

Instandhaltung der Zukunft

Wo werden die Schwerpunkte der Instandhaltung in der Zukunft liegen? Ergebnisse einer Umfrage zu Problemen und Zielen in der Instandhaltung, Diagnose und Anlagenüberwachung.

Instandhaltung ist in heutigen technischen Systemen von entscheidender Bedeutung, denn Instandhaltung sichert die Wiederherstellung oder die Erhaltung der Funktionsfähigkeit von technischen Systemen. Oft sind Instandhaltungsdienstleistungen ein stark Umsatz treibender Faktor im Maschinen- und Anlagenbau und bieten sehr viel Potential sich von Mitbewerbern abzusetzen.

Wo aber werden die Schwerpunkte der Instandhaltung in der Zukunft liegen?

Unter dieser Fragestellung führte das Institut für Maschinentechnik der Rohstoffindustrie (IMR) der RWTH Aachen auf dem Aachener Kolloquium für Instandhaltung, Diagnose und Anlagenüberwachung (AKIDA) am 14./15. November 2012 eine Umfrage durch. Das AKIDA wird vom IMR alle zwei Jahre veranstaltet und begrüßt zahlreiche Teilnehmer aus Industrie und Forschung, die in der Instandhaltung tätig sind. Somit stellt das AKIDA eine geeignete Plattform für die Analyse der „Instandhaltung der Zukunft“ dar.

Die Teilnehmer stammten aus unterschiedlichen Branchen der Instandhaltung, wie Stahlindustrie, Windenergie, Maschinenbau, Bergbau, Elektroindustrie sowie Messtechnik und Forschung. Gleichzeitig gehörten die Teilnehmer verschiedenen Unternehmensbereichen an, darunter neben Vertrieb, Service und Forschung und Entwicklung auch Leiter der Abteilung für Condition Monitoring sowie Produktion.

Das IMR erhielt bei der Umfrage sehr positive Resonanz – 75% der Befragten würden bei der Lösung instandhaltungsspezifischer Problemstellungen das IMR mit einbeziehen. Gründe gegen eine Einbeziehung des IMR beliefen sich auf eine große räumliche Entfernung oder den bereits bestehenden Kontakt zu anderen Forschungseinrichtungen.

Aktueller Forschungsbedarf

Zur Festlegung von Forschungsschwerpunkten in der Zukunft ist die Kenntnis über die Bedeutung des aktuellen Forschungsbedarfs grundlegend. Die Einschätzung des aktuellen Forschungsbedarfs nahmen die befragten Personen in 13 Themengebieten auf einer Skala von 1 (= sehr hoher Bedarf) bis 5 (= kein Bedarf) vor.

Interessant für die Festlegung zukünftiger Forschungsschwerpunkte sind insbesondere die Themengebiete mit hohen Bewertungen. Wie in Abbildung 1 dargestellt sehen die befragten Personen in der Restlebensdauerabschätzung und der drahtlosen Sensorik den größten Forschungsbedarf. Ebenfalls von großer Bedeutung sind die Anbindung des Condition Monitoring Systems (CMS) an ein Instandhaltungsmanagementsystem und die Automatisierung der Datenverarbeitung von CMS mit einem jeweiligen Durchschnittswert von 2,2. Besonders die beiden letzten genannten Punkte zeigen das Bestreben, CMS in die übergeordneten Abläufe beim Betreiben der Anlage einzubinden. Die zunehmende Bedeutung der Restlebensdauer-

abschätzung spiegelt sich vor allem in der Bedeutung in der Windindustrie wieder. Ein Betreiben der Windenergieanlagen bis zum Maximum der möglichen Lebensdauer ist von besonderem Interesse der Investoren.

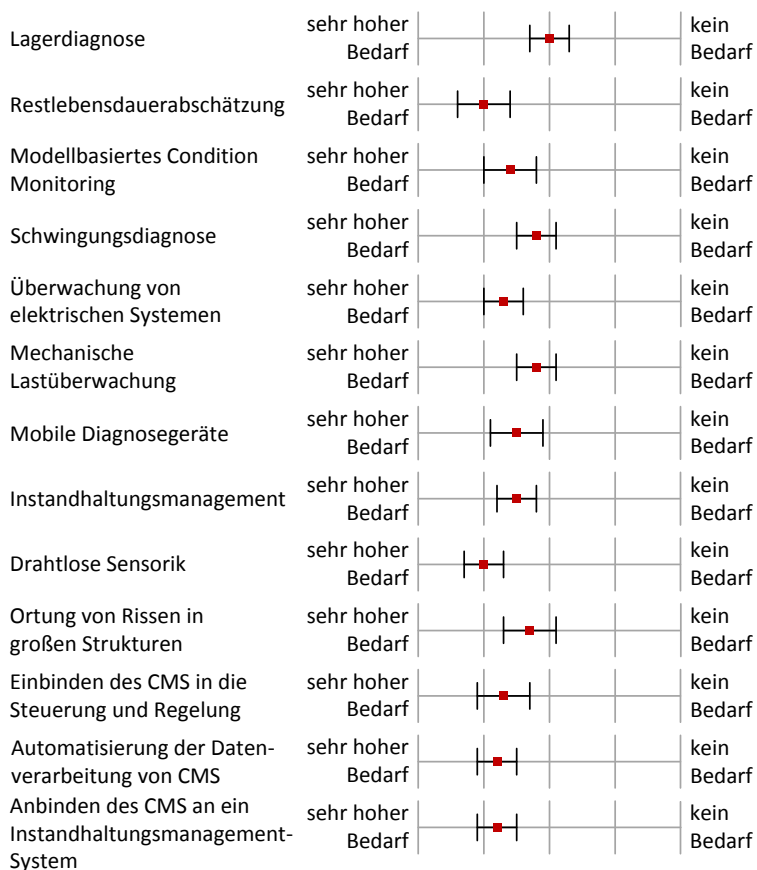


Abbildung 1: Geschätzter aktueller Forschungsbedarf in 13 Themengebieten (rot = Mittelwert; schwarz = 95%-iges Konfidenzintervall)

Das Themengebiet mit dem geringsten Forschungsbedarf stellt laut den befragten Personen die Lagerdiagnose mit einem Wert von 3,0 dar.

Ebenfalls werden die Schwingungsdiagnose und die mechanische Lastüberwachung als Themengebiete mit geringem Forschungsbedarf bewertet (Durchschnittswerte von jeweils 2,8). Das bedeutet keinesfalls, dass die Themengebiete Schwingungs- und Lastüberwachung keine Relevanz haben, sondern dass bei diesen Themen bereits ein sehr hoher Kenntnisstand erreicht wurde. Das zeigt sich unter anderem an der weiten Verbreitung in den Branchen wie zum Beispiel der Windenergie.

Instandhaltungsstrategien

Welche Instandhaltungsstrategien werden in der Zukunft von besonderer Bedeutung sein?

Zur Auswahl standen den Befragten unterschiedliche Instandhaltungsstrategien (siehe Abbildung 2).

Bei der reaktiven Instandhaltung erfolgt die Problembehebung ausschließlich nach Ausfällen oder Auftreten von Fehlern. 10 % der Teilnehmer halten die reaktive Instandhaltung für die bedeutendste. Die präventive oder vorbeugende Instandhaltung beschäftigt sich mit Instandhaltungsmaßnahmen bevor ein Ausfall erfolgt. Sie umfasst insbesondere Wartung und Inspektion. Der präventiven Instandhaltung messen 16 % der Befragten die größte Bedeutung bei. Bei der zustandsorientierte Instandhaltung wird der Maschinenzustand überwacht. Dadurch können beim Erreichen bestimmter Grenzwerte Bauteile gezielt ausgetauscht werden. Im Gegensatz zur zustandsorientierten Instandhaltung ermöglicht die zustandsprognoseorientierte Instandhaltung, ebenfalls durch Überwachung des Anlagenzustands, eine Aus-

sage darüber, zu welchem zukünftigen Zeitpunkt ein Schaden an der Maschine zu erwarten ist. Ein Drittel der befragten Personen sehen die zustandsorientierte Instandhaltung als die bedeutendste Instandhaltungsstrategie an. Damit liegt die zustandsorientierte vor der zustandsprognoseorientierten Instandhaltung, welche 31 % der Teilnehmer als relevanteste Instandhaltungsstrategie bewerten.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass in Zukunft nicht mehr schwerpunktmäßig auf die reaktive und präventive Instandhaltung als herkömmliche Instandhaltungsstrategien gesetzt wird. Es wird wichtiger, die Lebensdauer von Bauteilen möglichst vollständig auszunutzen und gleichzeitig nicht von unvorhergesehenen Ausfällen der Maschine abhängig zu sein. Die Überwachung des aktuellen Maschinenzustandes im Rahmen der zustandsorientierten Instandhaltung sowie Informationen über den künftigen Maschinenzustand im Rahmen der zustandsprognoseorientierten Instandhaltung sind in Zukunft die nachgefragten Instandhaltungsstrategien. Mit verbesserten Instandhaltungsstrategien lässt sich vor allem ein Vorteil gegenüber Wettbewerbern erreichen und das Unternehmen kann von weniger innovativen Konkurrenten abgrenzen.



Abbildung 2: Bedeutung unterschiedlicher Instandhaltungsstrategien, die Fläche der einzelnen Felder entspricht dem Prozentualen Anteil aller Antworten.



Abbildung 3: Gründe gegen den Einsatz von AE-Sensoren, die Fläche der einzelnen Felder entspricht dem Prozentualen Anteil aller Antworten.

Anlagenüberwachung und -diagnose

Die Zuständigkeit für Anlagenüberwachung und Anlagendiagnose wird in den Firmen unterschiedlich durchgeführt. Wer führt in den Unternehmen der befragten Personen die Anlagenüberwachung und –diagnose durch?

Zur Auswahl standen den befragten Personen die „eigenen Mitarbeiter/innen“, „Fremdfirmen“ oder „unser Unternehmen ist ein Maschinendiagnosedienstleister“. Außerdem konnte angegeben werden, dass das Unternehmen keine Anlagenüberwachung durchführt.

4 % der befragten Personen gaben an, dass ihr Unternehmen überhaupt keine Anlagenüberwachung und -diagnose betreibt. 21 % beauftragen eigene Mitarbeiter/innen und Fremdfirmen. 33 % gaben an, die Anlagenüberwachung und –diagnose ausschließlich von eigenen Mitarbeiter/innen durchführen zu lassen. 2 % beauftragen ausschließlich Fremdfirmen für diese Dienstleistung. Anlagenüberwachung scheint demnach wichtig für die meisten Unternehmen zu sein. Gleichzeitig verlassen sich wenige Unternehmen ausschließlich auf die Anlagenüberwachung durch Fremdfirmen, sondern ziehen es vor, zumindest teilweise eigene Mitarbeiter/innen mit der Anlagenüberwachung und –diagnose zu beschäftigen. 15 % der befragten Personen gaben an, dass ihr Unternehmen ein Maschinendiagnosedienstleister sei. Diese Personen wurden zusätzlich gebeten, einzuschätzen, ob sie eine Zunahme, keine Änderung oder einen Rückgang von Aufträgen im Bereich der Maschinendiagnosedienstleistung spürten. 67 % der Antworten fielen dabei eindeutig auf die Zunahme, 16 % spürten keinerlei Änderung. Die Antwortmöglichkeit „Rückgang“ wurde von keiner Person gewählt.

Auch dieses Ergebnis zeigt, dass die Anlagenüberwachung und –diagnose ein wichtiges Tätigkeitsfeld darstellt, in welchem auch in der Zukunft zunehmend Bedarf bestehen wird.

Probleme bei Condition Monitoring Systemen

Die Kenntnis über die Bedeutung von aktuellen Problemen bei Condition Monitoring Systemen ermöglicht für die Zukunft eine gezielte Optimierung in den entsprechenden Problem-bereichen.

Daher beschäftigte sich ein Teil der Umfrage mit der Priorisierung aktueller Probleme bei CMS, welche auf einer Skala von 1 (hohe Priorität) bis 5 (keine Priorität) bewertet werden

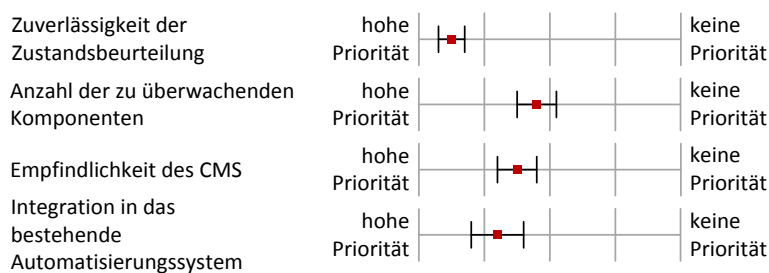


Abbildung 4: Bedeutung von Problemen bei Condition Monitoring Systemen (rot = Mittelwerte; schwarz = 95%iges Konfidenzintervall)

konnten. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 dargestellt. Das Geringste der vier Probleme sehen die befragten Personen in der Anzahl der zu überwachenden Komponenten. Dieses Problem wird im Durchschnitt mit einem Wert von 2,8 bewertet. Einen Durchschnittswert von 2,2 weist das Problem der In-

tegration des CMS in das bestehende Automatisierungssystem auf, gefolgt von der Empfindlichkeit des CMS mit 2,5.

Die Zuverlässigkeit der Zustandsbeurteilung erhält im Durchschnitt eine Bewertung von 1,5 und ist damit das mit Abstand stärkste Problem bei Condition Monitoring Systemen. Das stellt immer dann ein Problem dar, wenn das Ergebnis des CMS direkt zur Abschaltung der Anlage führen kann und damit zu einem Produktionsverlust führt.

Einsatz von Acoustic Emission Sensoren in der Maschinendiagnose

Die Technologie der Acoustic Emission (AE) stellt heute schon eines der wichtigsten zerstörungsfreien Prüfverfahren dar, insbesondere bei Bauwerks- oder Druckbehälterüberwachung. Wird ein Material äußeren Einflüssen wie mechanischer Belastung, Druck- oder Temperaturänderung ausgesetzt, können hochfrequente Burst-Signale erfasst werden. Mithilfe dieser Burst-Signale können Informationen zum Zustand des Materials abgeleitet werden. Die AE Technologie zur Maschinenüberwachung wird von 23 % der befragten Personen verwendet, 31 % der Teilnehmer der Umfrage ist die Technologie der AE nicht bekannt. 10 % machen keine Angaben. Die übrigen 36 % der Teilnehmer kennen demnach AE, verwenden die Technologie jedoch nicht.

Interessant ist nun die Frage, welche Argumente gegen den Einsatz der AE Technologie sprechen. Aspekte gegen den Einsatz von AE-Sensoren können bei der Verwendung festgestellt worden sein. Gleichzeitig können auch Probleme bestehen, die einen potentiellen Nutzer im Vorhinein von der Verwendung der AE Technologie abhalten. Mit Informationen über Probleme beim Einsatz von AE-Sensoren kann in Zukunft gezielt an Problemstellen gearbeitet

werden, um den Einsatz von AE-Sensoren möglichst problemlos zu gestalten und deren Verwendung weiter zu verbreiten.

Die schwierig bzw. aufwändig zu verarbeitende Datenmenge stellt mit 54 % der Antworten das stärkste Argument gegen den Einsatz von AE Sensoren dar. 21 % der Antworten beziehen sich auf die unausgereifte Technik, 17 % auf einen zu hohen Preis für die Sensoren bzw. die Messkette. Der am wenigsten relevante Grund gegen die AE Technologie stellt mit 8 % die zu geringe Anzahl an bekannten Analysemethoden dar. Die anfallende große Datenmenge entsteht bei AE durch die hohen Abtastraten von größer 1 MHz (i. V. typische Abtastrate bei Körperschallmessungen 40 kHz), das hat zur Folge das ein 25 mal größerer Speicherbedarf für die Rohdaten benötigt wird als bei Körperschalldaten (bei gleicher Auflösung). Dabei müssen aber auch die Analysealgorithmen speziell für diese große Datenmenge ausgelegt sein, um eine geringe Bearbeitungszeit zu ermöglichen.

Auf die Frage, wer in den jeweiligen Unternehmen die Anlagenüberwachung und –diagnose durchführt (s. o.) gaben 15 % der Befragten an, dass ihr Unternehmen ein Maschinendiagnosedienstleister sei. Aus Sicht der Maschinendiagnosedienstleister sind alle Gründe gegen den Einsatz von AE Sensoren von gleicher Bedeutung.

Lernfähige Systeme

Datengetriebene lernfähige Modellansätze für Condition Monitoring bieten eine Alternative zu den bisherigen analytischen Modellen. Dabei ist es von Vorteil, dass über physikalische Zusammenhänge des Prozesses keine ungenauen Annahmen bei der Modellbildung getroffen werden müssen. Jedoch ist die Entwicklung vieler Lernalgorithmen aufwändig und erfordert geeignete Datenmengen, die alle Betriebszustände abdecken.

Unter welchen Voraussetzungen würden die befragten Personen Lernfähige Systeme zum Condition Monitoring einsetzen?

Bei dieser Frage gab es keine vorgegebenen Antwortmöglichkeiten, die Voraussetzungen wurden von den Befragten selbst formuliert. Eine der am häufigsten genannten Voraussetzungen stellen niedrige Kosten dar. Ebenfalls bedeutende Voraussetzung sehen die befragten Personen in der Einfachheit der Lernfähigen Systeme. Demnach sollen die erlernten Zustände nachvollziehbar sein und kein neues Spezialistenteam erfordern.

Das spiegelt die allgemeine Bereitschaft wider, neuentwickelte Methoden einzusetzen. Dabei werden neuentwickelte Methoden bevorzugt eingesetzt, wenn dabei kein zusätzlicher Aufwand bei der Betreuung des CMS und der Schulung des Personals entsteht.

Zusammenfassung

Insgesamt lässt sich aus den Ergebnissen ableiten, dass ein hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf vorhanden ist, um die Instandhaltung, Diagnose und Anlagenüberwachung zu verbessern und ihre vielfältigen Potenziale auszuschöpfen. Dabei spielen die Verbesserung von bekannten Verfahren, wie der Restlebensdauerabschätzung, eine große Rolle als auch die Einführung neuer Techniken, wie zum Beispiel drahtloser Sensorik oder Lernfähiger Systeme.

Neue und verbesserte Technologien bieten dabei für Unternehmen die Chance, sich vom Markt abzuheben und sich dadurch Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Voraussetzung ist dabei der zuverlässige Einsatz dieser Technologien um eine nachhaltige Strategie zur Instandhaltung der Zukunft zu gewährleisten.

Autoren: Dipl.-Ing. Marc Hilbert,

Sonja Eichentopf,

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl Nienhaus

Kontakt: Institut für Maschinentechnik der Rohstoffindustrie (IMR)
RWTH Aachen
Tel.: 0241 80 96878
Email: mhilbert@imr.rwth-aachen.de
<http://www.imr.rwth-aachen.de>