Fraunhofer AUSTRIA

KONZEPTPAPIER

Mit innovativen Lösungen auf dem Weg in die digitale Zukunft

Kompetenzprofile für eine instandhaltungsfreie Produktion

Impressum

Fraunhofer Austria Research GmbH
Theresianumgasse 7
1040 Wien

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Sihn
+43 1 58801 33041
office@fraunhofer.at
www.fraunhofer.at

Herausgeber
Prof. Dr.-Ing. Wilfried Sihn
Fraunhofer Austria Research GmbH

Verfasser
Robert Glawar
Andreas Schumacher
Benedikt Fuchs
Luisa Reichsthaler
Daniel Toth
Fraunhofer Austria Geschäftsbereich Fabriksplanung und Produktionsmanagement
Geschäftsbereich Advanced Industrial Management

Bernd Bienzeisler
Janika Kutz
Alexander Schletz
Jens Neuhüttler
Fraunhofer IAO | Forschungs- und Innovationszentrum Kognitive Dienstleistungssysteme

Thomas Heller
Matthias Wolny
Marina Klees
Fraunhofer IML | Geschäftsbereich Unternehmenslogistik
Abteilung Anlagen- und Servicemanagement

Alle Rechte vorbehalten
Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

© Fraunhofer Austria, Fraunhofer IAO, Fraunhofer IML 2022

Inhalt

Impressum **02**

1. Vorwort **04**

2. Instandhaltung: Berufsprofil im Wandel **05**

3. Motivation: Arbeit von morgen in der instandhaltungsfreien Fabrik **06**
3.1 Die Vision von der Arbeit in der »instandhaltungsfreien Fabrik« 06
3.2 Die »instandhaltungsfreie Fabrik« fordert ein neuartiges Kompetenzmanagement 06
3.3 Das Kompetenznetzwerk für die Arbeit in der »instandhaltungsfreien Fabrik« 07

4. Herausforderungen an das Kompetenzprofil der Instandhaltung der Zukunft **08**
4.1 Herausforderungen für die innerbetriebliche Instandhaltung 08
4.2 Herausforderungen für Servicetechnikerinnen und -techniker 08
4.3 Herausforderungen für das Human Resource Management 10
4.4 Herausforderungen für Bildungsträger 10
4.5 Herausforderungen für Gewerkschaft und Sozialpartner 11

5. Übersicht: Bestehende Lösungen und Werkzeuge **12**
5.1 Wissens- und Informationsmanagement sowie Wissenstransfer 12
5.2 Qualifizierungsmaßnahmen 14
5.3 Demonstrationsumgebungen 16
5.4 Gestaltung von Schulungs- und Anlernkonzepten für Servicetechnikerinnen und -techniker 16
5.5 Lösungen zur Systematisierung von Kompetenzanforderungen zur Erstellung von Jobprofilen 18
5.6 Lösungen zur Bewertung und Steuerung von Digitalisierungskompetenzen 20
5.7 Systematische Anforderungsdefinition und -konzeption von Technologielösungen 21

6. Abgeleiteter Forschungsbedarf **23**
6.1 Forschungsbedarf aus Sicht der Herausforderungen 23
6.2 Forschungsbedarf aus Sicht der Stakeholder 25
6.3 Zusammenfassung der Forschungsbedarfe 25

7. Fazit und Ausblick **27**

Quellenverzeichnis **28**

1 Vorwort

Die Instandhaltung von Maschinen und Anlagen rückt seit mehreren Jahren verstärkt in den Fokus inner- und zwischenbetrieblicher Optimierung und steht immer häufiger auch im Zentrum der Entwicklung neuer Serviceprodukte und Geschäftsmodelle. Während die Fertigungsprozesse in den meisten Betrieben inzwischen so weit optimiert sind, dass dort nur noch wenige Produktivitätsgewinne erzielt werden können, sind im Instandhaltungsumfeld noch vielfältige Verbesserungspotenziale zu erschließen. Denn ungeplante Reparaturen, Maschinenausfälle und Stillstandszeiten kosten nicht nur Geld, sondern senken auch massiv die Flexibilität in der Produktion.

Für eine hohe Maschinenverfügbarkeit und eine Prozessproduktivität ist die leistungsfähige Instandhaltung eine zentrale Voraussetzung. Diese Erkenntnis ist jüngst in der Politik angekommen. Denn die Erhöhung der Kapazitäten sowie die unbedingte Vermeidung ungeplanter Störungen in der Produktion von Impfstoffen oder Atemschutzmasken verdeutlicht die Bedeutung der Instandhaltung erstmals auch für eine breitere Öffentlichkeit. Die Impfstoffengpässe, die sich durch die Umstellung der Produktion im Januar 2021 bei Pfizer ergeben haben, sind hier ein Beispiel. Gleichzeitig haben die weltweiten Reisebeschränkungen viele deutsche Maschinenbauunternehmen vor die Herausforderung gestellt, einen reibungslosen Betrieb der Anlagen zu gewährleisten, ohne dass eigenes Personal bei den Kunden vor Ort sein konnte.

Die damit einhergehenden Erkenntnisse und Erfahrungen haben gezeigt, wie wichtig es heutzutage für Unternehmen ist, Produktionsstrukturen und Wertschöpfungsketten flexibel, widerstandsfähig und resilient gegenüber ungeplanten internen und externen Störungen aufzustellen. Gleichzeitig ergeben sich dadurch Möglichkeiten für neue Services und die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, z. B. durch eine gezielte Nutzung von Prozess- und Produktionsdaten. Um diese Potenziale zu erschließen genügt es jedoch nicht, allein in neue Technologien zu investieren, sondern es kommt auch darauf an, die Mitarbeitenden in der Instandhaltung stärker in das Zentrum zu rücken. Die Beschäftigten verfügen nicht nur über umfassende Wissensbestände, sondern es sind letztlich häufig die Menschen vor Ort, die Daten- und Informationsbestände interpretieren und daraus Entscheidungen ableiten müssen.

Eine entscheidende Frage wird in diesem Zusammenhang sein, wie sich die Themen »Künstliche Intelligenz« (KI) und »Maschinelles Lernen« auf das Kompetenzprofil des Instandhaltungspersonals auswirken werden. Fest steht, dass prädiktiven Wartungs- und Servicekonzepten, die Maschinendaten mithilfe von KI analysieren, große Potenziale zugeschrieben werden. Nahezu alle größeren Anlagenhersteller haben hierzu erste Pilotprojekte gestartet oder bieten bereits erste Lösungen auf dem Markt an. Es spricht aus heutiger Sicht vieles dafür, dass KI im Umfeld der Instandhaltung eine menschliche Intelligenz nicht ersetzt, sondern sie vielmehr in Teilen ergänzt und sich damit gleichzeitig die Qualifikationsanforderungen an das Instandhaltungspersonal verändern.

Vor diesem Hintergrund ist dieses Konzeptpapier entstanden. Es zeigt auf, wie sich Qualifikationen von Menschen in Instandhaltungsprozessen verändern und gibt zugleich Hinweise, wie Instandhaltungskompetenzen zukunftsorientiert und nachhaltig entwickelt und verbessert werden können. Dabei wird das gesamte Ökosystem Instandhaltung beleuchtet und untersucht, welche Herausforderungen hinsichtlich der einzelnen Stakeholder existieren sowie welche Lösungsansätze dafür aus dem Umfeld der Smart Maintenance Community der Fraunhofer-Gesellschaft angeboten werden können.

2 Instandhaltung: Berufsprofil im Wandel

Die Instandhaltung selbst ist bislang kein eigenständiges Berufsbild. Instandhalterin oder Instandhalter wird man in der Regel durch eine technische Berufsausbildung in Kombination mit praktischer Berufserfahrung in instandhaltungsnahen Bereichen. Damit fehlt praktisch ein klar umrissenes Ausbildungs- und Kompetenzprofil, das einen breiten Zugang zum Arbeitsmarkt eröffnet, da sowohl die technische Formalausbildung wie auch die praktische Sozialisation von Berufstätigen in der Instandhaltung sehr unterschiedlich sein können.

Gleichwohl sind Instandhaltungstechnikerinnen und -techniker heiß begehrt. Eine Suche auf dem Jobportal »StepStone« lieferte im Dezember 2020 über 2.500 offene Positionen für Instandhaltungstechnikerinnen und -techniker, und das trotz der gegenwärtig schwierigen wirtschaftlichen Situation für viele Branchen und Unternehmen. Gefragt sind Menschen, die einen störungsfreien Fertigungsbetrieb sicherstellen und die selbstständig zur Fehlersuche, Fehlerbehebung und auch Fehlervermeidung beitragen können. Dabei sind nicht nur mechanische, sondern auch mechatronische, elektrotechnische und zunehmend informationstechnische Kenntnisse erforderlich. Instandhalterinnen und Instandhalter werden also stark gesucht, weil sie einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Produktionsstandorte leisten.

Es ist zu erwarten, dass der Bedarf nach kompetenten Mitarbeitenden in der Instandhaltung mit zunehmender Digitalisierung und Komplexität der Anlagen sogar weiter steigt. Deshalb ist es erforderlich, das Kompetenz- und Anforderungsprofil für Instandhalterinnen und Instandhalter zu schärfen und zu erweitern. Dabei spielt die Zielvorgabe einer resilienten, gleichzeitig aber auch ökonomisch und ökologisch nachhaltigen Instandhaltung eine wichtige Rolle. In diesem Sinne übernimmt die Instandhaltung nicht nur Aufgaben zur Gewährleistung von »Normalzuständen«, sondern bekommt zunehmend eine wichtige Rolle als Treiber und Enabler von Digitalisierungsprozessen auf der operativen Fertigungsebene. Viele der damit einhergehenden Kompetenzanforderungen werden nachfolgend analysiert und beleuchtet.

3 Motivation: Arbeit von morgen in der instandhaltungsfreien Fabrik

3.1 Die Vision von Arbeit in der instandhaltungsfreien Fabrik

Instandhaltungsaufgaben in der instandhaltungsfreien Fabrik – wie passt das zusammen? Die instandhaltungsfreie Fabrik adressiert tatsächlich einen Widerspruch, den es zu erläutern gilt. Der Duden verweist bei »Instandhaltung« auf Begriffe wie Pflege, Wartung oder Unterhalt (Duden, 2018). In diesem Sinne wären Wartungs- und Pflegearbeiten in der Fabrik der Zukunft überflüssig. Aber ist das wirklich so? Tatsächlich hat der Begriff der instandhaltungsfreien Fabrik symbolischen Charakter. Natürlich braucht es auch künftig in den Produktions- und Fertigungsstraßen der Unternehmen Menschen, die sich um Wartung, Pflege und Sicherheit von Anlagen und Produktionsmaschinen kümmern, aber die Instandhaltung bekommt einen grundlegend anderen Charakter. Denn in der instandhaltungsfreien Fabrik sind sämtliche Instandhaltungsprozesse, Instandhaltungskompetenzen und die gesamte Arbeitsorganisation so ausgerichtet, dass unproduktive und nicht geplante Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben möglichst auf null reduziert werden.

In diesem Sinne wird diese Arbeit in der instandhaltungsfreien Fabrik nicht überflüssig, aber sie verändert ihren Charakter. Mit den Instandhaltungsaufgaben der Zukunft sind andere Wissensbestände und andere Kompetenzen verbunden, als dies bislang notwendig war, denn Instandhaltungsarbeit gewinnt zunehmend den Charakter von Wissens- und Informationsarbeit. Das Rollenverständnis der Instandhaltung wandelt sich und die Funktion muss näher spezifiziert werden. Standen bislang vor allem Instandhaltungstechnikerinnen und -techniker im Fokus der Betrachtung, gilt es künftig, die gesamte Wertekette bzw. das gesamte Ökosystem der Instandhaltung in den Blick zu nehmen. Die Instandhaltung ist ein Tätigkeitsfeld, in dem verschiedene Akteure zusammenkommen und miteinander in Interaktion stehen. Zunehmend müssen auch angrenzende Bereiche und Funktionen, wie z. B. das Human Resource Management oder externe Servicetechnikerinnen und -techniker mit einbezogen werden.

Der gegenwärtige Transformationsdruck auf die Instandhaltungsarbeit der Zukunft kommt von unterschiedlichen Seiten: Zum einen sind die Unternehmen stärker gefordert, auch kleine Losgrößen hochproduktiv zu fertigen, sodass nicht produktive Ausfallzeiten überproportional auf die Produktionskosten durchschlagen. Zum anderen stehen im Rahmen der Digitalisierung von Maschinen und Prozessen immer mehr Informationen für die Instandhaltung bereit, sodass Instandhaltungsprozesse im Vorfeld geplant oder (teil-)automatisiert werden können. Und schließlich kommt der Instandhaltung eine zunehmend strategische Bedeutung zu, weil instandhaltungsrelevante Daten auch für andere Stellen im Unternehmen oder für Kunden, Komponenten und Zulieferer wertvolle Informationen beinhalten können.

Zudem ist die Transformation der Produktionsanlagen in Richtung Industrie 4.0 und Digitalisierung eine wesentliche Aufgabe der Instandhaltung. Insbesondere in Westeuropa werden aufgrund der Rahmenbedingungen (u. a. Lohnkosten, Energiekosten, politische Entscheidungsprozesse, Umweltauflagen) Investitionen in neue Fabriken (Greenfield) nur selten getätigt. Umso wichtiger ist es, die Produktionsanlagen im Bestand (Brownfield) kontinuierlich upzugraden und technisch zu verbessern. Nicht selten erhöht dies sogar die Komplexität in der Fertigungslinie, weil im Bestand langjährig gewachsene IT-Infrastrukturen berücksichtigt werden müssen. Auch dies stellt neue und erweiterte Wissens- und Kompetenzanforderungen an die Instandhaltung (Henke et al., 2019).

3.2 Die »instandhaltungsfreie Fabrik« fordert ein neuartiges Kompetenzmanagement

Produzierende Unternehmen sind für die Instandhaltung ihrer Produktionsanlagen traditionell auf das spezifische Know-how und die Kompetenzen von Fachkräften angewiesen. Durch die fortschreitende Digitalisierung müssen Mitarbeitende sich dabei kontinuierlich mit neuen Technologien vertraut machen (BMBF, 2016). Für die Durchführung von Instandhaltungsdienstleistungen ist dies besonders relevant, da für die Wartung und Reparatur von Maschinen und Anlagen zunehmend IT- und technologiespezifisches Know-how erforderlich ist. Ungeplante Ausfälle gilt es dabei zu vermeiden, um eine hohe Anlageneffizienz und -effektivität im weltweiten Wettbewerb zu erreichen.

3. Motivation: Arbeit von morgen in der instandhaltungsfreien Fabrik

Diese Herausforderungen adressieren produzierende Unternehmen und Instandhaltungs-Dienstleistende häufig mit »klassischen« Formen der Qualifikation ihrer Mitarbeitenden: Know-how zur Wartung und Reparatur wird in erster Linie mündlich übertragen, relevante Dokumente sind oftmals nicht standardisiert und liegen nur in Papierform vor. Folglich stellt die Tätigkeit in unbekannten komplexen Einsatzgebieten die Mitarbeitenden vor große Herausforderungen. Dies zeigt auch der Branchenindikator Instandhaltung der Institute FIR e. V. und des Forum Vision Instandhaltung e. V. von 2019: Nur 45 Prozent der befragten Instandhalterinnen und Instandhalter nutzen bereits Methoden der Datenanalyse zur Verbesserung ihrer Prozesse (FIR e. V, 2019). Dabei betrachten mehr als 66 Prozent der Instandhaltungsmitarbeitenden die Offenlegung von implizitem Wissen als entscheidenden Mehrwert für ihren Arbeitsalltag. Ebenso geben rund 65 Prozent der industriellen Instandhalterinnen und Instandhalter an, dass Wissensmanagement als wertvolle Quelle zur Einarbeitung neuer Mitarbeitenden fungieren kann. Jedoch scheitert die Einführung neuer Modelle zur Qualifikation und Kompetenzerlangung häufig an der fehlenden Motivation und Akzeptanz der Mitarbeitenden (FIR e. V, 2018).

Das Zukunftsbild der instandhaltungsfreien Produktion setzt aber kompetente und »wissende« Mitarbeitende in der Instandhaltung voraus, die sowohl die ihnen zugeordneten Anlagen als auch die unterschiedlichen Werkzeuge für die Planung, Durchführung und Nachbereitung der Tätigkeiten beherrschen.

Dementsprechend stellt sich die Frage, welche Anforderungen sich an ein Kompetenzmanagement in der Instandhaltung ergeben, damit anwendungsorientiertes Lernen, die Verfügbarkeit von implizitem Wissen sowie die Vernetzung und Aufwertung der Tätigkeiten gewährleistet werden kann.

Hier können digitale Tools und Netzwerke Mitarbeitende unterstützen: In ihrer Rolle als Expertinnen und Experten innerhalb einer Organisation und in ihrer Rolle als vernetzt denkende Generalistinnen und Generalisten, einer hohen Verfügbarkeit von Informationen gerecht zu werden. Dabei kommt einem modernen Kompetenzmanagement im Sinne eines erfolgreichen Wissenstransfers zwischen Beschäftigten und Organisationen eine besondere Bedeutung zu. Es ergeben sich mit dem digitalen Wandel neue Anforderungen, aber auch neue Chancen für ein kollaboratives Kompetenzmanagement.

Die Digitalisierung ermöglicht zudem ein gemeinsames, maschinelles und menschliches Lernen (North & Maier, 2018). Dementsprechend adressiert das Kompetenzmanagement der Zukunft neue Formen der Wissensvermittlung, die nicht nur vorsehen, wie Wissen komplexer Organisationen zwischen verschiedenen Expertinnen und Experten geteilt werden kann, sondern auch, wie künstlich-intelligente Systeme Mitarbeitende durch die Analyse vorhandener Quellen besser unterstützen können. Insbesondere Methoden und Verfahren des Maschinellen Lernens, als Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz, bergen hierbei ein großes Potenzial zur Verbesserung herkömmlicher Vorgehensweisen für die Kompetenzentwicklung (Plattform Lernende Systeme, 2019).

3.3 Das Kompetenznetzwerk für die Arbeit in der »instandhaltungsfreien Fabrik«

Der Wandel in der Instandhaltung erfordert eine Vielzahl von neuen und erweiterten Kompetenzen. Es wird eine Organisation benötigt, die gemeinsam für die Qualifikation und die Kompetenz der Menschen Sorge trägt. Dies kann kein Unternehmen und auch keine Bildungseinrichtung allein gewährleisten, sondern es müssen möglichst alle Beteiligten rund um die Instandhaltung einbezogen werden. Die Lösung ist folglich ein vernetztes Ökosystem für ein Kompetenzmanagement der instandhaltungsfreien Produktion. Die Smart Maintenance Community (SMC) der Fraunhofer-Gesellschaft, eine Vereinigung von zurzeit zwölf Fraunhofer-Instituten steht bereit, um eine führende Rolle in einem solchen Kompetenznetzwerk zu übernehmen. Durch die Vielzahl an Forschungsprojekten gestalten die Institute die technologische, methodische und organisatorische Zukunft für die produzierenden Unternehmen mit. Sie kennen neue Technologien und Methoden und können diese anwenden und vermitteln.

In einem solchen Kompetenznetzwerk müssen zugleich Bedarfsträger als auch Bedarfsvermittler Platz finden und kooperativ miteinander verbunden werden. Gemeinsam kann die Basis für ein neuartiges Kompetenzmanagement geschaffen werden, um künftig eine bedarfsgerechte Qualifizierung aller Akteure im Ökosystem Instandhaltung zu ermöglichen. Teil des Ökosystems sind neben der innerbetrieblichen Instandhaltung und den externen Servicetechnikerinnen und -technikern auch das Human Resource Management, die Gewerkschaften und Sozialpartner sowie Bildungsträger, siehe Abbildung 1.

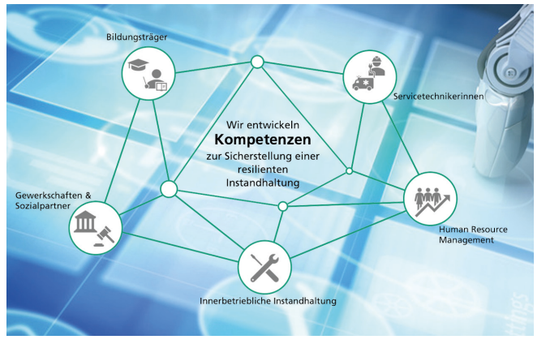

Abbildung 1: Ökosystem Instandhaltung

Den Gewerkschaften und Sozialpartnern, wie beispielsweise der Handwerkskammer, der Industrie- und Handelskammer sowie internen Sozialpartnern wie beispielsweise den Betriebsräten, kommt eine besondere Rolle zu. Diese können die Veränderung des Instandhaltungsberufs mit vorantreiben und Veränderungen anstoßen. Sie können flächendeckend Weiterbildungsmöglichkeiten anbieten, Rahmenlehrpläne von Aus- und Weiterbildungen anpassen sowie sich für eine klarere Definition des Berufsbilds der Instandhaltung einsetzen.
Alle Akteure in diesem Ökosystem stehen mit dem Wandel vor neuen Herausforderungen, denen sie in den kommenden Jahren begegnen müssen. Das folgende Kapitel erläutert diese anstehenden Herausforderungen.

4 Herausforderungen an das Kompetenzprofil der Instandhaltung der Zukunft

Als Einleitung in dieses Kapitel werden in Tabelle 1 die identifizierten Herausforderungen in der Instandhaltung den Mitgliedern des Ökosystems gegenübergestellt. Hervorzuheben ist an dieser Stelle, dass im Rahmen von Expertengesprächen bei allen Stakeholdern ein fehlendes Bewusstsein für digitalgestützte Instandhaltung im Kontext der Kompetenzprofile der Instandhaltung der Zukunft identifiziert werden konnte. Hinsichtlich der Stakeholder Gewerkschaft und interner Sozialpartner stellt dieser Aspekt die einzige Herausforderung dar. In den folgenden Unterkapiteln werden die Herausforderungen je Stakeholder im Detail beleuchtet.

4.1 Herausforderungen für die innerbetriebliche Instandhaltung

Nach Tabelle 1 muss die innerbetriebliche Instandhaltung verschiedenen Herausforderungen im Zuge einer voranschreitenden Digitalisierung und einer damit verbundenen Transformation begegnen.

Zwei der größten Herausforderungen in dem Zusammenhang sind die fehlenden digitalen Instandhaltungskompetenzen und das fehlende Bewusstsein der Mitarbeitenden für die digitalgestützte Instandhaltung. So ist den Mitarbeitenden häufig nicht bekannt, welchen Mehrwert die Nutzung von Daten bieten kann. Ein daraus resultierendes mangelndes Verständnis für digitale und datenbasierte Instandhaltungsprozesse kann die Bereitschaft auf datengestützte Systementscheidungen zu vertrauen schmälern und dazu führen, dass der Wandel von den Mitarbeitenden nicht akzeptiert wird.

Weitere Herausforderungen in diesem Zusammenhang sind die aktuell fehlenden Qualifizierungskonzepte sowie die fehlenden Demonstrationsumgebungen, um die notwendigen Kompetenzen aufbauen und den Umgang mit digitalen Instandhaltungstools trainieren zu können.

Eine weitere Hürde für den Wandel ist der Umgang mit Wissen in der Instandhaltung, aktuell spricht man von einer explorierend-improvisierenden Wissensgenerierung. Darunter ist zu verstehen, dass das Instandhaltungspersonal sich während der Arbeitsausführung Erfahrungswissen aneignet, das in der Folge nicht dokumentiert wird. Dabei kann es sich um individuell entwickelte Problemlösungsansätze oder sonstige wertvolle Erkenntnisse und Kompetenzen handeln (Austerjost et al., 2016). Somit verbleibt das angeeignete Wissen als implizites Wissen in den Köpfen der Mitarbeitenden und ist folglich für die Belegschaft nicht zugänglich (Henke & Kuhn, 2015). Ein weiteres Charakteristikum stellt die Tatsache dar, dass zwischen dem Instandhaltungspersonal kaum bis gar kein Austausch von Wissen stattfindet. Das hat zur Folge, dass differenziertes Expertentum nicht im Kollektiv nutzbar gestaltet wird. Außerdem existieren in der Instandhaltung verschiedene Arten von Wissen, die in Form und Qualität voneinander abweichen. Beispielsweise unterscheiden sich Instandhaltungsberichte oftmals von den vom Instandhaltungspersonal erstellten Notizen, die in der Regel mehr Informationen beinhalten, jedoch nicht strukturiert auswertbar sind. Hierbei handelt es sich um eine Ursache des Problems der Intransparenz über vorhandenes Wissen in der Instandhaltung (Austerjost et al., 2016). Insbesondere ein strukturierter Austausch zwischen den Fachkräften unterschiedlicher Generationen könnte den Erfolg einer instandhaltungsfreien Produktion positiv beeinflussen, da somit eine nachhaltige Wissenssicherung gegeben wäre.

4.2 Herausforderungen für Servicetechnikerinnen und -techniker

Die Bezeichnungen »Servicetechnikerin« und »Servicetechniker« sind nicht klar definiert und umfassen im allgemeinen Verständnis Dienstleistungsberufe im technischen Bereich mit Bezug zu Kunden. Im Fokus der Betrachtung liegt nachfolgend eine Servicetechnikerin oder ein Servicetechniker im Kontext von Instandhaltungsdienstleistungen.

Um dem umfangreichen Tätigkeitsspektrum in der Servicetechnik gerecht zu werden benötigt es unter anderem Demonstrationsumgebungen, die dem Zweck der Evaluierung innovativer Methoden und Technologien dienen. Es existieren bereits vereinzelte Demonstrationsumgebungen, speziell ausgelegt auf den Instandhaltungsbereich, die jedoch aufgrund fehlender Sichtbarkeit in Nutzer-Netzwerken schwer zu identifizieren und ausfindig zu machen sind. Servicetechnikerinnen und -techniker sind oftmals Experten auf ihrem Gebiet. Damit dieses spezifische Know-how und das Expertenwissen der erfahrenen Fachleute innerhalb eines Betriebs bestmöglich gesichert und

Herausforderungen / Steakholder	Bildungsträger	Gewerkschaften und interne Sozialpartner	Human Resources	Innerbetriebliche Instandhaltung	Servicetechnikerinnen und Servicetechniker
Aufwendige Identifikation erforderlicher Digitalisierungskompetenzen	●		●		
Fehlendes Bewusstsein für digitalgestützte Instandhaltung	●	●	●	●	●
Fehlende Demonstrationsumgebungen (real und virtuell)	●			●	●
Fehlende Methoden zur Optimierung der Instandhaltungsprozesse und Organisation				●	●
Fehlende Qualifizierungskonzepte (Aus- und Weiterbildung)	●		●	●	
Fehlende Wissensvermittlung und -bereitstellung (Bereitschaft und Tools)	●			●	●
Geringe Attraktivität des Bereichs Instandhaltung	●		●		
Ungenügende digitale Instandhaltungskompetenzen				●	●
Anzahl Herausforderungen je Stakeholder	6	1	4	6	5

Tabelle 1: Gegenüberstellung Herausforderungen und Stakeholder des Ökosystems Instandhaltung

an junge Mitarbeitende verschiedener Qualifikationsstufen transferiert werden kann, benötigt es ein ausgereiftes Wissens- und Informationsmanagement. Mit diesem soll Wissensverlusten durch die Fluktuation von Mitarbeitenden und wiederkehrenden Problemen in der Instandhaltung entgegengewirkt und gleichzeitig Wertschöpfungsbeiträge der Instandhaltung gesichert werden. Als Unterstützung dafür können Softwareprogramme dienen.

In diesem Zusammenhang ist ebenfalls entscheidend, wie die Gestaltung von Schulungs- und Anlernkonzepten für Servicetechnikerinnen und -technikern in der Ramp-up-Phase erfolgt. Da ihr Tätigkeitsbereich nicht an Ort und Zeit gebunden ist, führen Anfahrts- und Reisezeiten zu erhöhten Kosten, weshalb es von großer Bedeutung ist, junges Personal best- und schnellstmöglich einzuschulen, um die damit verbundenen Kosten möglichst gering zu halten. So kann die Zeit der »doppelten« Bearbeitung von Aufträgen (die Expertin bzw. der Experte plus einzuschulende Technikerinnen und Techniker) verringert und eine frühere alleinige Bearbeitung der Tätigkeiten durch die Servicetechnikerinnen und -techniker gewährleistet werden. In diesem Zusammenhang fehlt es ebenso an Ansätzen, um eine umfassende Aus- und Weiterbildung von Servicetechnikerinnen und -technikern zu gewährleisten.

4.3 Herausforderungen für das Human Resource Management

Verantwortlich für den Erhalt und die Verbesserung der Qualifikation von Mitarbeitenden ist häufig das Human Resource Management (HRM), insbesondere die Personalentwicklung. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, ist es entscheidend, dass die Personalentwicklung die Anforderungen an die entsprechenden Positionen kennt, also jene, die heute relevant sind, und jene, die künftig relevant werden. Ein Beispiel dafür ist die zukünftige Relevanz des neuen Berufsbilds des Data Scientists in der Instandhaltung, der vertiefte Kenntnisse im Bereich der Mathematik und Statistik, der Informatik sowie Fachwissen über die Produktionsanlagen und Prozesse im Unternehmen mitbringen muss.

Dieses Anforderungsmanagement stellt im Bereich der Instandhaltung eine Herausforderung dar, schon heute vereint der Beruf Aufgaben verschiedener Berufsgruppen und wird dies auch künftig tun. Durch die zunehmende Digitalisierung in Produktion und Instandhaltung wandelt sich auch das Aufgabengebiet der Instandhaltung. Für das HRM stellt sich dabei die Frage, welche Digitalisierungskompetenzen heute und morgen in der Instandhaltung benötigt werden. Wie können diese identifiziert, bewertet und gemessen werden? Neben der Identifikation des Kompetenzbedarfs kann die Ableitung geeigneter Qualifizierungsmaßnahmen eine Herausforderung für die HR-Abteilung bedeuten.

Eine weitere Herausforderung in diesem Zusammenhang ist die Systematisierung von Kompetenzanforderungen, um daraus entsprechende Jobprofile abzuleiten.

4.4 Herausforderungen für Bildungsträger

Auch Bildungsträger müssen dem fortschreitenden Wandel in der Instandhaltung begegnen und stehen in diesem Zusammenhang vor verschiedenen Herausforderungen. Bildungsinhalte verschieben sich vermehrt von klassisch mechanischen, mechatronischen und elektrotechnischen Kompetenzen in Richtung informationstechnologische und Datenanalyse-Kompetenzen und müssen in den Blick genommen werden. Hier stellt sich die Frage, wie diese Inhalte am besten in bestehende Rahmenlehrpläne sowie Weiterbildungsangebote integriert werden können. Hinzu kommt, dass die berufliche Bildung komplex ist, verschiedenste Akteure (Bund, Länder, Kammern, Gewerkschaften und Unternehmen) sind bei der Gestaltung und Erneuerung von Berufen beteiligt. Sollen Inhalte eines Berufsbilds modernisiert werden oder ein neuer Beruf entstehen, läuft dies nach einem geregelten Verfahren ab, bei dem alle an der beruflichen Bildung Beteiligten mitwirken. Es gibt bereits Weiterbildungsangebote und Zusatzqualifikationen in den Themenbereichen rund um Industrie 4.0, diese werden jedoch häufig durch die Unternehmen gesteuert. Eine betriebsübergreifende Qualifikation zu gewährleisten, ist eine weitere Herausforderung, die im Fokus stehen muss.

Da langfristig davon auszugehen ist, dass die Digitalisierung die Instandhaltungsstrategien in allen Unternehmen erheblich verändert, muss eine einheitliche überbetriebliche Wissensvermittlung bezüglich der Veränderungen aufgrund der Digitalisierung zentralisiert stattfinden.
Ein Berufsbild sollte neben einer dauerhaften Verwertung der erworbenen Qualifikationen und Kompetenzen auch einen hinreichenden Bedarf an entsprechenden zeitlich unbegrenzten und unternehmensunabhängigen Qualifikationen haben.
Dies wirft Fragen insbesondere dazu auf, welche Qualifikationen mit dem Wandel der Digitalisierung von besonderer Bedeutung sind und wie die Adaptionsprozesse zielführend gestaltet werden können. Für die inhaltliche Festlegung von Kompetenzprofilen müssen die Bildungseinrichtungen neben den bereits genannten infrastrukturellen Anpassungen auch die Fachkompetenzen auf den aktuellen Stand bringen und kontinuierlich neue, wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse über tatsächlich erforderliche Kompetenzen in die Ausbildungspläne integriert werden. Es müssen Verfahren entwickelt werden, mit denen die technologischen Entwicklungen schneller und umfassender als bisher in die Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen einbezogen werden können, damit auf veränderte Anforderungen akkurat und schnell reagiert werden kann. Zudem ergibt sich die Frage, wie sichergestellt wird, dass alle Auszubildenden, trotz teils sehr unterschiedlicher technologischer Ausstattung in den Betrieben, mit Abschluss der Ausbildung über gleiches Wissen verfügen. Wie kann einer systematischen Benachteiligung derjenigen, deren Betriebe nicht über modernste Technologien und Geräte oder geeignete Demonstrationsumgebungen verfügen, entgegengewirkt werden?

4.5 Herausforderungen für Gewerkschaft und Sozialpartner

Für viele Beschäftigte ist die Digitalisierung bereits Realität, und so erfolgt der überwiegende Teil der Wertschöpfung und der Arbeitsprozesse unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien.

Die Gewerkschaften und betrieblichen Mitbestimmungsakteure müssen hier eine aktive Rolle als Treibende einer vorausschauenden betrieblichen Weiterbildung in den Unternehmen übernehmen, um die Kompetenzen der Mitarbeitenden frühzeitig an die Erfordernisse einer digitalisierten Instandhaltung anzupassen.

Damit die betrieblichen Mitbestimmungsakteure dieser Aufgabe jedoch gerecht werden können, müssen sie befähigt werden, die durch technologische Innovationen induzierten Veränderungen auf die Qualifikation der Mitarbeitenden in ihrem Zuständigkeitsbereich rechtzeitig zu erkennen, den daraus resultierenden Weiterbildungsbedarf im Betrieb zu thematisieren, vorhandene gesetzliche und tarifrechtliche Beteiligungsrechte wahrzunehmen und an der Konzeption und Umsetzung entsprechender Maßnahmen der beruflichen Qualifizierung im Unternehmen kompetent und partizipativ mitzuwirken. Das bedeutet im Einzelnen, dass es zunächst gilt, die durch die Digitalisierung ausgelösten Weiterbildungs- und Qualifizierungsbedarfe zu identifizieren und zu bewerten. Des Weiteren müssen geeignete Weiterbildungsmaßnahmen konzipiert, geplant und umgesetzt werden, sowie eine Kommunikation und Argumentation des Weiterbildungs- und Qualifizierungsbedarfs gegenüber den Geschäftsleitungen, betrieblichen Weiterbildungsbeauftragten und den Beschäftigten selbst in Gang gesetzt werden.

Eine systematische Planung und Ermittlung des Weiterbildungsbedarfs und der konzeptionellen betrieblichen Weiterbildungsarbeit in Unternehmen ist eine gemeinsame Aufgabe von Unternehmensleitung, Personalentwicklung, Führungskräften, Betriebsrat und den Beschäftigten. Der Weiterbildungsbedarf kann nur dann gezielt ermittelt werden, wenn sich alle Funktionsträger des Unternehmens ihrer Verantwortung für die Bedarfsermittlung bewusst sind und ihre Aufgaben kennen.
Es geht folglich auch darum, dass Betriebsräte ein breiteres Wissen darüber erlangen, wie die betriebliche Weiterbildung im Zuge des Transformationsprozesses mitgestaltet werden kann. Nur wenn der Betriebsrat einen fundierten Überblick über die Situation der betrieblichen Weiterbildung im Betrieb hat und sich mit den aktuellen und zukünftigen Qualifikationen der Mitarbeitenden auseinandergesetzt hat, wenn Kenntnis darüber besteht, mit welchen Verfahren und Instrumenten die Weiterbildungs- und Qualifizierungsbedarfe erkannt werden und wie daraus geeignete Maßnahmen abgeleitet und eingefordert werden können, dann kann der Betriebsrat sich auch für eine bessere und effektivere betriebliche Weiterbildung im Unternehmen stark machen.

5 Übersicht: Bestehende Lösungen und Werkzeuge

Wie im vorangegangenen Kapitel soll auch hier eine Übersicht in Form einer Gegenüberstellung von zuvor thematisierten Herausforderungen und den hierzu existierenden Lösungsclustern gegeben werden, siehe Tabelle 2. Ein Cluster umfasst dabei eine Reihe von Lösungen aus dem Fraunhofer-Umfeld – insbesondere der Smart Maintenance Community (SMC).

Die Herausforderungen sind hierbei nach der Anzahl der relevanten Lösungscluster aufsteigend sortiert, das heißt, hinsichtlich der erst genannten Herausforderung existieren seitens der SMC die wenigsten Ansätze zur Lösung bzw. Verbesserung. Dieser Aspekt wird in Kapitel 6 zur Ableitung des Forschungsbedarfs wieder aufgegriffen.

5.1 Wissens- und Informationsmanagement sowie Wissenstransfer

Ein professionelles sowie transparentes Wissens- und Informationsmanagement ist Grundlage für die erfolgreiche Entwicklung einer instandhaltungsfreien Produktion. Wie in Kapitel 3 beschrieben, gewinnt Instandhaltungsarbeit zunehmend den Charakter von Wissens- und Informationsarbeit. Explizit verfügbares Wissen gilt im Kontext von Industrie 4.0 als kritischer Erfolgsfaktor und wird zunehmend zu einer wichtigen Ressource. Daher gilt es, die Instandhaltung im Rahmen des Wissensmanagements zukunftssicher aufzustellen (Henke & Kuhn, 2015). Wie im Kapitel 4 zu den Herausforderungen angesprochen, ist dies in Bezug auf die Instandhaltung eine komplexe Angelegenheit (Filounek & Steck-Winter, 2014). Für die praktische Umsetzung des Wissensmanagements ist grundsätzlich der Einsatz von Wissensmanagement-Instrumenten vonnöten (Schnalzer & Wesoly, 2005). In der Literatur sind bereits einige praxistaugliche Wissensmanagementmethoden zu finden, die im Kontext der Instandhaltung angewendet werden können, dazu zählen z. B. Lessons Learned (Möller, 2015; Vollmar, 2016), Storytelling (Lehner, 2014; Neubauer et al., 2004), Wissenskarten (Lercher, 2013; Tachkov & Mertens), Best Practice Sharing und Benchmarking (Holtbrügge & Melchers, 2018) und Balanced Scorecard (Muhr, 2003; Nohr, 2001). Alle hier genannten Anwendungen weisen jedoch Schwächen in Bezug auf den optimalen Einsatz in der Instandhaltung auf.

Es braucht ein ganzheitliches Konzept, das verschiedene Ansätze miteinander verbindet und auf die Instandhaltung abgestimmt ist. Einen ersten Einstieg bietet eine Vorgehensmethodik nach Huber, Passath und Biedermann (2021), die verschiedene Methoden verknüpft einsetzt. Deutlich wird, dass Mitarbeitende frühzeitig in den Veränderungsprozess einbezogen werden sollten. Ein transparenter Veränderungsprozess und die Gestaltung eines erlebbaren Change-Prozesses erhöhen die Akzeptanz für den Wandel und die damit einhergehenden Neuerungen. Das Verstehen der Strategie und des dahinter liegenden Sinns, d. h. die Fragen nach dem Zweck der Veränderungen und der Vision sind neben dem »Können« ein wichtiger Faktor zur Bildung von Akzeptanz. Unter Können ist die Beherrschung der erforderlichen Kompetenzen gemeint, die durch Qualifizierung, Training und Erprobung erreicht werden kann (Schaffner, 2020). Auch Huber, Passath und Biedermann (2021) weisen darauf hin, dass Mitarbeitende rechtzeitig durch gezielte Qualifizierungsmaßnahmen auf den Wandel vorbereitet werden sollten. Seitens der Fraunhofer Academy angebotene Möglichkeiten zur Qualifizierung werden im folgenden Abschnitt aufgeführt.

Eine einheitliche, für alle Unternehmen gültige Empfehlung für das Management von instandhaltungsrelevantem Wissen kann an dieser Stelle nicht gegeben werden. Es gibt aber relevante Elemente, die für ein erfolgreiches Wissensmanagement von Bedeutung sind:

1. Die Dokumentation der Tätigkeiten in der Instandhaltung muss eine höhere Priorisierung erfahren. Es ist erforderlich, die Qualität der Instandhaltungsmaßnahmen sowohl an der Durchführung der Arbeit als auch an der erfolgten Dokumentation zu messen. Dieses bedeutet für viele Unternehmen eine Abkehr von tradierten Verhaltensweisen, bei denen eine Instandhalterin oder ein Instandhalter ausschließlich für die schnelle Beseitigung von Schäden und Störungen gelobt wird. Konkret bedeutet das, Zeit und Anreize für die Instandhaltung zu schaffen, ihre Tätigkeiten zu dokumentieren.

2. Oftmals wird der Forderung nach einer Transparenz von Wissen in der Instandhaltung entgegengehalten, dass die Preisgabe von individuellem Wissen zum Verlust des Arbeitsplatzes führen kann. Unabhängig davon, ob dies in Einzelfällen vielleicht sogar berechtigt ist, kann auf dieser Unsicherheit kein Wissensmanagement aufbauen. Es muss daher ein eindeutiges Bekenntnis des Managements geben, dass individuelle Wissensträgerinnen und -träger als unverzichtbare Wissensverteilende bedeutsam für das Unternehmen sind.

3. Da die Zeit für die Dokumentation von Wissen fast immer mit möglichen anderen, vermeintlich produktiveren Tätigkeiten konkurriert, muss auch hierfür ein klares Bekenntnis des Managements erfolgen.

4. Dokumentation von Wissen muss einfach sein. Mobile Endgeräte sind hierbei von Bedeutung, weil sie durch Bild (Foto und Video) sowie Ton eine anschauliche Darstellung von Tätigkeiten ermöglichen, bei denen Sprachbarrieren nur ein

Herausforderungen / Lösungscluster	Ansätze zur Steigerung von Vertrauen und Akzeptanz	Bewertung und Steuerung von Digitalisierungskompetenzen	Demonstrationsumgebungen	Qualifizierungsmaßnahmen	Schulungs- und Anlernkonzepte für Servicetechnikerinnen und -techniker	Systematisierung von Kompetenzanforderungen	Wissens- und Informationsmanagement	Anzahl Lösungscluster je Herausforderung
Aufwendige Identifikation erforderlicher Digitalisierungskompetenzen		●				●		2
Fehlendes Bewusstsein für digitalgestützte Instandhaltung	●		●	●	●			4
Fehlende Demonstrationsumgebungen (real und virtuell)			●	●			●	3
Fehlende Methoden zur Optimierung der Instandhaltungsprozesse und Organisation			●	●			●	3
Fehlende Wissensvermittlung und -bereitstellung (Bereitschaft und Tools)	●		●	●	●		●	5
Fehlende Qualifizierungskonzepte (Aus- und Weiterbildung)		●	●	●	●			4
Geringe Attraktivität des Bereichs Instandhaltung	●		●		●			3
Ungenügende digitale Instandhaltungskompetenzen		●	●	●	●	●		5

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Lösungscluster und der Herausforderungen.

geringes Hindernis darstellen. Zudem wird das Wissen während der Tätigkeit aufgenommen und muss nicht mit zeitlichem Verzug rekonstruiert werden.

5. Rechtliche Rahmenbedingungen müssen Berücksichtigung finden. Das Aufnehmen von Fotos und Videos steht oft in einem möglichen Konflikt mit rechtlichen und betrieblichen Anforderungen (Mitbestimmung). Hier sind entweder entsprechende technische Lösungen zu finden (z. B. Unkenntlichmachen von Gesichtern und Stimmen) oder Absprachen mit den Beteiligten zu treffen, dass auf solche Lösungen verzichtet werden kann. Die Firmen EVONIK und Bilfinger (industrialtube) haben hier Lösungen geschaffen, die auch anderen Unternehmen zur Verfügung stehen.

6. Die Ablage des gesammelten Wissens muss so erfolgen, dass ein einfaches Auffinden von Lösungen möglich ist. Ein mit einem mobilen Endgerät scannbarer Code an einer Anlage kann beispielsweise den direkten Weg zu Bedienungsanleitungen, Schaltplänen oder den letzten Wartungs- oder Störungsdokumentationen darstellen.

7. Die Digitalisierung ist der Schlüssel zum Wissensmanagement. Neben der (digitalen) Dokumentation der Tätigkeiten sind relevante Anlageninformationen (bspw. Temperaturen, Durchflussmengen, Schwingungen) gleichermaßen Wissensträger für die Instandhaltung. Diese gemeinsam nachvollziehbar abzulegen führt zu erheblichen Mehrwerten, die in schnellerer und nachhaltigerer Beseitigung von Störungen und zu einer verbesserten Planung im Sinne einer Predictive Maintenance führen.

5.2 Qualifizierungsmaßnahmen

Eine wichtige Maßnahme zur Bewältigung der in Kapitel 4 beschriebenen Herausforderungen ist die Qualifizierung von Mitarbeitenden. Dabei ist es wichtig, Angebote für alle Zielgruppen des Ökosystems Instandhaltung zu schaffen und diese zielgruppengerecht zu gestalten, wobei die unterschiedlichen Voraussetzungen in Abhängigkeit von Expertise, Alter und Betriebszugehörigkeit berücksichtigt werden müssen. Die Qualifizierung kann sowohl intern als auch durch gezielte externe Schulungen, Seminare und Workshops erfolgen. Die SMC bietet Unternehmen hierzu verschiedene Leistungen an, die die inhaltlichen und methodischen Entwicklungen von Personalkompetenzen unterstützen. Eine externe Schulung, die sich an Mitarbeitende aus unterschiedlichen Unternehmen richtet, kann beispielsweise in Form von Seminaren mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten gestaltet sein. Als Beispiel dient hierfür eine Seminarreihe der SMC, die gemeinsam mit der

Weiterbildungsmodule	Auszüge der vermittelten Inhalte
Elemente und Strategien einer effizienten Instandhaltungsorganisation	■ Die Strukturierung der Zusammenarbeit zwischen Produktion und Instandhaltung ■ Schaffung einer Grundlage für die optimale Mitarbeitendenqualifikation ■ Organisation eines ganzheitlichen Anlagenmanagements entlang des Lebenszyklus
Condition Monitoring (CM) und Predictive Maintenance (PM)	■ Innovative Strategien, Technologien und Tools in der Instandhaltung ■ Präzise Prognose zukünftiger Ausfallzeitpunkte ■ Herangehensweise beim Aufbau von CM- und PM-Systemen
Innovative Sensorik für Smart Maintenance	■ Anwendungsfallbezogene Auswahl von Sensorik ■ Prozessüberwachung (automatisierte Bauteilprüfung) ■ Zerstörungsfreie Zustandsüberwachung im Betrieb (Transportsysteme, Infrastrukturbauwerke, Pipelines, Straßen, Brücken u. a.)
Condition Monitoring mit intelligenter Schwingungsanalyse	■ Charakteristika und Ursachen von Schwingungen ■ Praxistaugliches Wissen zu A/D-Wandlung und Übergang in den Frequenzbereich ■ Erste Einblicke in Smart Sensors und Acoustic Emission
Industrial Data Science 4 Maintenance	■ Relevante Data-Science-Technologien und -Methoden ■ Strukturierte Planung, Durchführung sowie nachhaltige Implementierung von Datenprojekten ■ Konkrete industrielle Anwendungsbeispiele
Umsetzung von Smart Maintenance im Unternehmen	■ Anforderungen an die Instandhaltung der Zukunft und Vermittlung von Strategien und Lösungsansätzen ■ Katalog möglicher Maßnahmen für eine smarte Instandhaltung ■ Roadmap für die konkrete Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen
Neue Service- und Geschäftsmodelle	■ Theorie und Nutzen »klassischer« und datengetriebener Geschäftsmodelle ■ Besonderheiten und Chancen vernetzter Wertschöpfung in der Instandhaltung ■ Plattformen und Smart Data für Smart Maintenance
Digitale Lern- und Assistenzsysteme für die Instandhaltung	■ Aktuelle und zukünftige Anforderungen an hochtechnologische Produktions- und Instandhaltungsprozesse ■ Neue technologiebasierte Lern- und Assistenzsysteme für komplexe Anforderungen ■ Der digitale Anlagenzwilling: Digitale Assistenz zur Störungsbeseitigung

Tabelle 3: Beispiel für Qualifizierungsmaßnahmen der Fraunhofer Academy im Bereich Instandhaltung (Fraunhofer Academy, 2021)

Fraunhofer Academy entwickelt wurde. Diese hat als Ziel, Fach- und Führungskräfte aus den Bereichen der Instandhaltung, Produktion, Digitalisierung sowie der Forschung und Entwicklung zu Themen der smarten Instandhaltung weiterzubilden. In den unterschiedlichen Modulen wird nicht nur fachliches Wissen über neue Technologien vermittelt, sondern auch deren Etablierung in bestehende Organisationen und Prozesse (vgl. Tabelle 3).

Als gängige Lernumgebung gelten zwar weiterhin Demonstrationszentren und Schulungen direkt vor Ort, jedoch etablieren sich zunehmend auch virtuelle Qualifizierungsangebote. Durch online stattfindende Vorträge, Seminare, Workshops und auch digitale Demonstrationsumgebungen können sich Mitarbeitende bereits zu unterschiedlichen Themenfeldern informieren und weiterbilden. Der Vorteil an virtuellen Angeboten ist der meist unkomplizierte und kostenreduzierte Zugang. Diese Angebote erleben momentan, bedingt durch die Covid-19-Pandemie, einen Aufschwung und etablieren sich zunehmend.

5.3 Demonstrationsumgebungen

Die Vermittlung innovativer Methoden und Technologien kann heutzutage bereits über die umfassend vorhandenen Demonstrationsumgebungen abgewickelt werden. Eine strukturierte Übersicht der vorhandenen Demonstrationsumgebungen in Deutschland sowie deren Wertschöpfungsbereiche, Anwendungs- und Produktbeispiele bietet die Landkarte der Plattform Industrie 4.0 des BMWi. Bei der Suche nach Anwendungsbeispielen und Herstellerprodukten, die als Vorzeigemodelle dienen können, liefert besonders der Bereich der Smart Maintenance eine große Anzahl an Möglichkeiten. Jedoch weist die Suche nach unabhängigen wissenschaftlichen Anwendungsbeispielen eine geringe Trefferquote auf.

Ähnliches kann auch bei Demonstrationsumgebungen in Österreich beobachtet werden. Sogenannte Pilotfabriken in Wien, Graz und Linz schaffen Raum für die Umsetzung digitaler, innovativer Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, jedoch ist keine dieser Institutionen speziell auf den Bereich der Instandhaltung ausgelegt. Neben der Vermittlung innovativer Lösungen kann hier eine gezielte Nutzung des umfangreichen Wissens neuartige Methoden und Technologien im Bereich der Instandhaltung hervorbringen.

Mehrere Institute der SMC unterhalten bereits Demonstrationsfelder und -zentren für ausgewählte Themen und Anwendungsbereiche der Instandhaltung. Einige unter ihnen verfügen über »Lernorte«, die wissenschaftliche Expertise, anwendungsnahe Lösungen und eine praxisnahe Lernumgebung für Forschungstätigkeiten schaffen. Dabei werden neuste Forschungsergebnisse präsentiert und geschult, um beispielsweise das Bewusstsein für digitalgestützte Instandhaltung zu stärken. Hierbei sei erwähnt, dass diese nicht speziell auf Instandhaltungstätigkeiten ausgelegt wurden und sich instandhaltungsspezifische Use Cases somit oftmals erst in der Entwicklungsphase befinden. Die »Lernorte« können als Grundlage der Arbeitsvermittlung einer Instandhalterin oder eines Instandhalters dienen und so gezielt eine Steigerung der Berufsattraktivität schaffen. Ebenso können im Rahmen schulischer und universitärer Programme geeignete Ausbildungs- und Anlernkonzepte im Berufsfeld der Instandhaltung gestaltet, in einer Demonstrationsumgebung umgesetzt und somit einem breiten Zielpublikum vermittelt werden.

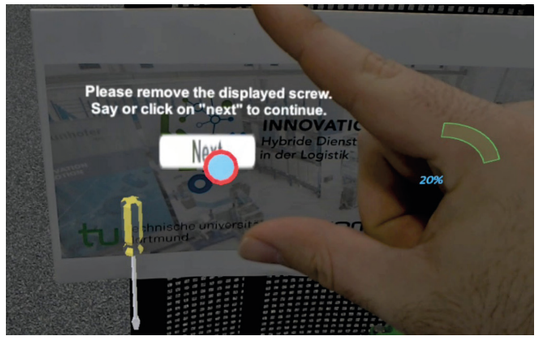

Abbildung 2: AR Unterstütztes Escape Game Instandhaltung (Sicht eines Anwenders)

Ein innovativer Weg das Interesse für Instandhaltungsthemen zu fördern ist der Gamification-Ansatz. Als Beispiel dient hier ein Praxisworkshop im Demonstrationsumfeld des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik. Die Fähigkeiten, die eine Instandhalterin oder ein Instandhalter im Rahmen ihrer bzw. seiner Aufgaben benötigt, wie z. B. Geduld, Ausdauer, Geschicklichkeit und logisches Denken, werden bei diesem Workshop in einem »Escape Game« zum Thema Instandhaltung demonstriert. In einem Team können die Teilnehmenden die zukunftsweisenden Technologien für die Instandhaltung spielerisch anhand eines simulierten Szenarios ausprobieren. Schrittweise werden dabei die nötigen Kompetenzen einer operativ tätigen Instandhalterin bzw. eines operativ tätigen Instandhalters aufgezeigt.

5.4 Gestaltung von Schulungs- und Anlernkonzepten für Servicetechnikerinnen und -techniker

Servicetechnikerinnen und -techniker sind die Instandhaltungsfachleute vor Ort bei Kunden und unterstützen außerhalb des eigenen Unternehmens bei der Durchführung von Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungstätigkeiten. Es ist im Wesentlichen zwischen zwei weit verbreiteten Modellen zu unterscheiden: Zum einen existieren spezialisierte Instandhaltungsdienstleistende, die Instandhaltung als Service anbieten. Diese Ausprägung kann als eine Art des Outsourcings der Instandhaltung der Kunden verstanden werden. Charakteristisch hierbei ist, dass die Instandhaltung der Kunden ganz oder teilweise ersetzt wird und die Instandhaltungstätigkeiten sich über ein breites Spektrum verschiedener Maschinen und Anlagen erstrecken können. Das zweite Modell kann als ergänzender Service der Maschinenherstellung gesehen werden. Dieses erweiterte Geschäftsmodell deckt optional auch Instandhaltungstätigkeiten vor Ort bei den Kunden mit ab. In fortgeschrittener Ausprägung ergeben sich Pay-per-use-Modelle, bei denen letztlich nicht die einzelne Maschine oder Anlage beschafft wird, sondern die Kunden lediglich für die Maschinenverfügbarkeit bezahlen.

Der entscheidende Faktor, um die dargestellten Modelle wirtschaftlich erfolgreich betreiben zu können, sind anforderungsgerechte Konzepte zur Aus- und Weiterbildung von Servicetechnikerinnen und -technikern. Es fehlt derzeit an verbreiteten Ansätzen, um diese umfassend zu gewährleisten. Unternehmen, die in diesem Kontext tätig sind, sind gefordert, eigene Ansätze umzusetzen. Vereinzelt existieren Fortbildungsangebote, die eine umfassendere Hilfestellung anbieten. Anhand einer Betrachtung von aktuellen Stellenausschreibungen, die sich an Servicetechnikerinnen und -techniker richten sowie der vorhandenen Weiterbildungsmöglichkeiten, sind bestimmte Anforderungen ersichtlich und werden nachfolgend erläutert. Die von Servicetechnikerinnen und -technikern benötigten Kompetenzen lassen sich in drei Teilbereiche zusammenfassen und sind in Abbildung 3 dargestellt:

Teilbereich 1 bildet die Basis jeglicher Einsatzmöglichkeiten und beruht auf einer Berufsausbildung in einem Instandhaltungsberuf (Industriemechanikerin und -mechaniker, Elektronikerin und Elektroniker etc.). Hierdurch ist sichergestellt, dass handwerkliche und technische Grundfertigkeiten sowie ein Bewusstsein für Aspekte der Arbeitssicherheit vorliegen.

Aufbauend auf der Berufsausbildung ist es in Teilbereich 2 essenziell, dass spezifisches Fachwissen für die im Rahmen der Dienstleistung fokussierten Anlagen und Maschinen geschaffen wird. Häufige Fehlerbilder, eine strukturierte Fehlersuche sowie ein Bewusstsein über sonstige Handlungsoptionen werden vorab vermittelt, um einem Learning-on-the-Job-Einsatz bei einem Kunden vorzugreifen.
Im dritten Teilbereich werden weiterführende Fähigkeiten adressiert, die im Einsatz vor Ort bei den Kunden notwendig sind. Die Rolle, die gegenüber einem Kunden eingenommen wird, fordert Fähigkeiten im Projekt-, Prozess-, Change- und Krisenmanagement. Zudem ist ein strukturiertes und nachvollziehbares Arbeiten und Dokumentieren unerlässlich, um personengebundenes Wissen zu vermeiden und den Kunden gegenüber transparent Aufwände darstellen zu können. Hierdurch wird deutlich, wie umfassend die Tätigkeiten einer Servicetechnikerin oder eines Servicetechnikers über die rein technischen Tätigkeiten hinausgehen.

Teilbereich 1: Abgeschlossene Berufsausbildung im Kontext der Instandhaltung

Teilbereich 2: Spezifisches Fachwissen zu Maschinen und Anlagen, die im Fokus der Tätigkeit sind

Teilbereich 3: Fähigkeiten im Bereich des Projekt- und Prozessmanagements sowie in beratender Funktion bei Kunden

Abbildung 3: Aus- und Weiterbildung für Servicetechnikerinnen und Servicetechniker (Beispiel)

Abschließend kann festgehalten werden, dass es bei der Aus- und Weiterbildung zur Servicetechnikerin oder zum Servicetechniker an einheitlichen Standards fehlt und es sich derzeit nicht um ein definiertes Berufsbild, sondern um eine Einsatzmöglichkeit von Instandhaltungspersonal handelt (REFA, 2021). Aus Sicht von Fraunhofer ist es für Service-Dienstleistungsunternehmen nicht empfehlenswert, auf eine Standardisierung oder Verbesserung der überbetrieblichen Ausbildungssituation zu warten. Es ist vielmehr angeraten, bestehende interne Ausbildungskonzepte zu prüfen, anzupassen und zu erweitern. Hierbei ist eine Reihe von Rahmenbedingungen zu beachten, von denen an dieser Stelle nur einige genannt werden sollen:

1. Die Digitalisierung ist gerade im Bereich Service von entscheidender Bedeutung. Ohne kontinuierliche Schulung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, sodass sie stets auf dem neuesten Stand der Technik sind, ist eine Zufriedenheit der Kunden nicht zu erreichen.

2. Mergers and Acquisitions sind in vielen Industriebereichen gang und gäbe. Neue Unternehmensteile führen oftmals zu neuen Produkten und Serviceaufgaben. Die damit einhergehende Komplexität wird häufig unterschätzt. Werden z. B. Wartungsverträge für im Unternehmen wenig bekannte Produkte oder Anlagen abgeschlossen, so ist eine sorgfältige Prüfung erforderlich, ob die Ausbildung der vorhandenen Servicekräfte ausreichend ist.

3. Wissensmanagement und Ausbildungskonzepte der Servicetechnikerinnen und -techniker gehen Hand in Hand. Insbesondere vor dem Hintergrund der unter 2. beschriebenen Problematik sollte sichergestellt sein, dass eine ausreichende Basis für eine Schulung an neuen Produkten und Anlagen verfügbar ist. Im Rahmen von Zukäufen werden wissensrelevante Unterlagen, die auch für Schulungszwecke verwendet werden können, oftmals außer Acht gelassen.

4. Servicetechnikerinnen und -techniker stellen meist die wichtigste Verbindung zum Kunden dar. Daher ist neben einer ausreichenden technischen Kompetenz auch die soziale Komponente von Bedeutung. Der Umgang mit Konflikten muss dabei genauso im Fokus liegen wie akquisitorische Fähigkeiten.

Eine individuelle Ausrichtung der Qualifizierung des Servicepersonals ist aus Sicht von Fraunhofer von entscheidender Bedeutung. Dabei muss der erste Schritt darin liegen, die gegenwärtigen und zukünftigen Anforderungen zu ermitteln und mit dem vorhandenen Potenzial abzugleichen. Auf dieser Basis kann im nächsten Schritt ein geeignetes Qualifikationskonzept ausgerichtet werden.

5.5 Lösungen zur Systematisierung von Kompetenzanforderungen zur Erstellung von Jobprofilen

Kompetenz-Transformationsmodell (FhA FuturKomp)

Die Strukturierung der Ansätze und des Vorgehens zur Identifikation und Planung von Zukunftskompetenzen muss über ein Rahmen- bzw. Vorgehensmodell erfolgen. Dieses soll sicherstellen, dass sowohl die strategische Personalplanung als auch die operativen Prozesse und deren Anforderungen in einem Vorgehen integriert werden. Das FhA FuturKomp integriert hierzu Elemente der Prozessanalyse, sowohl zur Berücksichtigung von Technologietreibern als auch zur Ableitung von zukünftigen Kompetenzanforderungen etwa aus Technologiesicht (siehe Abbildung 4).

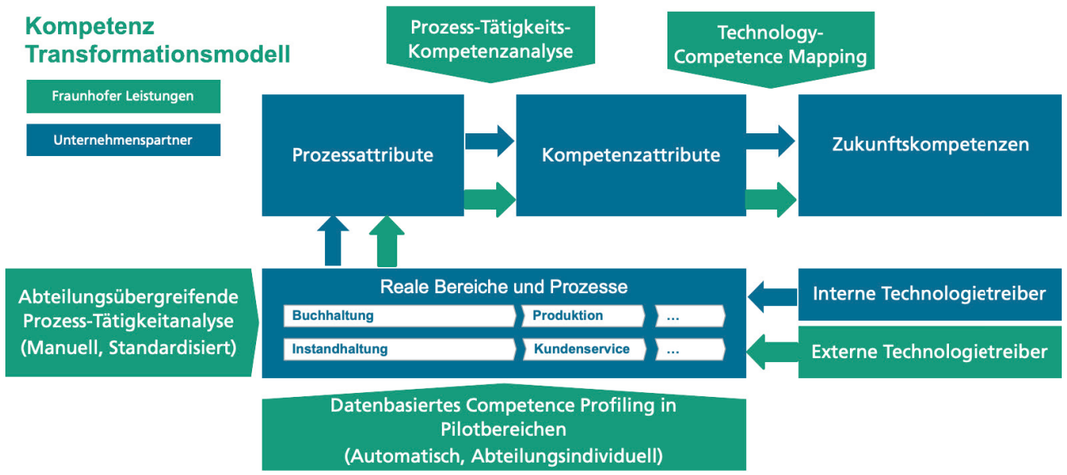

Abbildung 4: Kompetenz-Transformationsmdoell (FhA FuturKomp)

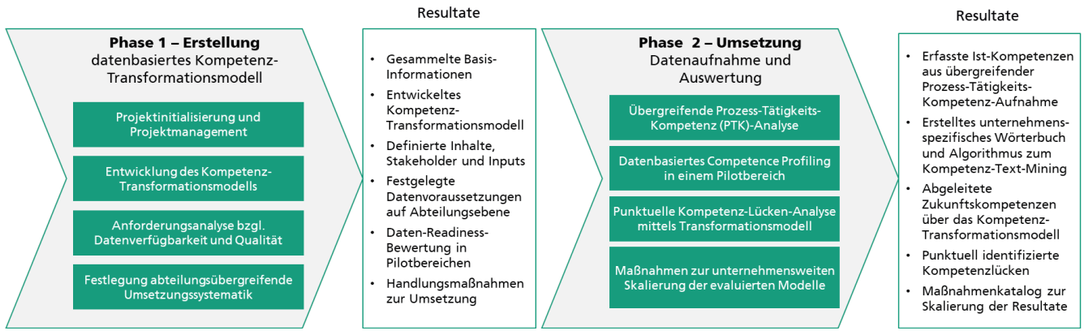

Abbildung 5: Bearbeitungsphasen FuturKomp (Fraunhofer Austria)

Die Detaillierung und Durchführung des FhA FuturKomp für individuelle Unternehmen erfolgt in zwei grundlegenden Phasen – der Erstellung des spezifischen FuturKomp sowie der Umsetzung der darin identifizierten Elemente (siehe Abbildung 5). Die Resultate der Phase 1 sind die Individualisierung des FuturKomp, die Festlegung von erforderlichen Informationen und Daten zur Befüllung sowie eine Umsetzungssystematik. Phase 2 resultiert in den durchgeführten Detailanalysen, der Festlegung von Zukunftskompetenzen sowie der Ableitung von Kompetenzlücken.

Textdatenbasierte Kompetenzanforderungsanalyse (FhA-DATCOM)

Kompetenzanforderungen im Instandhaltungsbereich gehen über grundlegende Kompetenzprofile von Organisationen hinaus (Breitenkompetenzen) und ergeben sich aus der Ausführung konkreter Instandhaltungsaufgaben (Ansari, 2020). Die Systematisierung der Kompetenzanforderungen soll daher zur realitätsnahen Abbildung komplexer Arbeitssysteme auf der Basis möglichst detaillierter Arbeitsinhalte erfolgen, was den Einsatz datenbasierter Ansätze unumgänglich macht. Einen Lösungsansatz hierzu liefert die textdatenbasierte Kompetenzanalyse, welche textuell erfasste Tätigkeitsbeschreibungen entlang realer Instandhaltungsprozesse nutzt, um diese in Tätigkeitsgruppen und folglich damit verbundene Kompetenzen zu überführen (Vorgehensweise siehe Abbildung 6).

Das Resultat ist ein Kompetenzmodell, das Kompetenzanforderungen der Instandhaltung aus realen Tätigkeiten ableitet, sodass Lücken im Vergleich zu Kompetenzbeschreibungen der Personalabteilungen identifiziert werden können.

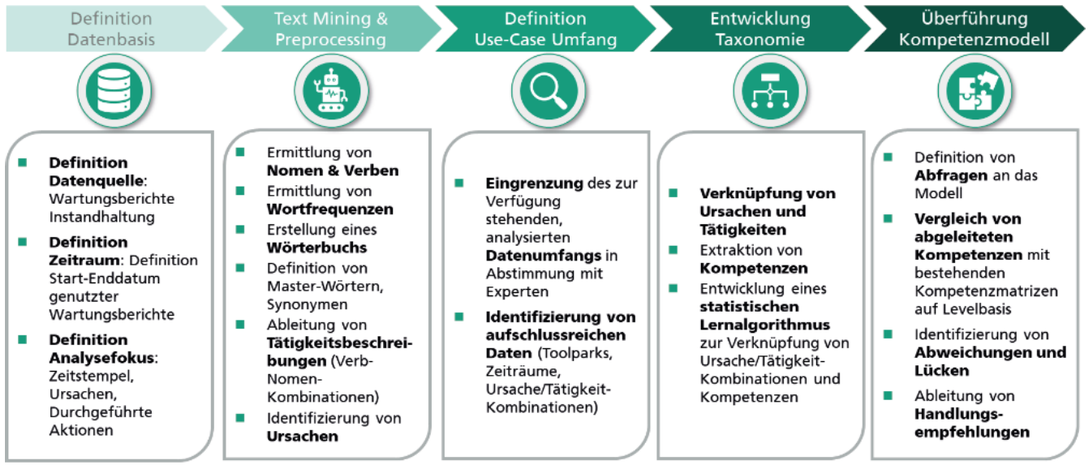

Abbildung 6: Vorgehensweise der textdatenbasierten Kompetenzanforderungsanalyse (Fraunhofer Austria, 2021)

Technologietrendbasierte Kompetenzanforderungsanalyse (Technology Competence Mapping)

Neben der Nutzung datenbasierter Ansätze zur Definition von Kompetenzanforderungen aus Textdaten, die vor allem auf Vergangenheitsdaten basieren, kann ergänzend ein Technologietrend- und Innovationsansatz genutzt werden, um Zukunftskompetenzen bzw. Anforderungen aus Sicht zukünftiger Tätigkeiten zu erfassen. Im sogenannten Prozess-Task-Kompetenz-Ansatz (TPK-Ansatz) werden Jobprofile sowie Tasks entlang definierter Prozesse aufgenommen und Taskattribute wie z. B. die Taskkomplexität oder der Digitalisierungsgrad genutzter Betriebsmittel bewertet. Anschließend werden relevante externe Trends sowie konkrete interne Innovationen (wie etwa automatisierte Maschinen oder vernetzte Werkzeuge) erfasst und daraus resultierende Anforderungen an Jobprofile, Tätigkeiten und damit verbundenen Kompetenzen abgeleitet (Vorgehensweise siehe Abbildung 7).

5.6 Lösungen zur Bewertung und Steuerung von Digitalisierungskompetenzen

Reifegradmodell zur Bewertung der Digitalkompetenzen (DigiKoM)

Aufgrund der Durchdringung aller Unternehmensbereiche mit digitalen Technologien werden sowohl die allgemeinen als auch die funktionsspezifischen Kompetenzen der Instandhaltungsmitarbeitenden von digitalen Aspekten beeinflusst. Die Bewertung der aktuellen Kompetenzreife sowie die Festlegung zukünftiger Reifegrade erfordern hierbei in einem ersten Schritt die systematische Bewertung der digitalen Ist-Kompetenzen. Die Bewertung muss hierbei neben »Hard Skills« wie der Bedienung digital unterstützter Maschinen auch »Soft-Skills« wie die Kommunikation und Mitarbeiterführung über digitale Medien beinhalten – und somit mehrdimensional erfolgen.

Die Bewertung mit Fokus auf digitale Instandhaltungskompetenzen liefert Ist-Reifegrade auf Mitarbeiterebene, die folglich für den Abgleich der erforderlichen Kompetenzen mit den bestehenden Kompetenzen dienen kann. Dieser Abgleich erfolgt mit dem FhA-Task-Kompetenzmodell, das einen Lösungsansatz für das Kompetenz-Matching bzw. die Ableitung von Kompetenzlücken bietet.

Auf der linken Seite des Modells werden Anforderungen an Jobprofile der Instandhaltung definiert, die mit vorgegebenen Kompetenzanforderungen, etwa aus Personaldatenbanken, befüllt sind. Diese werden jenen Kompetenzen gegenübergestellt, die sich aus den tatsächlich durchgeführten Tätigkeiten entlang der Instandhaltungsprozesse (z. B. aus Wartungsberichten) ableiten und in Form einer Kompetenztaxonomie beschreiben lassen (rechte Seite). Diese Gap-Analyse kann folglich zur Steuerung konkreter Kompetenzen einzelner Jobprofile genutzt werden, wobei das Kompetenz-Matching bei Veränderung der Datenbasis in Form der durchgeführten Tätigkeiten durch den zugrundeliegenden Algorithmus effizient wiederkehrend angewendet werden kann.

Neben der Steuerung von Kompetenzen aufgrund des Soll-Ist-Matching aktuell durchgeführter Tätigkeiten kann diese wiederum auch auf der Basis berücksichtigter zukünftiger Trends und Innovationen erfolgen. Hierfür werden die Ergebnisse der Vorgehensweise zur prozess- und trendbasierten Kompetenzanforderungsanalyse (siehe Abbildung 6) genutzt und aufbauend hierauf veränderte Tasks aufgrund identifizierter Trends und Innovationen erfasst (Rahmenmodell siehe Abbildung 8).

Für jedes Jobprofil werden die Veränderungen einzelner Tasks aufgrund von Trends und Innovationen erfasst und den damit verbundenen Kompetenzen zugeordnet. Somit erfolgt die Steuerung der Kompetenzen für alle betrachteten Jobprofile (auch außerhalb der Instandhaltung) auf der Basis einzelner Trends oder Innovationen auf das Arbeitssystem und erlaubt so die Ableitung erforderlicher Entwicklungspfade.

5.7 Systematische Anforderungsdefinition und -konzeption von Technologielösungen

Mithilfe der jüngsten technologischen Fortschritte ergeben sich im Bereich der Instandhaltung neue Möglichkeiten zur Erhöhung der Verfügbarkeit von Anlagen und Optimierung der Prozesseffizienz. Eine zentrale Rolle spielen dabei das Industrial Internet of Things, Digitale Assistenzsysteme, 3D-Druck sowie Künstliche Intelligenz. Diese innovativen Technologien und die damit einhergehende digitale Transformation bringen jedoch eine Reihe von Herausforderungen für Instandhalterinnen und Instandhalter sowie Servicetechnikerinnen und -techniker mit sich. Eine systematische Anforderungsdefinition und Konzeption sind daher von entscheidender Bedeutung, um die Akzeptanz solcher Technologielösungen zu erreichen. Nur so wird ein nachhaltiger Umgang mit diesen Technologien möglich.

Die Konzeption und Auswahl ist am Beispiel von Assistenzsystemen in Abbildung 9 dargestellt (Glawar & Nemeth, 2019). Der erste ausschlaggebende Schritt bei der Konzeption und Auswahl von Assistenzsystemen ist die Definition des Anwendungsfalls. Zuerst erfolgt eine Analyse der Ist-Situation und eine Identifizierung des Potenzials durch den Einsatz eines Assistenzsystems. Danach wird der ideale Soll-Zustand festgelegt. Darauf aufbauend wird ein individuelles Anforderungsprofil abgeleitet, das anschließend in einem Lastenheft zusammengefasst wird.

Bevor geeignete Technologielösungen identifiziert werden, die den zuvor definierten Anwendungsfall umsetzen, werden die Anforderungen an das Assistenzsystem festgelegt, basierend auf einer morphologischen Einteilung. Im nächsten Schritt, der Markt- und Technologieanalyse, wird der aktuelle technologische Fortschritt analysiert, um die Reife und Eignung der Lösungen zu bestimmen. Im Anschluss erfolgt die Auswahlentscheidung bis zur Implementierung und Evaluierung der ausgewählten Technologielösung bei dem jeweiligen Anwendungsfall (Glawar & Nemeth, 2019).

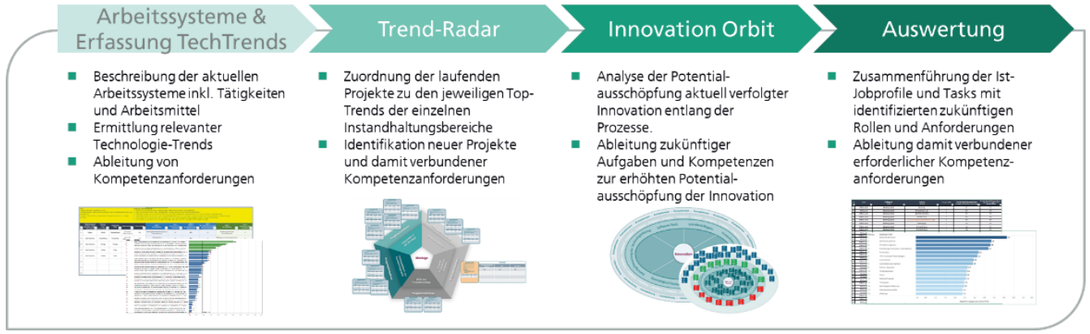

Abbildung 7: Vorgehensweise FhA TPK-Analyse

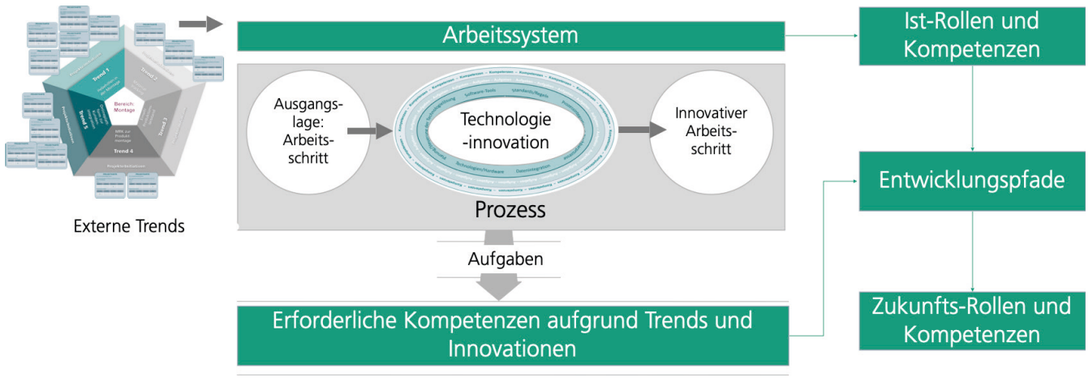

Abbildung 8: Rahmenmodell trendbasierte Kompetenzsteuerung

Definition des Anwendungsfalles

- Analyse der operativen Prozesse zur Ermittlung des Potenzials visueller, und digitaler Assistenzsysteme
- Entwicklung und Konzeption eines unternehmen-individuellen Anforderungsprofils

Markt- und Technologieanalyse

- Analyse hinsichtlich Marktreife und Eignung für unterschiedliche Technologielösungen
- Identifikation geeigneter Software-Anbieter für die Implementierung

Auswahlentscheidung

- Ableiten und Gewichtung von Auswahlkriterien
- Bewertung und Selektion potenzieller Lösungen auf der Basis von Analyse hinsichtlich Funktonalitäten und Kosten

Implementierung von Evaluierung

- Einführungsprozess, inkl. Usability Tests und Versuchsreihen
- Schulung von Anwenderinnen und Anwendern
- Gegebenenfalls Initialisierung von Neuentwicklungsprojekten mit Technologieparametern

Abbildung 9: Vorgehensweise zur Konzeptionierung und Auswahl von Technologielösungen in der Instandhaltung (Glawar & Nemeth, 2019)

6 Abgeleiteter Forschungsbedarf

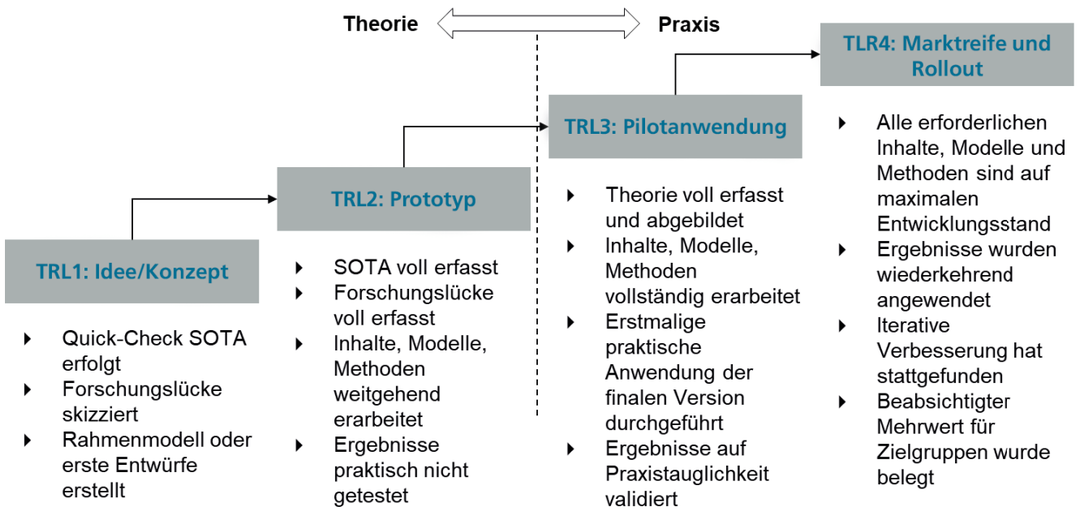

Abbildung 10: Vorgehensweise zur Konzeptionierung und Auswahl von Technologielösungen in der Instandhaltung (Glawar & Nemeth, 2019)

Der weitere Forschungsbedarf wird im Folgenden auf Basis der in Kapitel 5 beschriebenen Fraunhofer-Lösungen in Abgleich mit den identifizierten Herausforderungen und Stakeholdern betrachtet. Hierfür werden jene Fraunhofer-Lösungen berücksichtigt, die einen ausreichenden Reifegrad aufweisen, sodass sie zumindest in der Praxis als Pilot zur Anwendung kommen können. Die Auswahl der Lösungen folgt hierbei dem Ansatz der TRL-Bewertung (»Technology Readiness Level«), die eine eindimensionale Reifegradmodellstruktur vorsieht. Die jeweilige Reife der Fraunhofer-Entwicklungen wird den vier diskreten und aufeinander aufbauenden Reifegraden zugeordnet (Reifestufen siehe Abbildung 10). Alle berücksichtigten Lösungen weisen herbei einen Readiness Level von RL3 oder höher auf.

6.1 Forschungsbedarf aus Sicht der Herausforderungen

Um den Forschungsbedarf in Hinblick auf die Herausforderungen zu bewerten, wurde eine Relationstabelle erstellt, die die jeweils identifizierten Herausforderungen mit dafür passenden Lösungsclustern verknüpft. Durch die Bildung der Summen zugeordneter Lösungscluster zu Herausforderungen ergibt sich die Lösungsdichte wie in Abbildung 11 dargestellt.

Aus den sieben identifizierten Lösungsclustern im Kapitel 5 tragen jeweils fünf zur generellen Erhöhung digitaler Kompetenzen sowie der Verbesserung der Wissensvermittlung und -bereitstellung bei – der höchste Beitrag der Fraunhofer-Lösungen. Allen Herausforderungen konnten zumindest zwei Lösungscluster zugeordnet werden, wie etwa bei der Identifikation erforderlicher Digitalisierungskompetenzen. Aus Sicht der Herausforderungen ergibt sich der Forschungsbedarf also hauptsächlich in der Schaffung einheitlicher Grundlagen und Strukturen sowie in der Integration existierender Lösungen, um den Forschungsbedarf im Hinblick auf einen konkreten Zielzustand ableiten zu können. Mit Bezug auf die bestehenden sieben Fraunhofer-Lösungscluster ist eine Detaillierung der Lösungen auf die jeweilige konkrete Herausforderung der Instandhaltung erforderlich.

Einheitliche Vorgehensmodelle und Umsetzungsmethoden zur Anwendung der Lösungscluster sind notwendig.

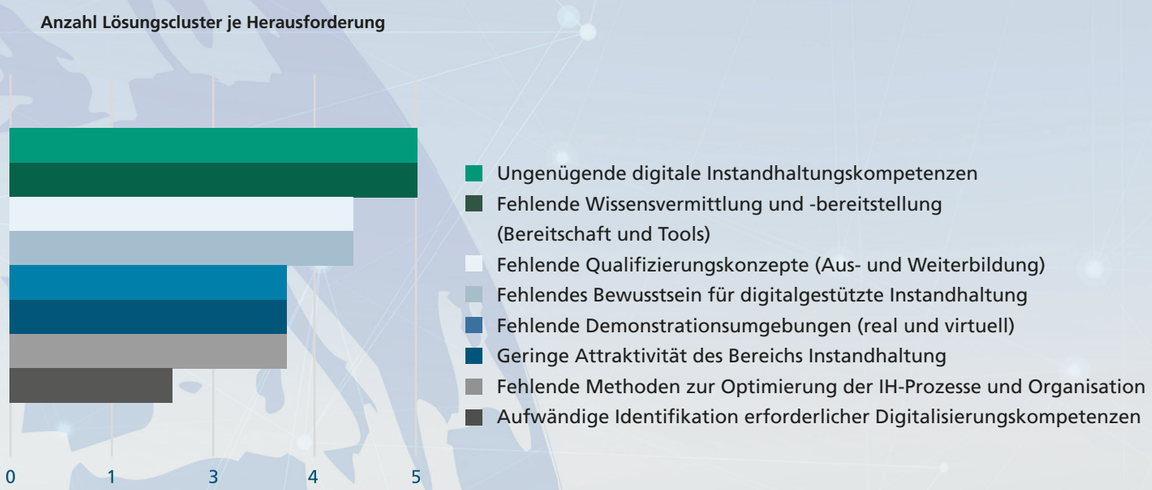

Abbildung 11: Anzahl existierender Lösungscluster je identifizierter Herausforderung.

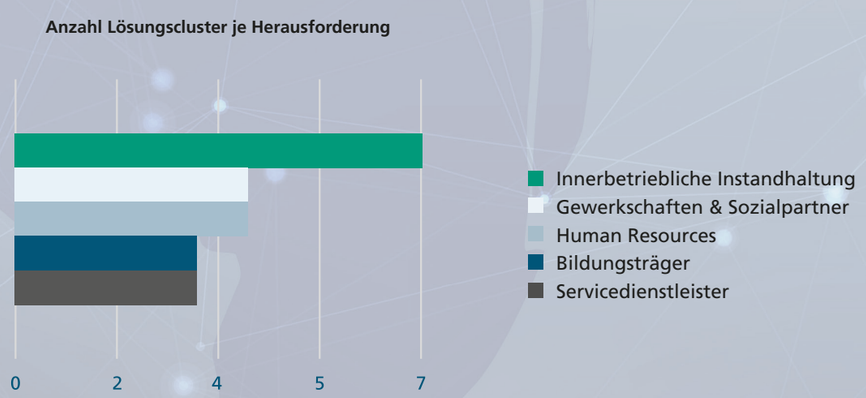

Abbildung 12: Anzahl existierender Lösungscluster je identifizierter Stakeholder

6.2 Forschungsbedarf aus Sicht der Stakeholder

Der Forschungsbedarf in Hinblick auf Stakeholder wurde analog zu jenem der Herausforderungen aus der Zuordnung der Fraunhofer-Lösungscluster zu den identifizierten Stakeholdern abgeleitet. Dabei wurde die Summe der existierenden Lösungscluster je Stakeholder, wie in Abbildung 12 dargestellt, als Basis für die Ableitung des Forschungsbedarfs genutzt. Es wird ersichtlich, dass die Lösungscluster allesamt die innerbetriebliche Instandhaltung fokussieren und drei Lösungen die Servicetechnikerinnen und -techniker. Der Forschungsbedarf ergibt sich zusammengefasst aus Sicht der Stakeholder durch die Weiterentwicklung und durch eine Stakeholder-Spezifizierung der Lösung unter dem Zielzustand der instandhaltungsfreien Fabrik, denn nicht alle definierten Lösungscluster fokussieren die Stakeholder derzeit unter dem Zielzustand der instandhaltungsfreien Fabrik – hier sind umfassende Detaillierung und Anpassungen erforderlich. Für die Betrachtung der Stakeholder unter dem Zielzustand einer instandhaltungsfreien Fabrik ist die Entwicklung eines Stakeholder-Rahmenmodells erforderlich, in dem die konkreten Rollen jeweils definiert und deren Relation zueinander beschrieben wird.

6.3 Zusammenfassung der Forschungsbedarfe

Um die Herausforderungen, die sich im Zusammenhang mit der Vision der »Instandhaltungsfreien Fabrik« ergeben, zu meistern, ist hier die Schaffung eines grundlegenden Rahmenmodells erforderlich. Operative Zielzustände und Attribute der »Instandhaltungsfreien Fabrik« müssen festgelegt und im Untersuchungsraum realer Fabriken operationalisiert werden.

In diesem Zusammenhang wird es zu einem Wandel des Berufsbilds von Instandhalterin bzw. Instandhalter hin zur Resilienzmanagerin bzw. zum Resilienzmanager kommen. Dieser neuen organisatorischen Rolle fällt die Aufgabe der Gestaltung eines resilienten Wertschöpfungs- und insbesondere Produktionssystems zu. Dabei wird die Rolle der Instandhaltung ein wesentlicher strategischer Wettbewerbsfaktor sein. Ein erster Schritt dahin gehend ist die Sicherstellung der Akzeptanz für Technologie und Digitalisierungslösungen und die Transformation von »auf alten Mustern beharrenden« Organisationen hin zu einem lernenden Unternehmen auf Basis der Expertise von Instandhalterinnen und Instandhaltern.

Dabei wird es von zentraler Bedeutung sein, die Rolle der Instandhaltung an einer hohen Stelle in Organisationen (wie beispielsweise der Produktionsleitung oder der Human Resources) einzubinden. Es soll sowohl der Wertbeitrag der Instandhaltung gemessen werden als auch ein Umdenken hin zu einem strategischen Wettbewerbsfaktor in der Organisation erfolgen. In diesem Zusammenhang ist es außerdem erforderlich die Rolle, Bedeutung und Wertschätzung der Instandhaltung gegenüber dem Management zu fördern und diese Schritt für Schritt in Organisationsstrukturen zu implementieren. Ein weiterer Punkt betrifft die Weiterbildung der operativen Mitarbeitenden, die unumgänglich ist, um ein Zusammenwachsen von Produktion und Instandhaltung – eine »gemeinsame Sichtweise« – zu schaffen. Die Weiterbildung ist jedoch nicht nur unmittelbar an die Bereiche gebunden, die an der Instandhaltung beteiligt sind. Vielmehr ist es auch die Aufgabe der Sozialpartner und der Personalabteilung, die Anforderungen in Unternehmen anzunehmen. In dem Zusammenhang sollten im Rahmen bereits bestehender Lernorte und Demonstrationsumgebungen geeignete Ausbildungs- und Anlernkonzepte für das Berufsfeld der Instandhaltung gestaltet und so einem breiten Zielpublikum vermittelt werden. Neben zahlreichen Lernorten der Fraunhofer-Gesellschaft existieren bereits universitäre Demonstrationszentren, staatliche oder private Berufsakademien, Fachhochschulen etc., die weitgehend die nötigen Grundlagen und Rahmenbedingungen der Berufsvermittlung der Instandhalterin bzw. des Instandhalters bieten. Nur so wird es möglich sein, das veränderte Berufsbild zu definieren und qualifiziertes, passendes Fachpersonal zu finden.

Für den Wandel des Berufsbilds müssen die Digitalisierungskompetenzen Eingang in alle Bereiche finden und eine Kombination der Bereiche – Mechatronik, E-Technik und Software/IT – ermöglicht werden. Nur so kann das benötigte Know-how sichergestellt werden, um dieses Berufsbild weiter auszugestalten und voranzutreiben.

Für heutige Produktionssysteme liegt der Optimierungsschwerpunkt auf der Steigerung der Leistungsfähigkeit (OEE) unter Maßgabe der Reduzierung von Gesamtkosten entlang der Wertschöpfungskette. Die Kompetenz und der Erfolg der internen wie externen Mitarbeitenden, die in diesem Umfeld agieren, orientieren sich entsprechend daran. Die immer wichtiger werdenden Faktoren Ressourceneffizienz und Resilienz finden gegenwärtig nur eine unzureichende Berücksichtigung bei der Auswahl und Qualifikation der Mitarbeitenden. Auf Basis der gegenwärtigen Erkenntnisse muss das Ziel nun lauten, eine ausbalancierte Optimierung von Leistungsfähigkeit, Resilienz und Ressourceneffizienz zu erzielen. Diese Balance kann in Form eines Frameworks, das es noch zu definieren gilt, ausgedrückt werden. Damit erhalten Produktionssysteme ein Werkzeug, das ihre Widerstandskraft gegenüber ungeplanten inneren und äußeren Einflüssen widerspiegelt. Es besteht kein Zweifel, dass diese Widerstandskraft nur mit der entsprechenden Kompetenz der Mitarbeitenden erhoben und gesteigert werden kann.

Aus den aufgezeigten Forschungsbedarfen ergeben sich ebenso Herausforderungen für den öffentlichen Fördergeber. Diese bestehen zum einen darin, den Aufbau von Lernorten für die Servicetechnikerinnen und -techniker sowie die Instandhalterinnen und Instandhalter der Zukunft sicherzustellen und zu fördern. Das Ziel dieser ist es, die Wichtigkeit der Rolle von Resilienzexpertinnen und -experten (an Industrieunternehmen, KMUs, Auszubildende etc.) zu vermitteln und zu zeigen, wie sehr diese die langfristige Wettbewerbsfähigkeit einer Organisation beeinflussen können.

Zum anderen besteht der Bedarf in der Gestaltung von niederschwelligen Angeboten (beispielsweise in Form von Learning Nuggets) zur praxisnahen Vermittlung der Thematik. So können relevante Inhalte gezielt und in handhabbaren Umfängen an die Nutzenden herangetragen und besser in den Arbeitsalltag integriert werden. Darüber hinaus werden innovative Kompetenzmanagementlösungen speziell im Bereich Instandhaltung bzw. im Resilienzmanagement notwendig sein.

Das Berufsbild der traditionellen Instandhaltung unterliegt einer Transformation hin zu zukünftigen »Resilienzexpertinnen und -experten« oder »Resilienzmanagerinnen und -managern«

7 Fazit und Ausblick

Das vorliegende Konzeptpapier verdeutlicht, dass eine instandhaltungsfreie Produktion und Resilienz mit der Vermeidung von Störungen einhergehen. Das Berufsbild der traditionellen Instandhaltung unterliegt einer Transformation hin zu zukünftigen »Resilienzexpertinnen und -experten« oder »Resilienzmanagerinnen und -managern«. Dies geht mit einer Reduktion kurzfristiger operativer Tätigkeiten einher und impliziert eine Zunahme strategischer Elemente. Die Vision der Arbeit von morgen in der instandhaltungsfreien Fabrik bringt eine Reihe von Herausforderungen mit sich. Das vorliegende Konzeptpapier zeigt auf, wie diese Herausforderungen und die damit verbundenen identifizierten Anforderungen mit der Umsetzung innovativer Lösungen und Werkzeuge zu bewältigen sind.

In diesem Zusammenhang wird es auch notwendig sein, dass das Berufsbild der Instandhalterin bzw. des Instandhalters durch politische Institutionen (neu) zu definieren. Auf Basis der sich wandelnden Anforderungen in Richtung informationstechnologischer und datenanalytischer Kompetenzen sollten ganzheitliche und durchgängige Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten implementiert werden, die neue Formalqualifikationen vermitteln, sodass ein breiter Zugang zu Arbeit und Beschäftigung gewährleistet ist.

Bereits heute gibt es verschiedene Seminare, die notwendige Digitalisierungskompetenzen für Instandhaltungspersonal vermitteln. Aktuell folgen die meisten dem klassischen Seminarstil – hieraus ergeben sich die Fragen, inwieweit das klassische Angebot geeignet ist, um künftig notwendige Kompetenzen zu erlernen. In weiteren Forschungsarbeiten sollte deshalb ermittelt werden, welche Ansätze am besten geeignet sind, um die Kompetenzen zu vermitteln und zu erlernen. So könnte beispielsweise ein geleitetes Training on the Job oder selbstbestimmtes digitales Lernen, auch mithilfe von Assistenzsystemen, vielversprechend sein. Zudem ergibt sich die Frage, inwieweit eine Individualisierung der Kompetenzvermittlung zielführend ist.

Literaturverzeichnis

Quellenverzeichnis

- Ansari, F., Hold, P., Khobreh, M. (2020). A knowledge-based approach for representing jobholder profile toward optimal human–machine collaboration in cyber physical production systems; CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Volume 28, Seite 87-106
- Austerjost, M., Hegmanns, T., Kuhn, A., Fuß, B., Seibold, Z., Furmans, K., & Schieweck (2016). Beitrag einer nutzungsabhängigen Instandhaltung zur Planung von Leistungsverfügbarkeit. Logistics Journal.
- BMBF (2016). Zukunft der Arbeit - Innovationen für die Arbeit von morgen.
- Duden. (2018). Instandhaltung | Duden. https://www.duden.de/node/71474/revision/71510
- Filounek, A., & Steck-Winter, H. (2014). Wissensmanagement bei der Instandhaltung von Thermoprozessanlagen.
- FIR e. V (2018). Branchenindikator Instandhaltung: Ergebnisse Q3 2018.
- FIR e. V (2019). Branchenindikator Instandhaltung: Ergebnisse Q3 2019.
- Fraunhofer Academy. (2021). Fraunhofer Academy | Weiterbildung für Fach- und Führungskräfte. https://www.academy.fraunhofer.de/
- Fraunhofer Austria. (2021, April 2). Digitale Lern- und Informationssysteme. https://www.fraunhofer.at/de/zusammenarbeit/advanced-industrial-management/digitale-lern--und-informationssysteme.html
- Glawar, R., & Nemeth, T. (2019). Innovative Trends und Technologien im Bereich Instandhaltungsplanung. In K. Matyas (Ed.), Praxisreihe Qualitätswissen. Instandhaltungslogistik: Qualität und Produktivität steigern (7th ed.). Hanser.
- Henke, & Kuhn (2015). Smart Maintenance für Smart Factories: Mit intelligenter Instandhaltung die Industrie 4.0 vorantreiben. : Acatech – Deutsche Akademie Für Technikwissenschaften E.V. (Acatech POSITION).
- Henke, M., Heller, T., & Stich, V. (2019). Smart Maintenance – Der Weg vom Status quo zur Zielvision.
- Holtbrügge, J., & Melchers, B. (2018). Energieverbräuche weltweit effizient im Griff. IIoT-fähige Softwarelösung für industrielles Prozessmanagement Nachhaltiges Energiemangement – prozesstechnik online. https://prozesstechnik.industrie.de/chemie/msr-technik-chemie/energieverbraeuche-weltweit-effizient-im-griff/
- Huber, C., Passath, T., & Biedermann, H. (2021). Wissens- und lernorientierte Instandhaltung unter dem Aspekt zunehmender Digitalisierung. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 58(1), 197–211. https://doi.org/10.1365/s40702-020-00671-2
- Kovacs, K., Ansari, F., Geisert, C., Uhlmann, E., Glawar, R., & Sihn, W. (2019). A Process Model for Enhancing Digital Assistance in Knowledge-Based Maintenance. In J. Beyerer, C. Kühnert, & O. Niggemann (Eds.), Technologien für die intelligente Automation. Machine Learning for Cyber Physical Systems (Vol. 9, pp. 87–96). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58485-9_10
- Kovacs, K., & Glawar, R. (2019). Platform-driven digital maintenance. In A. Dankl & J. Isopp (Eds.), Jahrbuch Instandhaltungstage 2019. Leykam.
- Lehner, F. (2014). Wissensmanagement: Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung (5th ed.). CARL HANSER Verlag GMBH &.
- Lercher, A. Effiziente Wissensarbeit im Qualitätsmanagement mit Mindjet. In Praxis Wissensmanagement (2013) (Vol. 15, pp. 16–17).
- Möller, P. (2015). Lessons Learned bei der Festo AG & Co. KG. Wissensmanagement Tage.
- Muhr. (2003). Balanced Scorecard-Mit Erfolgsfaktoren zum Erfolg.
- Neubauer, A., Erlach, C., & Thier, K. (2004). Story Telling – Erfahrungsdokumente zur Weitergabe impliziten Wissens. In G. Reinmann (Ed.), Psychologie des Wissensmanagements: Perspektiven, Theorien und Methoden (pp. 351–358). Hogrefe.
- Nohr, H. (2001). Steuerung und Erfolgsmessung im Wissensmanagement mit Balanced Scoercard. In Wissensmanagement (Ed.).
- North, K., & Maier, R. (2018). Wissen 4.0 – Wissensmanagement im digitalen Wandel. HMD Praxis Der Wirtschaftsinformatik, 55(4), 665–681. https://doi.org/10.1365/s40702-018-0426-6
- Plattform Lernende Systeme (2019). Arbeit, Qualifizierung und Mensch-Maschine Interaktion. Whitepaper Der Arbeitsgruppe Arbeit/Qualifikation, MenschMaschine-Interaktion.
- REFA. (2021, April 2). Servicetechniker. https://refa.de/berufe/servicetechniker
- Schaffner, M. (2020). KI-Widerstände auf der Mitarbeiterebene in produktive Dynamik überführen. In R. Buchkremer, T. Heupel, & O. Koch (Eds.), FOM-Edition, FOM Hochschule für Oekonomie et Management. Künstliche Intelligenz in Wirtschaft et Gesellschaft: Auswirkungen, Herausforderungen et Handlungsempfehlungen. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH; Springer Gabler.
- Schnalzer, K., & Wesoly, M. (2005). Hintergrund der Studie. In B. Decker (Ed.), Wissen und Information 2005: Studie. Fraunhofer-IRB-Verl.
- Steinlechner, M., Schumacher, A., Fuchs, B., Reichsthaler, L., & Schlund, S. (2021). A Maturity Model to Assess Digital Employee Competencies in Industrial Enterprises. Unpublished. https://www.researchgate.net/publication/348297829_A_Maturity_Model_to_Assess_Digital_Employee_Competencies_in_Industrial_Enterprises https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32745.72808
- Tachkov, P., & Mertens, M. Implizites Mitarbeiterwissen in KMU: Den Schatz stiller Wissensressourcen heben. In Wissensmanagement (Vol. 18, pp. 28–30).
- Vollmar, G. (2016). Aus Erfahrungen lernen – oder: Warum Lessons Learned (nicht) funktionieren. Deutsche Gesellschaft Für Qualität. https://www.wissen-kommunizieren.de/wp-content/uploads/2016/04/Lessons-Learned_DGQ-White-Paper.pdf

Kontakt

Fraunhofer Austria Research GmbH
Theresianumgasse 7
1040 Wien

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Sihn
T: +43 1 504 69 06
E: office@fraunhofer.at
W: www.fraunhofer.at