1:

Instandhaltungs Tage

Andreas Dankl
Jutta Isopp (Hrsg.)

Berichte
aus Praxis und Forschung

Asset Management

Instandhaltung

Digitalisierung

mcp d+p
dankl+partner consulting gmbh
MCP Deutschland GmbH

Messfeld

INHALTSVERZEICHNIS

Editorial 8

Dankl: Anlagenmanagement als Treiber für Öko-Effizienz 11
Brumby: Orientierung in unsicheren Zeiten – Die 17 Maintenance Development Goals 16
Bertler: Roadmap to Best Practice bei SÜDPACK Verpackungen 19
Korb: Die Erfolgsfaktoren am Weg zu exzellenter Instandhaltung 25
Troy, Hagemeyer: Barometer der Bessermacher 28

DIGITALISIERUNG IN DER INSTANDHALTUNG

Dankl: Komplexität beherrschen: Die DigitalisierungsRoadmap 32
Höper: In Geist und Daten vereint 37
Güntner: Das geheime Leben einer Störmeldung 40
Isopp: Maintenance im Kontext der Digitalisierung 44
Aldrian, Troy: Besser werden mit Assessments 48
Grundnig: Wertschöpfungsketten neu justieren 53
Neubauer, Lerchster, Aigner: Smart Maintenance bei RHI Magnesita 56
Zangl: Integrierte Instandhaltungsplanung 61
Weinzinger, Zwetti: Warum die digitale Transformation im Instandhaltungsmanagement ein Muss ist 64
Gölles: Die Sprache der Maschinen übersetzen 67

STRATEGIEN UND PROZESSE

Grubauer: Standard-Prozesse im Asset Management 70
Dankl: Predictive Maintenance erfolgreich anwenden 74
Felix: Vorausschauendes Asset Management mit KI 81
Habering: Robust und smart – digitale vernetzte Energieketten stärken STS-Krane 84
Grebien, Weber: Rail4Future – Zustandsanalyse für vorausschauende Instandhaltungsverfahren auf Basis von Schwingungsdaten 88
Giner, Posch: True-Usage – System zur Überwachung des tatsächlichen Nutzungsprofils und Optimierung der Lebenszykluskostenberechnung 91
Oswald: Divider – Dividing and allocating current flow for Predictive Maintenance 94

VERÄNDERUNGEN UND FACHKRÄFTE

Ebert-Steinhübel: Alles agil oder alles egal!? 97
Gerstmaier: So gelingt Instandhaltung in unsicheren Zeiten 101
Aldrian: Den Fachkräftemangel in der Technik entschärfen 104
Grubauer: Kompetenzen – zwischen operativ und strategisch 108
Liebhart, Mai: Zerberus – Praxisprojekt Inspektionsroboter bei VERBUND 111
Wallinger: LOC Holz – Effiziensteigerung in der Instandhaltung 115

ENERGIE UND PREISE

Eigemeier: Gestiegene Energiepreise als Chance im Anlagenmanagement 117
Kastner: Betriebswirtschaftliche Betrachtungen in Zusammenhang mit der Reinigung von Wärmeübertragern 120
Saeidiani-Rädler: Mit innovativer Methode zur Wärmetauscher-Reinigung Cleantech*-Ziele erreichen 124
Schranz: SwarmIn – Schwarmintelligenz und kombinatorische Optimierung für Industrie 4.0 129
Kercek: ConSens – Condition- und Energiemonitoring mittels drahtloser Sensornetze 132

CONDITION MONITORING

Da Col, Eggeling, Hudelist, Schinko, Surtmann, Teppa: ROMEO – Sensorbasierte Feuchtigskeitsprognose für Flachdächer 136
Krethe: Nachhaltige Maschinenschmierung 140
Meindl: Fluid Condition Monitoring im Hier und Jetzt 145

ÜBERBLICK AKTUELLE FORSCHUNGSPROJEKTE 150

SERVICE – SEITEN

Veranstalter der INSTANDHALTUNGSTAGE 2023 154
Aussteller und Partner der INSTANDHALTUNGSTAGE 2023 156
Call for Papers – Beitrag für 2024 einreichen! 158

NACHHALTIGES ANLAGENMANAGEMENT SICHERT WETTBEWERBSFÄHIGKEIT.

Die massiven Umbrüche der letzten Jahre, damit verbundene Diskussionen über Energiepreise und Verfügbarkeit, die Klimakrise und nicht zuletzt demographische Veränderungen – Stichwort Fachkräftemangel – die jetzt rapide sichtbar werden. All das bringt Unsicherheiten bis ins oberste Management.

Instandhaltung und Asset Management stehen für den langfristigen Erhalt von Anlagensubstanz, die nachhaltige Weiterentwicklung von Industrieanlagen. Sie sind gerade jetzt eine klar wettbewerbsbestimmende Instanz in anlagenintensiven Unternehmen.

Anlagenmanagement als Treiber für ökologisches und effizientes Produzieren und Instandhalten sichert Wettbewerbsfähigkeit und Werte. Ein wichtiges Thema in unsicheren Zeiten.

Neue Entwicklungen im Bereich Digitalisierung, Condition und Energiemonitoring, KI, uvm. können Hilfestellungen liefern. **Spannende Themen, die sich rasant entwickeln.** Lassen Sie uns dazu im Rahmen der INSTANDHALTUNGSTAGE diskutieren und holen Sie sich Inspiration bei der Lektüre der gesammelten Berichte.

Herzliche Grüße,

DIPL.-ING. DR. ANDREAS DANKL

ING. DIPL.-ING. JUTTA ISOPP

SWARMIN

SCHWARMINTELLIGENZ UND KOMBINATORISCHE OPTIMIERUNG FÜR ENERGIEEFFIZIENTE UND ADAPTIVE INDUSTRIE 4.0

MELANIE SCHRANZ | LAKESIDE LABS GMBH

In SwarmIn ist das übergeordnete Ziel, die WIP (Work in Progress) Wellen und den Flussfaktor durch Anwendung einer Anlagenoptimierung mit Energie- und Ressourceneffizienz-Parametern in einem Industrie 4.0 Setup auszugleichen. Die Produktionsanlage wird durch Infineon Technologies Austria AG bereitgestellt. Ihre Parameter bereichern die kombinierten Optimierungsverfahren, welche auf einer eng vernetzten kombinatorischen High-Level- und Low-Level- Schwarmintelligenzoptimierung beruhen. Das Ergebnis des Projekts ist eine künstliche Intelligenz (KI)-basierte Softwarebibliothek. In der kombinatorischen Optimierung liegt der Fokus auf einer globalen Produktionsaufgabenplanung, Ressourcenallokation und Konfiguration des cyber-physischen Systems (CPS), basierend auf abstrakten Modellen der Produktionsprozesskette zur Bewältigung der Komplexität industrieller CPS. In der Optimierung mit Hilfe der Schwarmintelligenz sind die Algorithmen als lokale Regeln für die Agenten ausgelegt (heterogener Schwarm von CPS und Menschen), wobei hier die Optimierung lokal von unten nach oben durchgeführt wird, und somit flexibel auf dynamische Ereignisse reagieren kann. Wir entwerfen in diesem Projekt eine neuartige gemischte KI-Architektur, bei der die Low-Level-Optimierung mit Schwarmintelligenz lokal durchgeführt wird, unterstützt durch Nachrüstsensoren und lokale Datenreduktion als Input für die lokalen Entscheidungsregeln, während die High-Level-Optimierung zentral durchgeführt, z.B. als Cloud-Service, und als ersten Input für die Low-Level-Optimierung dient.

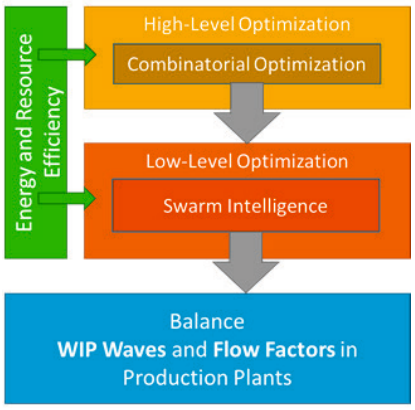

Abb. 01: Blockdiagramm SwarmIn: Zusammenspiel der Softwarekomponenten für die High- und Low-Level Optimierung.

Klimaschutzziele bei steigender Energie- und Ressourcennachfrage, wie auch Ressourcenknappheit, motivieren Energie- und Ressourceneffizienz besonders im Industriesektor. Industrie 4.0 und cyber-physische Fertigungssysteme ermöglichen nicht nur Echtzeitinteraktion, künstliche Intelligenz (KI) und vereinfachte Überwachungsfunktionen, sondern werden über die Verfügbarkeit von Echtzeitdaten und der Berechnung On-The-Edge auch als Möglichkeit zur Verbesserung von Energie- und Ressourceneffizienz betrachtet. Die Komplexität wird durch die hohe Produktvielfalt zusammen mit historischem Wachstum einer Industrieanlage weiter erhöht und führt zu einem NP-harten Problem. Die derzeitige Situation in der Halbleiterindustrie erfordert ein Scheduling von vielen Maschinenschritten (rund 400 bis 1.200 verschiedene Stationen). Diese produzieren oft mehr als 1.500 Produkte in rund 300 verschiedenen Prozessschritten. Lineare Optimierungsmethoden sind diesem hoch komplexen, großen und dynamischen Suchraum aufgrund ihrer exzessiven Berechnungszeit nicht gewachsen. Diese Methoden können nur auf Teile der Fabrik angewendet werden, aber nicht das gesam-

te Systemverhalten berücksichtigen, und somit nicht das gesamte Optimierungspotential ausnützen.

2-WEG-OPTIMIERUNG MITHILFE VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

Das Hauptziel in SwarmIn ist das ausbalancieren der WIP Wellen und des Flussfaktors mithilfe der Optimierung der Produktionsanlage mit zusätzlichen Parametern für die Energie- und Ressourceneffizienz. Um dieses Ziel zu erreichen, wird als erstes High-Level-Optimierung (kombinatorische Optimierung) für die globale Schätzung von Konfigurationsparametern angewendet. Diese reduzieren den Suchraum, indem sie als Input für die zweite Low-Level-Optimierung verwendet werden, die Multi-Agenten-, Bottom-Up-Schwarmintelligenzalgorithmen anwendet. Das Konzept stellt eine Innovation dar, da gemischte Schwärme bestehend aus Agenten von cyber-physischen Systemen (CPS, wie z.B. Maschinen oder Lose) und Menschen sowie ihre Auswirkungen auf Energie- und Ressourceneffizienz vorher in diesem Umfeld noch nicht untersucht wurden. In der Low-Level-Optimierung wird jeder Agent mit einem Satz an lokalen Regeln ausgerüstet. Die Verbindung zwischen High- und Low-Level-Optimierung ist eine Neuheit, für die die Produktionsanlage als selbstorganisierendes System von Agenten modelliert wird.

Die Low-Level-Optimierung basiert auf Schwarmintelligenz, einem Teilgebiet der KI, und somit auf lokalen Regeln auf Maschinen oder Losen, wohingegen die High-Level Optimierung zentral erfolgt, z.B. als Cloud-basierter Service eng verbunden mit einem globalem ERP

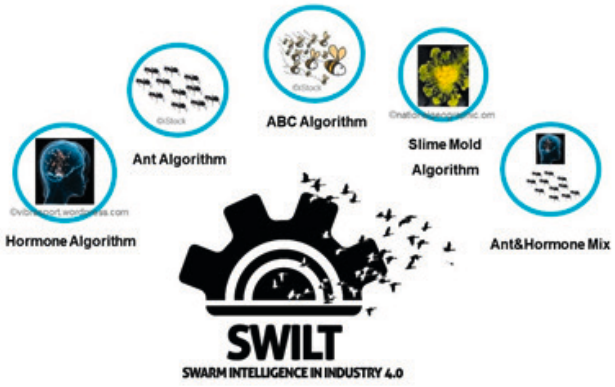

Abb. 02: Bereits für die Produktion adaptierte Schwarmalgorithmen (Vorgängerprojekt SWILT).

System. Beide Level sind stark miteinander über (drahtlose) Kommunikation verbunden, wobei 5G eine Technologie darstellen kann, welche die Industrie 4.0 Anforderungen hinsichtlich Latenz und Zuverlässigkeit erfüllt. Zusätzlich werden Parameter zur Messung der Energie- und Ressourceneffizienz mithilfe von Retrofit-Sensoren im Produktionsprozess und Feedback von menschlichen Akteuren identifiziert. Neben der Analyse dieser Parameter ist es eine Innovation diese mit der High- und Low-Level-Optimierung zu kombinieren und so Energie- und Ressourcen-basiertes reaktives Verhalten für CPSs und Mensch(-Maschinen)-Interaktionen im Produktionsprozess zu erzeugen. Das übergeordnete Resultat von SwarmIn sind Algorithmen und Simulationen für die High- und Low-Level-Optimierung in Form von Software Bibliotheken, welche sich der hohen Komplexität in der Produktion in Industrie 4.0 und ihren Anforderungen hinsichtlich Energie- und Ressourceneffizienz annehmen. Im Gegensatz zu anderen Projekten in diesem thematischem Umfeld, kreiert SwarmIn eine radikal neue Architektur um verschiedene KI Ansätze (kombinatorischen Optimierung und Schwarmintelligenz) erstmals miteinander anhand ihrer Vorteile zu verbinden. Zusätzlich integriert die SwarmIn Architektur den Menschen als Schwarmteilnehmer sowie Parameter der Ressourcen- und Energieeffizienz als zusätzliche Dimensionen für die Optimierung.

SCHWARMINTELLIGENZ ALS DER NEUE TREIBER IN DER PRODUKTION

Die Anwendungsdomäne Industrie 4.0 ist für Schwarmintelligenz von besonderem Interesse. Algorithmen, die von der Natur und biologischen Verhaltensweisen inspiriert sind, verdienen besondere Aufmerksamkeit aufgrund ihrer Leistung. Reale Optimierungsprobleme sind oft sehr schwierig zu lösen und beinhalten Mehrzieloptimierung. Der größte Teil der Optimierungsprobleme sind NP-harte Probleme, die nicht mit herkömmlichen deterministischen Algorithmen gelöst werden können. Bioinspirierte Algorithmen haben sich als ausgezeichnete Methoden erwiesen, um diese komplexen Optimierungsprobleme anzugehen, und wurden verwendet, um viele solcher Probleme aus unterschiedlichen Anwendungsfeldern zu lösen. In den letzten Jahrzehnten wurden vielzählige bioinspirierte Algorithmen entwickelt, die sich von verschiedenen biologischen Schwärmen,

die in der Natur vorkommen, ableiten. In der Schwarmintelligenz werden rechnerisch intelligente, interaktive Multiagentensysteme gestaltet, die zusammenarbeiten, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen und komplexe Optimierungsprobleme zu lösen, indem das Verhalten realer Schwärme wie etwa von Vögeln, Fischen oder Ameisen nachgeahmt wird.

Durch die Schwarmintelligenz wird das Problem von der Suche nach einer Gesamtlösung zur Definition eines verteilten Algorithmus, der die Lösung von unten nach oben anstrebt, transformiert. Die betrachteten Anforderungen der Produktionsanlage entsprechen den Vorteilen der Schwarmintelligenz: Adaptivität, Robustheit und Skalierbarkeit. Jeder Agent im Algorithmus wurde so ausgewählt, dass dieser eine „reale“ Entität in der Produktionsanlage verkörpert. Diese Schwarmmitglieder sind bereits als digitale Zwillinge vertreten. Für den Schwarmansatz können wir unterstützende Attribute (z.B. Pheromone) hinzufügen sowie die virtuelle, aber lokale Umgebung von ausgewählten Schwarmmitgliedern beobachten. Statt einer globalen Berechnung der Gesamtfabrik arbeitet und interagiert der digitalen Zwillinge mit lokalen Informationen.

FAZIT

Schwarmintelligenzalgorithmen stellen einen innovativen Ansatz der Optimierung eines flexiblen Job-Shop Scheduling dar. Der Use Case der Halbleiterproduktion ist an Komplexität kaum zu übertreffen und eignet sich somit bestens für eine agenten-basierte Modellierung, bei der das volle Potenzial der Schwarmeigenschaften ausgenützt werden kann.

Dieses Projekt wird aus Mitteln der FFG und des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) im FFG-Programm „Produktion der Zukunft“ gefördert.

FFG Forschung wirkt.

Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Konsortialpartner:

infineon

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT | WIEN GRAZ

Lakeside Labs SELF-ORGANIZING NETWORKED SYSTEMS

WU WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

Messfeld Kompetenz in Condition Monitoring

NOVUNEX

DIPL.-ING. DR. MELANIE SCHRANZ

studierte Informationstechnik an der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. Sie ist seit 2017 als Senior Researcher bei der Lakeside Labs GmbH angestellt, unter anderem im FFG Projekt SwarmIn, in dem es das Ziel ist, Schwarmintelligenzalgorithmen für den Use Case der Halbleiterproduktion zu engineeren.

www.lakeside-labs.com