

Entwicklung eines Modells zur Bestimmung des optimalen Wartungshorizonts durch Condition Monitoring

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science (B. Sc.)“ im Studiengang Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für Maschinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von:

Name: Baykus

Vorname: Adnan



Prüfer: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Hannover, den 06. März 2017

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1. EINLEITUNG	1
1.1 ZIELSETZUNG DER ARBEIT	1
1.2 AUFBAU UND STRUKTUR DER ARBEIT	1
2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN	2
2.1 DEFINITIONEN IN DER INSTANDHALTUNG	2
2.2 STRATEGIEN DER INSTANDHALTUNG	6
2.3 DEFINITION DES CONDITION MONITORING	10
3. NUTZUNG VON CONDITION MONITORING	12
3.1 AUFBAU EINES CONDITON MONITORING SYSTEMS	12
3.2 SENSORDIAGNOSESYSTEME	13
3.3 CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN	15
4. ENTWICKLUNG EINES OPTIMIERUNGSMODELLS	18
4.1 GRUNDLEGENDE KENNGRÖßEN	18
4.1.1 DEFINITIONEN DER ZUVERLÄSSIGKEITSTHEORIE	18
4.1.2 MATHEMATISCHE BESCHREIBUNG DER ZUVERLÄSSIGKEIT MIT LEBENSDAUER- VERTEILUNGEN	20
4.1.3 MODELLIERUNG DER EINFLUSSGRÖßEN	27
4.2 ERARBEITUNG DES MODELLS	29
4.3 AUSWERTUNG DES MODELLS	34
4.4 HANDLUNGSEMPFEHLUNG	40
5. LIMITATION	41
6. FAZIT UND AUSBLICK	42
LITERATURVERZEICHNIS	43
LITERATURQUELLEN	43
INTERNETQUELLEN	44

1. Einleitung

1.1 Zielsetzung der Arbeit

Innerhalb der „Industrie 4.0“, angetrieben durch die rasant zunehmende Digitalisierung und dem technischen Fortschritt von Wirtschaft und Gesellschaft, verknüpft sich die klassische, industrielle Produktion mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik. Elementarer Bestandteil dieses Prozesses sind intelligente Fabriken in denen Mensch, Maschine und Produkt über digital vernetzte Systeme miteinander kommunizieren und kooperieren. Dies hat nachhaltige Auswirkungen auf Produktionsabläufe und Arbeitsprozesse. Neben ressourcenschonenden und umweltfreundlichen Innovationen stehen die Optimierung der Wertschöpfungskette und Effizienzsteigerung der Produktionsanlagen im Vordergrund.¹ Von besonderer Bedeutung sind dabei die permanente Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Anlagen. Vor der Industrie 4.0 war es herkömmlich in bestimmten Inspektionsintervallen den Zustand der Anlagen auf Verschleißerscheinungen und Rissbildungen zu überprüfen. Dieses Verfahren ist jedoch kostspielig und schränkt die Instandhaltung in ihrer Flexibilität ein.

Condition Monitoring Systeme ermöglichen, durch eine komplexe Betrachtung von Ursache-Wirkung-Zusammenhängen zwischen Anlage, Beanspruchung und Zustandsveränderung, eine zustandsorientierte Instandhaltung. Dadurch lassen sich Aussagen über die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Anlage treffen, sodass Wartungen gezielt durchgeführt werden, wenn sie notwendig sind.²

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, ein mathematisches Modell zu entwickeln, welches den optimalen Wartungshorizont durch ein solches Condition bestimmt.

1.2 Aufbau und Struktur der Arbeit

Grundsätzlich unterteilt sich die Arbeit in sechs Kapitel, wobei das erste Kapitel zunächst einen Einblick in die Relevanz des Themas geben soll, um dem Leser einen Anreiz zu verschaffen, die Arbeit vollständig zu lesen.

¹ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2017)

² Vgl. Fraunhofer IZM (2017)

In Kapitel zwei folgen die theoretischen Grundlagen und es werden elementare Begrifflichkeiten geklärt. Es werden essentielle Inhalte der Instandhaltung aufgezeigt. Im dritten Kapitel werden die Grundlagen des Condition Monitoring näher erläutert. Weiterhin werden die Chancen und Herausforderungen, die sich für Condition Monitoring ergibt herausgearbeitet.

Kern der Arbeit ist der Inhalt des vierten Kapitels. Zunächst werden die im Modell verwendeten mathematischen Grundlagen aufgezeigt. Anhand dieser wird im weiteren Verlauf das Optimierungsmodell entwickelt.

Abschließend greifen die letzten beiden Kapitel die Ergebnisse der Arbeit auf, legen Limitation dar und geben einen Ausblick wie weiterverfahren werden sollte.

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Definitionen in der Instandhaltung

Seitdem es Maschinen gibt, versuchen die Betreiber diese in einem optimalen Betriebszustand zu halten. Die Instandhaltungsarbeiten bestehen meistens darin Fehler zu reparieren und Wartungsarbeiten an den Maschinen durchzuführen. Produktionsaufschübe, durch Wartungsarbeiten entstandene Stillstandzeiten und Wartungskosten, in Form von zusätzlicher Arbeit, Überstunden und Materialkosten umfassen einen großen Teil der Instandhaltungskosten. Diese Tatsachen, verbunden mit der Ignoranz für die Auswirkungen der Instandhaltung auf die Produktqualität, den Produktionskosten und dem Gewinn, ließ die Betreiber der Anlagen lange glauben, dass es sich bei der Instandhaltung um ein notwendiges Übel handelt und das nichts für eine Verbesserung der Instandhaltungskosten getan werden kann. Doch mit der Entwicklung von Mikroprozessoren und computergestützten Messinstrumenten, ist es möglich den Betriebszustand der Anlagenausrüstung zu überwachen und so unnötigen Anlagenausfällen und Maschinenfehlern zuvorzukommen und so die negativen Auswirkungen der Instandhaltungsarbeiten auf die Rentabilität der Produktionsanlagen zu vermeiden.³

³ Vgl. Mobley (2004) S.1 f.

6. Fazit und Ausblick

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde ein Modell zur Bestimmung des optimalen Wartungshorizonts durch Condition Monitoring Systeme ausgearbeitet. Dazu wurden zunächst die Grundlagen der Instandhaltung aufgezeigt und der Begriff des Condition Monitoring näher erläutert.

Grundsätzlich werden durch Einbindung des Condition Monitoring in den Instandhaltungsstrategien große Potentiale geschaffen. Durch Überwachung des Maschinenzustandes, ist es möglich einen sicheren und wirtschaftlichen Betriebsablauf zu gewährleisten. Dies wurde im Wesentlichen durch das in dieser Arbeit entwickelte Modell bestätigt.

Über die Bachelorarbeit hinaus, sollte das Modell nun in einer computergestützten Software, wie MATLAB, implementiert werden. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit das mathematische Modell für unterschiedliche Kennwerte schnell zu lösen und grafisch darzustellen.

Im Modell wurden Kennwerte und Parameter als bekannt angenommen. Im weiteren Verlauf müssen diese Werte, gegebenenfalls empirisch, ermittelt werden. Um ausschlaggebende Aussagen zu treffen, ist eine Datenhistorie mit einer ausreichenden Anzahl an Maschinenausfällen notwendig, aus der z.B. die Ausfallwahrscheinlichkeit einer Anlage rekonstruiert werden kann.

Weiterhin blieb im Modell die Korrelation der Einflussfaktoren untereinander unberücksichtigt bzw. wurde als bekannt vorausgesetzt. Auch hier muss aus einer großen Datenmenge herausgefunden werden, wie sie untereinander interagieren. So ergeben sich z.B. für vier Messparameter wie Temperatur, Druck, Drehmoment und Schwingung für ein bestimmtes Bauteil $2^4 = 16$ mögliche Wechselbeziehungen. An dieser Stelle bietet sich die Chance, Informationen aus dem Datenüberfluss durch Verfahren des „Data-Mining“ zu schöpfen.