

# **Anpassung der Instandhaltung an das Lean Management Konzept**

Prof. Dr. Ing. D. E. Castro,

Maintenance and Reliability Engineering Group (NEC&MS)  
Department of Mechanical Engineering – DAEM  
Technical Federal Center of Minas Gerais - CEFET-MG

## **Abstract**

The Aim of this paper is to describe the main aspects of Lean Management and how this concept can be adapted to Maintenance Services in order to improve their performance. The five steps of Lean Management will be outlined and applied to a real maintenance routine. The results will be discussed in terms of reduction of time to repair and added value of maintenance processes.

## **Einleitung**

In den letzten 40 Jahren haben Produktionssystemen ihre Strategien, Strukturen und Ziele auf der Suche globaler Märkte ständig neu formuliert. Gleichzeitig ist ihr Spielraum immer enger geworden, da die Entwicklung neuer Märkte auch neue Konkurrenz bedeutet. Die westlichen Länder, die nach dem II Weltkrieg die Führung industrieller Produktionssystemen hatten, sehen heute den wachsenden Druck von östlichen Ländern, wie Japan, China, Korea, Thailand und immer neue Namen kommen auf diese Liste. So sind die Produktionssystemen verschiedenen Änderungswellen unterworfen: zuerst kam das Total Quality Control-Konzept, wo der Kunde an erster Linie steht und der ganze Produktionsprozeß auf die kleinsten Details kontrolliert werden sollte, um Kundenwünschen zu erfüllen. Danach kam das Just in Time-Konzept, wo die ganze Produktionslinie von Lieferanten bis zu Kunden in einer einzigen Produktionskette eingegliedert sind, um Fristen zu reduzieren und alle möglichen Auftrag-Größen kostengünstig realisierbar zu machen. Zusammen mit diesen strategischen Änderungswellen sind Produktionssystemen auch technologischen Sprüngen unterworfen: neue Telekommunikationssystemen, wachsende Automatisierung der Produktionsprozesse, usw. Immer mehr Signale und Daten sollen behandelt, analysiert und interpretiert werden, um die richtige Entscheidung zu treffen. Letztlich sind alle diese Tendenzen in eine einzige Strategie eingegliedert worden, das sogenannte Lean Produktion Konzept, nach dem alle möglichen Produktionsverluste zuerst gefunden und danach ausgeschaltet oder blockiert werden sollten.

In diesem Zusammenhang gewinnt Instandhaltung industrieller Anlagen immer mehr Bedeutung. In erster Linie nimmt die Anzahl von Wartungspersonal ständig zu im Gegensatz zum Produktionspersonal, deren Anzahl wegen der Automatisierung der Anlagen immer kleiner wird. Die konventionellen Ziele der Instandhaltung wie hohe Verfügbarkeit der Anlagen und niedrige

Instandhaltungskosten sollen der heutigen Situation der Produktionssystemen angepasst werden.

Das bedeutet, daß der Instandhaltungsprozeß auf das Lean Management Konzept eingerichtet werden soll.

In dieser Arbeit werden die Schritte des Lean Managementkonzept dargestellt und an Instandhaltungsprozesse angepasst. In dieser Arbeit werden auch erste Praxiserfahrungen des Einsatzs dieser Methode aufgezeigt.

## Die Entwicklung des Lean Managementkonzepts

Wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, sind der Produktionssystemen verschiedenen Änderungswellen unterworfen. Das Bild 1 zeigt die wichtigsten westlichen und östlichen (japanischen) Strategie-Entwicklungen, die bei der Produktionssystemen weltweit eingesetzt wurden und letztlich zum Lean Managementkonzept geführt haben (Castro, 2006).

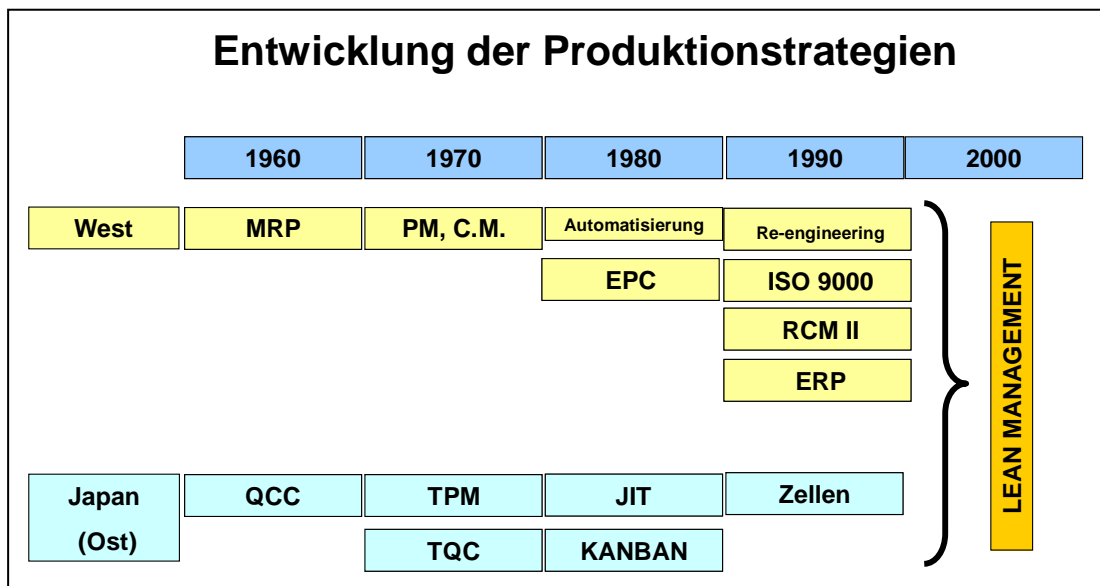


Bild 1 – Entwicklung der Strategien bei Produktionssystemen in den letzten vierzig Jahren

Der Beitrag von japanischen Konzepten wie "Total Quality Control" (TQC) in den siebzigen Jahren und danach das "Just in Time Konzept" in den achtzig Jahren sind ohne Zweifel die wichtigsten Bausteine des heutig genannten Lean Managements.

Es ist auch Wahr, daß viele Unternehmen heute in Richtung des Lean Konzepts eingehen wollen aber nur wenige verstehen dieses Konzept. Noch schwieriger ist die Situation der Instandhaltung, die als Dienstleistung weiter Weg von diesem Trend ist. Höchstens wird das Stichwort "Lean Maintenance" benutzt, das mehr ein Rettungswort darstellt als wirklich ein Weg zur Verbesserung der Instandhaltung.

Aus diesem Grund werden in dieser Arbeit zuerst die Grundkonzepte des Lean Managements dargestellt und danach ihre Folgen für die Instandhaltungsorganisationen erläutert.

## Die fünf Schritte der “Lean-Denkweise“

Der erste Schritt der Lean-Denkweise (Lean Manufacturing, 2007) besteht aus der richtigen **Definition von Wert**. Der Wert eines Produktes oder einer Dienstleistung wird nicht von ihren Herstellern sondern von ihren Kunden definiert. Dieser Wert hängt in erster Linie von den Notwendigkeiten der Kunden und ist Aufgabe der Hersteller diese Notwendigkeiten genau zu identifizieren und richtig zu bewerten und daraus den echten Wert ihrer Produkte und Dienstleistungen heraus zu finden.

Der nächste Schritt des Lean Managements ist die Identifizierung der **Wert-Flüsse innerhalb der Produktionsprozesse**. In jedem Produktionsprozeß gibt es Aktivitäten, die Wertvoll für den Prozeß sind (Typ I Aktivitäten). Es gibt auch Aktivitäten, die keinen Wert zu dem Prozeß addieren aber wichtig für seine Kontinuität sind, z.B. Instandhaltung und Wartung des Prozesses (Typ II Aktivitäten). Letzlich gibt es Aktivitäten, die keinen Wert zum Prozeß addieren (Typ III Aktivitäten). Diese letzte Art von Aktivitäten müssen unbedingt abgeschafft werden.

Als nächster Schritt sollen die Typ I- und Typ II- Aktivitäten **beschleunigt** und in einen **kontinuierlichen Produktionsfluß** eingegliedert werden.

Der vierte Schritt des Lean Management-Konzepts besteht darin, **den produktiven Fluß umzustellen**: statt Hersteller Produkte zu den Kunden zu schieben (Sonderangebote, Sonderaktionen, usw.) sollen die Kunden die Produkte aus den Produktionsprozessen der Hersteller ziehen (Wertvolle Produkte, die Kunden kämpfen für diese Produkte!).

Der letzte Schritt der Lean Management-Denkweise ist einfach die **Vollkommenheit** (Perfektion) aller Aktivitäten des Produktionsprozesses heraus zu finden. Wichtig in dieser Stelle ist die Unregelmäßigkeiten der Prozessen zu minimieren und Aktivitäten ohne Mehrwert ständig rauszusuchen und abzuschaffen.

## Schritt 1 des Lean-Managements: den Wert der Instandhaltung zu Entdecken !

Dieser erster Schritt kann selbsterständlich für viele Instandhalter sein, aber ist in der Regel der schwierigster Teil des Lean-Management-Konzepts. Fachleute von Instandhaltung sind normalerweise Ingenieure und Techniker, die das ganze Leben neben Maschinen und in Werkstätten verbracht haben und wenn die Antwort zur Frage “Wert der Instandhaltung nach Kundenansicht“ gesucht wird, kommen solche antworten:

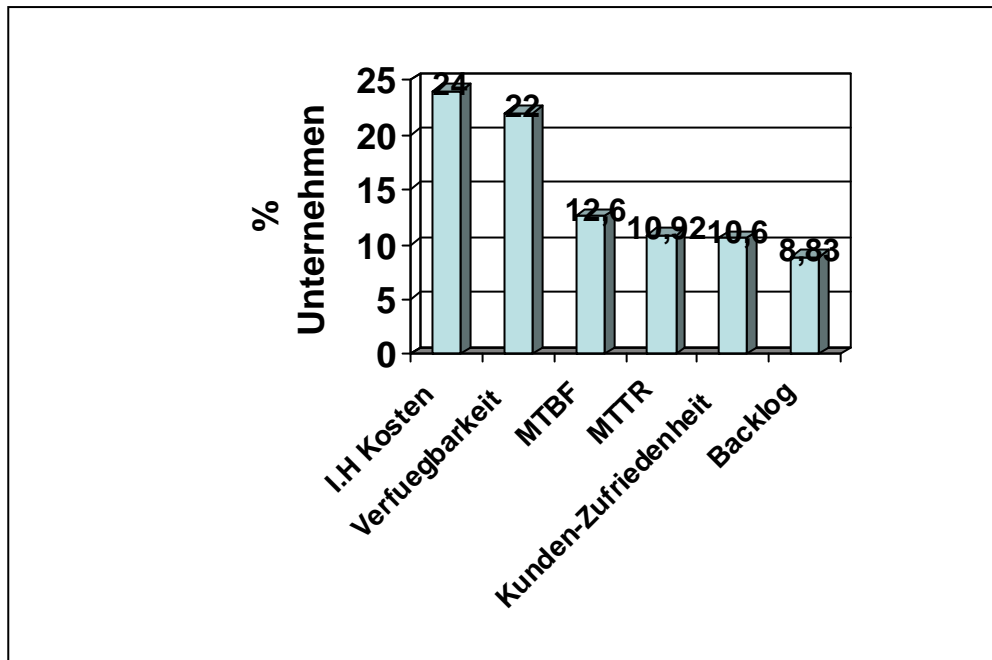


Bild 2- Wichtigste Parameter zur Kontrolle der Instandhaltung  
(Abraman – 2007)

Das Bild 2 zeigt die wichtigsten Parameter zur Kontrolle der Instandhaltung nach Angaben von Abraman (Brasilianischer Verein für Instandhaltung). Dieses Bild zeigt die Anzahl von Instandhaltungsorganisationen (Unternehmen) in Brasilien, die diese Parameter zur Kontrolle der Instandhaltung anwenden. Wie aus diesem Bild ersichtlich ist, benutzen die meisten Unternehmen in erster Linie die Instandhaltungskosten als Kontrolle ihrer Instandhaltungsaktivitäten. An zweiter Stelle steht die Verfügbarkeit der Maschinen. Dann kommt die Mittelzeit zwischen Schadensereignissen (MTBF) und danach in viertem Platz die Mittelzeit zur Schadensreparatur (MTTR). Und nur dann, in fünftem Platz kommt die Kunden-Zufriedenheit. Dieses Verhalten zeigt wie weit die Instandhaltungsorganisationen von einem Lean Management Konzept entfernt sind.

Diese Situation wird noch schlechter wenn die Tendenz der letzten Jahren in Bezug auf diesem Parameter (Kundenzufriedenheit) betrachtet wird. Auf Bild 3 wird die Anwendungstendenz der Parameter Kundenzufriedenheit im Laufe der letzten Jahrzehnt dargestellt.

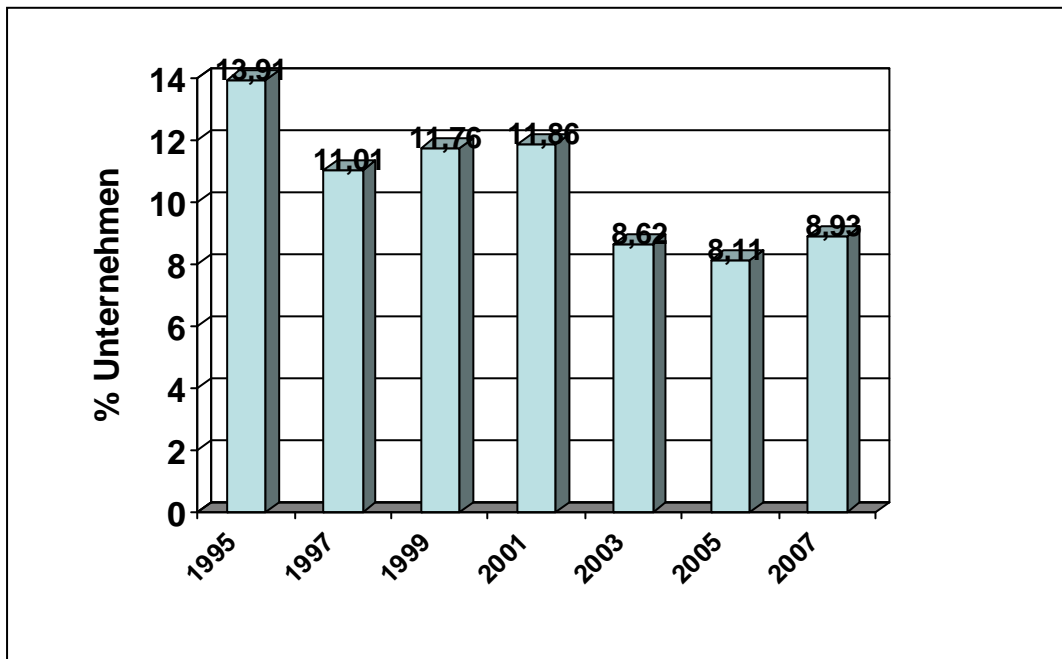


Bild 3- Tendenz der Kundenzufriedenheit-Parameter in Laufe der Zeit  
(Abraman- Brasilianischer Verein für Instandhaltung – 2007)

Aus der vom Bild 3 dargestellten Tendenz wird klar, daß die Instandhaltungsorganisationen nicht viel Wert auf die Zufriedenheit ihrer Kunden legen. Das ist kein gutes Zeichen und zeigt auch, daß das Instandhaltungsgeschäft besser definiert und orientiert sein muß.

Um den Wert eines Produktes richtig einzuschätzen, sollen fünf Dimensionen der Zufriedenheit der Kunden beobachtet werden (Campos, 1992):

- 1- Qualität des Produktes
- 2- Kosten des Produktes
- 3- Bedienung der Kunden (bei Nutzung des Produktes)
- 4- Sittlichkeit (Stimmung der Kunden bei Nutzung des Produktes)
- 5- Sicherheit der Kunden (bei Nutzung des Produktes)

Das sind die sogenannten Dimensionen der "Total Quality Control" (TQC), ein der wichtigsten Bausteine des Lean-Konzepts. Um den richtigen Wert der Instandhaltung nach Kundenansicht rauszufinden, sollen die Instandhaltungsorganisationen die Zufriedenheit ihren Kunden bei allen fünf Dimensionen des TQC-Konzepts ausfüllen. Die meisten brasilianischen Instandhaltungsorganisationen sind der Meinung, daß Instandhaltung nur die Verfügbarkeit der Anlagen bei den möglich niedrigsten Kosten garantieren soll (siehe Bild 1). Um dieses Ziel zu erreichen, versuchen viele Instandhaltungsführer weltweit anerkannte Verfahren einzusetzen, wie zum

Beispiel TPM, RCM, 6-Sigma, 5S, usw. Nach einer Versuchszeit (bei einigen Unternehmen kann es viele Jahre bedeuten!!!) werden die von Kunden erwarteten Ergebnisse nicht kommen.

***Parameter wie MTBF und MTTR sind nicht interessant für unsere Kunden!  
Diese Parameter sind technisch richtig aber unbedeutend für unsere Kunden!.....das heißt: sie sind ungeeignet zur Kontrolle unserer Dienstleistung!***

## Schritt 2 des Lean-Managements: Identifizierung des Wert-Flusses innerhalb der Instandhaltungsprozesse

Ein Prozeß kann schematisch durch ein Ishikawa- Diagramm (Ursachen-Effekt-Diagramm) dargestellt werden (Castro, 2006). Das Ergebnis eines Prozeß kann eine Dienstleistung oder ein Produkt sein, die bestimmte qualitative Eigenschaften für ihre Kunden erfüllen sollen. Diese Eigenschaften wurden schon beim Schritt 1 des Lean-Managements erwähnt.

Die Ursachen eines Prozeß sind alle notwendigen Aktivitäten für die Realisierung der Dienstleistung oder des Produktes.

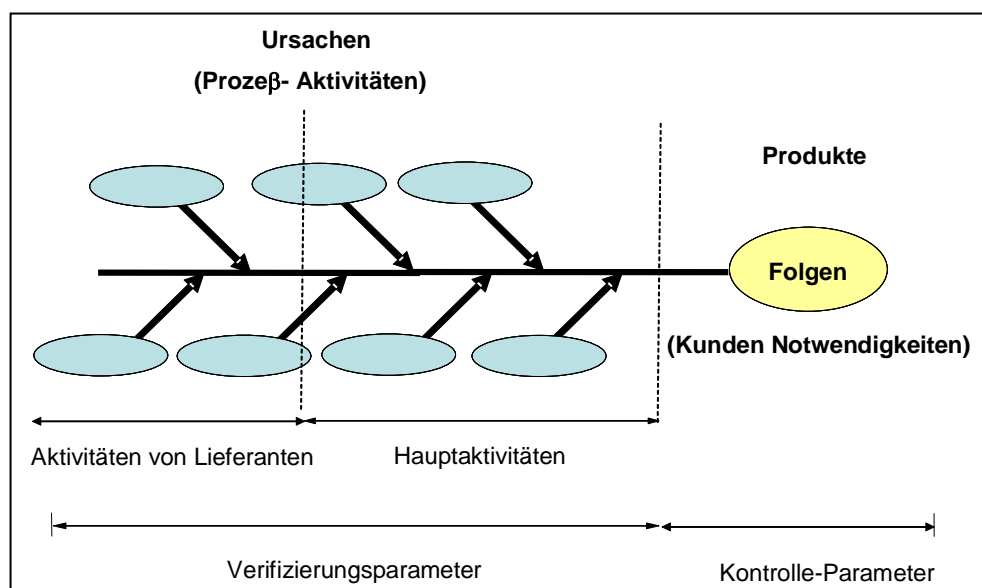


Bild 4- Schematische Darstellung eines Prozeß

Auf Bild 4 wird die schematische Darstellung eines Prozeß dargestellt. Wie aus diesem Bild ersichtlich ist, sind die Prozeß-Aktivitäten die Ursachen der Produkte (Folgen).

In jedem Produktionsprozeß gibt es drei Typen von Aktivitäten:

- Typ I-Aktivitäten: Sind Wertvoll für den Prozeß

- Typ II- Aktivitäten: Addieren keinen Wert zu dem Prozeß aber sind wichtig für seine Kontinuität (z.B. Instandhaltung und Wartung des Prozesses)
- Typ III- Aktivitäten: Addieren überhaupt keinen Wert zum Prozeß. Sie müssen unbedingt abgeschafft werden.

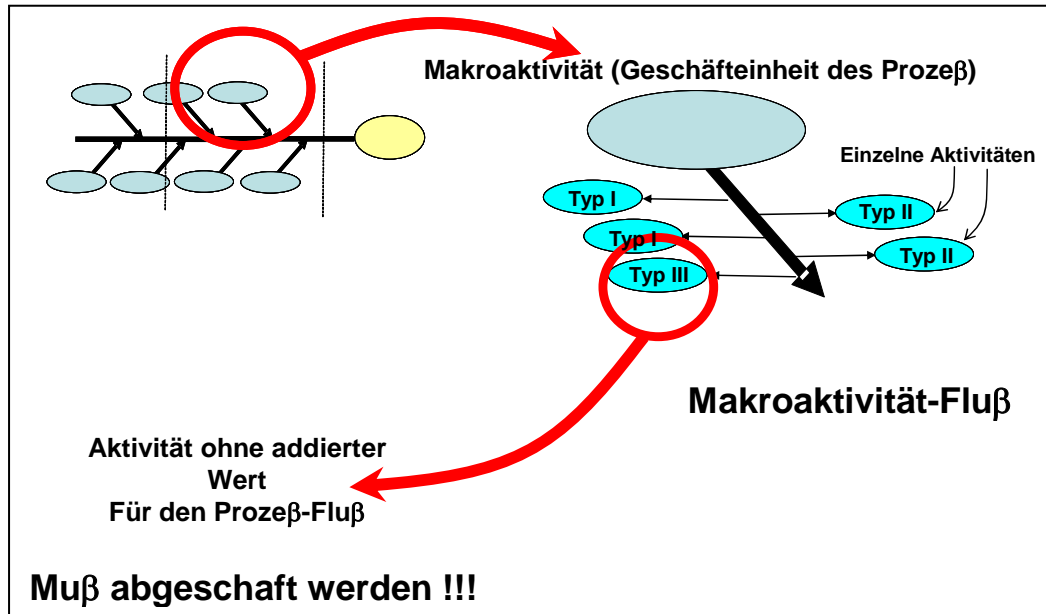


Bild 5- Identifizierung und Abschaffung von Typ III Aktivitäten

Als Beispiel wird ein einfacher Makroaktivität-Fluß beschrieben, der bei einem Instandhaltungsservice für elektronische Geräte eines Stahlwerks in Brasilien gemessen wurde.

	<b>Aktivität</b>	<b>Mittelzeit (min.)</b>	<b>Standard Abweichung (min.)</b>	<b>Typ</b>
1	Anruf von Kunde Bekommen (Wartezeit)	18,55	21,89	II
2	Transportieren zum Reparatur-Ort	17,55	14,74	II
3	Anfangsdiagnose des Maschinenschadens	18,06	26,78	I
4	Wartezeit für Material und Werkzeuge	21,35	43,13	III
5	Reparatur des Maschinenschadens	79,88	82,39	I
6	Maschinenzustand überprüfen	11,35	12,37	I

Tabelle 1- Aktivitäten eines Reparatur-Fluß von elektronischen Geräte eines Stahlwerks

Die Meßdaten von Tabelle 1 stammen aus einer Zeitmessung, die während 15 Tage durch Begleitung der Techniker bei ihren normalen Arbeitsroutinen durchgeführt wurde. Dieser Instandhaltungsprozeß wurde wegen seiner Bedeutung für die Verfügbarkeit der Anlagen des Stahlwerks ausgewählt. Diese Anlagen sind auch wichtig für das Unternehmen, weil sie für die Qualitätskontrolle der Stahlprodukte verantwortlich sind. Auf Bild 6 wird die Zeitverteilung aller Aktivitätstypen (I, II und III) von Tabelle 1 dargestellt.

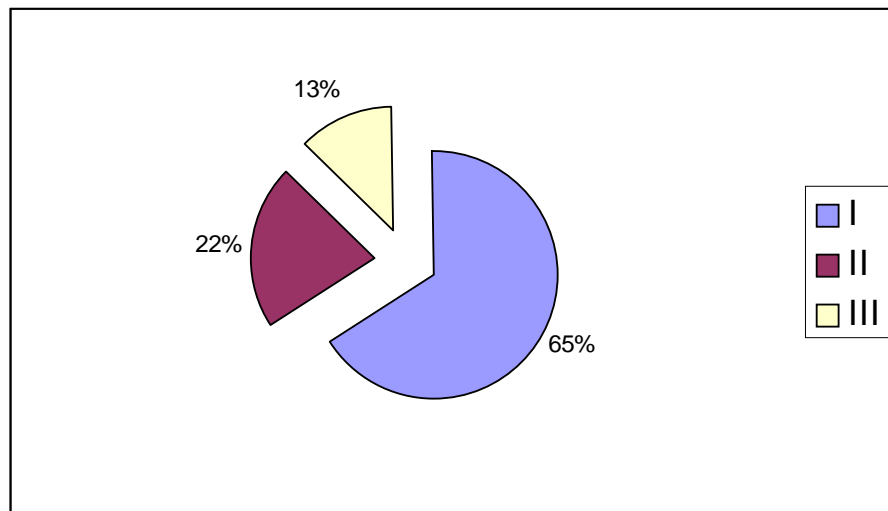


Bild 6- Mittelzeitverteilung nach Aktivität-Typ (I, II und III) bei dem Reparatur-Fluß von Tabelle 1

Wie aus Bild 6 ersichtlich wird, entsprechen die Aktivitäten von Typ III (ohne Mehrwert für den Prozeß) 13% der gesamten Mittelzeit des Reparatur-Fluß dieses Stahlwerk-Instandhaltungsservices. Es ist interessant zu merken, daß Aktivitäten von Typ I (wertvoll für den Prozeß) 65% der Zeit des gesamten Reparaturfluß entsprechen.

Nach dem Schritt II Lean Management Konzept, sollen Aktivitäten von Typ III (in diesem Fall: Wartezeit für Material und Werkzeuge) vom Reparatur-Fluß unbedingt abgeschafft werden. Das kann durch eine Verbesserung der Vorort-Werkstatt (neben der Maschine und mit geeigneteren Ersatzteilen) ohne hin verwirklicht werden !!!!

### **Schritt 3 des Lean-Managements: Beschleunigung des neuen Prozeß-Fluß**

Als dritter Schritt des Lean Managements sollen die beim Schritt II rationalisierten Prozesse beschleunigt werden. Das bedeutet, daß die übrig gebliebenen Aktivitäten von Typ I und II sollen schneller durchgeführt werden. An dieser Stelle soll sowohl die Mittelzeit als auch die Zeitabweichung von jeder Aktivität von Typ I und II drastisch reduziert werden.



Anhand unseres Beispiels des elektronischen Instandhaltungsservices eines Stahlwerkes werden jetzt die bleibenden Aktivitäten I und II durch entsprechenden Maßnahmen beschleunigt.

Das erste Ziel ist die Zeitabweichungen dieser Aktivitäten zu reduzieren. Um die Hauptabweichungen dieser Aktivitäten einzuschätzen wurde die Beziehung zwischen Standard-Abweichung zu Mittelwert kalkuliert. Das Ergebnis wird auf Bild 7 dargestellt.

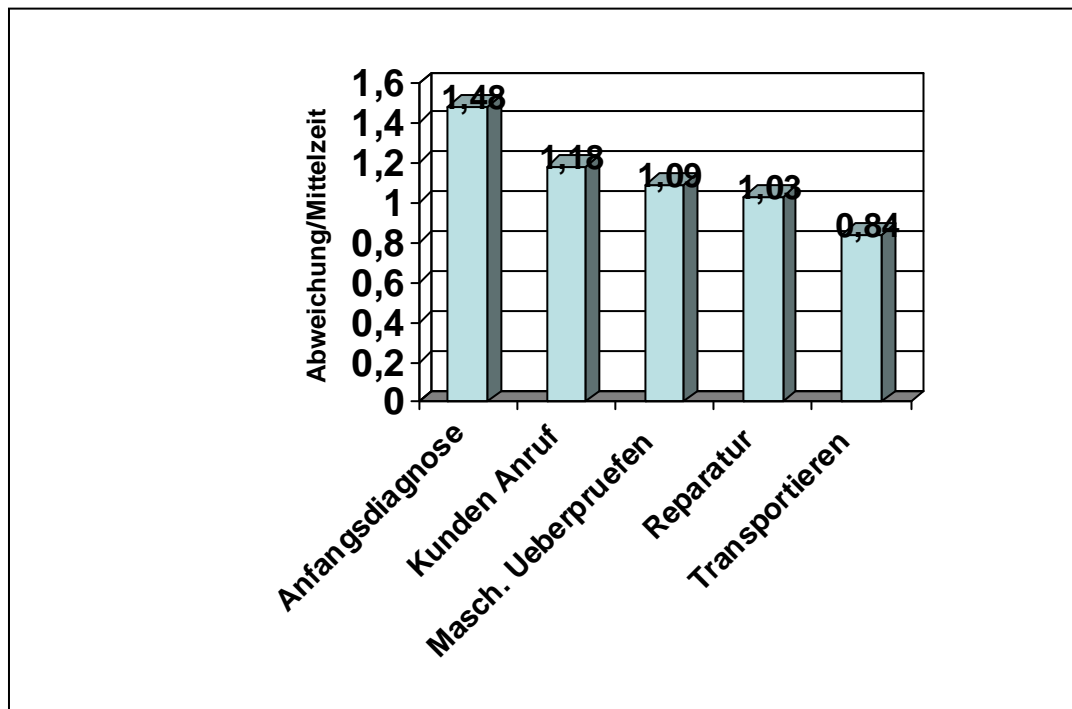


Bild 7- Beziehung zwischen Zeitabweichung und Mittelzeit der Aktivitäten I und II

Die hohen Zeitabweichungen bei Anfangsdiagnose der Anlagen (erster Balken vom Bild 7) wurden direkt mit den Technikern analysiert und nach einem Brainstorming wurden folgende Hauptursachen festgestellt:

- 1- Fehlendes Selbstbewußtsein der Techniker
- 2- Ungeeignete Ausrüstung (spezielle Meßgeräte zur Diagnose der Anlagen)
- 3- Schwache Fachkenntnisse über Fehlerdiagnose de Anlagen

Die hohen Zeitabweichungen bei Empfang von Kundenanrufen (zweiter Balken vom Bild 7) wurden auf folgenden Hauptursachen begründet:

- 1- Fehlendes Selbstbewußtsein der Techniker

- 2- Fehlendes Personal zum Empfang von Kundenanrufen in der Elektro-Werkstatt.

Es ist hier auch interessant zu merken, daß fehlendes Selbstbewußtsein der Techniker Hauptursache von Zeitabweichungen beider Aktivitäten war.

## **Schritt 4 des Lean-Managements: die Kunden kämpfen für unsere Dienstleistungen!**

Wenn die Schritte 1 bis 3 erfolgreich durchgeführt worden sind, ist dieser vierter Schritt eine Folge davon. Dieser Schritt entspricht der vollkommenden Kundenzufriedenheit mit dem Produkt oder mit der Dienstleistung.

Natürlich, unsere kleine Instandhaltungsmanschaft im Stahlwerk ist nicht so weit gegangen! Ihre Kunden sind noch nicht hundertprozent begeistert, aber sie sind auf den Weg !

Trotzdem nach den bei Schritten I bis III getroffenen Maßnahmen konnten unsere Techniker ihre Mittelzeit zur Reparatur (MTTR) bei ca. 25% reduzieren. Ihre Kunden waren sehr zufrieden damit, aber das war noch nicht genug. Sie sollen weiter arbeiten und in Richtung auf den Schritt 5 des Lean Management-Konzept eingehen !

## **Schritt 5 des Lean-Managements: nur der best bleibt!**

Das ist der letzte und schwierigster Schritt aller fünf. In diesem Schritt sollen Hersteller nach der Vollkommenheit ihre Produkte suchen. Das bedeutet, daß obwohl die Kunden im Schritt 4 vollkommen zufrieden mit dem Produkt (bzw. Dienstleistung) sind, sollen Hersteller ihre Prozesse weiter verbessern. Es muß die absolute Vollkommenheit erstrebt werden. Wenn ein Unternehmen oder Hersteller diesen Schritt erreicht hat, ist sicher der best in seinem Geschäft... in anderen Worten: weltweit Benchmark.

## **Schlußfolgerungen**

Der strenge Wettbewerb zwischen Unternehmen zwingt zur kontinuierlichen Verbesserung ihrer Produktionsprozesse. Instandhaltung ist eine Aktivität strategischer Bedeutung aller Industriebranchen. Deswegen sollen Instandhaltungsorganisationen ihre Prozesse nicht nur nach technischen sondern auch nach strategischen Konzepten optimieren. Das Lean Managementkonzept kann auch zur Verbesserung Instandhaltungsorganisationen angewendet werden. In dieser Arbeit wurden die einzelnen Schritte des Lean Managements an Instandhaltungsprozesse angepasst. Der Einsatz des Lean Managements führt nicht nur zu Optimierung der Prozesse sondern auch zu einem besseren Verständnis der Geschäftziele der Organisation und ermöglicht ein dynamisches Selbstbewußtsein aller Mitarbeiter.

## Acknowledgments

The Reliability and Maintenance Engineering Group (NECMS) of the Technical Federal Center (CEFET-MG) is grateful to ABRAMAN (Brazilian Maintenance Society) to collaborate with its historical Maintenance Data and to V&M do Brasil (Vallourec & Mannesmann do Brasil) to collaborate with the case used in this paper.

## Literatur

CASTRO, D. E . **“Eine einfache aber wirksame Methode zur Kontrolle der Instandhaltungsperformance“**, AKIDA 2006, Aachener Kolloquium für Instandhaltung und Anlagendiagnose, Aachen 2006 - Germany

SOCIETY OF MANUFACTURING ENGINEERS, **“Lean Manufacturing 2007”**, – Society of Manufacturing Engineers – 13. July , 2007.

CAMPOS, V. F. **“Total Quality Control”** , Fundação Christiano Ottoni, Bloch Editores S.A. – RJ , 1992.