

VDI-Buch

Jens Reichel
Gerhard Müller
Jean Haeffs *Hrsg.*

Betriebliche Instandhaltung

2. Auflage

VDI

 Springer Vieweg

VDI-Buch

Herausgegeben von

J. Reichel, Technischer Service & Energie, thyssenkrupp Steel Europe AG, Duisburg,
Deutschland

G. Müller, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg,
Deutschland

J. Haeffs, Geschäftsführer VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL), Verein
Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf, Deutschland



SKF - aus der Praxis, für die Praxis

Wälzlager können nur dann eine lange Lebensdauer erreichen, wenn der Zustand der Maschine und der Lager im Betrieb überwacht und gegebenenfalls optimiert werden kann.

Mit einer gut organisierten, zustandsabhängigen Instandhaltung kann man Maschinenstillstände verhindern oder zumindest die Ausfallzeiten verkürzen und damit die Instandhaltungskosten insgesamt senken.

Dank unserer umfassenden Erfahrungen im Betrieb und in der Instandhaltung laufender Maschinen und Anlagen wissen wir bei SKF, worauf es für das Bedien- und Wartungspersonal tagtäglich ankommt.

Nehmen Sie mit uns Kontakt auf. Unsere Experten beraten Sie gerne, wie Sie Ihre spezifischen Herausforderungen am effizientesten lösen können - und das unabhängig davon, in welcher Industriebranche Sie tätig sind.

Kontaktformular



Erfahren Sie
mehr über SKF
und unsere
Produkte und
Dienstleistungen

www.skf.de

Jens Reichel · Gerhard Müller · Jean Haeffs
(Hrsg.)

Betriebliche Instandhaltung

2. Auflage

 Springer Vieweg

Herausgeber

Jens Reichel
Technischer Service & Energie
thyssenkrupp Steel Europe AG
Duisburg, Deutschland

Gerhard Müller
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
-automatisierung IFF
Magdeburg, Deutschland

Jean Haeffs
Geschäftsführer VDI-Gesellschaft Produktion
und Logistik (GPL)
Verein Deutscher Ingenieure e.V.
Düsseldorf, Deutschland

VDI-Buch

ISBN 978-3-662-53134-1

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-53135-8>

ISBN 978-3-662-53135-8 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2009, 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Projektkoordination: Cathrin Plate

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort zur 2. aktualisierten Auflage

Instandhaltung als Wertetreiber

Instandhalter sind sich der Bedeutung ihres Aufgabengebietes bewusst – ohne industrielle Produktion und adäquate Anlagentechnik keine Notwendigkeit für Instandhaltung, ohne Instandhaltung keine zuverlässige und kosteneffiziente Produktion. Die Frage hierbei ist, wer diese Prozesse führt und wie sie organisiert werden? Während in der arbeitsteiligen Organisation der Industrie Instandhaltung im Wesentlichen als Kostentreiber betrachtet worden ist, ist es heute selbstverständlich, Instandhaltungsergebnisse in Form von Verfügbarkeit und Prozesssicherheit innerhalb des Produktionssystems zu messen und zu bewerten. Dieses macht sich ebenso in unterschiedlichen technologischen und organisatorischen Entwicklungen in der Instandhaltung bemerkbar. Während sich das Aufgabenfeld Instandhaltung ursprünglich ausschließlich in Wartung, Inspektion und Instandsetzung gliederte, gehört auch die Optimierung der Anlagentechnik heute selbstverständlich zum Portfolio der Instandhalter. DIN 31051 und EN 13306 bilden in ihrer Begrifflichkeit diesen Wandel in der Instandhaltung sehr deutlich ab.

Während früher die Instandhalter mit der „Feuerwehrstrategie“ den Ereignissen folgten, wird heute von den Mitarbeitern in der Instandhaltung vorausschauendes Handeln und die proaktive Vermeidung von ungeplanten Stillständen oder reduzierter Produktqualität erwartet. Dies gelingt nicht ohne ein verändertes Selbstbild der Instandhalter. Sie sind nicht mehr die „Reparateure“ der Anlage, deren höchste Berufung darin besteht, gerufen zu werden und für Ordnung zu sorgen oder besser auch gar nicht erst aufzufallen, weil sie im Verborgenen wirken.

Im Gegenteil: Hier ist eine aktive Rolle gefordert, in der die Instandhalter als Asset Manager den Lebenslauf einer Anlage begleiten und als Value Chain Manager über die Wertschöpfung der Anlage im Produktionsprozess wachen. Wertetreiber sind die „versteckten“ Effizienzen der Produktionsanlagen und Organisationssysteme, die der Instandhalter identifiziert und mit geeigneten Methoden hebt. Dazu gehört auch die Integration neuer Technologien aus dem Bereich Industrie 4.0, mit denen weitere Effizienzpotenziale unserer Produktionssysteme nutzbar gemacht werden können.

Wie diese Anforderungen umgesetzt werden können, diskutieren Fachleute alljährlich auf dem VDI/VDEh-Forum Instandhaltung.

Gefordert wird der Instandhalter von neuen (vielleicht auch alten) Sachverhalten und Anforderungen, wie der zustandsbezogenen Instandhaltungsstrategie, die ihn heute als Predictive Maintenance 4.0 erreicht, und den Menschen in viel stärkerem Maße als zuvor, Interoperabilität zwischen verschiedenen Fach- und Wissensgebieten (Elektrik, Mechanik, Elektronik, Sensorik, Kommunikation, Big Data, Datamining, Life Cycle Costing und Asset Management – um nur einige zu nennen) abverlangt und dies in einem Umfeld, welches durch Dynamik und Stochastik der Veränderungen nur schwer klare Ankerpunkte erkennen lässt.

Da die heutigen betriebswirtschaftlichen Messsysteme in der Regel mit kostenbasierten Ansätzen eine Bewertung der Instandhaltung vornehmen, ist zur Bewältigung dieser Veränderung auch die Entwicklung eines Messsystems zum Wertschöpfungsbeitrag der Instandhaltung als Basis für einen sachlichen Dialog zwischen Anlagenmanagement und Ressourcenmanagement im Unternehmen erforderlich.

Begleitend dazu sind Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten zu schaffen, mit denen das Instandhaltungspersonal und die Managementverantwortlichen zur Bewältigung dieser Aufgaben heute und zukünftig befähigt werden.

In der vorliegenden zweiten, aktualisierten Auflage des Buches „Betriebliche Instandhaltung“, sind solche Erfahrungen und Konzepte niedergelegt, die zum Teil die Fortentwicklung von Themen der Erstauflage aufgreifen oder gänzlich neue Themenfelder beschreiben. Ziel der Autoren ist es, dem Instandhaltungsverantwortlichen Hilfestellung zur effizienteren Lösung seiner Aufgaben an die Hand zu geben. Der Dank des VDI-Fachausschuss Instandhaltung gilt den Autoren für ihre große Bereitschaft an diesem Buch mitzuwirken. Die Durchsicht und Diskussionen der Beiträge haben wie zuvor große Freude bereitet. Unser Dank gilt weiterhin allen Obmännern und Mitgliedern des VDI-Hauptausschuss Instandhaltung, die durch ihre ehrenamtliche Tätigkeit den Erfahrungs- und Wissensaustausch organisieren und aktiv gestalten.

Düsseldorf, 2017

Jens Reichel

Gerhard Müller

Jean Haeffs

Vorwort

Noch bevor die Menschen wahrnahmen, in einer Wissensgesellschaft zu leben, und Begriffe wie Benchmark und Best Practice noch unbekannt waren, man aus Gründen einer wirtschaftlichen Betriebsführung Verschwendung von Material und Arbeitszeit vermeiden wollte, haben Werks-, Betriebs- und Instandhaltungsleiter beschlossen, ihr tägliches Aufgabengebiet Instandhaltung zum Gegenstand gemeinsamer Betrachtung zu machen und darüber den öffentlichen Erfahrungsaustausch zu institutionalisieren. Im Ergebnis wurde vor mehr als 30 Jahren die Idee des Forum Instandhaltung geboren.

Diese Ingenieure waren sich der Bedeutung ihres Aufgabengebietes bewusst – ohne Produktion und Anlagentechnik keine Notwendigkeit für eine Instandhaltung, ohne Instandhaltung keine zuverlässige und kosteneffiziente Produktion. Instandhaltung ist nicht nur fest in produzierenden Unternehmen verankert, sie ist ebenso untrennbar mit dem Bau und der Benutzung von Brücken, Straßen und Gebäuden, dem Transportwesen, der Luft- und Raumfahrt, modernen IT-Infrastrukturen, Konsumgütern sowie mit neuen Branchen wie der Solarbranche oder dem Bau von Offshore-Windkraftanlagen verbunden. Insgesamt ist die Instandhaltung ein bedeutender Wirtschaftsfaktor geworden.

Die Veränderungen in der Organisation von Unternehmen vor allem in den letzten 20 Jahren haben auch auf die Organisation der Instandhaltungsaufgaben erheblichen Einfluss genommen. Insbesondere durch die Diskussion der Kernleistung eines Unternehmens, die Herausbildung von Industrie- und Gewerbeparks, die Entwicklung des Dienstleistungssektors in der Wirtschaft mit spezialisierten Dienstleistern einerseits und andererseits die Verlängerung der Wertschöpfungskette in der Investitionsgüterindustrie, speziell in Richtung Pre- und After Sales Services, sahen sich die Mitarbeiter und Führungskräfte immer wieder vor neue Herausforderungen gestellt. Zukünftig wird das sicher nicht weniger dynamisch verlaufen.

Auch in der universitären Lehre, Ausbildung und Forschung haben instandhaltungsspezifische Themen immer einen sehr differenzierten Platz gefunden.

Das Spektrum der Aufgaben und der Verantwortungsbereiche in der Instandhaltung ist sehr vielfältig. Ein vollständiges Abbild „der Instandhaltung“ in einem Buch ist kaum möglich. Hier sollen deshalb wesentliche Aspekte aus der Praxis und Forschung der Instandhaltung präsentiert werden. Neben Betrachtungen zu Entwicklungen der letzten Jahrzehnte, die insbesondere jungen Ingenieuren eine Orientierung vermitteln sollen, welche Veränderungen aus welcher Motivation heraus zu welchen Ergebnissen geführt haben, gehören ebenso Beiträge mit dem Blick in die Zukunft der betrieblichen Praxis zu den Inhalten des vorliegenden Buches.

Der VDI-Fachausschuss Instandhaltung freut sich, eine Reihe erfahrener Praktiker sowie Wissenschaftler für dieses Buch gewonnen zu haben. Die Autoren stehen stellvertretend für eine Branche, die stets im Spannungsfeld von Kostenverursachung einerseits und Wertschöpfungsbeitrag andererseits agiert und deshalb immer wieder neu ein Selbstverständnis nach innen und Selbstbewusstsein nach außen gewinnen muss. Es ist auch die betriebliche Instandhaltung, die als essentieller Produktionsfaktor die Position der deutschen Wirtschaft im globalen Wettbewerb maßgeblich stützt.

Wir danken den Autoren, die uns durch ihre facettenreichen Beiträge an ihrer Lebens- und Berufserfahrung teilhaben lassen. Die Auswahl der Beiträge fiel nicht leicht, viele exzellente Konzepte und Lösungen haben sich in Unternehmen bewährt. In Zeiten der Globalisierung, schwankender Marktentwicklungen, volatiler Rohstoff- und Energiepreise sowie sich verändernder politischer Rahmenbedingungen warten heute bereits neue Herausforderungen auf Unternehmen und Volkswirtschaften. Wir stehen vor einer weiteren Etappe der faszinierenden Entwicklung der Instandhaltung. Die Unternehmen müssen auch zukünftig ihre Organisation den Anforderungen einer globalisierten Wirtschaft anpassen, Prozesse müssen zunehmend mithilfe neuer IT-Lösungen effizient, zeitnah und flexibel gestaltet werden. Innovationen in der Anlagentechnik bedingen neue Instandsetzungstechnologien. Das Wissensmanagement in der Instandhaltung wird wichtiger denn je, auch unter Berücksichtigung demografischer Tendenzen. Die Anfänge, den neuen Anforderungen positiv zu begegnen, sind bereits gemacht. Und so bietet dieses Buch nicht nur Gelegenheit, den erfolgreichen Entwicklungspfad der Instandhaltung und ihre aktuellen Leistungen zu dokumentieren, sondern auch einen optimistischen Ausblick zu wagen auf die vielen Herausforderungen der Zukunft einer chancenreichen Branche und eines attraktiven Forschungsgebietes.

Der Dank des VDI-Fachausschuss Instandhaltung gilt den Autoren für ihre große Bereitschaft, an diesem Buch, das anlässlich des 30. VDI/VDEh-Forum Instandhaltung erscheint, mitzuwirken. Der besondere Dank gilt Frau Dipl.-Ing. Cathrin Plate, die mit außerordentlichem Engagement die Organisation des Buchprojektes übernommen hat. Die Lektüre und Diskussion der Beiträge haben große Freude bereitet. Unser Dank gilt weiter-

hin allen Obmännern und Mitgliedern des VDI-Fachausschuss Instandhaltung, die durch ihre ehrenamtliche Tätigkeit den Erfahrungs- und Wissensaustausch organisieren und aktiv gestalten.

Im Namen des VDI-Fachausschuss Instandhaltung

die Herausgeber



Dr. Jens Reichel



Dr. Gerhard Müller



Dr. Johannes Mandelartz

Düsseldorf, im Juni 2009

Grußwort des VDI-Direktors Ralph Appel

Deutschland ist einer der führenden Technologiestandorte der Welt. Der Weg zu dieser Spitze war und ist besonders geprägt durch viele aktive und innovative Köpfe, die gemeinsam das Ziel verfolgen, Deutschland nach vorn zu bringen. Gemeinsam unterstützen dieses Ziel der VDEh (heute Stahlinstitut VDEh) und der VDI bereits seit 40 Jahren.

1887 wurde der Begriff „Made in Germany“ in einem britischen Gesetz erstmals verbindlich erläutert. Aus dieser zunächst vermeintlich negativen Bedeutung entwickelte sich allerdings mit der Zeit genau das Gegenteil: Hohe Qualität und Zuverlässigkeit deutscher Produkte führten zu einem verkaufsfördernden Qualitätssiegel. Das Gütezeichen „Made in Germany“ wurde nach dem zweiten Weltkrieg der Katalysator des deutschen Wirtschaftswunders.

Durch zunehmende Automatisierung, Einführung von Prozessleitsystemen, komplexere Anlagen etc. wurden zunehmend dezentrale oder zentrale eigenständige Instandhaltungsbereiche neben der Produktion aufgebaut. So entwickelten sich in der Vergangenheit über viele Jahre in den meisten Unternehmen die beiden Funktionen unter getrennter Leitung und nicht selten auch mit unterschiedlichen Interessenlagen. Aber: Dem Kunden ist die organisatorische Struktur nicht wichtig; sein Interesse ist es, dass Aufträge bestmöglich hinsichtlich Qualität, Termintreue und Kosten erledigt werden. Daraus muss sich die betriebliche Aufgabe für Produktion und Instandhaltung entwickeln, gemeinsam Verfügbarkeit und Zustand der Anlagen zu optimieren, um die Kundenzufriedenheit

VDI-Direktor Ralph Appel.
(Foto: VDI/Catrin Moritz)



zu gewährleisten. Aus Sicht der Produktion hat die Instandhaltung sich dadurch vom „notwendigen Übel“ oder „Helfer in der Not“ hin zum ganzheitlichen Instandhaltungsmanagement entwickelt, an dem Produktion und Instandhaltung gemeinsam Anteil haben.

Dieser Paradigmenwechsel unterstreicht, dass sich die Instandhaltung immer weiter zu einem bedeutenden Wettbewerbs- und Wertschöpfungsfaktor entwickelt hat. Unternehmen verstehen die Instandhaltung inzwischen als Möglichkeit, Anlagenstillstände zu minimieren, damit eine hohe Anlagenverfügbarkeit zu gewährleisten und so die Gesamtkosten der Produktion nachhaltig zu senken.

Die Ansprüche an die Zuverlässigkeit von Produktionsprozessen steigen ständig. Damit werden auch die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Instandhaltung größer. Die Ursachen liegen u. a. in einer zunehmenden Bedeutung der Wettbewerbsfaktoren „Produktqualität“ und „Kosten“ auf den Absatzmärkten, die eine hohe Prozessstabilität und -qualität voraussetzen: Immer kleiner werdende Stückzahlen bis hin zu kundenspezifischen Endprodukten in Stückzahl 1 erfordern zusätzlichen Fokus auf Verfügbarkeit und Effizienz. Auch der hohe Kapitaleinsatz bei steigendem Automatisierungsgrad in vernetzten Produktionen führt zu einer Fixkostenbelastung, die eine optimale Anlagenverfügbarkeit, niedrige Ausfallraten und nur kurze und vor allem planbare Stillstandszeiten erforderlich macht.

In der Stahlindustrie stellen die Instandhaltungskosten den drittgrößten Kostenblock nach den Einsatzstoff- und den Personalkosten dar. Es wird prognostiziert, dass der Anteil der Instandhaltungskosten an den Gesamtkosten in Zukunft aufgrund der weiter steigenden Automatisierung weiter anwachsen wird.

In der Design- und Entwicklungsphase werden 70 bis 85 % der Gesamtkosten festgelegt, also beginnt die Instandhaltung bereits beim Designer. Hierbei helfen bewährte Standards und Technische Regeln, wie zum Beispiel die VDI-Richtlinie 2884 „Beschaffung, Betrieb und Instandhaltung von Produktionsmitteln unter Anwendung von Life Cycle Costing (LCC)“, hier wird auch final entschieden ob und wie lange eine Anlage instandgesetzt und gewartet werden kann. Das wird ausführlich in der VDI-Richtlinie 2882 zum Obsoleszenz-Management beschrieben.

VDI-Richtlinien leisten so als technische Regeln einen entscheidenden Beitrag nicht nur zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie.

Deutschland wird auch in der Zukunft ein bedeutender und zukunftssträchtiger Technikstandort bleiben und seine Führungsposition weiter ausbauen. Dazu muss und wird die Instandhaltung in ihren vielen Facetten als kompetenter Partner der produzierenden Industrie noch an Stellenwert gewinnen.

Mit dem Fachausschuss Instandhaltung und dem VDI/VDEh-Forum Instandhaltung unterhält der VDI ein kompetentes Netzwerk für Fach- und Führungskräfte in der produzierenden Wertschöpfungskette. Hier werden regelmäßig Themen der Instandhaltung sowie Kooperation und ganzheitliche Vorgehensweise umfassend erörtert. Im VDI/VDEh-Forum Instandhaltung wird dieser Anspruch seit fast 40 Jahren gelebt und der Stand der Technik rund um die Instandhaltung ausführlich diskutiert und anhand zahlreicher Richtlinien in diesem Bereich dokumentiert.

Mit diesem Buch zur Betrieblichen Instandhaltung wird in zweiter Auflage ein umfassendes Werk veröffentlicht, zu dem viele kompetente Autoren beigetragen haben und das dadurch einen detaillierten Überblick zur Instandhaltung liefert.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen, denke, dass Sie Antworten auf viele Fragen finden werden und bedanke mich herzlich bei allen Autoren dafür, dass sie uns ihr Wissen zur Verfügung gestellt haben.

Direktor Verein Deutscher Ingenieure e. V.



Dipl.-Wirtsch.-Ing. Ralph Appel

Grußwort des geschäftsführenden Vorstandsmitglieds des Stahlinstituts VDEh Dr.-Ing. Peter Dahlmann

Die Zusammenarbeit von Verein Deutscher Ingenieure e. V. VDI und Stahlinstitut VDEh hat mittlerweile eine nahezu 150jährige Tradition in verschiedenen Sachbereichen. Einer ist das gemeinsam vom VDI-Fachausschuss Instandhaltung und VDEh-Anlagenausschuss getragene Forum Instandhaltung. Die jährlich stattfindende Veranstaltung wurde konsequent zu einer wichtigen Tagung auf dem Gebiet Instandhaltung, Industrieservice und Asset-Management weiterentwickelt. Hier gilt zum einen unser Dank vor allem den zahlreichen Vortragenden, Moderatoren und Ausstellern sowie allen Organisatoren „vor und hinter den Kulissen“, zum anderen auch den Teilnehmern aus den verschiedensten Branchen, die durch ihre aktive Teilnahme und Beteiligung an den Fachdiskussionen wesentlich zum Erfolg der Tagung beitragen.

Im Verlauf des fast 40jährigen Bestehens des VDI/VDEh-Forums Instandhaltung wurden eine Vielzahl interessanter, spektakulärer oder völlig unkonventioneller Lösungen für die Effizienzsteigerung von unseren Produktionsanlagen präsentiert. Mit dem Forum Instandhaltung wird auch in den nächsten Jahren eine Plattform geboten, die es ermöglicht Erfahrungen auszutauschen sowie neuartige Entwicklungen vorzustellen und zu diskutieren. Und das in einer Periode, wo die Industrieunternehmen weltweit vor großen Herausforderungen unterschiedlichster Art stehen.

VDEh-Vorsitzender
Dr.-Ing. Peter Dahlmann.
(Foto: VDEh)



Der Dank gilt auch den Autoren der hier inzwischen überarbeiteten, 2. Auflage des Buches „Betriebliche Instandhaltung“, in dem ausgewählte Experten ihre Erfahrungen für einen breiteren Anwenderkreis zur Verfügung stellen.

Mit einem herzlichen Glückauf

Ihr



Dr.-Ing. Peter Dahlmann

Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Stahlinstituts VDEh

Roadmap der Instandhaltung

VDI-Fachausschuss Instandhaltung, VDI GPL, FA 202

Wertschöpfungsrolle, Technologieaffinität, Gesamtperformance und Zukunftsfähigkeit sind Faktoren, welche die Instandhaltung der Zukunft und die Zukunft der Instandhaltung gleichermaßen bestimmen werden.

Experten des VDI-Fachausschuss Instandhaltung arbeiten deshalb an einer Roadmap der Instandhaltung in Deutschland, um wesentliche wirtschaftliche, technische und soziale Entwicklungstrends und ihre möglichen Auswirkungen auf die Branche Instandhaltung zu erfassen. Das Expertengremium besteht aus Managern der betrieblichen Instandhaltung in Unternehmen sowie des Industrieservice.

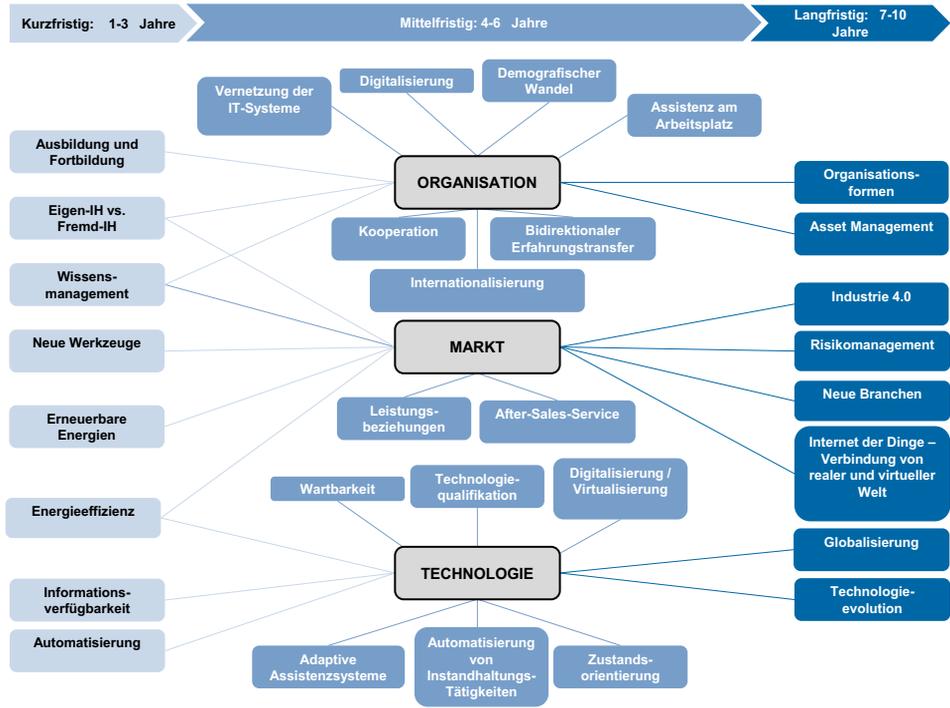
Ziel ist es dabei, frühzeitig Themenschwerpunkte in den Bereichen Organisation und Technologie in der Instandhaltung sowie im Markt der Instandhaltung zu identifizieren, die für die Unternehmen und den VDI als Interessenvertreter der Ingenieure in den nächsten Jahren interessant werden. Vorausschauend sollen entsprechende Weichen unternehmensintern gestellt, aber auch gesamtgesellschaftliche und wirtschaftlich relevante Entwicklungen über Lobbyarbeit beeinflusst werden.

Im Bereich Organisation sehen die Experten, nicht zuletzt bedingt durch die demografischen Änderungen und den gleichzeitigen Trend zur Arbeitsverdichtung, großen Bedarf bei der Entwicklung von neuen Lern- und Ausbildungsformen – am Arbeitsplatz, situations- und qualifikationsbezogen, lebenslang und mit Informationsaustauschformaten für die Instandhaltung.

Dem Wissensmanagement wird dabei aufgrund der gestiegenen Interdisziplinarität der Instandhaltungsaufgaben als interner Ressource sowie als Bestandteil der Kooperation von Unternehmen und Industrieservice große Bedeutung zukommen.

IT-Hilfsmittel wie Wikis, online Wissensbasen oder Virtual Reality basierte Anlagenmodelle unterstützen und beschleunigen die Dokumentation, Verbreitung und Pflege des anlagenbezogenen Wissens. Organisationsstrukturen und Abläufe der Zukunft werden die neuen Hilfsmittel flexibel handhabbar integrieren müssen.

Weitere Aspekte, welche die Organisation der Instandhaltung betreffen werden, sind die organisatorische und datentechnische Verzahnung mit dem betrieblichen Asset Management oder auch neue Zusammenarbeitsformen mit industriellen Dienstleistern. Asset steht in diesem Zusammenhang nicht nur für die instand zu haltende Anlage,



Organisation, Markt und Technologie: Die kurz-, mittel- und langfristigen Entwicklungstrends in der Instandhaltung im Überblick

sondern vielmehr für den Wert, der durch ein effizientes Instandhaltungsmanagement gesichert wird.

Einen maßgeblichen Einfluss auf die Zukunft der Instandhaltung wird der technische Fortschritt an sich haben. Über die Anlagenkomponenten kommen neue Technologien in die Unternehmen, welche auf die zugehörigen Instandhaltungsabläufe wirken. Die zunehmende Sensorintegration, Eigenintelligenz und Kommunikationsfähigkeit von Anlagen schafft die Voraussetzung für eine zunehmend zustandsorientierte und vorausschauende Instandhaltung, etwa im Ergebnis von Industrie 4.0.

Gleichzeitig werden die Anlagenkomponenten mechatronisch und IT-technisch anspruchsvoller und es besteht die Forderung nach Energieeffizienz und nachhaltigen Lösungen. Somit verändern sich die Instandhaltungsaufgaben und benötigten Qualifikationen.

Weiterhin wird das Niveau der IT-Sicherheit im Kontext der immer höheren Anlagenautomatisierung und Vernetzung für die Instandhaltung zum Einflussfaktor auf die erforderliche Anlagenverfügbarkeit.

Künftige Aufgaben und Strukturen der Instandhaltung

Es etablieren sich jedoch viele Technologien, welche die Instandhaltungsabläufe effizienter und produktiver gestalten. Dies sind beispielsweise die in die Anlagenkomponenten integrierten Assistenzsysteme, während der Instandhaltungstechniker Wearables wie Datenbrille, Smartphone mit Sensorik, RFID-Handschuh oder eine intelligente PSA trägt.

Zudem wird der Markt der Instandhaltung der Zukunft wahrscheinlich anders strukturiert sein als heute. Eine Studie der Initiative FOKUS INSTANDHALTUNG hat gezeigt, dass die Instandhaltung von industriellen Ausrüstungen mit 112 Mrd. € (Betrachtungsjahr 2009) den größten Kostenfaktor der Instandhaltungsaufwendungen der deutschen Volkswirtschaft darstellt und damit sicherlich auch den größten volkswirtschaftlichen Nutzen liefert. In der „Branche“ Instandhaltung arbeiten aktuell etwa 515.000 Beschäftigte. Zum Teil über die Neuanlagen, zum Teil über die neuen Technologien oder spezifische Aufgabenstellungen drängen neben den Anlagenherstellern spezialisierte Instandhaltungsdienstleister in den bekannten Instandhaltungsmarkt. Andererseits entstehen neue Branchen wie etwa Erneuerbare Energien oder Medical und Health Care, die ebenfalls neue Instandhaltungsbedarfe und Qualifikationsprofile generieren werden. Zudem werden Europäisierung bzw. Internationalisierung von Unternehmen und Märkten voranschreiten, wodurch sich das Bemühen um einheitliche Dienstleistungsstandards und Leistungsformen im Industrieservice verstärken wird.

Da die Instandhaltung von Industrieanlagen in Deutschland maßgeblich zur Sicherung des Produktionsstandortes beiträgt, wollen die Akteure der Branche mit dieser Roadmap einen aktiven Beitrag zu dessen Erhaltung und Stärkung leisten. Die Roadmap wird daher im Expertengremium kontinuierlich fortgeschrieben werden. Eine hohe Produktqualität und anforderungsgerechte Anlagenverfügbarkeit sowie der effiziente Einsatz von Energie und Betriebsstoffen sind Aufgabenstellungen der Instandhaltung, die sowohl in der Vergangenheit als auch in der Zukunft eine hohe Bedeutung für die Wertschöpfung produzierender Unternehmen in Deutschland haben werden.

Über den VDI, den WVIS Wirtschaftsverband Industrieservice und über Initiativen wie FOKUS INSTANDHALTUNG, in der auch der VDI-Fachausschuss vertreten ist, sollen zu ausgewählten Aspekten neben den Instandhaltungsverantwortlichen in Unternehmen führende Branchen- und Wirtschaftsvertreter mobilisiert sowie die Politik sensibilisiert werden. Das VDI-Expertengremium will außerdem über Richtlinien und Handlungsempfehlungen eine breitere Öffentlichkeit zu den anstehenden Entwicklungen sowie deren Effekte und Potenziale informieren.

Die Gliederung und die Inhalte des vorliegenden Buches orientieren sich am aktuellen Stand der gemeinsam im VDI-Fachausschuss definierten Roadmap Instandhaltung, wobei hier nicht jeder Aspekt bzw. nicht jeder Aspekt im Detail betrachtet werden kann. Dazu ist die Komplexität der Einflussfaktoren und der Abhängigkeiten untereinander zu groß. Den Instandhaltern in der betrieblichen Praxis gibt sie aber Orientierung, wodurch und ggf. auch wie sich ihr Arbeitsgebiet ändern wird.

Inhaltsverzeichnis

Teil I Organisation und Management der Instandhaltung

1	Chronik der Instandhaltung – Schlaglichter einer Entwicklung	3
	Hans-Werner Gohres und Jens Reichel	
1.1	Einführung	3
1.2	1850 bis 1900 Erste industrielle Revolution – Industrie 1.0	4
1.3	1900 bis 1950 Zweite industrielle Revolution – Industrie 2.0	4
1.4	1950 bis 1970 Industrieller Wiederaufbau	5
1.5	1970 bis 2010 Dritte industrielle Revolution – Industrie 3.0	7
1.6	2000 bis 2008 Reifephase von Industrie 3.0	11
1.7	2009 Instandhaltung in der Finanzkrise	12
1.8	2010 bis 2016 Vierte industrielle Revolution – Instandhaltungsentwicklung im Rahmen von Industrie 4.0	12
2	Instandhaltungsmanagement in Ganzheitlichen Produktionssystemen . .	15
	Uwe Dombrowski und Jonas Wullbrandt	
2.1	Einführung	16
2.2	Historische Entwicklung Ganzheitlicher Produktionssysteme	16
2.2.1	Das Toyota Produktionssystem	16
2.2.2	Lean Production	17
2.2.3	Ganzheitliche Produktionssysteme	18
2.2.4	Ganzheitliche Produktionssysteme als Bestandteil einer Unternehmenskultur	19
2.3	Aufbau Ganzheitlicher Produktionssysteme	20
2.3.1	Struktureller Aufbau	20
2.3.2	Inhaltlicher Aufbau	22
2.4	Die Rolle der Instandhaltung bei der Einführung eines Ganzheitlichen Produktionssystems	24
2.5	Einsatz von GPS-Gestaltungsprinzipien und Methoden in der Instandhaltung	26
2.5.1	Standardisierung	26

2.5.2	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	27
2.5.3	Vermeidung von Verschwendung	28
2.5.4	Visuelles Management	30
2.5.5	Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung	31
2.6	Fazit	33
	Literatur	34
3	Value Chain Service im Asset Management	35
	Andreas Weber und Jens Reichel	
3.1	Einleitung	36
3.2	Asset Management nach ISO 55000 und neue Möglichkeiten durch die Digitalisierung	36
3.3	Rollen des Instandhalters als Asset Manager	39
3.3.1	Instandsetzer	39
3.3.2	Ganzheitlicher Anlagenmanager	39
3.3.2.1	Lebenszykluskostenoptimierung	39
3.3.2.2	Ressourceneffizienz	40
3.3.2.3	Technologische sowie Leistungsanpassung	40
3.3.2.4	Verfügbarkeitsoptimierung	40
3.3.2.5	Nachhaltigkeit	40
3.3.2.6	Implementierung neuer Technologien	41
3.3.2.7	IT-Sicherheit in produktionsnahen Informationssystemen	41
3.3.2.8	Sicherstellung des Compliance-konformen Anlagenbetriebs	42
3.4	Instandhaltung als Treiber der Optimierung im Asset Life Cycle	42
3.5	Kulturwandel: Steigern der Umsetzungsgeschwindigkeit	44
3.6	Instandhaltung als Wegbereiter der Digitalisierung	45
3.7	Die Instandhaltung als Value Chain Service und damit Verbindungsknoten zwischen Asset Life Cycle und Supply Chain	46
3.8	Schlussfolgerungen	47
3.9	Ausblick	48
	Literatur	48
4	Der Weg von einer produktionsintegrierten Instandhaltung zum erfolgreichen, outgesourceten Dienstleister	49
	Friedrich Luther	
4.1	Einleitung	49
4.2	Die produktionsintegrierte Instandhaltung in einem Maschinenbau-Unternehmen (1950–1990)	50
4.3	Interne zentrale Dienstleistungs-AUE Instandhaltung (1990–1993)	51

4.4	Einführung von Kaizen und TPM in der Instandhaltung und im Unternehmen (1993–1999)	53
4.5	Die Instandhaltung wird Profit-Center (1999–2001)	56
4.6	Outsourcing des Profit-Centers Instandhaltung – Gründe und Zielsetzung	58
4.7	Outsourcing des Profit-Centers Instandhaltung im Jahr 2001 – Prozessablauf	59
4.8	Outsourcing des Profit-Centers Instandhaltung – Bewertung	61
4.9	Zusammenarbeit mit den Betreibern – Bewertung aus Sicht der outgesourcten Niederlassung	61
4.10	Zukünftige Weiterentwicklung der strategischen Partnerschaft	64
	Literatur	65
5	Instandhaltung und Asset Management	67
	Lennart Brumby	
5.1	Instandhaltung als Teil des Plant Asset Managements	67
5.2	Normen und Standards zum Asset Management	70
5.3	Digitale Lebenslaufakte einer Anlage als Basis für Asset-Informationssysteme	74
5.4	Total Asset Management	79
5.5	Asset Management als organisatorische Grundlage der Industrie 4.0	86
5.6	Ausblick	87
	Literatur	88
6	Wie LCC-Management die Produktionstechnik und die Instandhaltung verändert	91
	Manfred Zick	
6.1	Einführung	91
6.2	Entwicklung von Lebenszykluskosten-Management	91
6.3	Einsatzbeispiele von Lebenszyklusmanagement bei Betreibern (Fall 1: LCC-M bzw. TCO)	93
	6.3.1 Ford-Werke	93
	6.3.2 Daimler AG	95
	6.3.3 Weitere Anwender	97
6.4	Einsatzbeispiele von Lebenszyklusmanagement in der Entwicklung (Fall 2: Design to LCP)	98
	6.4.1 SEW Eurodrive Antriebe	98
	6.4.2 Agfa Medizintechnik	98
	6.4.3 MAG (Hüller Cross Ex-Cell-O) Werkzeugmaschinen	99
	6.4.4 Heller Werkzeugmaschinen	99
	6.4.5 EMAG Werkzeugmaschinen	99
6.5	Zusammenfassung und Ausblick	99
	Literatur	100

7	Entwicklung und methodische Verbesserung der Arbeitssicherheit in der Instandhaltung	101
	Marek Galinski und Andreas Hennen	
7.1	Einleitung	101
7.2	Unfallentwicklung 1970 bis heute	102
7.3	Die Ansatzpunkte in der Sicherheitsarbeit	103
	7.3.1 Ansatzpunkt: Abteilung Arbeitssicherheit ist „Motor“ der Unfallverhütung (1970–1993)	104
	7.3.2 Ansatzpunkt: Arbeitssicherheit ist Führungsaufgabe	108
	7.3.3 Ansatzpunkt: Wir (alle) sind für Arbeitssicherheit verantwortlich	119
7.4	Entwicklung der Sicherheitsarbeit ab 2008	121
7.5	Zusammenfassung	130
7.6	Ausblick	133
	Literatur	133
8	Die Bedeutung einer zustandsorientierten Instandhaltung	135
	Wilhelm Hodapp	
8.1	Einleitung	135
8.2	Anforderungen an die Instandhaltung	136
8.3	Instandhaltungsstrategien	137
8.4	Die Nutzung von Betriebsmitteln	139
8.5	Funktion und Ausfallrisiko	142
8.6	Inspektionstechniken und Anwendungsbeispiele	144
8.7	Qualität und Fähigkeitsnachweis	146
8.8	Messtechniken und Anwendungsbeispiele	148
8.9	Ausblick und Resümee	150
	Literatur	152
9	Moderne Qualifizierung für neue Betriebsleiter und Betriebsingenieure – eine wichtige Investition in die Zukunft	153
	Oliver Franta	
9.1	Einführung	153
9.2	Ausgangssituation	154
9.3	Aufgaben von Betriebsleitern und -ingenieuren	154
9.4	Weiterentwicklung des Trainingsprogramms	156
9.5	Ergebnisse und Ausblick	159
10	Wandel von Instandhaltungsarbeit	161
	Katja Gutsche und Bernd-Friedrich Voigt	
10.1	Veränderungen in der produktiven Instandhaltung	162
	10.1.1 Wandel hin zu einer Smart Maintenance	162
	10.1.2 Strukturelle Herausforderungen in der Instandhaltung	164

10.1.3	Instandhaltung und Dienstleistung	165
10.2	Anforderungen an den Instandhalter	167
10.2.1	Rollenvielfalt des Instandhalters	167
10.2.2	Der Instandhalter 4.0	168
10.3	Qualifikationen und Kompetenzen des Instandhalters 4.0	169
10.3.1	DIN-EN 15628	169
10.3.2	Kompetenzanforderungen an den Instandhalter	171
10.3.3	Qualifikationsrahmen des Instandhalters	174
10.3.4	Implikationen für die Employability	175
10.4	Zusammenfassung und Ausblick	176
	Literatur	178
11	Obsoleszenzmanagement	181
	Björn Bartels und Jean Haeffs	
11.1	Einleitung	181
11.2	Grundlegende Konzepte des Obsoleszenzmanagements	183
11.2.1	Reaktives OM	185
11.2.1.1	Arten der Bauteilbevorratung	187
11.2.2	Proaktives OM	188
11.2.2.1	Lebenszyklus- und Risikoanalyse	189
11.2.2.2	Zulassungen	189
11.2.3	Strategisches OM	190
11.2.3.1	Marktentwicklung/Lieferantenmanagement	190
11.2.3.2	Einflussmöglichkeit des Kunden auf den Lieferanten	190
11.2.3.3	Vertragsmanagement – Rechte und Pflichten in Verträgen	191
11.2.3.4	Personalmanagement	192
11.2.3.5	Technologiemanagement	192
11.2.3.6	Redesign	193
11.2.4	Konzeptionelles OM	194
11.2.4.1	Organisatorische Einordnung des OM im Unternehmen	194
11.2.4.2	Einbindung von Dienstleistern (Service-Providern) in das Obsoleszenzmanagement	195
11.2.4.3	Absicherung von IT-Struktur/Software/Cloud durch Service-Provider	195
11.2.4.4	OM-Plan	195
11.3	Zusammenfassung	196
	Literatur	197

12	Ein Lehrstück!	199
	Hartmut Giesler	

Teil II Technologie

13	Informations- und Kommunikationstechnologien für die Instandhaltungsplanung und -steuerung	205
	Thomas Zapp, Philipp Jussen und Michael Kurz	
13.1	Einführung und Aufgaben der Instandhaltung	206
13.2	Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssysteme – Begriff und Ziele des Einsatzes	207
13.2.1	Definition und Beschreibung	207
13.2.2	Ziele des IPS-System-Einsatzes	208
13.3	Entwicklung der IT-Systeme in der Instandhaltung	211
13.4	Elemente und Funktionen des IPS-Systems	212
13.4.1	IPS-Module zur Unterstützung von Wartung, Instandsetzung und kontinuierlicher Verbesserung	212
13.4.1.1	Objekt-, Personal- und Betriebsmittelmanagement	213
13.4.1.2	Auftragsmanagement	213
13.4.1.3	Ereignis- und Störfallmanagement	213
13.4.1.4	Mangelerfassung	214
13.4.1.5	Dokumentenmanagement	214
13.4.1.6	Lager- und Warenwirtschaft	214
13.4.1.7	Kosten- und Budgetverwaltung	215
13.4.1.8	Berichte und Reporting	215
13.4.1.9	Einsatzplanung	215
13.4.1.10	Projektplanung	215
13.4.2	Mobile Systeme in der Instandhaltung	216
13.5	Schnittstellen des IPS-Systems	217
13.6	Systemauswahl und -einführung	218
13.7	Die Zukunft der IPS-Systeme	220
	Literatur	221
14	Zukunftstrends der Qualifizierung für Fachkräfte in der Instandhaltung	223
	Tina Haase und Wilhelm Termath	
14.1	Veränderungen der Instandhaltungsprozesse durch Industrie 4.0 und Konsequenzen für die Qualifizierung	223
14.2	Anforderungen an die Gestaltung von Lernsystemen	225
14.3	Anforderungen an die Gestaltung technologiebasierter Assistenzsysteme	228

14.4	Zukunftsszenario: Instandhaltung 4.0 in der Stahlindustrie	231
14.5	Zukunftsszenario: Instandhaltung 4.0 in der Prozessindustrie	234
	Literatur	235
15	Infrarot-Thermografie in der Instandhaltung der chemischen Industrie .	239
	Christian Huber	
15.1	Infrarot-Thermografie als Methode des Condition Monitoring	239
15.2	Maßnahmen zur Sicherung von Qualität und Effizienz der Anwendung	240
15.3	Infrarot-Thermografie als Messmethode und Bedingungen für den Einsatz zur Fehlerdiagnose	240
15.4	Typische Anwendungen der Infrarot-Thermografie in der Instandhaltung	242
15.5	Umfang des Einsatzes der Infrarot-Thermografie in den jeweiligen Anwendungsgebieten	243
15.6	Beispiele aus dem Anwendungsgebiet Maschinen- und Anlagentechnik	245
15.6.1	Aufgabenstellung: Wärmedurchgang mehrschichtige Wand .	245
15.6.2	Aufgabenstellung: Wärmeisolierung mit Wärmeleitung über Konstruktionsteile	247
15.6.3	Aufgabenstellung: Erkennen von Waddickenverringerng . .	248
15.6.4	Aufgabenstellung: Betrieb im spezifizierten Bereich; Kennlinie, Stoffströme	249
15.6.5	Aufgabenstellung: Erkennung von Innenbelag in Rohrleitungen	252
15.7	Ausblick	254
	Literatur	254
16	Anwendungsgebiete und Nutzen der RFID-Technologie in der Instandhaltung	255
	Gerhard Müller und Cathrin Plate	
16.1	Einleitung	255
16.2	Anwendung von RFID in der Instandhaltung	256
16.2.1	Identifizierung von Instandhaltungsobjekten	258
16.2.2	Datenspeicherung direkt am Objekt	259
16.2.3	Lokalisierung von mobilen Objekten	260
16.2.4	Zustandsbestimmung über Zeit und den Prozess	261
16.3	RFID in der Instandhaltung – Was bringt die Zukunft?	262
16.4	Zusammenfassung	264
	Literatur	265

17	Qualifizierung und Assistenz von Fachkräften in der Instandhaltung mit VR-Technologien	267
	Jürgen Beuting und Wilhelm Termath	
17.1	Einleitung	267
17.2	Anforderungen an die Qualifizierung von Fachkräften in der Instandhaltung	268
17.3	Lernen im Arbeitsprozess	269
17.4	Qualifikationen und Kompetenzen	270
17.5	Qualifizierung und Transfer von Erfahrungswissen	272
17.6	Lösungsansatz: Virtuell-interaktive Lernumgebungen	272
17.7	Evaluation des Einsatzes virtuell-interaktiver Lernumgebungen	274
17.8	Ausblick und Perspektiven	274
	Literatur	275
18	Kombinierter Einsatz von RFID zur Lebenszyklusverfolgung mobiler Betriebsmittel	277
	Michael Ließmann und Klaus Richter	
18.1	Einleitung	278
18.2	Verfolgung mobiler Betriebsmittel	278
	18.2.1 Lebenslaufverfolgung einer Kokille	279
	18.2.2 Auftragsmanagement mittels SAP-PM	280
	18.2.3 Konkrete Problemlage	281
18.3	Das Kokillenverfolgungssystem	282
18.4	Nutzen der automatisierten Kokillenverfolgung	284
18.5	Ausblick	285
	Literatur	285
19	Instandhaltungs-Cockpit	287
	Esra Sahan und Victoria Reuter	
19.1	Einleitung	287
19.2	Kennzahlen und Kennzahlensystem	288
19.3	Projekt IH-Cockpit	291
	19.3.1 Ausgangslage und Problemstellung	291
	19.3.2 Zielsetzung und Ist-Analyse	292
	19.3.3 Kennzahlen der Technologiefabrik Powertrain	294
	19.3.4 QlikView	297
	Literatur	300

Teil III Markt

20	Industrieservice 4.0	303
	David Merbecks	
20.1	Innovationen und Standardisierung von Dienstleistungen für die Industrie 4.0	303
20.2	Standards für Industrieservice	304
20.3	Leuchtturmprojekte Themensammlung von Best-Practices	304
20.4	Abstimmung mit Forschung und Europäischen Verbänden	305
20.5	WVIS-Branchenmonitor bestätigt Trend	305
20.6	Menschen bewegen Industrie – Qualifizierung für Industrieservice 4.0	306
	20.6.1 Handwerkerpass – Maintenance-Skills-Passport	306
	20.6.2 WVIS academy und Trainingsakademie bieten Main-Cert-Lehrgang an	307
21	Neue Servicekonzepte in der Instandhaltung am Beispiel der Prozessindustrie	309
	Götz Lauschke und Wilhelm Otten	
21.1	Einleitung	309
21.2	Entwicklung der Service-Strukturen in der Prozessindustrie	310
21.3	Alternative Geschäftsmodelle	312
21.4	Optimierung am Beispiel des Leistungsbündels Pumpen	317
21.5	Erfahrungen und Erkenntnisse	320
21.6	Ausblick	322
	Literatur	323
22	Optimiertes Aggregate Management: Chancen zur Kostensenkung durch „Poolen“ von Aggregaten und „Bündeln“ von Leistungen	325
	Dietmar Zarbock und Werner Bachem	
22.1	Einleitung	325
22.2	Der Chemiapark Knapsack	326
22.3	Anforderungen der Chemieindustrie an die Fluidtechnik	327
22.4	Vorteile eines Aggregatepools	327
22.5	Root Cause Analysis in der Praxis	329
	22.5.1 Beispiel RCA im Produktbereich Salz-Rohsohle	330
	22.5.2 Beispiel RCA für Rückkühlwasser Chemikalienkühler	330
22.6	Life Cycle Costing – Modewort oder Wettbewerbsvorteil?	331
	22.6.1 Beispiel LCC-Analyse im Produktbereich Monochloressigsäure	333
	22.6.2 Beispiel LCC-Analyse von Motoren für Kühlwasserpumpen	333
22.7	Qualitätssicherung	334
22.8	Dokumentation	334

22.9	Unternehmensformen	335
22.10	Resümee und Ausblick	335
	Literatur	336
23	Vom Kollegen zum Geschäftspartner – Instandhaltung aus Sicht eines outgesourceten Industriedienstleisters	337
	Stefan Grüßer und Heinz-Wilhelm Loeven	
23.1	Einleitung	338
23.2	Kurzvorstellung InfraServ Knapsack	338
23.3	Festlegung der Kernarbeitsgebiete	340
23.4	Dienstleistungsorientierung	341
	23.4.1 Basis der Zusammenarbeit	341
	23.4.2 Monitoring der Leistung	343
23.5	Gestaltung der Zusammenarbeit	343
	23.5.1 Vollständige Kommunikation	343
	23.5.2 Lernschleifen	344
23.6	Transparente Instandhaltungsleistung	345
	23.6.1 Online Kennzahl am Beispiel Entstördienst	346
	23.6.2 Instandhaltungsdokumente über Internet	346
	23.6.3 Meldungswesen über Internet	347
23.7	Resümee	347
24	Smart Maintenance	349
	Helmut Mühlnickel, Cäcilia Maria Kurz, Philipp Jussen und Roman Emonts-Holley	
24.1	Einleitung	350
	24.1.1 Neue Herausforderungen zukünftiger Instandhaltung durch Industrie 4.0	350
	24.1.2 Nutzen und Potenziale für ein neues Instandhaltungsmanagement	351
24.2	Entwicklung der Instandhaltung	352
	24.2.1 Smart Maintenance: Umsetzung eines integrativen Produktions-Instandhaltungssystems	356
24.3	Rolle des Menschen in der Instandhaltung der Zukunft	357
	24.3.1 Schnittstelle: Technik-Organisation	358
	24.3.2 Schnittstelle: Mensch-Organisation	358
	24.3.3 Schnittstelle: Mensch-Technik	359
24.4	Zusammenfassung	359
	Literatur	360

25	Smart Services – Datenbasierte Dienstleistungen in der Instandhaltung	361
	Marcus Schnell, Philipp Jussen und Benedikt Moser	
25.1	Einleitung	362
25.2	Digitale Daten als Grundlage neuer Dienstleistungen	363
25.2.1	Wissensgenerierung auf Basis von Daten	363
25.2.2	Möglichkeiten der Datenanalyse	364
25.3	Datenbasierte Dienstleistungen in der Instandhaltung	366
25.4	Datenbasierte Geschäftsmodelle	368
25.5	Möglichkeiten für den Einsatz von datenbasierten Diensten bei der BELFOR DeHaDe GmbH	369
25.5.1	Unternehmen BELFOR DeHaDe GmbH	369
25.5.2	Einsatzmöglichkeiten von datenbasierten Diensten bei der BELFOR DeHaDe GmbH	370
25.6	Zusammenfassung und Ausblick	371
	Literatur	372
Teil IV Standardisierung und Normung		
26	VDI-Richtlinien – Mit Technischen Regeln Wirtschaftlichkeit erhöhen und Standards setzen	377
	Jean Haeffs	
26.1	Der Verein Deutscher Ingenieure e. V.	377
26.2	VDI-Richtlinien – „Kochrezepte von Ingenieuren für Ingenieure“	378
26.3	VDI-Hauptausschuss Instandhaltung	380
26.4	Zusammenfassung	383
	Weiterführende Literatur	383
27	Normen und Standards als Grundlage einer modernen Instandhaltung	385
	Lennart Brumby	
27.1	Warum Normen und Standards für die Instandhaltung unverzichtbar sind	385
27.2	Der Normungsprozess	387
27.3	Aktuelle Normen und Standards der Instandhaltung	388
27.4	VDI-Richtlinien zur Instandhaltung	390
27.5	Normung zur Industrie 4.0 aus der Sicht der betrieblichen Instandhaltung	391
	Literatur	394
	Sachverzeichnis	395

Autorenverzeichnis



Werner Bachem

InfraServ GmbH & Co. Knapsack KG, Salesmanager Industrielle Instandhaltung

Jahrgang 1966

Bachem absolvierte von 1983 bis 1986 eine Ausbildung zum Betriebsschlosser bei der Hoechst AG, Werk Knapsack, und von 1986 bis 1990 eine berufsbegleitende Weiterbildung zum staatlich geprüften Maschinenbautechniker. Von 1986 bis 1998 arbeitete er als Betriebsschlosser in verschiedenen chemischen Produktionsbetrieben der Hoechst AG, Werk Knapsack, u. a. verantwortlich für das Planen und Koordinieren von Anlagenstillständen und Kleinprojekten sowie Vertretungen von Führungskräften. Zwischen 1998 und 2007 wirkte er als technischer Angestellter in der Projekt- und Baustellenleitung bei der InfraserV GmbH & Co. Knapsack KG. Nach dem Abschluss der Weiterbildung zum technischen Betriebswirt ist er seit 2007 Salesmanager für das Geschäftsfeld Industrielle Instandhaltung.



Björn Bartels, M. Sc. Dipl.-Wi-Ing.

AMSYS GmbH, Geschäftsführender Gesellschafter

Jahrgang 1985

Bartels hat einen Master-Abschluss im Fachbereich International Business sowie ein deutsches Diplom als Wirtschaftsingenieur. Seine Expertise sind Kernkompetenzen und Taktiken im Obsoleszenz Management, wobei er reaktive, proaktive und strategische Obsoleszenz Management Systeme in einer Vielzahl von Unternehmen erfolgreich entwickelt, implementiert und geleitet hat.