Mobile Instandhaltungsassistenten für Thermoprozessanlagen

von **Carsten Stölting**

Instandhaltung an Wärmebehandlungsanlagen ist heute noch sehr handwerklich geprägt und hat derzeit nur sehr wenige digitale Tools zur Informationsanzeige, Unterstützung an der Anlage, Datenaufnahme oder Datensammlung. Somit werden viele mögliche Vorteile durch Digitalisierung in diesem Bereich nicht genutzt. Mobile Instandhaltungsassistenten bieten somit eine echte Chance, Instandhaltungsabteilungen bei ihrer täglichen Arbeit zu unterstützen und Kosteneinsparungspotenziale durch höhere Effizienz und verringerte Ausfallzeiten zu heben. Der Beitrag gibt einen generellen Überblick über den Status-Quo und stellt ein neuartig mobiles Assistenzsystem für Thermoprozessanlagen mit dem Namen #jakob\einfach.sicher. vor.

Mobile maintenance assistant for thermal processing plants

To this day, the maintenance of heat treatment plants is characterized mostly by manual work; very few digital tools exist for information display, plant support, data acquisition, or data collection. This means that only very few of the possible advantages of digitization in this field are being used. Digital maintenance assistants are thus a real opportunity to support maintenance departments in their daily work. They also increase the potential for cost savings due to their better efficiency and the fact that they reduce downtimes. This article provides a general overview of the status quo. Moreover, #jakob\einfach.sicher. (#jakob\simple.secure.), a novel digital assistance system for thermal processing plants is presented.

Allgemein ist in Fertigungsbetrieben in den letzten Jahren eine deutliche Tendenz zu erkennen, dass Instandhaltung nicht mehr als reiner Kostenfaktor und notwendiges Übel, sondern vielmehr als echter Wertschöpfungsfaktor für die Produktion erkannt wird. Viele Produktionsverantwortliche wissen also von der Relevanz einer guten Instandhaltung auf den wirtschaftlichen Erfolg einer Produktion. Trotzdem steht die Instandhaltung als nicht direkter Erlösbringer immer stark unter dem Druck zur Kosteneinsparung. Diese diametral verlaufenden Aussagen, dass eine gute Instandhaltung Garant für eine effiziente und erfolgreiche Produktion ist, und zugleich als Kostenblock stets unter Druck steht, müsste ein ideales Umfeld für innovative Lösungen und Herangehensweisen darstellen. Leider ist dies jedoch, insbesondere in der Wärmebehandlung, nicht überall zu erkennen.

Selbst in Unternehmen mit einer ausgeprägten Instandhaltungsstrategie fehlt es an Methoden, die Instandhaltung ins digitale Zeitalter zu bringen, um somit Kosteneinsparungspotenziale und Effizienzgewinne zu heben. Dies liegt sicher auch an der installierten Basis der Anlagen, die nicht selten 10, 15, 25 Jahre und in manchen Fällen noch sehr viel älter sind. Bei Anlagen mit diesem Alter kann man sich leicht vorstellen, dass dazu nur sehr wenige bis gar keine validen digitalen Daten wie Zeichnungen, Stücklisten, Sensordaten, etc. vorliegen. Und somit auch keine digitalen Assistenzsysteme Verwendung finden. Der vielgepriesene Digitale Zwilling ist hier nur ein ferner Traum.

Dennoch ist, oder sollte vielmehr, die Instandhaltung insbesondere in der Wärmebehandlung einen besonderen Stellenwert haben, möglichst umfassende, digitale Assistenzsysteme zu entwickeln. So z. B. unter dem Gesichtspunkt der Anlagensicherheit. Es gibt nur wenige Produktionsanlagen, von denen ein ähnlich hohes Gefahrenpotenzial ausgehen kann. Latente Brand-, Verpuffungs- und Explosionsgefahr bis hin zum Austritt von giftigen

Lizenziert für: Jost
© Vulkan-Verlag GmbH - 06/2019

Bild 1: Vorstellung des ersten Prototyps auf dem HärtereiKongress 2018

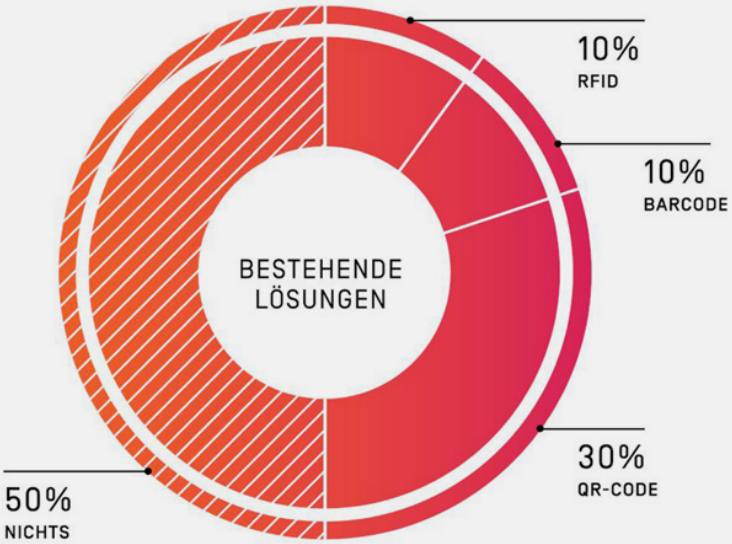

Bild 2: Bestehende technische Lösungen zur Bauteilerkennung [Quelle: Humai Technologies]

Gasen sind reale potenzielle Gefahren, die durch falsche oder unsachgemäße Instandhaltung von Wärmebehandlungsanlagen entstehen können. Aber auch unter den rein monetären Gesichtspunkten kommt der Instandhaltung von Wärmebehandlungsanlagen ein besonders großer Stellenwert zu. Im Vergleich zu den meisten herkömmlichen Produktionsanlagen kann im Schadensfall der Ausfall eines vergleichsweisen einfachen Bauteils erhebliche ungeplante Stillstandzeiten hervorrufen. Je nach Einbauort im Ofen, kann ein simpler Austausch, der eigentlich nur zwei Stunden Arbeitsaufwand bedeutet, selbst bei direkter Verfügbarkeit des Ersatzteils einen Anlagenstillstand von mehreren Tagen, bei großen Anlagen sogar leicht ein bis zwei Wochen, hervorrufen. Durch entsprechendes Abkühlen der Anlage vergehen meist zwei bis drei Tage (in manchen Fällen auch deutlich mehr) bis das Schadensteil frei zugänglich ist. Das kontrollierte Aufheizen, die Einstellung der Ofenatmosphäre und das erneute Freifahren der Anlage dauert meistens weitere vier bis fünf Tage. Je mehr Informationen und Hilfestellung also ein Instandhalter hat, desto besser kann er die Anlagen

Lizenziert für: Jost
© Vulkan-Verlag GmbH - 06/2019

instandhalten, und umso effizienter können Arbeitsprozesse erledigt werden. Somit können ungeplante Ausfälle und Produktionsunterbrechungen vermieden oder zumindest verkürzt werden.

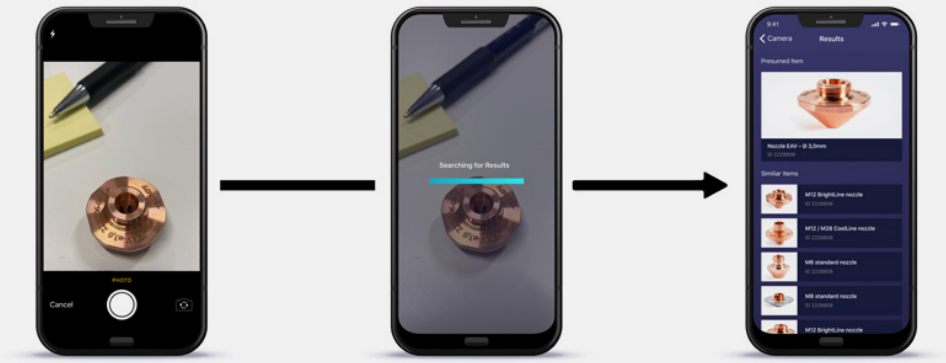

Bild 3: Objekterkennung mit gängigen mobilen Geräten

Assistenzsysteme im Allgemeinen (CMMS-Systeme)

Am Markt befinden sich viele sogenannte CMMS Systeme (Computerized Maintenance Management System, auf Deutsch Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystem (IPS)). Die verschiedensten Hersteller haben oftmals einen gewissen Branchenfokus. Allen Systemen ist aber gleich, dass sie immer ohne Applikation, sprich der spezifischen Anlage, ausgeliefert werden. Die Systeme haben damit in der Regel keinen anlagenspezifischen Content und sind leer. Der Anwender muss diese Systeme erst einmal mit anlagenspezifischen Informationen befüllen. Diese liegen dem Anwender in der Regel nicht oder nur sehr rudimentär vor. Oftmals liegen beschreibende Dokumente und vereinzelte Ersatzteillisten als Dokumente, meist im PDF-Format, vor. Tiefergehende analagenspezifische Informationen, wie Anlagenstrukturen, umfassende Stücklisten, Verschleißdaten, spezifische Wartungsanweisungen und Wartungspläne sind meist nicht vorhanden. Aber auch dedizierte SPS-Daten aus der bestehenden Anlage, die instandhaltungsrelevant sind, sind meist nicht im Zugriff bzw. nicht integrierbar. Das Befüllen dieser Systeme ist somit für die entsprechenden Fachbereiche eine echte Herkulesaufgabe, die kaum durchführbar ist. Hinzu kommt, dass viele am Markt etablierte Systeme sehr umfassend in ihrer Ausprägung fast schon ERP-Systemen gleich ausgelegt sind. Dies bietet zwar vielfältige Auswertungs- und Controllingmöglichkeiten, erschwert jedoch oftmals bei der operativen Arbeit an der Anlage eine Anwendung. Vielleicht ergibt sich diese Tatsache dadurch, dass diese Systeme als Computerized Maintenance Management Systems, beschrieben sind. Der Ursprung und Fokus liegt auf dem Management der Instandhaltung, aber nicht primär auf der Durchführung derselben. Dieser Fokus ist erst in den letzten Jahren, aufgrund der mobilen EDV-Möglichkeiten, entstanden.

Die Dateneingabe muss meist am PC erfolgen, somit muss das an der Maschine Durchgeführte analog zwischengespeichert werden (meist der berüchtigte Schmierzettel an der Maschine), um nachträglich am PC wiederum eingegeben zu werden. Somit entsteht vielfach eine hohe Doppelarbeit und dadurch auch sehr geringe Akzeptanz der Systeme durch das Instandhaltungspersonal. Als weiterer Aspekt wird von Instandhaltern oft genannt, dass zwar vielfältige Report- und Analysefunktionen vorhanden sind, aber nicht die Grundbedürfnisse des Instandhaltungspersonals direkt an der Anlage befriedigt werden.

Digitales Assistenzsystem für die Branche

Vorgenannte Herausforderungen haben vielfältige Ursachen. Die Anbieter der CMMS Systeme verfügen nicht über das Anlagenwissen und auch nicht über die notwendigen Anlageninformationen, um ihre Systeme speziell für jede Anlage zu konfigurieren. Die Anwender verfügen ebenfalls nicht oder nur in sehr begrenztem Umfang über die notwendigen Daten wie Dokumente, Teileinformationen oder Zugriff auf SPS-Informationen. Bisher war der Anlagenhersteller bei diesen Systemen gar nicht gefragt.

Aus diesem Grund wurde im Juni 2018 in einem Gemeinschaftsprojekt, bestehend aus einem Softwarehersteller (Humai Technologies GesmbH aus Wien), einem Anlagenhersteller (Aichelin GesmbH aus Mödling), einem industriellen Instandhaltungs- und Servicedienstleister für Wärmebehandlungsanlagen (Aichelin Service GmbH aus Ludwigsburg) und zwei produzierenden Unternehmen aus der Automobilbranche (ein bayerischer Traktorenhersteller mit einen großen Durchstoßofen sowie ein oberösterreichischer Automobilzulieferer mit drei großen Durchstoßöfen), ein firmenübergreifendes Konsortium, unterstützt durch die österreichische Berndorf AG, gegründet und unter einem Dach zusammengebracht. Ziel ist es, ein mobiles Assistenzsystem für Instandhalter der Wärmebehandlungsbranche zu entwickeln. Dies unter dem besonderen Augenmerk, dass die angestrebte Lösung

- herstellerübergreifend (mehrere Anlagenhersteller) ist

Lizenziert für: Jost
© Vulkan-Verlag GmbH - 06/2019

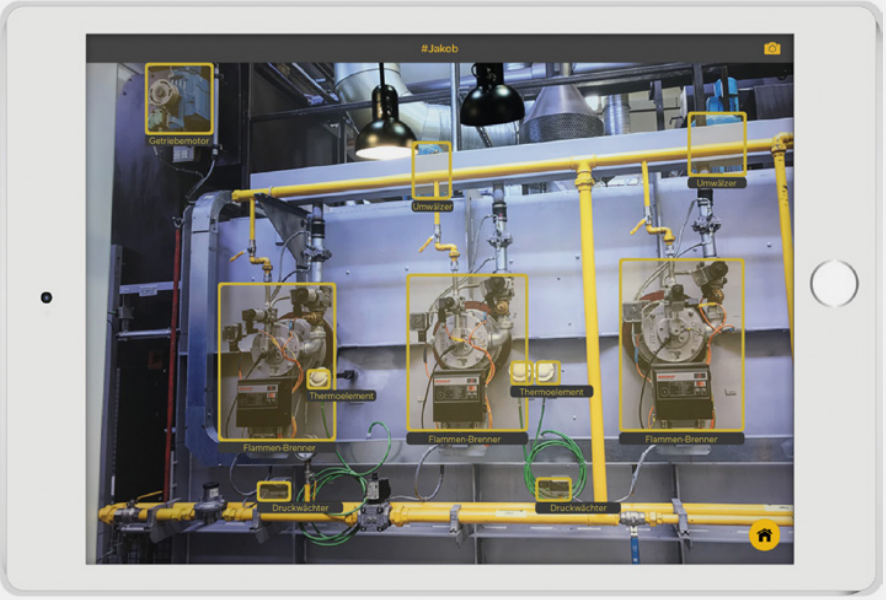

Bild 4: Beispiel einer Bauteilidentifizierung mittels KI-Erkennung

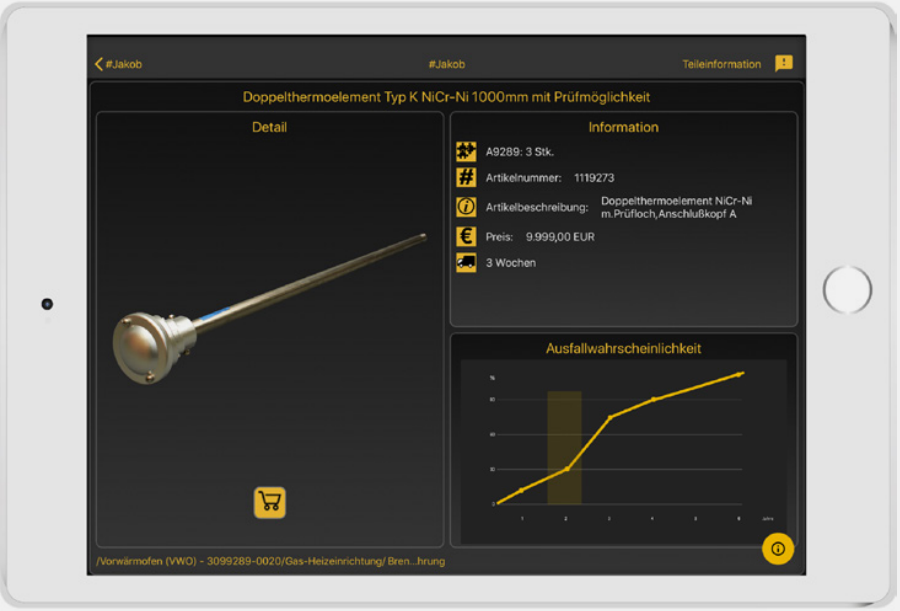

Bild 5: Beispiel einer Bauteilidentifizierung mittels KI-Erkennung

- bereits in installierte Anlagen integriert werden kann
- keinen hohen zusätzlichen Installationsaufwand für Sensoren erfordert
- es dem operativen Instandhalter ermöglicht mit vorhandenen Geräten (z. B. Handy, Tablet) die Anwendung direkt an der Anlage zu bedienen.

Gemeinsam wurden in diesem interdisziplinären Team intensiv technische Möglichkeiten diskutiert. Rechtzeitig zum HärtereiKongress im Oktober 2018 in Köln konnte einem ausgewählten Fachpublikum der erste Prototyp live präsentiert werden (**Bild 1**). Zielsetzung war es, von den Anwendern und Experten ein umfassendes Feedback über die Ausrichtung des Projektes zu erhalten und dieses entsprechend in das Vorhaben mit zu integrieren. Das Feedback war positiv und bestätigte die grundlegenden Annahmen und Vorgehensweisen.

Der unter dem Namen #jakob\einfach.sicher. vorgestellte Instandhaltungsassistent soll den operativen Instandhaltern maximal einfach alle zur Anlage vorhandenen Informationen durch einfache Bedienung zur Verfügung stellen. Mit „alle Informationen" sind die vielfältigen Daten aus unterschiedlichen Quellen, wie Artikelstammdaten und Strukturstücklisten aus ERP-Systemen, den Konstruktionsdaten der Anlagen über die gesamte Anlagendokumentation bis hin zu den letzten Wartungs- und Einstellprotokollen, gemeint. Aber auch die aufbereiteten Monitoring Daten relevanter SPS-Daten wie Stromaufnahmen, Verfahrzeiten, Temperaturkurven, Einstellparameter etc. sollen dem Instandhalter maximal einfach zur Verfügung gestellt werden.

Mit der Zielsetzung maximal sicher ist gemeint, dem Instandhalter, aber auch dem Betreiber der Anlagen darüber Sicherheit zu geben, wie der derzeitige Zustand der Anlage ist und ob die Gefahr von ungeplanten Anlagenausfällen besteht.

Unter dieser Maßgabe wurde #jakob in folgende Hauptbereiche und Funktionen unterteilt und soll dem Anwender bei

- Identifizierung von Komponenten (Objekterkennung)
- Ersatzteilbeschaffung/Ersatzteilmanagement
- Instandhaltung und Wartung/Informationsbeschaffung
- Monitoring des Anlagenzustandes

Lizenziert für: Jost
© Vulkan-Verlag GmbH - 06/2019

- vorausschauender Instandhaltung („Predictive Maintenance“) unterstützen.

Objekterkennung

Der Schlüssel zum Erfolg liegt nach Überzeugung des Projektteams in der Einfachheit der Bedienung mittels Einsatzes innovativer Technologie. Bei #jakob wurde bewusst entschieden, neue technologische Wege zu beschreiten, aber gleichzeitig bodenständig zu bleiben. Bestehende Lösungen zur Identifizierung von Ersatzteilen oder Baugruppen in deutschen Maschinenbau-Unternehmen (Jahr 2017) beruhen vornehmlich auf den Technologien RFID, Barcode und QR-Code. In **Bild 2** ist zu erkennen, dass dies nur zu ca. 50 % erfolgreich ist, da existierende Anwendungen wie RFID, Barcode und QR Codes oftmals durch Hitze, Schmutz, Abnutzung oder aus anderen Gründen nicht funktionieren.

Es wurde weiterhin auch bewusst kein Fokus auf prestigeträchtige Eyecatcher wie z. B. Augmented Reality Datenbrillen (Google Glass oder Microsoft Hololens) gelegt. Dies aus zwei essentiellen Gründen: zum einen soll der digitale Instandhaltungsassistent für alle Mitarbeiter einfach verfügbar und immer dabei sein. Dies wäre bei teuren und empfindlichen Datenbrillen nicht sichergestellt. Mobile Geräte wie Smartphone oder Tablet-PC, egal ob Android oder Apple iOS, hat heute aber schon fast jeder immer dabei.

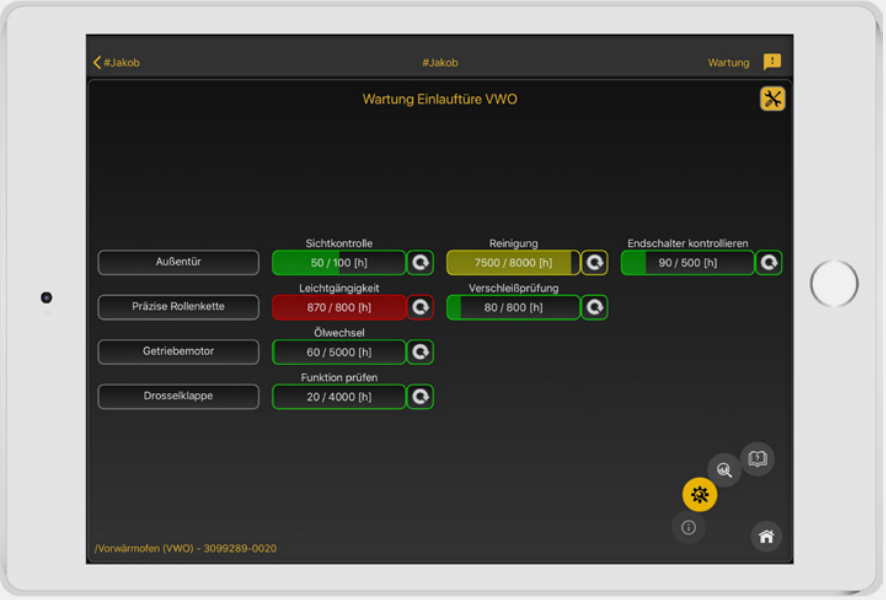

Bild 6: Wartungsinformationen zu Baugruppen

Bild 7: Beispielhafte Wartungsinformation zu Baugruppen

Weiterhin erfordern solche Datenbrillen perfekte Datenstrukturen (z. B. 3D-Modelle der Anlagen und Bauteile), die selbst bei neuen Anlagen in der Thermoprozessbranche noch lange nicht Standard sind. Hier wurde bewusst der Ansatz gewählt, ausschließlich auf bereits bestehende Daten und Informationen zurückzugreifen, sodass möglichst viele, auch ältere Anlagen, mit dem Instandhaltungs-assistenten ausgerüstet werden können und somit für die gesamte Härterei eine signifikante Hilfestellung geboten wird. Insofern kann gesagt werden, dass mit #jakob jedem Instandhalter sein eigener Assistent und Kollege (#jakob) immer griffbereit zur Seite steht.

Objekt- und Ersatzteilerkennung

#jakob beschreitet im Bereich der Ersatzteilerkennung bewusst neue Wege. Per KI-App auf dem Smartphone kön-

Lizenziert für: Jost
© Vulkan-Verlag GmbH - 06/2019

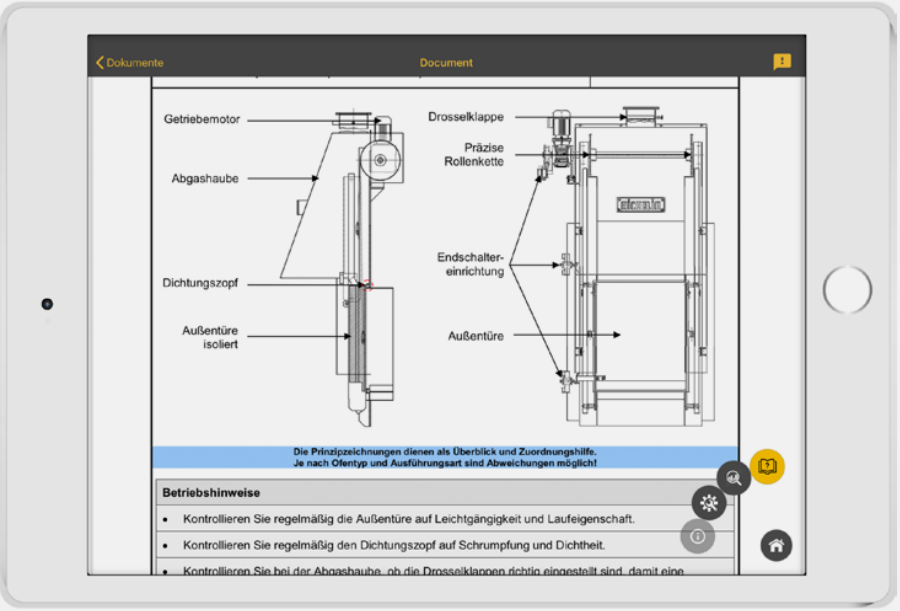

Bild 8: Semantische Suche und Informationsbereitstellung

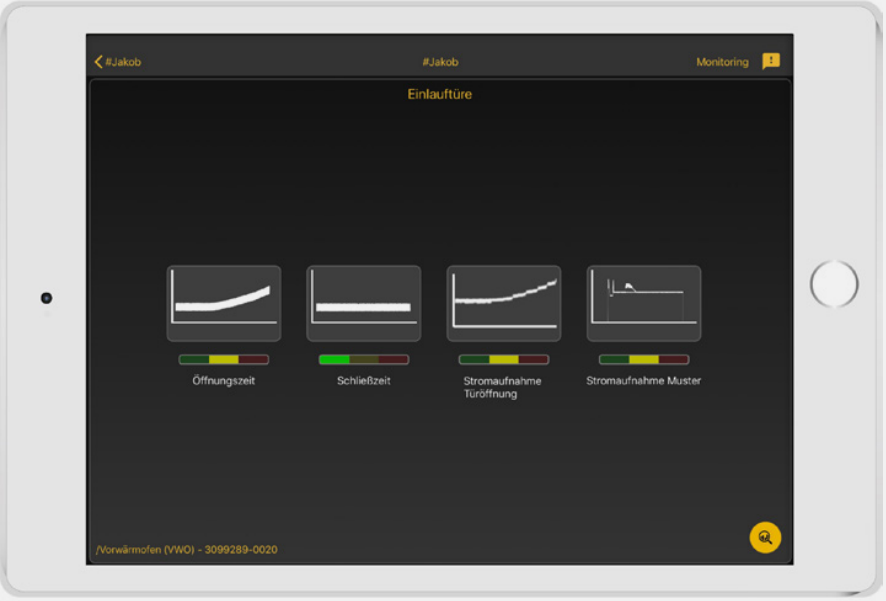

Bild 9: Monitoring Kenngrößen zu ausfallkritischen Baugruppen

nen nun Bauteile und Baugruppen binnen weniger Sekunden gescannt und identifiziert werden. Die automatische Erkennung von Ersatzteilen spart Mitarbeitern eine Menge Zeit. 2017 stellte man fest, dass Experten im Durchschnitt zwölf Minuten benötigten, um das richtige Ersatzteil aus den verschiedensten Unterlagen und Systemen zu finden. Die Dauer der Suche nimmt in Zukunft jedoch noch weiter zu, da Anlagen immer komplexer werden und weniger erfahrenes Personal eingesetzt wird.

Mit der sicheren Identifikation startet der einfache Weg zur Teileinformation. Wie oft ist dieses Teil verbaut, wie ist die Artikelnummer, was kostet das Teil, wie lange ist die Lieferzeit? Die Verknüpfung mit Informationen aus Beschaffungshistorie, Einbaudatum und erwartetem durchschnittlichem Ausfallrisiko hängt dem Teil einen Lebenslauf an (**Bild 4** und **5**).

Abschließend kann das ausgewählte Ersatz-/Verschleißteil in einen Warenkorb zur Angebotsanforderung gelegt werden.

Wartungsplanung und Wartungsdurchführung/Informationsbeschaffung

#jakob bietet alles rund um die Instandhaltung und Wartung der Anlage. Der Instandhalter erhält per Fingerdruck alle relevanten Daten zur Wartung und Einstellung der erkannten Bauteile und Baugruppen. Fragestellungen wie: Wie wird ein Aggregat gewartet, wann wurde es das letzte Mal gewartet, wie wird ein Bauteil richtig eingestellt, werden mittels semantischen Suchalgorithmen aus den bestehenden Informationsquellen detektiert und aufbereitet. Somit stehen dem Instandhalter direkt an der Anlage alle Antworten von Anfang an bereit (**Bild 6**). #jakob bietet somit Hilfestellungen für den erfahrenen Instandhalter und den Neuling.

Ebenso werden die Arbeiten analog zu den herstellerspezifischen Serviceplänen Schritt für Schritt zur Verfügung gestellt und sorgen dafür, dass keine relevanten Schritte oder Bauteile vergessen werden. Gleichzeitig können für ausfallkritische Teile Zustandsbeurteilungen vorgenommen werden und ermöglichen somit zukünftige Vorhersagen von Ausfällen bzw. deren proaktive Vermeidung (**Bild 7**). Wichtiges Ziel ist es auch, dass das Instandhaltungspersonal keine Doppelarbeit vornehmen muss. Alle getätigten

Lizenziert für: Jost
© Vulkan-Verlag GmbH - 06/2019

Arbeitsschritte und Erkenntnisse können, falls vorhanden, in bestehende CMMS Systeme übernommen werden. **Bild 8** zeigt die semantische Suche und Informationsbereitstellung mit #jakob.

Monitoring

Die permanente Überwachung von kritischen Bereichen der Anlage dient zur Vorbeugung von ungeplanten Ausfällen. Ausfallkritische Baugruppen werden möglichst mit vorhandener Sensorik überwacht. Dies wurde in der neuesten Version Focos 4.0 des von Aichelin entwickelten Prozessdatenerfassungssystems realisiert. Diese seit drei Jahren dutzendfach verbaute Lösung greift auf bestehende Sensorik an der Anlage zurück und ermöglicht somit, die vorhandenen Systeme zu nutzen und deren Daten/Informationen zugänglich zu machen (**Bild 9**). Die übersichtlich aufbereiteten Monitoring Daten werden dann mit dem Expertenwissen verglichen und hieraus können Handlungsempfehlungen für die Anwender gegeben werden. Weiterhin werden diese Daten auch zur weiteren Verwendung im Rahmen des zukünftig geplanten Predictive Maintenance Moduls gespeichert.

Predictive Maintenance

Das wichtigste Zukunftsziel dieses Entwicklungsprojektes ist es, dem Kunden eine sogenannte Predictive Maintenance Lösung anbieten zu können. Anhand der verschiedensten Informationsquellen aus Wartungsintervallen, Zustandsbeurteilungen, Sensordaten wie auch indirekten Prozessdaten und dahinter gelegten Algorithmen wird es möglich sein, schon vor dem Ausfall eines Bauteils entsprechende Warnungen und Hinweise geben zu können. Hierzu werden in Zusammenarbeit mit dem Kooperationspartner Fraunhofer Austria Research GmbH Methoden entwickelt, um zuverlässige vorausschauende Zustandsbewertungen zu erhalten. Gerade im Härtereiumfeld liegt hier der Schlüssel nicht in unzähligen Sensoren, die insbesondere bei bestehenden, schon installierten Anlagen gar nicht verbaut sind und deren Nachrüstung schnell jegliche ROI („Return on Investment") -Betrachtung ad absurdum führen würde. Der Fokus liegt im möglichst sensorlosen bzw. indirekten Erfassen von Daten. Durch Kombination und Vernetzung vielfältiger, derzeit an den Anlagen vorhandener Informationen wird es möglich sein, präzise Ausfall- und Zustandsvorhersagen zu treffen und somit sicher Predictive Maintenance Arbeiten vorherzusagen.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Wie eingangs erwähnt, ist eines der vorrangigen Ziele des Projektes, nicht nur für Neuanlagen, sondern für die viel häufigeren bereits bestehende Anlagen in den Härtereien, einen digitalen Instandhaltungsassistenten zu etablieren. Dies stellt neben der schon erwähnten Stammdaten-Herausforderung auch ganz besondere Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit. Es versteht sich von selbst, dass vorgenannte Funktionalitäten nicht gänzlich ohne Aufwand umgesetzt werden können. Während man bei Neuanlagen recht einfach mit nur geringen Mehrkosten alle notwendigen Datenquellen bereitstellen und integrieren kann, bedarf es bei Bestandsanlagen jedoch eines nicht unerheblichen Aufwands. Diesen Aufwand jedoch soweit zu reduzieren, dass sich die Installation eines solchen Systems innerhalb eines Jahres bezahlt macht, ist die Herausforderung an das Projektteam. Der Schlüssel liegt, wie schon erwähnt, in der konsequenten Nutzung und intelligenten Verknüpfung aller schon bestehenden Datenquellen und nicht in der Neuerstellung von Daten oder Neuinstallation von zusätzlicher Hardware.

Die ersten Pilotanwendungen zeigen jedoch schon deutlich, dass der Nutzen eines solchen mobilen, 24/7 verfügbaren Assistenten für die Instandhalter und Anlagenbetreiber einen hohen monetären und qualitativen Mehrwert bringt. Konkret heißt dies:

- Zeiten zur Ersatzteil-Identifizierung werden drastisch reduziert
- Fehlbestellungen und Fehllieferungen werden vermieden
- Effektivere Informationsgewinnung und konkrete, unmittelbare, schnelle Hilfe durch „smarten" Zugriff auf alle verfügbaren Informationen aus Handbüchern, Listen, Zeichnungen, u.v.m.
- Reduzierung von Fehleinstellungen an der Anlage
- Reduzierung des Energieverbrauchs durch verbesserte Anlageneinstellungen
- Signifikante Senkung der Kosten durch ungeplante Anlagenstillstände.

Diese Erfahrungen bestärken das derzeitige Projektteam, den gewählten Weg von #jakob weiterzuverfolgen und somit für viele Instandhaltungsmitarbeiter aus der Wärmebehandlung eine wichtige Unterstützung in ihrer täglichen Arbeit anbieten zu können.

AUTOR

Dipl.-Ing. **Carsten Stölting**, MBA
Product-Owner #jakob-Team
jakob@einfachsicher.info
www.einfachsicher.info
Twitter: @SicherJakob(#jakob\einfach.sicher.)
Linkedin.com/in/jakob-einfach-sicher

Lizenziert für: Jost
© Vulkan-Verlag GmbH - 06/2019