

# computer & automation

Fachmedium der Automatisierungstechnik

05-2023 • 7,50 € • computer-automation.de

## Schlüssel zur Energiewende



**PHOENIX CONTACT**

Im Fokus  
**Machine Learning**

KI im Schaltschrank  
**Intelligente  
Edge-Elektronik**

Hannover Messe 2023  
**Gleichspannung  
in der Industrie**

Integriert  
**Sonderheft  
Sensor & Vision**

# Die KI im Schaltschrank

von Tina Hardt, Benjamin Adrian, Mark Maasland, Joachim Mieves

Im Fokus  
**Machine Learning**



Bild: Real-Time Systems

Im Zeitalter des Internet of Things und 5G gewinnt Edge Computing zunehmend an Bedeutung. Hierbei werden die Daten dezentral über Geräte wie Sensoren, Gateways oder PLCs verarbeitet statt in entfernten Rechenzentren oder der Cloud. An Lösungen auf Basis intelligenter Edge-Elektronik arbeitet auch ein aktuelles Fraunhofer-Projekt-Team.

Im Forschungsvorhaben ‚Emilie‘ (Embedding Machine Intelligence Logic and IT Security into Edge Devices) entwickeln Real-Time Systems, Fraunhofer ITWM, Mobotix, Gebr. Pfeiffer, Magnetic Sense und die Hochschule Bremen gemeinsam Lösungen auf Basis intelligenter Edge-Elektronik. Ziel ist es, Daten

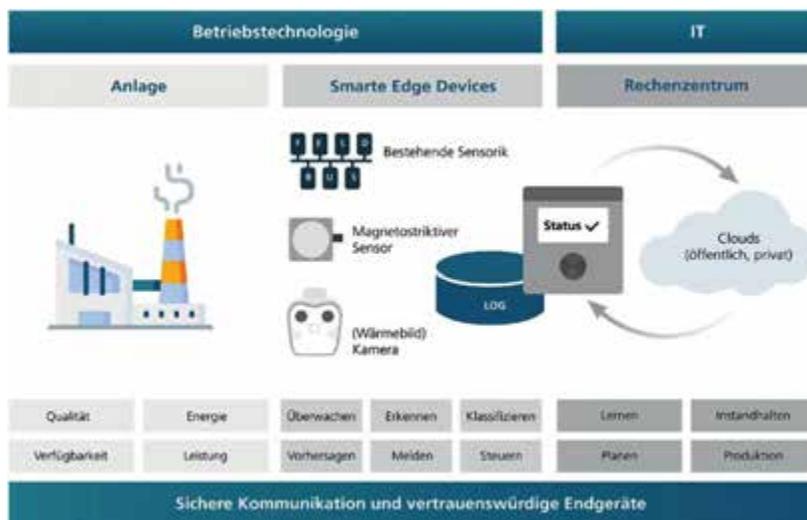
auf Edge-Geräten sicher und robust zu erfassen und basierend auf einer Künstlichen Intelligenz (KI) zu verarbeiten, um mit den resultierenden Informationen im Schaltschrank optimal die Produktionsprozesse steuern und überwachen zu können. In ‚Emilie‘ wird die Brücke zwischen OT und IT über ein IoT-Gate-

way abgesichert. An diesem Gateway bündeln sich die von unterschiedlichen Sensoren erfassten und durch KI-Verfahren verdichteten Informationen aus Produktions- und Zustandsdaten und können zum Beispiel der SPS als weitere Eingangsgröße übermittelt werden.

## Smarte Sensorik und KI für eine effizientere Produktion

Das Potenzial von intelligentem Edge Computing wird an zwei unterschiedlichen Prozessen aus der Praxis verdeutlicht: Zum einen an Zementmühlen der Firma Gebr. Pfeiffer, zum anderen an von HIMA betreuten Turbosätzen. Die Zielsetzung umfasst messbare Verbesserungen im Durchsatz, höhere Energieeffizienz und die effektivere Abschätzung des verbleibenden Abnutzungsvorrats. Die Integration von KI-Verfahren in signalverarbeitende Analysen innerhalb der OT ermöglicht einerseits die sichere Überwachung von Betriebszuständen mit ressourcenschonender

Bild: Fraunhofer ITWM



Zusammenspiel und Querschnittsthemen des intelligenten Edge Computings in Produktionsprozessen: Das IOT Gateway ermöglicht hierbei eine Art galvanischer Trennung zwischen OT und IT.

rädiktiver Instandhaltung zur Minimierung geplanter und ungeplanter Ausfälle; andererseits auch die automatisierte, zustandsbasierte Prozesssteuerung des Betriebsmodus energieintensiver Anlagen in energieoptimierte beziehungsweise effizientere Bereiche. Um auf sensorischer Ebene die dafür erforderliche sichere, robuste und echtzeitnahe Überwachung (von Schwingungen) im Produktionsprozess zu gewährleisten, wird die Elektronik folgender Sensoren und Edge-Geräte zur Ausführung intelligenter Datenverarbeitungen weiterentwickelt:

- Zur Verbesserung von Abstands- und Temperaturkompensation wird ein magnetostriktiver Sensor zur Kraftmessung von Magnetic Sense erweitert. Für die Sensorplatine werden intelligentere Algorithmen entwickelt, die neben Temperatur und Drehmoment auch Drehzahl und Drehwinkel der Welle berechnen, an der der Sensor angebracht wurde.
- Eine hochauflösende Industriekamera zur Vibrationsüberwachung von Mobotix wird hard- und softwaretechnisch weiterentwickelt, um auf der Kamera direkt Gehäuseschwingungen von frei konfigurierten Bildpunkten zu extrahieren und die Amplituden als Wegsignale kanalbasiert zu jedem Punkt weiterzugeben.
- Das IoT-Gateway ‚Arendar‘ von Real-Time Systems wird über geeignete Co-Prozessorkarten erweitert, die es erlauben, passend zur angebundenen Sensorik multivariate Analysen über mehrere Sensorkanäle zu bündeln, so dass umfassende Merkmale zur Maschinendynamik angeboten werden können. Auf dieser Basis bildet das Gateway die Grundlage für Anwendungen über Monitoring, Diagnose, Prognose und Optimierung.

Analysiert werden die Daten auf den Edge-Geräten. Für rechenintensivere Analysen können leistungsfähigere Industrie-PCs im Schaltschrank auf die Hutschiene montiert werden. Aufgrund der zunehmenden Anforderungen an Miniaturisierung und Wärmetransport nimmt die Rechenkapazität mit der Nähe zu Produktionsprozessen ab.

### Kurze Wege im Schaltschrank

Im Gegensatz zu den stark beworbenen IoT-Cloud-Lösungen bietet das Edge Computing vier signifikante Vorteile, die sowohl Hardware, Aufwände und Risiken reduzieren:

- **Kurze Wege:** Die Datenhaltung skaliert auch bei hohen Abtastraten (im kHz-

Bereich), da Rohdaten lokal verbleiben und lokal durch die intelligenten Datenvorverarbeitungseinheiten innerhalb der Sensoren und Edge-Gateways oder IPC innerhalb des Schaltschranks angereichert werden.

- **Rechnen am Ort des Geschehens:** Am Edge-Device werden die Ereignisse erfasster Anlagensituationen ermittelt

Driving the world

**SEW**  
EURODRIVE

## Energiesparen mit IE5-Lösungen



### Modularität macht den Unterschied – auch beim Energiesparen

Die neuen Synchronmotoren der Baureihe DR2C.. (normativ IE5) reduzieren den Energiebedarf. Modularität ist die Basis des Baukastensystems von SEW-EURODRIVE: mit oder ohne Getriebe und zentralen oder dezentralen Umrichtern. So entsteht, Komponente für Komponente, kombiniert mit Drehzahlregelung oder zeitlichem Anlagenmanagement eine energie-effizientere Anlage. Je nach Lastprofil wird der Energiebedarf um 10 %, 20 % oder mehr verringert.

- platzsparend – nur so viel Bauvolumen wie nötig, aber stark überlastfähig
- besser – in der Gesamteffizienz wertvoller als gesetzlich für Komponenten vorgeschrieben
- vielfältig – nur wenige Varianten ermöglichen viele Wege zum Energiesparen
- passend – Betreiber, Ausrüster und Hersteller zusammen maximieren die Energie-Ersparnis



[www.sew-eurodrive.de/synchronmotoren-dr2c](http://www.sew-eurodrive.de/synchronmotoren-dr2c)

## Das Verbundprojekt ‚Emilie‘

Das Projekt Embedding Machine Intelligence Logic and IT Security into Edge Devices ‚Emilie‘ wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Ziel ist die signifikante Verbesserung der Elektronik dezentraler, lokal an Industrieanlagen angebrachter Sensoren (hier magnetostriktive Sensoren und hochauflösende Kameras) sowie Edge-Gateways zur sichereren, KI-basierten Datenerfassung und Informationsverarbeitung. Dabei haben die Forschenden unter anderem die Energieeffizienz großer Mühlen im Blick. Das Projekt befindet sich aktuell noch in der Anfangsphase und läuft bis Mitte des Jahres 2025. Die Verbundpartner bringen folgende Kompetenzen mit ein:

- **Real-Time Systems:** Projektkoordination, Edge-Gateway ‚Arendar‘
- **Gebr. Pfeiffer:** Zementmühlen
- **Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik:** mathematische Kompetenzen für KI-Verfahren zur Signal- und Bilddatenverarbeitung
- **Magnetic Sense:** Drehmomentsensoren, Know-how zur Wellenauslegung
- **Mobotix:** industrielle Kamerasysteme mit dezentraler Bildverarbeitung und Datenspeicherung
- **Forschungsgruppe für Rechnernetze und Informationssicherheit (FRI) der Hochschule Bremen:** Expertise im Bereich der Informationssicherheit

und bewertet. KI-Verfahren zur Zustandsüberwachung, prädiktiven Instandhaltung und Regelung erkennen Zustandsmuster echtzeitnah und steuern die Anlagen mit Hinzunahme der SPS ressourceneffizient innerhalb des Schaltschranks ohne direkte IT-beziehungsweise Internet-Anbindung.

• **Wenig Kommunikationsaufwand:** Das Edge Computing ermöglicht die ressourceneffiziente, digitale Weitergabe von gesicherten Informationen und relevanten Historien zu erkannten Ereignissen an die IT ohne Übermittlung von Rohdaten. Lokale Datenverarbeitung reduziert Kommunikationsanforderungen an Bandbreite, Durchsatz und Reaktionszeiten; eine Echtzeitanlagenüberwachung bei verfügbarer Leistungselektronik wird vereinfacht.

• **Vertrauen schafft Sicherheit:** Die Vertrauenswürdigkeit (Trusted Computing) der beteiligten Recheneinheiten (Sensoren, Gateways, IPCs, IoT Cloud) innerhalb der Verarbeitungskette wird durch Einsatz von ‚Kryptochips‘ abgesichert. Auf Basis dieses Vertrauensankers kann die Plattformintegrität durch Root-of-Trust sichergestellt werden. Zudem ermöglichen Hardwarevertrauensanker, Prinzipien von ‚Remote Attestation‘ umzusetzen und damit aus der Ferne die Integrität eines Gerätes sicher abzufragen. Analysen zur Zustandsüberwachung finden weitestgehend autonom lokal an der Anlage statt, so dass Betriebsgeheimnisse gewahrt bleiben.

### Blick von außen hilft

Bildgebende Verfahren auf Basis hochauflösender High-Speed-Kameras ermöglichen die globale Überwachung von erregten Vibrationen an beliebigen Punkten der Anlage. Im Gegensatz zu Beschleunigungs- oder wegmessenden Sensoren wird dieser bildgebende Ansatz nicht direkt an der Maschine, sondern auf einem definierten Abstand eingesetzt. Hierdurch ist dieser Ansatz weniger empfänglich für schwierige Umgebungsbedingungen und bietet dadurch eine ideale Ergänzung. Im Rahmen des Projektes wird eine Mobotix-Kamera weiterentwickelt. Sie soll als Edge-Device zur Auswertung der Bilddaten genutzt werden. Hierzu werden die Hardware-Module der Kamera mit Bildverarbeitungssoftware und KI-Funktionalitäten zur intelligenten Datenverarbeitung erweitert. Dazu wird das Bildverarbeitungstool ‚ToolIP‘, das schon auf ARM-Architekturen verfügbar ist, auf die Kamera-Hardware portiert.

### Energieeffiziente Steuerung

Die Prozesse zur Fertigung von Zement sind hochkomplex und verursachen Angaben des Vereins Deutscher Zementwerke (VDZ) zufolge 6 bis 8 % der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emission. Eine mittelgroße Zementmühle braucht für das Aufmahlen des Zementklinkers jährlich etwa 20 GWh Energie. Darin liegt riesiges Optimierungspotenzial. Kalksteinmahlwerke werden nahe an Kalksteinbrüchen

betrieben, die oft in entlegenen Gebieten sind. Dementsprechend ist eine lokale Datenverarbeitung zur effektiven Betriebsautomatisierung unumgänglich. Im Projekt ‚Emilie‘ werden Mahlwerke der Firma Gebr. Pfeiffer um smarte Edge Devices erweitert, damit automatisiert energieeffiziente Betriebspunkte erreicht werden können. Erste Tests an einer Versuchsmühle laufen im Technikum in Kaiserslautern. ik



#### Tina Hardt

hat die Projektleitung und arbeitet als Software-Entwicklerin bei Real-Time Systems in Ravensburg.



#### Hans-Joachim Mieves

ist Team Leader Software Engineering bei Real-Time Systems in Ravensburg.



#### Dr. Benjamin Adrian

ist stellvertretender Abteilungsleiter ‚Systemanalyse, Prognose und Regelung‘ beim Fraunhofer ITWM in Kaiserslautern.



#### Mark Maasland

ist Projektleiter in der Abteilung ‚Bildverarbeitung‘ beim Fraunhofer ITWM in Kaiserslautern.