



# AUTOMATION

23. Leitkongress der Mess- und Automatisierungstechnik

**AUTOMATION 2022**

Automation creates Sustainability

Baden-Baden, 28. und 29. Juni 2022



# VDI-BERICHTE

Herausgeber:

VDI Wissensforum GmbH

### **Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

### **Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek (German National Library)**

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliographie (German National Bibliography); detailed bibliographic data is available via Internet at [www.dnb.de](http://www.dnb.de).

### **© VDI Verlag GmbH · Düsseldorf 2022**

Alle Rechte vorbehalten, auch das des Nachdruckes, der Wiedergabe (Photokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, auszugsweise oder vollständig.

Der VDI-Bericht, der die Vorträge der Tagung enthält, erscheint als nichtredigierter Manuskriptdruck.

Die einzelnen Beiträge geben die auf persönlichen Erkenntnissen beruhenden Ansichten und Erfahrungen der jeweiligen Vortragenden bzw. Autoren wieder. Printed in Germany.

ISSN 0083-5560

E-ISBN 978-3-18-102399-0

ISBN 978-3-18-092399-4

# Inhalt

Vorwort . . . . .	1
-------------------	---

## ► **Fertigungsautomation – Digitaler Zwilling: Vom Konzept zur Anwendung**

---

<b>Anwendungsfälle und Ansatz zur Erstellung des Digitalen Zwillings aus Sicht eines Komponentenherstellers . . . . .</b>	<b>5</b>
---	----------

V. Stegmaier, Graduate School of advanced Manufacturing Engineering, Universität Stuttgart;  
W. Schaaf, J. Schmalz GmbH, Glatten;  
N. Jazdi, M. Weyrich, Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme,  
Universität Stuttgart

<b>Interaktion zwischen Steuerungen auf der Basis von OPC UA FX und deren Konfiguration durch Verwaltungsschalen . . . . .</b>	<b>19</b>
--	-----------

C. Diedrich, T. Werner, Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg;  
M. Riedl, ifak e.V. Magdeburg

## ► **Fertigungsautomation – Einsatz der Verwaltungsschale**

---

<b>Framework for bringing wireless communication into the context of Industrie 4.0 . . . . .</b>	<b>31</b>
--	-----------

G. Cainelli, L. Underberg, L. Rauchhaupt, Institut für Automation und Kommunikation e.V.  
Magdeburg

<b>Verwaltungsschale-basierter Ansatz für die Umsetzung von auftragsgesteuerter Produktion . . . . .</b>	<b>45</b>
--	-----------

C. Urban, A. Belyaev, Otto von Guericke Universität Magdeburg;  
C. Diedrich, ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V.

<b>Verwaltungsschalen zum anlagenweiten Testen wandelbarer Produktionsanlagen . . . . .</b>	<b>59</b>
---	-----------

S. Schäfer, D. Schöttke, T. Kämpfe, V. Denkov, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin;  
B. Tauber, EAW Relaischnik GmbH, Berlin

## ► **Fertigungsautomation – Konzepttransfer in die Fertigungsautomation**

---

<b>Dienste-Design für modulare Fertigungsanlagen mit individuellen Produkten – Variantenvielfalt der Dienste . . . . .</b>	<b>75</b>
P. Habiger, G. Hildebrandt, R. Drath, Hochschule Pforzheim; A. Fay, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg	

## ► **Prozessautomation – Safety und Integrated Engineering**

---

<b>Typenbasiertes Engineering für modulare Anlagen: Fallstudie zur Umsetzung eines modularen Neutralisationsprozesses . . . . .</b>	<b>89</b>
J. Lorenz, A. Klose, I. Viedt, J. Mädler, V. Khaydarov, L. Urbas, Technische Universität Dresden	
<b>Datenbasierte Überwachung von reproduzierbaren, chemischen Batchprozessen für modellbasierte Sicherheitsfunktionen. . . . .</b>	<b>101</b>
P. Langlitz, F. Lenhart, M. Roser, BASF SE, Ludwigshafen	

## ► **Prozessautomation – Security**

---

<b>Security-Entscheidungen „by Design“ in das Engineering prozesstechnischer Anlagen integrieren – Konzept der „Automation Security by Design Decisions“ . . . . .</b>	<b>115</b>
S. Fluchs, admeritia GmbH, Langenfeld, Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr, Hamburg; E. Tastan, R. Drath, Hochschule Pforzheim; M. Mertens, INEOS Manufacturing Deutschland GmbH, Köln; J. Ritter, A. Horch, HIMA Paul Hildebrandt GmbH, Brühl; A. Fay, Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr, Hamburg	
<b>AutomationML-basierte Modellierungsansätze für ein Security-Engineering- Informationsmodell. . . . .</b>	<b>133</b>
E. Tastan, R. Drath, Hochschule Pforzheim; S. Fluchs, admeritia GmbH, Langenfeld, Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr, Hamburg	
<b>IT-Security für Automatisierungssysteme mit Ethernet-APL-Feldgeräten . . . . .</b>	<b>149</b>
K.-H. Niemann, Hochschule Hannover; S. Merklin, Endress + Hauser Digital Solutions, Reinach, Schweiz	

## ► **Prozessautomation – Digital Plant & Sustainability**

---

**Materialverfolgungsbasierter Softsensor für die Überwachung von Treibhausgasemissionen in der Prozessindustrie** . . . . . 161

C. Song, J. Schlake, ABB Corporate Research Center, Ladenburg;  
S. Emmrich, ABB Division Process Industries, Cottbus

## ► **Prozessautomation – Advanced Control**

---

**Anforderungen aus der dynamischen Nutzung von grünem Wasserstoff in Power-to-X-Wertschöpfungsketten** . . . . . 175

I. Viedt, M. Mock, J. Lorenz, J. Mädler, L. Urbas, Professur für Prozessleittechnik und Arbeitsgruppe Systemverfahrenstechnik, Technische Universität Dresden;  
A. Klose, H. Lange, Process-to-Order-Lab, Technische Universität Dresden;  
D. Erdmann, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), Frankfurt am Main;  
L. Scholz, A. Markaj, A. Fay, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg

**Steuerung und Regelung von Abwasserkanalnetzen – ein praxisgerechter Ansatz zur modell-prädiktiven Regelung** . . . . . 187

M. Schütze, J. Alex, ifak e. V., Magdeburg

**Nonlinear Model Predictive Control: from Digital Twin to Real-World Application in Polymerization Process** . . . . . 205

B.-M. Pfeiffer, C. Leingang, C. Busse, M. Oppelt, Solutions Process Automation, Simulation & Digitalization, Siemens AG, Erlangen and London, Great Britain;  
O. Lorenz, Siemens AG, Karlsruhe,  
A. Cano, Siemens PSE, Parsippany, USA

## ► **Prozessautomation – KI in der Prozessautomation**

---

**Kognitive Automations-Architektur für Cyber-Physische-Produktionssysteme (CPPS)** . . . . . 219

A. Mankowski, D. Antonow, N. Moriz, H. Trsek, inIT – TH OWL, Lemgo

## ► **Prozessautomation – KI in der Prozessautomation**

---

**Data Mining in der Prozesstechnik als Key-Enabler intelligenter Digitaler Zwillinge für eine datengetriebene Optimierung der Prozessführung** . . . . . 231

M. Krüger, B. Vogel-Heuser, K. Land, Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme, Technische Universität München;  
G. Grim, J. Lorenzer, M. Hanf, Andritz Separation GmbH, Vierkirchen

**Künstliche Neuronale Netze (KNN) zur Plausibilisierung verfahrenstechnischer Prozessdaten** . . . . . 245

T. Unglaube, Bayer AG, Haan;  
L. Däubler, A. Aljandali, Ostfalia Hochschule, Salzgitter

## ► **Methoden und Synergien – Verwaltungsschale und deren Anwendung**

---

**Konzept und Realisierung für die automatisierte Erstellung von Verwaltungsschalen in Unternehmen basierend auf bestehenden Daten aus verschiedenen Informationssystemen** . 263

I. Garmaev, T. Miny, T. Kleinert, Lehrstuhl für Informations- und Automatisierungssysteme für die Prozess- und Werkstofftechnik (IAT), RWTH Aachen University;  
A. Schüller, P. Bitterlich, Yncoris GmbH & Co. KG, Hürth

**Supporting Product Lifecycle Information Management and Distributed Engineering with an Integration Model** . . . . . 277

M. Freund, C. Barth, Festo SE & Co. KG, Esslingen;  
P. Juhlin, ABB Corporate Research Center Germany, Ladenburg;  
S. Lehnhoff, EngRoTec Consulting GmbH, Esslingen;  
M. Winter, G. Fachinger, RWTH Aachen University, Aachen

## ► **Methoden und Synergien – Modulare Anlagen und Orchestrierung**

---

**Vergleichende Untersuchung der Orchestrierung modularer Anlagen in der Prozessindustrie, der Fertigungsindustrie und der produktionsnahen Logistik. . . . . 289**

M. Blumenstein, A. Fay, L. Beers, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg;  
A. Stutz, M. Maurmaier, Siemens AG, Karlsruhe

**Orchestrierung hybrider Anlagen – auf dem Weg zur Integration von PackML Komponenten in Modulare Anlagen . . . . . 307**

S. Grüner, M. Hoernicke, ABB Corporate Research Center, Ladenburg

**Selbstorganisation von Softwarekomponenten für produktive Aufgaben . . . . . 319**

M. Riedl, ifak e.V., Magdeburg;  
H. Zipper

## ► **Methoden und Synergien – Security**

---

**Vertrauensbasierte Integration von Geräten mittels OPC UA Device Provisioning . . . . . 329**

F. Volkmann, N. Baur, S. Höme, Siemens AG, Nürnberg;  
A. Palmin, M. Madsen, Siemens AG, Karlsruhe

## ► **Methoden & Synergien – Modellierung und Simulation**

---

**FAIRness in der Automatisierungstechnik am Beispiel Modellierung und Simulation . . . . . 343**

M. Stüber, G. Frey, Universität des Saarlandes, Saarbrücken

**Strukturgraph der Produktion – Ein Konzept für Prozessdatenintegration und -analyse mit Anwendungsbeispielen . . . . . 355**

W. Li, M. Winter, C. Roos, T. Kleinert, RWTH Aachen University, Aachen

## ► Methoden & Synergien – Sustainability

---

**Konzeption eines vereinheitlichenden Energieinformationsmodells zur Integration unterschiedlicher Energieprofile. . . . .** 371

L.-T. Reiche, A. Fay, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr, Hamburg  
M. Runge, K.-H. Niemann, Hochschule Hannover, Hannover

**Nachhaltigkeit in der Wasserstoffwirtschaft – Eine Methode zur Bewertung von Wasserstoff-Wertschöpfungsketten. . . . .** 387

J.-P. Beck, A. Fay, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg

## ► KI & Autonome Systeme – Machine Learning in der Produktion

---

**Chancen und Herausforderungen für Künstliche Intelligenz in kleinen und mittelständischen Unternehmen . . . . .** 399

D. Vranješ, P. Topalis, O. Niggemann, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg

**Bring your Machine Learning Intelligence to the Edge – An Example on Edge Analytics for Cement Strength Prediction . . . . .** 413

M. Platenius-Mohr, J. Schlake, M. Vach, ABB AG Corporate Research Center, Ladenburg;  
R. Koorts, ABB Switzerland Ltd, Daettwil, Switzerland

**Approach to Data Pre-processing for Predictive Quality of Hydraulic Test Results in a Dynamic Manufacturing Environment . . . . .** 425

C. Neunzig, Bosch Rexroth AG, Ruhr-University Bochum;  
D. Möllensiep, S. Fahle, B. Kuhlenkötter, Ruhr-University Bochum;  
M. Möller, J. Schulz, Bosch Rexroth AG, Homburg

## ► KI & Autonome Systeme – Machine Learning im Engineering

---

**Methoden der künstlichen Intelligenz für die automatisierte Planung von modularen Produktionsprozessen . . . . .** 439

R. Heesch, N. Widulle, A. Köcher, A. Nordhausen, L. M. Vieira da Silva, J. Putzke, O. Niggemann, Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

**Auf dem Weg zur Digitalisierung von R&I – Evaluierung von Few Shot Learning Techniken zur einfachen Erkennung bisher unbekannter Elemente . . . . . 453**  
M. Gärtler, B. Schmidt, ABB AG, Ladenburg

**Digitale Zwillinge als Enabler für Agentensysteme zur Realisierung autonomer Wertschöpfungsnetzwerke mit erhöhter Produktivität . . . . . 465**  
E. Bayrhammer, Fraunhofer IFF, Magdeburg;  
B. Vogel-Heuser, F. Ocker, Technische Universität AIS, München;  
H. Avgoustinos, R. Thrift, EXPO21XX GmbH, Hannover

► **KI & Autonome Systeme – Hitze erkennen und behandeln**

---

**Hot Spot Detection in Electrical Equipment using the Inverse Pixel Count Algorithm . . . . . 479**  
R. Gitzel, ABB, Ladenburg;  
T. Kozel, ABB, Brno, Tschechien

**Automatisierung des manuellen Löschvorgangs bei Holzbränden . . . . . 491**  
F. Stoller, A. Fay, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg;  
F. Kümmerlen, Wehrwissenschaftliches Institut für Schutztechnologien – ABC-Schutz (WIS), Munster

► **KI & Autonome Systeme – Automatische Extraktion**

---

**Verwendung Neuronaler Netze zur automatisierten Analyse und Modellierung elasto-plastischer Materialeigenschaften von metallischen Zugproben. . . . . 505**  
H. S. Steude, D. Vranješ, J. L. Augustin, O. Niggemann, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg;  
M. Lange-Hegermann, Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe;  
D. Höche, Helmholtz-Zentrum Geesthacht Hereon, Geesthacht

**Automatisierte Modell- und Testgenerierung aus textuellen Anforderungen. . . . . 521**  
R. Gröpler, V. Sudhi, L. Kutty, ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V. Magdeburg

## ► KI & Autonome Systeme – Datengenerierung

---

**Eine Simulationsumgebung für flexible Cyber-Physische Produktionssysteme zur Generierung realistischer Datensätze für maschinelle Lernverfahren . . . . .** 533

N. Widulle, J. Ehrhardt, M. Krantz, A. Liebert, A. Nordhausen, O. Niggemann,  
Institut für Automatisierungstechnik, Helmut-Schmidt Universität, Hamburg

**Anwendungsoptimierte Modelladaption des Digitalen Zwillings eines modularen Produktionssystems während der Betriebsphase. . . . .** 545

D. Dittler, T. Müller, V. Stegmaier, N. Jazdi, M. Weyrich, Universität Stuttgart, Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme, Stuttgart

## ► KI & Autonome Systeme – Sicherheit von KI und autonomen Systemen

---

**Validierung von sicherheitsrelevanten KI-Systemen in der Pharmabranche. . . . .** 561

A. Charizanis, Universität Stuttgart und Exyte GmbH, Stuttgart;  
M. Müller, M. Weyrich, Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme,  
Universität Stuttgart;  
H. Mettler, Exyte GmbH, Stuttgart

**Strategisches Drohnenverkehrsmanagement: Konzept für eine automatisierte Fluggenehmigung und -freigabe von Drohnenflügen. . . . .** 581

T. Grebner, A. Fay, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg

**Erweiterte Risikobeurteilung für Maschinen und Betriebsmittel mit künstlicher Intelligenz . . . . .** 595

W. Varro, TÜV SÜD Product Service GmbH, München

## ► KI & Autonome Systeme – Batch Phasen Erkennung

---

**Hidden Markov Models und Active Learning zur automatisierten Kennzeichnung von Batchphasen in der Prozessindustrie. . . . .** 615

G. Just, V. Khaydarov, L. Urbas, Professur für Prozessleittechnik/AG Systemverfahrenstechnik,  
Technische Universität Dresden;  
B. Klöpffer, ABB;  
F. D. Bähner, Bayer AG

**Phasenidentifikation von Batch-Prozessen durch aktives Lernen . . . . .** 625

C. Song, M. Gärtler, B. Klöpffer, ABB Corporate Research Center, Ladenburg

## ► Industrielle Kommunikation – Drahtlose Kommunikation

---

**Performance Evaluation of a Campus Network emphasizing the ICT-OT-relation . . . . . 637**

L. Underberg, G. Cainelli, Institut für Automation und Kommunikation e.V. Magdeburg;  
T. Neugebauer, Götting KG, Lehrte/Röddensen

## ► Industrielle Kommunikation – OPC UA in der Anwendung

---

**Konfigurierbare Controller-Controller-Kommunikation für modulare Produktionssysteme. . . 651**

A. Stutz, T. Kempin, M. Maurmaier, Siemens AG, Karlsruhe;  
M. Blumenstein, A. Fay, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg

**Gestaltung einer Forschungsinfrastruktur für die Anwendung digitaler Werkzeuge in  
Cyber-Physischen Produktionssystemen . . . . . 667**

I. Gräßler, M. Hieb, D. Roesmann, Heinz-Nixdorf-Institut, Lehrstuhl für Produktentstehung,  
Universität Paderborn

**Sichere interoperable Maschine-zu-Maschine- Kommunikation basierend auf  
OPC UA Field Exchange . . . . . 679**

S. Höme, T. Fischer, G. Biehler, S. Kerschbaum, Siemens AG, Nürnberg

## ► Digitale Geschäftsmodelle – Umsetzungsansätze für digitale Geschäftsmodelle

---

**Stärkung der Cyber-Resilienz in KMU. . . . . 691**

C. Siegart, F. Scherhag, ZeMA gGmbH, Saarbrücken;  
K. Pervözl, Fraunhofer IAIS, Sankt Augustin,  
G. Frey, Universität des Saarlandes, Saarbrücken

## ► Gebäudeautomation

---

**Prognostizierte Energieverbräuche durch Deep Learning als Basis zur Integration in ein Smart Grid am Beispiel des Flughafens Köln Bonn . . . . . 703**

M. Stange, M. Both, J. Müller, Institut für Technische Gebäudeausrüstung,  
Technische Hochschule Köln

**Verbesserte Workflow-Prozesse in der Gebäudetechnik und Gebäudeautomation im Kontext der Transformationspfade Energiewende und Digitalisierung . . . . . 715**

P. Knoll, M. Becker, Hochschule Biberach (HBC), Biberach

**Prototypische Implementierung von Capability- und Feasibility-Checks in I4.0-Verwaltungsschalen der technischen Gebäudeausrüstung . . . . . 729**

N. Maisch, R. Ulmer, J. Müller, Institut für Technische Gebäudeausrüstung, Technische Hochschule Köln;

S. Schmitt, D. Uecker, F. Schnicke, M. Conradi, Fraunhofer IESE, Kaiserslautern

**VDI NACHRICHTEN RECRUITING TAG –  
DEUTSCHLANDS FÜHRENDE  
KARRIEREMESSE FÜR INGENIEURE.**

**Ideal für Ihre erfolgreiche Jobsuche:**

- Renommierete Unternehmen
- Direkter Kontakt mit Entscheidern
- Karriereberatung und -vorträge
- Job Board

Wir machen Ingenieurkarrieren.  
Vor Ort. Und Online.

**VDI nachrichten Recruiting Tag und VDI nachrichten Recruiting Tag Online. Deutschlands führende  
Karrieremessen für Ingenieure und IT-Ingenieure.**

Für alle Studierenden der Ingenieurwissenschaften, Absolventen und Young Professionals ein absolutes Muss. Knüpfen Sie Kontakte zu renommierten Unternehmen und sprechen Sie direkt mit Entscheidern aus den Fachabteilungen. Viele Serviceangebote wie Karriereberatung und -vorträge unterstützen Sie bei Ihrem erfolgreichen Einstieg ins Berufsleben.



**Jetzt informieren und kostenfrei teilnehmen: [www.ingenieur.de/recruitingtag](http://www.ingenieur.de/recruitingtag)**

**Mehr Informationen?**

Silvia Becker, Telefon: +49 211 6188-170  
Franziska Opitz, Telefon: +49 211 6188-377  
[recruiting@vdi-nachrichten.com](mailto:recruiting@vdi-nachrichten.com)

**VDI nachrichten**  
recruiting tag

