

# 1 Einleitung

Die Herstellung von nahezu allen Produkten mittlerer bis großer Stückzahlen erfolgt heutzutage mit spezialisierten und hoch automatisierten Maschinen und Anlagen. Anwendungen finden sich praktisch in allen Bereichen von der Konsumgüter- über die Pharma- und die chemische Industrie bis hin zum klassischen Maschinenbau und der Elektrotechnik. Charakteristisch für die gesamte Produktionstechnik ist dabei die kontinuierliche Steigerung der Maschinenleistung, -qualität und -ausbringung mit jeder neuen Maschinengeneration. Durch den Anstieg an Produktvarianten [LIND06] müssen Maschinen zudem flexibler ausgelegt werden und unterliegen vielfältigeren Belastungskollektiven während ihrer Lebenszeit.

Parallel zur Optimierung der Produktionsmittel werden eine Verdichtung und Verkürzung der Produktionsprozesse und -ketten angestrebt, welche innerhalb eines Unternehmens durch die Verkettung von Einzelanlagen und den Abbau von Zwischenlagern für Halbfertigteile gekennzeichnet sind. Unternehmensübergreifend werden *Just-In-Time* oder *Just-In-Sequence* Lieferketten sowie Prozesse nach dem „Lean“-Prinzip etabliert [APPE08], wodurch ebenfalls die Bestände an Eingangs- und Ausgangslagern verringert werden sollen. Die Minimierung der Lagerbestände wird dabei mittels verschiedener Kennzahlen wie z. B. der Bevorratungsquote, der Kapitalbindungskosten oder der durchschnittlichen Lagerzeit überwacht.

Um die anvisierten Vorteile der technischen und organisatorischen Entwicklung voll nutzen zu können, sind die Zuverlässigkeit, Sicherheit und Verfügbarkeit von Produktionsmaschinen wesentliche Voraussetzung. Die *Just-In-Time* Produktion erfordert, dass sich eine Anlage zum benötigten Zeitpunkt zuverlässig betreiben lässt, d. h. der aktuelle Verschleißzustand einer Maschine bekannt ist. Sowohl die Verkettung zu gesamten Anlagen als auch die Steigerung der nominalen Ausbringung potenzieren prinzipbedingt die Folgen eines Maschinen(teil)ausfalls. Der Produktionsausfall und die Kosten je Zeiteinheit steigen an. Die Verfügbarkeit bestimmt somit maßgeblich die effektive Produktivität und Wirtschaftlichkeit einer Maschine oder Anlage.

Sowohl die Zuverlässigkeit als auch die Sicherheit und Verfügbarkeit hängen stark von einer sorgfältigen und bedarfsgerechten Wartung ab [BERT04]. Hierbei dominiert heutzutage die periodische Instandhaltung, die auf dem zyklischen Austausch bekannter Verschleißteile beruht [SCHU05a]. Die Maschinenzustandsüberwachung (engl. Condition-Monitoring) bietet gegenüber traditionellen Methoden der Instandhaltung eine Reihe von Vorteilen, die insbesondere auf die kontinuierlich stattfindende Diagnose und ein mit dieser einhergehenden verbesserten Maschinenkenntnis zurückgeführt werden können. Insbesondere veranschaulicht [MCP04] an einem Fallbeispiel, dass eine Senkung der Instandhaltungskosten um 1% die Umsatzrentabilität genauso steigert wie ein um 33% erhöhter Umsatz.

Allerdings hat eine im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Befragung gezeigt, dass sich die Maschinenzustandsdiagnose bei typischen schnelltaktenden Maschinen wie z. B. den Verpackungsmaschinen für Konsumgüter bisher nicht durchgesetzt hat.

Die für die Maschinenzustandsdiagnose grundlegend benötigte Sensorik ist lediglich bei elektrischen Servoantrieben vorhanden, welche diese bereits von Hause aus mitbringen. Gründe hierfür sind die technisch anspruchsvollen und komplexen Diagnoseverfahren, die mangelnde steuerungstechnische Integration von Diagnosesystemen und Maschinen sowie die Kosten für Messtechnik und Sensoren.

Mit der Konzeption eines Systems zur Maschinenzustandsdiagnose für Zahnriemen und Rollenketten sollen im Rahmen dieser Arbeit insbesondere die ersten beiden (technischen) Hinderungsgründe adressiert werden.

Dabei stellt die Maschinenzustandsüberwachung hohe technische Anforderungen, da eine robuste Diagnose nur durch die Kombination von Wissen über

- grundlegende Verschleißmechanismen von Materialien und Komponenten,
- die veränderlichen Belastungen und das Verhalten einer einzelnen Komponente im Kontext der Maschinenfunktion sowie
- die Signalverarbeitung und -analyse zur Extraktion der Nutzinformation

möglich ist. Während z. B. für Lager und Getriebe in der Industrie teils funktionsfähige Diagnoselösungen bestehen, beschränkt sich die Diagnose für andere typische Maschinenkomponenten wie Synchronriemen und Rollenketten weitgehend auf die Untersuchung von Material- und Betriebsverhalten unter definierten Bedingungen an Prüfständen bzw. auf die diskontinuierlich durchgeführte Offline-Diagnose. Während allerdings die Verschleißeffekte von Synchronriemen bisher nur qualitativ bekannt sind und in der Regel nur die Zulässigkeit des aktuellen Betriebszustands bewertet werden kann, sind bei Rollenketten teilweise quantitative Grenzen von Betriebsparametern bekannt und messbar. Da sich daraus eine konzeptionell unterschiedliche Herangehensweise für die Diagnose ergibt, sind diese beiden Vertreter der Zugmittelgetriebe beispielhaft zur Maschinenzustandsdiagnose herangezogen worden.

Für die modulare systemtechnische Integration von Überwachungsmethoden und -strategien in eine Maschine bzw. deren Steuerung wird eine Diagnose-Systemplattform konzipiert, welche Diagnosesignale bereitstellt, verarbeitet und über die Reaktionen eingeleitet werden können. Des Weiteren stellt die Systemplattform einen Zugang für externe Dienstleister bereit, die eine Langzeitüberwachung und die Erfassung einer durchgängigen Nutzungshistorie übernehmen. Durch die Diagnose-Systemplattform erfolgt die Abstimmung von Funktionalitäten, Schnittstellen und Datenhaltung, so dass verschiedene Einzeldiagnosen (von Komponenten) integriert und zu einer gesamtheitlichen Diagnose von Baugruppen und Maschine zusammengeführt werden.