



**Eine Studie zum Reifegrad von
Instandhaltungsorganisationen der DACH-Region**

Benchmark – Instandhaltung

Benchmark – Instandhaltung

Praxiswissen für Ingenieure – Instandhaltung

Herausgegeben von o.Univ.Prof.Dr. Hubert Biedermann
Department Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
an der Montanuniversität Leoben



Dieser Titel wurde von der
ÖVIA (Österreichische Vereinigung für
Instandhaltung und Anlagenwirtschaft) erstellt.

Praxiswissen Instandhaltung

**Eine Studie zum Reifegrad von
Instandhaltungsorganisationen der DACH-Region**

TÜV Media

Benchmark – Instandhaltung

H. Biedermann (Hrsg.)

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

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

ISBN 978-3-7406-0360-1 (Print)
ISBN 978-3-7406-0365-6 (E-Book)

© by TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland Group, Köln 2018
® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken.
Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
Gesamtherstellung: TÜV Media GmbH, Köln 2018
www.tuev-media.de

Inhaltsverzeichnis

Autorenverzeichnis	7
1 Instandhaltungsbenchmarking – Instrumente des Innovationsmanagements <i>Hubert Biedermann</i>	9
1.1 Einleitung und Grundbegriffe	9
1.2 Ziele und Erfolgsfaktoren der Instandhaltung als Orientierungsgrößen des Benchmarkings	12
1.3 Benchmarkingrelevante Elemente (Prozesse) des Managementsystems „Instandhaltung“	14
1.4 Zusammenfassung und Ausblick	17
2 Bewertungskategorien & Studienergebnisse	19
2.1 Umfang der Studie und Branchenzuordnung der berücksichtigten Firmen <i>Theresa Passath, Hubert Biedermann</i>	19
2.2 Bewertungskategorie Ablauforganisation <i>Johann Jungwirth</i>	24
2.3 Bewertungskategorie Aufbauorganisation <i>Alfred Kinz</i>	34
2.4 Bewertungskategorie Ersatzteilmanagement <i>Robin Kühnast</i>	45
2.5 Bewertungskategorie Instandhaltungsprävention <i>Theresa Passath</i>	53
2.6 Bewertungskategorie Instandhaltungsstrategie <i>Alfred Kinz</i>	68
2.7 Bewertungskategorie IT-Struktur <i>Robin Kühnast</i>	77
2.8 Bewertungskategorie KVP <i>Hanna Jöchlinger</i>	87
2.9 Bewertungskategorie Managementsysteme und -konzepte <i>Katharina Mertens</i>	92

2.10	Bewertungskategorie Methoden- und Instrumenteneinsatz	108
	<i>Robin Kühnast</i>	
2.11	Bewertungskategorie Schulung / Training / Mitarbeitermotivation	114
	<i>Katharina Mertens</i>	
2.12	Bewertungskategorie Zielsystem / Controlling / Kennzahlen	121
	<i>Robert Bernerstätter</i>	
3	Ausblick in die Zukunft und Diskussion	134
3.1	Condition Monitoring	134
	<i>Katharina Mertens</i>	
3.2	Big Data Analytics, Predictive Maintenance und Schwachstellenanalyse	135
	<i>Robert Bernerstätter</i>	
3.3	Diskussion der Ergebnisse der Benchmarkstudie	139
	<i>Hubert Biedermann, Robin Kühnast</i>	

Autorenverzeichnis

Robert Bernerstätter

Dipl.-Ing., Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
Montanuniversität Leoben

Hubert Biedermann

o.Univ.-Prof. Dr.mont., Departmentleiter, Präsident der ÖVIA
Department für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
Montanuniversität Leoben

Johann Jungwirth

MSc., Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
Montanuniversität Leoben

Hanna Jöchlinger

MSc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
Montanuniversität Leoben

Alfred Kinz

Dr.mont., Global Maintenance Manager
Alpla Kunststoff GmbH
Hard

Robin Kühnast

Dipl.-Ing., Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
Montanuniversität Leoben

Katharina Mertens

Dipl.-Ing., Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
Montanuniversität Leoben

Theresa Passath

Dipl.-Ing., Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
Montanuniversität Leoben

1 Instandhaltungsbenchmarking – Instrument des Innovationsmanagements

H. Biedermann

1.1 Einleitung und Grundbegriffe

Benchmarking stellt ein Analyse- und Orientierungsinstrument dar, das durch kontinuierlichen Vergleich von Produkten, Dienstleistungen, Prozessen, Instrumenten und Methoden mit (mehreren) Unternehmen oder Organisationseinheiten die Leistungslücken systematisch identifiziert. Diese sollten analysiert und wenn möglich quantifiziert (gemessen) und an Vergleichsgrößen gespiegelt werden um zu ergründen, warum diese Unterschiede bestehen und welche Verbesserungsmöglichkeiten es gibt.

Gegenstand der Untersuchung sollten ferner Verhalten, Einstellungen und Werthaltungen im Rahmen der Unternehmenskultur der analysierten Organisation(einheiten) sein.

Instandhaltungsbenchmarking wird hier verstanden als permanenter Prozess im Konzept der schlanken, wissens- und lernbasierten Instandhaltung (lean smart maintenance) zur Identifikation von Best Practice Lösungen als Basis zur Leistungsverbesserung durch kontinuierlichen externen Vergleich. Dieser fokussiert auf die Strategie, die Organisation und den Prozess der Leistungserstellung im Rahmen des Instandhaltungsmanagements und schließt die Organisationskultur mit ein.

Gemäß dieser Ausführungen sind die in Tab. 1 aufgeführten gemeinsamen Grundgedanken ersichtlich.

Tab. 1: Gemeinsame Merkmale unterschiedlicher Benchmarkingsichten¹

Merkmal	Erläuterung
Kontinuierlicher Prozess	Prozess der langfristig betrieben und implementiert sein muss. Ständige Suche nach den „Klassenbesten“
Vergleichen, Messen und Beurteilen	Die Leistungslücke zu den Besten und damit zugleich das eigene Verbesserungspotenzial ist möglichst qualitativ <u>und</u> quantitativ aufzuzeigen.
Lernaspekt	Das Verständnis der Managementprozesse steht im Vordergrund (qualitativer Aspekt und sein quantitativer Effekt).
Blick nach außen	Permanentes Vergleichen und Messen mit Unternehmen den Lernprozess institutionalisieren.

Die Benchmarking-Aktivitäten können hinsichtlich der Auswahl des Benchmarking-Objektes und des Unternehmens (der Organisationseinheit, hier Instandhaltung) in internes, wettbewerbsorientiertes und funktionales Benchmarking eingeordnet werden, wobei man gemäß des Unternehmens/Betriebes zwischen internem und externem Benchmarking unterscheidet.

¹ Biedermann, H. (1998), S. 28

In Tab. 2 sind die verschiedenen Benchmarking-Arten mit ihren wesentlichen Vor- und Nachteilen zusammengefasst.

Tab. 2: Benchmarking-Arten²

Typ	Definition	Vorteile	Nachteile
Internes Benchmarking	Vergleich und Analyse ähnlicher IH-Tätigkeiten oder -Prozesse innerhalb eines Unternehmens oder mit assoziierten Unternehmen bzw. Unternehmen in gemeinsamen Verbänden	<ul style="list-style-type: none"> • Lernprozess im eigenen Bereich • Einfache Datenerfassung • Gute Vergleichbarkeit • Gute Ergebnisse für diversifizierte Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränkter Blickwinkel • Interne Vorurteile
Wettbewerbsorientiertes Benchmarking	Vergleich und Analyse des IH-Managements mit seinen Zielen, Strategien, Prozessen, Instrumenten und Methoden bei direkten Mitbewerbern	<ul style="list-style-type: none"> • IH-relevanter Managementvergleich • Vergleichbare IH-Objekte und damit gute Möglichkeit der Leistungsorientierung • Eigenes Position im Wettbewerb 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwierige Datenerfassung • Eingeengte Branchensicht • Gefahr der Übernahme von Suboptima • Gefahr, dass Schwächen verschwiegen werden • Compliance Probleme
Funktionales Benchmarking (generic benchmarking, best practice benchmarking)	Vergleich und Analyse der Werteorientierung im asset management sowie von Zielen, Strategien, Prozessen, Methoden und Funktionsrealisierungen der Instandhaltung von Unternehmen, die in keinem Wettbewerbsverhältnis stehen.	<ul style="list-style-type: none"> • Hohes Potenzial für innovative Lösungen • Breiteres Ideenspektrum • Bessere Akzeptanz von Lösungen • Leichterere Datenzugang 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleichbarkeit oftmals schwierig daher zeitaufwendige Analyse • Eventuell schwierige Übertragung der Methoden auf die eigene Instandhaltung

Wettbewerbsorientiertes Benchmarking wird für Produkte und Dienstleistungen seit geraumer Zeit angewandt, in dem die Mitbewerber systematisch analysiert werden. Es ist zweckmäßig mit *Internem Benchmarking* zu beginnen, um sich mit der Methodik sowie der Dokumentation der eigenen Managementausprägungen und deren Quantifizierung vertraut zu machen. Die Informationsbeschaffung ist problemloser als bei den weiteren Benchmarking - Methoden; man kann sich auf das methodische Vorgehen konzentrieren. Hierbei ist es möglich, die eigenen Prozesse, Schwächen und Stärken kennen zu lernen, wobei verständlich ist, dass erst der Schritt nach außen wirklich neue Ansätze für Verbesserungen bringt. Erfahrungsgemäß haben die Ergebnisse des *wettbewerbsorientierten*

² Biedermann, H. (1998), S. 28

Benchmarkings eine hohe Akzeptanz, weil es sich um ähnliche Prozesse und Instandhaltungsleistungen handelt. Sie ergeben Transparenz über die eigene Position im Wettbewerb. Allerdings ist die direkte Informationsbeschaffung deutlich erschwert und setzt kooperatives Verhalten voraus welches durch oftmals strenge Compliance Regeln erschwert wird. Mit diesen Rahmenbedingungen hat das *funktionale (branchenübergreifende) Benchmarking* weniger Probleme. Branchenfremdes Benchmarking bietet insbesondere in der Instandhaltung die Möglichkeit zu neuen Lösungen, die für die eigene Branche untypisch sind und innovativen Charakter haben. Allerdings sind aufwendige Analysen und genaue Definitionen von Schnittstellen der Prozesse und Funktionen notwendig, um – insbesondere wenn es um Kennzahlenvergleiche geht – auch nur orientierende Anhaltspunkte zu ermöglichen. Oftmals mangelt an der Akzeptanz der Resultate, die für die spätere Implementierung im eigenen Unternehmen unentbehrlich ist. Je differenter die untersuchte Branche bzw. die anlagentechnischen Herausforderungen zur eigenen Branche sind, umso komplexer sind Prozess- und Managementvergleiche, so dass funktionales Benchmarking mit Bedacht durchgeführt werden muss. Es kann jedoch hohes Innovationspotenzial besitzen.

MERKMAL	MERKMALAUSPRÄGUNG				
Unternehmensgröße	Kleinbetriebe		Mittelständige Betriebe		Großbetriebe
	< 50		≤ 250		250 – 999 1000 und mehr
Auftragsauslösungsart	Produktion auf Bestellung		Produktion auf Bestellung mit Rahmenauftrag		Produktion auf Lager
Fertigungsart	Einmalfertigung		Einzel- und Kleinserienfertigung		Serienfertigung Massenfertigung
Fertigungsablaufart	Baustellenfertigung		Werkstattfertigung		Gruppen/ Linienfertigung Fließfertigung
Fertigungsstruktur	Fertigung mit geringer Tiefe		Fertigung mit mittlerer Tiefe		Fertigung mit großer Tiefe
Unterbrechbarkeit der Produktion	Stückweise Fertigung		Chargenweise Fertigung		Kontinuierliche Fertigung
	diskontinuierliche Fertigung				
Automatisierung	nicht automatisierte Produktion		teilautomatisierte Produktion		vollautomatisierte Produktion
Verkettungsgrad	keine Verkettung		lose Verkettung	starke Verkettung, ohne Taktzwang	starre Verkettung mit Taktzwang
Technischer Zustand der Anlage	technische Kompliziertheit und Komplexität		technische Ausgereiftheit; beherrschte Produktion		zeitbezogener Erhaltungszustand
	gering	hoch	ja	nein	gut schlecht
Modernitätsgrad bzw. Restnutzungsdauer	veraltete Anlagen, kurze Restnutzungsdauer		moderne Anlagen, kurze Restnutzungsdauer		veraltete Anlagen, lange Restnutzungsdauer moderne Anlagen, lange Restnutzungsdauer
Einsatzintensität	material-intensive Produktion	anlagen-intensive Produktion	personal-intensive Produktion	informations-intensive Produktion	energie-intensive Produktion
Sichtmodell	Einschichtig 40 Std./Wo		Diskontinuierlich 80 – 112 Std./Wo		Teilkontinuierlich 120 – 160 Std./Wo Vollkontinuierlich 168 Std./Wo
Produktionsauslastung	kontinuierlich (Menge)		schwankend (Menge)		gleichmäßig (Produkte) schwankend (Produkte)
Branche					

Abb. 1: Beispiele für Merkmale und Merkmalsausprägungen³

³ Nach Biedermann, H. (1998), S. 30

Abb. 1 gibt ein Beispiel für Merkmale und Merkmalsausprägungen, die es gestatten im wettbewerbsorientierten Benchmarking sowie im funktionalen Benchmarking Fertigungstypen zu identifizieren, deren Anforderungen weitestgehend dem Anforderungsprofil der Instandhaltung im eigenen Unternehmen entsprechen.

Im funktionalen Benchmarking bleiben oftmals die Methoden der Problemlösung (z.B. die Strategiewahl) und die zugrundeliegenden Konzepte vergleichbar. Diese Benchmarkingmethodik nutzt bewusst die deutlichen Unterschiede im Leistungsprofil der Instandhaltung verschiedener Branchen und bietet damit oftmals eine gute Ausgangsbasis für innovative Ansätze.

Mit steigender Anlagenintensität, wechselnden Auslastungssituationen, zunehmender Anlagenutzung (teilkontinuierlich bis kontinuierlich), steigender Anlagenverkettung (Prozessindustrie) steigt ganz allgemein der Instandhaltungsbedarf. Im quantitativen Kennzahlen- und methodenvergleich müssen sich diese Branchen- und Unternehmenstypologien am höchsten Reifegrad orientieren.

Der Benchmarking-Prozess zur Steigerung der eigenen Leistung basiert auf einer strukturellen Vorgehensweise, wobei Grundvoraussetzung die Verankerung der Benchmarkkultur im Managementverständnis der Instandhaltung ist. In größeren Unternehmen hat sich der Top-Down-Ansatz als zielführend erwiesen, wobei diesem Ansatz die Gefahr inne wohnt, dass die Ergebnisse nicht vom operativen Management akzeptiert werden.

Eine bewährte und oftmals praktizierte Vorgangsweise ist die Zusammenarbeit mit einem qualifizierten externen Partner, die einen professionellen Einstieg in die komplexe Vorgehensweise und Methodik ermöglicht und zudem die Möglichkeit von Kennzahlenvergleichen bietet. Zur weiteren Strukturierung des Vorgehens in einer Benchmark Studie und insbesondere der permanenten Etablierung im Unternehmen wird auf die jeweils relevanten Kapitel bzw. Abschnitte in diesem Buch verwiesen.

1.2 Ziele und Erfolgsfaktoren der Instandhaltung als Orientierungsgrößen des Benchmarkings

Benchmarking im Instandhaltungsbereich sollte nicht nur der Optimierung der Instandhaltungsprozesse im engeren Sinn (Aufgabenspektrum) dienen, sondern auch der Verbesserung von Prozessen, die den gesamten anlagenwirtschaftlichen Bereich repräsentieren. Sie sollen zur Optimierung des Produktionsfaktors Anlage (Betriebsmittel) langfristig beitragen und wertschöpfend wirken. Beispiele hierfür sind im Bereich der Anlagenentwicklung die instandhaltungsgerechte Konstruktion (Instandhaltbarkeit – Maintainability) oder das life-cycle-orientierte Asset Management. Weitere, zumeist von der Instandhaltung wahrgenommen Aufgaben wie die Errichtung von sicherheitstechnischen Vorkehrungen, die laufende Verbesserung und Weiterentwicklung der Anlagenproduktivität, Verbesserung der Prozessstabilität etc. sind durch sorgfältige Analyse der Stakeholderanforderungen und des Zielsystems an die Instandhaltung mit zu berücksichtigen.

Generell sollte sich die Gestaltung der Instandhaltungsprozesse an den Zielen derselben orientieren, wobei dieselben die Optimierung der gesamten Lebenslaufkosten, die Steigerung der Prozessqualität und natürlich die Vermeidung von Störungen und Ausfällen an den Anlagen beinhaltet. In direkter Ableitung davon ist als Gesamtziel die Senkung der direkten und indirekten Instandhaltungskosten, die Sicherstellung der Qualitätskonstanz der Anlagen (Anlagenzuverlässigkeit), die Sicherstellung der Betreuungskontinuität und die Entwicklung und Beibehaltung umfassender und teamorientierter gestalteter Zusammenarbeit aller funktional an der Produktionsanlage Tätigen, zu verstehen.

Es sollten insbesondere die drei Hauptziele *Produktionssicherungsziel*, *Kostenreduzierungsziel* und *Qualitäts- bzw. Leistungsverbesserungsziel* verfolgt werden. Damit lassen sich die Ziele der Instandhaltungsfunktion den allgemeinen Dimensionen – Kosten, Qualität und Zeit – zuordnen.

Bei der Optimierung von Instandhaltungsprozessen ist neben der Zielorientierung das Erkennen von Erfolgspotenzialen von hoher Bedeutung. Einer der entscheidenden Ansatzpunkte für das Instandhaltungsmanagement ist die Ausgestaltung der Schnittstellen zu den weiteren an der Anlage tätigen funktionalen Organisationsbereichen, die Wahl der anlagenspezifisch unterschiedlich zu gestaltenden Instandhaltungsstrategien sowie das Ressourcenmanagement.

Neben der Wahl der geeigneten Organisationsstruktur und der Personalführung ist dabei ein weites Spektrum im Bereich der Planung, der Durchführung und Kontrolle gegeben und diese sind im Besonderen:

- Eine dynamisch gestaltete Instandhaltungspolitik
- Wahl des Instandhaltungsstrategiemixes und Festlegung von Eingriffszeitpunkten für Instandhaltungsmaßnahmen
- Planung von Art und Umfang der einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen unter Einsatz eines betriebsspezifischen Planungs- und Managementinstrumentarium
- Disposition von Personal, Hilfs- und Betriebsstoffen und Ersatzteilen sowie maschinelle Einrichtung des Instandhaltungsbetriebes (Werkstätten)
- Ablaufplanung und Terminsteuerung der Instandhaltungsmaßnahmen
- Aufwandserfassung und Budgetplanung
- Betriebliche Kontrolle (Anlagenzustand, Ausführung der Maßnahmen)
- Instandhaltungs-Controlling als Bindeglied zwischen Führung und Ausführung (Längsschnittkoordination) und zwischen interdependenten anlagenwirtschaftlichen Teilbereichen (Querschnittskoordination im Sinne von TPM bzw. LSM)
- Einsatz von zieladäquaten Organisationshilfsmittel zur Umsetzung der geplanten Planungs- und Kontrollmaßnahmen (Informationswesen)

Gerade die unterschiedlichen Organisations- und Informationslösungen im gesamten anlagenwirtschaftlichen Management bedingen einer genauen Systemabgrenzung für das vorzunehmende Benchmarking.

Ein System und damit auch die Instandhaltung bzw. der Produktionsbetrieb ist durch seine Elemente und die Beziehungen dieser Elemente untereinander charakterisiert. Die Erreichung und Erhaltung eines leistungsfähigen Zustandes eines Systems hängt entscheidend von der optimalen Ausgestaltung sowohl der Elemente als auch der Beziehungen ab. Dies verdeutlicht, dass die Schwerpunkte in der Beurteilung der Rahmenbedingungen dort gesetzt werden müssen, wo es um Struktur und Ausgestaltung der Instandhaltung an sich (Mitarbeiterstruktur) die Zusammenarbeit mit anderen Funktionsbereichen (Mitarbeitereinsatz) sowie die Gestaltung der Beziehungen zu den weiteren Teilbereichen des Unternehmens (Kunden und Lieferanten) geht.

Zumeist ist das Unternehmensziel an die Instandhaltung zu definieren als:

„Sicherheit und definierte (ggf. maximale) Anlagenverfügbarkeit bei minimalen Gesamtkosten der Instandhaltung.“⁴

⁴ Biedermann, H. (2008), S. 38

Die Gesamtkosten beinhalten sowohl die Kosten der Instandhaltung (Personal-, Material-, Ersatzteil- und Infrastrukturkosten) als auch die Folgekosten der Anlagenstörungen bzw. -ausfälle (Ausfallkosten).

Der Sicherheitsaspekt umfasst die personelle, technische und strukturelle Sicherheit.

In weiterer Folge wird auf die Elemente des Managementsystems „Instandhaltung“ eingegangen, die sich einem kennzahlenorientierten Benchmarking teilweise entziehen aber dennoch in ihrer Ausprägungsform einen wesentlichen Einfluss auf die Gesamteffektivität und -effizienz der Instandhaltung ausüben.

1.3 Benchmarkingrelevante Elemente (Prozesse) des Managementsystems „Instandhaltung“

In zusammenfassender Form werden hier die Kriterien aufgeführt, die im Rahmen eines Benchmarkings ihren Anforderungen nach zu definieren sind und bei deren Erfüllung eine hervorragende „Instandhaltung“ gewährleistet sein dürfte. Dabei werden folgende Elemente des Managementsystems „Instandhaltung“ dargestellt:

- Ziel- und Controllingssystem
- Strategie und Instandhaltungsprävention
- Aufbau- und Ablauforganisation
- Entlohnung/Motivation sowie Schulung/Training
- Ersatzteilmanagement

In der Abb. 2 ist eine grobe Reifegradskalierung der einzelnen Instrumente dargestellt und stichwortartig beschrieben. Dabei ist davon auszugehen, dass durch den zunehmenden Einsatz der IKT-Technologien und der sensorgestützten räumlich verteilten Produktionsressourcen, die in der untersten Ebene dargestellte Ausprägungsform der Instrumenten- bzw. Managementmodellmix sein wird, auf den sich die Instandhaltung in der nächsten Dekade einzurichten hat.

Diese umfassen:

Der Fokus im *Zielsystem* der Instandhaltung wird sich über die klassischen 6 bzw. 8 anlagenbezogenen Verluste der TPM Philosophie erweitern und die Verlustbringer im Bereich des Materials, der Energie und des Menschen berücksichtigen. Dadurch wird die interdisziplinäre Verflechtung die klassische Arbeitsteiligkeit zwischen Engineering, Planung, Produktion, Instandhaltung und Logistik weitgehend aufgehoben.

Im Bereich der *Instandhaltungsstrategie* wird die Bedeutung von daten- und modellbasierten Lebensdauerprognosen steigen. Diese verarbeiten Daten über Prozess- und Anlagenzustände in Echtzeit, prognostizieren das Ausfallverhalten der Anlagen und ermöglichen damit eine optimierte Instandhaltungseinsatzplanung und Ersatzteilbevorratung. Zudem ist es notwendig die zu wählende Instandhaltungsstrategie dynamisch an den Produktionszustand anzupassen.

Im Bereich der *Aufbauorganisation* wird eine deutliche Dezentralisierung in Richtung anlagennaher selbstorganisierender Anlagenteams (Autonome Instandhaltung) komplexitätsreduzierend wirken. Das Aufgabespektrum wird sich verschieben zur raschen Störungursachenidentifikation und der nachhaltigen Schwachstellbeseitigung. Die Resilienzanforderungen an die Mitarbeiter werden sich deutlich erhöhen.