

Wissensmanagement bei der Instandhaltung von Thermo- prozessanlagen

von **Axel Filounek, Hartmut Steck-Winter**

Wissensmanagement bei der Instandhaltung hat sich zu einem kritischen Erfolgsfaktor entwickelt. Anlagenverfügbarkeitsanforderungen, Kostendruck, zunehmende Komplexität der Anlagen, besonders aber wissensintensive Instandhaltungsstrategien sind nur einige der Gründe, weshalb das systematische und gezielte Managen von Wissen immer wichtiger wird. Wissensmanagementlösungen, die heutzutage überwiegend in der Praxis vorgefunden werden, sind – ähnlich einer Bibliothek – auf das Archivieren und Wiederauffinden von Informationen fokussiert. Der fortschreitenden Wandlung der Instandhaltung zur Ingenieurdisziplin wird dabei eher wenig Beachtung geschenkt. Am Beispiel der zustandsorientierten Instandhaltung von Thermoanlagen wird beschrieben, wie sich Wissensmanagement und Instandhaltungsmethodik gegenseitig ergänzen können und auch die praktische Instandhaltung nicht zu kurz kommt. Wissensmanager bilden dabei das Bindeglied zur betrieblichen Praxis. Das Dokumentenmanagement spielt weiterhin eine wichtige Rolle. Noch mehr wird aber die Wissensnutzung und -schaffung betont. Denn, was nutzt eine große Bibliothek, wenn keiner die Bücher liest?

Knowledge management in maintenance of thermal process plants

Knowledge management in maintenance has become a critical success factor. System availability requirements, cost pressures, increasing complexity of systems, especially knowledge-intensive maintenance strategies are just some of the reasons why the systematic management of knowledge is becoming increasingly important. Today's knowledge management solutions mainly used in practice are – similar to a library – focused on archiving and retrieval of information. The progressive conversion of maintenance to an engineering discipline receives rather less attention. Using the example of condition-based maintenance of thermal process plants, it will be described how knowledge management and maintenance methods can complement each other and in addition, practical maintenance is also not neglected. Knowledge managers thereby form the link to operational practice. Though, document management continues to play an important role. But even more the use and the creation of knowledge will be emphasized. After all, what good is a great library if no one reads the books?

Wenn unser Unternehmen wüsste, was es alles weiß, dann ... Kaum jemand hat diesen Satz¹ noch nicht gehört. Umgemünzt auf die Instandhaltung (IH) von industriellen Thermoanlagen (iTh) könnte dieser Spruch so lauten: Wenn unsere IH wüsste,

was sie alles weiß, dann wäre die Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit unserer Thermoanlagen besser als die der Konkurrenz, dann wäre unsere Kosteneffizienz besser, dann würden wir weniger Fehler machen und schon gar nicht wiederholen [1].

Warum investieren wir dann nicht mehr in Wissensmanagement? Die Antwort ist, wie sich auch in diesem Beitrag zeigen wird, dass das Wissensmanagement in der IH eine komplexe Angelegenheit ist, die erhebliche Anforderun-

1 Der Spruch wird dem Siemens-Vorstandsvorsitzenden Heinrich von Pierer zugeschrieben. Von Pierer beklagte bei einer Pressekonferenz, dass bei Siemens „das Rad immer wieder neu erfunden wird“ und dabei viele Ressourcen verschwendet werden. Siemens-intern wurde dieser Spruch aber schon viel früher verwendet.

gen an die Organisation stellt, und damit einmal mehr die Wandlung der IH zur Ingenieurdisziplin zeigt.

WAS IST WISSEN?

In diesem einleitenden Kapitel sollen zunächst einige Schlüsselbegriffe des Wissensmanagements dargelegt werden:

Wissen als Produktionsfaktor und Unternehmensvermögen

In **Bild 1** ist dargestellt, wie sich die wichtigsten Ressourcen nahezu jedes Unternehmens – Arbeitskraft, Kapital und Wissen – über die Jahre verändert haben. Schon in den Agrargesellschaften wurde versucht, Wissen zu erwerben, zu erhalten und wieder neu anzuwenden. Angefangen hat dies mit Erzählungen oder Bildergeschichten. Mit zunehmender Industrialisierung wurde Wissen zu Lasten von Arbeitskraft und Kapital als Produktionsfaktor immer wichtiger. Es wurde immer mehr Fachwissen benötigt, um zum Beispiel neue Anlagen bauen zu können oder spezielle Dienstleistungen zu erbringen.

In der Wissensgesellschaft stieg der Wert für den Produktionsfaktor Wissen immer weiter an. Wissen wurde zur wichtigsten Ressource in Produkten und Dienstleistungen. Heute ist Wissensmanagement in vielen Branchen existenziell. Wissen als eigenständiger Produktionsfaktor ist heute so bedeutend, dass es aktiv „gemanagt“ werden muss. Daher sprechen wir auch vom Wissensmanagement.

Daten, Informationen, Wissen – Die Wissenspyramide

Daten, Informationen und Wissen bauen pyramidenförmig aufeinander auf. Wissen steht dabei an der Spitze, die Daten bilden die Basis. Daten sind Fakten zu Ereignissen oder Vorgängen, beispielsweise die Schwingungswerte einer Vibrationsmessung. Informationen stellen die Daten in einen Sinnzusammenhang (Kontext), beispielsweise welche Schwingungsgrenzwerte für ein spezielles Bauteil zulässig sind. Der Pionier der modernen Managementlehre P. Dru-

cker meinte dazu: „Informationen sind Daten mit Relevanz und Zweckbestimmung.“

Wissen hingegen ist zweckorientierte, vernetzte Information unter Einbeziehung von Expertenmeinung und Erfahrungen, beispielsweise wie sich eine Schwingung wahrscheinlich zu einem Problem weiterentwickeln wird. Wissen ist also immer personenbezogen und in der Regel auch problemorientiert.

Wie sich Wissen genau von Information unterscheidet, ist letztendlich aber nicht so entscheidend, sondern vielmehr welche Daten, Informationen und welches Wissen einer Organisation nutzen und welche nicht.

Explizites vs. implizites Wissen

In der Literatur wird zwischen explizitem und implizitem Wissen unterschieden. Oft wird zur Unterscheidung ein im Wasser schwimmender Eisberg verwendet. Das explizite Wissen ist oberhalb, das implizite unterhalb der Wasseroberfläche.

Explizites Wissen ist z. B. in Dokumenten, Büchern, Formeln, Fotos oder Zeichnungen enthalten. Explizites Wissen kann mit beliebigen Medien gespeichert, verarbeitet und übertragen werden. Es kann logisch nachvollzogen und praktisch angewendet werden. Wahrscheinlich wäre es genauer, von „expliziter Information“ zu sprechen, da es von Personen unabhängig ist.

Implizites Wissen hingegen hat eine persönliche Qualität. Es ist immer an die Erfahrungen und Fertigkeiten von Personen gebunden. Im impliziten Wissen stecken die Kernkompetenzen. Durchschnittlich sind 80-90 % des Wissens in einem Unternehmen implizit.

Eine der wichtigsten Aufgaben des Wissensmanagements ist die Umwandlung von implizitem in explizites Wissen [2]. Dies ist jedoch leichter gesagt als getan. „Wir wissen mehr, als wir zu sagen wissen“, brachte der Wissenstheoretiker Michael Polanyi schon 1985 zum Ausdruck. Implizites Wissen kann derart verinnerlicht sein, dass es (bewusst) nicht mehr zugänglich ist. Beispielsweise kann sich dies darin äußern, dass Servicetechniker intuitiv den Zustand und die erforderlichen Reparaturmaßnahmen für einen Gasumwälzer anhand des Laufgeräuschs einschätzen können, aber nicht genau sagen können, wie sie das machen.

Viele Veröffentlichungen kreisen um diese Problematik. Beispielsweise gibt es Methoden für die Wissensbewahrung und -weitergabe, besonders aber für die Wissenssicherung mit Storytelling, Mindmapping, Kompetenzmatrizen, etc.

Relevantes Wissen

Es liegt auf der Hand: Wissen ist nur dann für ein Unternehmen relevant, wenn es diesem ermöglicht, Probleme zu lösen oder etwas Neues zu schaffen. Unabhängig davon, ob dieses Wissen implizit oder explizit vorhanden ist. Die Frage der Relevanz ist die wichtigste. Erst wenn diese Frage

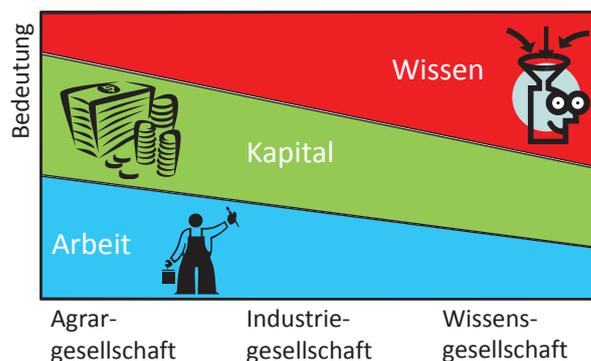


Bild 1: Bedeutung des Produktionsfaktors Wissen

beantwortet ist, kann weiter gefragt werden, um welches Wissen es im relevanten Wissen geht.

Probst et al. [3] definieren Wissen als die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen. Diese Definition umfasst also sowohl theoretische Erkenntnisse als auch praktische Alltagsregeln und Handlungsanweisungen.

Nach einer ebenso häufig verwendeten Definition gibt es Wissen darüber, warum man etwas tut (know why), was man tut (know what) und wie man es richtig tut (know how). Dies wird oft noch ergänzt durch das Wissen, wo man eine Information zum spezifischen Zweck findet (know where) und dem Wissen, wann welche Information benötigt wird (know when). Wissen ist also mehr als das, was häufig mit Know-how bezeichnet wird.

Instandhaltungswissen

IH erfordert ein besonderes Wissen. IH muss einerseits in praktisches Tun eingebettet sein, darf aber andererseits den Wandel zur Ingenieurdisziplin nicht verschlafen.

Wenn sich die IH früher dafür loben ließ, wie schnell sie ein Problem beseitigen konnte, wird sie heute daran gemessen werden, ob sie Probleme (Ausfälle, Störungen) schon im Ansatz verhindern kann. Eine moderne IH kommt daher nicht umhin, sich mit Schädigungsmechanismen und wissenschaftlichen Methoden abnutzungsbedingter Zustandsveränderungen zu beschäftigen. Das heißt, neben dem praktisch orientierten Wissen wie etwas gemacht wird, kommt es zunehmend auch darauf an zu wissen, warum etwas so gemacht wird, wie es gemacht wird.

Die Rolle der Experten

Experten sind die Hauptwissensträger in Unternehmen. Sie verfügen über Spezialwissen und fachliche Autorität. Sie zeichnen sich durch Erfahrung und die Fähigkeit aus, ihr Wissen auf neue Situationen und Sachverhalte anzuwenden. Experten sind also nicht nur Wissensträger, sondern auch Wissensentwickler. Diese Eigenschaft kann den anderen Wissensträgern, beispielsweise reinen Praktikern, nicht ohne Weiteres zugeschrieben werden.

Wenn Experten aus dem Unternehmen ausscheiden, geht ihr implizites individuelles Wissen dem Unternehmen verloren. Zwar bleiben die Teile ihres expliziten Wissens in Form von Aufzeichnungen zurück, dies ist aber, wie das Bild des Eisbergs zeigt, nur der kleinere Teil.

Die Flüchtigkeit des Wissens

Wissen ist an Personen gebunden. Es besteht immer die Gefahr, dass ein Wissensträger – aus welchem Grund auch immer – aus dem Unternehmen ausscheidet, beispielsweise weil er verrentet wird. Deshalb spielt gerade in der auf Erfahrung und Wissen basierenden IH der demographische Wandel eine so große Rolle.

Ebenso nicht zu vernachlässigen ist, dass Wissen veraltet. Die Halbwertszeit des berufsbezogenen technischen Wissens liegt im Durchschnitt bei ca. fünf Jahren, bei Automatisierungstechnikern und Informatikern sogar noch deutlich darunter. So paradox dies auch klingt, ist dies der Tatsache geschuldet, dass unser Wissen geradezu explodiert. Das heißt, unser erworbenes Wissen verliert – bedingt durch den technologischen Wandel – in immer kürzerer Zeit seinen Wert. Manchmal ist es daher auch wichtig, Gelerntes wieder zu vergessen, Ballast abzuwerfen und sich Neuem zu öffnen.

WAS IST WISSENSMANAGEMENT?

Albert Einstein wird das Bonmot zugeschrieben: „Wissen heißt wissen, wo es geschrieben steht.“ Wahrscheinlich hatte Einstein einen ähnlichen Gedanken, wie das einleitend beschriebene, altbekannte Problem „wenn meine Firma wüsste, was sie alles weiß“.

Wissensmanagement wird nicht zuletzt aus diesem Grund häufig im Kontext von Suchen und Finden von Informationen bzw. der Einrichtung von Datenbanken diskutiert, nicht selten darauf reduziert. Die Bereitstellung einer Datenbank ist noch kein Wissensmanagement! Datenbanken sind Werkzeuge der Informationsverarbeitung, manchmal auch Datenfriedhöfe. Am Anfang ist eine Datenbank wie eine Bibliothek ohne Bücher, also leer.

Das bekannteste Beispiel für eine externe Datenbank ist das Internet. Für einen nach Wissen Suchenden ist das Internet wie eine riesige unsortierte Bibliothek ohne ordnende Bibliothekare. Mit Suchmaschinen kann auf die im World Wide Web versteckte Information zugegriffen werden. Gefunden wird dann eine Unzahl von nicht relevanten und nicht gesicherten Informationen, um nur die beiden wichtigsten Probleme zu nennen. Was relevant ist und was nicht, welcher Information vertraut werden kann und welcher nicht, muss der Nutzer selbst entscheiden. Es gibt keinen Bibliothekar, der dabei behilflich ist.

Im Gegensatz dazu sind Dokumentenmanagementsysteme der Versuch der Nachbildung eines mehr oder weniger strukturierten Unternehmensgedächtnisses. Zur Hauptaufgabe eines Dokumentenmanagementsystems gehört es, Textdokumente (beispielsweise Einbauanleitungen, Störungsbeseitigungshilfen, Kriterienkataloge), Zeichnungen, Bilder etc. zentral zu speichern und den Mitarbeitern zugänglich zu machen. Information wird i. d. R. den Mitarbeitern dann über ein Intranet zur Verfügung gestellt. Die Dokumente müssen aber vorher klassifiziert werden, damit die Wissensinhalte schnell und kontextbezogen auffindbar und zugänglich sind. Der damit verbundene Aufwand ist manchmal enorm und lohnt sich nur in den Fällen, in denen das so „verschlagwortete“ Wissen dauerhaft relevant ist. Dies wird eher selten der Fall sein.

Bausteine des Wissensmanagements

Wissensmanagement ist also viel mehr als nur zu wissen, wo es geschrieben steht. Probst et al. [3] definieren Wissensmanagement auch wesentlich weiter gehend als einen systematischen Prozess der organisationalen Wissensnutzung und -schaffung in Unternehmen. Nach Ansicht der Autoren ist der von Probst et al. vorgeschlagene, in **Bild 2** dargestellte Prozess eine gute theoretische Grundlage für das Wissensmanagement in der IH. Die einzelnen Bausteine werden im Folgenden kurz erläutert.

Wissensziele

Eine in die Unternehmensstrategie eingebettete Vorgabe von Wissenszielen steht am Anfang eines betrieblichen Wissensmanagements. Die Ziele dienen sowohl zur Planung als auch als Grundlage für die Umsetzung und Erfolgskontrolle. Dies beinhaltet zum Beispiel, in welche Richtung das Unternehmen sein Wissen weiterentwickeln möchte und in welchen Feldern ein Wissensvorsprung gegenüber Wettbewerbern erreicht werden soll.

Wissensidentifikation

Mit der Wissensidentifikation verschafft man sich Transparenz über intern und extern vorhandenes Wissen. Dies beinhaltet Analysen des Wissensstandes im zugänglichen Umfeld (Kunden, Lieferanten, Verbände etc.). Eine mangelhafte Analyse kann zu Ineffizienz, unzureichend begründeten Entscheidungen und zu Mehrgleisigkeit führen.

Zur Wissensidentifikation gehören auch die systematische Auswertung von Kundenreklamationen, Fehleranalysen, Kundenbefragungen und die Identifikation von Mitarbeitern mit besonderen Kompetenzen im Unternehmen. Nicht alles Wissen muss dabei zwingend im Unternehmen selbst sein, sofern es irgendwie zugänglich ist.

Wissenserwerb

Ein großer Teil des Wissensbedarfs wird von außenstehenden Quellen importiert. Die Klassiker sind externe Schulungen und Seminare, aber auch interne Weiterbildungsaktivitäten und Förderprogramme. In den Beziehungen zu Kunden, Lieferanten, Wettbewerbern und Kooperationspartnern liegt ein weiteres erhebliches und häufig nicht ausgeschöpftes Potenzial des Wissenserwerbs.

Wissensentwicklung

Wissensentwicklung ist ein komplementärer Baustein zum Wissenserwerb, bei dem die Entwicklung neuer Fähigkeiten, Produkte, neuer und besserer Ideen sowie leistungsfähiger Prozesse im Mittelpunkt steht.

Ein großer Teil des internen Wissens ist implizit (vgl. Eisberg), meist handelt es sich um für andere Mitarbeiter

nicht zugängliche Erfahrungen und spezielle Fertigkeiten. Es geht ganz wesentlich darum, dieses Wissen an die Kollegen weiterzugeben.

Wissens(ver)teilung

Die Teilung und Verteilung von Wissen im Unternehmen ist eine Voraussetzung, um isoliert vorhandenes Wissen für die gesamte Organisation nutzbar zu machen. Die Verbreitung bereits vorhandenen Wissens innerhalb des Unternehmens muss in Gang gesetzt und aufrechterhalten werden.

Der Erfahrungsaustausch mit Kollegen und Vorgesetzten, aber auch der Erfahrungsaustausch mit unternehmensfremden Personen auf Kongressen, Tagungen und Foren spielt dabei eine wichtige Rolle. Selbst eine sehr gute technische Infrastruktur wird also den Anforderungen an die Wissens(ver)teilung alleine nicht genügen. Wissensmanager können hier eine Schlüsselfunktion einnehmen.

Wissensnutzung

Der produktive Einsatz des Wissens zum Nutzen des Unternehmens ist das eigentliche Ziel des Wissensmanagements. Mit erfolgreicher Identifikation und (Ver-)Teilung des Wissens ist seine Nutzung im Unternehmensalltag aber noch lange nicht sichergestellt. Das heißt, die Nutzung des vorhandenen Wissens muss durch organisatorische Maßnahmen, beispielsweise Servicepläne, flankiert bzw. sichergestellt werden.

Wissensbewahrung

Das zum Teil mühsam erworbene und entwickelte Wissen muss bewahrt und auf dem neuesten Stand gehalten werden. Sowohl die technische Infrastruktur (bzw. Datenbanken, Dokumentenmanagementsysteme) als auch die Bindung von Experten an das Unternehmen spielen hierbei die wichtigsten Rollen. Denn es gibt viele Gründe, warum einmal vorhandenes Wissen z. B. durch den Austritt von Mitarbeitern auch schnell wieder verloren gehen kann.

Wissensbewertung

Schließlich müssen die angestoßenen Maßnahmen bewertet werden. Haben sich die Investitionen in das Wissensmanagement gelohnt? Gehen sie in die richtige Richtung? Konnten die angestrebten Ziele erreicht werden? Diese Bewertung ist gar nicht so einfach, weil es für Wissen keine standardisierte Messgröße gibt.

Kontinuierliche Verbesserung des Prozesses

Die Bezugslinien zwischen den verschiedenen Bausteinen in **Bild 2** verdeutlichen die gegenseitigen Abhängigkeiten. Es genügt nicht, sich einen einzelnen Baustein herauszugreifen! Wissensmanagement ist ein Prozess ohne expliziten Anfang und Ende, der für eine kontinuierliche Verbesserung prädestiniert ist.

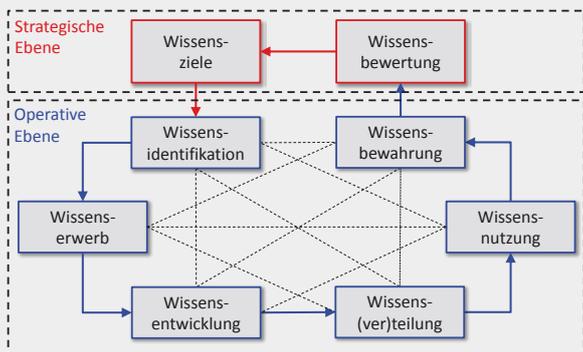


Bild 2: Bausteine des Wissensmanagements



Bild 3: Wissensmanagement in der Instandhaltung – Strategische Ebene

Allerdings ist Wissensmanagement in dieser umfassenden Definition in vielen Betrieben noch nicht angekommen. Vorhandenes Wissen wird nicht genutzt, beispielsweise weil der Hausverstand zu wenig zählt und eher teuer extern hinzugekauft wird. Mitarbeiter werden auf unnütze Schulungen geschickt, deren Schulungsinhalte sie bei der Arbeit nicht anwenden können. Teure Dokumentenmanagementsysteme sind oft nutzlos, weil im System keine relevante Information vorhanden ist. Es gibt also viele Gründe, sich die Bausteine des Wissensmanagements immer wieder neu zu vergegenwärtigen und entsprechende Korrekturmaßnahmen durchzuführen.

WISSENSMANAGEMENT IN DER INSTANDHALTUNG

Wissensmanagement in der IH hat sehr spezifische Anforderungen und Probleme. Bei der IH von komplexen Maschinen und Anlagen war das Instandhaltungswissen schon immer auf mehrere Schultern verteilt. Konstruktion, Betreiber, IH und externer Service müssen ihr Wissen und ihre spezifischen Erfahrungshintergründe zusammenbringen und gemeinsam Problemlösungen erarbeiten.

IH benötigt multidisziplinäres Wissen. Mechanik, Automatisierungstechnik und Verfahrenstechnik müssen zusammenfinden. Die Breite und Tiefe des jeweils notwendigen Wissens ist heute kaum mehr von einzelnen Instandhaltern alleine zu erbringen. Das heißt, eine moderne IH wird Schlüsselprozesse in der Regel kooperativ, d.h. in enger Zusammenarbeit mit entsprechenden Spezialisten, durchführen [4].

Die IH komplexer Thermoprozessanlagen gelingt nur durch eine enge Verzahnung von theoretischem Fachwissen, Erfahrungswissen und praktischem Tun. Wie weit sich die IH bereits zur Ingenieurdisziplin entwickelt hat, soll am Beispiel des Wissensmanagements bei der Aichelin Service GmbH beschrieben werden:

Wissensziele der IH

Jeder Schlüsselprozess in der IH setzt in der Regel mehrere Wissensziele voraus. Wie in **Bild 3** dargestellt, müssen ausgehend von den Schlüsselprozessen auf der strategischen Ebene die Wissensziele festgelegt und die Datenbasis bzw. der Wissensstatus bewertet werden.

Zu den wichtigsten Wissenszielen in der IH gehören ein anlagenspezifischer Serviceplan mit einer optimalen Instandhaltungsstrategie² für ausfallkritische Bauteile (beispielsweise eine zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie). Dazu ist es auch erforderlich, größeres Wissen, beispielsweise charakteristische Lebensdauerdaten, über die eingesetzten Bauteile zu erlangen. Weitere wichtige Wissensziele sind Best Practice Vorgehensweisen, die Identifizierung von Schwachstellen, Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analysen oder Ratgeber.

Schlüsselprozesse der IH

Noch vor der Festlegung der Wissensziele steht die Frage nach der Relevanz. Das bedeutet, es geht vorrangig um die Schlüsselprozesse der IH.

Damit sind zunächst die in DIN 31051 [5] genannten vier Grundmaßnahmen Wartung, Inspektion, Instandsetzung (Reparatur) und Verbesserung gemeint. Eine Best in Class IH wird sich allerdings nicht nur darauf beschränken, sondern noch weitere Schlüsselprozesse wie beispielsweise Effizienzsteigerungen, kostenoptimale Teilebevorratung, Änderungsmanagement etc. hinzufügen.

Datenbasis und Wissensbewertung

Zur Verfolgung der strategischen Wissensziele muss die Datenbasis bzw. der erreichte Wissensstatus regelmäßig bewertet werden.

² Die Instandhaltungsstrategie bestimmt letztlich zu welchem Zeitpunkt welche Art von Maßnahmen wie oft an definierten Instandhaltungsobjekten durchgeführt werden. [DIN EN 13306: Begriffe der Instandhaltung]

Ein Knackpunkt ist dabei das Feedback der Instandhalter, beispielsweise nach einer Zustandsbeurteilung. Instandhalter sind keine Schriftsteller, d. h., wenn überhaupt, wird Information eher mündlich weitergegeben. Werden Daten und Informationen nicht dokumentiert, dann sind sie auch nicht für Auswertungen etc. verfügbar – nicht jetzt und auch nicht in Zukunft. Nicht dokumentiert ist wie nicht gemacht.

Wissensmanager sind ein kritischer Erfolgsfaktor

Nach der Erfahrung der Autoren braucht es jemanden, der die Zügel für ein Wissensgebiet in der Hand hält, einen Experten, der sein Wissensgebiet proaktiv managt.

Wissensmanager sorgen durch intensive persönliche Kommunikation dafür, dass sich die Kollegen ihr Wissen wechselseitig zugänglich machen. Sie motivieren die Beteiligten zur Kooperation und machen deutlich, dass es das Wissen in ihren Köpfen ist, welches das Unternehmen im Wettbewerb bestehen lässt. Sie erstellen organisatorisch eingebettete (explizite) Handlungsroutinen und Regeln, beispielsweise Servicepläne oder Zustandsbewertungskataloge.

Wissensmanager bilden auch die Brücke zwischen den Wissenden und den nach Wissen Suchenden, um im Beispiel zu bleiben: Sie sind die Bibliothekare. Sie sorgen dafür, dass Wissen an den Arbeitsplatz der Instandhalter kommt und damit einen Nutzen schafft.

Wissensmanager sind also deutlich mehr als Verwalter des Wissens. Sie müssen selbst wissend sein und sich als Vorbild sehen. Ihr Erfolg hängt nicht zuletzt auch von ihrer persönlichen Glaubwürdigkeit und der Redlichkeit ab, besonders wie sie mit dem geistigen Eigentum von anderen umgehen.

Praxisbeispiel operative Ebene: Wissensmanagement in der ZOI

Kaum eine IH-Strategie wird so häufig falsch bzw. unvollständig interpretiert wie die ZOI. Unabdingbare Voraussetzung einer ZOI ist die bei einer Inspektion erkennbare Abnutzung einer Betrachtungseinheit³, wobei die Abnutzung messbar sein und in einem engen Zusammenhang zum Ausfall der Betrachtungseinheit stehen sollte. Für viele Bauteile ist dies aber nicht gegeben oder kann nicht praxisnah formuliert werden. Dann ist streng genommen auch keine ZOI möglich.

Das Prinzip der ZOI ist die Prognose der verbleibenden Lebensdauer eines Bauteils aus dem Vergleich eines theoretischen Abnutzungsmodells und einer Inspektion, wie im Wesentlichen in VDI-Richtlinie 2888 beschrieben [6]. Dabei soll aus wirtschaftlichen Gründen der vorhandene Abnutzungsvorrat soweit als möglich aufgezehrt werden, bevor das Bauteil ersetzt wird.

Grundlage sowohl des Wissensmanagements als auch des praktischen Instandhaltungsablaufs in diesem Schlüsselprozess ist der in **Bild 4** dargestellte, auf VDI-Richtlinie 2888 basierende Prozess.

Instandhaltungsaufgaben und Wissensmanagementbausteine lassen sich nicht 1:1 einander zuordnen, weil sie sich in der Regel überschneiden. Die technischen Prozesse der IH mit den organisatorischen Prozessen des Wissensmanagements sind stattdessen matrixartig verschachtelt. Zum besseren Verständnis sind die in Bild 4 in runden Klammern

³ Unter einer Betrachtungseinheit wird nach DIN 31051 „jedes Teil, Bauelement, Gerät, Teilsystem, jede Funktionseinheit, jedes Betriebsmittel oder System, das für sich allein betrachtet werden kann“ verstanden.

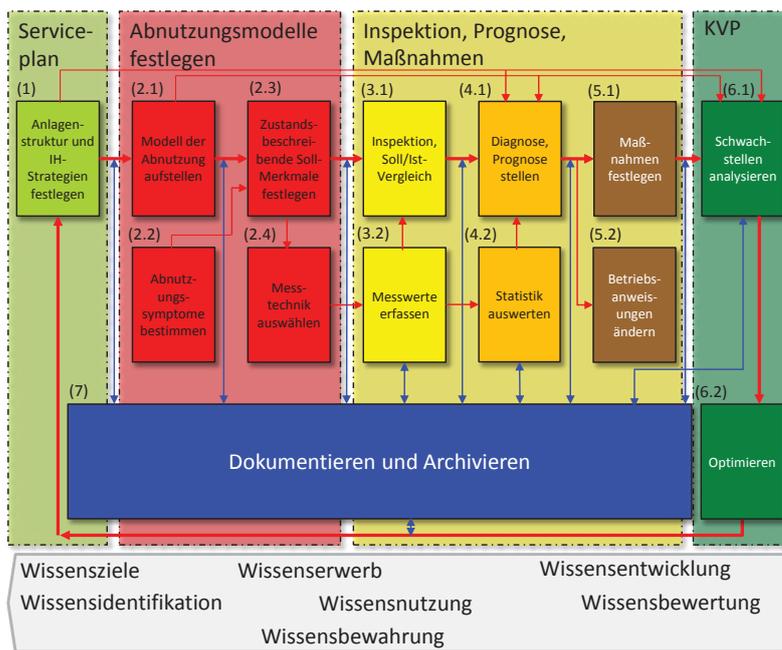


Bild 4: Wissensmanagement in der zustandsorientierten Instandhaltung – Operative Ebene

aufgeführten Nummerierungen in der nachstehenden Beschreibung referenziert.

Serviceplan

Am Anfang steht für jede Anlage, beispielsweise eine Mehrzweck-Kammerofenanlage (**Bild 5**), ein individueller, mit dem Kunden abgestimmter Serviceplan (1). Im Serviceplan finden alle Bausteine des Wissensmanagements ihre Entsprechungen. Beispielsweise werden die Wissensziele und die Wissensidentifikation durch die IH-Strategien vorgegeben.

Ein gut ausgearbeiteter Serviceplan beinhaltet eine Liste der instand zu haltenden Anlagenteile bzw. Gewerke mit den zugeordneten IH-Tätigkeiten. Diese Zuordnung beinhaltet die für das Gewerk oder Bauteil gewählte IH-Strategie (ereignisorientiert, zeitorientiert oder zustandsorientiert) sowie die Inspektionsbefunde und ggf. auch Verbesserungsmöglichkeiten.

Ebenfalls beinhaltet ein Serviceplan den Wartungszyklus und die geplante Dauer der Tätigkeiten. Die Intervalle für die Wartungsaufträge stehen immer auf dem Prüfstand und müssen, um zu wenig oder zu viel Wartung zu vermeiden, empirisch angepasst werden. Durch das Hinterlegen von Planzeiten zu den Wartungsmaßnahmen ist eine Vorausschau der benötigten Kapazität sowohl für die Personalplanung als auch für die Wartungsdauer möglich.

Alle durchgeführten Maßnahmen werden im Serviceplan dokumentiert. Sowohl für die Instandhaltung, noch viel mehr aber für den Betreiber ist eine gut dokumentierte Instandhaltung nicht nur gesetzlich notwendig, sondern auch ein wichtiges Element des Wissensmanagements.

Abnutzungsmodell festlegen

Bei der Erstellung des theoretischen Abnutzungsmodells besteht vermutlich das größte Problem des Wissensmanagements im Wissenserwerb, weil es für ofentypische Bauteile nur wenige Beispiele zur Orientierung gibt. Gedanklich bedienen wir uns bei der Erstellung des Abnutzungs-

modells des Abnutzungsvorrats nach DIN 31051 [5]. In diesem Modell hat ein Bauteil einen begrenzten Abnutzungsvorrat, der durch Gebrauch kontinuierlich und durch Extrembeanspruchungen schlagartig bis zum Ende der Funktionsfähigkeit verringert wird. Das Abnutzungsverhalten wird durch die Abnutzungsverlaufskurve beschrieben (2.1).

Die Schwierigkeit ergibt sich zum einen aus der Bestimmung der Abnutzungsverlaufskurve und zum anderen aus der Definition der Abnutzungsgrenze bzw. des optimalen Zeitpunkts des präventiven Ersatzes des Betriebsmittels (2.2), der möglichst kurz vor dem Ausfallzeitpunkt liegen sollte. Je näher der optimale Termin an dem Ausfallzeitpunkt liegt, umso größer ist das Einsparungspotenzial im Vergleich zu einer zustandsunabhängigen periodischen Instandhaltung.

Erschwerend kommt dann noch hinzu, dass Abnutzung meist ein Gemenge unterschiedlichster chemischer und/oder physikalischer Vorgänge ist, die durch unterschiedliche Beanspruchungen, z. B. Reibung, Korrosion, Ermüdung, Alterung, Kavitation, Bruch, Temperatur usw. hervorgerufen werden. Daher konzentriert sich die IH eher auf mit der Abnutzung einhergehende Symptome, beispielsweise Schwingungen. Symptome der Abnutzung sind also etwas anderes als die Abnutzung selbst. Am besten kann der Unterschied anhand einer Analogie erklärt werden: Wenn wir einen viralen Infekt bekommen, sind Viren die Ursache. Diese lassen sich jedoch nur sehr schwer nachweisen. Wir konzentrieren uns daher auf die mit dem Infekt einhergehenden, besser messbaren Symptome, beispielsweise Fieber.

Wie in **Bild 6** gezeigt, ist es für ofentypische Bauteile, beispielsweise ein Strahlheizrohr, gar nicht so einfach, messbare zustandsbeschreibende Merkmale oder Symptome festzulegen (2.3). Diese sind aber notwendig, weil erst dann die Messgrößen und die Messtechnik für die Inspektion festgelegt werden können (2.4). Meist findet sich aber eine Lösung. Beispielsweise ist die Ausbeulung eines Strahlheizrohrs zwar zunächst „nur“ ein qualitatives Abnutzungsmerkmal, dass jedoch ohne größeren Aufwand, in



Bild 5: Beispiel einer Mehrzweck-Kammerofenanlage

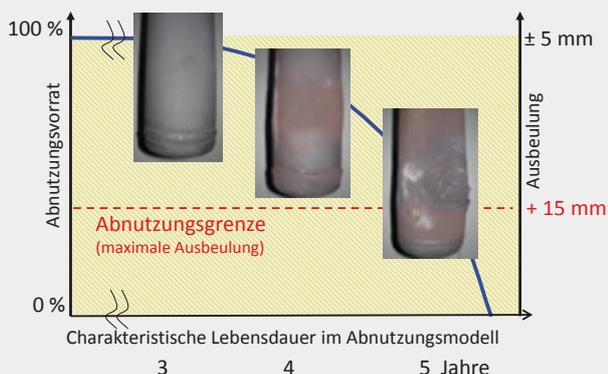


Bild 6: Abnutzungsmerkmal: Ausbeulung eines Strahlheizrohrs

diesem Beispiel mithilfe von Lochschablonen mit unterschiedlichen Durchmesser, messbar gemacht werden kann. Dem dann messbaren Merkmal kann dann auch ein Grenzwert (Abnutzungsgrenze) zugewiesen werden. Fast immer wird ein Bauteil mehrere Abnutzungsmerkmale mit jeweiligen Abnutzungsgrenzen haben.

Inspektion

Die Inspektion beinhaltet nach DIN 31051 [5] alle Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung.

Bei einer ZOI muss der inspizierte Istzustand mit der im Abnutzungsmodell definierten theoretischen Abnutzungscurve bzw. Abnutzungsmerkmalen korreliert werden (3.1). Dies ist das wesentliche Merkmal einer ZOI.

Da sich die Abnutzung selbst (z. B. Abrieb, Korrosion, Ermüdung, Alterung) oft nicht bzw. nur sehr schwierig messen lässt, konzentriert sich die IH bei den Kriterien bzw. bei der Inspektion vorrangig auf mit der Abnutzung einhergehende, einfacher messbare Abnutzungssymptome, beispielsweise Unwucht, Temperaturerhöhung, Geräusch, etc.

Manchmal zeigen sich besser geeignete Abnutzungsmerkmale oder -symptome erst mit der Erfahrung. Daher müssen die vorbestimmten Soll- und Istmerkmale ggf. nachjustiert (3.2) werden. Nur bei sehr wenigen offenbauteypischen Bauteilen kann die Zustandsinspektion, beispielsweise die Unwucht eines Gasumwärlers, permanent mit einem sog. Condition Monitoring System (CMS) erfolgen. Bei allen anderen Bauteilen, insbesondere im Ofen, erfolgt die Inspektion ausschließlich durch qualifizierte Instandhalter. Die Einsatzmöglichkeiten von CMS für Thermopropzessanlagen werden meist deutlich überschätzt.

Bei der Inspektion kommt es besonders darauf an, vorhandenes Wissen zu nutzen und weiterzuentwickeln. Das heißt, die Zustandsbeurteilung sollte immer vergleichend mithilfe von Kriterienkatalogen erfolgen. Sonst sind die Ergebnisse einer Inspektion nichts anderes als die persönliche Meinung der jeweiligen Instandhalter.

Prognose

Wird vorausgesetzt, dass die Betrachtungseinheit zum aktuellen Zeitpunkt noch intakt ist, dann interessieren wir uns bei der Prognose für die verbleibende Dauer bis zum wahrscheinlichen Ausfall. Es muss also aus dem Vergleich zwischen dem theoretischen Abnutzungsmodell und der praktischen Inspektion die Vorhersage getroffen werden, ob ein Bauteil bis zur nächsten Wartung weiter genutzt werden kann, repariert werden muss oder ob es sofort ausgetauscht werden muss (4.1).

Ist im betrachteten Zeitabschnitt des Abnutzungs-

dells der Verschleiß näherungsweise proportional zu der Laufzeit, ist die Prognose recht einfach. Der wahrscheinliche Ausfallzeitpunkt kann dann schon in Gedanken über einen Dreisatz hochgerechnet werden.

Obwohl in vielen Fällen nicht von einem linearen Abbau des Abnutzungsvorrats ausgegangen werden kann, wird es in der Regel aber auf Basis gesammelter Erfahrungen trotzdem möglich sein, das Ausfallrisiko eines Bauteils vor der nächsten Wartung einzuschätzen. Das heißt, Ausfallraten bzw. die charakteristische Lebensdauer einer solchen Betrachtungseinheit, werden bei diesen Überlegungen hilfsweise mit berücksichtigt (4.2).

Zuverlässigkeitsprognosen basierend auf Ausfallraten

Ist keine ZOI möglich, weil Messwerte bzw. qualitative Abnutzungsmerkmale nicht erkennbar sind, wird gerne auf die (zeitbasierende) vorausschauende IH mit MTBF-Werten bzw. auf die technische Ausfallrate zurückgegriffen. Es wird dann vorausgesetzt, dass sich identische Bauteile jedes Mal in gleicher Weise abnutzen. Die Ausfallrate (oft als Badewannenkurve dargestellt) lässt sich mathematisch recht einfach mit der Weibullverteilung berechnen⁴. Für eine Zuverlässigkeitsprognose mithilfe der Weibullverteilung sind nur die charakteristische Lebensdauer und der das Ausfallverhalten kennzeichnende Formfaktor notwendig [7-8]. Diese Alternative soll jedoch mit Verweis auf die zitierten Quellen hier nicht weiter ausgeführt werden.

Maßnahmen (Wartungen und Instandsetzungen)

Entsprechend der Prognose werden dann die jeweiligen Wartungen oder Instandsetzungen durchgeführt (5.1). Solche Maßnahmen beinhalten typischerweise Reinigen, Schmierem, etc. sowie den Austausch oder die Reparatur von Bauteilen. Gegebenenfalls wird auch die Betriebsanweisung angepasst (5.2).

Kontinuierliche Verbesserung

Ziel der kontinuierlichen Verbesserung bei der ZOI ist es, die Qualität der IH-Prozesse durch kleine inkrementelle Veränderungen ständig zu verbessern. Kontinuierliche Verbesserung ist sowohl im Wissensmanagement als auch bei der ZOI ein zentraler Prozess! Dazu werden Fehler und Schwachstellen immer wieder neu analysiert (6.1) und optimiert (6.2).

Dokumentation

Dokumentation ist im Wissensmanagement ein zentraler Prozess (7). Die Bewahrung des erworbenen Wissens ist

⁴ Die ergänzende Verwendung von mathematischen Methoden ist kennzeichnend für die vorausschauende Instandhaltung.

für den Erfolg eines Unternehmens von großer Bedeutung. Ohne Dokumentation gibt es keine zielgerichtete Verbesserung. Erst nach Auswertung einer relevanten Datenmenge werden Schwachstellen eindeutig identifizierbar und Wahrscheinlichkeitsaussagen zum Ausfallverhalten bestimmter Bauteile möglich.

In der betrieblichen Praxis fristet die Dokumentation der IH allerdings häufig ein Schattendasein oder gerät ganz und gar in Vergessenheit. Das heißt, die Ergebnisse der Inspektion und die durchgeführten Maßnahmen werden oft nicht dokumentiert. Alle quantitativen oder qualitativen Messwerte des Istzustands sowie die daraus abgeleiteten Prognosen und Maßnahmen gehen dann verloren. Nicht dokumentiert ist wie nicht gemacht!

Unabhängig vom Wissensmanagement sollte auch bedacht werden, dass die Prüfung, Wartung und Instandsetzung von Sicherheitseinrichtungen gesetzlich vorgeschrieben sind und schon aus diesem Grund zwingend nachweisbar sein müssen. Die hohe Bedeutung der Dokumentation kann daher nicht oft genug wiederholt werden.

FAZIT

Vor einigen Jahren war Wissensmanagement in der IH noch die Ausnahme. Mittlerweile ist es aber ein fester Bestandteil zukunftsorientierter Strategien professioneller Instandhaltungsorganisationen. Ein gutes Wissensmanagement ermöglicht diesen, das volle Potenzial der Instandhaltung auszuschöpfen.

ZOI ist eine wissensintensive Aufgabe mit hohem organisatorischem und fachlichem Anspruch. Theorie und Praxis gehen in kaum einem anderen Gebiet der IH eine so enge Verbindung ein. Ohne Wissensmanagement ist ZOI kaum möglich, weil eine Prognose der Lebensdauer immer den Vergleich einer Inspektion (Praxis) mit im Voraus festgelegten Abnutzungsmerkmalen (Theorie) voraussetzt. Wissensmanager spielen dabei eine zentrale Rolle, besonders weil sie eine Brückenfunktion zwischen Theorie und Praxis haben.

Wissensmanagement ist ein dauerhafter Prozess, der von der Teamleistung der gesamten Organisation abhängig ist. Bei der Wissensentwicklung und -anwendung im Schlüsselprozess ZOI kann Herstellerservice seinen Wissensvorsprung einbringen (z. B. Konstruktionswissen, Verfahrenstechnik, Besitz der technischen Dokumentation, Informationen im Gewährleistungszeitraum). Dies hat dann auch für die Kunden große Vorteile.

LITERATUR

- [1] Filounek, A.: Wissensmanagement in der Instandhaltung von Thermoprozessanlagen. Vortrag beim Aichelin Instandhaltungsforum 2013. Korntal-Münchingen, 2013
- [2] Nonaka, I.; Takeuchi, H.: Die Organisation des Wissens: Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Frankfurt/Main, 1997
- [3] Probst, G.; Raub, S.; Romhardt, K.: Wissen managen: wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Gabler, Wiesbaden, 2006
- [4] Hiller, M.; Steck-Winter, H.: Kooperative Instandhaltung von Thermoprozessanlagen. gwi – gaswärme international 3-2013, Vulkan-Verlag, Essen, 2013
- [5] DIN 31051:2012-09. Grundlagen der Instandhaltung. Beuth Verlag Berlin, 2012
- [6] VDI: Richtlinie 2888, Zustandsorientierte Instandhaltung. Beuth Verlag, Berlin, 1999
- [7] Steck-Winter, H.: Instandhaltungskennzahlen. gwi – gaswärme international Nr. 3/2012, Vulkan Verlag Essen, 2012
- [8] Steck-Winter, H.: Vorausschauende Instandhaltung von Thermoprozessanlagen. gwi – gaswärme international Nr. 3/2011, Vulkan Verlag Essen, 2011

AUTOREN



Dr.-Ing. **Axel Filounek**
Aichelin Service GmbH
Ludwigsburg
Tel.: 07141 / 6437-528
axel.filounek@aichelin.com



Dr. **Hartmut Steck-Winter**, MBA
Aichelin Service GmbH
Ludwigsburg
Tel.: 07141 / 6437-106
hartmut.steck-winter@aichelin.com