

Foto: Steuerstand, voestalpine Schienen GmbH

Alfred Kinz, Robert Bernerstätter, Thomas Zellner

## Lean Smart Maintenance in der Prozessindustrie

### Umsetzung einer schlanken, lernorientierten, risiko- und ressourcenoptimierten Instandhaltung bei der voestalpine Schienen GmbH

Unternehmen in der Prozessindustrie agieren in einem dynamischen Umfeld, geprägt durch hohe Flexibilitäts- und Qualitätsansprüche sowie enormen Kostendruck. In Kombination mit der hohen Anlagenintensität dieser Industrie ergibt sich ein besonderer Bedarf an effizienz- und effektivitätssteigernden Konzepten für das Anlagenmanagement. Dieser Artikel stellt die Umsetzung eines solchen Konzepts am Beispiel der Prozessindustrie vor.

#### Herausforderungen in der Prozessindustrie

Die voestalpine Schienen GmbH hat die Entwicklung der heutigen Eisenbahnschienen maßgeblich mitgestaltet und gilt als anerkannter Innovationspionier am weltweiten Schienenmarkt. Durch die Kombination aus speziell geschulten, hochqualifizierten Mitarbeitern und einer verbesserten Anlagenperformance, war es möglich, die steigende Nachfrage nach Qualitätsschienen zu decken. Aufgrund dieser Optimierungsmaßnahmen gelang es der voestalpine Schienen GmbH die Jahresproduktionsmenge auf über 600.000 Tonnen zu steigern und dadurch die führende Position im europäischen Raum weiter auszubauen.

Die Fertigungsanlagen repräsentieren den neuesten Stand der Technik und ermöglichen in Verbindung

mit jahrzehntelanger Erfahrung die Produktion von Schienen höchster Qualität. Die Sicherstellung einer ganzheitlichen und kontinuierlichen Weiterentwicklung beginnt bereits bei der Herstellung innovativer Schienenstähle. Die eingesetzten Stähle werden zu 100 Prozent von dem eigenen Stahlwerk produziert und geliefert. Die betriebliche Nähe und der ständige Informationsaustausch produktrelevanter Parameter ermöglichen kurze Reaktionszeiten in Verbindung mit ständiger Produktoptimierung. Diese intensive Zusammenarbeit gewährleistet maximale Flexibilität bei gleichzeitig höchster Qualität.

Die voestalpine Schienen GmbH bietet mit über 120 verschiedenen Schienenprofilen die breiteste Angebotspalette aller Schienenhersteller weltweit. Um diese Sortimentsvielfalt bei stetig steigender Nachfrage zu bewältigen,

wurde 2006 das weltweit modernste Schienenwalzwerk am Standort Donawitz in Betrieb genommen. Die perfekt aufeinander abgestimmten Aggregate ermöglichen die Einhaltung der strengsten Normen und engster Profiltoleranzen. Der Neubau der Wärmebehandlungsanlage im Jahr 2009 ermöglichte eine weitere Leistungssteigerung durch die Produktion wärmebehandelter Schienen mit gleichbleibender höchster Qualität ohne kapazitive Einschränkungen. Die daraus resultierende maximale Produktverfügbarkeit und die Fähigkeit der Anlage schnell auf Produktionsänderungen zu reagieren, bilden die Grundlage für die „gelebte“ Just-in-Time Produktion. Um eine zeitgenaue Auslieferung der Schienen zu gewährleisten, ist ein optimales Supply Chain Management gefragt, welches durch zwei vollautomatische Langschienenlager unterstützt wird.

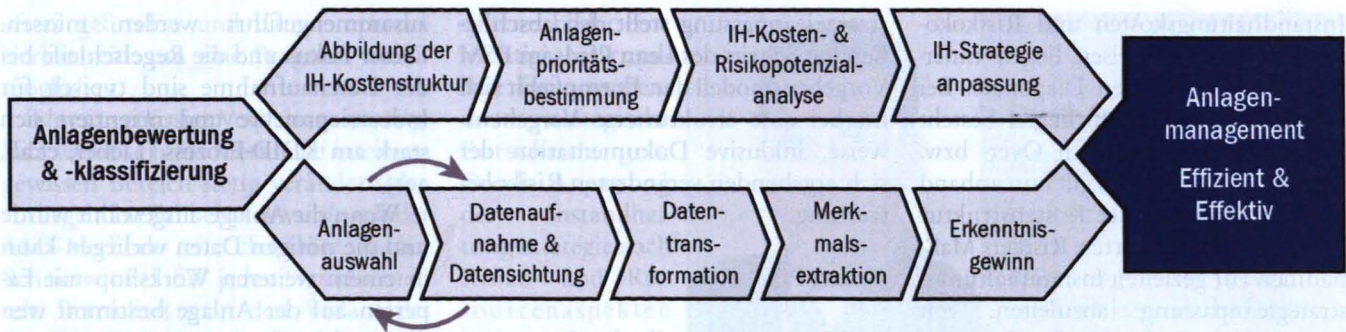


ABB. 1: LEAN SMART MAINTENANCE VORGEHENSMODELL

Im Zuge der stetig wachsenden Produktionsmengen steigt auch die Anforderung an die Anlagentechnik. Die Steigerung der Betriebszeit bewirkt eine höhere Anlagenbelastung und eine verminderte zeitliche Zugänglichkeit der Anlage für Inspektions- und Wartungsarbeiten. Die Grundlage um auf diese wachsenden Anforderungen zu reagieren, bildet unser Anlagenmanagement. Ein wesentlicher Punkt besteht in einer flexibel und effizient gestalteten Zeitplanung. In diesem Zuge werden sämtliche Zeitfenster, welche durch produktions- oder störungsbedingte Stillstände verursacht werden, für Wartungsarbeiten ausgenutzt. Die Voraussetzung um dieser steigenden Zuverlässigkeitsanforderung gerecht zu werden, ist eine intensive Zusammenarbeit und Koordination zwischen Produktion und Anlagentechnik.

Neben der Sicherstellung einer möglichst hohen Anlagenverfügbarkeit verbessern und modernisieren die Mitarbeiter der Anlagentechnik stetig die Bestandsanlagen, um der Dynamik der technologischen Entwicklung zu entsprechen.

**Vorgehensmodell zur Umsetzung**

Die genannten Anforderungen in der Schienenproduktion, mit einer stark verketteten Fertigungslinie in Verbindung mit erheblichem Ausfallkostenpotenzial, erfordern ein besonderes Augenmerk für anlageneffizienz- und -effektivitätssteigernde Maßnahmen mittels des Lean Smart Maintenance (LSM) Ansatz. Abb. 1 zeigt die Vorgehensweise bei der Umsetzung des LSM Konzepts.

In einem ersten Schritt gilt es eine strukturierte Anlagenbewertung und -klassifizierung nach Risikokostenpotenzial durchzuführen. Dies dient, im Sinne des effektiven Handelns, der

Vorselektion relevanter und besonders kritischer Anlagen zur detaillierten Betrachtung in den nachfolgenden Schritten und bildet eine wichtige Grundlage zur anlagenspezifischen Instandhaltungsstrategiemixbestimmung. Die Bewertung erfolgt in Expertenworkshops mit Produktions- und Instandhaltungsmitarbeitern auf Shopfloorebene, beispielsweise mittels klassischem Anlagenrisiko-Assessment oder eines eigens dafür entwickelten Kriterienbewertungsmodells (Kinz & Biedermann, 2015). Durch Dokumentation wird das Expertenwissen, im Sinne einer lernorientierten Instandhaltung, externalisiert und gespeichert.

lagen eines Produktionssystems ist eine wichtige Grundlage für strategische Entscheidungen im Anlagenmanagement. Eine strukturierte Bewertung zeigt meist Risiken auf, mit denen man nicht oder nicht mit so hohem Gefährdungspotenzial gerechnet hätte.

Die nächsten Schritte teilen sich entsprechend des Vorgehensmodells in zwei weitere Pfade – Lean und Smart – auf.

**Lean Pfad**

Der Lean Pfad stellt die Inputperspektive im Anlagenmanagement dar (Biedermann 2016). In einem ersten Schritt

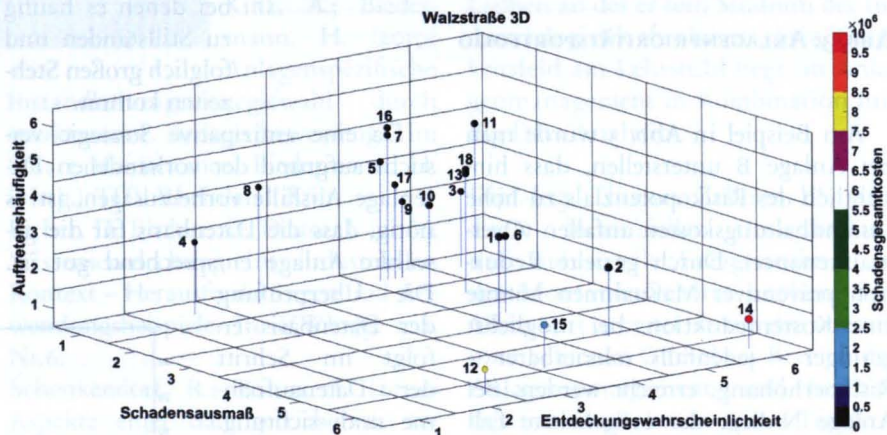


ABB. 2: RISIKOBEWERTUNG WALZSTRASSE

Abb. 2 zeigt eine dreidimensionale Risikomatrix als Ergebnis der Risikobewertung der Walzstraße. Bewertet wurden potenzielle Risiken nach den drei Perspektiven Schadensausmaß, Auftretenshäufigkeit und Entdeckungswahrscheinlichkeit. Die Multiplikation dieser drei Werte ergibt die Risikoprioritätszahl – ähnlich einer FMEA Bewertung – welche für das Risikokostenpotenzial der jeweiligen Anlage steht.

Eine umfassende Auseinandersetzung mit potenziellen Risiken aller An-

gilt es die Instandhaltungskosten der Betrachtungsperiode abzubilden. Im Idealfall sind diese auf Anlagen- und Aggregatsebene, entsprechend der Bewertung, verbucht und lassen sich detailliert in jeweils reaktive oder präventive Eigenlohn-, Material- und Fremdleistungskosten aufgliedern.

Aus den Instandhaltungskosten und dem Risikokostenpotenzial lässt sich nun die Anlagenpriorität mittels Portfolio (Abb. 3) bestimmen. Anlagen die ein ausgeglichenes Verhältnis von

Instandhaltungskosten und Risikopotenzial aufweisen liegen innerhalb der dargestellten Diagonale. Bei Anlagen die außerhalb liegen besteht ein Verdacht hinsichtlich Over- bzw. Undermaintenance. Es gilt nun anhand weiterer Analysen der Kostenstruktur sowie der identifizierten Risiken Maßnahmen zur gezielten Instandhaltungsstrategieanpassung abzuleiten, um diese Anlagen in den Idealbereich – Diagonale – des Anlagenprioritätsportfolios zu entwickeln.

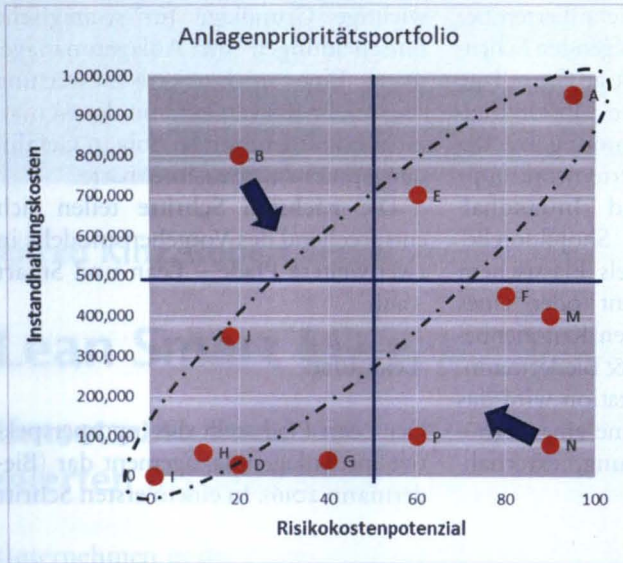


ABB. 3: ANLAGENPRIORITÄTSPORTFOLIO

Am Beispiel in Abb. 3 würde man bei Anlage B unterstellen, dass hinsichtlich des Risikopotenzials zu hohe Instandhaltungskosten anfallen (Overmaintenance). Durch gezielte Reduktion präventiver Maßnahmen könnte eine Kostenreduktion, bei möglichst geringer – jedenfalls tolerierbarer – Risikoerhöhung, erreicht werden. Bei Anlage N liegt der umgekehrte Fall vor, die Instandhaltungskosten sind im Vergleich zum Risikopotenzial sehr gering, der Verdacht auf Undermaintenance liegt vor. Es sollten anlagenverbessernde oder präventive Instandhaltungsmaßnahmen zur Risikoreduktion umgesetzt werden.

Anlagen mit hohen Instandhaltungskosten und hohem Risikopotenzial müssen ebenfalls detaillierter betrachtet werden, da die Möglichkeit besteht, dass kostenintensive Maßnahmen und die identifizierten hohen Risiken nicht übereinstimmen.

Die zur Kosten- bzw. Risikoreduktion vorgenommene Instandhaltungs-

strategieanpassung stellt den abschließenden Schritt des Lean Pfads im LSM Vorgehensmodell dar. Es empfiehlt sich hierbei eine strukturierte Vorgehensweise, inklusive Dokumentation der sich ergebenden veränderten Risikobewertung.

Smart Pfad

Der Smart Pfad stellt die Outputperspektive im Anlagenmanagement dar (Biedermann 2016). Er bedient sich im ersten Schritt der Ergebnisse der Anlagenbewertung und -klassifizierung. Bei der Anlagenauswahl werden in einem strukturierten Workshop, eine oder mehrere Anlagen gewählt, die für eine antizipative Instandhaltungsstrategie infrage kommen. Zum einen eignen sich Anlagen mit einem hohen Ausfallkostenpotenzial, zum anderen Anlagen, bei denen es häufig zu Stillständen und folglich großen Stehzeiten kommt.

Da eine antizipative Strategie versucht aufgrund der vorhandenen Datenlage Ausfälle vorherzusagen, ist es nötig, dass die Datenbasis für die gewählte Anlage entsprechend gut ist. Die Überprüfung der Datenbasis erfolgt im Schritt der Datenaufnahme und -sichtung. Sollte die Datenbasis nicht den Ansprüchen genügen, muss diese entweder aufgebaut oder eine andere Anlage gewählt werden. Ein Aufbau der Datenbasis erfordert entweder viel Zeit,

da die Daten erst generiert und aufgezeichnet werden müssen, oder ist mit einem erheblichen Arbeitsaufwand verbunden, da die Daten aus unterschiedlichen Quellen und in unterschiedlichen Formaten meist händisch

zusammengeführt werden müssen. Dieser Fokus und die Regelschleife bei der Datenaufnahme sind typisch für Industrieprojekte und orientiert sich stark am KDID-Prozess (Lieber, et.al., 2013).

Wenn die Anlage ausgewählt wurde und die nötigen Daten vorliegen kann in einem weiteren Workshop mit Experten auf der Anlage bestimmt werden, welche Sequenzen in den Daten relevante Informationen enthalten. So kann es sein, dass der Drehmomentenverlauf über die gesamte Laufzeit eines Rüstprozesses aufgezeichnet wird, charakteristische Vorgänge und fehlerspezifische Verläufe jedoch nur zu einer gewissen Zeit vorkommen. Nichtrelevante Teile des Signalverlaufs zu analysieren würden nicht nur die Rechenleistung unnötig beanspruchen, sondern ggf. das Ergebnis hin zu einer Fehlinterpretation verzerren.

Der Schritt der Datentransformation beinhaltet alle nötigen Abläufe, um das Messsignal so zu bearbeiten, dass es eindeutig von anderen unterscheidbar ist. Im vorliegenden Fall wurde die AMT-Methode verwendet. Mit dieser Methode ist es möglich, die Komplexität eines Signals in wenigen charakteristischen Größen auszudrücken (Schenkendorf & Böhm, 2014).

Die Erzeugung dieser charakteristischen Größen erfolgt bei der Merkmalsextraktion. Eine Veränderung im zeitlichen Verlauf erlaubt eine Prognose und damit eine Vorhersage eines damit verbundenen Ausfalls einer Komponente. Eine Voraussetzung dafür ist ein

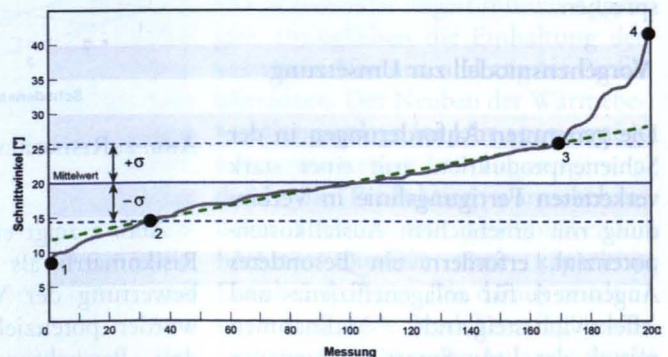


ABB. 4: MERKMALSVERLAUF

Abgleich mit den Instandhaltungsaufzeichnungen. Reaktive sowie präventive Maßnahmen müssen durch einen Trendumbruch im zeitlichen Verlauf identifizierbar und diesem zuordenbar sein. Des Weiteren muss dieses Muster

öfters gefunden und damit reproduzierbar sein, um eine Prognose zu ermöglichen.

Eine zuverlässige Vorhersage ist möglich, wenn sich die Merkmale in einem gewissen Bereich stetig verändern. Im vorliegenden Fallbeispiel wurde mit der AMT-Methode ein charakteristischer Schnittwinkel für jedes Signal ermittelt. Betrachtet man den Verlauf des Winkels (Abb. 4), wobei hier die Werte aufsteigend sortiert wurden, so zeigt sich um den Mittelwert in der Spanne der Standardabweichung ein nahezu linear stetig steigender Verlauf. Der exponentielle Verlauf zwischen den Punkten 3 und 4, deutet darauf hin, dass sich die betrachtete Komponente in einem nicht mehr akzeptablen Be-

systems bildet eine wichtige Grundlage für anstehende strategische Entscheidungen. Durch Anpassung der Instandhaltungsstrategie nach Risiko- und Ressourcenaspekten konnten mehrere Risiken mit geringen Investitionen drastisch reduziert werden. Ein aus den Erkenntnissen der Datenanalyse entwickeltes Störungsprognosemodell wurde implementiert und befindet sich aktuell in der Testphase.



**Dipl.-Ing.  
Alfred Kinz**

**Universitätsassistent  
am Lehrstuhl für  
Wirtschafts- und Betriebswissenschaften,  
Montanuniversität  
Leoben**

stent am Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften an der Montanuniversität Leoben und beschäftigt sich in seiner Dissertation mit dem Thema „Lean Smart Maintenance“. Er studierte Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen an der TU Graz. Seit 2015 ist er zusätzlich Geschäftsführer der Österreichischen technisch-wissenschaftlichen Vereinigung für Instandhaltung und Anlagenwirtschaft (ÖVIA).

Dipl.-Ing. Robert Bernerstätter ist seit 2014 Projektmitarbeiter am Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften an der Montanuniversität Leoben an der er sein Studium der Industrielogistik absolvierte. Sein Tätigkeitsfeld am Lehrstuhl liegt im Anlagenmanagement in Kombination mit Big Data Analytics.

Dipl.-Ing. Thomas Zellner, BSc studierte industrieller Umweltschutz und industrielle Energietechnik an der Montanuniversität Leoben. Seit Mitte 2015 arbeitet er für die voestalpine Schienen GmbH im Bereich des Anlagenmanagements und beschäftigt sich im Rahmen seiner Tätigkeit mit der Umsetzung von Smart Maintenance.



**Dipl.-Ing. Robert  
Bernerstätter**

**Projektmitarbeiter am  
Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften,  
Montanuniversität  
Leoben**

reich befindet und wahrscheinlich bald einen Stillstand der gesamten Anlage verursacht.

Dieses Wissen ist das Ergebnis des letzten Schrittes des Smart Pfades, der Erkenntnisgewinnung. Er verlangt die Interpretation der Ergebnisse durch Experten, um damit Modelle für die Prognose zu erstellen. Ein Regressionsmodell kann den weiteren Verlauf der charakteristischen Größe abbilden und das Über- oder Unterschreiten der Grenze vorhersagen (Kantardzic, 2011). Diese Möglichkeiten der Datenanalyse erlauben eine antizipative Instandhaltung im Sinne des Smart Pfades zu implementieren.

#### Zusammenfassung

Durch die Umsetzung des LSM Konzepts konnten zahlreiche Effizienz- und Effektivitätspotenziale in der Instandhaltung aufgezeigt werden. Die umfassende Risikobewertung des Fertigungs-

Instandhaltungsstrategiewahl durch strukturierte Anlagenbewertung. In: Smart Maintenance. Biedermann, H. (Hrsg.). TÜV Rheinland, Köln.

Lieber, D; Erohin, O; Deuse, J. (2013): Wissensentdeckung im industriellen Kontext – Herausforderungen und Anwendungsbeispiele. In: ZWF Jg. 108, Nr.6.

Schenkendorf, R.; Böhm, T. (2014): Aspekte einer datengetriebenen, zustandsabhängigen Instandhaltung. In: EI-Eisenbahningenieur Jg. Nov.

Kantardzic, M. (2011): Data Mining- Concepts, Models, Methods, and Algorithms. New Jersey: John Wiley & Sons.

#### Autoren:

Dipl.-Ing. Alfred Kinz ist seit 2013 Universitätsassistent

#### Literatur

Biedermann, H. (2016): Lean Smart Maintenance. In: Industrial Engineering and Management. Biedermann, H. (Hrsg.). Springer Gabler, Wiesbaden.

Kinz, A.; Biedermann, H. (2015): Anlagenspezifische



**Dipl.-Ing. Thomas  
Zellner**

**Anlagenmanagement  
voestalpine Schienen  
GmbH**