

Der wachsende Wettbewerbsdruck, dem sich die Industrie international gegenüber sieht, führt im Anlagenbereich zu erhöhten Anforderungen an die Störanfälligkeit der Prozesse und die Zuverlässigkeit der Bauteile. Daher gewinnen Maßnahmen der Instandhaltung in starkem Maße an Bedeutung. In der Inspektion wird insbesondere die Schwingungsanalyse zur Überwachung und Diagnose von rotierenden Maschinen eingesetzt.

Auch für die Hydraulik bietet sich die Analyse des Körperschallsignals zur Überwachung des Zustandes eines Bauteils und zur Diagnose eventueller Defekte an. Die vorliegende Arbeit soll dazu beitragen, zur Instandhaltung hydraulischer Pumpen ein System zur Verfügung zu stellen, welches auf der Basis der Körperschallanalyse zuverlässig und anwenderfreundlich arbeitet. Ein solches System kann nicht nur in der Inspektion von hydraulischen Anlagen eingesetzt werden, es kann auch in der Qualitätskontrolle der Fertigung von Hydraulikpumpen benutzt werden.

Zur Entwicklung eines solchen Diagnosesystems müssen zunächst geeignete Überwachungs- und Diagnoseparameter gefunden werden. Zur Überwachung des Zustandes einer Hydraulikpumpe hat sich der Körperschalleffektivwert bewährt. Durch Einsatz eines Tiefpassfilters kann das Signal aufgeteilt werden und eröffnet dadurch zusätzliche Information, die eine eindeutige, frühzeitige Aussage über den Zustand des Bauteils ermöglicht.

Zur genaueren Diagnose eines entdeckten Schadens reichen diese Effektivwerte nicht aus. Durch eine weitergehende Analyse des Signals müssen zusätzliche Diagnoseparameter gewonnen werden. Speziell für Hydraulikpumpen bieten sich hier als signifikante Parameter einzelne pumpenspezifische Frequenzen und Harmonische sowie hochfrequente Frequenzbänder zur Diagnose an.

Die Betrachtung einzelner Frequenzpeaks, die für bestimmte Pumpenbaugruppen typisch sind, wie Dreh-, Pulsations-, oder Zahneingriffsfrequenzen, ist leicht realisierbar. Besonders wirksam ist die Berechnung von Backstrumpeaks, die Verän-

derungen von Periodizitäten im Frequenzspektrum anzeigen. Als Datenbasis zur Auswertung dieser Diagnoseparameter genügt die Aufnahme eines Frequenzspektrums des Körperschallsignals bis 2 kHz.

Speziell bei Hydraulikpumpen wird das Schwingungsverhalten aber auch durch Effekte beeinflusst, die durch die Pumpenstruktur und das Druckmedium verursacht werden. Insbesondere Kavitationseffekte, Strömungsanregungen, Strukturresonanzen und Dämpfungen äußern sich in Veränderungen im Frequenzspektrum bis 50 kHz. Zur Abdeckung von Defekten, die mit solchen Effekten verbunden sind, können Frequenzbänder mit einer Breite von 5 kHz eingesetzt werden.

Bei der Untersuchung der Einsatzmöglichkeit der genannten Parameter in einem Diagnosesystem hat sich herausgestellt, daß die Schwingungsanalyse ein äußerst empfindliches Werkzeug ist. Kleine Änderungen in der Pumpenumgebung, aber auch kleinste Defekte, haben eine Auswirkung auf das Frequenzspektrum der betrachteten Pumpe. Der Unterschied zwischen solchen "kleinen" Einflüssen und wirklichen Defekten ist allerdings so groß, daß, falls ein repräsentatives Referenzspektrum vorliegt, das System zuverlässig arbeiten kann. Der Zielkonflikt zwischen der Zuverlässigkeit der Diagnoseaussage und dem Aufwand zur Meßdatenerfassung muß allerdings für den Einzelfall optimiert werden.

Der Aufwand zur Entscheidungsfindung und der hohe Bedarf an Meßdaten und mathematischer Auswertung erfordern den Einsatz eines Rechners bei der Verwirklichung des Diagnosesystems. Der Anspruch an die Bedienerfreundlichkeit und die Flexibilität des Systems legen die Anwendung eines Expertensystems nahe. Zur Vorbereitung eines solchen Diagnoseexpertensystems wurde das notwendige Expertenwissen zusammengetragen, die Wissensbasis strukturiert und die Machbarkeit des Diagnosealgorithmus belegt.