

## 3.1.6 Smarte Formen der Instandhaltung von Arbeitsmitteln



■ **Stichwörter:** Gefährdungen, Inspektion, Instandsetzung, Pflege, Schutzmaßnahmen, (teil-)autonome Instandhaltung, Verbesserung, Wartung

### > Warum ist das Thema wichtig?

Die Instandhaltung von Maschinen und Anlagen erhält mit den cyber-physischen Systemen (CPS)<sup>1</sup> neue Möglichkeiten. Durch die Verbindung von Sensoren und Aktoren mit intelligenter Software<sup>2</sup> mit ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) ist eine (teil-)autonome Instand-

haltung von Maschinen und Anlagen möglich. Schon seit geraumer Zeit werden Instandhaltungsvorgänge automatisiert. Kennzeichen der (teil-)autonomen Instandhaltung ist, dass die 4.0-Technologie<sup>3</sup> die Analyse vornimmt und autonom vorausschauend Handlungen der

Instandhaltung einleitet. Damit ein Unternehmen die (teil-)autonome Instandhaltung für produktive und gesundheitsgerechte Arbeitsprozesse nutzen kann, sind einige Maßnahmen zu beachten.

### > Worum geht es bei dem Thema?

#### **Begriffe: Instandhaltung – (teil-)autonome Instandhaltung**

Unter **Instandhaltung** wird hier die Vorbereitung, Planung, Organisation, Durchführung und Überwachung von sämtlichen technischen und administrativen Abläufen zur Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung von Maschinen und Anlagen verstanden.<sup>4</sup>

Die **Wartung** fasst alle Maßnahmen zusammen, die dem Erhalt der Funktion dienen und die Abnutzung verzögern. Die **Inspektion** beinhaltet alle Maßnah-

men zur Festlegung und Beurteilung des Ist-Zustands, um die Ursachen der Abnutzung zu bestimmen und die notwendigen Maßnahmen festzulegen. Unter **Instandsetzung** versteht man Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktion einer fehlerhaften Einheit.

Die **Verbesserung** umfasst die Steigerung der Zuverlässigkeit oder der Sicherheit einer Einheit, ohne die Grundfunktionen zu verändern. Sie kombiniert technische, administrative und Managementmaßnahmen.

#### **Unter (teil-)autonomer Instandhaltung**

(Predictive/Smart Maintenance) wird hier eine Instandhaltung verstanden, die auf Grundlage von 4.0-Technologien funktioniert. Bei der teilautonomen Instandhaltung handelt es sich um Instandhaltungspersonal auf Grundlage der Datenlage und der Analysen der intelligenten Software (inkl. KI) vor Ort oder raumunabhängig. Bei der autonomen Instandhaltung agiert die intelligente Software autonom und leitet Instandhaltungsaktionen ein.

#### **(Teil-)autonome Instandhaltung**

Mit Sensoren und vernetzter eingebetteter intelligenter Software (inkl. KI) ausgestattete Maschinen und Anlagen erfassen den aktuellen Zustand relevanter Komponenten und leiten ihn an zentrale Plattformen weiter. Dadurch verschiebt sich der inhaltliche Aufgabenschwerpunkt der Instandhaltung in Richtung softwarebasierter Objekte. Gleichzeitig erhöhen die verketteten Maschinen und Anlagen die Anzahl an vorhandenen Instandhaltungsobjekten.<sup>5</sup> Die Daten werden vom autonomen technischen System

analysiert und entsprechende Wartungs-, Inspektions- und Instandsetzungsaktivitäten eingeleitet. Die intelligente Software (inkl. KI) kann autonom Fehler und Verschleißzustände erkennen, mit Herstellern beziehungsweise Dienstleistern kommunizieren, diese mit Wartung und Instandhaltung beauftragen oder die Bestellung von bestimmten Teilen selbstständig und prädiaktiv einleiten.<sup>6</sup>

Die (teil-)autonomen Instandhaltungssysteme liefern umfassende Informationen über den Zustand der Maschinen und Anlagen (beispielsweise Betriebs-, Pro-

duktions- und Condition-Monitoring-Daten). Sie dienen funktional als Schutz- und Immunsystem. Auf Grundlage der Daten können Planung, Vorbereitung, Umsetzung und Kontrolle von Instandhaltungsmaßnahmen optimiert werden. Die Führungskräfte und Beschäftigten können Störungen früher entdecken und Fehler schneller identifizieren.<sup>7</sup> Die CPS mit ihrem Zugriff auf die Daten vergleichbarer Maschinen und Anlagen weltweit (Big Data) und die Instandhaltungsmuster (Data-Mining) erlauben umfassende Analysen und Auswertungen der Daten

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

<sup>1</sup> Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

<sup>2</sup> Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

<sup>3</sup> 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

<sup>4</sup> DIN 31051; DGUV 2018

<sup>5</sup> acatech 2015, S. 18

<sup>6</sup> Anwendungsbeispiele siehe Deska et al. 2016

<sup>7</sup> acatech 2015, S. 18

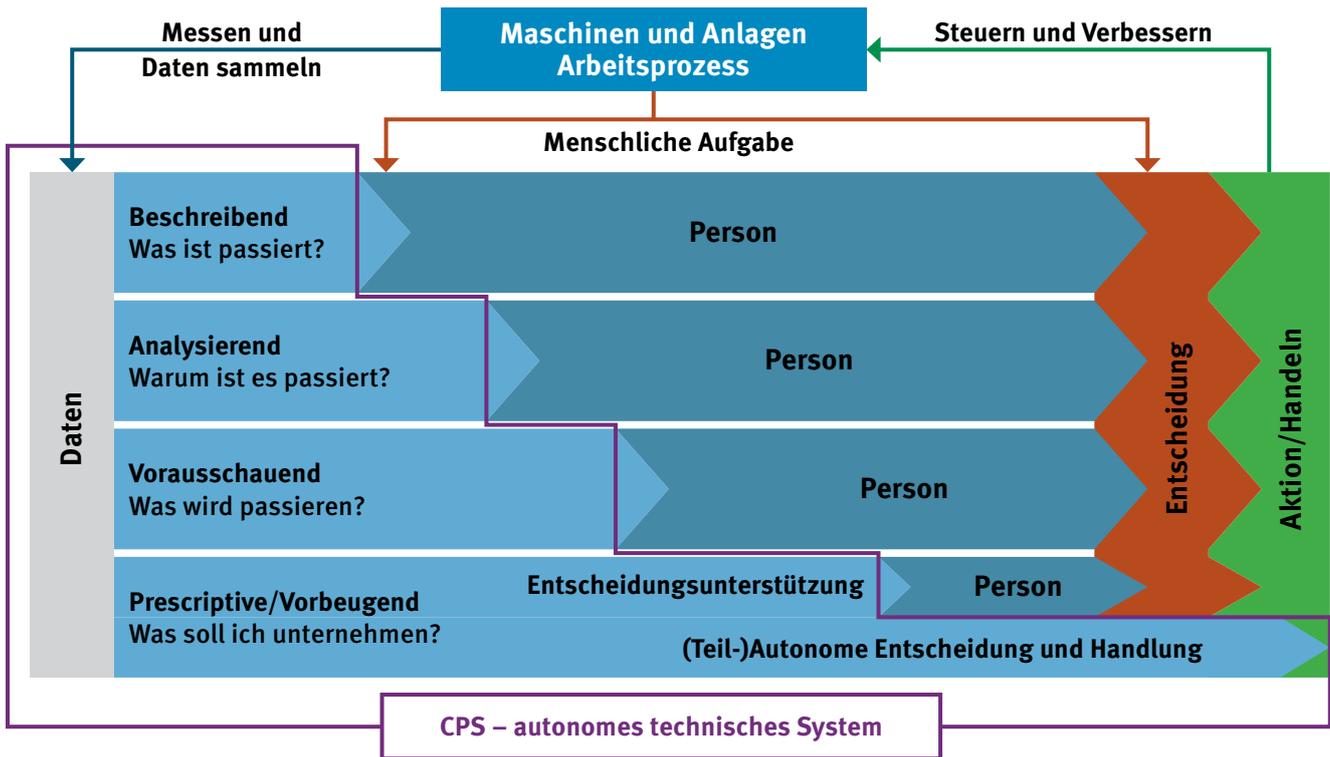


Abbildung 1: Grad der Softwareautonomie in der Instandhaltung (nach Linden 2016)

der Maschinen und Anlagen.<sup>8</sup> Personen, die an Instandhaltungsprozessen beteiligt sind, müssen befähigt sein/werden, die komplexen Informationen zu verstehen und zu bewerten.

Neben der Berücksichtigung realer Komponenten erweitert die (teil-)autonome Instandhaltung das Aufgabenspektrum der Instandhaltung, da nun auch die Funktionsfähigkeit der intelligenten Software (inkl. KI) und die Kommunikationsinfrastruktur sowie die damit verbundenen digitalen Elemente betrachtet werden müssen. Dadurch kann sich der Verantwortungsbereich der Instandhaltung vergrößern, die Tätigkeitsschwerpunkte können sich verlagern und neue Instandhaltungsobjekte werden zu betreuen sein.<sup>9</sup>

Bei der (teil-)autonomen Instandhaltung sind unterschiedliche Grade der Autonomie möglich wie beispielsweise – siehe Abbildung 1.

■ **Information über Ist-Zustand:** Die intelligente Software (inkl. KI) kann den Zustand der Maschine und der Anlage beschreiben und diese Information der zuständigen Person zur Verfügung stellen. Alle weiteren Entscheidungen und Handlungen obliegen der zuständigen Person.

■ **Analyse des Ist-Zustandes:** Die intelligente Software (inkl. KI) kann den Zustand der Maschine und der Anlage zusätzlich analysieren und diese Analyse der zuständigen Person zur Verfügung stellen, die dann weitere Schritte einleitet.

■ **Analyse des zukünftigen Zustands:** Die intelligente Software (inkl. KI) kann zukünftige Zustände der Maschine und der Anlage vorausschauend analysieren und die Ergebnisse der zuständigen Person zur Verfügung stellen, die dann entscheidet und handelt.

■ **Vorschläge für Lösungsmöglichkeiten:** Die intelligente Software (inkl. KI) unterbreitet der zuständigen Person Vorschläge, welche Handlungen einzuleiten sind. Die Person entscheidet dann, was zu tun ist und leitet die Handlungen ein.

■ **Software handelt autonom:** Die intelligente Software (inkl. KI) entscheidet, was zu tun ist, und leitet autonom Handlungen ein. Sie übernimmt im Instandhaltungsprozess damit die Handlungsträgerschaft.

Da die (teil-)autonome Instandhaltung die Handlungsträgerschaft ganz oder teilweise übernehmen kann, soll-

te vorab überlegt werden, ob die intelligente Software (inkl. KI) tatsächlich die teilweise komplizierten, umfangreichen Situationen bei Instandhaltungsarbeiten abdeckt (zum Beispiel Auswirkungen auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit an verketteten Maschinen/Anlagen oder auf benachbarte Arbeitsplätze, auf den Ablauf und andere Akteure des Wertschöpfungsprozesses).<sup>10</sup> Überlegt werden sollte auch, ob bei der (teil-)autonomen Übernahme der Instandhaltungsarbeiten durch intelligente Software (inkl. KI) das Erfahrungswissen der Beschäftigten über Maschinen und Anlagen, das für den reibungslosen Ablauf wertvoll ist, berücksichtigt wird. Dabei ist allerdings zu beachten, dass sich auch die Funktion des Erfahrungswissens durch die (teil-)autonome Instandhaltung verändern kann; nicht jedes Erfahrungswissen bleibt hilfreich, da die Datenlage über eine Maschine Informationen liefern kann, die verlässlicher als Erfahrungswissen sein können.

Es sollte auch darauf geachtet werden, dass die (teil-)autonomen Instandhaltungssysteme die Aspekte der Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit berücksichtigen. Dies sollte bei der Programmierung der (teil-)autonomen Instand-

<sup>8</sup> acatech 2015, S. 30

<sup>9</sup> acatech 2015, S. 18

<sup>10</sup> acatech 2015

haltungssysteme berücksichtigt werden. Hierzu gehört zum Beispiel:

- Automatische Unterbrechung der Energieversorgung bei Arbeiten an elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen
- Automatische Blockade der gefahrbringenden Bewegung
- Berücksichtigung physikalischer, chemischer und biologischer Einwirkungen und entsprechender Schutzmaßnahmen
- Automatisches Verhindern der unbefugten, irrtümlichen oder unerwarteten Inangangsetzung
- Sicherstellen der organisatorischen oder personellen Maßnahmen, zum Beispiel nur fachlich geeignete Personen informieren und einsetzen

Die Instandhaltungsarbeiten durch Personen können durch den Einsatz von technischen Assistenzsystemen (zum Beispiel Smartphones, Tablets) unterstützt werden. So können beispielsweise

Wartungsaufträge, Maschinenstandorte, die bisherige Instandhaltungshistorie der einzelnen Maschinen und Anlagen, aktuelle Zustandsinformationen, Pläne, Betriebsanleitungen und Checklisten angezeigt werden. Zudem können Arbeitsschritte, Maschinen und Anlagen sowie deren Komponenten in 3-D visualisiert werden und so die Arbeit erleichtern. Spezialisten können über technische Assistenzsysteme zugeschaltet werden beziehungsweise die Instandhaltungsarbeit kann ortsunabhängig durchgeführt werden.

Durch die (teil-)autonome Instandhaltung können sich die Verantwortungsgebiete der beteiligten Akteure verändern. So sollte überprüft werden, ob beispielsweise Hersteller oder Instandhaltungsdienstleister durch die Übernahme von Instandhaltungsarbeiten über 4.0-Technologien direkt in betriebliche Abläufe eingreifen können. Hier sind klare Regelungen und Abstimmungen zwischen Unternehmen, Herstellern, Instandhal-

tungsdienstleistern und gegebenenfalls Kunden erforderlich. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung; 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*

Um Wartung und Instandhaltung (teil-)autonom zu gestalten, müssen nicht grundsätzlich neue Maschinen und Anlagen beschafft werden. Konventionell mechanische Komponenten können mit zusätzlicher Technologie, beispielsweise Sensoren und Aktoren, ausgestattet werden, um sie in CPS einbinden zu können. Für Maschinen und Anlagen, die nicht über Sensorik oder Aktorik verfügen, bietet sich beispielhaft die Nutzung des Raspberry Pi an, um diese Hardware nachzuinstallieren und mittels Software die Maschinen und Anlagen in CPS zu integrieren. Der Raspberry Pi ist ein Einplatinencomputer (Single Board Computer – SBC).<sup>11</sup>

### ▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Die produktive und gesundheitsgerechte Gestaltung (teil-)autonomer Instandhaltung bietet unter anderem folgende **Chancen**:

- Instandhaltungsmaßnahmen können vorausschauender geplant werden, da umfangreichere Informationen über den Zustand der Maschinen und Anlagen früher zur Verfügung stehen.
- Durch intelligente Software (inkl. KI) können die Instandhaltungsprozesse systematischer, effektiver und effizienter gestaltet werden.
- Störungen können rechtzeitig erkannt werden; damit kann die Zuverlässigkeit von Maschinen und Anlagen erhöht werden.
- Hersteller können ihre Maschinen und Anlagen konstruktiv verbessern, weil ihnen Daten zu Leistungen, Störungen,

Defekten und die realen Einsatzbedingungen vorliegen.

- In der teilautonomen Instandhaltung können Belastungen der Instandhalter reduziert werden (zum Beispiel durch Assistenzsysteme, Instandhaltungsinformationen beinahe in Echtzeit). Zudem können sie bedarfsgerecht unterstützt werden.
- Die Anzahl der ungestörten Betriebsstunden kann erhöht werden.
- Durch die Erfassung und Auswertung von Daten aus 4.0-Technologien können auch die Resultate von Instandhaltungsmaßnahmen direkter nachvollzogen und detaillierter bewertet werden.

Eine Gestaltung (teil-)autonomer Instandhaltung, die die Aspekte der präventiven Arbeitsgestaltung nicht berücksich-

tigt, birgt unter anderem die folgenden **Gefahren**:

- Die Komplexität und Intransparenz bezüglich technischer Funktionalität und Vernetzung können zunehmen.
- Hersteller oder Dienstleister können ungewollt Zugriff auf Maschinendaten und interne Prozesse haben.
- Es besteht bei fehlender Datensicherheit die Gefahr des unbefugten Fremdzugriffs auf das Instandhaltungssystem. Damit verbunden sind Gefahren für die Betriebssicherheit und die Einhaltung von Betriebsgeheimnissen.
- Aspekte der Sicherheit und Gesundheit bei Instandhaltungsarbeiten werden nicht berücksichtigt.
- Mangelnde Qualität der Instandhaltungsdaten kann zu fehlerhaften Einschätzungen führen.

### ▶ Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Bei Beschaffung und Einsatz von intelligenter Software (inkl. KI) zur intelligenten Instandhaltung sollten unter anderem die folgenden Maßnahmen berücksichtigt werden:

- Anforderungsanalyse: Die Ziele der (teil-)autonomen Instandhaltung sollten festgelegt und entsprechende Anforderungen an die zu beschaffende intelligente Software (inkl. KI) sowie

weitere erforderliche Komponenten zum Beispiel in einem Lastenheft<sup>12</sup> formuliert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Aspekte der Sicherheit und Gesundheit bei In-

<sup>11</sup> Cernavin & Lemme 2018, S. 21ff.

<sup>12</sup> Das Lastenheft für die Software wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft wird mit dem Auftraggeber abgestimmt. Auftraggeber und Auftragnehmer berücksichtigen dabei auch, in welche Richtungen die Software weiterlernt.

standhaltungsarbeiten sowie die Betriebssicherheit von der (teil-)autonomen intelligenten Software (inkl. KI) einbezogen werden.

- Betroffene Bereiche sollten involviert werden, zum Beispiel Instandhaltungspersonal, Produktion, IT oder Kundenservice. Auch eine Fachkraft für Arbeitssicherheit und ein Betriebsarzt sollten hinzugezogen werden. Beschäftigte sollten einbezogen und beteiligt werden beziehungsweise die Interessenvertretungen (etwa Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstellungsbeauftragte) sind entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben zu beteiligen. Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse.
- Es sollte festgelegt werden, welche Qualität die Daten, die die (teil-)autonome Instandhaltung verarbeiten soll, für die definierten Ergebnisse liefern müssen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen.*
- Es sollte geregelt werden, wo die Daten der (teil-)autonomen Instandhaltung des Betriebes gespeichert, dokumentiert und verarbeitet werden und wer auf diese Daten Zugriff hat. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.5.1 Anforderungen an eine Cloud; 2.5.3 Plattformökonomie.*

- Bei der Beschaffung sollte darauf geachtet werden, dass die intelligente Software (inkl. KI) der (teil-)autonomen Instandhaltung kompatibel mit den anderen Systemen im Betrieb ist, dass sie ergonomisch gestaltet ist und dass keine Abhängigkeiten von Anbietern entstehen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.1.5 Beschaffung digitaler Produkte.*
- Verantwortungs- und Haftungsfragen zwischen Unternehmer und Hersteller beziehungsweise Dienstleister sollten geregelt werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen.*
- Es sollte sichergestellt sein, dass die Sicherheit der Daten der (teil-)autonomen Instandhaltung gewährleistet ist. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen.*
- Es sollte überprüft werden, ob im Rahmen der (teil-)autonomen Instandhaltung personenbezogene Daten erfasst, gespeichert und verarbeitet werden. Ist das der Fall, ist mit den betroffenen Personen zu vereinbaren, wie mit ihren personenbezogenen Daten umgegangen wird. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.* Die beteiligten Personen sollten wissen, welche grundlegenden Daten die

(teil-)autonome Instandhaltung erfasst, verarbeitet, ausgewertet und nutzt – das fördert die Akzeptanz.

- Die Zugriffsrechte auf die Daten der (teil-)autonomen Instandhaltung sollten geregelt werden.
- Im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung sollten Arbeitsbedingungen der (teil-)autonomen Instandhaltung geprüft und Maßnahmen festgelegt werden. Die Maßnahmen sollten hinsichtlich ihrer Wirksamkeit überprüft werden. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0.*
- Es sollte überprüft werden, ob die (teil-)autonome Instandhaltung Auswirkung auf die Betriebssicherheit von verketteten Maschinen und Anlagen hat. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.1.4 Sicherheit von verketteten Arbeitsmitteln mit 4.0-Technologie.*
- Beschäftigte und Führungskräfte sollten im Umgang mit den Tools der (teil-)autonomen Instandhaltung qualifiziert, geschult und im sicheren und gesundheitsgerechten Umgang unterwiesen werden.
- In Teambesprechungen sollten die Erfahrungen der Führungskräfte und Beschäftigten mit der (teil-)autonomen Instandhaltung ausgetauscht und Verbesserungen abgeleitet werden.

## Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

DIN 31051 (2012). *Grundlagen der Instandhaltung*. Normenausschuss für technische Grundlagen. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V.

acatech. (2015). *Smart Maintenance für Smart Factories – Mit intelligenter Instandhaltung die Industrie 4.0 vorantreiben*. acatech Position. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. München.

Cernavin, O., & Lemme, G. (2018). Technologische Dimensionen der 4.0-Prozesse. In O. Cernavin, W. Schröter, & S. Stowasser (Hrsg.), *Prävention 4.0* (S. 21–57). Wiesbaden: Springer Verlag.

Deska, B., Höft, K., & Schneider, H. (2016). *Digitale Wartung und Instandhaltung – Grundlagen und Anwendungsbeispiele*. Dortmund: Mittelstand 4.0-Agentur Prozesse.

DGUV (2018). *DGUV 209-015 Instandhal-*

*tung – sicher und praxisgerecht durchführen*. <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/209-015.pdf>. Zugegriffen: 28.08.2018.

Hill, J. (2016). *Intelligente Wartung per IoT in der Industrie 4.0*. <https://www.computerwoche.de/a/intelligente-wartung-per-iot-in-der-industrie-4-0,3313377>. Zugegriffen: 13.07.2018.

Linden, A. (2016). Gartner Research Director, [www.gartner.com](http://www.gartner.com). In O. Sauer (2014), *International Automation Congress 2014, Developments and Trends in shopfloor-related ICT-Systems*. [https://www.researchgate.net/publication/266741796\\_International\\_Automation\\_Congress\\_2014\\_DEVELOPMENTS\\_AND\\_TRENDS\\_IN\\_SHOPFLOOR-RELATED\\_ICT\\_SYSTEMS](https://www.researchgate.net/publication/266741796_International_Automation_Congress_2014_DEVELOPMENTS_AND_TRENDS_IN_SHOPFLOOR-RELATED_ICT_SYSTEMS). Zugegriffen: 29.01.2018.

Mittelstand 4.0 Agentur Prozesse (2016). *Digitale Wartung und Instandhaltung – Grund-*

*lagen und Anwendungsbeispiele*. [https://www.prozesse-mittelstand.digital/images/PDF/Broschueere\\_Digitale\\_Wartung\\_und\\_Instandhaltung.pdf](https://www.prozesse-mittelstand.digital/images/PDF/Broschueere_Digitale_Wartung_und_Instandhaltung.pdf). Zugegriffen: 24.08.2018.

Schacht, M., & Niemeyer, M. (2017). Entwicklung eines mobilen Shopfloor-Assistenzsystems zur Unterstützung der Instandhaltung im Karosseriebau. In A. Bullinger-Hoffmann (Hrsg.), *S-CPS: Ressourcen-Cockpit für Sozio-Cyber-Physische Systeme*. aw&I Report Bd. 12017, TU Chemnitz. <https://www.bibliothek.tu-chemnitz.de/ojs/index.php/awIR/article/view/112>. Zugegriffen: 24.08.2018.

Sauer, O. (2016). Entwicklungstrends bei Manufacturing Execution Systems (MES). In C. Manzei, L. Schlepner, & R. Heinze (Hrsg.), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext* (S. 60–63). Berlin: VDE Verlag GmbH.

**Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:**

- 1.3.3 Handlungsträgerschaft im Verhältnis Mensch und intelligente Software (inkl. KI)
- 1.3.4 Autonome Softwaresysteme und Unternehmerverantwortung
- 1.3.5 Hersteller- und Unternehmerverantwortung in 4.0-Prozessen
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 3.1.1 Betriebssicherheit der CPS
- 3.2.1 Technische Assistenzsysteme – allgemein
- 3.3.2 Gebrauchstauglichkeit der intelligenten Software (inkl. KI)



**OFFENSIVE  
MITTELSTAND**  
GUT FÜR DEUTSCHLAND

**Herausgeber:** „Offensive Mittelstand – Gut für Deutschland“ – Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“  
Kurfürsten-Anlage 62, 69115 Heidelberg, E-Mail: [info@offensive-mittelstand.de](mailto:info@offensive-mittelstand.de); Heidelberg 2019

© Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“, 2019 Heidelberg. Gemeinsam erstellt von Verbundprojekt Prävention 4.0 durch BC GmbH Forschung, Institut für Betriebliche Gesundheitsförderung BGF GmbH, Forum Soziale Technikgestaltung, Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. – ifaa, Institut für Mittelstandsforschung Bonn – IfM Bonn, itb – Institut für Technik der Betriebsführung im Deutschen Handwerksinstitut e. V., Sozialforschungsstelle Dortmund – sfs Technische Universität Dortmund, VDSI – Verband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit e. V. – gefördert vom BMBF – Projektträger Karlsruhe