TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Institut für Managementwissenschaften

Digitale Technologien in der Produktion und Instandhaltung

Dipl.-Ing. Linus Kohl, Dipl.-Ing. Theresa Madreiter
Priv.-Doz. Dr.-Ing. Fazel Ansari

Inhalt

- Grundlagen und Begriffe
- Maßnahmen der Instandhaltung
- Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS)
- Anlagenverfügbarkeit
- Instandhaltungs- und Ausfallkosten
- Instandhaltungsstrategien
- Digitale Transformation in Produktion und Instandhaltung
- Fragen und Feedback

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Linus Kohl

Forschungsgruppe Smart and Knowledge-Based Maintenance (SKBM)

Wissenschaftlicher Mitarbeiter & Projektleiter, TU Wien

Ausbildung:

- 2011-2019 Wirtschaftsingenierwesen- Maschinenbau, TU Wien
- 2019 Industrial Management - Thesis Award, Österreichischer Verein zur Förderung der Betriebswirtschaftlichen Forschung und Ausbildung

Berufserfahrung:

- 2018-2019 Big Data Engineer, TU.it, TU Wien
- 2019-heute PraeDoc, SKBM, TU Wien

Forschungsgebiete:

- Predictive & Prescriptive Maintenance
- Knowledge Discovery from Text
- Semantic Technology, NLP
- Predictive Data Analytics and Machine Learning

Forschungsgruppe Smart and Knowledge-Based Maintenance (Since 2018)

Forschung, Methoden, Leistungsspektrum und Partner

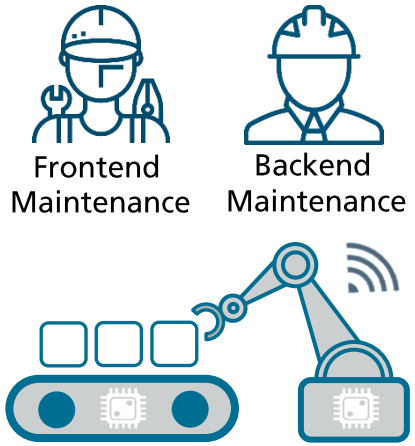
Data- & Text Mining

SMART

Process Mining & Learning

Nutzung von Mehrkanal-Daten zur Verbesserung der Arbeitsproduktivität
(KI basierte Assistenzsysteme)

Nutzung von Sensor- und Textdaten zur Reduzierung der Ausfallraten
(Schichtbuch 4.0, True-Usage)



Identifizierung neuer digitaler Kompetenzen zur Verbesserung des Person-Job-Fit
(Digitale Lernplattformen, digiLab IDS)

Einführung und Nutzung des reziproken Lernens zur Fehlerreduzierung und Verkürzung von Lernkurven
(EIT M + Grundlagenforschung)

Semantic Modeling & Reasoning

Wissensbasiert

Process Modeling

Taschenbuch Instandhaltungslogistik 7. Auflage

Matyas, K. (Hrsg.): Instandhaltungslogistik, Qualität und Produktivität steigern, 7. erweiterte Auflage, Carl Hanser Fachbuchverlag, München, 2018

Grundlagen und Begriffe

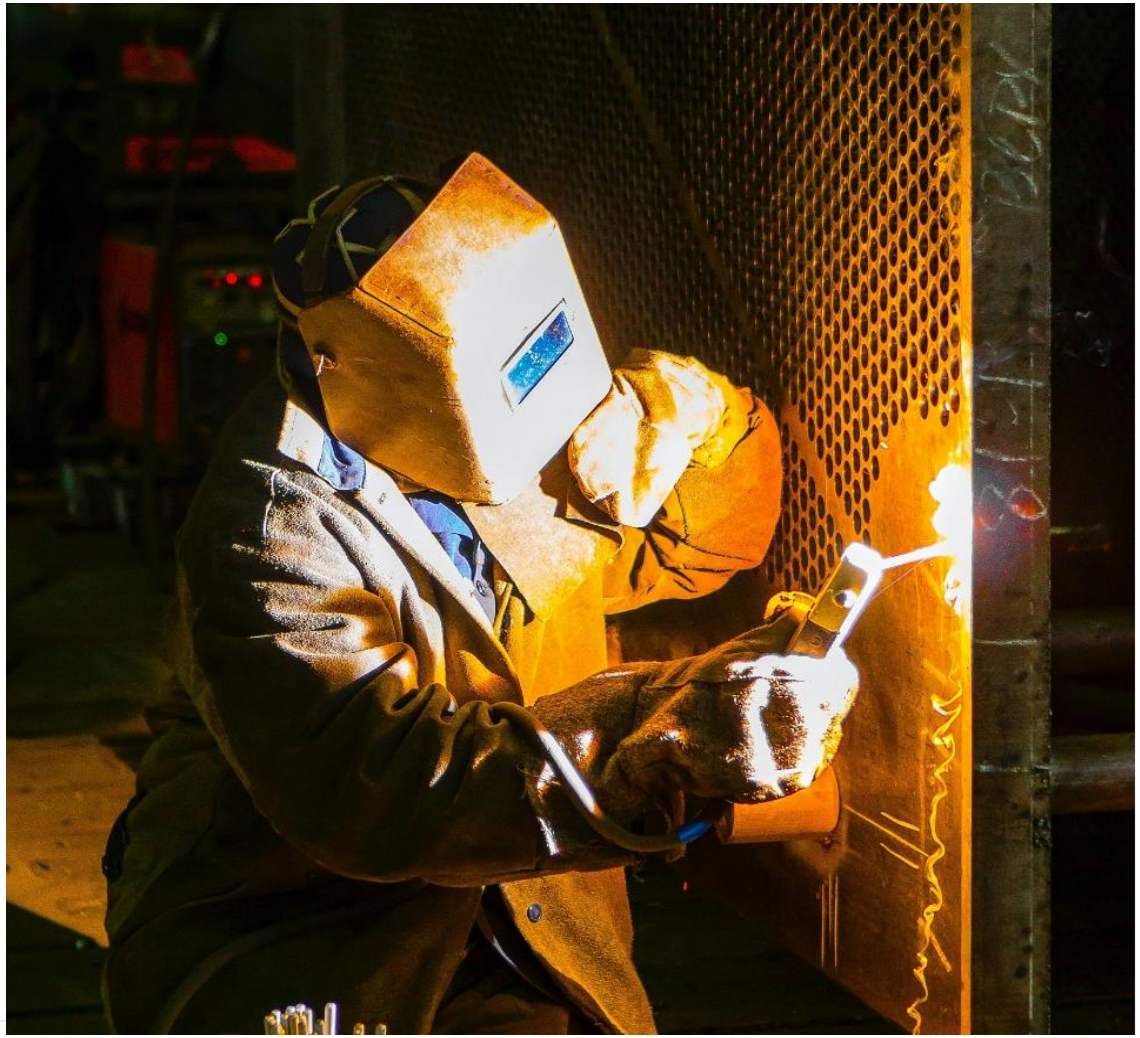
„Good maintenance cost time and money, bad maintenance cost more of both. “

Christer Idhammer (2006)

Was ist Instandhaltung und welche Maßnahmen und Strategien kennen Sie?

URL:
https://www.menti.com/zy1itwhpyn

Was ist Instandhaltung und welche Maßnahmen und Strategien kennen Sie? (Ergebnisse)



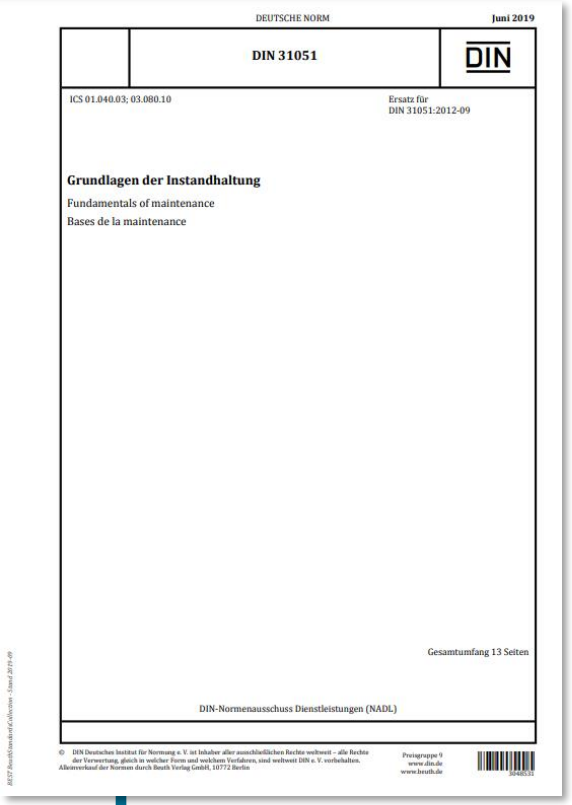
Mentimeter

Was ist Instandhaltung und welche Maßnahmen und Strategien kennen Sie?

- erhaltung
- Reparatur
- reperatur
- Periodisch geplante Instandhaltung
- Laufende Überprüfung um unerwartete Ausfälle zu verhindern.
- Preventive Maintenance
- Wartungsplan
- Präventive Instandhaltung
- Predictive Maintenance

Grundlagen und Begriffe

- **Instandhaltung**
  ist ein **System** gegen **Schäden**


DEUTSCHE NORM Juni 2019

DIN 31051

DIN

ICS 01.040.03; 03.080.10

Ersatz für
DIN 31051:2012-09

Grundlagen der Instandhaltung

Fundamentals of maintenance

Bases de la maintenance

Gesamtumfang 13 Seiten

DIN-Normenausschuss Dienstleistungen (NADL)

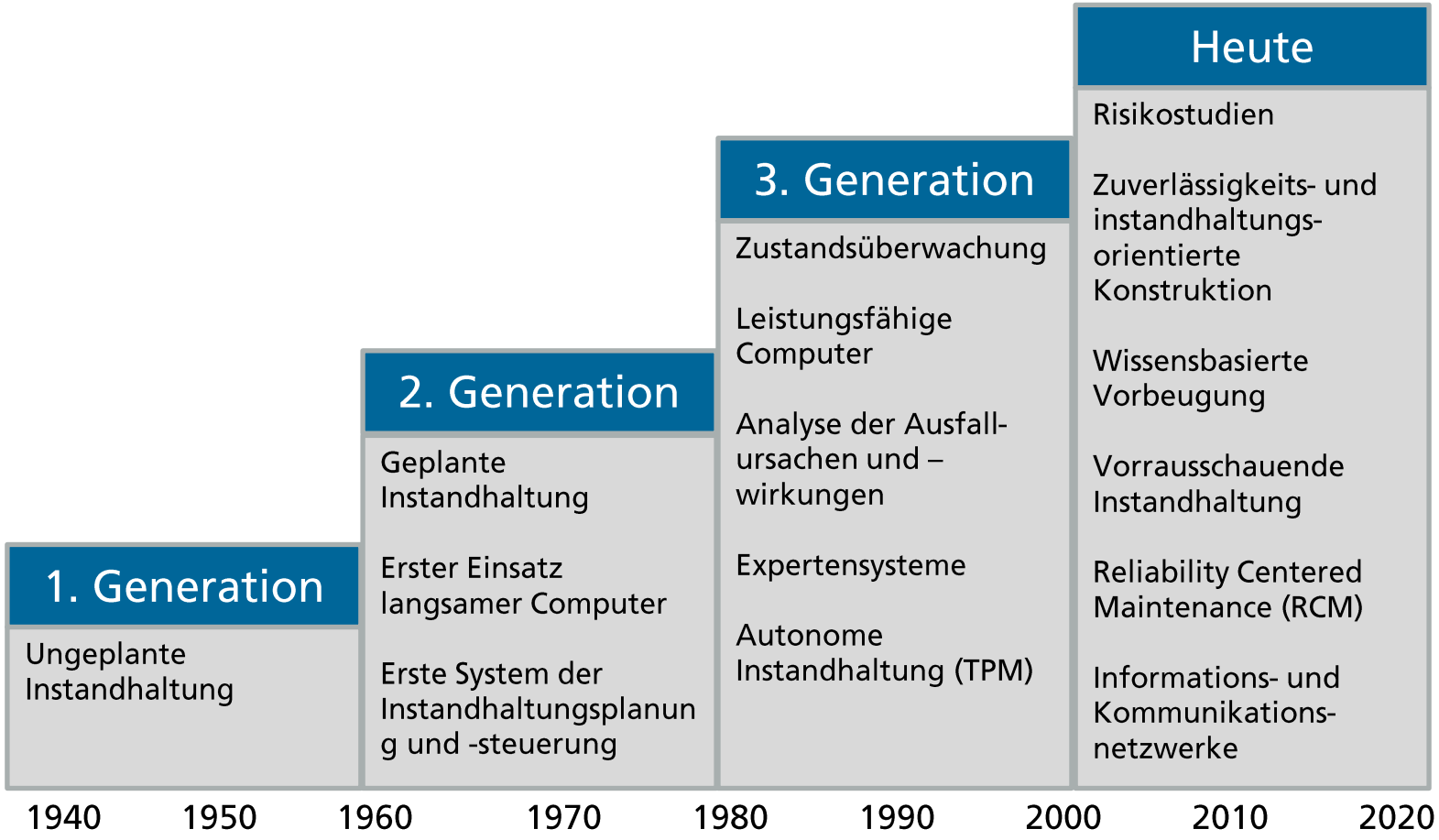
© DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist Inhaber aller ausschließlichen Rechte weltweit – alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und welchem Verfahren, sind weltweit DIN e. V. vorbehalten. Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Preisgruppe 9
www.din.de
www.beuth.de

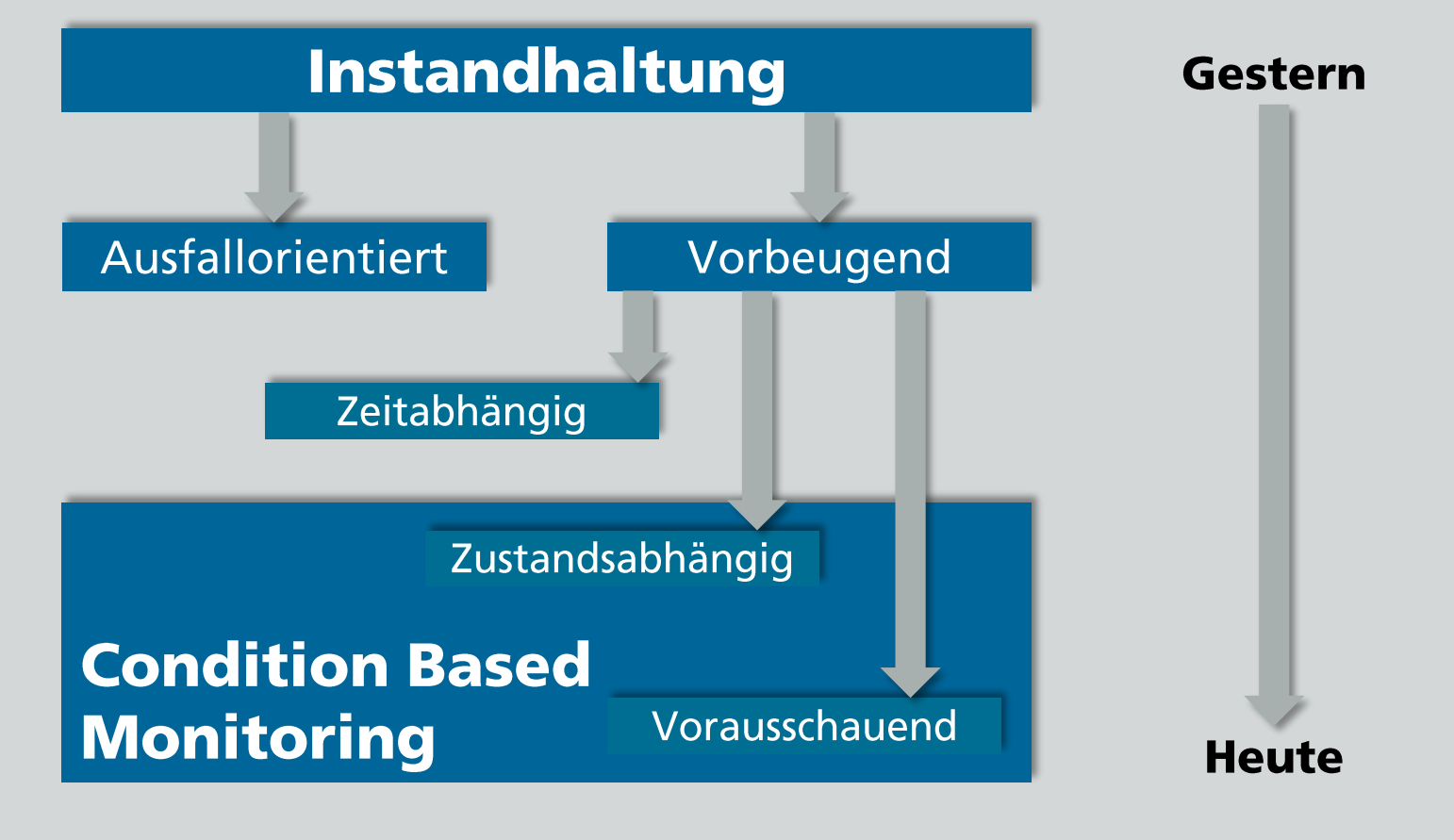
Instandhaltungsdefinition nach DIN 31051

„Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Betrachtungseinheit zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustands oder der Rückführung in diesen, sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann.“

Entwicklung der Instandhaltungskonzepte



Instandhaltung im Wandel der Zeit



Steigende Bedeutung der Instandhaltung

Markt

- Zunehmende Verdichtung und Globalisierung
- Zunehmender Wettbewerb
- Verschärfte Umweltvorschriften
- Verschärfte Arbeitsvorschriften

Technologie/Maschinen & Anlagen:

- Intensivierung der Nutzung
- Zunehmender Komplexität
- Durchgängiges Asset Management
- Automatisierung

Steigende Bedeutung der Instandhaltung

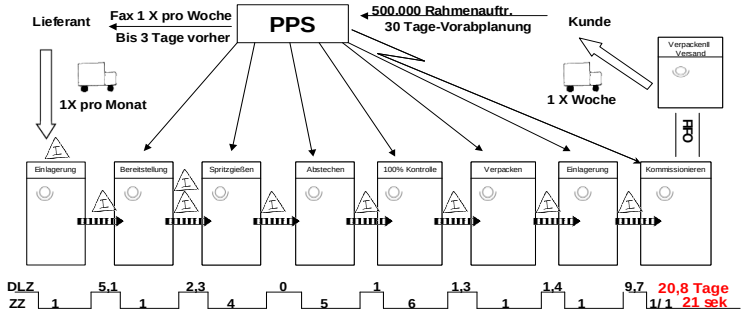
Personal

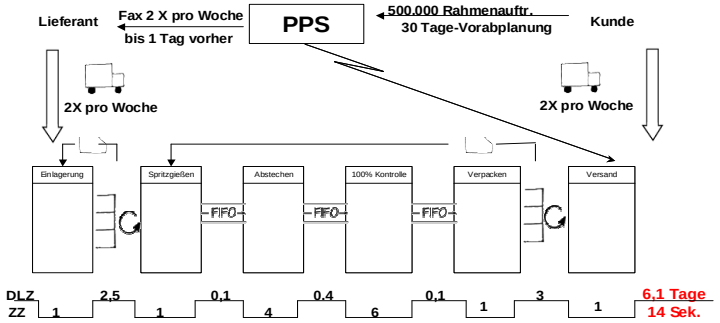
- Personalreduzierung
- Alternde Belegschaft (Demografischer Wandel)
- Kompetenz-Abnutzung

Wirtschaftlichkeit

- Druck zur Produktivitäts-steigerung bei gleichzeitiger Reduzierung des Mitteleinsatzes
- Verlängerung der Nutzungsdauer der Anlage
- Vermeidung von Verschwendung

Neue (schlanke) Produktionsstrukturen und daraus resultierende Anforderungen





Neue Produktionsstrukturen (z.B. Lean Production)

- Kurze Durchlaufzeiten
- Geringe Bestände/Puffer
- Direkte Anbindung an Kunden (JIT, JIS,…)
- Kurze Lieferzeiten
- Liefertermintreue

Anforderungen

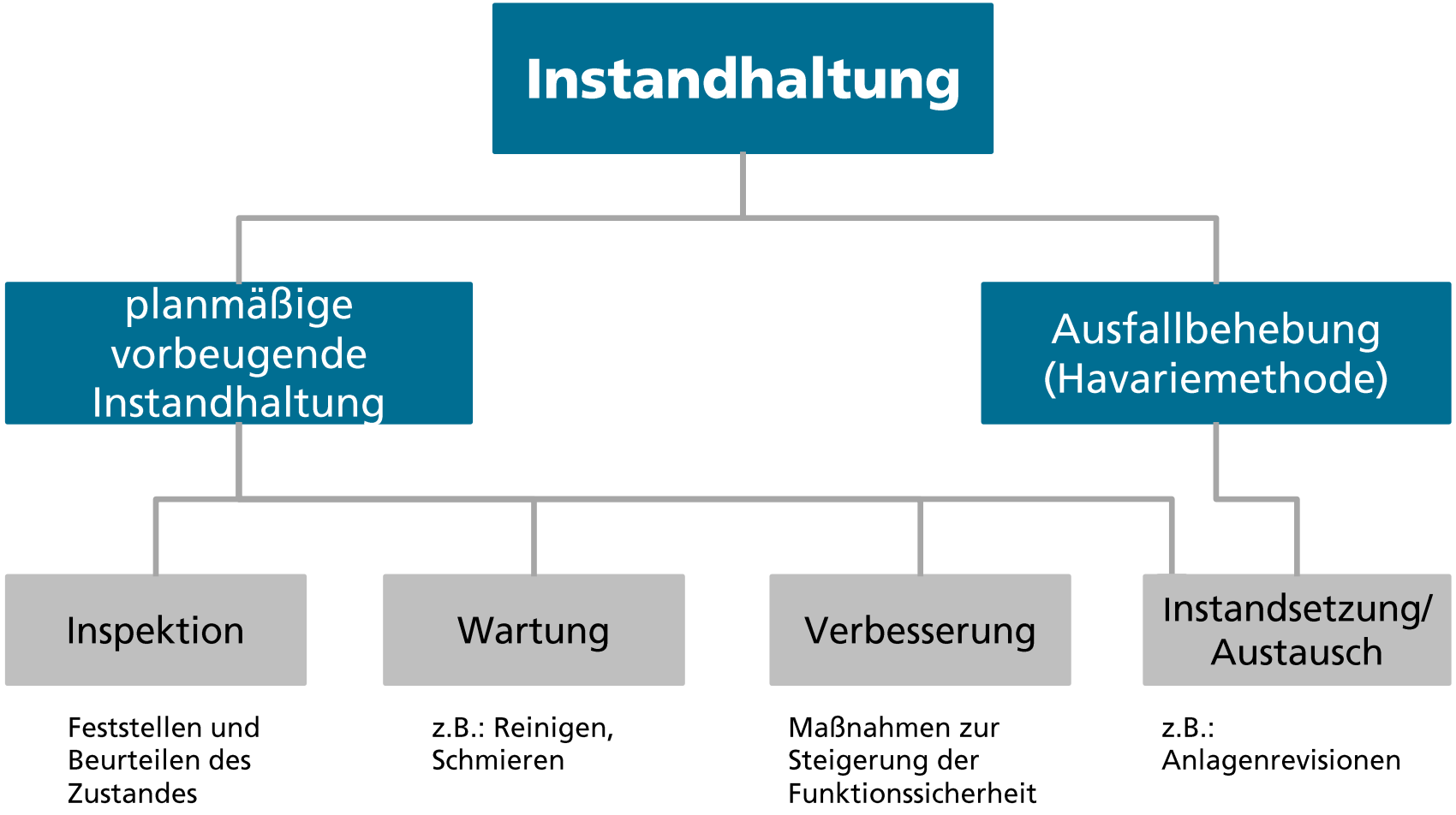
- Gestiegene Anforderungen an Verfügbarkeit
- Höhere Ausfallrisiken
- Schnellere Reaktionsfähigkeit der Instandhaltung
- Stabile Produktionsprozesse

Instandhaltungsmanagement

MAßNAHMEN DER INSTANDHALTUNG

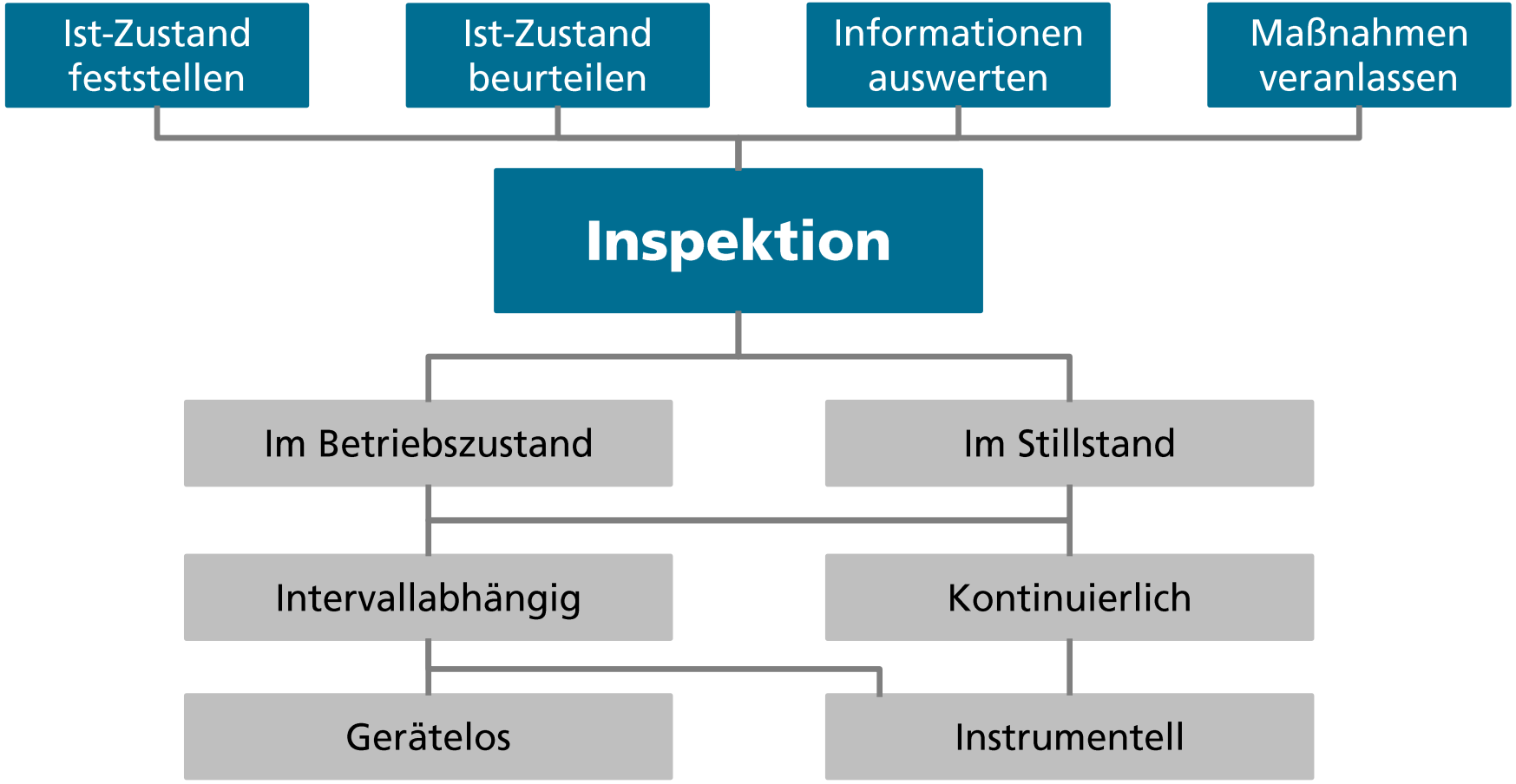
Maßnahmen der Instandhaltung

Überblick



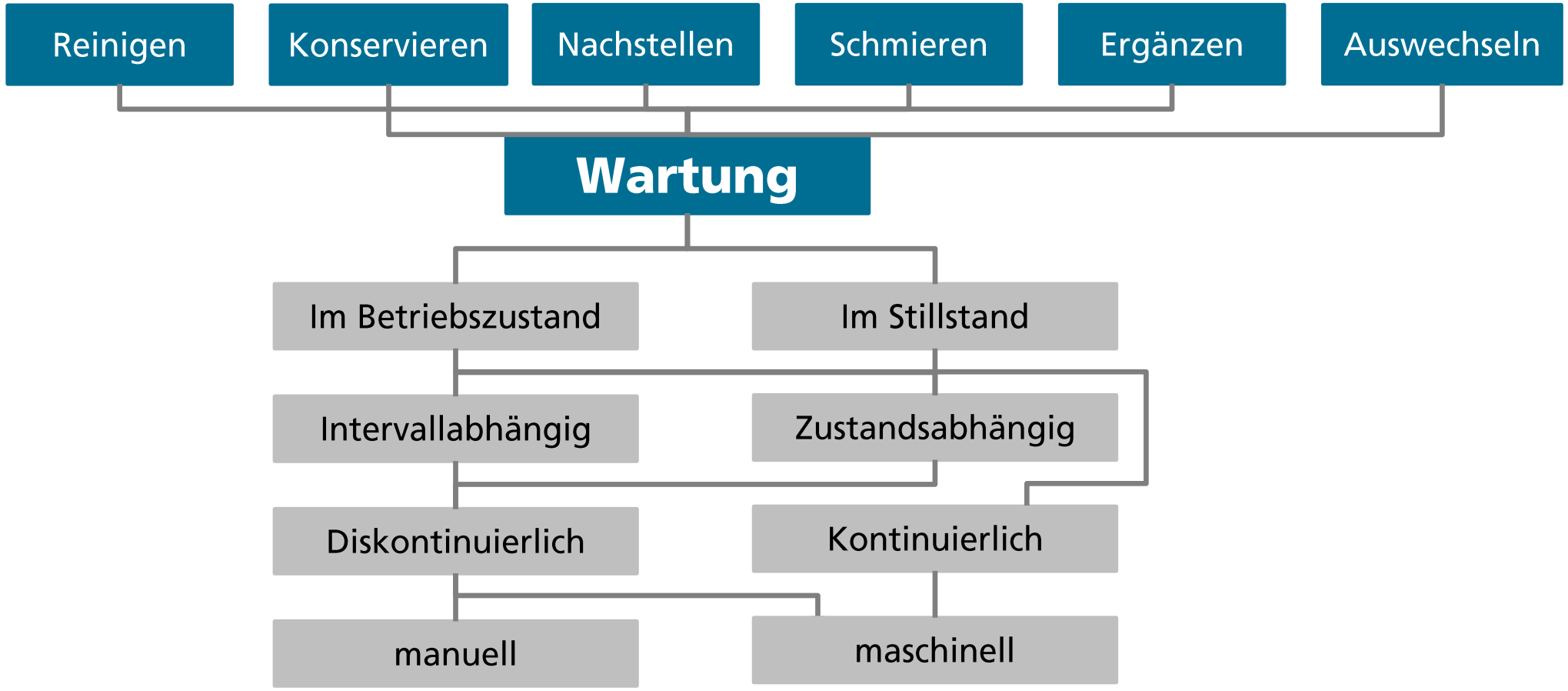
Maßnahmen der Instandhaltung

Inspektion



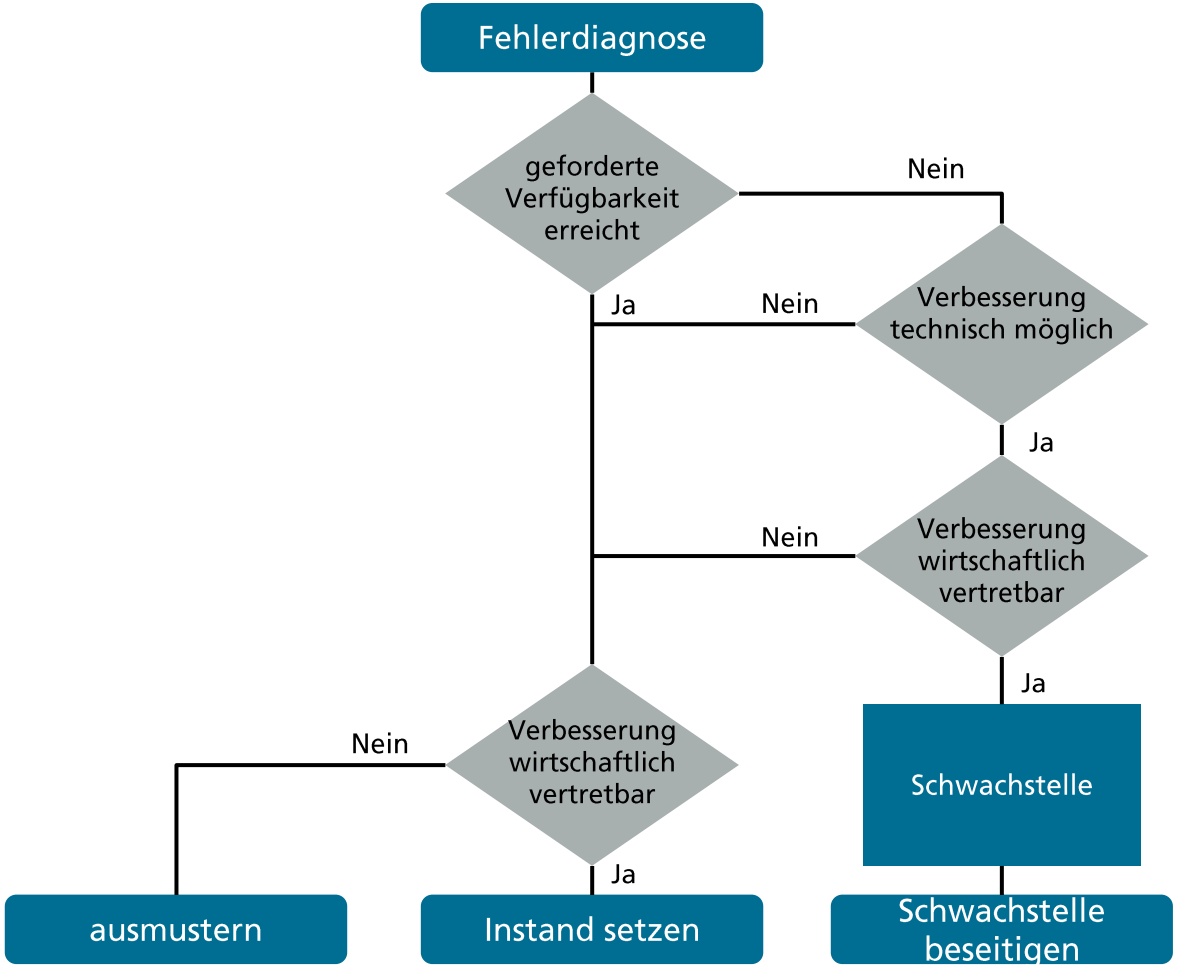
Maßnahmen der Instandhaltung

Wartung



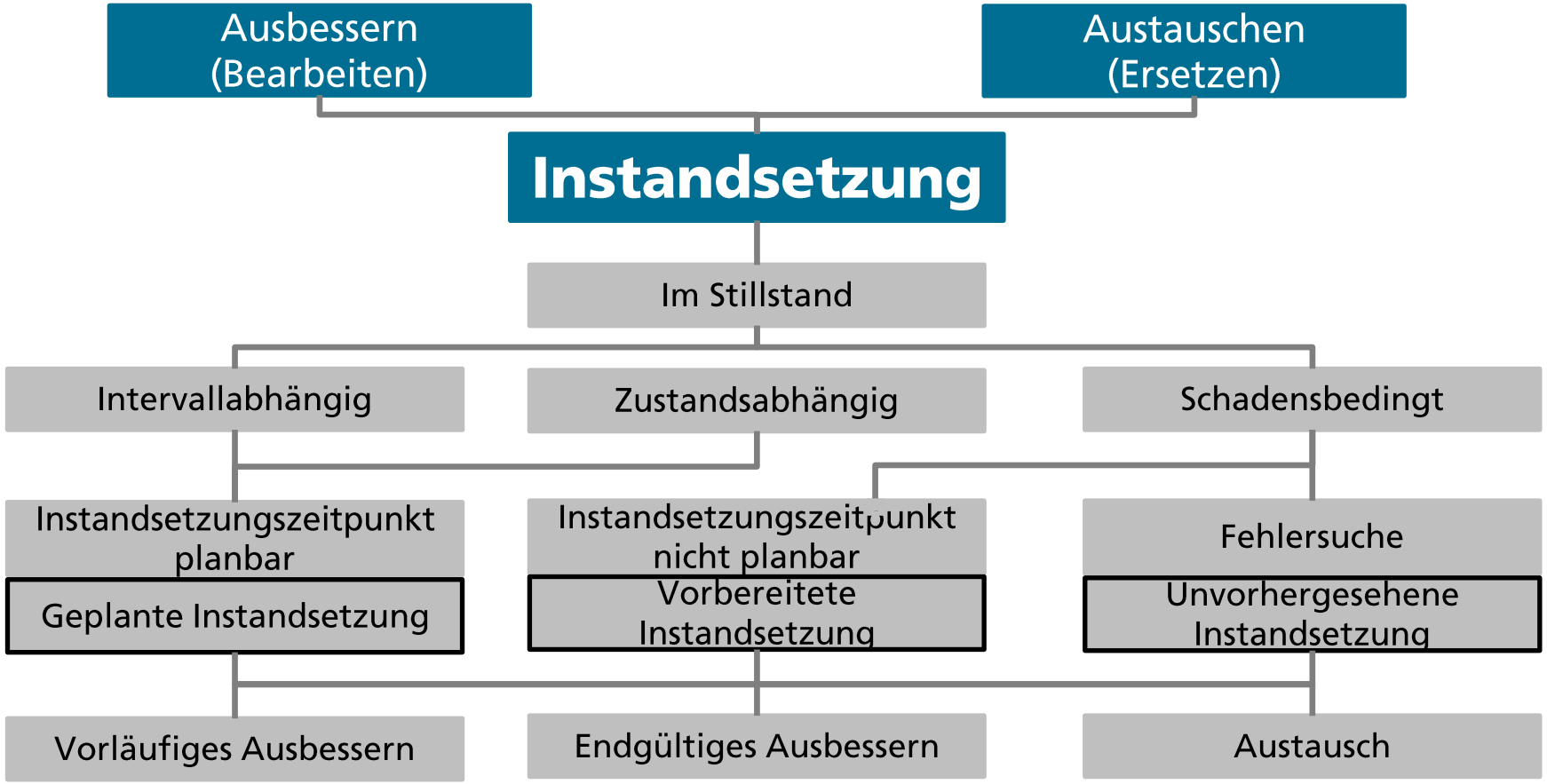
Maßnahmen der Instandhaltung

Verbesserung



Maßnahmen der Instandhaltung

Instandsetzung



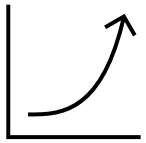
Instandhaltungsmanagement

RAMS

RAMS (DIN EN 50126)

Reliability, Availability

*Zuverlässigkeit (**R**eliability)*: „Fähigkeit eines Objekts, eine geforderte Funktion unter gegebenen Bedingungen für eine gegeben Zeitspanne zu erfüllen.“
(ÖNORM EN 13306)

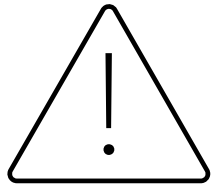


*Verfügbarkeit (**A**vailability)*: „Fähigkeit eines Objekts, unter gegebenen Bedingungen und wenn erforderlich in einem Zustand zu sein, eine geforderte Funktion zu erfüllen, vorausgesetzt, dass die erforderlichen externen Ressourcen bereitgestellt sind.“ (ÖNORM EN 13306)

RAMS (DIN EN 50126)

Maintainability, Safety

Instandhaltbarkeit (***M****aintainability*): „Fähigkeit eines Objekts, unter gegebenen Einsatzbedingungen in einem Zustand erhalten oder in ihn zurückversetzt werden zu können, in dem es eine geforderte Funktion erfüllen kann, wenn die Instandhaltung unter gegebenen Bedingungen mit festgelegten Verfahren und Ressourcen ausgeführt wird “ (ÖNORM EN 13306)

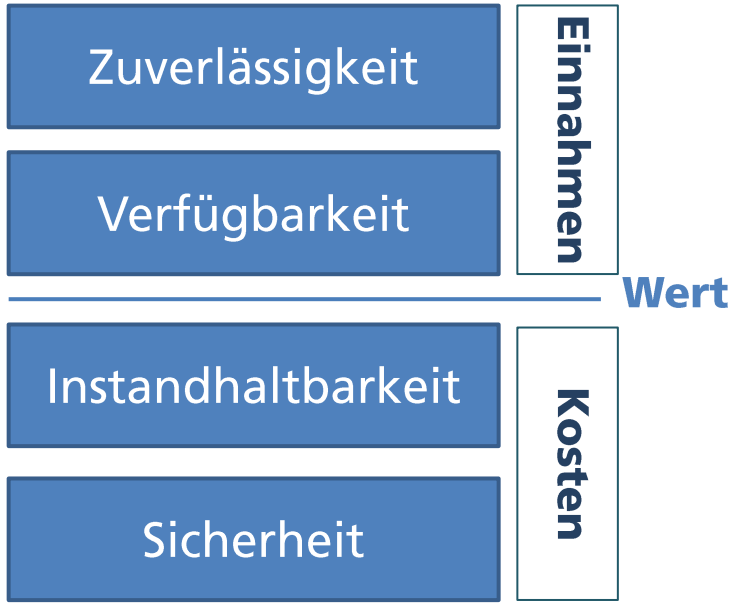


Sicherheit (***S****afety*): Fähigkeit eines Objekts, während des gesamten Lebenszyklus weder den Menschen noch der Umwelt oder irgendwelchen Vermögenswerten zu schaden

RAMS (DIN EN 50126)

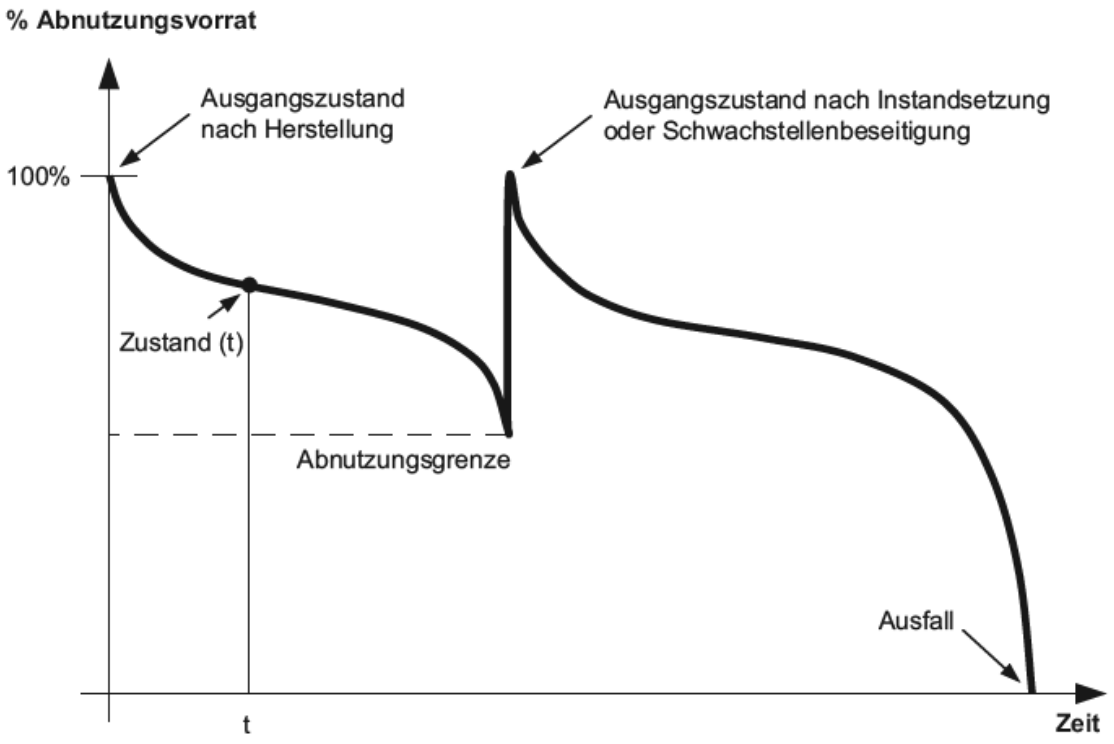
Reliability, Availability, Maintainability, Safety

- Zusammenhang von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit
  - zunehmend bedeutend für Industriebereiche mit hohem Investitionsaufkommen
  - Anwendung vor allem in der Bahnindustrie
- Prozess zur Vermeidung von Fehlern in Projektplanungsphase
- Anwendung bei Einführung neuer Produkten oder Anlagen
- Sicherheit und Verfügbarkeit können nur gewährleistet werden, wenn Anforderungen an Zuverlässigkeit und Instandhaltbarkeit erfüllt sind
- Passende Auslegung bedeutend um Wert zu generieren
  - Kosten durch Instandhaltbarkeit und Sicherheit, Einnahmen durch Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit



Link:
https://www.youtube.com/watch?v=CmvKa26IdSc

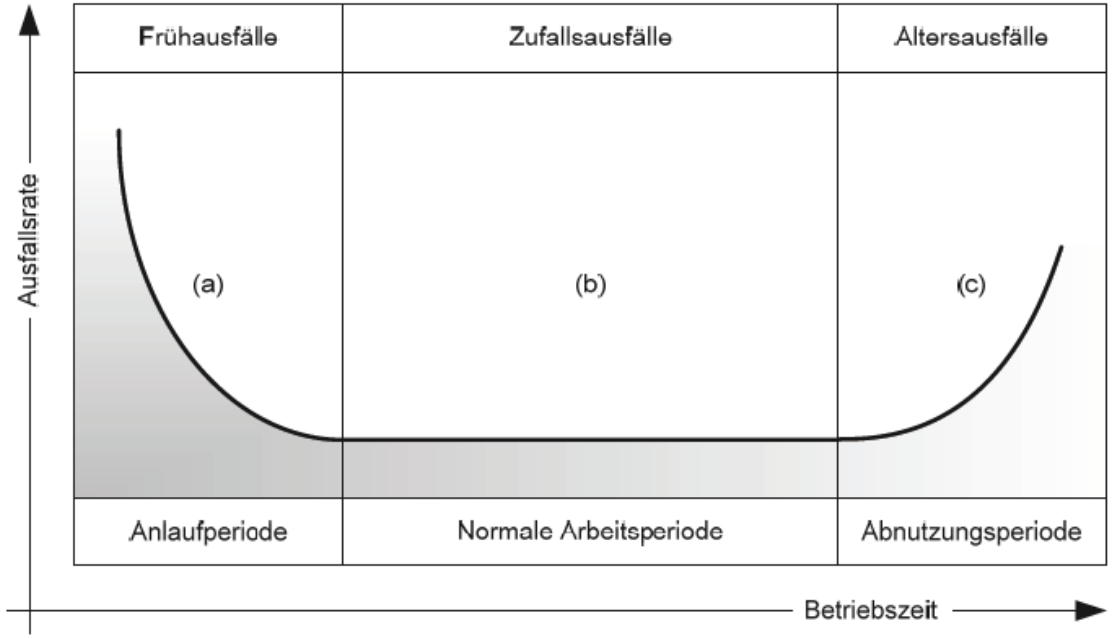
Verlauf des Abnutzungsvorrates einer Betrachtungseinheit



- **Abnutzungsvorrat:**
  Vorrat der möglichen Funktionserfüllung unter festgelegten Bedingungen
- **Abnutzungsgrenze:**
  Vereinbarter Mindestwert des Abnutzungsvorrates
- **Fehler:**
  Zustand einer Betrachtungseinheit, in dem sie unfähig ist eine geforderte Funktion zu erfüllen
- **Ausfall:**
  Beendigung der Fähigkeit einer Betrachtungseinheit eine geforderte Funktion zu erfüllen

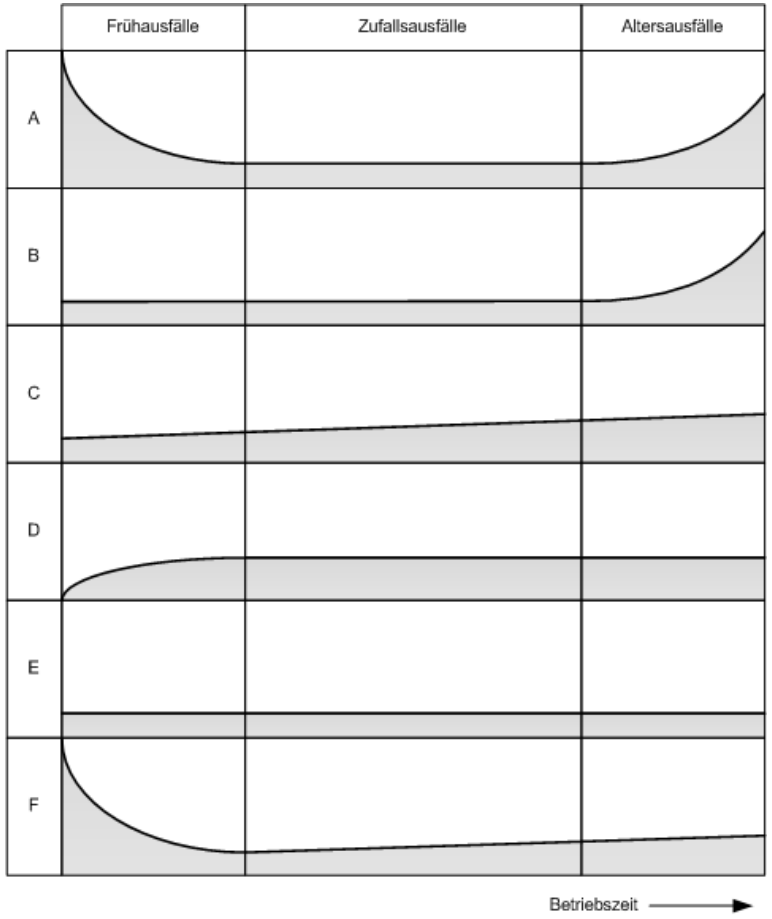
Anlagenverfügbarkeit und Störursachen

Klassische „Badewannenkurve“



- Durch den Verlauf der Ausfallrate können charakteristische Phasen der Lebensdauer eines Bauteiles beschrieben und mittels „Badewannenkurve“ dargestellt werden.
- Diese Kurve ist für beinahe alle Anlagenteile gültig, die direkter Abnützung unterliegen

Ausfallrate bei komplexen Anlagen (nach Moubray)



Verlauf A: klassischer Badewannenverlauf

Verlauf B: konstante oder leicht zunehmende Ausfallwahrscheinlichkeit, mit Endung in Verschleißzone

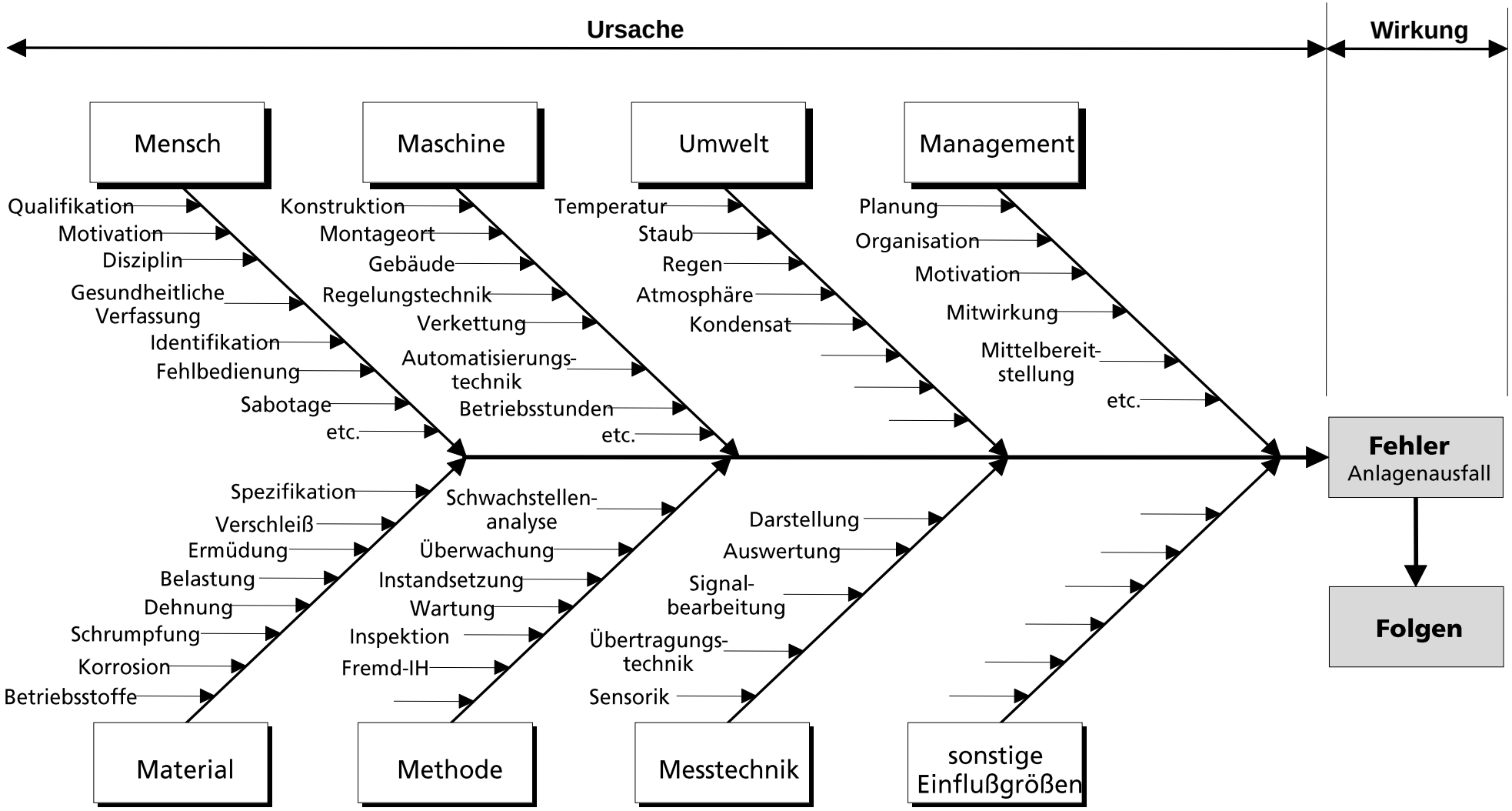
Verlauf C: kontinuierliche Zunahme der Ausfallswahrscheinlichkeit

Verlauf D: kurz nach Inbetriebnahme geringe Ausfallwahrscheinlichkeit, danach steiler Anstieg auf konstantes Niveau

Verlauf E: konstante Ausfallswahrscheinlichkeit, nur Zufallsausfälle

Verlauf F: Viele Frühausfälle, danach sinkend auf konstantes oder leicht ansteigendes Niveau

Anlagenverfügbarkeit und Störursachen - Fehlerursachen

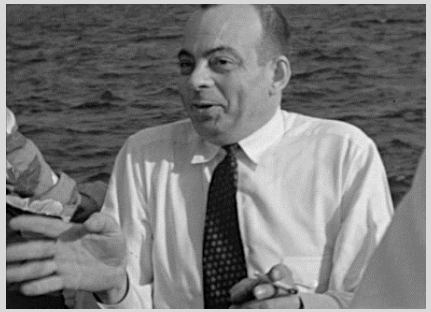


Instandhaltungsmanagement

INSTANDHALTUNGS- UND AUSFALLSKOSTEN

Instandhaltungs- und Ausfallskosten

Ein Wechsel der Blickrichtung ist notwendig!



„Um klar zu sehen, genügt oft ein Wechsel der Blickrichtung."

Antoine de Saint-Exupéry

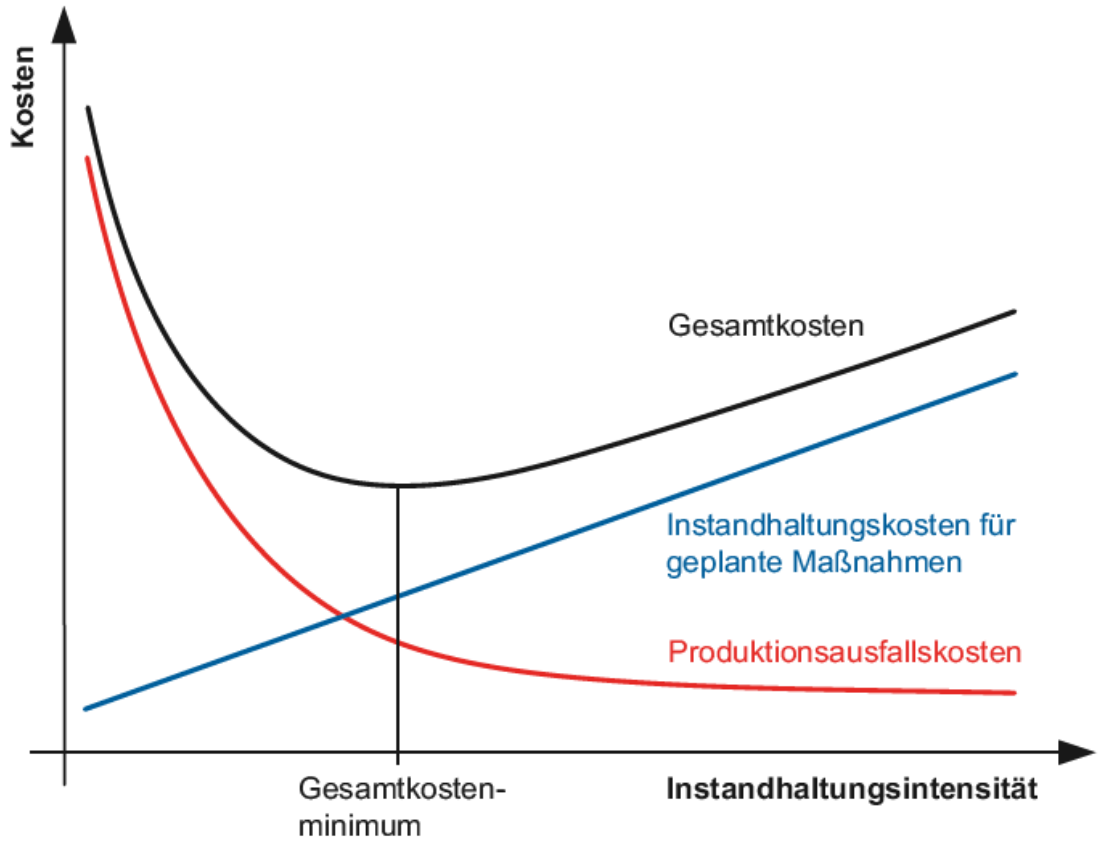
Welche Kosten <u>verursacht</u> die Instandhaltung?

Neue Sichtweise:

Welche Kosten <u>vermeidet</u> die Instandhaltung?

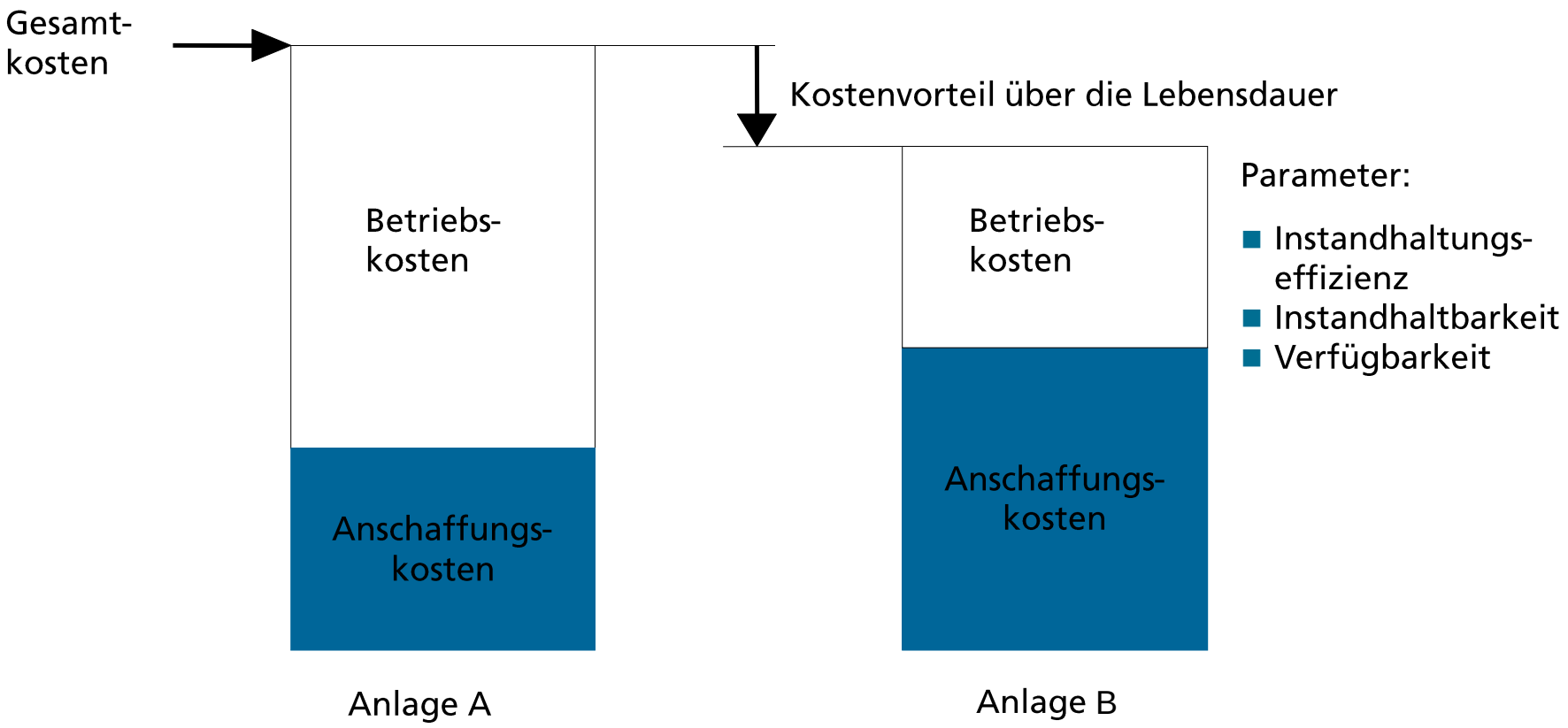
Instandhaltungs- und Ausfallskosten

Verlauf der Gesamtkosten



- **Ziel: Kostenminimierung**
  - Kosten sind meist bekannt, aber nicht wo Kostenpunkt auf Summenkurve liegt
  - Geringe IH-Maßnahmen: geringe IH-Kosten, hohe Ausfallkosten
  - Zu viele Maßnahmen: IH-Kosten sind höher als Ausfallkosten

Vergleich der Gesamtkosten



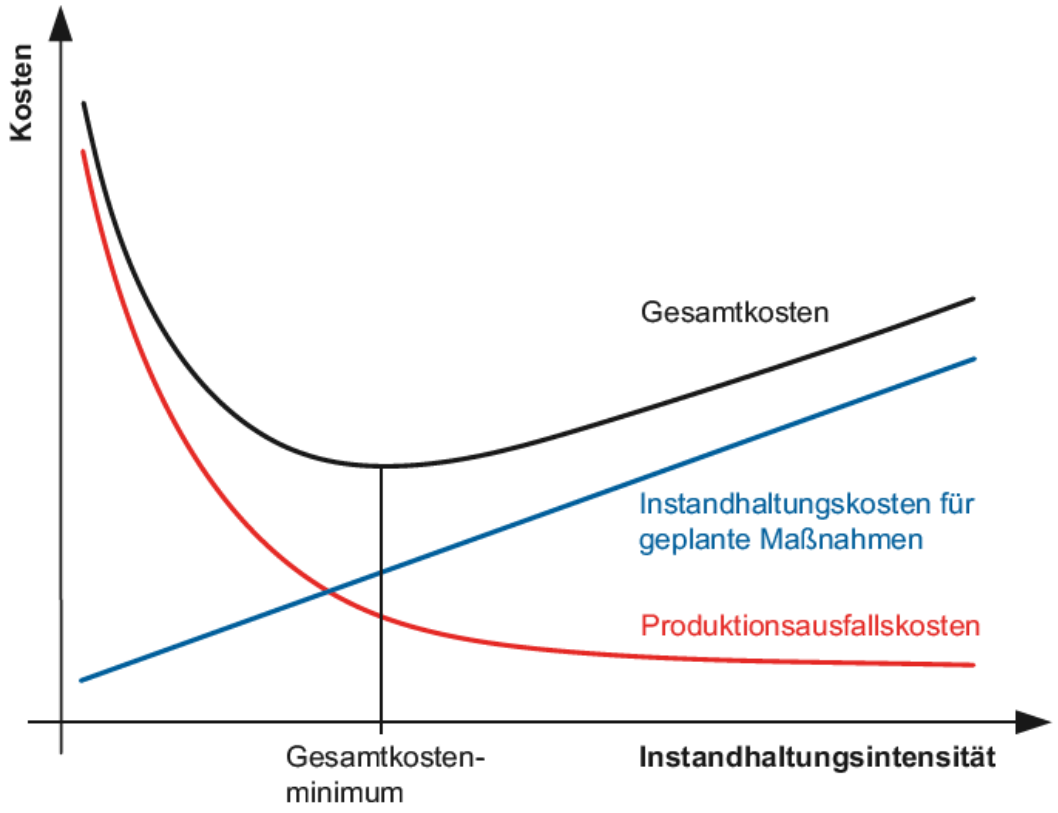
Parameter:

- Instandhaltungs-effizienz
- Instandhaltbarkeit
- Verfügbarkeit

Instandhaltungs- und Ausfallskosten

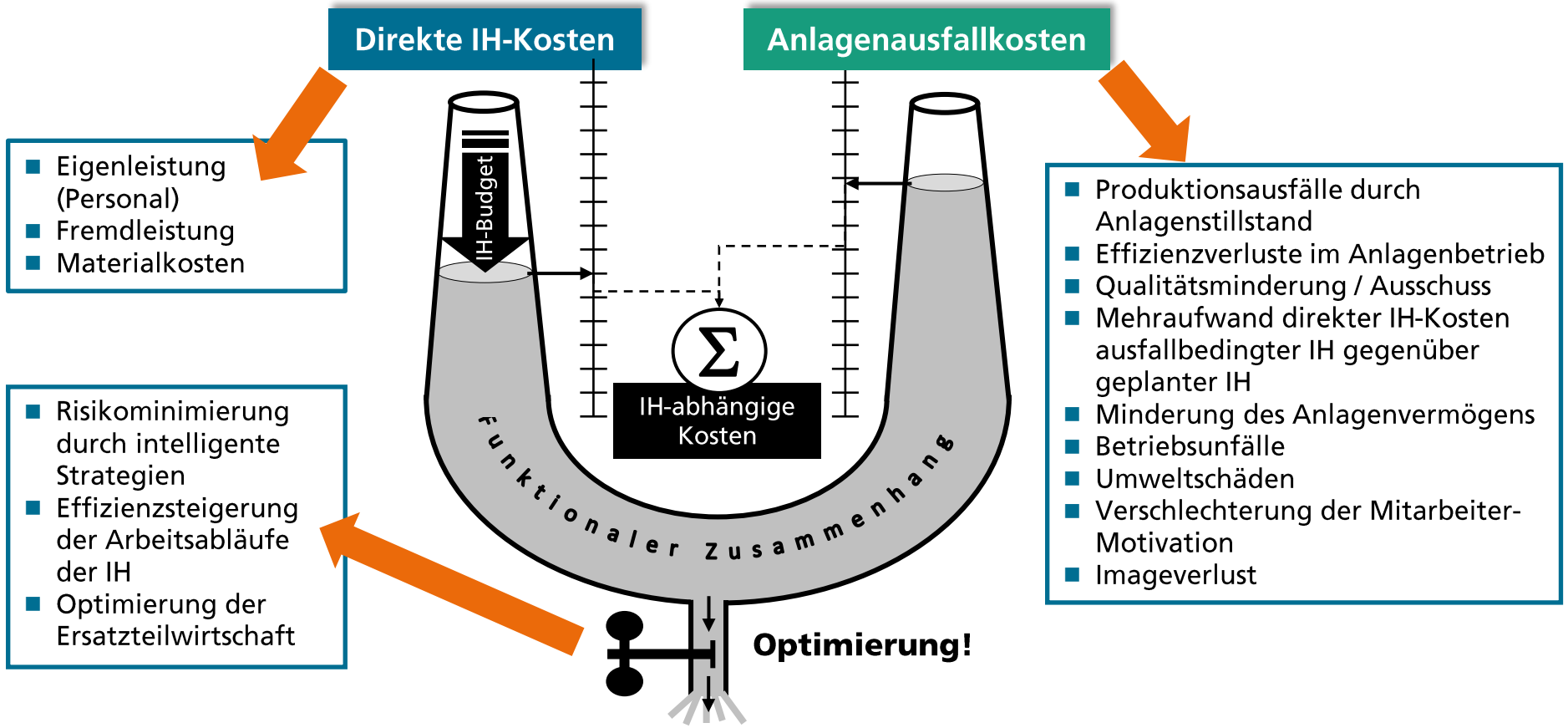
Kosten bei einem Ausfall

- Welche Kosten treten bei einem Ausfall wirklich auf?
  - Entgangene Deckungsbeiträge (Gewinne) auf dieser Anlage
  - Reduzierte Gesamtausbringung (Gesamtanlageneffizienz)
  - Folgekosten (Pönalen, etc.)
  - Erhöhte Instandsetzungsaufwendungen
- Was sind KEINE Ausfallkosten?
  - Stundensätze der stillstehenden Maschinen



Instandhaltungs- und Ausfallskosten

Ganzheitliche Betrachtung aller IH-abhängigen Kosten



- Eigenleistung (Personal)
- Fremdleistung
- Materialkosten

- Risikominimierung durch intelligente Strategien
- Effizienzsteigerung der Arbeitsabläufe der IH
- Optimierung der Ersatzteilwirtschaft

- Produktionsausfälle durch Anlagenstillstand
- Effizienzverluste im Anlagenbetrieb
- Qualitätsminderung / Ausschuss
- Mehraufwand direkter IH-Kosten ausfallbedingter IH gegenüber geplanter IH
- Minderung des Anlagenvermögens
- Betriebsunfälle
- Umweltschäden
- Verschlechterung der Mitarbeiter-Motivation
- Imageverlust

Instandhaltungsmanagement

INSTANDHALTUNGSSTRATEGIEN

Instandhaltungsstrategien

Allgemein

Instandhaltungsstrategien sind **Regeln**, die angeben, zu welchen **Zeitpunkten** welche **Aktionen** an welchen **Aggregaten** bzw. Bauteilen vorgenommen werden sollen.

Instandhaltungsstrategien

Überblick

Strategie

Ausfallbehebung

- Kleine Einheiten
- Unkritisch
- Geringe Ausfall-wahrscheinlichkeit
- Redundanz

Zeitgesteuerte periodische Instandhaltung

- Steigende Ausfallrate
- Die Anlage hat ein gut dokumentiertes Ausfallverhalten
- Zustand der Anlage ist nicht oder erst nach langwierigem Zerlegen erkennbar

Zustandsorientierte Instandhaltung

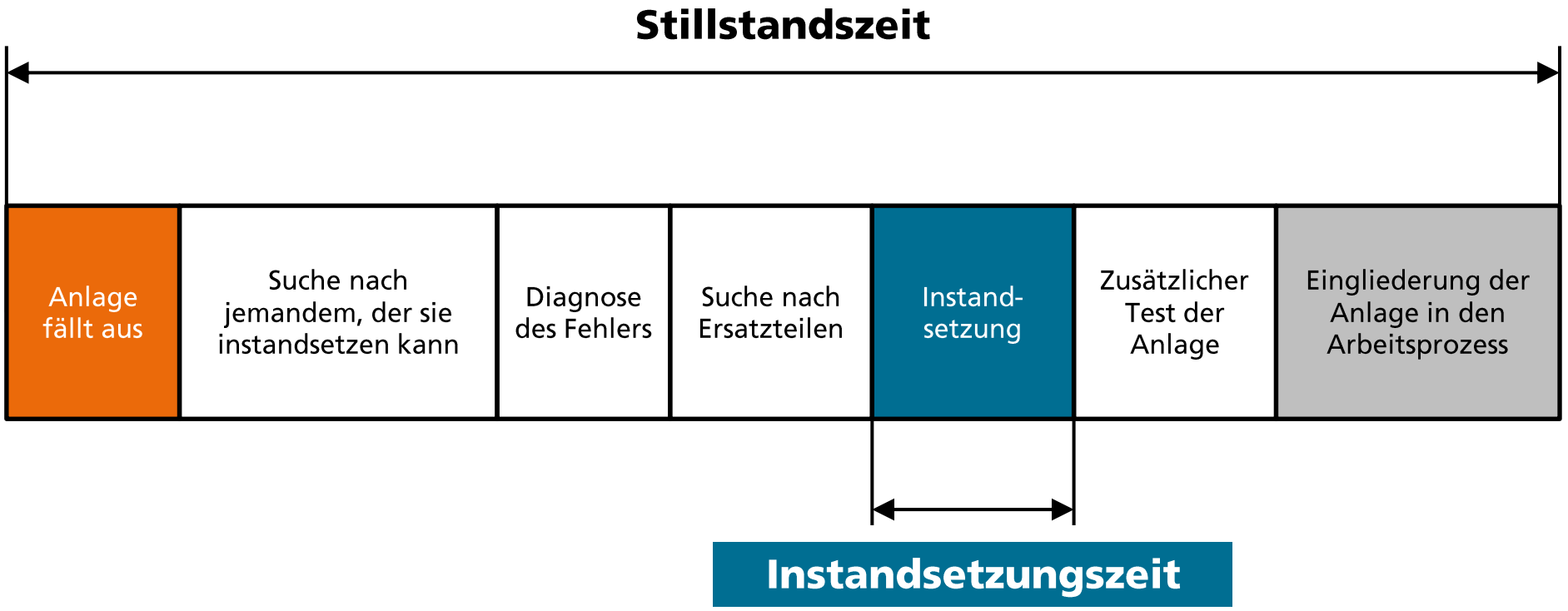
- Zufallsausfälle
- Zustand kann ermittelt werden
- Ausreichend Zeit von der Entdeckung potenzieller Fehler bis zum Fehlereintritt

Vorausschauende Instandhaltung

- Ermittlung von Lastkollektiven & Belastungsprofile n
- Verknüpfung mit Condition-Monitoring-daten und aktuellen Planungsdaten aus Produktion
- Ableitung von Planungsregeln

Instandhaltungsstrategien - Ausfallbehebung

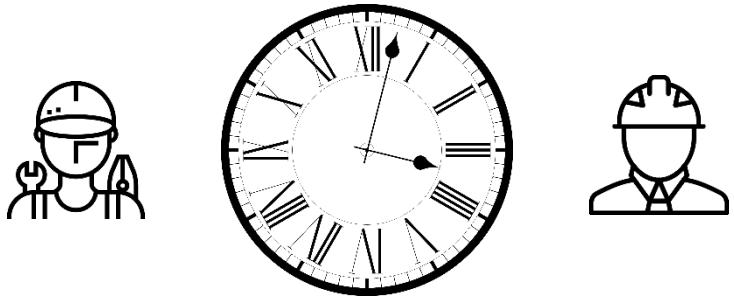
Anlagenstillstandszeit bei ungeplanten Maßnahmen



Instandhaltungsstrategien – Zeitgesteuerte periodische IH

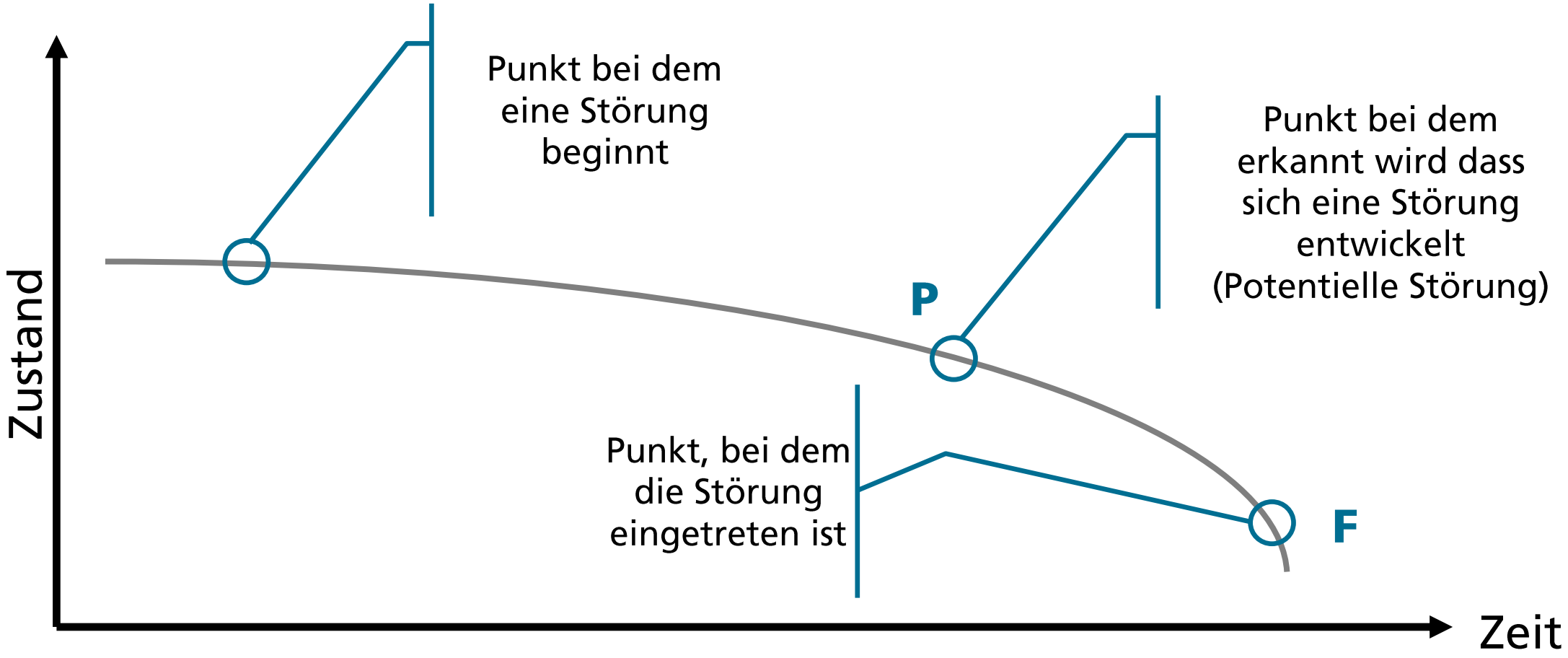
Eigenschaften von Schäden

- Unterschiedliche mittlere Zeit zwischen zwei Schäden
- Unterschiedliche Streuung der Nutzungsdauer
- Schlechte Schadensdokumentation
- Unzureichende statistische Schadenserfahrungen



Instandhaltungsstrategien – Zustandsorientierte IH

Eigenschaften von Schäden

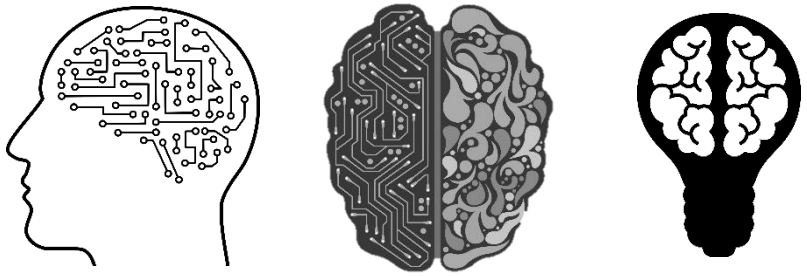


Instandhaltungsstrategien – Vorausschauende IH

Analysefaktoren

Prognose von Maschinenstörungen und Planung von IH-Tätigkeiten anhand von:

- Sensorsignalen von Condition Monitoring Systemen
- Qualitäts- und Maschinendaten
- Historisches Wissen über Ausfallsereignisse



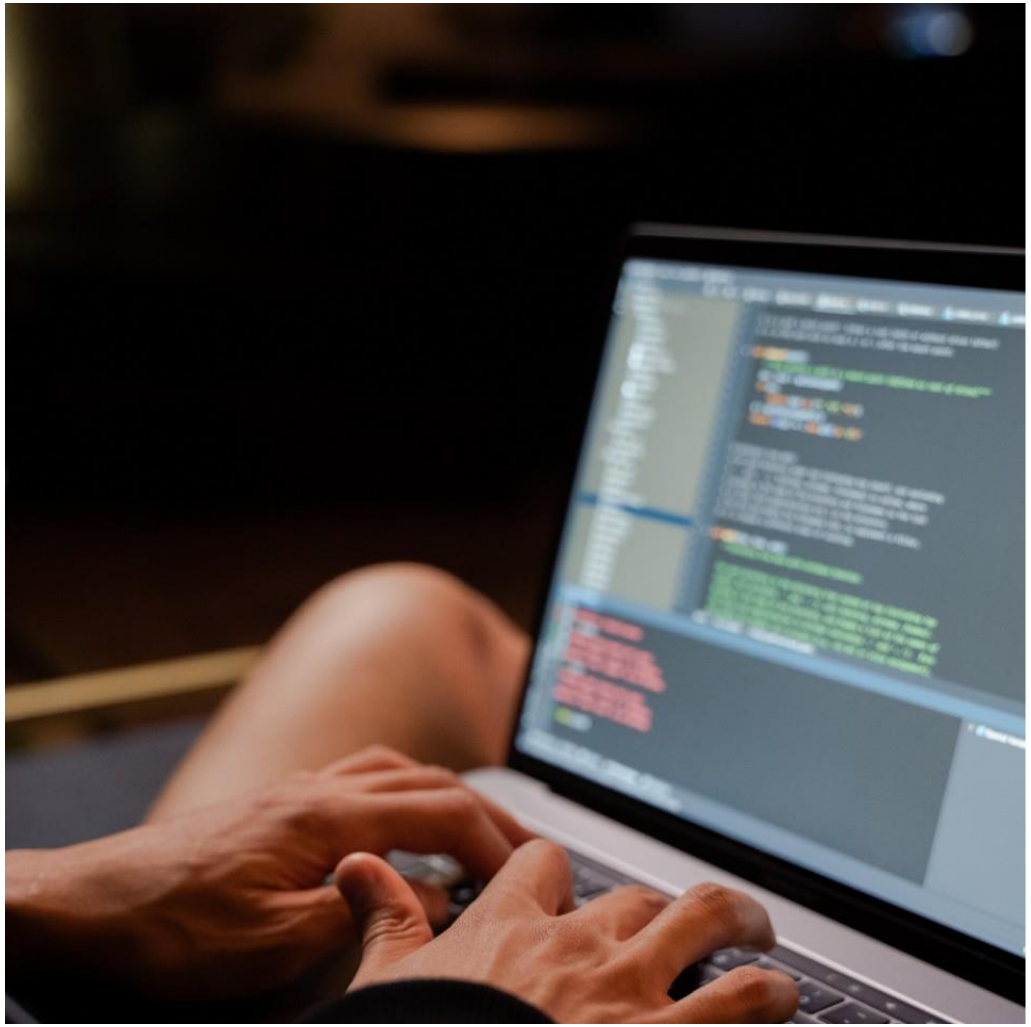
Instandhaltungsmanagement

DIGITALE TRANSFORMATION IN PRODUKTION UND INSTANDHALTUNG

Wie kann Produktion und Instandhaltung von Daten profitieren?

URL:
https://www.menti.com/rxwkoun7h4

Wie kann Produktion und Instandhaltung von Daten profitieren? (Ergebnisse)



Wie kann Produktion und Instandhaltung von Daten profitieren?

Mentimeter

Ausgangssituation und Zielsetzung

Instandhaltungskosten machen 15-40% der gesamten Produktionskosten aus und stellen somit einen **erheblichen Kostenfaktor** dar.

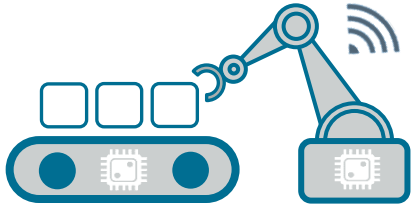
Etwa 30 % der Instandhaltungskosten entfallen auf:

- Verfrühter Komponenten- oder Werkzeugwechsel und damit mangelnde Ausnutzung der maximalen Nutzungszeit
- Verzögerte Wartungsaktivitäten und damit eine große Anzahl ungeplanter Ausfälle

Ziel ist es, die **Anlagenverfügbarkeit** zu erhöhen

durch Verwendung einer datengestützten Instandhaltungsplanung

Cyber Physical Systems (CPS)



- CPS sind die …
  - Orchestrierung von Computern und physischen Systemen
  - Integration von Datenverarbeitung mit physikalischen Prozessen.
- In einem Produktionsumfeld spricht man von **Cyber Physical Production Systems (CPPS)**

Cyber Physical Systems (CPS)

"Cyber-physikalische Systeme sind die Integration von Datenverarbeitung mit physischen Prozessen. Eingebettete Computer und Netzwerke überwachen und steuern die physischen Prozesse in der Regel mit Feedbackschleifen, wobei physische Prozesse die die Datenverarbeitung beeinflusst und vice versa."

Lee, E.. (2008): Cyber Physical Systems: Design Challenges, Electrical Engineering and Computer Sciences, S. 363-369, 10.1109/ISORC.2008.25

Digitale Transformation in Produktion und Instandhaltung

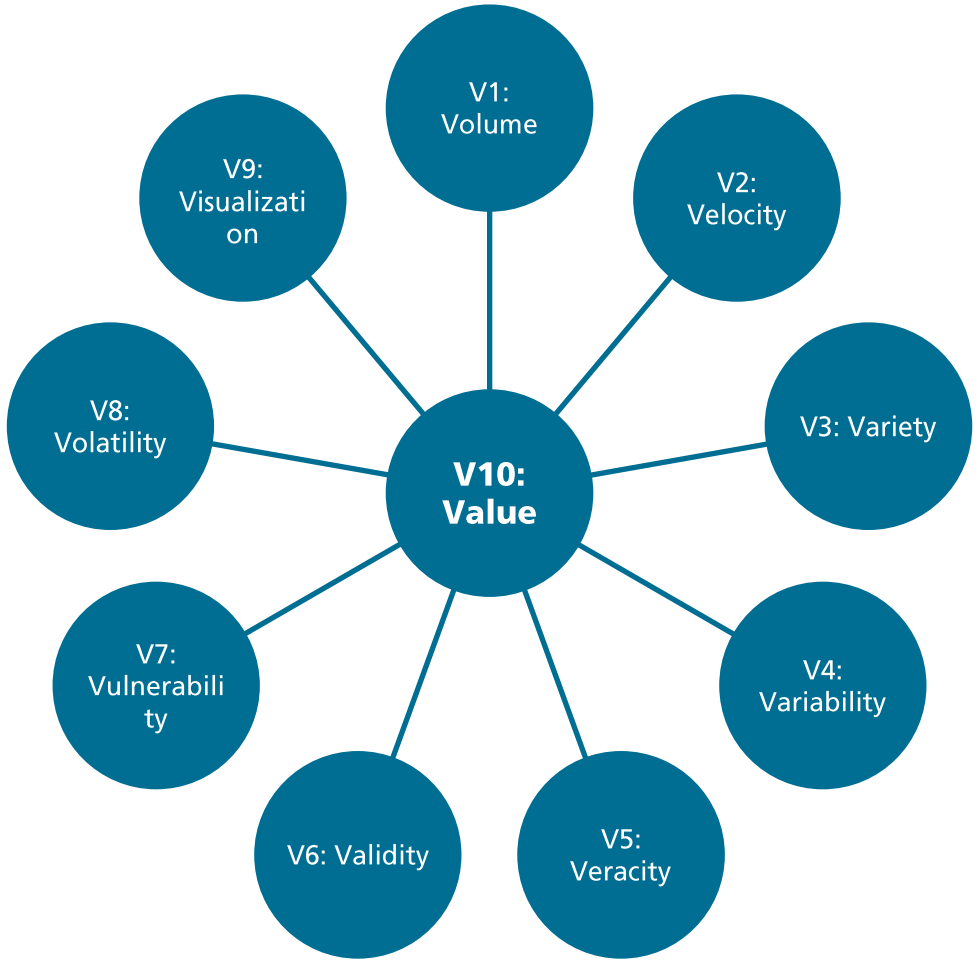
Link:
https://www.youtube.com/watch?v=wro3uoHR-ZY

RDS Connected Fleet von Rosenbauer

- **Fahrzeugmanagementsystem für die Einsatzvor- und Nachbearbeitung**
  - Wie ist der Status meiner Einsatzfahrzeuge?
  - Welche Fahrzeuge sind einsatzbereit?
  - In welchem Zustand befinden sie sich?
  - Wo sind die Fahrzeuge gerade?
  - Welche und wie viel Betriebs- und Löschmittel haben sie an Bord?
- Echtzeitinformation über Zustand der Einsatzflotte
- Protokollierung aller fahrzeugbezogenen Daten
- Digitale Verwaltung der Einsatzflotte

10Vs zur Charakterisierung von Big Data

- Die Generierung von Wettbewerbsvorteilen (Business **Values**) aus Big Data hängt ab von:
  - **Volume** (Volumen), Menge der Daten
  - **Velocity** (Geschwindigkeit) des Datenflusses
  - **Variety** (Vielseitigkeit) der Datenstrukturen
  - **Variability** (Variabilität), Inkonsistenzen in Daten und Datendimensionen
  - **Veracity** (Wahrhaftigkeit), Zuverlässigkeit und Aussagekraft der Datenquelle für die Analyse
  - **Validity** (Korrektheit), Korrektheit der Daten für die beabsichtigte Verwendung
  - **Vulnerability** (Verwundbarkeit), Aspekte der Cyber-Security.
  - **Volatility** (Volatilität), Änderungsrate der Werte von gespeicherten Daten über einen bestimmten Zeitraum
  - **Visualization** (Visualisierung), Herausforderung aufgrund von Einschränkungen der In-Memory-Technologie und schlechter Skalierbarkeit, Funktionalität, Reaktionszeit usw.



Digitale Transformation in Produktion und Instandhaltung

Link:
https://www.youtube.com/watch?v=S4RL6prqtGQ

Digital Twin (DT)

Digital Twin nach NASA

"A digital twin is an integrated multi-physics, multi-scale, probabilistic simulation of a vehicle or system that uses the best available physical models, sensor updates, fleet history, etc., to mirror the life of its flying twin"

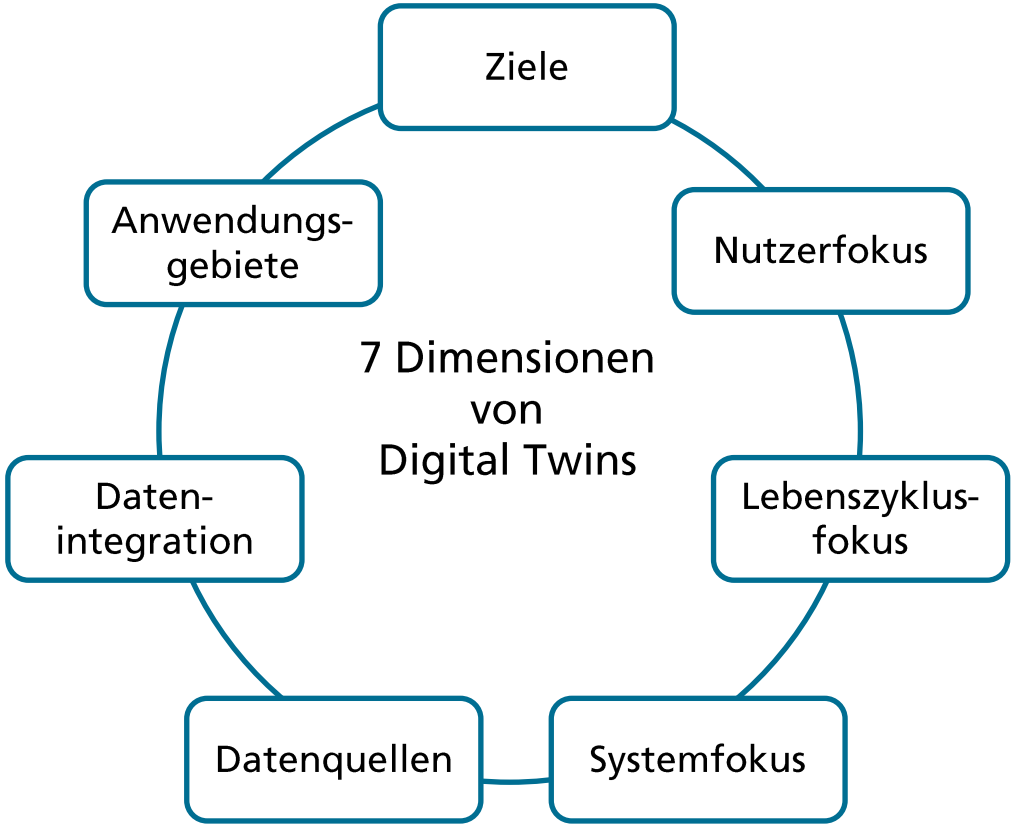
Digital Twin nach Plattform Industrie 4.0

„Ein digitaler Zwilling ist eine digitale Repräsentation eines […] Produkts [..], das seine ausgewählten Merkmale, Eigenschaften, Zustände und Verhaltensweisen innerhalb eines einzelnen oder über verschiedene Lebenszyklen hinweg anhand von Modellen, Informationen und Daten erfasst."

Shafto, M., Conroy, M., Doyle, R., Glaessgen, E., Kemp, C., LeMoigne, J., & Wang, L. (2010). Modeling, Simulation, Information Technology and Processing Roadmap. NASA)

Hirsch-Kreinsen, H., Kubach, U., Stark, R., Wichert, G. von, Hornung, S., Hubrecht, L., et al. (2019): Themenfelder Industrie 4.0. Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0.

Sieben Dimensionen eines Digital Twins

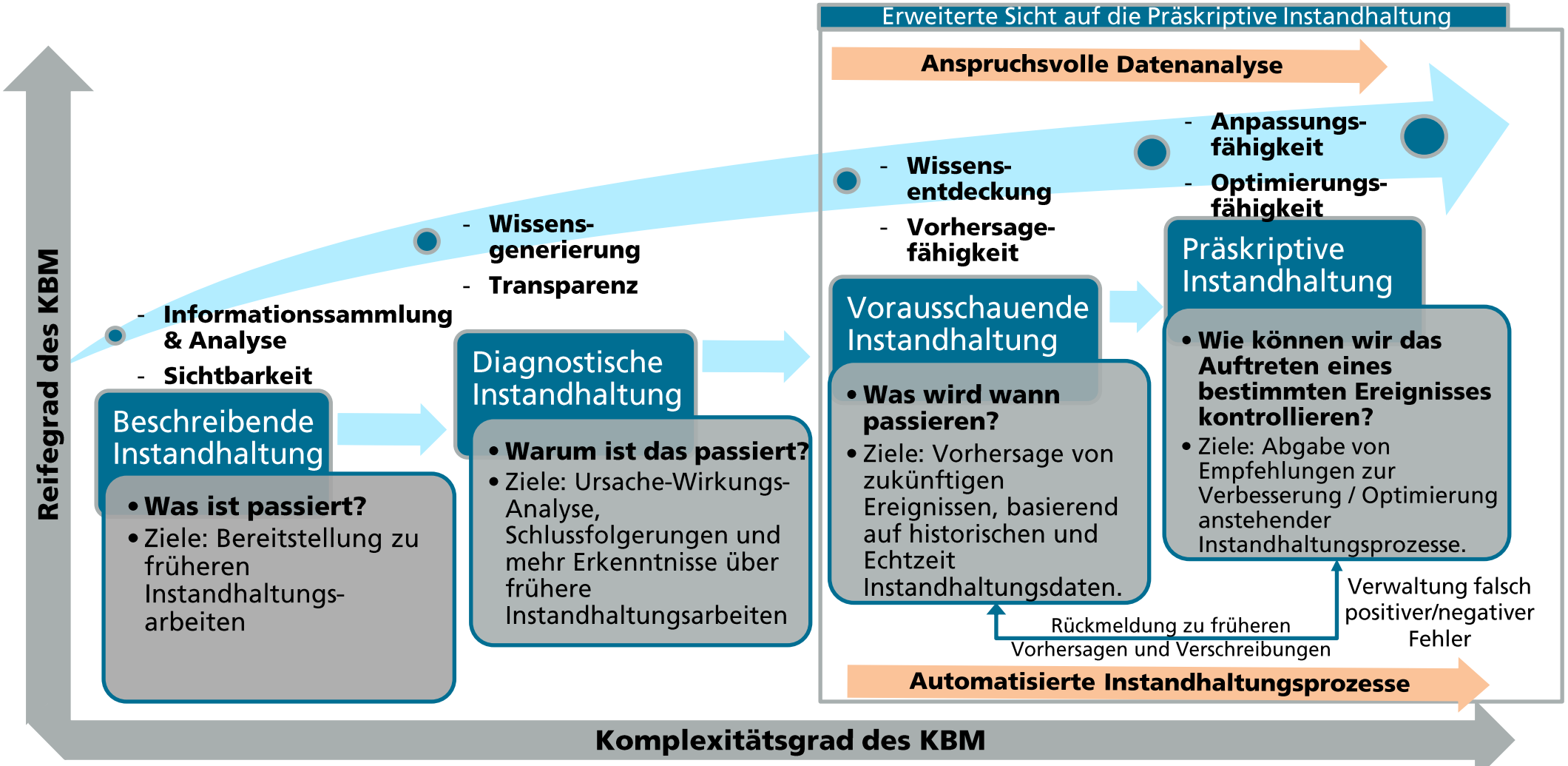


- **Mögliche Einsatzgebiete von DT**
  - Produktions- & Instandhaltungsplanung
  - Fabrikplanung
  - Anlagenoptimierung
  - Energieoptimierung
  - Qualitätsmanagement
  - Mensch-Maschine-Interaktion
  - Materialfluss- & Intralogistik
  - …

Digitale Transformation in Produktion und Instandhaltung

Link:
https://www.youtube.com/watch?v=2dCz3oL2rTw

Evolution der wissensbasierten Instandhaltung (KBM)



F. Ansari & R. Glawar, Knowledge-Based Maintenance, Book Chapter, In Instandhaltungslogistik, K. Matyas (Ed.), 7th Edition, Carl Hanser Verlag, 12/2018, pp. 318-342.

Digitale Transformation der Instandhaltung – eine funktionelle Übersicht

Instandhaltung ohne Sensortechnologien

Reaktive Instandhaltung

- Run-to-failure Strategie

Ergebnis: Geringe Kosten für die Routinewartung, aber hohe Kosten im Falle eines Ausfalls pot. lange Stillstandszeiten

Vorbeugende Instandhaltung

- Die Wartung wird in regelmäßigen Abständen geplant und durchgeführt
- Zeit- oder Nutzungsauslöser werden zur Planung der Wartung verwendet

Ergebnis: Geringere Ausfallwahrscheinlichkeit, aber ein kontinuierlicher Aufwand ist notwendig

Proaktive Instandhaltung

- Ermitteln der Ursachen für Maschinenausfälle
- Ergreifen von Maßnahmen / Korrekturmaßnahmen, um Maschinenausfälle gänzlich zu vermeiden, z. B. Schulung der Mitarbeiter zur optimalen Maschinenbedienung

Ergebnis: Gründe für Geräteausfälle werden vermieden

Instandhaltungsstrategien mit Sensortechnologien

Zustandsorientierte Instandhaltung

- Zustandsüberwachung über Sensoren
- Instandhaltung wird nur durchgeführt, wenn Geräteprobleme registriert wurden

Ergebnis : Anomalien werden erkannt und behoben, bevor es zu einem Funktionsausfall kommt

Implementierungsvarianten: Handheld-Geräte oder nachgerüstete/vorher integrierte Sensoren

Vorausschauende Instandhaltung

- Die Zustandsüberwachung wird durch fortschrittliche Statistiken, Stochastik, Echtzeit-Analysen oder sogar Algorithmen für maschinelles Lernen erweitert, die Vorhersagen darüber ermöglichen, wann Geräte ausfallen werden
- On-Premise und/oder Cloud Analytics

Ergebnis : Geräteausfälle werden vorhergesagt und es können vorbeugende Maßnahmen ergriffen werden

Implementierungsvarianten : Using-static-rule-based analytics or using dynamic-model-based analytics (Type B)

Präskriptive Instandhaltung

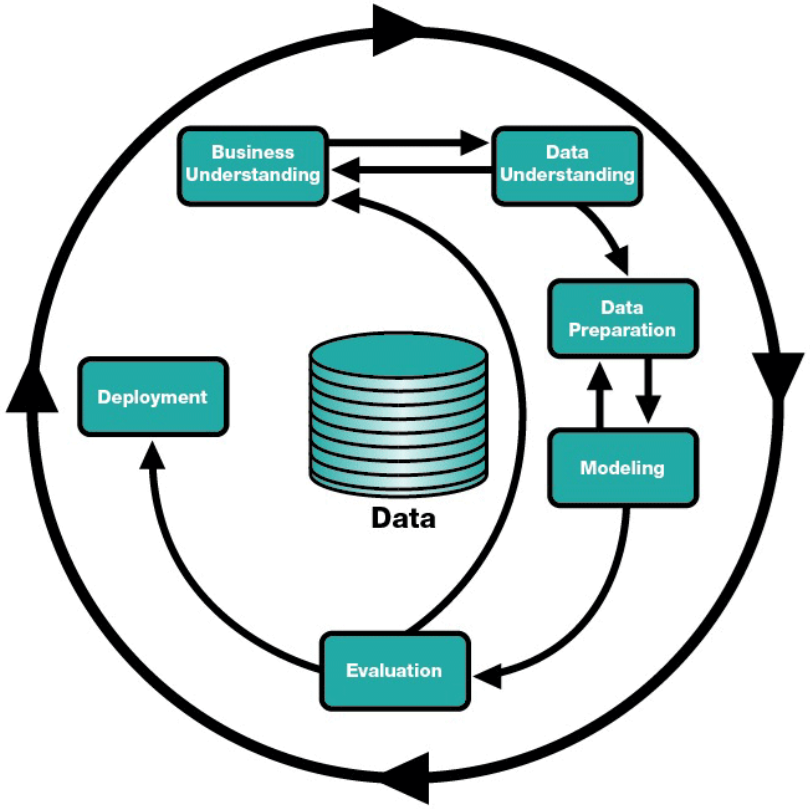
- Maschinen „diagnostizieren und plant sich selbst“ die Instandhaltung ein

Ergebnis : Vollständig automatisierter Instandhaltungsworkflow

Komplexität der Analytik

Quelle: IoT Analytics, Predictive Maintenance – Market Report 2017-2022; www.iot-analytics.com;2017

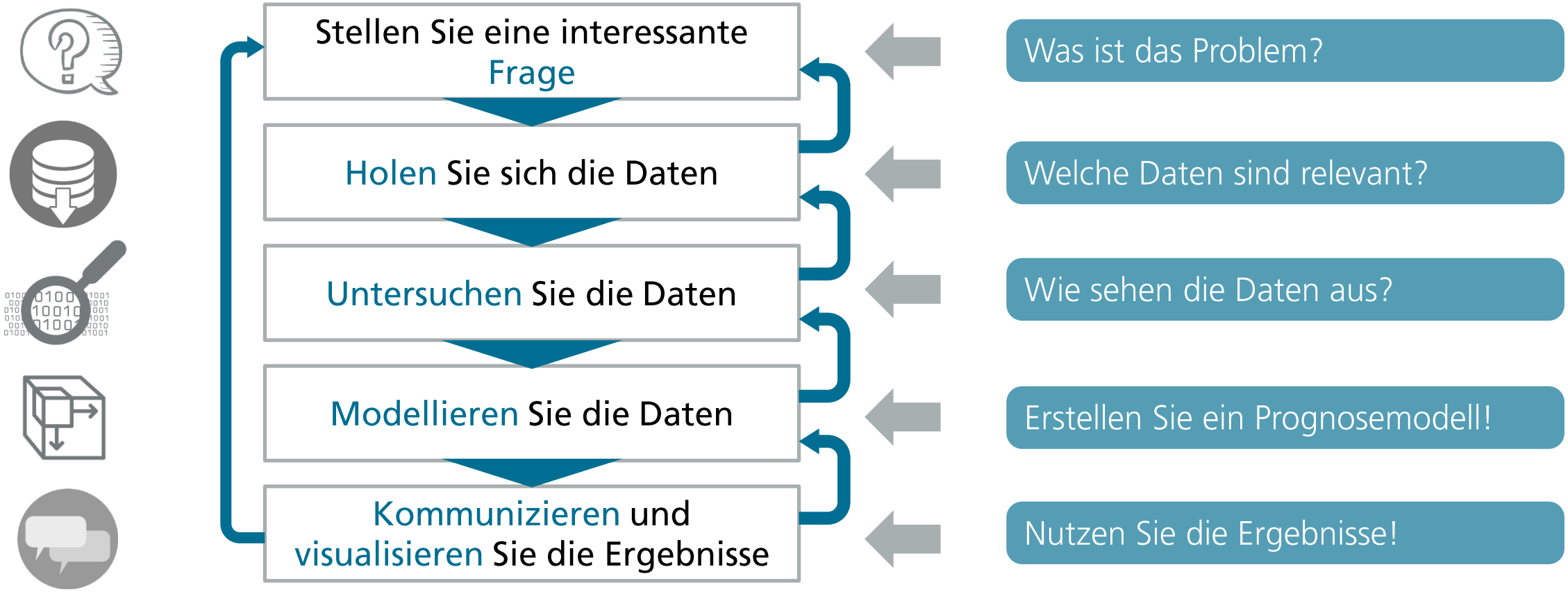
Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)



- Bei Modellierung von konkreten Prozessen auf Basis von CRISP-DM werden oft **Machine-Learning (ML)** Algorithmen verwendet:
  - automatisierter Prozess
  - mit der Fähigkeit Muster zu erkennen
  - aus vorhandenen Daten

Source: (P. Chapman, et al., 2000)

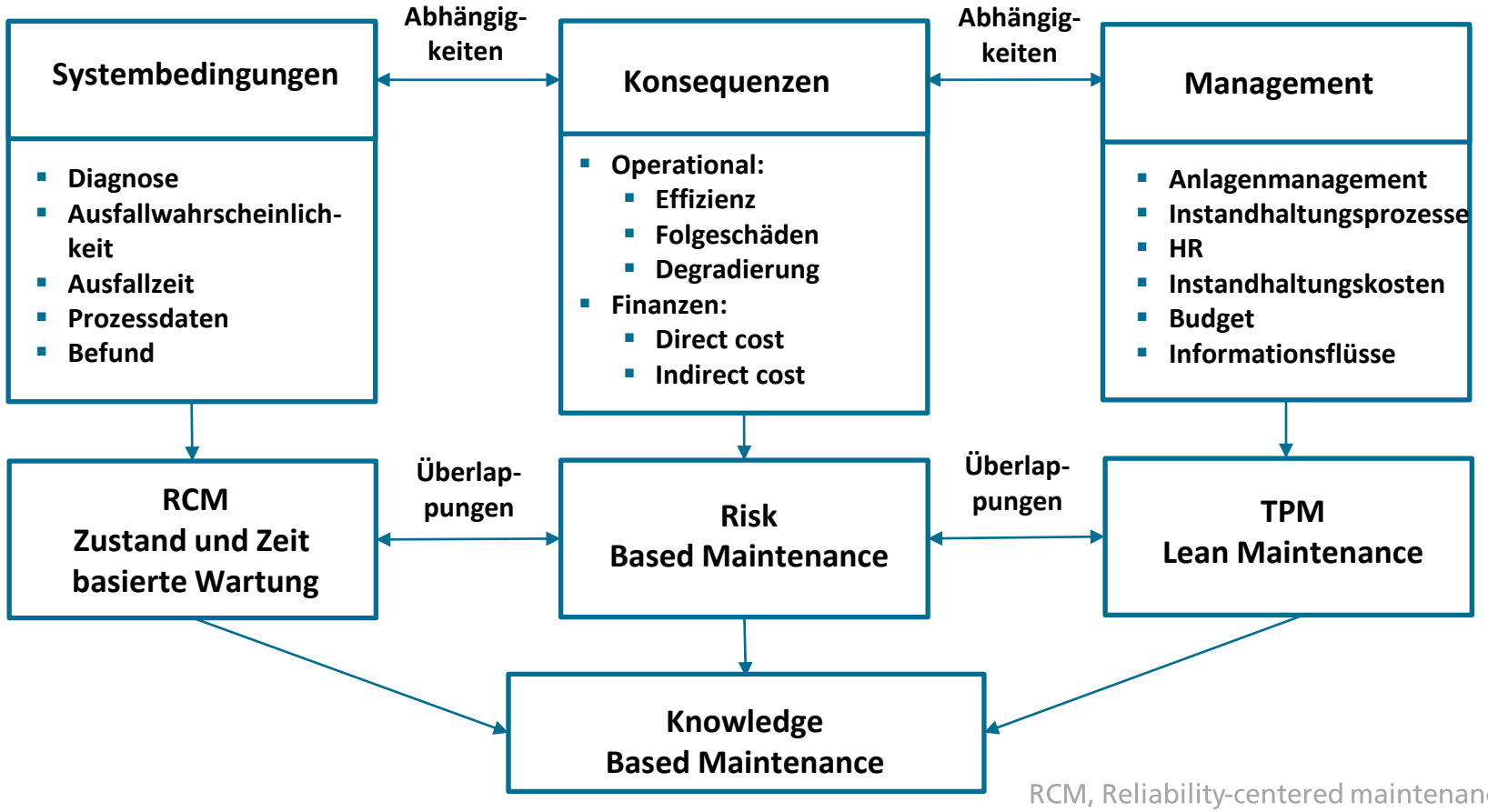
Der generische Data Science Prozess



Source: cf. CS109 Data Science, Harvard

Knowledge-Based Maintenance – Ganzheitlicher Ansatz

- Das von Pawellek 2013 vorgeschlagene Konzept der wissensbasierten Instandhaltung geht davon aus, dass **Wettbewerbsvorteile** zur Reduzierung der Instand-haltungskosten durch die **ganz-heitliche Betrachtung aller Einflusskomponenten und die Gewinnung von Wissen über die Instandhaltung erreicht werden**.
- KBM berücksichtigt die langfristigen Auswirkungen von Instandhaltungsmaßnahmen und -entscheidungen auf die ökonomischen Bedingungen.

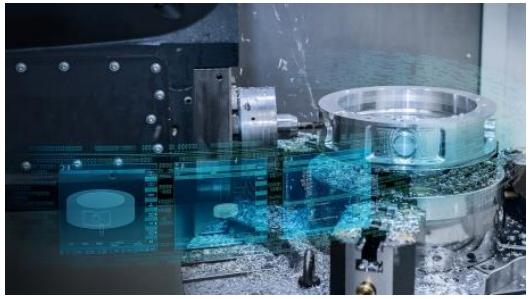


RCM, Reliability-centered maintenance
TPM, Total Productive Maintenance

Source: Adopted from (G. Pawellek, 2013)

Digitale Transformation in Produktion und Instandhaltung

Was sind nicht ausgeschöpfte Potentiale?



- Ein aktueller Marktbericht prognostiziert eine jährliche Wachstumsrate von 39% für Investitionen in vorausschauende Instandhaltung im Zeitraum 2016-2022 (IoT Analytics, 2017).
- Eine Umfrage unter 151 Predictive Maintenance Spezialisten und Entscheidern aus Industrieunternehmen, darunter OEMs, Produkthersteller und Dienstleister, zeigt, dass die **vorausschauende und präskriptive Instandhaltung** von Produktionssystemen einschließlich Anlagen, Maschinen und physischen Vermögenswerten in den kommenden drei Jahren der **wichtigste Anwendungsbereich von Industrial Analytics** sein wird (79 %) (Lueth et al.,

Trotz aller Investitionen haben wir in den letzten Jahrzehnten immer noch die gleichen Probleme bei der Instandhaltung:

- **Verminderte Verfügbarkeit der Anlagen**
- **Abnehmende Reaktionsfähigkeit**
- **Steigende Instandhaltungskosten**

Learning Outcomes

- Sie können Instandhaltung beschreiben
- Sie können Instandhaltungsmaßnahmen einteilen
- Sie können RAMS benennen und erklären
- Sie können Anlagenverfügbarkeit und Störung beschreiben
- Sie können die passende Instandhaltungsstrategie auswählen
- Sie können Trends in der datengetriebenen Instandhaltung benennen
- Sie können die Konzepte hinter CPS und Digital Twin beschreiben
- Sie können die passende Vorgehensweise für Projekte in der datengetriebenen Instandhaltung anwenden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

FRAGEN UND FEEDBACK

Technik für Menschen!

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

INSTITUTE OF MANAGEMENT SCIENCE
Research Group of
Smart and Knowledge-Based Maintenance

Pilotfabrik Industrie 4.0

Dr.-Ing. Fazel Ansari

Leiter der Forschungsgruppe
Smart & Knowledge-Based Maintenance
Institut für Managementwissenschaften, TU Wien

Senior Researcher in Industrial Data Science
Fraunhofer Austria Research GmbH

Tel.: +43 (0) 676 888 616 - 14
Email: fazel.ansari@tuwien.ac.at

Dipl.-Ing. Linus Kohl

Wissenschaftlicher Mitarbeiter & Projektleiter
Forschungsgruppe für
Smart & Knowledge-Based Maintenance
Institut für Managementwissenschaften, TU Wien

Tel.: +43 1 58801 33048
Email: linus.kohl@tuwien.ac.at