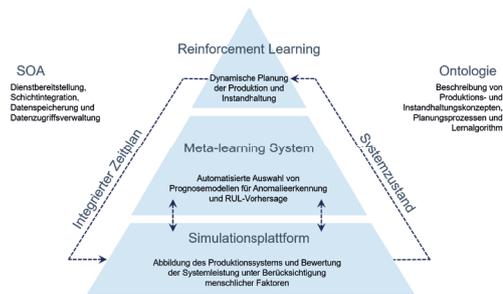


Prophecy

Auswahl von Prognosemodellen für die vorausschauende Instandhaltung und eine integrierte, auf verstärkendem Lernen basierende, Produktionsplanung in dynamischen Produktionssystemen



Links: Framework, Quelle: BIBA GmbH | Oben: KI-gesteuerte intelligente Produktion, Foto: ©metamorworks/adobe stock.com

Motivation

Die steigende Komplexität moderner Fertigungssysteme erfordert eine enge Abstimmung zwischen Produktions- und Instandhaltungsplanung. Eine präzise Koordination kann Stillstandszeiten reduzieren, Wartungskosten senken und Ressourcen effizienter nutzen. In der Praxis werden Produktion und Instandhaltung oft getrennt betrachtet. Anpassungen an veränderte Systemzustände erfolgen meist unzureichend. Prognosemodelle für Maschinenausfälle sind oft nicht präzise genug, was zu ineffizienter Maschinenbelegung und längeren Stillstandszeiten führt. Es fehlen adaptive Methoden, die Echtzeit-Daten gezielt nutzen. Bestehende Ansätze vernachlässigen dynamische Produktionsbedingungen und Wechselwirkungen zwischen Produktion und Instandhaltung. Ein automatisierter, integrierter und selbstadaptiver Ansatz ist erforderlich.

Ziel

Das Projekt entwickelt ein selbstadaptives Modellauswahlverfahren für die prädiktive Instandhaltung, das nahtlos in die Produktions- und Instandhaltungsplanung integriert wird. Ein maschinelles Lernverfahren ermöglicht die automatische Auswahl ge-

eigneter Prognosemodelle für verschiedene Systemzustände. Ein zentraler Aspekt ist die Nutzung von Reinforcement Learning zur dynamischen Optimierung der Maschinenverfügbarkeit und -belegung in Echtzeit. Eine digitale Produktionsrepräsentation bewertet die Auswirkungen von Entscheidungen anhand produktionslogistischer Kennzahlen. Die Rückkopplung zwischen Meta-Learning und Reinforcement Learning verbessert das System kontinuierlich.

Vorgehen

Zunächst wird eine adaptive Methodik entwickelt, die prädiktive Instandhaltung und Produktionsplanung verbindet. Ein Meta-Learning-Ansatz ermöglicht die adaptive Auswahl passender Prognosemodelle auf Basis logistischer Kennzahlen. Eine Bibliothek von fortschrittlichen Prognosemodellen wird aufgebaut und integriert. Reinforcement Learning steuert Produktion und Instandhaltung dynamisch und passt sie an veränderte Betriebsbedingungen an. Zur Validierung entsteht eine Simulationsumgebung, die Produktions- und Instandhaltungsprozesse realitätsnah abbildet. Abschließend wird das entwickelte System in zwei industriellen Anwendungsfällen getestet.

LAUFZEIT:

02.2025 – 01.2027

ANSPRECHPARTNER:

Hendrik Engbers, M. Sc.
E-Mail: eng@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 148

Ricardo Caballero, M. Sc.
E-Mail: cab@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 167

ADRESSE:

BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
Hochschulring 20
28359 Bremen



Das BIBA ist ein ingenieurwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität Bremen. Es forscht in den Bereichen Produktion und Logistik und verbindet dabei die prozessorientierte mit der produktorientierten Sicht. Durch die organisatorische und inhaltliche Verknüpfung mit dem universitären Fachbereich Produktionstechnik engagiert sich das BIBA sowohl in der Grundlagenforschung als auch in anwendungsorientierten Verbundprojekten sowie der industriellen Auftragsforschung.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE

GEFÖRDERT DURCH:

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

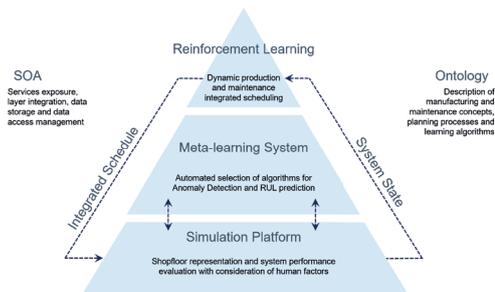


PROJEKTPARTNER:



Prophecy

Prognostic Model Selection for Predictive Maintenance and an Integrated Reinforcement Learning-based Production Scheduling in Dynamic Manufacturing Systems



Left: Conceptual Framework, Source: BIBA GmbH| Above: AI-driven smart production, Photo: ©metamorworks/adobe stock.com

Motivation

The increasing complexity of modern manufacturing systems requires close coordination between production and maintenance planning. Effective synchronization can minimize downtimes, reduce maintenance costs, and improve resource efficiency. In practice, production and maintenance planning are often treated separately. Adjustments to changing system conditions are often insufficient. Existing prognostic models for machine failures lack precision, leading to inefficient machine utilization and prolonged downtimes. There is a need for adaptive methods that effectively utilize real-time production data. Current approaches fail to consider dynamic production conditions and the interactions between production and maintenance. An automated, integrative, and self-adaptive approach is required.

Objective

This project develops a self-adaptive model selection method for predictive maintenance, fully integrated into production and maintenance planning. A machine learning-based approach enables the automatic selection of

suitable prognostic models for various system states. A key aspect is the use of reinforcement learning for the dynamic optimization of machine availability and utilization in real time. A digital representation of the production system evaluates the impact of decisions using production logistics KPIs. The feedback loop between meta-learning and reinforcement learning ensures continuous system improvement.

Approach

First, an adaptive methodology is developed to integrate predictive maintenance with production planning. A meta-learning approach enables the selection of suitable prognostic models based on production logistics KPIs. A library of advanced prognostic methods is built and integrated. Reinforcement learning dynamically manages production and maintenance planning, continuously adjusting to changing operating conditions. To validate the developed methods, a simulation environment will be created to realistically model production and maintenance processes. Finally, the system will be tested in two industrial use cases.

DURATION:

02.2025 – 01.2027

CONTACT:

Hendrik Engbers, M. Sc.
E-mail: eng@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 148

Ricardo Caballero, M. Sc.
E-mail: cab@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 167

POSTAL ADDRESS:

BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
Hochschulring 20
28359 Bremen



BIBA is an engineering research institute located at the University of Bremen. It is committed to basic research as well as to application-oriented development projects and engages itself in practice-oriented implementations, whereby it relies on cross-national, institutional and interdisciplinary cooperation and transfer. BIBA always considers the entire value-added chain: from the idea, concept and production, through to the use and the end recycling of a product.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE

FUNDED BY:



PROJECT PARTNER:

