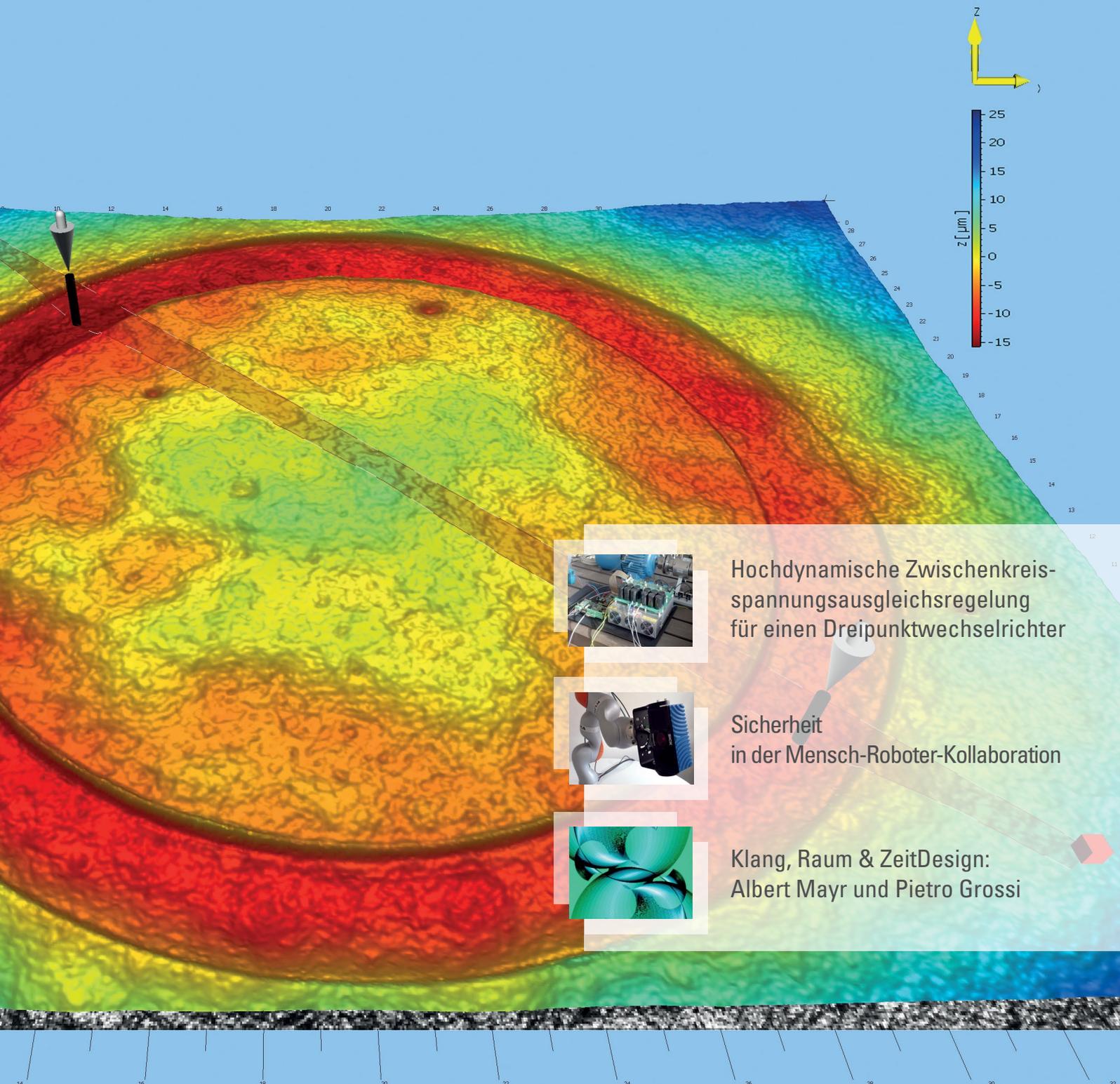


forschung im fokus

Ausgabe Nr. 21 / 2018



Hochdynamische Zwischenkreis-
spannungsausgleichsregelung
für einen Dreipunktwechselrichter



Sicherheit
in der Mensch-Roboter-Kollaboration



Klang, Raum & ZeitDesign:
Albert Mayr und Pietro Grossi

ivESK – INSTITUT FÜR VERLÄSSLICHE EMBEDDED SYSTEMS UND KOMMUNIKATIONSELEKTRONIK

Das „Internet der Dinge“ durchdringt die industriellen und persönlichen Anwendungen zunehmend. Hierzu zählen beispielsweise Smart-Metering und Smart-Grid, Industrie- und Prozessautomation, Car-to-Car bzw. Car-to-X-Kommunikation, Heim- und Gebäudeautomation, Telehealth- und Telecare-Anwendungen. Die drahtgebundene und drahtlose Vernetzung von Embedded Systemen und deren Anbindung als sogenannte cyberphysische Systems (CPS) spielen hierbei eine immer wichtigere Rolle. Da auch immer mehr Systeme funktionskritische Aufgaben autonom übernehmen, gewinnen Zuverlässigkeit und Sicherheit immer mehr an Bedeutung. Entsprechend müssen die Aspekte der Datensicherheit und der Privatsphäre (Privacy) ebenfalls berücksichtigt werden.

Diesen Themen widmet sich das Institut für verlässliche Embedded Systems und Kommunikationselektronik (ivESK) an der Hochschule Offenburg, das im Herbst 2015 von Prof. Dr.-Ing. Axel Sikora und Prof. Dr. rer. nat. Dirk Westhoff gegründet wurde, um die bislang sehr erfolgreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den Laboren der beiden

Professoren weiterzuentwickeln und gemeinschaftlich neue Möglichkeiten zu erschließen. Im Februar 2016 wurde das Institut für sein Automated Physical Testbed (APTb) auch als einer der „100 Orte für Industrie 4.0“ in Baden-Württemberg ausgezeichnet, da dort Unternehmen und Forschungseinrichtungen ihre Kommunikationslösungen für die industrielle Kommunikation automatisiert testen können. Das APTb wurde zudem als Testzentrum im Rahmen der „I4.0 Testumgebungen für KMU - I4KMU“ im Rahmen des BMBF-Programms registriert und konnte hier bereits drei Projekte gewinnen.

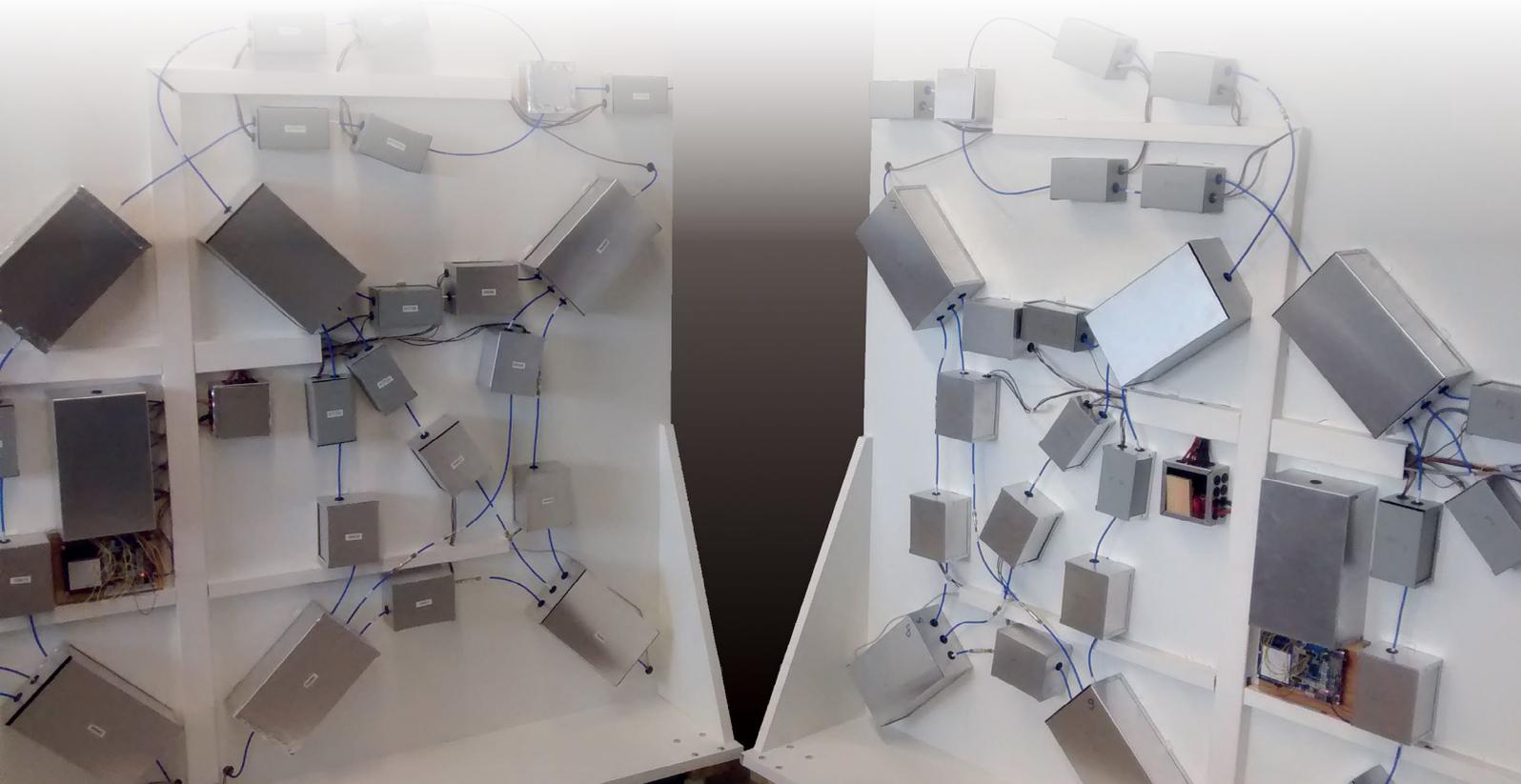
Am Institut arbeiten gegenwärtig 10 Vollzeitmitarbeiter sowie etwa ebenso viele Studierende, wobei aufgrund der positiven Projektlage noch einige Projekt- und Promotionsstellen offen sind. Weitere Kandidaten für Tutorentätigkeiten und Abschlussarbeiten sind gern gesehen.



<https://ivesk.hs-offenburg.de>

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Axel Sikora



NIKI 4.0: Retrofit Sensor-System für Industrie 4.0

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Axel Sikora, Dipl.-Inf. (FH) Manuel Schappacher

Neben vielen technologischen Innovationen und neuen Geschäftsmodellen bringt das Thema Industrie 4.0 (I4.0) auch eine Reihe von Fragestellungen mit sich. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) haben oft nicht genügend Zeit und Geld, um sich in diese neuen Technologien einzuarbeiten. In dem Projekt „NIKI 4.0“ werden derzeit quelloffene Hardware- und Softwarekomponenten entwickelt, die eine einfache Evaluation der mit I4.0 verbundenen Möglichkeiten erlauben.

Industry 4.0 (I4.0) is one of the buzz words of today. However, it comes with many technological innovations and leaves some question marks. This particularly affects small and medium-sized enterprises (SMEs), which often can not invest sufficient time and money to familiarize themselves with such new technologies. For this reason, an open-source kit is being developed in the “NIKI 4.0” project presented here that brings companies closer to the subject of I4.0.

Industrie 4.0 zum Anfassen

Die Vernetzung von Maschinen und der Datenaustausch innerhalb der Produktion, aber auch mit anderen Bereichen der Wertschöpfungskette ist ein zentraler Bestandteil von Industrie 4.0. Besonders aber im Bereich der kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) ist für viele der konkrete Nutzen, den sie aus einer Vernetzung ziehen können, immer noch unklar und nicht greifbar. Dies führt gerade beim Mittelstand zu einer vorsichtigen Zurückhaltung bei der Umsetzung von Industrie 4.0, da hiermit meist auch hohe Investitions- oder Umrüstkosten verknüpft sind.

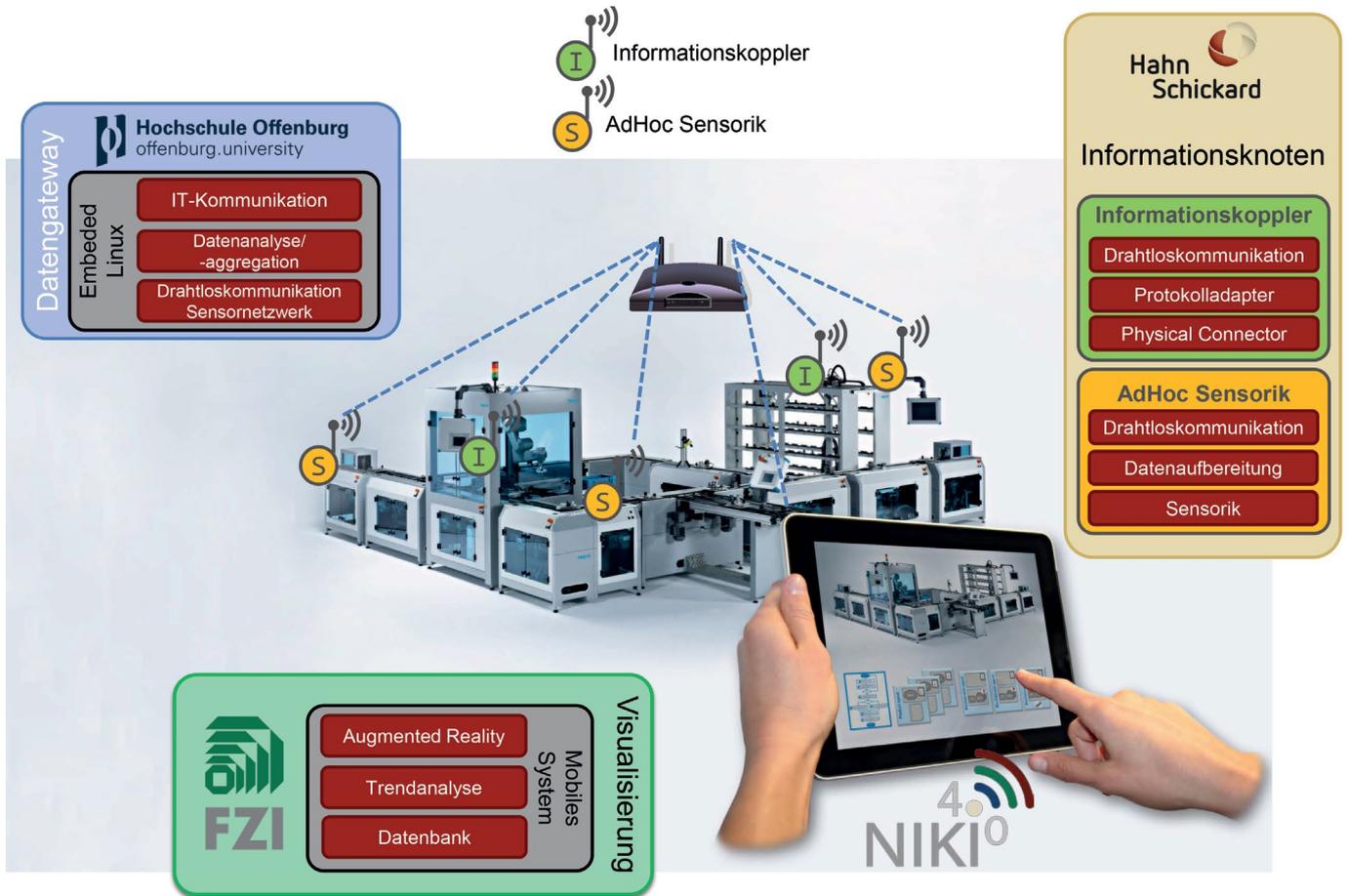
Das Projekt „Nicht-disruptives Kit für die Evaluation von Industrie 4.0“ (kurz NIKI 4.0), das von der Baden-Württemberg-Stiftung (www.bwstiftung.de) finanziert wird, greift diese Problemstellung auf und bietet KMU Hilfen bei der strategisch wichtigen Entscheidung, ob, wie und mit welchen Vorteilen die Prinzipien und Technologien von Industrie 4.0 eingesetzt werden können. Dazu arbeiten im Projekt drei Partner eng zusammen, das FZI-Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie (www.fzi.de), die Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. (www.hahn-schickard.de) und das Institut für verlässliche Embedded Systems und Kommunikationselektronik (ivESK) an der Hochschule Offenburg (ivesk.hs-offenburg.de). Das zu entwickelnde NIKI 4.0-Kit bietet die Möglichkeit, einen ersten Eindruck der Technik

und vor allem der Potenziale von Industrie 4.0 zu geben. Insbesondere sollen mit dem NIKI 4.0-Kit auch Bestandsanlagen nachträglich (Retrofit) ertüchtigt werden, am zukunftsgerichteten Informationsaustausch teilzunehmen.

Gesamtarchitektur des NIKI-4.0-Systems

Das NIKI-4.0-Kit setzt sich aus verschiedenen Bestandteilen zusammen. Mehrere im Projekt entstandene Sensoren liefern Daten an ein zentrales Gateway, welches diese sammelt, bei Bedarf vorverarbeitet und über eine standardisierte OPC-UA-Schnittstelle an den Anwender weitergibt. Zusätzlich wird durch den Einsatz von Augmented Reality eine Visualisierungsebene bereitgestellt.

Das Hauptziel des NIKI-4.0-Kits ist die einfache, nahtlose und nicht-disruptive Integration des I4.0-Systems in existierende Fabriklandschaften. Dies ist deswegen attraktiv, damit interessierte Nutzer ihre Anlagen schnell und einfach umrüsten können, ohne dabei den regulären Betriebsablauf zu stören und ohne größere Investitionen zu machen. Die Basis dafür bildet eine drahtlose Funkkommunikation, über die die einzelnen Komponenten des Kits miteinander vernetzt werden. Als Funkstandard kommt hierbei eine hauseigene Implementierung des standardisierten 6LoWPAN-Protokolls zum Einsatz. Die Sensoren werden dazu mit den erforderlichen Kommunikationsmodulen ausgestattet, die über eine einfache, aber



generische Schnittstelle bedient werden können. Somit können zum einen nahezu jegliche Sensortypen um diese Funkschnittstelle erweitert werden, zum anderen wird die Komplexität der Funkkommunikation vor dem Sensor versteckt.

Gateway als Kommunikationszentrale

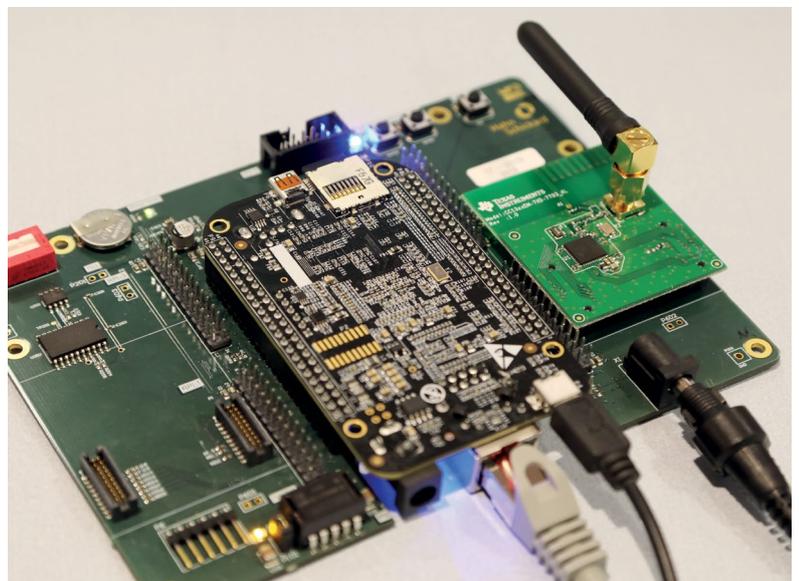
An zentraler Stelle des Kits steht ein Gateway. Das Gateway sammelt die Daten, die drahtlos von den Sensoren geliefert werden, speichert sie ab und führt bei Bedarf eine Vorverarbeitung durch. Um die Einbindung in existierende Industrieumgebungen zu ermöglichen, wird über eine leitungsbasierte Netzwerkschnittstelle ein OPC-UA-(OPC Unified Architecture) Interface zur Verfügung gestellt, über das die Daten letztendlich abgegriffen werden können.

Das verwendete OPC-UA-Protokoll hat mittlerweile eine große Verbreitung in der Industrie gefunden. Dadurch kann das NIKI-4.0-Kit in viele existierende Systeme eingebunden oder mit einer der zahlreich verfügbaren (auch Open-Source) Gegenstellen kombiniert werden. Diesen Weg geht auch die im NIKI-4.0-Kit enthaltene Visualisierung, indem sie auf quell-

Abb. 1: Überblick des NIKI-4.0-Systems

Abb. 2: NIKI-4.0-Kommunikationsgateway

offene OPC-UA-Komponenten zugreift, um die Sensoren als Datenquelle auszulesen. Für den Zugriff auf die Sensordaten über die OPC-UA-Schnittstelle existieren mehrere Möglichkeiten. Entweder können die Daten bei Bedarf abgerufen werden oder der Anwender lässt sich über das Eintreffen neuer Daten mittels sogenannter Notifications benachrichtigen. Zusätzlich besteht durch die Speicherung der Daten die Möglichkeit, deren Historie aufzurufen.



Sensoren

Das NIKI-4.0-Kit besteht auch heute schon aus mehreren Sensoren, die für unterschiedliche Anwendungsfelder und Szenarien in Frage kommen. Alle diese Sensoren verfügen über die beschriebenen drahtlosen Kommunikations-Schnittstellen und können somit ohne Änderungen an der existierenden Infrastruktur in bestehende Umgebungen eingebracht werden.

Der Umgebungssensor EIS (Environment Information System) wurde von Hahn-Schickard sowohl für den stationären als auch für den autarken Betrieb konzipiert. Eine geringe Stromaufnahme sichert für den autarken Anwendungsfall eine lange Laufzeit. Der interne Akku mit einer Kapazität von 4.400 mAh @ 3,6 V kann über eine Mikro-USB Schnittstelle wieder aufgeladen werden, die das EIS wahlweise auch dauerhaft mit Strom versorgen kann. Das EIS kann einerseits Umweltfaktoren erheben, die die Produktion beeinflussen können, andererseits aber auch Daten aufzeichnen, die mit dem Einfluss der Produktion auf die Umwelt zusammenhängen. Die Messdaten, die mit dem EIS erfasst werden können, sind Luftströmung (Wind), Temperatur, Beleuchtungsstärke, UV-Index, Luftfeuchte und Luftdruck. Zu den möglichen Einsatzszenarien zählen z.B. räumliche Verteilung verschiedener Umweltfaktoren in der Produktionshalle oder die Einhaltung von Arbeitsschutz durch Überwachung von relevanten Umgebungsdaten.



Abb. 3:
E-Meter

Das E-Meter ist ein ebenfalls von Hahn-Schickard (Villingen-Schwenningen) entwickelter Sensor zur Messung von elektrischen Strömen einzelner Phasen. Der Sensor verfügt über die Möglichkeit, bis zu drei Phasen (typisches „Drehstromkabel“), z.B. einer Produktionsmaschine, zu erfassen. Der Strombedarf jeder Phase wird mit einem kommerziell erhältlichen Stromwandler JS17S-1A1 gemessen. Der im Stromwandler per Induktion vom Primärleiter erzeugte Sekundärstrom wird anschließend durch den Sensor ausgewertet. Über den Abgriff der Phasenspannung können Phasenwinkel, aktuelle Leistungen und Phasenverschiebungen berechnet werden. Die Stromversorgung des Sensors erfolgt über einen internen Akku. Dieser hat eine Kapazität von 3,6 Wh (1.000 mAh @ 3,6 V). Zusätzlich ist das E-Meter nach der EG-Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU zertifiziert. Die gelieferten Messwerte Spannung, Stromstärke, Leistung, Phasenverschiebung oder die Energie eignen sich besonders gut für Energieoptimierungen oder Predictive Maintenance.



Abb. 4:
EIS-Sensor

Einen besonderen Stellenwert hat der sogenannte Profibus-Sniffer. Mit seiner Hilfe wird es möglich, Informationen aus existierenden Profibusnetzwerken, wie sie in einer Großzahl der existierenden Industrieanlagen vorhanden sind, zu sammeln, ohne in diese einzugreifen (read only). Die gesammelten Informationen werden verarbeitet und visualisiert, um so zu ei-

ner Einschätzung des Zustands des Netzwerks und seiner teilnehmenden Maschinen kommen zu können. Dazu werden Informationen wie Diagnose-, Alarm-, Status- und Datennachrichten zwischen Profibusgeräten gesammelt.

Ein im Projekt vom Hahn-Schickard Institut (Stuttgart) neu entworfener Positionssensor basiert auf dem Prinzip des „Linear-Variable-Differential-Transformator“, kurz LVDT-Prinzip. Er basiert auf einem Sensorelement, welches als Leiterplattensensor konzipiert ist. Das LVDT-Prinzip nutzt eine Primärspule, zwei Sekundärspulen und einen linear verschiebbaren ferromagnetischen Kern (Anker). Dadurch kann der Positionssensor auf Objekten angebracht werden und zusammen mit dem Anker eine relative Position ermitteln, da es zu einer Phasenverschiebung zwischen der Primär- und den Sekundärspulen sowie zwischen den beiden Sekundärspulen kommt, die abhängig von der Position des ferromagnetischen Kerns ist.

Der Sensor erfasst somit die Positionen des gewünschten Messobjekts. Dazu muss der ferromagnetische Kern nicht direkt am Sensorelement sein. Auch bei einem vertikalen Abstand von einigen Millimetern wird eine Messgenauigkeit der horizontalen Position von bis zu einigen Mikrometern erreicht, abhängig von Länge und dem konkreten Einsatzgebiet. Werden mehrere Messungen in einer Serie durchgeführt, kann aus dem zurückgelegten Weg des Kerns bei bekannter Messwiederholrate die Geschwindigkeit abgeleitet werden. Dies gilt ebenfalls für die Beschleunigung und den Impuls, die Ableitungen nach der Zeit darstellen. Die Sensorik kann damit prinzipiell auch zur Erfassung von Vibrationen verwendet werden.

In anderen Projekten werden weitere Sensoren entwickelt, deren Schnittstellen für die Ankopplung an das NIKI 4.0-Gateway vorbereitet sind.

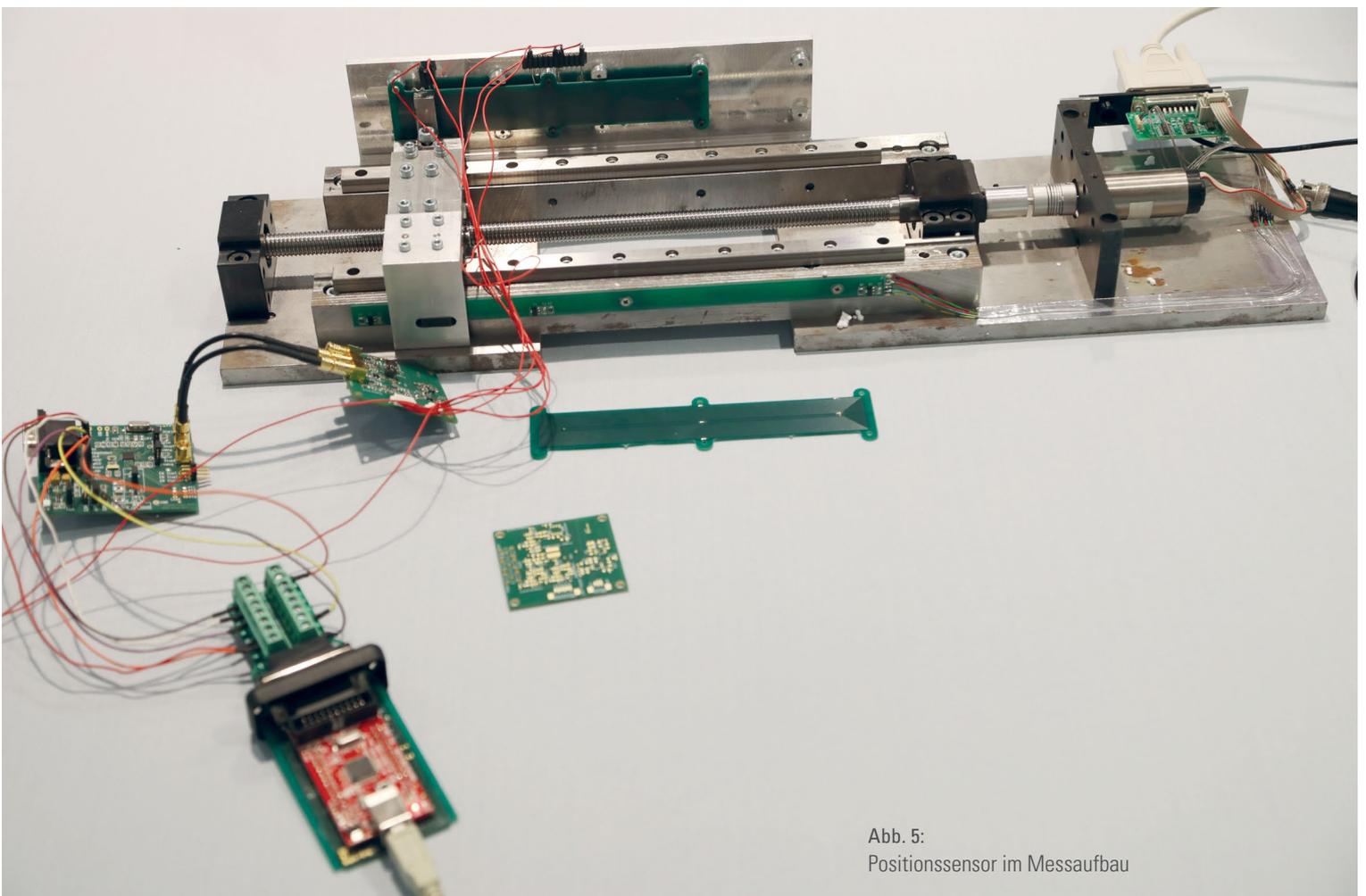


Abb. 5:
Positionssensor im Messaufbau

Funkkommunikation

Die Funkkommunikation zwischen den Sensoren und dem Gateway basiert auf der sogenannten 6LoWPAN (IPv6 over Low Power Wireless Area Networks)-Technologie. Diese erlaubt die Übertragung von Paketen im normalen Internet-Protokoll (IPv6) über das schmalbandige IEEE802.15.4-Protokoll, einen bekannten Vertreter aus dem Bereich der Wireless Sensor Networks (WSN). Der Einsatz des IP-Protokolls erlaubt es dabei, sowohl bekannte Anwendungsprotokolle (LWM2M, MQTT) als auch standardisierte Sicherheitsmechanismen einzusetzen. Als Kommunikationsstapel wird eine erweiterte Version des am ivESK entwickelten emb::6-Stacks (<https://github.com/hso-esk/emb6>) verwendet.

Visualisierung

Die Visualisierung, entwickelt vom FZI in Karlsruhe, greift die Daten vom Gateway ebenfalls über die standardisierten Schnittstellen ab

und bereitet diese je nach Typ grafisch auf. Dies geschieht in Kombination mit einer sogenannten Augmented Reality.(AR)-Engine, die es erlaubt, die Darstellung der Daten über Live-Aufnahmen zu legen (Overlay). Dazu wurde eine spezielle App entwickelt, die sich auf gängigen Android-basierten Tablets installieren lässt. In Kombination mit eindeutigen optischen Markern, die zusammen mit den Sensoren verteilt werden, kann die Visualisierung so die verteilten Sensoren erfassen, identifizieren und deren Messwerte entsprechend darstellen.

Status und Ausblick

Die Entwicklung der einzelnen Komponenten ist bereits abgeschlossen. Aktuell finden die Integration in das Gesamtsystem und die damit verbundenen Tests statt. Es ist geplant, das Projekt bis zum offiziellen Ende am 31.05.2018 abzuschließen. Aufbauende und weiterführende Projekte befinden sich gegenwärtig in der Beantragung bzw. in der Angebotsphase.

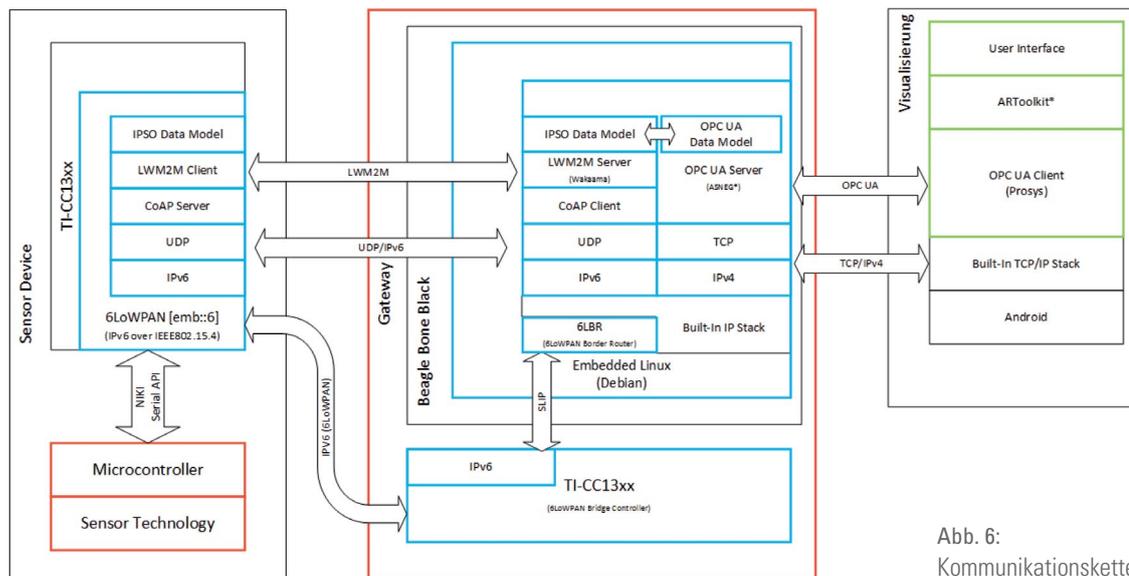


Abb. 6: Kommunikationskette

AUTOREN



Prof. Dr.-Ing. Axel Sikora
Wissenschaftl. Leiter ivESK, Lehrgebiete:
Kommunikationsnetze, Bussysteme und
Schnittstellen, eingebettete u. industrielle
Netzwerke
axel.sikora@hs-offenburg.de



Dipl.-Infom. (FH) Manuel Schappacher
Institut für verlässliche Embedded
Systems und Kommunikationselektronik
(ivESK)
manuel.schappacher@hs-offenburg.de