

Minimale Stillstandzeiten von Wasserkraftwerken sind für eine nachhaltige Energiewende unabdingbar. Das Maschinen-Überwachungssystem von Mechmine arbeitet mit hochaufgelösten Vibrationsdaten und bietet die vollautomatische Überwachung und Funktionen, um Daten manuell zu analysieren.

Foto: shutterstock/52898251

## PREDICTIVE-MAINTENANCE-LÖSUNGEN ZUR FRÜHZEITIGEN SCHADENSERKENNUNG IN WASSERKRAFTWERKEN

*Eine geringe Stillstandzeit nimmt insbesondere bei Wasserkraftwerken einen immer höheren Stellenwert ein. Gerade jetzt, wo erneuerbaren Energiequellen eine zusehends wichtigere Rolle zugesprochen wird. Aus diesem Grund rücken Predictive-Maintenance-Lösungen, wie sie die Schweizer Mechmine GmbH anbietet, immer stärker in den Fokus. Predictive-Maintenance-Lösungen unterstützen technisch Verantwortliche dabei, einen zuverlässigen Betrieb der Kraftwerke zu gewährleisten. Allerdings geht es dabei nicht nur um die Reduzierung von Stillstandzeiten, sondern auch um die frühzeitige Erkennung von möglichen Anlagenausfällen und um verringerte Betriebs- und Servicekosten. Mit dem mmViewer bietet Mechmine ein cloud-basiertes Überwachungssystem speziell für Wälzlager und Getriebe an.*

Insbesondere in alpenländischen Gebieten nimmt die nachhaltige Stromerzeugung mittels Wasserkraft eine wichtige Versorgungsrolle ein. So erzeugen Wasserkraftwerke beispielsweise in der Schweiz 57 Prozent des gesamten Strombedarfs. Die dazu benötigten Anlagen müssen daher zuverlässig laufen. Während in den Kraftwerksgeneratoren der Wasserkraftwerke vielfach Wälzlager zum Einsatz kommen, sind bei Flusskraftwerken häufig Getriebe zwischen den Turbinen und den Generatoren geschaltet. In größeren Anlagen werden hingegen meist Gleitlager eingesetzt, wobei auch hier Wälzlager in Ölpumpen und anderen Hilfsaggregaten verbaut sind. Alle Komponenten, ob Getriebe oder Wälzlager, unterliegen dabei einer mechanischen Abnutzung und sind überdies teilweise hohen Temperaturschwankungen ausgesetzt. Aber auch Über- bzw. Unterschmierungen können zu Ausfällen führen. Mit dem durch den Schweizer Predictive-Maintenance-Anbieter Mechmine angebotenen Überwachungswerkzeugen können ungeplante, schwerwiegende Service- und Wartungsarbeiten und daraus resultierende lange Stillstandzeiten der Vergangenheit angehören. Durch die permanente Überwachung kritischer An-

lagen, die mit Wälzlager oder Getriebe ausgerüstet sind, lassen sich Wartungen planen und die Verfügbarkeit der Turbinen erhöhen. Inzwischen kommen die Lösungen von Mechmine insbesondere bei kritischen Infrastrukturen wie in der Wasserversorgung, der Abwasserreinigung oder in der Müllentsorgung zum Einsatz. Schließlich führt gerade hier ein ungeplanter Stillstand zu beträchtlichen weitverzweigten Folgeausfällen sowohl im industriellen als auch im privaten Sektor. Aus einer aktuellen Zustandsüberwachung lassen sich Vorhersagen ableiten, die eine optimierte und auf einer zustandsbasierten Wartungs- und Reparaturplanung aufbauende Vorbeugewartung ermöglichen. Weil dabei auch der Einfluss der Maschinenschmierung ersichtlich ist, können Optimierungsmaßnahmen umgehend getroffen werden.

### BEISPIEL AUS DER PRAXIS

Wie wichtig diese Vorhersagen sein können, beschreibt Rudolf Tanner, Inhaber und Geschäftsführer der Mechmine GmbH, an einem Beispiel: „Ein 1.500 kVA Wasserkraftwerk hatte turbinenseitig einen Wellenbruch wegen eines Lagerschadens. Die gesamten Reparaturkosten beliefen sich auf CHF

700.000 und waren nur zum Teil durch eine Versicherung gedeckt. Der Kraftwerksbetreiber musste einen Eigenanteil in Höhe von CHF 400.000 tragen. Die Dauer des Produktionsausfalls betrug rund 60 Tage, wodurch zum damaligen niedrigen Marktpreis weitere Kosten in Höhe von CHF 135.000 durch Umsatzverluste entstanden. Der Gesamtschaden kann also auf ca. CHF 535.000 beziffert werden. Dieses Beispiel zeigt deutlich, welchen hohen Stellenwert Predictive-Maintenance bei der konstanten Überwachung von Lagern und Getrieben einnimmt.“

Neben der reinen Überwachung von prozesskritischen Wälzlagern oder Getrieben können auch sich anbahnende Störfälle rechtzeitig erkannt werden. Schließlich registriert die Lösung von Mechmine bereits minimale Abweichungen von der Norm. „Weil sich dadurch Wartungsarbeiten und Reparaturen frühzeitig planen lassen, wird der Betrieb nur minimal gestört. Kritische, ungeplante Betriebsunterbrechungen werden somit minimiert, die Ausfallquoten der Kraftwerke signifikant reduziert und die Anlagenauslastung maximiert“, führt Tanner weiter aus. Zentraler Bestandteil der Überwachung von Mechmine ist die intelligente Datenerfas-

sungsbox mmBox. Diese kann jegliche Form von Sensordaten digital verarbeiten und in Echtzeit überwachen. Dazu zählen auch Daten, die mit Methoden wie dem maschinellen Lernen und mittels KI-Verfahren verarbeitet werden. Die Technologie wertet dabei unterschiedlichste Sensordaten wie beispielsweise Vibrationsdaten aus. Mechmines Lösung besteht aus einem bewährten und bereits vielfach erprobten Sensorsystem, einer effizienten Datenerfassung, neuartigen, patentierten Analysemethoden und einer individuell auf die Kundenmaschine abgestimmten Auswertung. Die hochaufgelösten Messdaten bieten gegenüber Summenwerten wie der RMS-Schwinggeschwindigkeit den Vorteil, Defekte frühzeitig und unter Berücksichtigung der Kinematik einer Maschine erkennen zu können.

Die von Mechmine eingesetzten robusten Piezosensoren ergeben in der Regel eine um 40 dB erhöhte Signaldynamik im Vergleich zu herkömmlichen MEMS Sensoren, was der gewünschten Früherkennung zugutekommt. Des Weiteren erlauben die Piezosensoren auch eine Messbandbreite von bis zu 50 kHz, was wiederum weitere Auswertungen ermöglicht. So lassen sich einzigartige Trendkurven erstellen, welche die Aussagekraft der Analyse massiv erhöhen und die automatisierte Überwachung praxistauglich umsetzen. „Die hohe Datenqualität ermöglicht auch eine exakte Datenanalyse. Das erlaubt es uns, beispielsweise über das Entstehen von Kavitation in Turbinen oder bei Getriebe- und Wälzlagerdefekten und sogar Langsamläufers präzise Vorhersagen zu treffen“, erläutert Tanner. Für Langsamläufer setzt Tanner hingegen auf spezielle Vibrations-Sensoren, um auch hier vorbeugend agieren zu können. Die aktuellen Lösungen von Mechmine werden aber nicht nur in Wasserkraftwerken eingesetzt. Vielmehr sind sie auch in Seilbahnen, Pharma-Produktionsanlagen, Klärwerken und in Personenaufzügen zu finden.

Die Mechmine GmbH ist ein Anbieter cloud-basierter Predictive Maintenance-Leistungen für Maschinen und Anlagen, die mit Wälzlagern und Getrieben laufen. Die Lösungen von Mechmine ermöglichen eine permanente Überwachung von Wälzlagern oder Getrieben. Durch diese Überwachung wird die Anlagenverfügbarkeit mit dem Wechsel von der zustandsgeführten zur vorausschauenden Wartung erhöht.

Neben der Zustandsüberwachung können Wartungsvorhersagen abgeleitet werden, die eine optimierte Vorbeugewartung, bestehend auf einer zustandsbasierten Wartungs- und Reparaturplanung ermöglichen. Weiterführende Informationen finden Sie unter: [www.mechmine.com/de/](http://www.mechmine.com/de/)

Abbildung 1: Hüllkurvenspektrum eines AS Lagers mit RPFB Defekt bei einem 2MW Generator mit Pelton-Turbine:

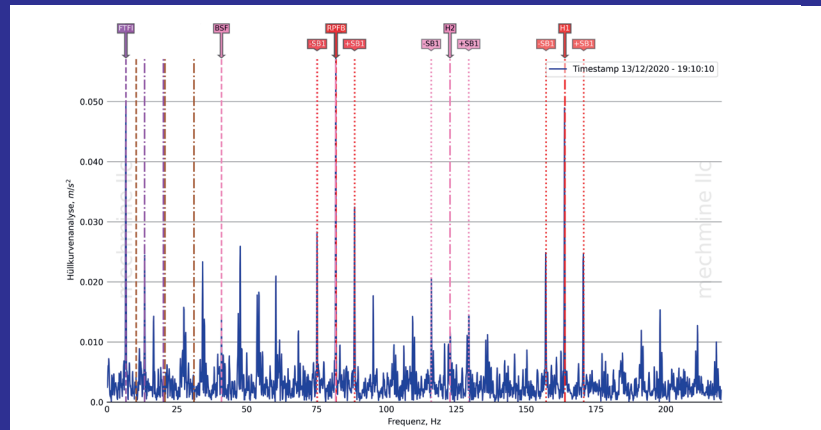


Abb.1 zeigt ein Hüllkurvenspektrum von einem AS Wälzlager eines 2MW Generators mit Pelton-Turbine. Klar ersichtlich ist die perfekte Übereinstimmung zwischen den Spitzenwerten im Spektrum (blau) und den Schadensmerkmalen der Überrollfrequenzen des Wälzkörpers (BSF) und die Ringpassierfrequenz des Wälzkörpers (RPF) gemäß Lagerhersteller. In diesem Fall konnte auch aufgezeigt werden, dass das verbaute Lager von FAG stammt, was u.U. für die vorzeitige Ersatzteilbeschaffung wichtig sein kann. Dies ist nur dank hochaufgelöster Daten möglich.

Abbildung 2: Stabiler Trendverlauf eines RPFB Lagerdefektes über mehrere Jahre, ein sofortiger Lageraustausch erscheint hier nicht notwendig:

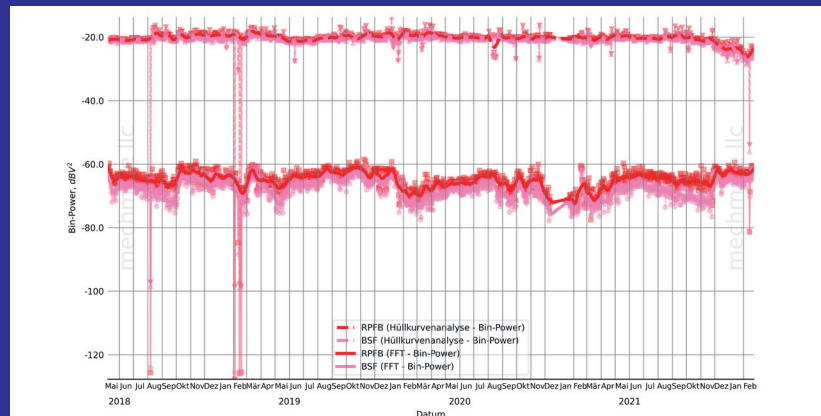


Abb.2 basiert auf Resultaten von Abb.1, und zeigt den Verlauf des RPFB Defektes über mehrere Jahre basierend auf Amplituden- und Hüllkurvenspektren. Solche neuartige Trends sind für den Anlagenbetreiber wertvoll, zeigen sie ihm doch auf, dass eine sofortige Reparatur nicht notwendig ist und man vermutlich bis in Jahr 2023 warten kann, wenn die Hauptrevision ansteht. Der Fachmann erkennt in Abb.2 auch, dass die Trendkurve basierend auf dem Hüllkurvenspektrum stabiler verläuft, was durch den Effekt der Demodulation erklärbar ist.

Abbildung 3: Hüllkurven-Trendverlauf eines BPFI Defektes an einem Lager vor und nach dessen Austausch (violett). Man erkennt den Einfluss der Schmierung (grün) auf das Vibrationsverhalten:

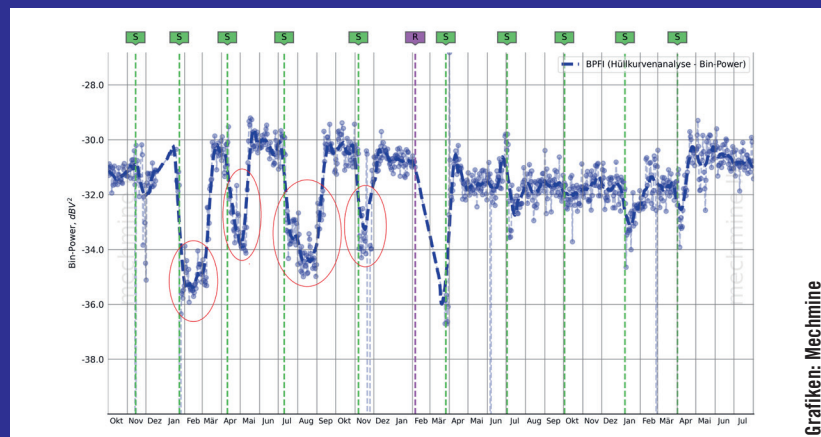


Abb.3 zeigt den Trendverlauf des Defektes Überrollfrequenz des Innenrings (BPFI) eines 3MW Generators mit 3 Wälzlager. Am Zeitpunkt der grünen Markierungen (S) wurde gefettet und bei violett (R) wurde das Lager ersetzt. Beim neuen Wälzlager, rechts der violetten Linie, sind keine großen Schwankungen (rote Kreise) des BPFI Schwingungspegels mehr ersichtlich, d.h. das Fett kaschiert den Lagerdefekt nicht mehr bzw. es hat keinen Defekt. Diese Metadaten sind für die Datenanalyse sehr hilfreich, erlauben sie doch, die wahren Ursachen für Artefakte im Trendverlauf schnell zu klären.