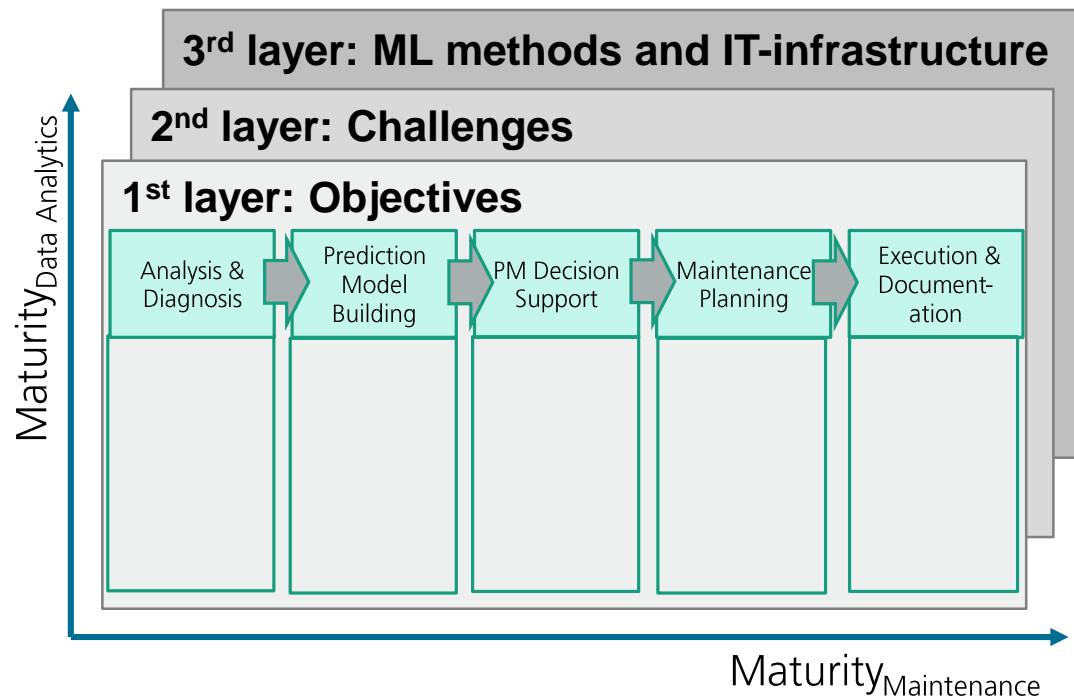


Prescriptive Maintenance Referenzmodell

Referenzmodell zur Einführung und quantitativen Reifegradbewertung einer Prescriptive Maintenance Strategie



Dipl.-Ing. Tanja Nemeth

Technische Universität Wien
Institut für Managementwissenschaften
Theresianumgasse 27
1040 Wien
www.imw.tuwien.ac.at

Agenda

- **Problemstellung & State of the Art**
- **Forschungsfragen**
- **Zielsetzung**
- **Methodik & Vorgehensweise**
- **Literatur**
- **Ausblick**



Problemstellung

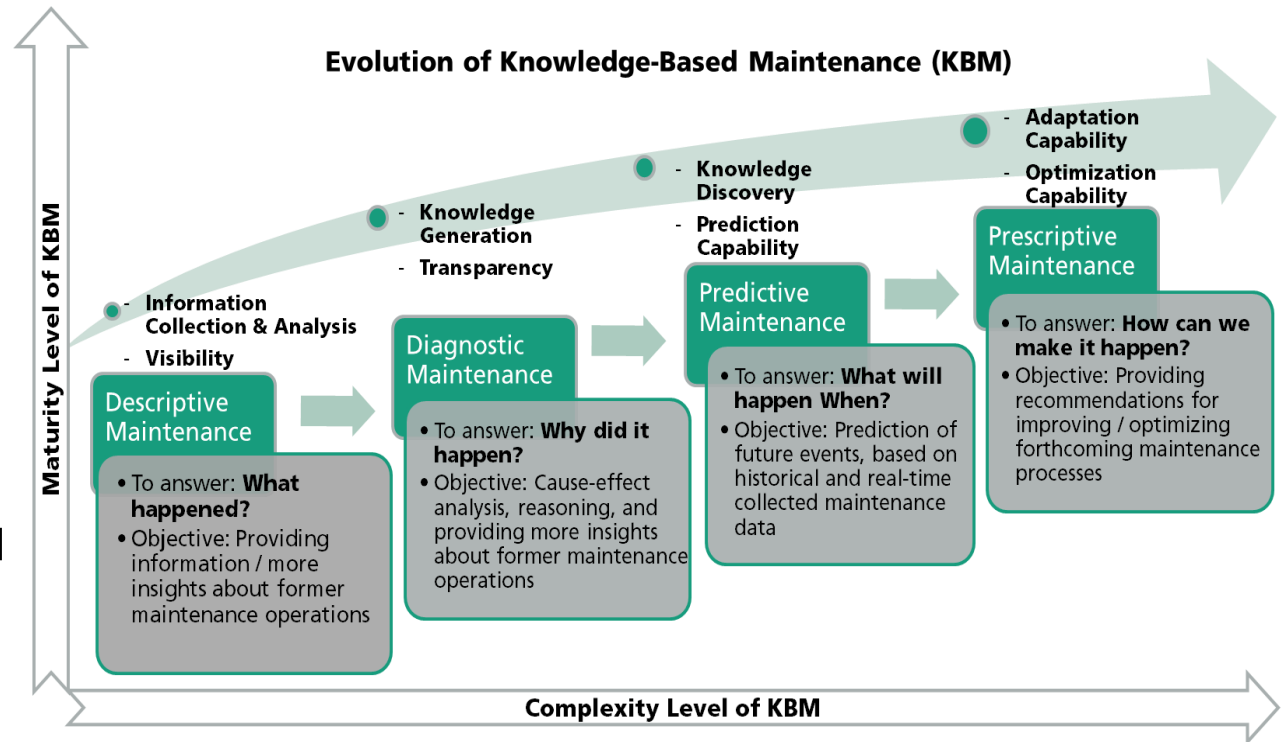
Industrielle Relevanz des Themas

- Prädiktive und präskriptive Instandhaltung gilt als **wesentlicher Enabler der digitalen Transformation** und wird innerhalb der nächsten drei Jahre sogar als das wichtigste Anwendungsgebiet von industrieller Datenanalytik (79%) bewertet. (Lueth, 2016)
- Obwohl sich bereits 81% der Unternehmen prinzipiell mit einer datenbasierte Instandhaltung auseinandersetzen und 40% der Unternehmen der Beherrschung dieses Fachgebietes einen besonders hohen Stellenwert beimessen, haben **derzeit nur 15% produzierender Unternehmen prädiktive Strategien im Einsatz, präskriptive Strategien finden nur zu 4% Anwendung in der Praxis.**
- 40% der Unternehmen testen einzelne Pilotprojekte und -anwendungen, der Rest der Unternehmen ist **aufgrund fehlender bzw. intransparenter Best-Practices**, vagen und **unklaren Definitionen und Leitlinien** zu den Themenfeldern prädiktive und präskriptive Instandhaltung noch gänzlich untätig.
- Studien belegen, dass die **Relevanz der datenbasierten Instandhaltung über alle produzierenden Branchen hinweg gleich hoch ist.**

Problemstellung

State of the Art & Forschungslücke

- Vier relevante Research Streams für die geplante Dissertation:
 - Knowledge Based Maintenance (KBM)
 - Maintenance Decision Support Models (MDSM)
 - Machine Learning (ML) und
 - Maturity Assessment (MA)



Es existieren zahlreiche Publikationen die die drei Dimensionen KBM, MDSM und ML vereinen. Andererseits findet man Literatur die die Thematik (Maintenance) MA diskutiert.

Problemstellung

State of the Art & Forschungslücke

- Die bisherige State of the Analyse hat eine **Forschungslücke bzgl. Maintenance Maturity Assessments** ergeben, welche **Aspekte einer datengetriebenen Instandhaltung** (Aufgaben, Zielsetzung, Herausforderungen) berücksichtigt und diese aus strategischen, taktischen und operativen Gesichtspunkten bewertet.
- Nach bestem Wissen existiert derzeit kein systematisches Maintenance Maturity Referenzmodell, welches den Reifegrad aus dem Blickwinkel von „Industrial Data-Science“ bewertet.
- Derzeitige Modelle sind Großteils generischer Natur und berücksichtigen organisatorische, kulturelle, IT und infrastrukturelle Einflussfaktoren.

| Literature | KBM | MDSM | ML | MA |
|------------------------------------|-----|------|----|----|
| [8], [9], [14] | ✓ | | | |
| [24], [25], [26], [27], [28], [29] | ✓ | | ✓ | |
| [16] | | ✓ | | |
| [19] | ✓ | ✓ | | |
| [18] | | ✓ | ✓ | |
| [30] | | | ✓ | |
| [17], [15], [17], [20] | ✓ | ✓ | ✓ | |
| [21], [22], [23] | * | ✓ | | ✓ |

Forschungsfragen

1. Welche **Aufgaben und Ziele** soll ein effizientes präskriptives Instandhaltungsmodell, unter Berücksichtigung einer instandhaltungsspezifischen und datenanalytischen Perspektive, umfassen?
2. Welche **Prozessschritte** müssen systematisch ausgeführt werden, um die Aufgaben und Ziele des präskriptiven Instandhaltungsmodells in einem existierenden Produktionssystem zu realisieren?
3. a) Wie kann der **Ist-Reifegrad** der datenbasierten Instandhaltung je definiertem Prozessschritt quantitativ bewertet werden?
b) Wie können **Handlungsfelder auf operativer, taktischer und strategischer Ebene** abgeleitet werden, um den Ist-Reifegrad der datenbasierten Instandhaltung gezielt zu verbessern?

Zielsetzung

Ziele und daraus abgeleitete Ergebnisse der Dissertation

Primäres Ziel:

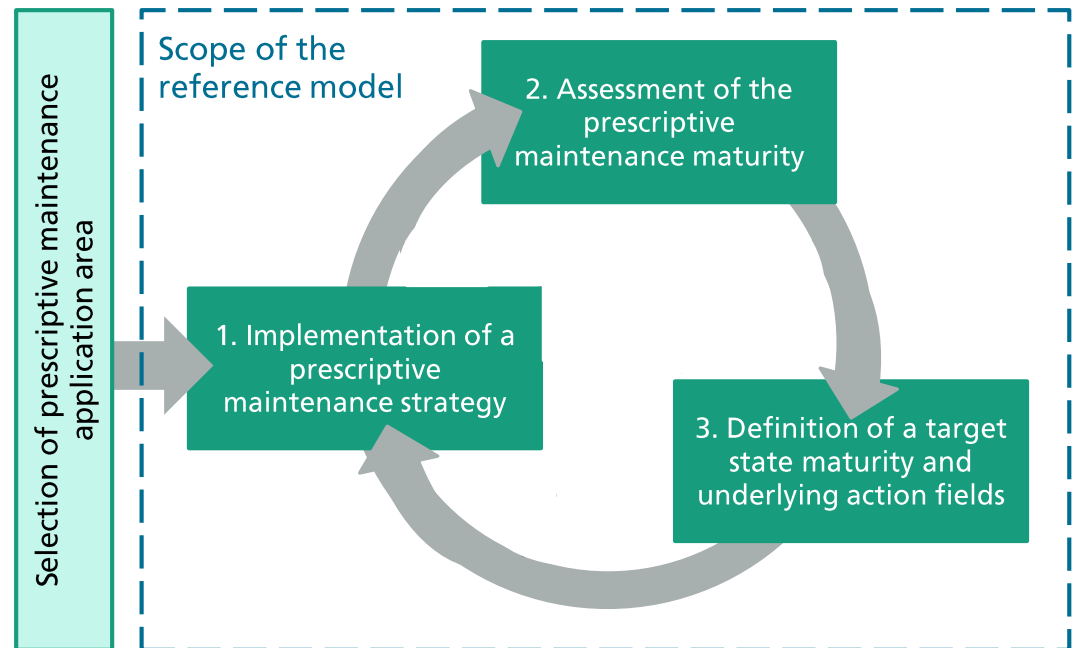
Entwicklung einer Methodik zur 1.) **Einführung von Prescriptive Maintenance in industriellen Produktionsprozessen** und 2.) zielgerichtete Verbesserung mittels eines definierten **IST- und SOLL-Reifegrades** unter Berücksichtigung der operative, taktischen und strategischen Ebene.

- Ein **Prozessmodell** zur Realisierung von Prescriptive Maintenance auf operativer, taktischer und strategischer Ebene unter Berücksichtigung der beiden Dimensionen „Maintenance“ und „Data“
- Ein **Portfolio** bestehend aus: i) Objektiven und Aufgaben, ii) Herausforderungen und iii) ein Set aus Prediction Algorithmen und Methoden
- Ein **Konzept zur Reifegradbewertung** zur i) Quantifizierung des aktuellen Reifegrades über Kennzahlen sowie Visualisierung, ii) Aufdecken bestehender Schwachstellen in den beiden Dimensionen „Maintenance“ und „Data“, iii) Ableiten von geeigneten Handlungsfeldern zur Steigerung des Reifegrades

Zielsetzung

Ziele und daraus abgeleitete Ergebnisse der Dissertation

- Schaffen von mangelnden i) system- und datentechnische Voraussetzungen
ii) strategisch und organisatorische Voraussetzungen sowie Ausgleich von iii) fehlendem Know-How im Bereich Prescriptive Maintenance
- Das zu entwickelnde Referenzmodell dient somit zur Erfüllung der folgenden **Sub-Ziele**:
 - Gezielte und strukturierte Datenerfassung und Verarbeitung
 - Erhöhung der Informationsqualität und Wissensmanagement
 - Verbesserte Prognosequalität und Prozessstabilität
 - Erhöhte Entscheidungsfähigkeit und Reaktionsfähigkeit
 - Höhere Anlagenverfügbarkeit
 - Reduktion IH-Kosten

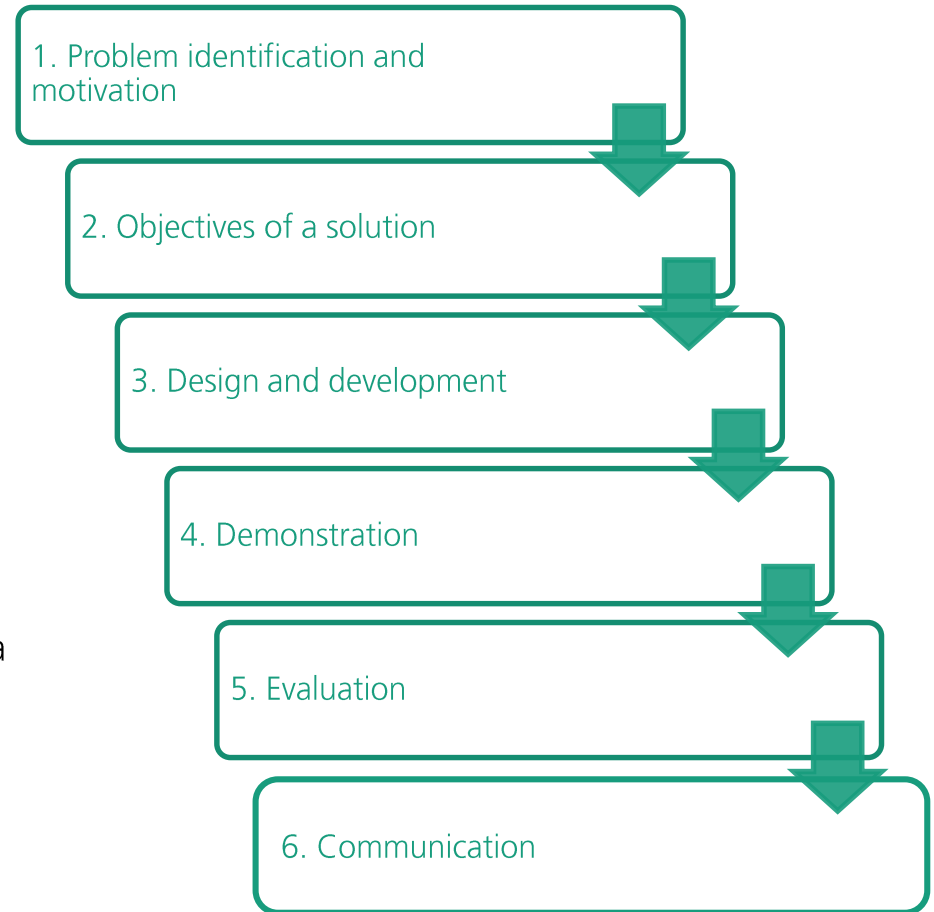


Methodik

Prinzipielle Vorgehensweise

■ Design Science Ansatz Takeda

1. Define the specific research problem and justify the value of a solution.
2. Infer the objectives of a solution from the problem definition. The objectives can be quantitative or qualitative.
3. Create the artifactual solution. Such artifacts are potentially, with each defined broadly, constructs, models, methods, or instantiations
4. Demonstrate the efficacy of the artifact to solve the problem.
5. Observe and measure how well the artifact supports a solution to the problem.
6. Communicate the problem and its importance, the artifact, its utility and novelty, the rigor of its design, and its effectiveness to researchers and other relevant audiences, such as practicing professionals, when appropriate.



Methodik

Grundzüge des Modells

Prescriptive Modelling

| Maintenance dimension | | Prescriptive Modelling | | | | | Maturity levels _{Data} |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | | I. Analysis & Diagnosis | II. Prediction Model Building | III. Prescriptive Maintenance Decision Support | IV. Maintenance Planning | V. Execution & Documentation | |
| a. Data Acquisition | Which data shall be acquired and how? | I.a. | II.a. | III.a. | IV.a. | V.a. | M _a |
| b. Data Storage | How should the data be aggregated and stored? | I.b. | II.b. | III.b. | IV.b. | V.b. | M _b |
| c. Data Processing | How can the data be transformed into useful information? | I.c. | II.c. | III.c. | IV.c. | V.c. | M _c |
| d. Data Exploitation | How can the information be used for decision support? | I.d. | II.d. | III.d. | IV.d. | V.d. | M _d |
| Maturity levels _{Maintenance} | | M _I | M _{II} | M _{III} | M _{IV} | M _V | M _{PM} |

Literatur

Wesentliche Literaturquellen

- Lueth KL, Patsioura C, Williams ZD, Kermani ZZ. Industrial Analytics 2016/2017: The current state of data analytics usage in industrial companies. Technical Report. IoT Analytics. 2016.
- Institute of Technology Management. Industry Study 2016 Manufacturing Data Analytics, University of St. Gallen, 2016
- Ansari F, Glawar R, Sihn W. Prescriptive Maintenance of CPPS by Integrating Multi-modal Data with Dynamic Bayesian Networks. In: Machine Learning for Cyber Physical Systems, Publisher: Springer. 2017;(In Press).
- Arab A, Ismail N, Lee LS. Maintenance scheduling incorporating dynamics of production system and real-time information from workstations. J. of Intelligent Manufacturing, 2013;24(4):695-705.
- Bärenfänger-Wojciechowski S, Austerjost M, Henke M. Smart Maintenance-Asset Management der Zukunft: Ein integrativer Management-Ansatz. wt-online, 2017:1-2:102-106.
- Muchiri AK, Ikua BW, Muchiri PN, Irungu PK. Development of a theoretical framework for evaluating maintenance practices. Int. J. of System Assurance Engineering and Management, 2017;8(1):198-207.
- Mehairjan RP, van Hattem M, Djairam D, Smit, JJ. Development and implementation of a maturity model for professionalising maintenance management. In Proceedings of the 10th World Congress on Engineering Asset Management. Springer, Cham, 2016:415-427.

Ausblick & nächste Schritte

- Finalisierung der **State of the Art Analyse** (morphologischer Kasten)
- **Qualitative Definition** des Begriffes Prescriptive Maintenance und daraus abgeleitet eine **quantifizierbare Definition (Kennzahlen!) des Begriffes**
- Finalisierung der Recherche zu **Daten- und Instandhaltungskennzahlen**
- Maturity pro Zelle vs. Maturity pro Prozessschritt?
 - Zuordnung der Kennzahlen je Prozessschritt
 - Sind alle Dimensionen des Maturity Levels mittels Kennzahlen quantifizierbar?
- Erstellen eines **zweiten Portfolios mit Influencing Factors** pro hierarchischer Dimension (strategisch, taktisch, operativ)
- **Matching der Portfolios** zur Identifikation von Handlungsfeldern

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Tanja Nemeth