



**DR. ANDREAS WIRSEN
ABTEILUNGSLEITER**

ANALYSE, PROGNOSE UND REGELUNG VON KOMPLEXEM SYSTEM- UND PROZESSVERHALTEN

Der Fokus der Abteilung liegt im Bereich Echtzeitanlagenbetrieb und Antriebstechnik in Produktion und Energieerzeugung. Mit physikalischem Wissen, aber auch basierend auf reinen Messdaten erstellen wir digitale Zwillinge für multiphysikalische dynamische Systeme. Dabei müssen wir häufig störungsüberlagerte Messdaten berücksichtigen, wenn wir aus Datenströmen Informationen über das aktuelle und zukünftige Systemverhalten gewinnen wollen.

Der digitale Zwilling bildet dann die Grundlage für viele Applikationen, z. B. Qualitätsanalyse und -prognose von Produkteigenschaften komplexer Systeme (wie Elektromotoren oder Extruder) oder Condition Monitoring und Predictive Maintenance bei Produktionsanlagen und Energieerzeugern (wie Blockheizkraftwerke oder Windanlagen). Auch Energieeffizienz- und Flexibilitätsanalysen von Produktionsprozessen im Rahmen des Demand-Side-Management wie auch Reglerdesign und Validierung elektronischer Steuereinheiten mittels Hardware-In-The-Loop erfolgen auf der Grundlage des digitalen Zwillings.

Dabei unterstützen wir unsere Kunden von Konzeptionierung bis zum Anlagenbetrieb bei der Entwicklung von Analyse-, Prognose- oder Regelungssystemen. Wir setzen neue Konzepte um, z. B. die Nutzung der 5G-Kommunikation zur Datenübertragung zwischen Sensoren, Reglern und Aktoren.

Für die Bearbeitung der Fragestellungen greifen wir auf Methoden aus der System- und Kontrolltheorie sowie des Maschinellen Lernens – insbesondere Deep Learning – zurück. Unsere Verfahren wenden wir in ähnlicher Weise auch im biologisch-medizinischen Bereich für die Analyse von Biosignalen, Medikation oder Diagnoseunterstützung an.

Kontakt

andreas.wirsen@itwm.fraunhofer.de

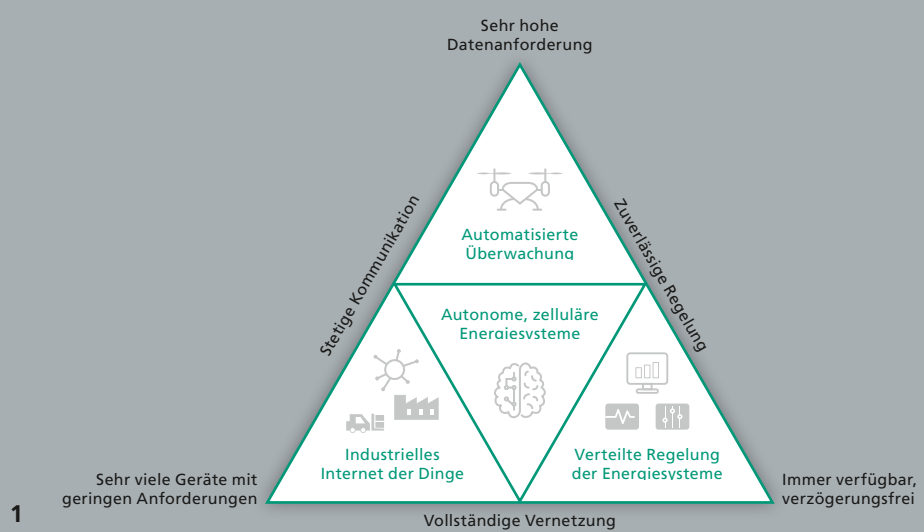
www.itwm.fraunhofer.de/sys



SCHWERPUNKTE

- **Energieerzeugung und -verteilung**
- **Maschinenmonitoring und -regelung**
- **Biosensorik und Medizingeräte**





5GAIN – 5G-INFRASTRUKTUREN FÜR ZELLULARE ENERGIESYSTEME MIT KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

1 Drei Anwendungsfelder von 5G in der Energiewirtschaft

Das vom BMWi geförderte Projekt »5Gain – 5G-Infrastrukturen für zellulare Energiesysteme unter Nutzung künstlicher Intelligenz« startete im Dezember 2019. Ziel ist die Entwicklung und Evaluation 5G-basierter Kommunikation für die verteilte Regelung zellulärer Energiesysteme.

In »5Gain« stehen die Vorteile einer 5G basierten Infrastruktur für das Management zellulärer Energiesysteme im Mittelpunkt. In Kombination mit KI-Methoden ergeben sich neue Möglichkeiten einer intelligenten Netzregelung. Durch den dezentralen Ausbau erneuerbarer Energiequellen mit steuerbaren Lasten und Speichern (z. B. Elektromobilität) wird die Regelung von Energiesystemen immer komplexer. Gleichzeitig soll der Ausbaubedarf des Stromnetzes geringgehalten werden.

Unser Ansatz zur Lösung dieser Herausforderung ist die Einteilung des Energienetzes in regionale Zellen. Jede Zelle besitzt unterschiedliche Teilnehmer und Eigenschaften und führt dezentral das Last- und Einspeisemanagement sowie die Vermarktung durch. Wir entwickeln adaptive KI-Verfahren (z. B. Reinforcement Learning), die die Regelung des individuell vorliegenden Energienetzes erlernen.

Kommunikation über »5G Regional Network Slices«

Die Regelung verteilter Erzeuger und Verbraucher erfordert eine Kommunikationsinfrastruktur, die benötigte Datenraten, Antwortzeiten und Ressourcen für unterschiedlich viele Teilnehmer zu jeder Situation (z. B. Stau, Altstadtfest) bereitstellt. Der 5G-Standard stellt durch »5G Network Slicing« eine dynamische und ortsbezogene Zusicherung von Dienstgütegarantien zur Verfügung. Wir entwickeln Prognoseverfahren, um Kommunikationsanforderungen von Ereignissen frühzeitig zu erkennen. Hierdurch kann »5G Network Slicing« regional so gewählt werden, dass benötigte Kommunikationsressourcen vor Ort bereitgestellt werden.

Abrechnung durch Smart Contracts in einer Blockchain

Die Abrechnung zwischen Erzeugern und Verbrauchern sollte automatisiert und sicher erfolgen. In 5Gain erproben wir das auf Basis von Smart Contracts einer Blockchain. Weiterhin wird die Machbarkeit einer daten-intensiven, automatisierten Fernwartung verteilter Infrastrukturen durch Drohnen analysiert. Auf Basis unserer methodischen Kompetenzen im Maschinellen Lernen und unserer breiten Projekterfahrung in der Überwachung und Regelung von Energienetzen entwickeln wir in 5Gain:

- Adaptive KI-Verfahren für die verteilte Regelung zellulärer Energiesysteme
- Prognosemodelle, um Kommunikationsanforderungen bedarfsabhängig vorherzusagen.



FLEXIBLES ENERGIEMANAGEMENT IN DER GETRÄNKEPRODUKTION

Ziel des Projektes DESPRIMA (Demand-Side- und Produktionsmanagement für Getränkeabfüllprozesse) ist das Management energetischer Flexibilitäten in der Getränkeherstellung – insbesondere durch eine intelligente Regelung von Flaschenproduktion, Abfüllanlagen und Verpackungsmaschinen. Ein neues smartes Energiemanagement ermöglicht eine aktive Teilnahme an den Strommärkten.

1 Füller einer Getränkeproduktionslinie

Mit steigendem Anteil an Erneuerbaren Energien verliert die Stromversorgung an Flexibilität, da die Energieerzeugung nun nicht nur vom aktuellen Bedarf, sondern auch von der Verfügbarkeit abhängt. Diese verminderte Flexibilität muss vermehrt auch vom Verbraucher kompensiert werden. Mit einem Demand-Side-Management (DSM) adaptiert der Stromkunde den eigenen Verbrauch auf Anfrage des Netzbetreibers, um die schwankende Stromerzeugung auszugleichen. Im Gegenzug erhält der Kunde spezielle Tarife und kann seine Kosten signifikant senken.

Smarte Produktion in der Getränkeindustrie

Die Herausforderung für Produktionsbetriebe ist dabei der gleichzeitig energieeffiziente und flexible Betrieb bei Qualitätserhaltung der Produkte. Hier mangelt es bisher an

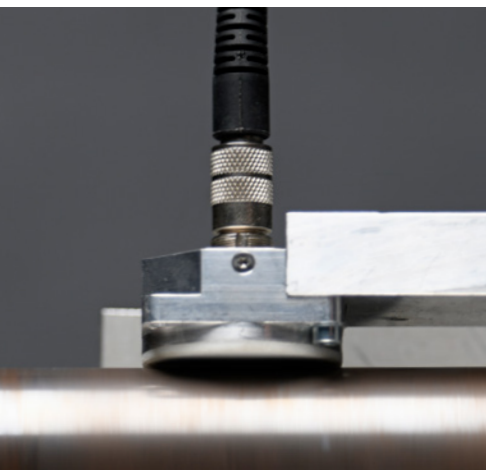
- Energiemonitoring und -prognose der einzelnen Anlagenkomponenten
- detaillierten Informationen über die Prozessflexibilität
- geeigneten Strategien, die eine dynamische Bereitstellung von Systemdienstleistungen ohne Beeinträchtigung des Produktionsablaufs garantieren.

In DESPRIMA zeigen wir mit unseren Partnern (Energieversorger, Getränkeindustrie, Forschungspartner, Software- und Ingenieurdienstleister) auf, wie gleichzeitig regelbare und vorhersagbare Lasten für das Netz zur Verfügung gestellt werden können. Dabei berücksichtigen wir besonders Produktionsvorgaben und -anforderungen, den Betrieb des elektrischen Netzes sowie Marktmechanismen für die Symbiose von Produktionsprozessen und Energienetzregelung.

Modellierung, Zustandsschätzung und modellbasierte Regelung

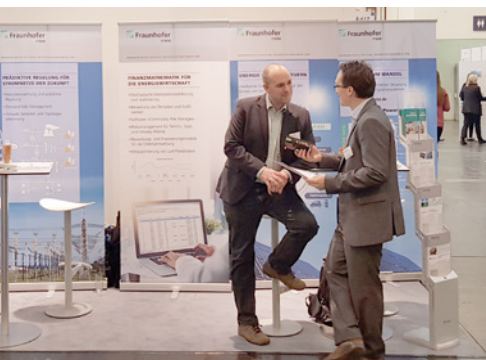
Unsere Aufgabe besteht in der Entwicklung und Umsetzung echtzeitauglicher physikalischer Modelle, der Zustandsschätzung sowie modellbasierter prädiktiver Regelungskonzepte für das Demand-Side- und Produktionsmanagement. Dabei ist die Systemstabilität gesichert und sowohl Produktions- als auch Energievorgaben werden eingehalten. Insbesondere berücksichtigen und integrieren wir die Wechselwirkungen der vorhandenen internen Teilkomponentenregler innerhalb der Produktionslinien.





BERÜHRUNGSLOSER DREHMOMENTENSOR ZUR MESSUNG VON TORSIONSSCHWINGUNGEN WIEDER VERFÜGBAR

Speziell durch Netzfehlfunktionen, Netzinteraktionen oder Bedienfehler ausgelöste Torsionsschwingungen eines Turbosatzes führen zur Ermüdung von Wellenkomponenten. Deshalb ist eine kontinuierliche Überwachung eines Antriebsstranges auf Torsionsschwingungen sinnvoll. Für die Drehmomenterfassung steht uns seit 2019 wieder ein berührungsloser induktiver Sensor zur Verfügung, der mit unseren erprobten Softwaretools jeweils ein Torsionsmonitoringsystem bildet. Unsere Sensoren eignen sich nicht nur für den Kraftwerksbereich, sondern auch für das Torsionsmonitoring an ferromagnetischen Antriebswellen.



PREDICTIVE MAINTENANCE TOOLS AUF DER E-WORLD IN ESSEN

Eine zuverlässige Vorhersage der Anlagenverfügbarkeit ist Bestandteil jeden Predictive Maintenance Systems. Unsere Arbeiten zur optimalen Instandhaltungsplanung von Anlagen haben wir im März 2019 auf der Energie-Fachmesse E-world vorgestellt. Zur Lösungsfindung setzen wir u. a. Methoden des Maschinellen Lernens ein, anhand derer wir komplexe Muster vergangener Ereignisse analysieren und so schneller einen Wartungsbedarf erkennen. Die Wartungsabstände können damit dem Bedarf angepasst werden, statt starren Zeitvorgaben zu folgen.



HARDWARE-IN-THE-LOOP-TESTS AUF DER EMBEDDED WORLD IN NÜRNBERG

Hardware-in-the-Loop (HIL) ist ein Verfahren zum Testen und Validieren eingebetteter Systeme vor ihrer Inbetriebnahme im späteren Prozess. Auf der Weltleitmesse für Embedded Systeme, der embedded world 2019, haben wir unseren umfangreich ausgestatteten HIL-Simulator und unser Portfolio zur Validierung von elektronischen Steuereinheiten präsentiert. Dies reicht von der Erstellung digitaler Zwillinge über die Automatisierung von Tests bis hin zur technischen Anbindung der Steuereinheiten an die HIL-Simulation. Auch die Entwicklung hochperformanter und robuster Regler stand im Fokus.