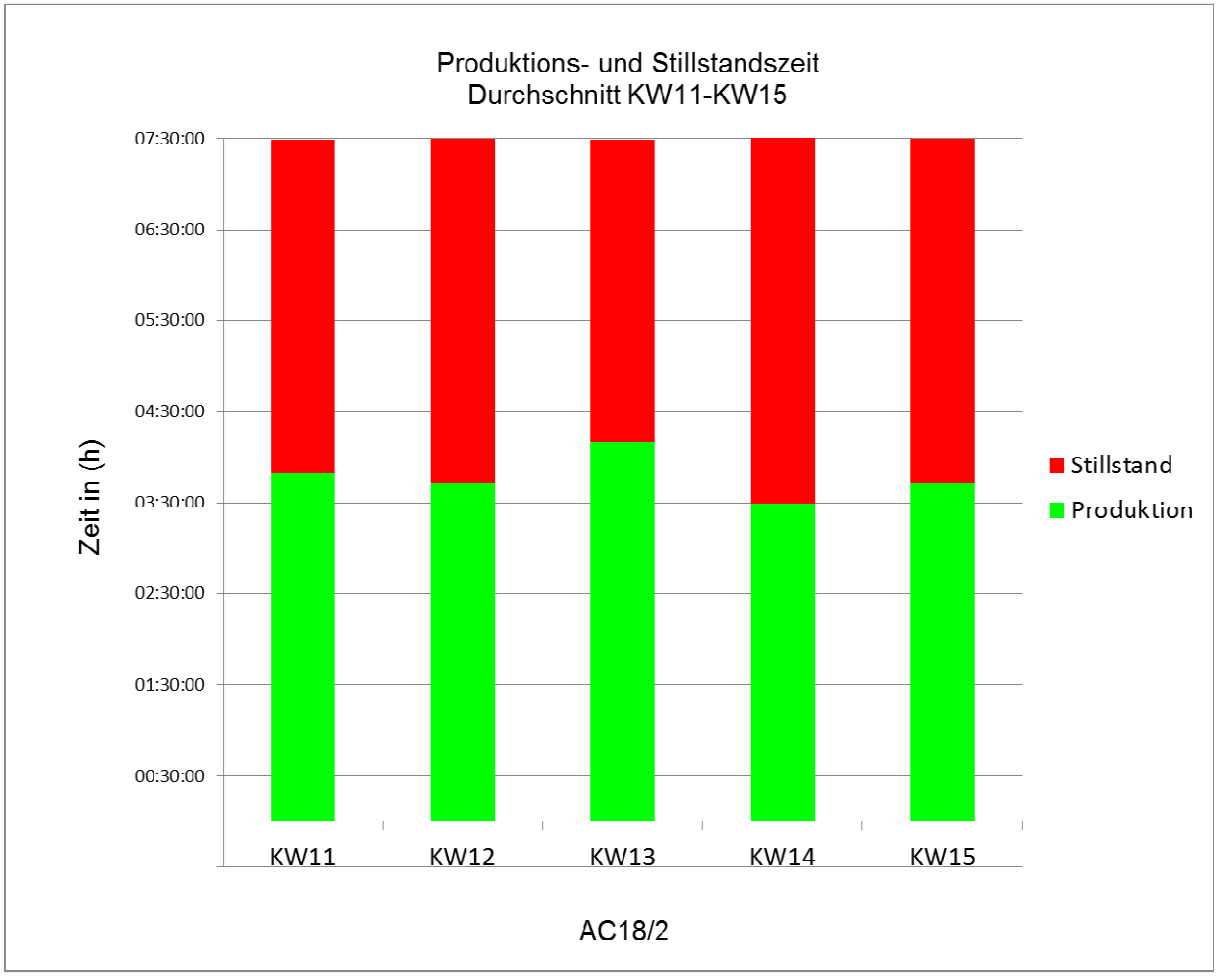
MDE-Terminal mit Touchpad (Firma: FASTEC)



MDE Bedienterminal (FASTEC**)**
Quelle: FASTEC GmbH intern, (Produktemail); Stand 07.2011

Durchschnitt von Produktions- und Stillstandszeit KW11-KW15

AC18/2

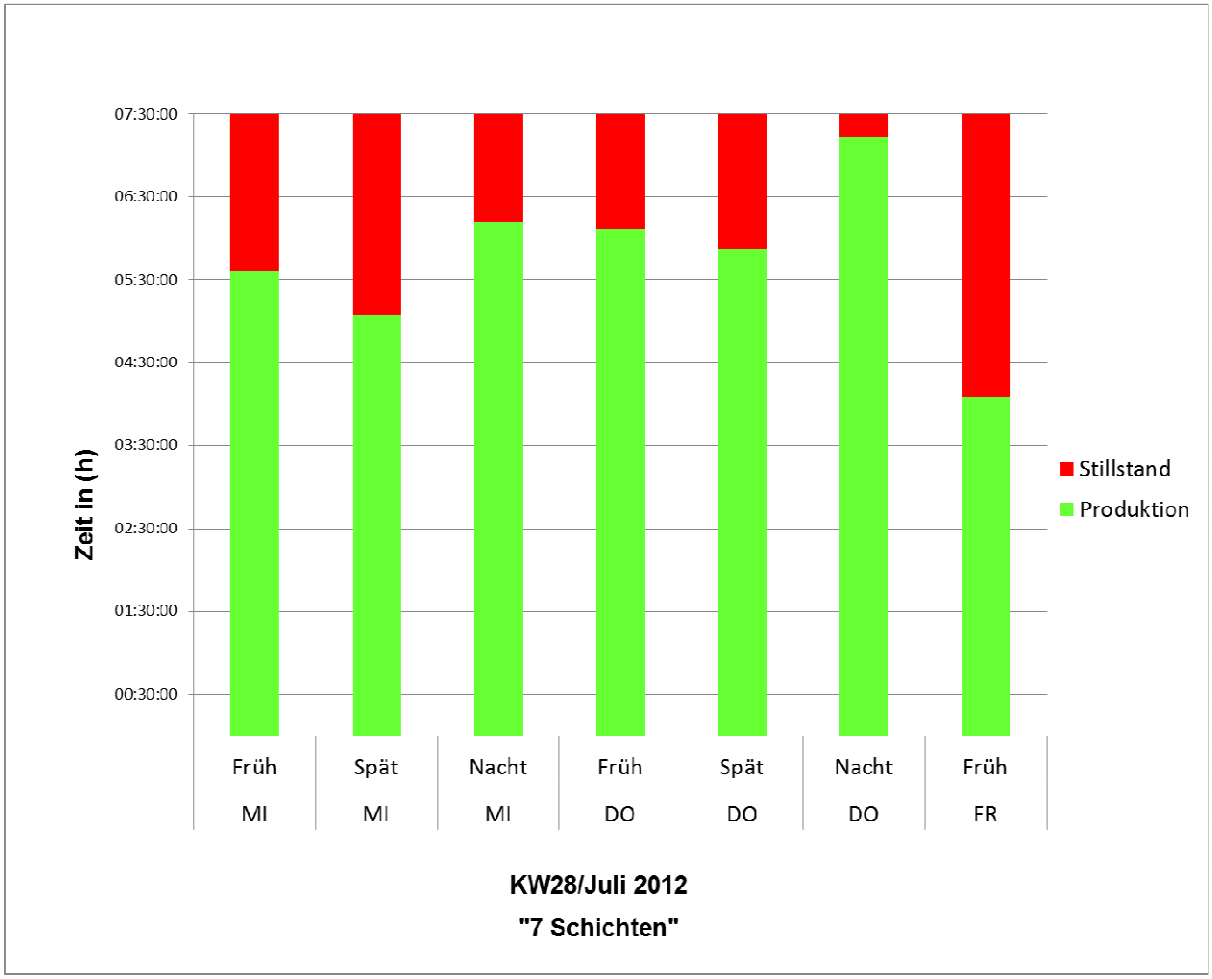


Maschinendatenerfassung FASTEC Durchschnitt KW11-KW15

Quelle: Sachsenwerk intern (MDE- Software)

Produktions- und Stillstandszeit KW28

AC18/1



Maschinendatenerfassung FASTEC (7-Schichten)

Quelle: Sachsenwerk intern (MDE- Software)

Betriebsvereinbarung (1 Testlauf)

VEM Sachsenwerk GmbH

Zwischen der Geschäftsführung
der VEM Sachsenwerk GmbH

und dem Betriebsrat
der VEM Sachsenwerk GmbH

wird die folgende **Betriebsvereinbarung 01 / 2012**

Maschinendatenerfassung - Testlauf

abgeschlossen.

1. Geltungsbereich

Diese Betriebsvereinbarung gilt für die Arbeitnehmer (AN) der VEM Sachsenwerk GmbH.

2. Ziel und Zweck

Die Maschinendatenerfassung dient folgendem Zweck:

- Erfassung der Maschinenausfälle nach Ausfallart und Zeit
- Maschinenlangzeitüberwachung zur vorbeugenden Instandhaltung
- Maschinenverfügbarkeitsnachweis für herstellerbedingte Maschinenausfälle in der Garantiezeit

3. Zeitraum

Der Testzeitraum beginnt am 14.02.2012 und endet am 14.03.2012. Ein zweiter Testzeitraum von maximal vier Wochen ist nach vorheriger Unterrichtung des Betriebsrates möglich. Der Zeitraum für den zweiten Testzeitraum endet spätestens am 31.08.2012.

4. Datenschutz

Die Verknüpfung der Maschinendaten mit personenbezogenen Daten ist elektronisch und in jeder anderen Form untersagt.

4.1. Hard- und Software

Zur Datenerfassung werden zwei Erfassungsterminals easyOEE der Firma FASTEC GmbH, Dezentrale Automation, Technologiepark 19, 33100 Paderborn benutzt. Die Datenübertragung erfolgt über das betriebsinterne Datennetz. Zur Datenauswertung kommt die Software easyOEE der Firma FASTEC GmbH zum Einsatz.

4.2. Dateneingabe

Die Daten werden teils automatisiert erfasst, teils manuell und anonym vom Maschinenbediener eingegeben.

Quelle: Vgl. Sachsenwerk intern

Betriebsvereinbarung (1 Testlauf)

VEM Sachsenwerk GmbH

4.3. Berechtigungen

Zur Verarbeitung der erfassten Daten sind ausschließlich folgende AN berechtigt:

[redacted]

5. Salvatorische Klausel

Sollten einzelne Bestimmungen dieser BV unwirksam oder undurchführbar sein oder nach Vertragsschluss unwirksam oder undurchführbar werden, bleibt davon die Wirksamkeit der BV im Übrigen unberührt. An die Stelle der unwirksamen oder undurchführbaren Bestimmung soll diejenige wirksame und durchführbare Regelung treten, deren Wirkungen der Zielsetzung am nächsten kommen, die die Vertragsparteien mit der unwirksamen bzw. undurchführbaren Bestimmung verfolgt haben. Die vorstehenden Bestimmungen gelten entsprechend für den Fall, dass sich der Vertrag als lückenhaft erweist.

6. Schlussbestimmungen

Diese Betriebsvereinbarung tritt zum 13.02.2012 in Kraft.

Dresden, den 07.02.2012

Geschäftsführung Betriebsrat

Quelle: Vgl. Sachsenwerk intern

Ehrenwörtliche Erklärung

"Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich",

1. dass ich meine Bachelor Thesis mit dem Thema

   Einführung und Anwendung von Maschinen-
   datenerfassung in der Manufakturfertigung

   ohne fremde Hilfe angefertigt habe,

2. dass ich die Übernahme wörtlicher Zitate aus der Literatur sowie die Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit gekennzeichnet habe und

3. dass ich meine Bachelor Thesis bei keiner anderen Prüfung vorgelegt habe.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

_____ _____

Ort, Datum Unterschrift