

visit

[Maschinelles Lernen]

Big Data Technologien

Industrie 4.0 bei Miele

Selbstlernende
Assistenzsysteme

Energieoptimierung
in der Intralogistik

Cloud-basierte Datenanalyse

ML4CPS Konferenz



Impressum

Herausgeber
Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer

Redaktion
Carolin Schönknecht

Layout und graphische Bearbeitung
Christine Spalek

Druck
Druckhaus Karlsruhe
Druck + Verlag Südwest

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Optronik,
Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

Fraunhoferstr. 1
76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 6091-300
Fax +49 721 6091-413
presse@iosb.fraunhofer.de

© Fraunhofer IOSB
Karlsruhe 2015

ein Institut der Fraunhofer-Gesellschaft
zur Förderung der angewandten
Forschung e. V. München

16. Jahrgang
ISSN 1616-8240

Bildquellen

Titel, Seite 8:
© 2015 by AUDI AG

Seite 3:
indigo Werbefotografie
Manfred Zentsch

Seite 10:
Lenze Vertrieb GmbH

Seite 12:
MEV

Alle anderen Abbildungen:
© Fraunhofer IOSB

Nachdruck, auch auszugsweise,
nur mit vollständiger Quellenangabe und
nach Rücksprache mit der Redaktion.

Belegexemplare werden erbeten.

INHALT

Themen

- Seite 4 **Big Data Technologien auch für die Produktion**
Sören Volkmann
- Seite 6 **Industrie 4.0 bei Miele**
Jens Eickmeyer
- Seite 8 **Mit selbstlernenden Assistenzsystemen
auf dem Weg zu Industrie 4.0**
Alexander Maier
- Seite 10 **Energieoptimierung in der Intralogistik**
David Schaffranek
- Seite 12 **Cloud-basierte Datenanalyse und Condition Monitoring-
Plattform für industrielle Produktionsanlagen**
Christian Kühnert

Infothek

- Seite 14 **Erste ML4CPS – Machine Learning for
Cyber Physical Production Systems in Lemgo**
Oliver Niggemann

Liebe Freunde des IOSB,

die Bodenschätze der Industrie 4.0, das sind Prozessdaten. Doch Datenschürfer finden in vielen Branchen noch brachliegende Landschaften vor, in denen unerschlossene Potenziale schlummern. Dieses Potenzial zu heben ist eine der zentralen Herausforderungen, mit welcher sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer IOSB befassen.

Verfahren des maschinellen Lernens sind das Mittel der Wahl, um diesem Forschungsthema zu begegnen. Aus diesem Grund widmen wir dem maschinellen Lernen mit dem aktuellen visIT ein eigenes Heft.

Mit steigender Automatisierung nimmt auch die Komplexität vieler Anlagen zu. Sie zu bedienen und im Idealfall durchgängig in Betrieb zu halten ist ein Kernthema der Hightech-Strategie Industrie 4.0. Das frühe Erkennen von Abweichungen im Prozess ist hier ein »Muss«. Dabei können die zahlreich anfallenden Daten helfen. Dass jedoch die Datenaufnahme allein nicht ausreicht, um Erkenntnisse über Zusammenhänge in der Produktion zu gewinnen, zeigt das Projekt »AGATA – Analyse großer Datenmengen in Verarbeitungsprozessen«. In diesem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Großprojekt zum Thema Big Data forschen wir derzeit an den IOSB Standorten Karlsruhe und Lemgo gemeinsam.

Zusätzlich zur Erkennung von Anomalien können mit Verfahren des maschinellen Lernens auch Energielast oder zeitliche Varianzen erkannt werden. So hat das Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA) im Auftrag der Firma Miele eine neue Maschine im Miele-Werk Bielefeld »unter die Lupe genommen«. Ziel war es, Optimierungsbedarf anhand der Echtzeit-Prozessdaten auszumachen, um so den Durchsatz der Kundenmaschine zu erhöhen.

Derartige Optimierungen von den Maschinen selbstständig durchführen zu lassen, ist das Ziel des Spitzenclusterprojektes »it's OWL-IASI«. In diesem Projekt werden Prozesse der Intralogistik betrachtet, deren Energiebilanz besonders hoch ist. Auch hier kann mit Verfahren des maschinellen Lernens Optimierungsbedarf ausgemacht werden. Aber wir gehen noch einen Schritt weiter. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Assistenzsystems, mit dessen Hilfe der intralogistische Prozess selbstständig den Energie-optimalen »Weg« sowie Beschleunigungsrampen »erlernt«.

Um Assistenzsysteme wie diese zentral zur Verfügung zu stellen, entwickeln wir am Fraunhofer IOSB eine Cloud-basierte Datenanalyse und Condition-Monitoring Plattform. Auf die Möglichkeiten, die sich damit für Unternehmen ergeben, bieten wir einen ersten Ausblick.

Karlsruhe, im September 2015



Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer

Editorial



Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer



BIG DATA TECHNOLOGIEN AUCH FÜR DIE PRODUKTION

Mit über 2,2 Mio. € Gesamtvolumen ist das Projekt »AGATA – Analyse großer Datenmengen in Verarbeitungsprozessen« unter Leitung des Fraunhofer-Anwendungszentrums Industrial Automation (IOSB-INA) eines der größten vom Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekte im Themenfeld Big Data. Sieben namenhaften Unternehmen aus Industrie und Forschung haben sich im Rahmen dieses Projektes zusammengefunden.

In der Produktion werden heute Daten in großem Umfang erzeugt, welche jedoch kaum genutzt werden. Produktionssysteme erzeugen täglich bis zu Zettabyte an Daten, die zwar oftmals für die Prozessführung verarbeitet, aber nicht weiter erfasst und gespeichert werden. Diese Daten bergen ein großes Potenzial, denn werden sie analysiert und die Erkenntnisse bei der Prozessführung beachtet, können sie Unternehmen einen deutlichen wirtschaftlichen Vorteil verschaffen. Im BMBF-geförderten Projekt »Analyse großer Datenmengen in Verarbeitungsprozessen« (AGATA) möchten die Projektpartner dieses nun umsetzen.

In AGATA haben sich die Bayer Technology Services GmbH, das Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI), die Claas E-Systems KGaA mbH & Co KG, die Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH, die Karl Tönsmeier Entsorgungswirtschaft GmbH & Co KG und

das Fraunhofer IOSB in Karlsruhe mit dem Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA) zusammengetan, um den Mehrwert großer, in Industrie- und Landwirtschaftlichen Prozessen anfallender Datenmengen zu erforschen. Ziel des Projektes ist es, ein intelligentes Assistenzsystem zu entwickeln, welches kontinuierlich alle Daten von Verarbeitungsprozessen (Sensor- und Aktor-Signale, Energiedaten, Geoinformationen, Wetterdaten, etc.) analysiert. Dafür nutzen die Fraunhofer Forscher eigens entwickelte Analysealgorithmen [1]. Diese werden in dem Assistenzsystem gebündelt, und analysiert. Das System lernt selbstständig ein mathematisches Modell zur Beschreibung des Prozessverhaltens. Das heißt: ohne Engineering-Aufwand lernt das Assistenzsystem aus kontinuierlichen und diskreten Daten Prozesszustände und bildet diese in dem Modell ab.

Unterscheidet sich im täglichen Betrieb das Prozessverhalten vom Modell, wird eine Anomalie erkannt. Das Assistenzsystem benachrichtigt dann eigenständig zum Beispiel einen Wartungsmitarbeiter. Dabei steht im Fokus, dass die Mensch-Maschine-Schnittstelle das Systemverhalten und erkannte Anomalien sowie Hinweise auf mögliche Ursachen einfach und verständlich für den Anwender darstellt.

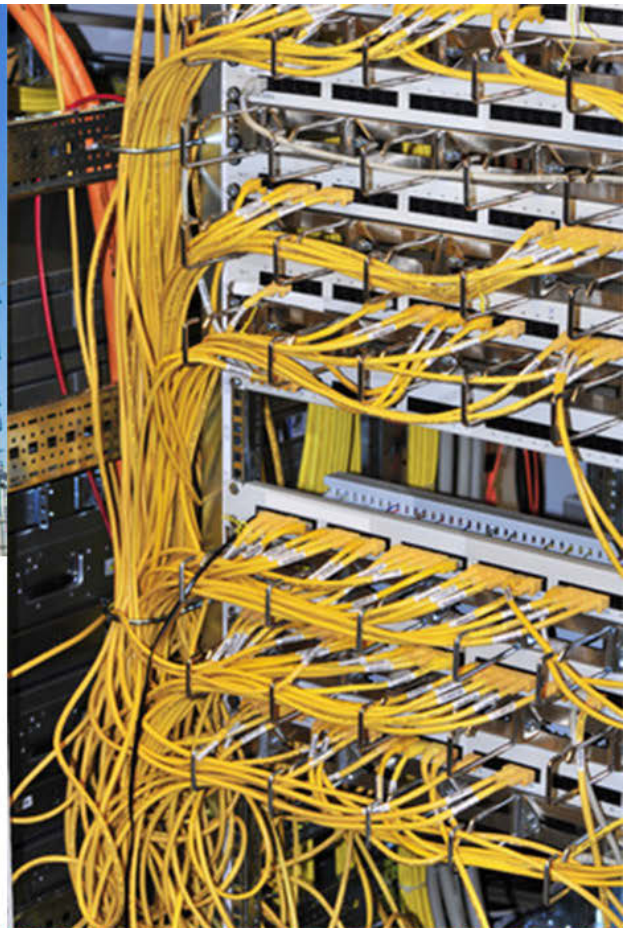
Um dem Assistenzsystem Daten umfassend und in der nötigen Qualität zur Verfügung stellen zu können, entwickelt die Firma



M.Sc. Sören Volgmann

Anwendungszentrum
Industrial Automation (INA)
Fraunhofer IOSB Lemgo

Telefon +49 5261 94290-33
soeren.volgmann@iosb-ina.fraunhofer.de
www.iosb-ina.fraunhofer.de

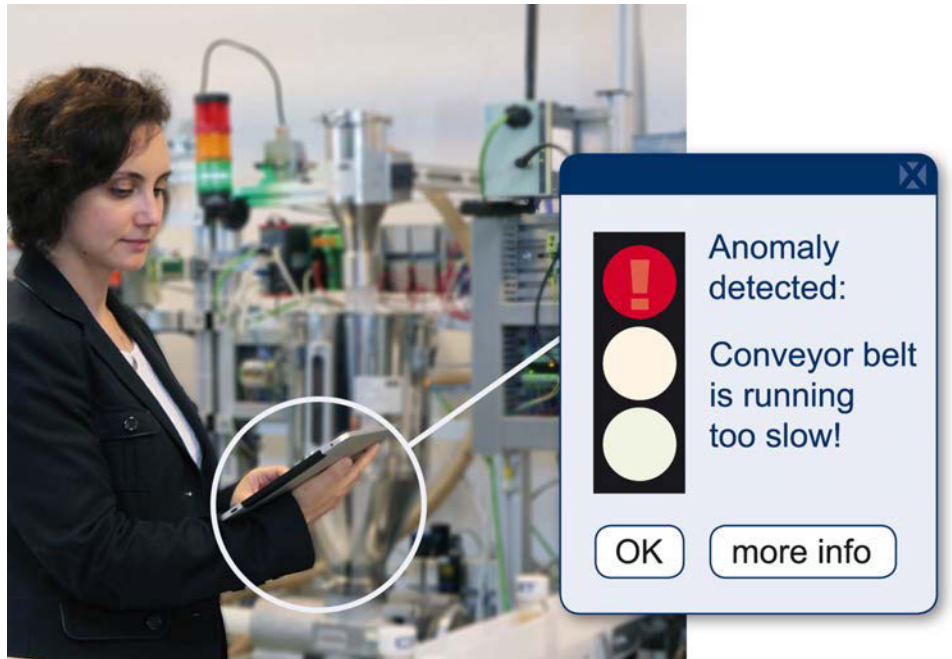


Die weiteren Projektpartner nutzen die Verfahren für Ihre individuellen Anwendungen. So will die Bayer Technology Services GmbH die entwickelten Verfahren für ein integriertes Plant Asset Monitoring nutzbar machen. Claas wird das Assistenzsystem zur Opti-

mierung von Landmaschinen implementieren und an das bereits bestehende Produkt Claas-Telematics knüpfen [2]. Die Karl Tönsmeier Entsorgungswirtschaft möchte die entwickelten Verfahren in Ihre Sortiermaschinen für die Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abfällen integrieren. So sollen in Zukunft Steuerungs- und Regelungsprozesse optimiert und damit die Qualität und der Durchsatz der Recyclingquote verbessert werden.

Literatur:

- [1] Niggemann, O.; Biswas, G.; Kinnebrew, J. S.; Khorasgani, H.; Volgmann, S.; Bunte, A.: Data-Driven Monitoring of Cyber-Physical Systems Leveraging on Big Data and the Internet-of-Things for Diagnosis and Control. In: International Workshop on the Principles of Diagnosis (DX); Paris, France In: International Workshop on the Principles of Diagnosis (DX) Paris, France, Aug 2015
- [2] Steckel, T.; Bernardi, A.; Gu, Y.; Windmann, S.; Volgmann, S.; Niggemann, O.: Anomaly Detection and Performance Evaluation of Mobile Agricultural Machines by Analysis of Big Data. In: VDI Conference Agricultural Engineering (AgEng) Hannover, Nov 2015



Die Selbstdiagnose von Maschinen, Anlagen und ganzen Fabriken stellt eine zentrale Anforderung der Industrie 4.0 dar. Die Inbetriebnahme von Anlagen soll beschleunigt, der Energieverbrauch reduziert und Stillstandzeiten vermieden werden. Ziel ist es, den Menschen während der gesamten Lebenszeit einer Maschine durch ein Assistenzsystem zu unterstützen.

Aktuelle Forschungsbemühungen zur Industrie 4.0 fokussieren daher die Realisierung möglichst genauer Verhaltensmodelle von Prozessen. Mit Hilfe dieser Modelle kann das Normalverhalten einer Anlage abgebildet werden. Vergleicht man die Daten dann im alltäglichen Betrieb, können Abweichungen, sogenannte Anomalien, schnell erkannt werden.

Mit den »hybriden Automaten« [1] wurde für diese Aufgabenstellung durch das

Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA) in Lemgo eine Lösung entwickelt.

Analysealgorithmen lernen selbstständig Zustände, inklusive der kontinuierlichen Variablen. Diese nutzen die hybriden Automaten zur Modellierung technischer Fertigungsprozesse, in denen dann zum Beispiel Energieverbräuche einzelner aufeinanderfolgender Fertigungsschritte überwacht werden.

In der Spülmaschinenfertigung der Miele & Cie. KG kamen die hybriden Automaten des IOSB-INA nun zum Einsatz. Ziel des gemeinsamen Forschungsprojektes war es, Optimierungsbedarf in einer komplexen Fertigungsanlage aufzudecken.

Für das Formen von Spülräumen wird im Bielefelder Miele Werk eine eigens entwi-



Dipl.-Inform. Jens Eickmeyer

Anwendungszentrum
Industrial Automation (INA)
Fraunhofer IOSB Lemgo

Telefon +49 5261 94290-38

jens.eickmeyer@iosb-ina.fraunhofer.de
www.iosb-ina.fraunhofer.de

ckelte Anlage eingesetzt. Um den Durchsatz zu erhöhen und Abweichungen im Produktionsprozess finden zu können, musste eine detaillierte Untersuchung der Echtzeit-Prozessdaten durchgeführt werden. Dabei halfen die in Lemgo entwickelten Analysealgorithmen für große Datenmengen. Durch sie ist es möglich, sämtliche in einer Maschine anfallenden Daten vollautomatisch zu verarbeiten. Auf Basis dieser Daten formten die hybriden Automaten selbstständig, das heißt ganz ohne Engineering-Aufwand des Wartungsmitarbeiters, ein virtuelles Modell der Anlage.

Das Modell stellt die komplexen Prozessschritte vereinfacht dar und erlaubt es zeitliche Schwankungen und fehlerhafte Zustände zu erkennen.

Mit Hilfe dieses Modells konnte nun Optimierungsbedarf ausgemacht werden. Das Assistenzsystem des IOSB-INA betrachtet dafür die anfallenden Daten der Maschine im alltäglichen Betrieb in Bielefeld. Wichen in der realen Produktion Schritte zeitlich vom im Modell gelernten Normalverhalten ab, zeigte das Assistenzsystem dieses den Lemgoer Wissenschaftlern auf. Nun war es möglich Ursachen für die Abweichungen

auszumachen, sodass in Zukunft durch das Verändern bestimmter Steuerparameter die Maschine optimiert werden kann.

Für das konkrete Erkennen der Ursache auftretender Anomalien ist bisher noch kein selbstständig arbeitendes Assistenzsystem verfügbar. Verschiedene Lösungen hierzu werden derzeit jedoch in Lemgo entwickelt. Diese Lösungen in realen Produktionsanlagen zu testen ist nun ein nächster Schritt der von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern am Fraunhofer-Anwendungszentrum angestrebt wird. Am Bielefelder Miele-Werk konnte durch die hybriden Automaten und das manuelle Auffinden der Ursache hierfür währenddessen bereits eine Effizienzsteigerung der Produktion bewirkt werden. Wichtige Ressourcen können dadurch eingespart werden und auch in Bezug auf den Bau neuer Anlagen wurden nützliche Verbesserungen ausgemacht.



Bild Miele Fertigung: Matthias Schaffeld (Miele), Martin Fuchs (Miele), Jens Eickmeyer (Fraunhofer), David Schaffranek (Fraunhofer) (v.l.) vor der Spülraumfertigung im Werk Bielefeld.

Literatur:

[1] Tack, T.; Maier, A.; Niggemann, O.: »On Visual Analytics in Plant Monitoring.« *Informatics in Control, Automation and Robotics*. Springer International Publishing, 2014. 19-33

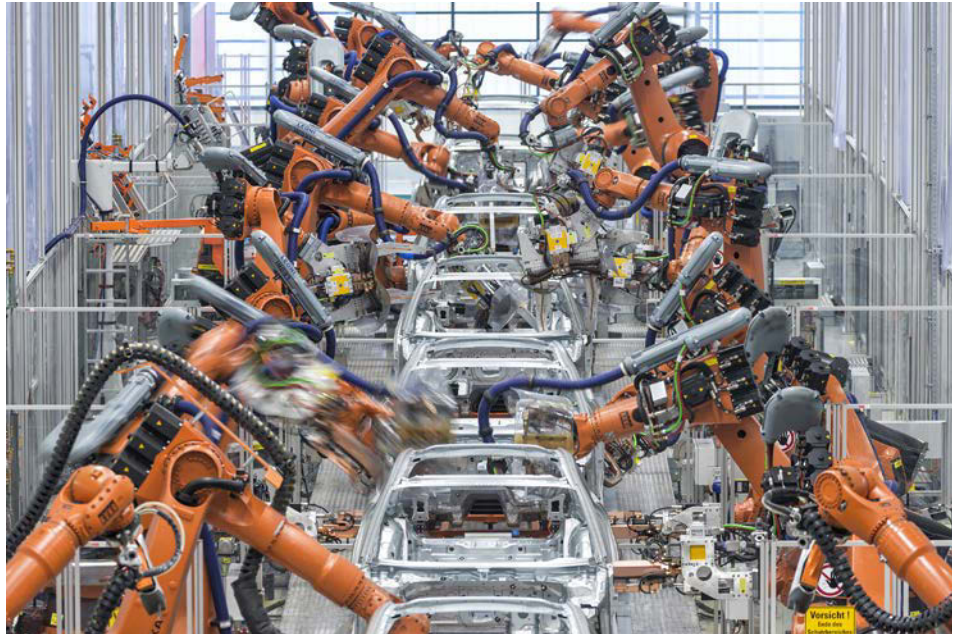


Abb. 1: Selbstlernende Assistenzsysteme unterstützen auf dem Weg zu Industrie 4.0.
© 2015 by AUDI AG



Dr. rer. nat. Alexander Maier

Anwendungszentrum
Industrial Automation (INA)
Fraunhofer IOSB Lemgo

Telefon +49 5261 94290-48
alexander.maier@iosb-ina.fraunhofer.de
www.iosb-ina.fraunhofer.de

Eine der großen Anforderungen an technische Systeme – von der Produktionsanlage in der Automobilindustrie bis hin zum Windpark in der Nordsee – ist es, Ausfallzeiten zu verhindern und die Wartungsintervalle zu optimieren. Schlüsseltechnologien hierfür sind eine Identifikation des genauen, zumeist nicht direkt messbaren Anlagenzustands (Condition Monitoring) und die Extrapolation der Zustandsveränderung bis zum Ausfall (Predictive Maintenance). Heutige Ansätze erfordern dazu einen hohen manuellen Engineering-Aufwand und stoßen bei zunehmender Prozesskomplexität häufig an ihre Grenzen. Zumeist muss ein Experte sein Wissen über die Funktion der Anlage beitragen, z. B. in Form von starren Grenzwerten. Die händische Eingabe solcher Regeln ist für verteilte, komplexe und häufig modifizierte Anlagen nicht nur zeitintensiv, sondern auch enorm kostspielig. Zudem sind

die heutigen Assistenzsysteme meist nur Speziallösungen, die proprietäre Methoden zur Datenerfassung und zur Prozessanalyse verwenden. Dieses verhindert in der Regel einen branchenübergreifenden Einsatz in verschiedenen Anwendungsfeldern.

Auf dem Weg zu Industrie 4.0 ist es daher ein wesentliches Ziel der Forschung des Fraunhofer-Anwendungszentrums Industrial Automation (IOSB-INA), selbstlernende Assistenzsysteme zu entwickeln, die keinen oder wenig manuellen Engineering-Aufwand benötigen. In einigen Projekten findet ein solches selbstlernendes Assistenzsystem bereits Verwendung.

Bei Audi kommt beispielsweise aktuell ein vom IOSB-INA entwickeltes Assistenzsystem zum Einsatz [1]. Der Ingolstädter Automobilhersteller erprobt die Möglichkeit, mit dem selbstlernenden Assistenzsystem

SYSTEMEN AUF DEM WEG ZU INDUSTRIE 4.0

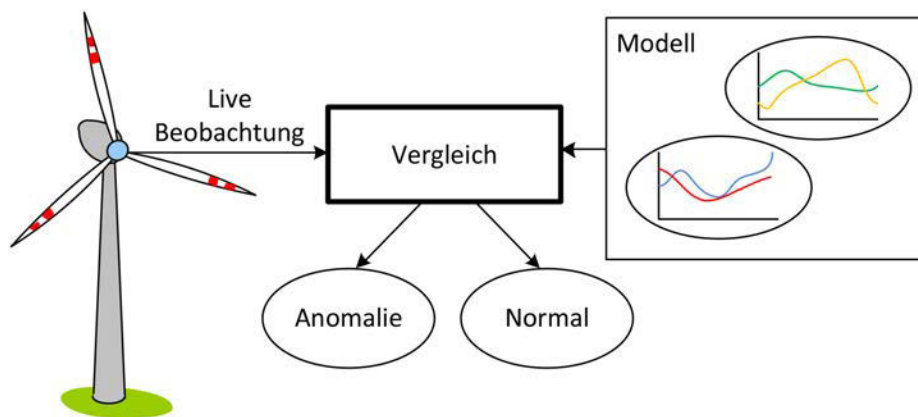


Abb. 2: Abgleich zwischen realem und gelerntem Verhalten zur Anomalieerkennung.

stem eine neue Produktionsanlage, bestehend aus Komponenten und Maschinen verschiedener Hersteller, auf ihre Funktionalität zu überprüfen. Mit Hilfe des Assistenzsystems wird automatisch und ohne manuelle Eingabe von Prozessdaten und Algorithmen das Verhalten der ganzen Anlage gelernt [2]. Auf Basis des gelernten Verhaltens wird dann analysiert, ob alle geforderten Funktionalitäten gegeben sind. Zudem können ungewollte Zustände in der Anlage erkannt werden, um eine einwandfreie Inbetriebnahme der neuen Produktionsanlage sicherzustellen. In einem nächsten Schritt können mit Hilfe von im Assistenzsystem befindlichen Analysealgorithmen im laufenden Betrieb der Produktionsanlage auch Abweichungen vom vorher identifizierten Normalverhalten erkannt werden. Ein funktionierendes, selbstständiges Condition Monitoring und eine Anomalieerkennung sind damit möglich.

In einem Forschungsprojekt des IOSB-INA und der Resolto Informatik GmbH beschäftigt man sich neben dem Condition Monitoring auch mit Predictive Maintenance.

Ziel ist die Erkennung selbst kleiner Veränderungen in Prozessen, noch bevor sie zu einem Anlagenfehler heranreifen. Um die Lösung an realen Anlagen entwickeln zu können, wurde die Deutsche Windtechnik AG in das Projekt integriert. Sämtliche Daten der verteilten Windkraftanlagen, wie Sensorwerte, Energiedaten aber auch Wetterdaten werden gesammelt und durch das selbstlernende System zu einem Modell des Normalverhaltens verarbeitet [3]. Dafür wurde ein Adapter entwickelt, der in die Windkraftanlagen integriert wird und alle Daten sammelt, die anschließend mittels OPC UA an einen zentralen Server geleitet werden. Hier werden Analysealgorithmen genutzt, um Abweichungen zwischen den in Echtzeit übermittelten Daten und den gelernten Modellen zu erkennen. Weicht nun das reale Verhalten von dem Normalverhalten ab, meldet das System dieses dem Menschen in der Zentrale; Und das ganz einfach per Nachricht auf das Smartphone. Der zuständige Anlagenbetreuer kann dann selbst entscheiden, ob der veränderte Wert im Toleranzbereich liegt oder beispielsweise eine vorbeugende Wartung

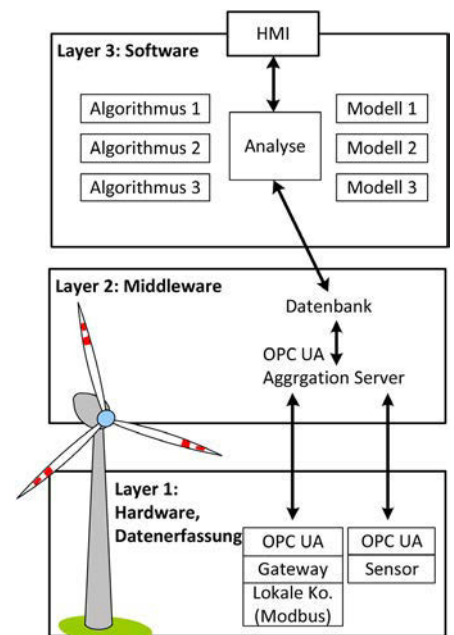


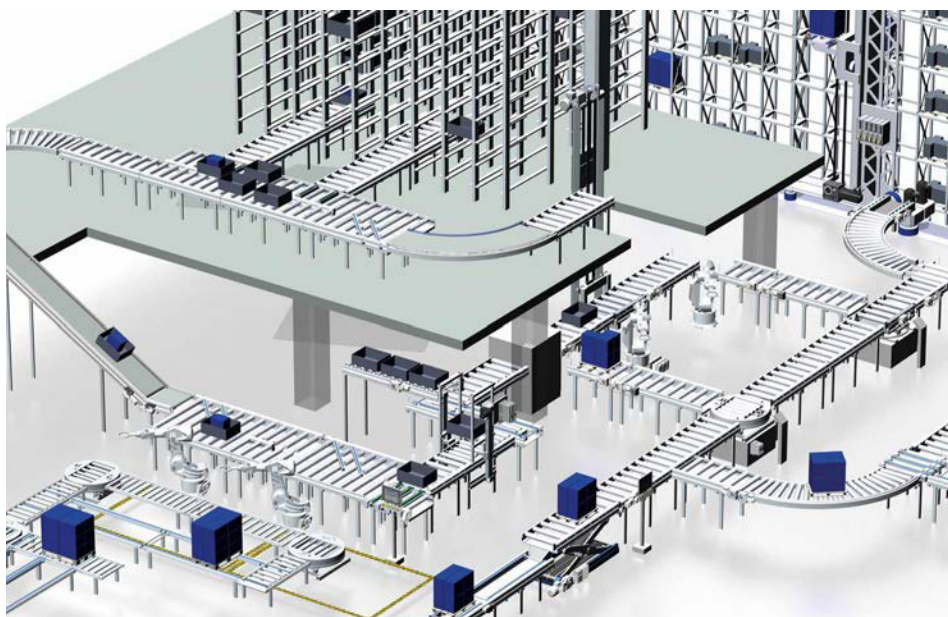
Abb. 3: Ein Assistenzsystem zur Diagnose von Windkraftanlagen.

der Maschine erforderlich ist. Im realen Testumfeld finden die Lösungen bereits Anwendung. Nun steht der branchenübergreifende Transfer der Assistenzlösung an.

Literatur:

- [1] Windmann, S.; Niggemann, O.: Intelligente Assistenzsysteme für die Automation - Menschen bei der Prozessführung besser unterstützen. In: atp edition - Ausgabe 04 2014
- [2] Maier, A.: Identification of Timed Behavior Models for Diagnosis in Production Systems. PhD thesis, University of Paderborn, 2015
- [3] Eickmeyer, J.; Li, P.; Givehchi, O.; Pethig, F.; Niggemann, O.: Data Driven Modeling for System-Level Condition Monitoring on Wind Power Plants. In: International Workshop on the Principles of Diagnosis (DX) Paris, France, Aug 2015

ENERGIEOPTIMIERUNG IN DER INTRALOGISTIK



M.Sc. David Schaffranek

Anwendungszentrum
Industrial Automation (INA)
Fraunhofer IOSB Lemgo

Telefon +49 5261 94290-32

david.schaffranek@iosb-ina.fraunhofer.de

www.iosb-ina.fraunhofer.de

Viel Lärm und alles ist in Bewegung – der Betrieb einer modernen Produktionsanlage erschließt sich dem Laien heute kaum noch. Aber auch der Experte hat zunehmend Probleme eine komplexe Anlage optimal zu betreiben. Denn hinter den eigentlichen Maschinenmodulen steht eine immer komplexer werdende Automatisierungstechnik. Und diese muss so programmiert werden, dass die Anlagen möglichst störungsfrei laufen. Auf der Strecke bleibt dabei oft die Frage nach der Energieeffizienz der Produktion. Im Forschungsprojekt »Intelligente Antriebs- und Steuerungstechnik für energieeffiziente Intralogistik« (it's OWL-IASI) unter Beteiligung des Lemgoer Fraunhofer-Anwendungszentrums Industrial Automation steht dieses Thema im Fokus.

Aufgrund von Megatrends wie Globalisierung und Mega Cities wird der Bedarf an Logistik stetig steigen, sodass »Green Logistics« ein »Muss« für zukünftige Produkte ist. Viele elektrische Antriebe, oft die größten »Energiekonsumenten«, werden aus Unwissenheit des tatsächlichen Energieverbrauchs für den realen Betrieb weder investitions- noch energieoptimal ausgelegt.

Nachhaltig verringern aber ließe sich der Energieverbrauch beispielsweise schon im Zuge anstehender Modernisierungen von Industrieanlagen durch den Einbau von Motoren mit höheren Wirkungsgraden beziehungsweise stromsparender Motortechnik. Doch auch bei den derzeit installierten elektrischen Antrieben kann ein Einsparpotenzial von bis zu einem Drittel des Energieverbrauchs genutzt werden [1]. Die Basis dafür ist die intelligente Steue-

nung und Optimierung der Antriebe innerhalb ihres jeweiligen Arbeitsprozesses. Mit den »Bordmitteln« der derzeitigen industriellen Systeme zur Produktionssteuerung ist diese Aufgabe jedoch nicht erfüllbar. Ihre Überwachungs- wie ihre Steuerungsfunktionen sind auf die Prozessqualität hinsichtlich Leistung und Arbeitseffizienz ausgerichtet. Detaillierte Analysen des Energieverbrauchs der Maschinen und Anlagen sind daher bisher in Logistik und Industrie kaum zu finden.

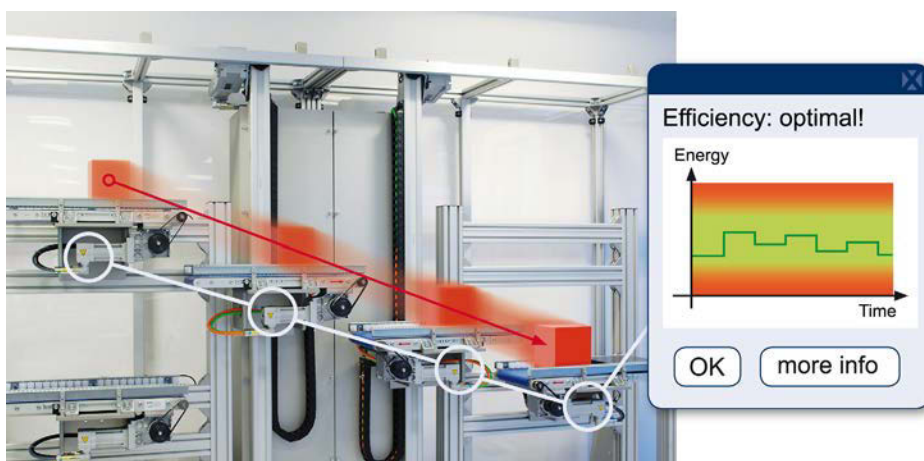
Auf Initiative von Lenze haben sich die Unternehmensgruppe Weidmüller, das Lemgoer Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA), und die Hochschule OWL mit dem Institut für industrielle Informationstechnik (inIT) sowie dem Labor Leistungselektronik und elektrische Antriebe (LLA) zu einem Forschungskonsortium zusammengeschlossen. Gemeinsam erarbeiten sie einen Beitrag zur Energieeffizienz in der Intralogistik innerhalb des Forschungsprojektes itsowl-IASI. Die Zielstellung von

itsowl-IASI ist, dass für jede antriebstechnische Anwendung, die in einem Intralogistiksystem benötigt wird, zum Beispiel einem Warenlager, in Zukunft aus einer Varianz an technischen Lösungen automatisch diejenigen bestimmt werden, die bei festgelegten Kosten vorab die geringste elektrische Energie verbraucht. Zum Nachweis soll in einem Referenz-Intralogistiksystem mit den Ergebnissen des Innovationsprojektes mindestens 15 Prozent elektrische Energie eingespart werden können, wobei die Lebenszykluskosten gegenüber der Ausgangslage konstant bleiben.

Um dieses Ziel realisieren zu können, haben die Fraunhofer Wissenschaftler ein Assistenzsystem entwickelt, welches in einem ersten Schritt alle relevanten Daten eines Prozessablaufs sammelt und diese selbstständig in einem Modell abbildet. Aus der Analyse der Zustandsdaten der Anlage im Verlauf des jeweiligen Arbeitsprozesses lernen die Algorithmen des Systems die spezifische Situation kennen und zeichnen das Verhalten als

virtuelles Modell auf. Dies sichert, dass ein einmal erstelltes Modell nicht als statische Grundlage festgeschrieben ist, sondern bei Änderungen des technischen Systems durch Anpassung der Fertigungsabläufe, durch Performanceänderungen, durch Verschleiß an den Maschinen oder durch Einbindung neuer oder zusätzlicher Maschinen automatisch an die neue Situation in der Werkshalle angepasst wird. Mit diesem Modell ist es nun möglich, den Prozess zu simulieren und das System energieoptimierte Prozessabläufe selbstständig suchen zu lassen [2]. Dabei laufen die Berechnungen der Prozesssimulation des Optimierungsassistenten in Echtzeit parallel zum realen Geschehen in der Produktion. Damit ist eine Selbstoptimierung der Energieeffizienz ohne Zeitverlust im laufenden Anlagenbetrieb möglich.

Bereits in einer einfachen Demonstrationsanwendung für Hub- und Transportvorgänge in der Lemgoer Modellfabrik konnten die Forscher belegen, dass durch die Optimierung der Antriebssteuerung für Bewegungsabläufe Energieeinsparungen von 10 bis 30 Prozent erreicht werden können. Und auch in den Anlagen der Firma Lenze sollen die Assistenzsysteme schon bald Einzug halten.



In der Demonstrationsanwendung in Lemgo kann man bereits sehen, wie Energieeinsparungen von 10 bis 30 Prozent erreicht werden können.

Literatur:

- [1] Windmann S.; Niggemann O.: Energy efficiency optimization by automatic coordination of motor speeds in conveying systems, 2014
- [2] Schaffranek D.; Windmann S.; Schriegel S.; Niggemann O.; Stichweh H.: Integration von Selbstoptimierungsfunktionen zur Steigerung der Energieeffizienz in intralogistische Anlagen, 2015

CLOUD-BASIERTE DATENANALYSE MONITORING-PLATTFORM FÜR IN



Dr.-Ing. Christian Kühnert

Mess-, Regelungs- und
Diagnosesysteme (MRD)
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-511

christian.kuehnert@iosb.fraunhofer.de

www.iosb.fraunhofer.de/MRD

Moderne Industrieanlagen zeichnen sich durch eine wachsende Komplexität und eine stetig steigende Anzahl an sensorisch erfassten Prozessgrößen aus. Dies gibt Betreibern die Möglichkeit, besser Produktwechsel durchzuführen und auf Kundenwünsche zu reagieren. Allerdings stellt diese Entwicklung auch eine immer größere Herausforderung hinsichtlich der Prozessführung und -überwachung dar.

Gerade bei der Prozessüberwachung müssen Betreiber bei immer mehr Sensoren manuelle Schwellwerte definieren und diese bei Änderungen am Prozess gegebenenfalls anpassen. Da diese Arbeit sehr zeitaufwendig ist und hohes Expertenwissen erfordert, bietet sich als Alternative oder ergänzend der Einsatz maschineller Lernverfahren an. Mittels dieser Verfahren wird das Normalverhalten der Anlage aus historischen Daten gelernt und mit aktuellen Messdaten abge-

glichen [1]. Weichen die Messdaten stark von dem gelernten Modell ab, bedeutet dies, dass sich die Anlage in einem anomalen Zustand befindet und es erfolgt eine Mitteilung z. B. an den Betriebsingenieur.

Einen flächendeckenden Einsatz maschineller Lernverfahren zur Prozessüberwachung gibt es bisher allerdings noch nicht. Ein Grund hierfür ist, dass für eine datengetriebene Anlagenüberwachung neben dem Betriebsingenieur auch ein so genannter Data Scientist benötigt wird. Dieser verfügt über die Expertise, das benötigte Modell einzulernen, zu parametrieren und in regelmäßigen Abständen Aktualisierungen am Modell vorzunehmen.

Ein Großteil der Betriebe, welche maschinelle Lernverfahren einsetzen möchten, verfügt allerdings nicht über Data Scientists. Aus diesem Grund wurde am Fraunhofer

UND CONDITION DUSTRIELLE PRODUKTIONSANLAGEN

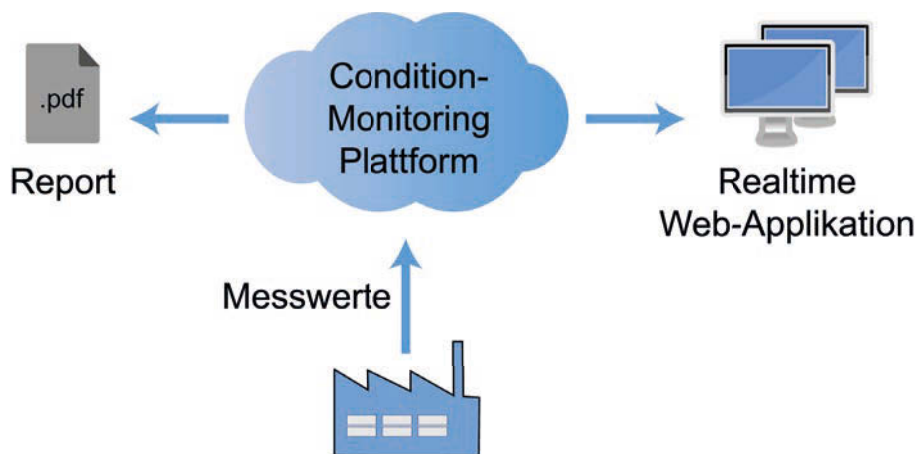


Abb. 1: Messdaten werden in der Cloud ausgewertet und den Betrieben entweder in Form von Berichten oder als Web-Anwendung zur Verfügung gestellt.

IOSB eine cloud-basierte Plattform für Datenanalyse und Condition-Monitoring entwickelt, über die Betriebe ihre Daten in Echtzeit analysieren lassen können.

INTELLIGENTE DATENAUSWERTUNG ÜBER SICHEREN CLOUD-SERVICE

Abbildung 1 skizziert den prinzipiellen Aufbau der Plattform. Betrieben ist es möglich, ihre aktuellen Messwerte zyklisch in einen am IOSB sicher gehosteten Cloud-Dienst zu laden. Hierzu können verschiedene Schnittstellen, wie beispielsweise OPC-UA, aber auch einfache Formate wie csv oder Excel-Dateien, verwendet werden [2].

Für nicht zeitkritische Anwendungen können detaillierte Berichte des Anlagenzustands und dessen Performance, beispielsweise auf Tages- oder Wochenbasis automatisiert zur Verfügung gestellt werden. Detektierte Anomalien in den Messwerten und die auslösenden Sensoren werden im Bericht explizit gekennzeichnet.

Aktuelle Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit dem Aufbau von Realtime-Web-Applikationen. Damit haben die Betreiber die Möglichkeit, jederzeit über einen Web-Browser (SSL-verschlüsselt) detaillierte Informationen über den Prozesszustand und das Condition Monitoring abzurufen.

ERFOLGREICHER TEST DER PLATTFORM BEI DER ÜBERWACHUNG VON TRINK- WASSERVERSORGUNGSNETZEN

Das entwickelte Konzept der cloud-basierten Anlagenüberwachung wird zurzeit erfolgreich in der Überwachung von Trinkwassernetzen eingesetzt [1]. Hierzu werden die Messwerte der Wasserversorger in Form von csv-Dateien in den bereitgestellten Cloud-Service hochgeladen. Den Wasserbetrieben wiederum werden die ausgewerteten Daten in Form von Reports über den Anlagenzustand auf Tages- / Wochenbasis zur Verfügung gestellt.

Literatur:

- [1] Kühnert, C.; Baruthio, M.; Bernard, T.; Steinmetz, C.; Weber, J.: Cloud-based event detection platform for water distribution networks using machine-learning algorithms; CCWI – Computing and Control for Water Industry, 2015
- [2] Schleipen, M.; Kühnert, C.; Okon, M.; Henßen, R.; Bischoff, T.: MoMo – Mobile Monitoring und smarte Datenanalyse basierend auf offenen Standards, VDI Automation 2015



Prof. Dr. Oliver Niggemann

Anwendungszentrum
Industrial Automation (INA)
Fraunhofer IOSB Lemgo

Telefon +49 5261 94290-42

oliver.niggemann@iosb-ina.fraunhofer.de
www.iosb-ina.fraunhofer.de

ERSTE ML4CPS – MACHINE LEARN SYSTEMS IN LEMGO



Cyber-physische Systeme (CPS) zeichnen sich durch Anpassungs- und Lernfähigkeit aus: Sie analysieren ihre Umgebung und lernen auf Basis ihrer Beobachtungen Muster, Zusammenhänge und prognosefähige Modelle. Typische Anwendungen für solche Systeme sind das Condition Monitoring, Predictive Maintenance, Bildverarbeitung und Diagnose. Als Schlüsseltechnologie für die Entwicklung von CPS gilt das maschinelle Lernen.

Die erste **Konferenz ML4CPS – Machine Learning for Cyber Physical Systems and Industry 4.0** am 1. und 2. Oktober widmete sich genau diesem Themenfeld. Die zweitägige Veranstaltung, welche das Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation gemeinsam mit dem Fraunhofer IOSB zum ersten Mal veranstaltete, bildete ein Forum, um neue Ansätze zum maschinellen Lernen für cyber-physische Systeme zu präsentieren, Erfahrungen auszutauschen, zu diskutieren und Visionen zu entwickeln. Dazu adressierte die Konferenz Forscher und Anwender aus unterschiedlichen Branchen wie der Produktionstechnik, Automatisierung, Automotive und Telekommunikation.

Zahlreiche Beiträge auch aus dem europäischen Ausland machten die Konferenz zu einem vollen Erfolg. Themen wie Datenerfassung in verteilten Systemen und Bildverarbeitung und Mustererkennung wurden an den zwei Konferenztagen fokussiert und diskutiert.

Den Auftakt der Veranstaltung bildete die Keynote von Awraam Zapounidis, Sales Director bei General Electric Europe, mit dem Titel »**Industrial Internet: The power of 1% - How much could we save with connected machines?**«. Besonders interessant für die zahlreichen Teilnehmer war dabei die Präsentation der neuen Predix-Cloud aus dem Hause GE. Mit der Predix-Cloud stellte Awraam Zapounidis den weltweit ersten Cloud-Service speziell für industrielle Datenanalysen vor. Die Plattform erfasst und analysiert Industrie-Daten in einer hochsicheren, leistungsfähigen Cloud-Umgebung.

Maschinelles Lernen und die Nutzung von Cloud- und Big-Data-Technologien sind Kernkompetenzen der Lemgoer Wissenschaftler und Kernthema der Konferenz

ING FOR CYBER PHYSICAL

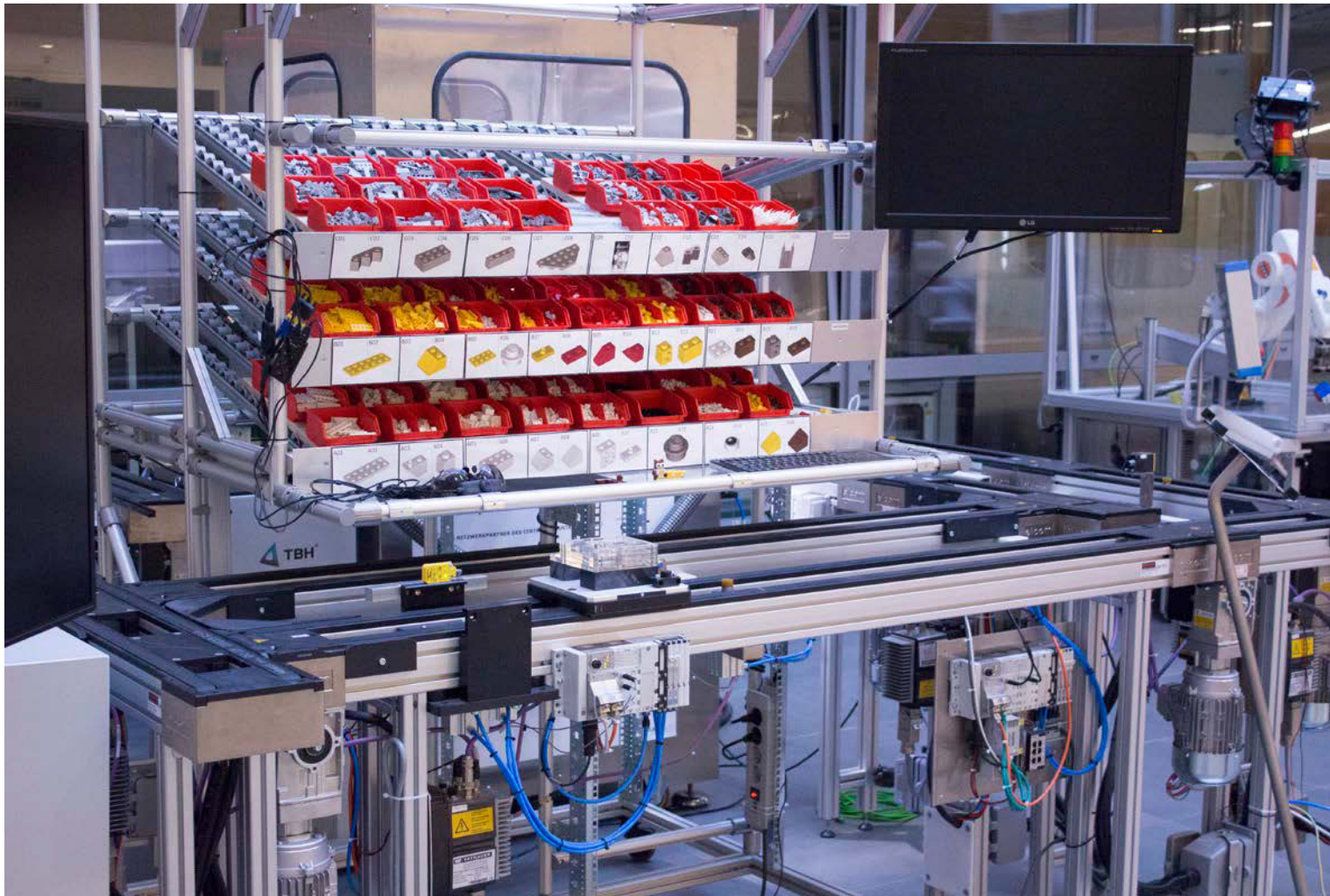
»ML4CPS – Machine Learning for Cyber Physical Systems«. Mit knapp 50 Mitarbeitern auf diesem Gebiet bilden die Lemgoer Forschungsinstitute gemeinsam eines der größten Zentren für maschinelles Lernen deutschlandweit. Für Awraam Zapounidis war es daher nur konsequent, hier die Predix-Cloud und weitere Neuerungen aus dem Hause GE zu diskutieren.

Auch Forschung zum Anfassen konnte man auf der ML4CPS erleben. Denn wie Verfahren des maschinellen Lernens schon heute Fertigungsprozesse optimieren können, konnten die Teilnehmer live in den Pausen begutachten. An den Montagelinien der SmartFactoryOWL wurden in Lemgo aktuelle Forschungsergebnisse rund um das Konferenzthema in realen Produktionsumgebungen gezeigt.

Die Tagungsleiter Professor Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer und Professor Dr. rer. nat. Oliver Niggemann freuen sich nun auf die nächste ML4CPS im Herbst 2016.

Mehr zur ML4CPS erfahren Sie unter:

www.ml4cps.com





Karlsruhe

Fraunhofer-Institut für Optronik,
Systemtechnik und Bildauswertung IOSB
Fraunhoferstraße 1
76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 6091-0
Fax +49 721 6091-413
info@iosb.fraunhofer.de
www.iosb.fraunhofer.de

Ettlingen

Fraunhofer-Institut für Optronik,
Systemtechnik und Bildauswertung IOSB
Gutleuthausstr. 1
76275 Ettlingen
Telefon +49 7243 992-0
Fax +49 7243 992-299
www.iosb.fraunhofer.de

Ilmenau

Fraunhofer IOSB, Institutsteil
Angewandte Systemtechnik AST
Am Vogelherd 50
98693 Ilmenau
Telefon +49 3677 4610
Fax +49 3677 461-100
info@iosb-ast.fraunhofer.de
www.iosb-ast.fraunhofer.de

Lemgo

Fraunhofer IOSB-INA
Anwendungszentrum
Industrial Automation
Langenbruch 6
32657 Lemgo
Telefon +49 5261 94290-22
Fax +49 5261 94290-90
juergen.jasperneite@iosb-ina.fraunhofer.de
www.iosb-ina.fraunhofer.de

Beijing

Representative for Production and
Information Technologies
Unit 0610, Landmark Tower II
8 North Dongsanhuan Road
Chaoyang District
100004 Beijing, PR China
Telefon +86 10 6590 0621
Fax +86 10 6590 0619
muh@fraunhofer.com.cn