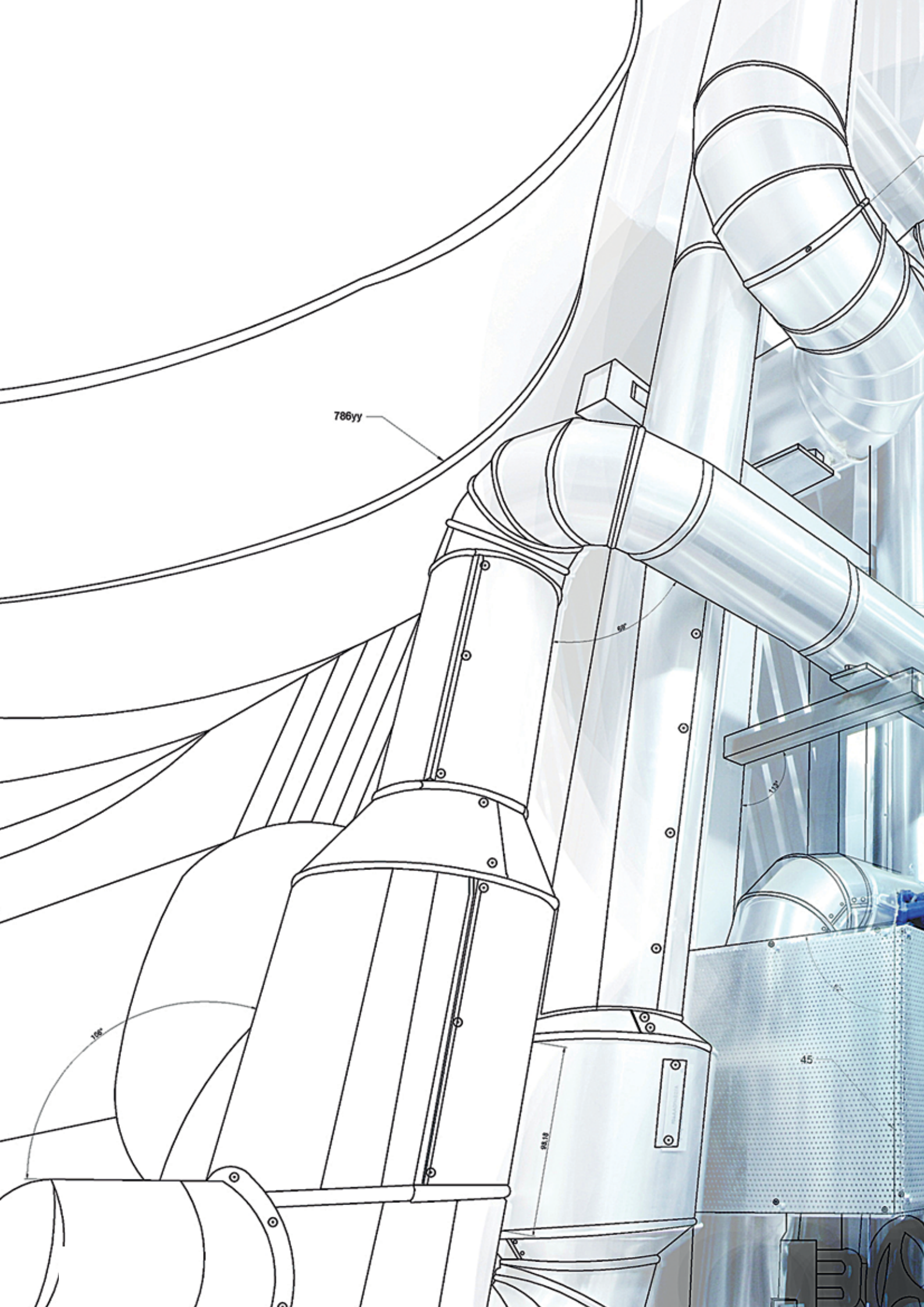


## Return on Maintenance

Paradigmenwechsel in der Instandhaltung  
durch Industrie 4.0

Whitepaper



786yy

90°

132°

108°

45

88.19



# Return on Maintenance

Paradigmenwechsel in der Instandhaltung  
durch Industrie 4.0

Whitepaper

# Impressum

## Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Achim Kampker  
Direktor des FIR e. V. an der RWTH Aachen  
Prof. Dr.-Ing. Volker Stich  
Geschäftsführer des FIR e. V. an der RWTH Aachen

## Autoren:

Dr.-Ing. Philipp Jussen, FIR e. V. an der RWTH Aachen  
Michael Kurz, M. Sc., FIR e. V. an der RWTH Aachen  
Tobias Harland, M. Sc., FIR e. V. an der RWTH Aachen  
Frederick Birtel, M. Sc., FIR e. V. an der RWTH Aachen

## Bildnachweise:

Titelbild © Alex – Fotolia; S. 2 und S. 31: Andrei Merkulov – Fotolia; S. 6: zapp2photo – Fotolia; S. 14 kinwun – Fotolia; S. 20: kras99 – Fotolia; S. 24: AA+W – Fotolia; S. 26: peshkova – Fotolia; S. 29: eventfotograf.in – JRF; Grafiken: © FIR e. V. an der RWTH Aachen

## Korrekturat/Lektorat:

Simone Suchan M.A., FIR e. V. an der RWTH Aachen  
Simon Wensing, B. A., FIR e. V. an der RWTH Aachen

## Gestaltung, Bildbearbeitung, Satz und Layout:

Birgit Kreitz, FIR e. V. an der RWTH Aachen

## Druck:

Druckservice Zillekens, Stolberg/Rhld.

# Lizenzbestimmungen/Copyright

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils gültigen Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© 2017

FIR e. V. an der RWTH Aachen  
Campus-Boulevard 55  
52074 Aachen  
Tel.: +49 241 47705-0  
Fax: +49 241 47705-199  
E-Mail: [info@fir.rwth-aachen.de](mailto:info@fir.rwth-aachen.de)  
[www.fir.rwth-aachen.de](http://www.fir.rwth-aachen.de)



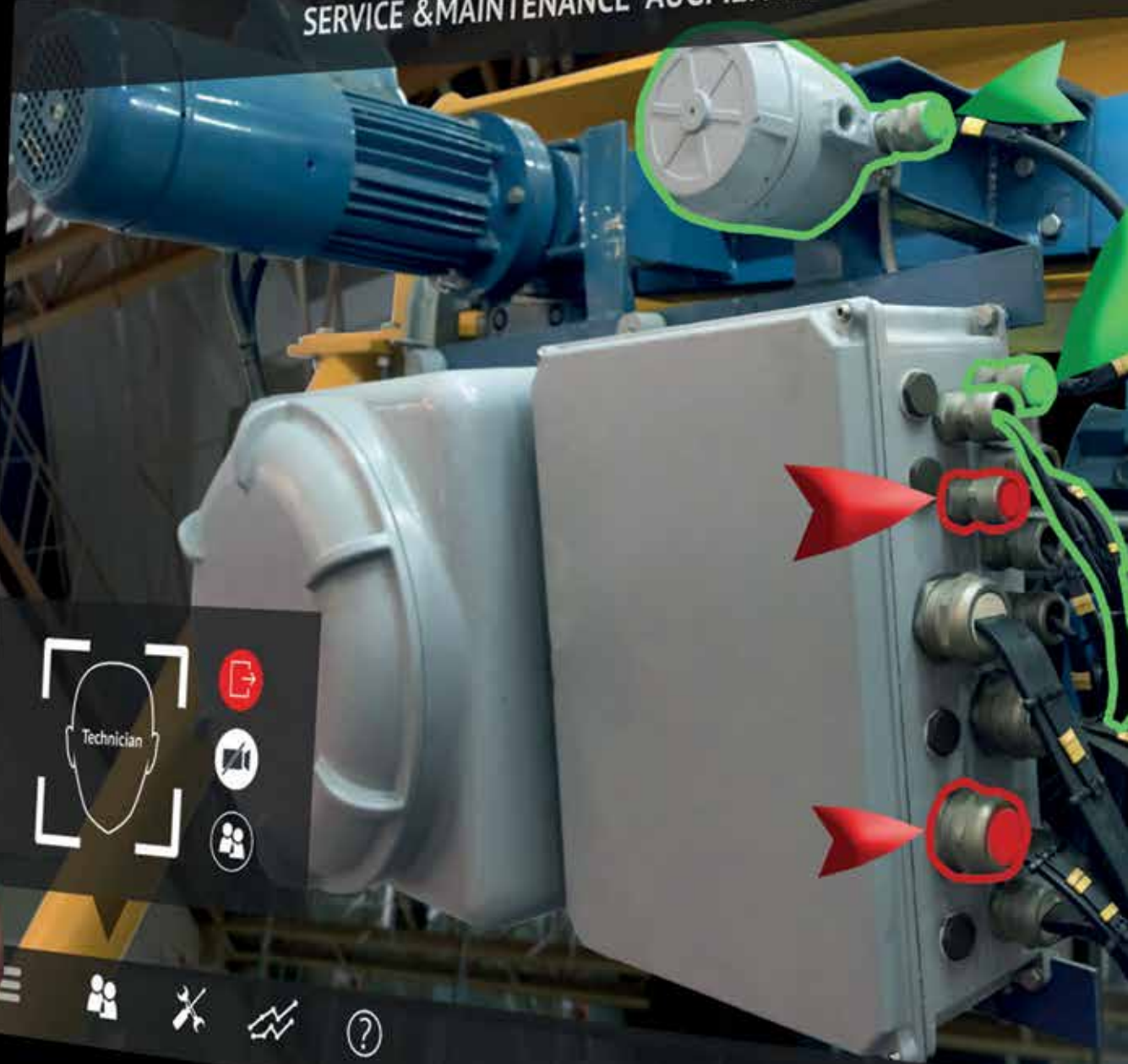
# Return on Maintenance

Paradigmenwechsel in der Instandhaltung durch Industrie 4.0

## Inhaltsverzeichnis

1	Wandel in der Instandhaltung	7
2	Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Instandhaltung	9
3	Erfolgsprinzip 1: Transparenz durch den digitalen Schatten	15
4	Erfolgsprinzip 2: Hohe Umsetzungsgeschwindigkeit durch Minimum-Viable-Services	21
5	Erfolgsprinzip 3: Geringe Umsetzungskosten durch Nutzung von Standards	23
6	Erfolgsprinzip 4: Nachhaltige Erfolge durch Wissens- und Innovationskultur	25
7	RoM als Wettbewerbsfaktor	27
8	Das FIR als kompetenter Partner in der Praxis	29
9	Literaturverzeichnis	30

# SERVICE & MAINTENANCE AUGMENTED REALITY



# 1 Wandel in der Instandhaltung

Die Bedeutung der Instandhaltung für produzierende Unternehmen in Hochlohnländern wie Deutschland wird seit mindestens 20 Jahren sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis regelmäßig hervorgehoben. Im unternehmerischen Alltag produzierender Betriebe werden Instandhaltungsfunktionen jedoch meist nur als Kostenstelle betrachtet. Vernachlässigt werden hierbei die vielfältigen Wechselwirkungen und Potenziale einer erfolgreichen Instandhaltung (s. Bild 1). Die (positiven) Wechselwirkungen sind in den meisten produzierenden Unternehmen zumindest bekannt, werden aber dennoch in der operativen Praxis häufig nicht bei Entscheidungen berücksichtigt. Oft noch leicht abzuschätzen sind die Auswirkungen der Instandhaltung auf die Betriebs- oder Produktionskosten. Stellt sich allerdings die Frage, ob die Instandhaltung oder die Produktion priorisierten Zugriff auf die instandzuhaltenden technischen Assets bekommen soll, fällt die Entscheidung in den meisten Fällen zugunsten der Produktion und der Erfüllung von Kundenaufträgen aus. Langfristige negative Effekte, beispielsweise durch Überbeanspruchung der Assets, müssen somit durch die Instandhaltung aufgefangen werden.

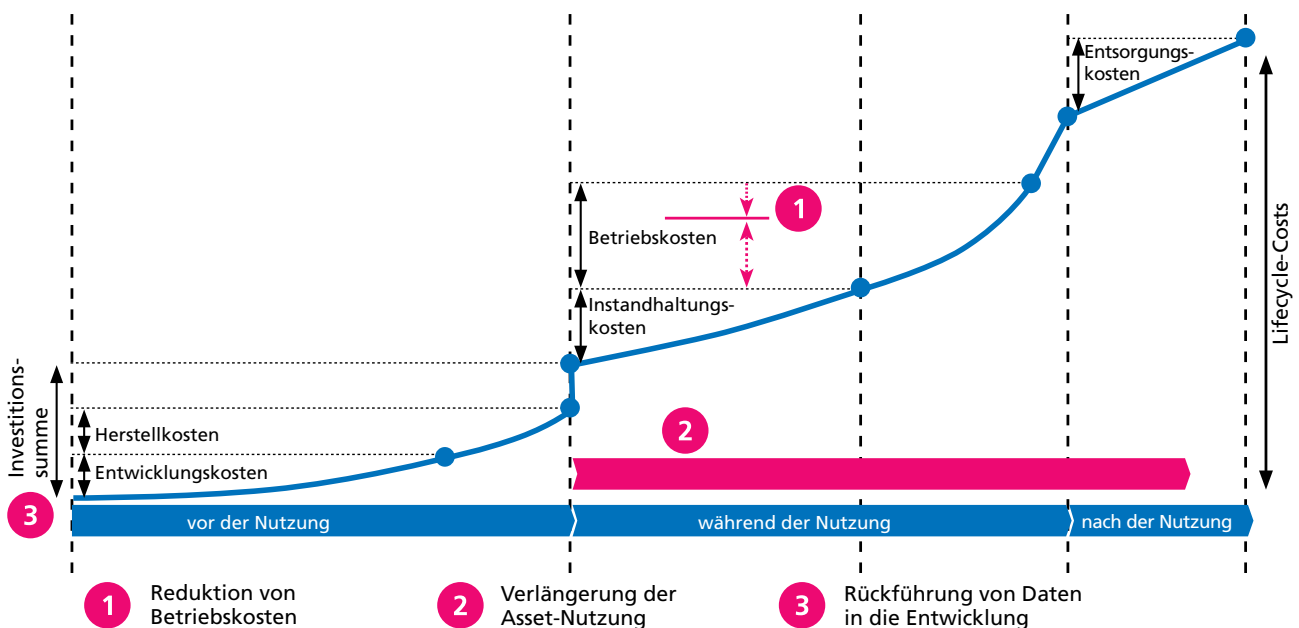
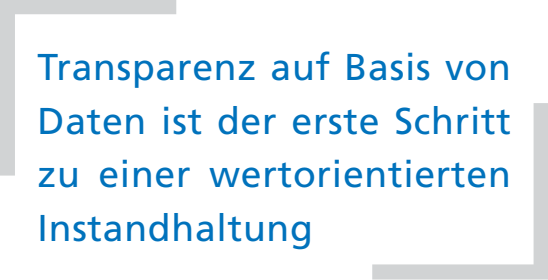


Bild 1: Ausgewählte Potenziale der Instandhaltung am Beispiel der Lebenszykluskosten (i. A. a. VDI 2884)



## Transparenz auf Basis von Daten ist der erste Schritt zu einer wertorientierten Instandhaltung

Ein weiteres Potenzial der Instandhaltung liegt in der Verlängerung der Nutzungsdauer von technischen Assets, insbesondere, wenn statt reaktiver zustandsorientierte bzw. prädiktive Instandhaltungsstrategien zur Anwendung kommen. Zusätzlich besteht Potenzial in der Rückführung von Erfahrungswissen oder Informationen aus dem Betrieb und der Instandhaltung von Maschinen in die Entwicklung und Herstellung derselben.

Die Nutzung der beispielhaft aufgeführten Potenziale ist in den meisten Unternehmen heute möglich, wird jedoch ebenso häufig systematisch vernachlässigt. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Ein Hauptgrund ist sicherlich die vielfach fehlende Datenbasis, um Auswirkungen von Entscheidungen oder Potenziale der Instandhaltung quantifizieren zu können. Diese mangelnde Transparenz zu beheben, ist der erste zentrale Schritt zu einer wertorientierten Instandhaltung. Zukünftig werden die Debatte und damit die Wahrnehmung der Instandhaltung in produzierenden Betrieben im Rahmen von Industrie 4.0 frischen Wind erhalten. Aus Sicht der Instandhaltung ist dies die Chance, den eigenen Stellenwert im Unternehmen noch einmal auf den Prüfstand stellen zu lassen.



## 2 Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Instandhaltung

Industrie 4.0 bedeutet die „echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen zum dynamischen Management von komplexen Systemen“ (BAUER ET AL. 2014, S. 18). Im Fokus stehen die Verbindung und der umfassende Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie in der industriellen Produktion. Durch den Zusatz ‚4.0‘ sollen die potenziell revolutionären Auswirkungen dieser Entwicklung betont und hervorgehoben werden. Im Kern lassen sich diese revolutionären Auswirkungen als die Möglichkeit einer massiven Beschleunigung organisationaler Anpassungsprozesse charakterisieren.

Organisationale Anpassungsprozesse sind heute durch eine Vielzahl von Latenzen gekennzeichnet. Die Summe dieser Latenzen lässt Unternehmen notwendige Veränderungen nur sehr träge umsetzen. Dies reicht von einfachen kontinuierlichen Verbesserungsprozessen bis hin zu Produktinnovationen oder Anpassungen des Geschäftsmodells. Notwendige Daten liegen nicht rechtzeitig vor oder müssen zunächst mühsam auf das geforderte Qualitätsniveau gebracht werden. Analysen zum Zweck der datenbasierten Entscheidungsfindung sind heute mit einem hohen manuellen Aufwand verbunden und werden allenfalls punktuell eingesetzt. Entscheidungsprozesse ziehen sich so häufig über Wochen bzw. Monate hin und Umsetzungsprozesse werden von den Organisationsbereichen nicht

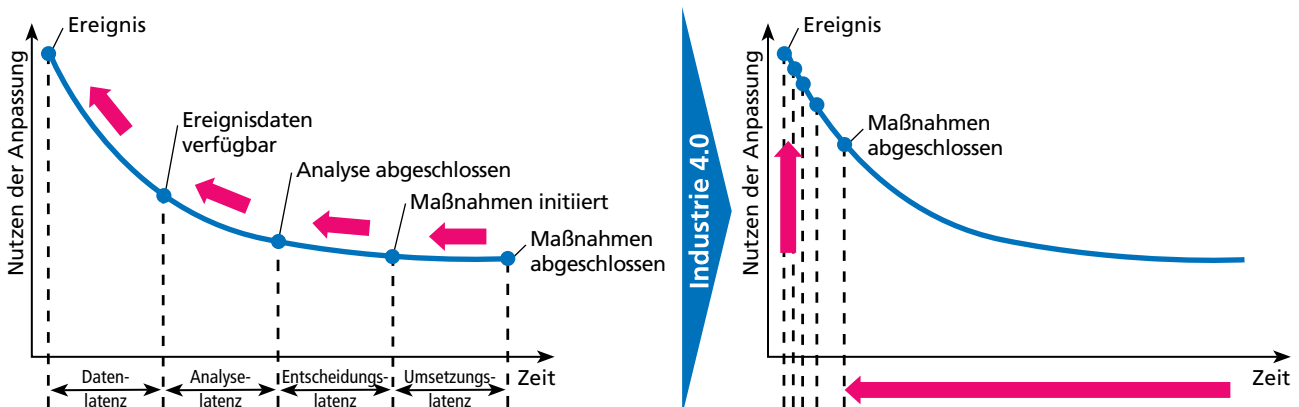


Bild 2: Verkürzung der Anpassungsprozesse im Zuge von Industrie 4.0 (Eigene Darstellung i. A. a. MUEHLEN U. SHAPIRO, S. 11)

konsequent oder nur mit großer Verzögerung durchgeführt. Die Folgen hiervon sind vielfältig: Entscheidungen werden statt auf Basis von Daten häufig eher mit Bauchgefühl getroffen. Notwendige Verbesserungen in Prozessen werden nicht durchgeführt, was ineffiziente Organisationen und unzufriedene Mitarbeiter zur Folge hat. Neue Produkte und Leistungen werden unter großem Aufwand letztendlich nahezu systematisch am Kundennutzen vorbeientwickelt.

Durch die diversen technologischen Entwicklungen, durch die Industrie 4.0 charakterisiert ist, besteht Potenzial, diese organisationalen Anpassungsprozesse massiv zu beschleunigen. Daten können heute wirtschaftlich erfasst, verarbeitet und übertragen werden und liegen echtzeitnah vor. Verfahren der Künstlichen Intelligenz und Big Data erlauben erkenntnisreiche Analysen in kürzester Zeit. Durch kontextsensitive Assistenzsysteme können Analyseergebnisse der richtigen Person zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu Verfügung gestellt werden, sodass schnelle Entscheidungen ermöglicht werden. Durch die horizontale und vertikale Integration von IT-Systemen und Assets müssen Anpassungen nicht mehr mühsam händisch in diversen Systemen vorgenommen werden, sondern stehen quasi auf Knopfdruck in allen Unternehmensbereichen zur Verfügung. Die zu hebenden Potenziale für produzierende Unternehmen reichen von hohen Innovationsgeschwindigkeiten in Prozessen und Produkten bis hin zur Fähigkeit, das eigene Geschäftsmodell bei Bedarf in kürzester Zeit anzupassen. Industrie

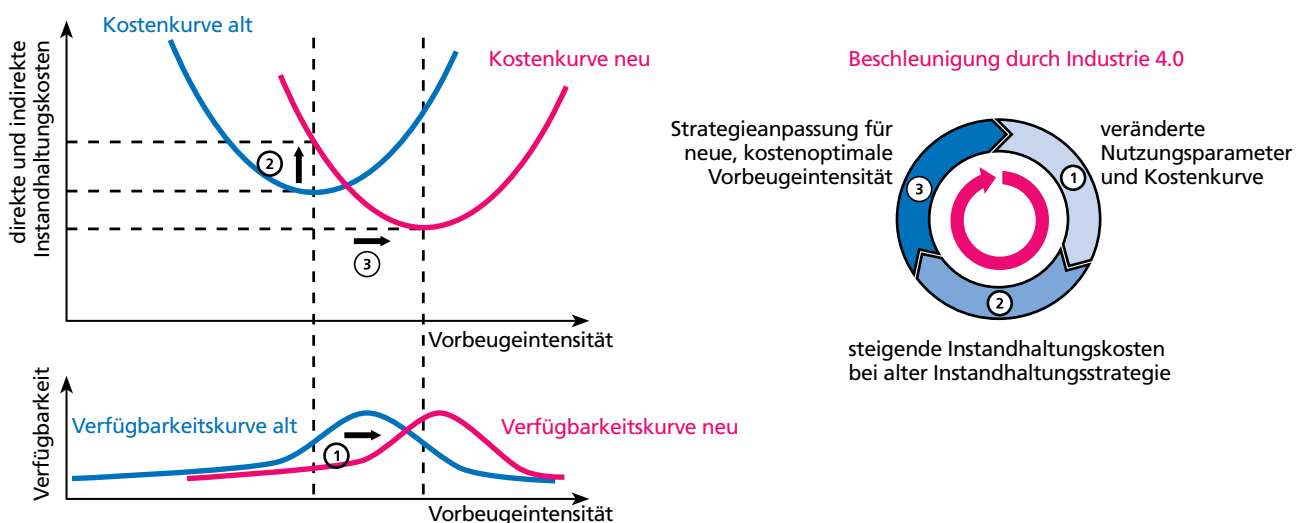


Bild 3: Verkürzte Innovationszyklen müssen eine Anpassung der Instandhaltungsstrategie in agilen Unternehmen nach sich ziehen (eigene Darstellung)

4.0 ermöglicht durch die Kombination technologischer und organisatorischer Fähigkeiten das agile Unternehmen.

In Bezug auf die Instandhaltung spielt die Entwicklung hin zu einem agilen Unternehmen im Zuge von Industrie 4.0 eine wichtige Rolle. Häufige schnelle Anpassungen an Produkten und Prozessen bedingen, dass die Instandhaltung die Fähigkeit besitzt, diese Anpassungsprozesse in der gleichen Geschwindigkeit mitzugehen.

In Bild 3 sind die Auswirkungen beispielhaft an der Anpassung der Instandhaltungsstrategie dargestellt. Die Instandhaltungsstrategie bezeichnet die Wahl des Strategiemix aus reaktiven, präventiven und prädiktiven Maßnahmen in der Instandhaltung. Veränderte Produktionsparameter führen regelmäßig dazu, dass sich der optimale Strategiemix verschiebt. Zusammenhänge zwischen Vorbeugeintensität und Ausfallhäufigkeiten, welche sich letztlich in den direkten und indirekten Kosten der Instandhaltung wiederfinden, verändern sich. Um kostenoptimal zu bleiben, ist die Instandhaltung gezwungen, ihren Strategiemix, z. B. durch die Erhöhung prädiktiver Maßnahmen, anzupassen. Immer kürzere Innovations-

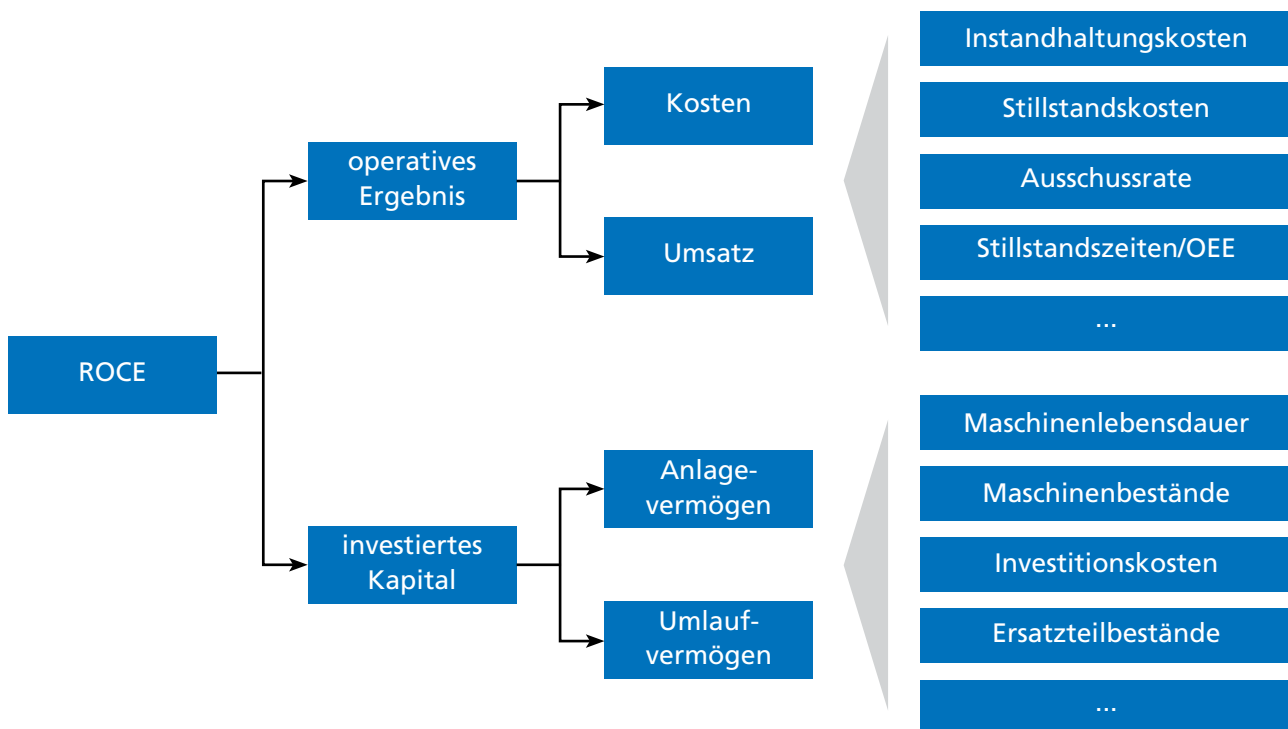


Bild 4: Den vielfältigen Wertbeitrag der Instandhaltung messbar machen am Beispiel des *Returns on Capital Employed* (ROCE) (i. A. a. STIEFL 2008, S. 24; BIEDERMANN 2016, S. 75ff.)

Die Welt von morgen  
zu gestalten, funktioniert  
nicht mit den Methoden  
von gestern

zyklen und damit schnellere Anpassungszyklen in der Produktion erfordern ebenso schnelle Anpassungsprozesse der Instandhaltungsstrategie in agilen Unternehmen. Die ohnehin komplexe Entscheidung hinsichtlich der optimalen Instandhaltungsstrategie muss zukünftig deutlich häufiger auf den Prüfstand gestellt werden. Dabei sind eine umfangreiche Datenbasis und die damit einhergehende Transparenz Grundvoraussetzungen. Ebenso ist die Fähigkeit, Anpassungsprozesse in Aufbau- und Ablauforganisation sowie in dem verwendeten IT-System in hoher Geschwindigkeit umsetzen zu können, elementar. **Transparenz und Geschwindigkeit in Anpassungsprozessen sind die zentralen Eigenschaften, welche eine zukünftig erfolgreiche Instandhaltung auszeichnen.** Produzierende Unternehmen, welche dies meistern, können sich nachhaltige Wettbewerbsvorteile sichern. Die Instandhaltung wird somit zum strategisch wichtigen Erfolgsfaktor und Treiber des Unternehmenswerts.

Um dies leisten zu können, bedarf es eines Paradigmenwechsels. Dieser gelingt mit dem Konzept *Return on Maintenance* (RoM). Im Kern steht hierbei die Frage, wie sich der Wertbeitrag der Instandhaltung für produzierende Unternehmen in Zeiten von Industrie 4.0 und geforderter Agilität maximieren lässt.

Der Wertbeitrag der Instandhaltung geht im Sinne des RoM über die reine Herstellung von Verfügbarkeit zu möglichst geringen Kosten weit hinaus. Zielgrößen wie Ausschussrate, Energieeffizienz, Materialeffizienz, aber auch die Minimierung von Rüstzeiten zeigen die vielfältigen Zielgrößen der Instandhaltung auf. Aus der Erkenntnis heraus, wozu die Instandhaltung tatsächlich einen Beitrag leistet oder potenziell leisten kann, sind Business-Cases,



Investitionsrechnungen, Instandhaltungsstrategien etc. neu zu bewerten. Eine adäquate Quantifizierung ist in diesem Kontext schwer herzuleiten. Ein Beispiel für mögliche Messpunkte, die dem Konzept des *Returns on Capital Employed* folgen, ist in Bild 4 dargestellt. Es wird deutlich, dass eine Vielzahl verschiedener instandhaltungsspezifischer Kennzahlen, z. B. Stillstandszeiten, Maschinen- bzw. Asset-Lebensdauer, Ersatzteilbestände etc., direkten und indirekten Einfluss auf die Rechengrößen des ROCE ausüben. Die genaue Wirkungsweise der Gesamtheit dieser Einflussfaktoren ist sehr komplex, da oftmals kein direkter Bezug zu Kosten besteht.

Mit der Abkehr von einer rein auf direkten Kosten basierten Bewertung folgt für die Instandhaltung ein Paradigmenwechsel hinsichtlich der handlungsleitenden Prinzipien. Mithilfe dieser Prinzipien kann es der Instandhaltung gelingen, ihren *Return on Maintenance* zu maximieren.

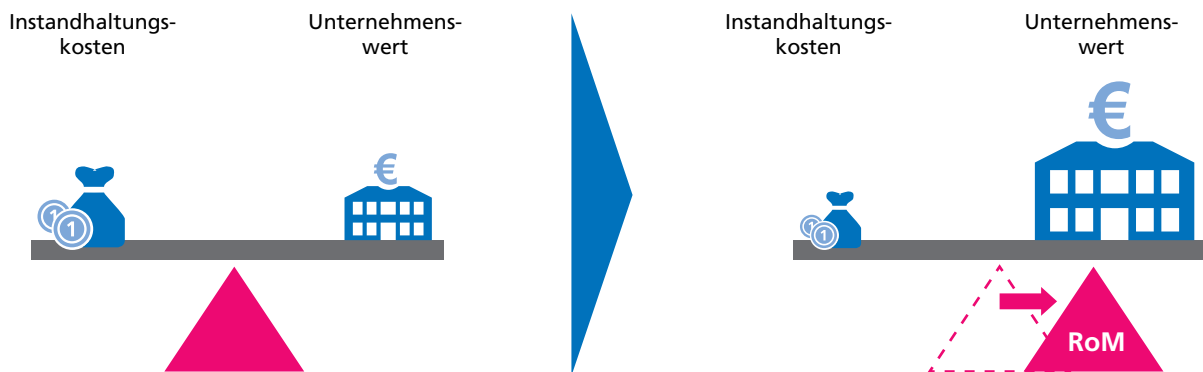


Bild 5: *Return on Maintenance*: Maximierung des Wertbeitrags der Instandhaltung (eigene Darstellung)



### 3 Erfolgsprinzip 1: Transparenz durch den digitalen Schatten

Durch sich permanent verändernde Produktionsparameter steht die Instandhaltung vor der Herausforderung, dass sie ihre optimale Strategie, verstanden als Mix aus reaktiven und präventiven oder prädiktiven Tätigkeiten, kontinuierlich auf den Prüfstand stellen muss. Hierbei spielt die Verfügbarkeit von Daten und Informationen als Grundlage für die Beurteilung der aktuellen Situation sowie die Analyse von Ursache-Wirkungszusammenhängen eine wichtige Rolle, um zielgerichtete Strategieentscheidungen treffen zu können. So können beispielsweise Rückschlüsse über das Verschleißverhalten in Zusammenhang mit Betriebsparametern der Anlagen nur gezogen werden, wenn eine kontinuierliche Erfassung und Speicherung aller relevanten Größen erfolgt. Genauso können die Effizienz und Effektivität einzelner Instandhaltungsaufträge nur dann bewertet werden, wenn Auftragsdaten erfasst und mit Maschinendaten zur Laufleistung, Qualität und Zuverlässigkeit in Verbindung gebracht werden können. Unter Auftragsdaten fallen unter anderem Start- und Endzeitpunkte einzelner Prozessschritte der betrachteten Instandhaltungsaufträge, eingesetzte Ersatzteile bzw. Werkzeuge, beteiligte Mitarbeiter und das Ergebnis der durchgeführten Instandhaltungsmaßnahme. Sie tragen dazu bei, den realen Prozess und dessen Ergebnis in ihrer Gänze digital abzubilden (s. Bild 7).

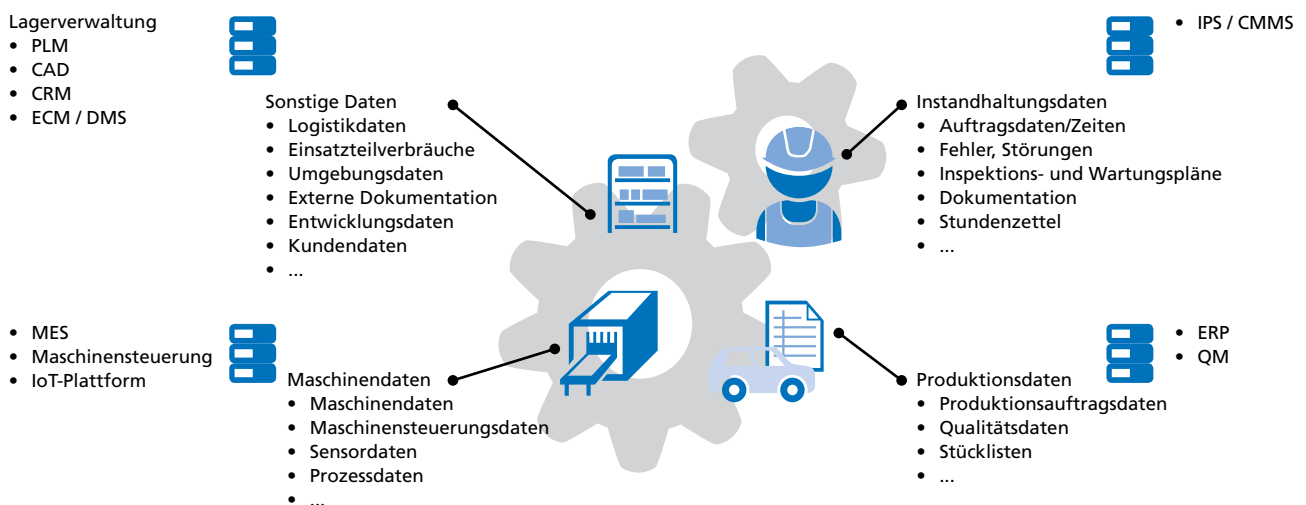


Bild 6: Vielfältige Datenquellen in produzierenden Unternehmen (eigene Darstellung)



An dieser Stelle greift das Konzept des digitalen Schattens. Ziel desselben ist es, notwendige Daten und Informationen für Unternehmensentscheidungen in Echtzeit verfügbar zu halten. Dazu sind zwei wesentliche Kernfähigkeiten notwendig: Zum einen muss eine Aggregation von Daten über verschiedene betriebliche Anwendungssysteme (ERP, MES, IPS/CMMS usw.) sowie weitere Datenquellen (Maschinen- und Sensordaten, Dokumentationen usw.) gelingen (s. Bild 6). Zweitens ist ein konzeptionelles Modell der zugrundeliegenden Prozesse notwendig, welches genutzt werden kann, um Datenerfassungsbedarfe zu identifizieren (s. Bild 8). Hierbei gilt erstens, dass Daten grundsätzlich zu erfassen sind, wenn sie dazu dienen, ein vollständigeres digitales Abbild realer Prozesse, Abläufe oder Zustände herzustellen. Zweite Rahmenbedingung ist jedoch die vor diesem Hintergrund zu beachtende Wirtschaftlichkeit. Durch Reduktion des Erfassungsaufwands, z. B. durch Einsatz kostengünstiger Sensorik und prozessintegrierter Auto-ID-Technologien sowie die Vermeidung manueller Eingaben durch die Mitarbeiter, sollen sowohl die Investitionen in Technologie und Hardware gering gehalten als auch die Zuverlässigkeit und damit letztlich die Datenqualität gesteigert werden. Der digitale Schatten aggregiert Daten aus Prozessen,

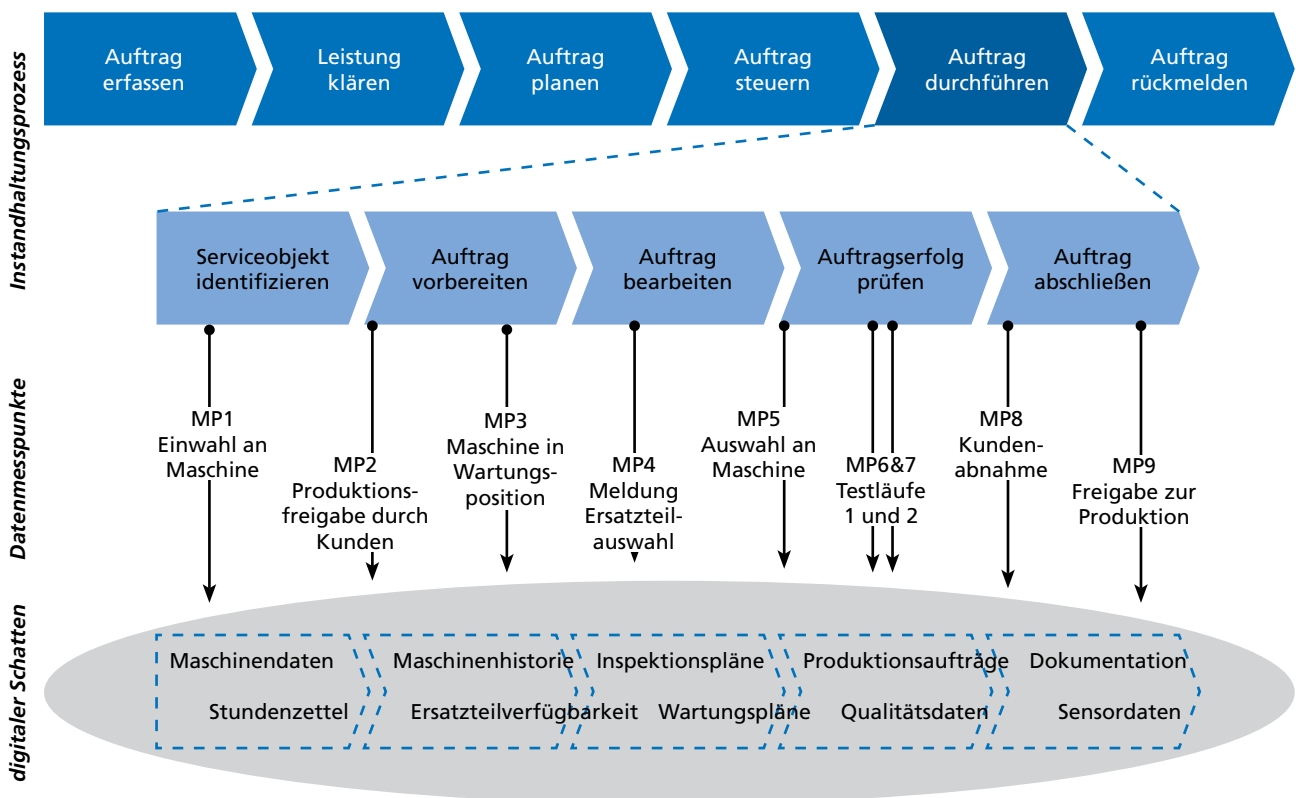


Bild 7: Relevanz des digitalen Schattens für die Instandhaltung (i. A. a. KALLENBERG 2002, S. 91ff.)



Maschinen und Anlagen, betrieblichen Anwendungssystemen und weiteren Quellen zu einem möglichst vollständigen digitalen Abbild. Dieses wird kontextabhängig für verschiedene Rollen im Unternehmen für Entscheidungen aufbereitet.

Eine Herausforderung bei der Erhebung des digitalen Schattens für die Instandhaltung besteht neben der Generierung der Daten in ihrer strukturierten Zusammenführung. Ein Datenmodell wird benötigt, das den realen Prozess bestmöglich abbildet. Analog zu einem Flugdatenschreiber werden die aktuellen Daten aus den verschiedenen Quellen mitgeschrieben und mit einem Zeitstempel versehen. Auf diesem Datensatz aufbauend können sowohl der Status quo „auf Knopfdruck“ abgefragt als auch aus der Verknüpfung von Datenpunkten aus der Historie Trends und Ursache-Wirkungsbeziehungen ermittelt werden.

## Digitaler Schatten für Maschinen und Anlagen

---

Ein wesentlicher Bestandteil des digitalen Schattens in der Instandhaltung ist das digitale Abbild der Maschinen und Anlagen. Dies beinhaltet zum einen die Verfügbarkeit historischer Daten, z. B. in Form einer Lebenslaufakte, welche alle Störungen, Inspektionen, Wartungen, Verbesserungen, aber auch durchgeführten Produktionsaufträge beinhaltet. Zum anderen gilt es, echtzeitnah Daten über den Zustand der Anlagen zu erzeugen, um hierauf aufbauend Prognosen bezüglich möglicher Anlagenausfälle treffen zu können. Ein allgemeines Vorgehen, wie die Definition der hierfür notwendigen Daten sowie Datenerfassungsmethoden erfolgen kann, ist in Bild 7 dargestellt.

Zunächst muss eine Analyse des betrachteten Anlagenparks erfolgen. Die Anlagen sind hinsichtlich ihrer Bedeutung im Produktionsprozess zu kategorisieren, um Engpassanlagen zu identifizieren. Aus wirtschaftlicher Sicht ist es gegeben, den Fokus zunächst auf diese Anlagen zu legen, bevor auch andere berücksichtigt werden. Ebenso spielt die vorhandene technische Ausstattung der Anlagen z. B. hinsichtlich vorhandener Sensorik und der Möglichkeit der vernetzten Anbindung eine wesentliche Rolle.

Bereits an dieser Stelle muss eingegrenzt werden, bei welchen der betrachteten Anlagen des Parks aus wirtschaftlicher und Prozesssicht Minimalanforderungen erfüllt sind, die eine Nachrüstung rechtfertigen.

Im zweiten Schritt erfolgt ein detaillierter Blick auf die einzelnen Baugruppen einer konkreten Anlage bzw. eines konkreten Anlagentyps. Für jede Baugruppe wird geprüft, welche Funktionen von dieser übernommen werden. Hierbei entsteht ein Funktionsmodell der Anlage, das erlaubt, die Funktionen hinsichtlich ihrer Kritikalität für den Produktionsprozess, aber auch für die Sicherheit zu kategorisieren. Ausgehend

von den kritischen Funktionen, die bei Ausfall zu einem in der Regel sofortigen Stopp des Anlagenbetriebs führen, werden mögliche Ursachen der Funktionsstörungen identifiziert.

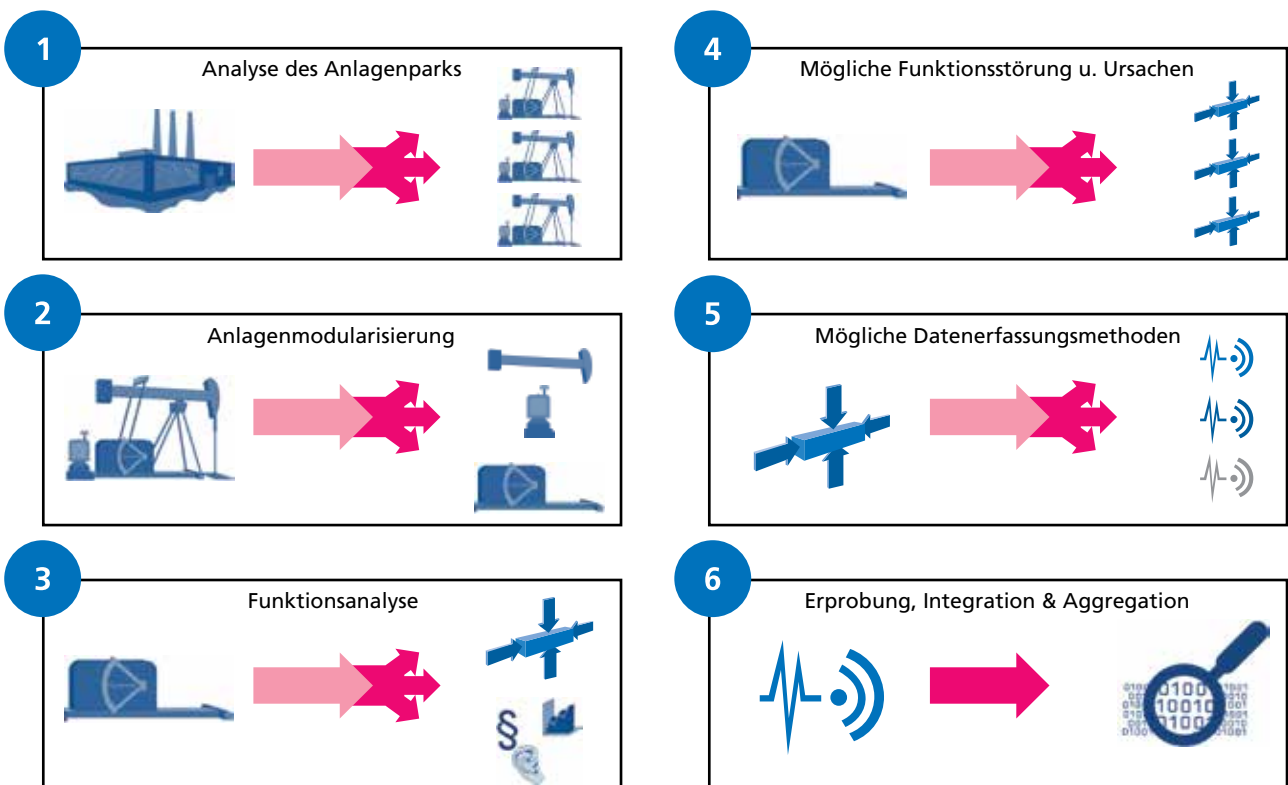
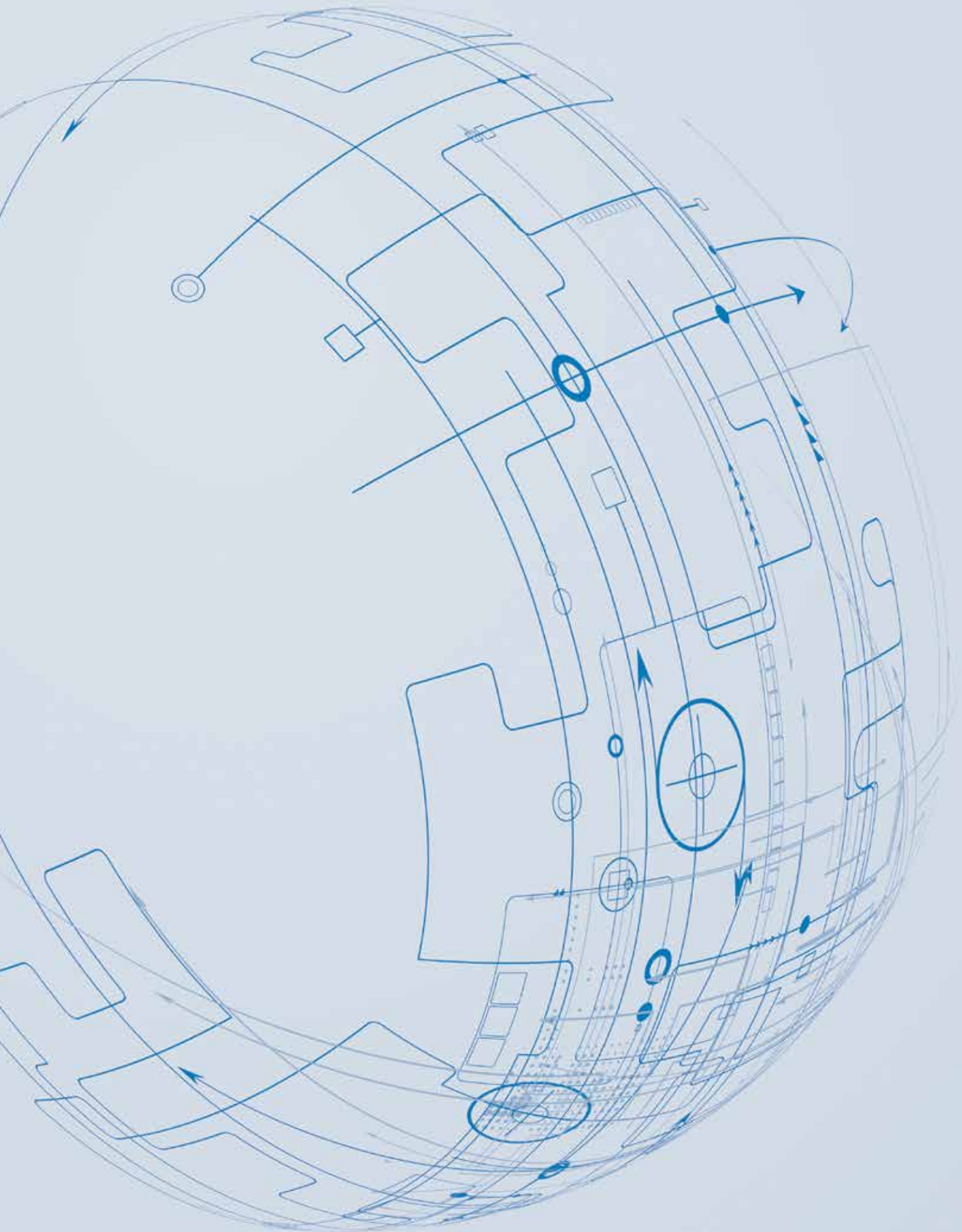


Bild 8: Methode zur Definition des digitalen Schattens für einen Anlagenpark (eigene Darstellung)

Mit dem Wissen um Störungsursachen können die spezifischen Daten und zugehörigen Datenquellen (Messpunkte) gefunden werden, welche die Ursachen am besten „messen“ bzw. Indikatoren für deren Auftreten oder zukünftiges Auftreten erfassen können. Diese Daten sind also am ehesten dafür geeignet, den Zustand der Baugruppe digital abzubilden. Im Anschluss kann eine Auswahl über entsprechende Erfassungsmethoden für diese Daten getroffen werden. Hierbei sollten ebenfalls wirtschaftliche Kriterien angesetzt werden, da unter Umständen der Aufwand für die technische Datenerfassung, z. B. durch das Verbauen von Sensorik, den Nutzen übersteigt. Die gewählte Datenerfassungsmethode muss sich anschließend häufig noch in einem Praxistest beweisen, der ebenfalls dazu dienen kann, die wirtschaftliche Machbarkeit abzusichern.







## 4 Erfolgsprinzip 2: Hohe Umsetzungsgeschwindigkeit durch Minimum-Viable-Services

---

Kurze Produktinnovationszyklen und hochfrequente Anpassungen in der Produktion bedeuten notwendigerweise kürzere Zyklen in der Instandhaltung für die Entwicklung und Implementierung technologischer Innovationen. Gleichzeitig existiert auf Basis digitaler Technologien eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Instandhaltung. Neben Verfahren aus dem Bereich der Predictive Maintenance sind hier ebenso Assistenzsysteme, z. B. auf Basis von Augmented Reality, oder die Schaffung einer durchgängigen Datenbasis zu nennen. Vor dem Hintergrund dieser großen Bandbreite an Möglichkeiten gilt es, den Mehrwert neuer Technologien möglichst schnell im realen Anwendungsfall zu validieren.

Das Konzept der *Minimum-Viable-Services* (s. Bild 9) sieht vor, sich zunächst auf wenige oder genau eine Kernfunktionalität zu konzentrieren. Wichtigste Zielvorgabe ist die Umsetzungsgeschwindigkeit, um möglichst früh aus dem Praxiseinsatz lernen zu können. Dabei wird zunächst bewusst auf ein vollumfängliches Funktionsspektrum verzichtet. Iteratives Vorgehen und das Lernen durch Ausprobieren sind wesentliche Bestandteile dieses Prinzips.



Bild 9: Minimum-Viable-Services für kürzere Implementierungs- und Entwicklungszyklen in der Instandhaltung (eigene Darstellung)

Dieses Prinzip erfordert ein Umdenken in Unternehmen. Klassische Projektvorgehensweisen mit einem aufwendigen Stage-Gate-Prozess verhindern die notwendige Geschwindigkeit. Häufig werden schon alleine für die Projektvorlage zur Genehmigung des ersten Budgets mehrere Monate benötigt. Abgesehen von den Kosten für die Erstellung einer solchen Vorlage vergeht hierbei wertvolle Zeit. Ebenso wird bei diesem Vorgehen häufig versucht, den Projektvorlauf und die Kosten im Detail für mehrere Jahre vorherzusehen, ohne die dafür notwendigen Kenntnisse vorliegen zu haben. Schnelles und wirksames Innovieren wird so systematisch verhindert.



Done is better than perfect

Unternehmen müssen mehr Experimente wagen und entwickelte Konzepte einem frühzeitigen Härtestest in der Praxis unterziehen. Das damit frühe und aktive Ausprobieren führt zu greifbaren Ergebnissen. Obwohl mit dieser Vorgehensweise auch ein häufigeres Scheitern verbunden ist, sind die Resultate in Summe oftmals deutlich günstiger, schneller verfügbar und akzeptierter bei den Mitarbeitern als im klassischen Vorgehen. Notwendige Bedingungen sind ein kultureller Wandel, insbesondere in der Fehlerkultur, sowie ein ausgeprägtes Risikomanagement.

## 5 Erfolgsprinzip 3: Geringe Umsetzungskosten durch Nutzung von Standards

Standards nutzen,  
Aufwand sparen,  
erfolgreich sein

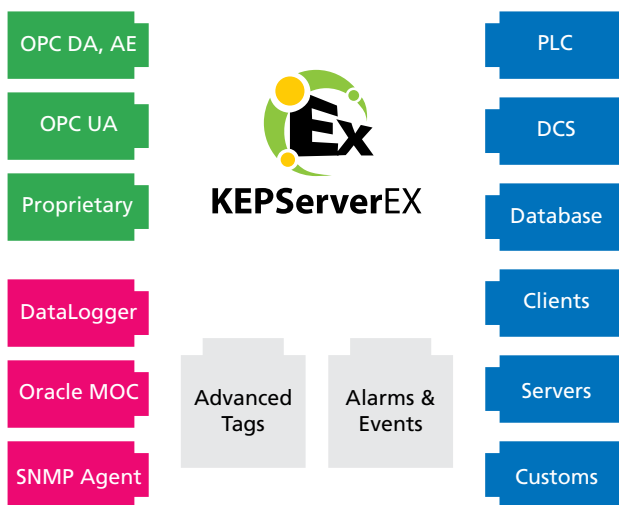


Bild 10: Integration von Standardlösungen am Beispiel der PTC ThingWorx Middleware „KEPServerEX®“ (Quelle: Kepware Technologies / PTC Inc.)

Die meisten produzierenden Unternehmen stehen vor der Herausforderung, den digitalen Wandel mit den vorhandenen Maschinen und Systemen durchführen zu müssen. Diese Problematik wird häufig schlicht unter den Begriffen „Brownfield“ (für vorhandene Maschinen- und Anlagenparks) oder „Legacy“ (für eine bestehende Software-Landschaft) zusammengefasst. Problematisch sind hierbei zum einen heterogene Hardware (Maschinen- und Anlagen) unterschiedlichen Alters, Hersteller und technische Voraussetzungen. Zum anderen ist die Softwarelandschaft in den meisten Unternehmen durch zahlreiche Unterschiede gekennzeichnet. Daten lassen sich häufig nicht ohne Komplikationen über Systemgrenzen hinweg zusammenführen oder liegen lediglich in (lokal gespeicherten) Office-Anwendungen vor. Um dennoch eine hohe Wandlungs- und Umsetzungsgeschwindigkeit realisieren zu können, ist es sinnvoll, auf bewährte Standardlösungen zu setzen, deren Integration keine aufwendigen Neuentwicklungen oder Anpassungen an Hard- und Software bestehender Systeme erfordert. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass für eine übergreifende Transparenz im Sinne eines digitalen Schattens eine Vielzahl an unterschiedlichen Datensilos zu integrieren ist. Die tatsächlichen Kosten proprietärer, geschlossener Lösungen zeigen sich hierbei häufig erst nach Jahren, wenn umfangreiche Änderungen oder Anpassungen systemseitig vorgenommen werden müssen.

Im Bereich des Internets der Dinge (engl. *Internet of Things*, IoT) bieten cloudbasierte Plattformen wie PTC ThingWorx in Verbindung mit der Middleware Kepware beispielsweise ein umfassendes Lösungsspektrum im Bereich der Konnektivität über die Kommunikation zwischen vielen IoT-Protokollen bis zur Applikationsentwicklung.

Produktinfo vibrotech  
 3080 Produktinfo vibrotech  
 3080 Produktinfo vibrotech  
 3080 Produktinfo vibrotech  
 3080 Produktinfo IV-CB.pdf  
 3080 Produktinfo IV-CB  
 3080 Produktinfo IV  
 3080 Produktinfo IV.pdf  
 Schritten  
 Profile  
 3080 Produktinfo IV Bericht  
 Katalog  
 VIBROTECH  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 Vibrotech\_Zutursystem  
 Profile  
 Bilder  
 Vibrotech\_Zutursystem  
 Schritten  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 Vibrotech\_Zutursysteme I K  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 Vibrotech\_Zutursysteme I K  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 Vibrotech katalog-neu2.pdf  
 4060 Produktinfo ZVA\_2C-  
 Seite 5.pdf  
 Seite 1.pdf  
 4060 Produktinfo ZVA\_2C-

### Conveyors

Conveyor Type	Speed	Voltage	Motor
<b>Constant Beltpress - 3 phase</b>	0.2 - 100 m/min	230/400 V 50Hz	motor safety switch FK2 M
<b>Constant Beltpress - AC</b>	0.2 - 30 m/min	230 V 50Hz	motor safety switch FK2 C
<b>Variable Beltpress - 3 phase</b>	0.2 - 80 m/min	230/400 V 50Hz	FK2 08
<b>Variable Beltpress - VDC</b>	0.2 - 80 m/min	180 VDC	FK2 10

Motor position



## 6 Erfolgsprinzip 4: Nachhaltige Erfolge durch Wissens- und Innovationskultur

Nicht die Mitarbeiter, die über Wissen verfügen, sondern die Mitarbeiter, die Wissen teilen, sind integraler Bestandteil einer offen gelebten Instandhaltungskultur

Das Paradigma des *Returns on Maintenance* beruht nicht zuletzt auf einem kulturellen Wandel in produzierenden Unternehmen. Für das gesamte Unternehmen bedeutet dieser Wandel eine Transformation zu einer Wissens- und Innovationskultur. Eine solche Kultur zeichnet sich dadurch aus, dass Entscheidungen auf Basis von Daten und Fakten und weniger mit einem subjektiven Bauchgefühl getroffen werden. Fachliche Karrierepfade werden gezielt gefördert, um die Entwicklung von Experten zu ermöglichen. „Karriere machen“ ist in klassischen Unternehmen viel zu oft mit der Erlangung einer möglichst großen Personalverantwortung gleichgesetzt. In einer Wissens- und Innovationskultur werden fachlichen Experten umfangreiche Entscheidungsbefugnisse eingeräumt. Zusätzlich werden unter den Mitarbeitern Fähigkeiten und Wissen aktiv vermittelt, wodurch insbesondere neue Mitarbeiter schneller dazulernen und im Unternehmen weniger implizites Wissen verloren geht. Ergebnisse von ersten Business-Experimenten werden in kurzen und regelmäßigen Abständen von Kollegen mit unterschiedlicher Expertise begutachtet. Die Zuverlässigkeit und das Vertrauen der Mitarbeiter unter- und ineinander ist nicht zuletzt der entscheidende Faktor, der die Implementierung einer Wissens- und Innovationskultur im agilen Unternehmen der Zukunft erst ermöglicht.



Bild 11: Verankerung von RoM in der eigenen Unternehmenskultur (eigene Darstellung)



## 7 RoM als Wettbewerbsfaktor

---

Den Wertbeitrag der Instandhaltung erkennen, dem Wettbewerb einen Schritt voraus sein

Das Konzept und die Prinzipien des *Returns on Maintenance* werden am FIR an der RWTH Aachen kontinuierlich weiterentwickelt. Derzeit ist bereits zu beobachten, dass sich die Schere zwischen Unternehmen, die sich mit ihrer Instandhaltung schon vor Jahren auf den Weg zur Industrie 4.0 begeben haben, und den Unternehmen, die immer noch mit Grundlagen einer professionellen Instandhaltungsorganisation kämpfen, rapide öffnet. Erster Treiber der von Industrie 4.0 eingeleiteten Entwicklung ist die anfängliche Erfassung und Berücksichtigung von Zustandsdaten als ein Schritt auf dem Weg zur Abbildung des digitalen Schattens des Service bzw. der Instandhaltung im spezifischen Kontext.

Zukünftig werden kritische Maschinenfunktionen innerhalb des Produktionsprozesses kontinuierlich überwacht und auf ihrer Basis Maschinenausfälle innerhalb vorgegebener zeitlicher Rahmen prognostiziert. Hieran angelehnt erfolgt eine klare Priorisierung von datenbasierten Instandhaltungsaktivitäten, d. h., die Produktionsplanung richtet sich nach den Prognosen zu Maschinenausfällen. Die bisher vorherrschende Trennung von Inspektions-, Wartungs- und reaktiven Tätigkeiten wird dadurch aufgehoben, sodass über alle zukünftig notwendigen Instandhaltungsaktivitäten optimiert werden kann. Zusätzlich liegen instandhaltungsrelevante Daten (z. B. Maschinen-/Anlagenfehler, Behebungszeiträume etc.) in Echtzeit vor und werden für die Neu- bzw. Weiterentwicklung von Maschinen in den dazugehörigen Entwicklungsprozess zurückgeführt.

Die Instandhalter selbst werden durch Assistenzsysteme unterstützt, die ihnen vollumfänglichen Zugriff auf alle relevanten Informationen (z. B. Maschinenhistorie, Ersatzteilverfügbarkeit, Maßnahmenvorschläge etc.) ermöglichen. Hierdurch können sie Routinetätigkeiten in anderen Aufgabenfeldern übernehmen und tragen somit zu einer gesteigerten Flexibilität im Produktionsprozess bei. Instandhaltungsmitarbeiter bleiben Ansprechpartner für bestimmte Aufgaben, Maschinen und Systeme. Sie durchlaufen Karrierepfade zu Experten und teilen ihr Wissen aktiv im Unternehmen im Sinne einer offen gelebten Instandhaltungskultur.

Systeme zur interdisziplinären Zusammenarbeit werden in die tägliche Arbeit eingebunden. Die Instandhaltung ist somit zentraler Wissensträger und -verbreiter im agilen produzierenden Unternehmen der Zukunft.

Erst das Zusammenspiel der beschriebenen Erfolgsprinzipien, die einen Paradigmenwechsel gegenüber der klassischen Instandhaltung bedeuten und begleiten, kann den potenziellen Wertbeitrag der Instandhaltung im Sinne des RoM nutzbar machen und damit zu einem langfristigen Wettbewerbsvorteil derer führen, die den Weg von Industrie 4.0 in der Instandhaltung konsequent weiter gehen.

Gerne können Sie uns bei Rückfragen kontaktieren!

#### Ihr Ansprechpartner:

Frederick Birtel, M. Sc.  
Competence-Center Instandhaltung  
FIR an der RWTH Aachen  
Campus-Boulevard 55  
52074 Aachen  
Tel.: +49 241 47705-204  
E-Mail: [Frederick.Birtel@fir.rwth-aachen.de](mailto:Frederick.Birtel@fir.rwth-aachen.de)  
[www.fir.rwth-aachen.de](http://www.fir.rwth-aachen.de)  
[www.competence-center-instandhaltung.de](http://www.competence-center-instandhaltung.de)



## 8 Das FIR als kompetenter Partner in der Praxis

---



Das FIR ist eine gemeinnützige, branchenübergreifende Forschungseinrichtung an der RWTH Aachen auf dem Gebiet der Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung mit dem Ziel, die organisationalen Grundlagen zu schaffen für das digital vernetzte industrielle Unternehmen der Zukunft.

Das Institut begleitet Unternehmen, forscht, qualifiziert und lehrt in den Bereichen Dienstleistungsmanagement, Business-Transformation, Informationsmanagement und Produktionsmanagement. Als Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen fördert das FIR die Forschung und Entwicklung zugunsten kleiner, mittlerer und großer Unternehmen. Seit 2010 leitet der Geschäftsführer des FIR, Professor Volker Stich, zudem das Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus.

Das Cluster Smart Logistik ist eines der sechs Startcluster auf dem Campus Melaten. Über 350 Menschen aus Wissenschaft und Wirtschaft erforschen und entwickeln dort Lösungen, wie Waren und Informationen in einer digitalen Welt der Zukunft optimiert vernetzt werden können.

Ausgerichtet auf eine völlig neue Form der Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie werden die komplexen Zusammenhänge in realen Produktions- und IT-Umgebungen erlebbar gemacht. Neben den Innovation-Labs, in denen der inner- und überbetriebliche Daten- und Informationsaustausch live simuliert werden, bietet die angeschlossene Demonstrationsfabrik die Möglichkeit, aktuelle Forschungsergebnisse in einer echten Produktion zu erproben und zu veranschaulichen.

[www.fir.rwth-aachen.de](http://www.fir.rwth-aachen.de)

[www.competence-center-instandhaltung.de](http://www.competence-center-instandhaltung.de)



BAUER, W.; SCHLUND, S.; MARRENBACH, D.; GANSCHAR, O.: Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potential für Deutschland. <https://www.bitkom.org/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf> (letzter Zugriff: 20.04.2017).

BIEDERMANN, H.: Lean Smart Maintenance, Vortrag auf der Fachtagung Smart Maintenance für Smart Factories, Ludwigsburg 06.12.2016. [nicht öffentlich]

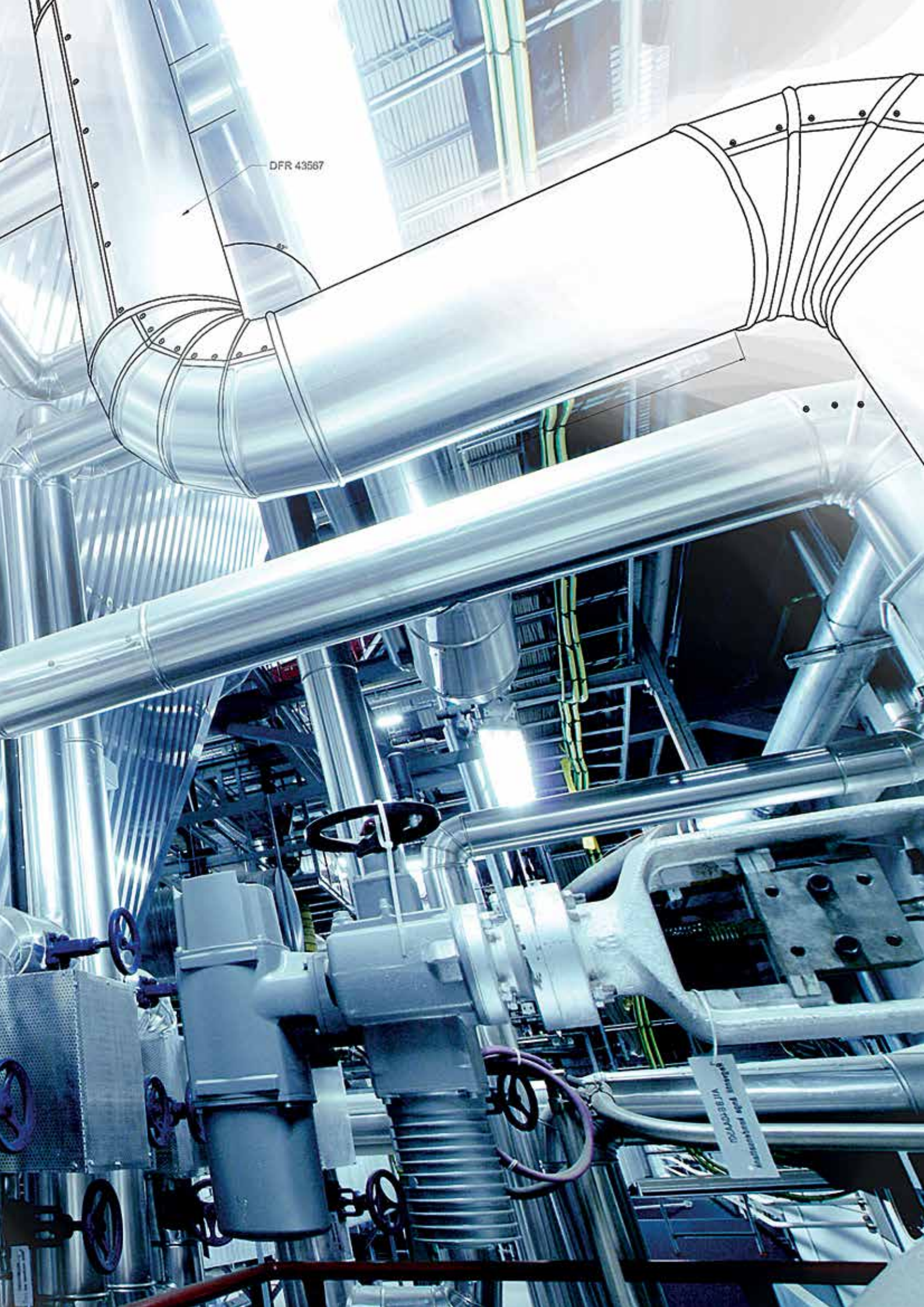
KALLENBERG, R.: Ein Referenzmodell für den Service in Unternehmen des Maschinenbaus. Schriftenreihe Rationalisierung und Humanisierung; Bd. 44. Hrsg.: H. Luczak; W. Eversheim. Shaker, Aachen 2002. – Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2002.

MUEHLEN, M. ZU; SHAPIRO, R.: Business Process Analytics. In: Handbook on Business Process Management. Hrsg.: Jan vom Brocke; Michael Rosemann. 2. Auflage, Berlin 2009, S. 243 – 264.

STIEFL, J.; WESTERHOLT, K. v.: Wertorientiertes Management. Wie der Unternehmenswert gesteigert werden kann. 1. Auflage. Oldenbourg, München [u. a.] 2007.

VDI 2884: Beschaffung, Betrieb und Instandhaltung von Produktionsmitteln unter Anwendung von Life Cycle Costing (LCC). VDI e. V.; ICS 03.100.10. VDI e. V., Düsseldorf, Dezember 2005.





DFR 43567

Система для разделения  
ВИБРОТВОД

