

tec news

HARTING Technologiemaßazin



AUTOMA- TISIERUNG BRAUCHT INTELLI- GENZ

Um die All Electric Society vorantreiben zu können, brauchen „Automatisierung“ und „Autonomie“ kognitive Intelligenz

EIN BLICK IN
DIE ZUKUNFT
INDUSTRIELLER
INTELLIGENZ

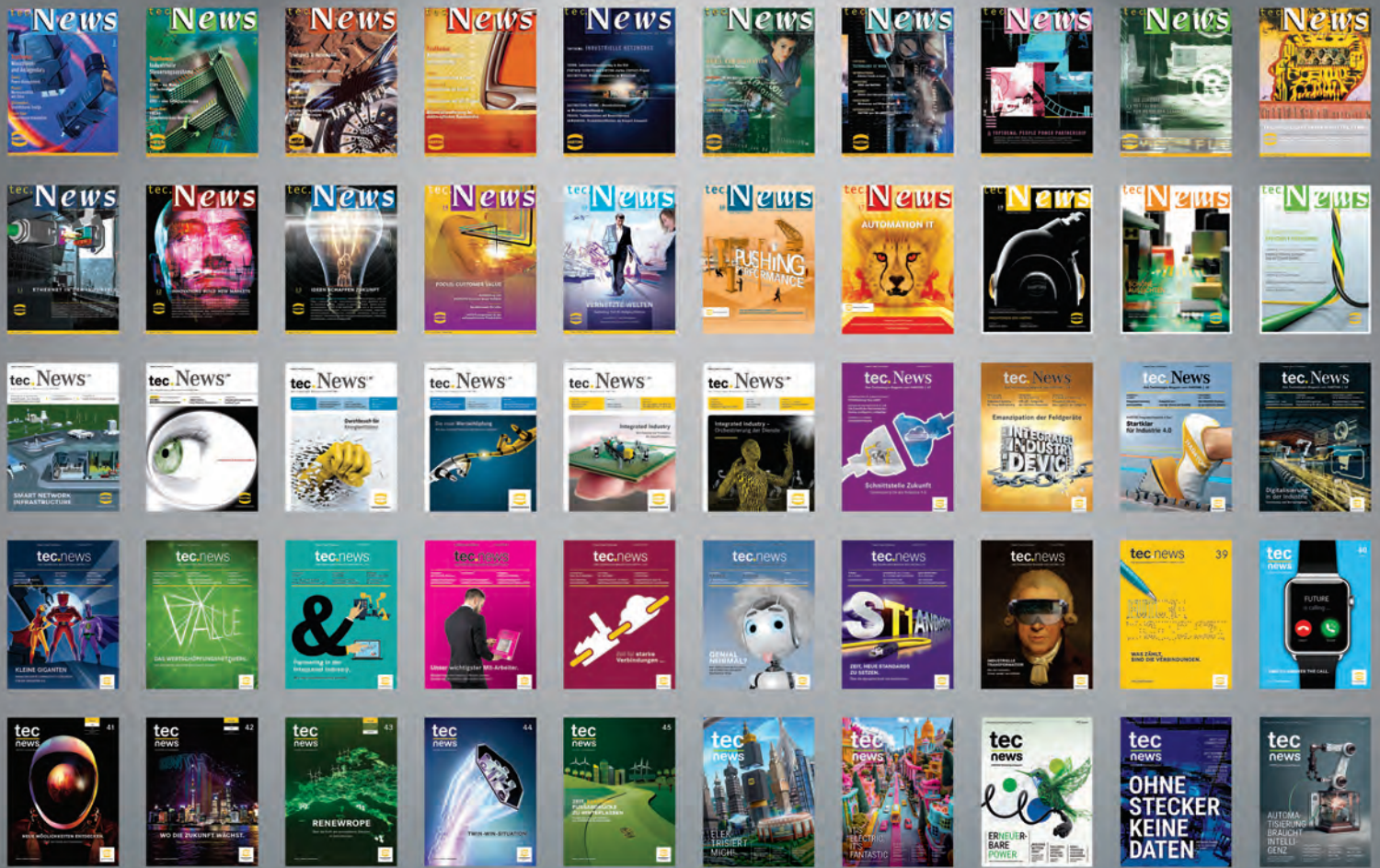
Prof. Dr. M. Ruskowski,
SmartFactory-KL

AUTOMA-
TISIERUNG
IM AGRAR-
SEKTOR

C. M. von der Ohe,
Festo

VOM REGEL-
WERK ZUR
AUTONOMIE

C. Liepert,
Siemens



50 MAL

VERBINDUNGEN
RELEVANZ
TECHNOLOGIETRENDS
MEINUNGEN
PERSPEKTIVEN



 editorial

KONTINUITÄT IM WANDEL: 50 AUSGABEN ZUKUNFT

Liebe Leserinnen und Leser,

50 Ausgaben tec.news – ein Jubiläum, das weit mehr ist als ein Anlass zum Feiern. Es steht für Kontinuität in einer Zeit, in der sich industrielle Wertschöpfung grundlegend verändert. Seit der ersten Ausgabe hat sich unsere Welt mehrfach neu erfunden: Industrie 4.0, digitale Plattformen, elektrische Transformation. Doch eines ist konstant geblieben: unser Anspruch, Zukunft nicht nur zu beschreiben, sondern aktiv mitzugestalten.

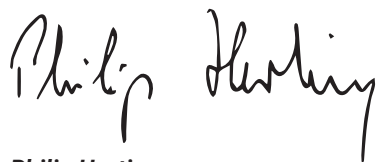
Dieses Jubiläum ist deshalb kein Blick zurück, sondern ein 50-facher Blick nach vorn. Denn der Weg zur All Electric Society ist kein Projekt für nur eine Ausgabe, sondern ein langfristiger Transformationspfad. Er verlangt technologische Tiefe, Beharrlichkeit und die Fähigkeit, Wandel als Teil der eigenen Identität zu begreifen.

Im Zentrum stehen drei Entwicklungen, die unsere Branche prägen wie kaum andere: **Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung**. Sie bilden den Dreiklang, der über die Zukunft industrieller Wertschöpfung entscheidet. In dieser Ausgabe richten wir den Fokus bewusst auf die Automatisierung – ein Thema, das uns seit der ersten tec.news begleitet, sich aber ständig neu erfindet. Heute steht es für weit mehr als deterministische Abläufe: Es geht um autonome Systeme, intelligente Prozesse und neue Formen industrieller Selbststeuerung.

Wie sich Automatisierung verändert, welche Rolle sie für die All Electric Society spielt und welche Chancen sie eröffnet – all das lesen Sie in dieser Ausgabe.

Auf die nächsten 50 Blicke nach vorn.

**Viel Spaß beim Lesen dieser fünfzigsten Ausgabe
wünscht Ihnen**



Philip Harting
Vorsitzender des Vorstands,
HARTING Technologiegruppe

tec|news

Das Technologiema­gazin von



Pushing Performance
Since 1945



6



10

Automatisierung schafft Zukunft, weil sie sich neu erfindet

Automatisierung ist zeitlos – aber ihre Ausgestaltung muss neu gedacht werden

Ein Blick in die Zukunft industrieller Intelligenz

Das Architekturmodell der SmartFactory-KL

Ausgabe 50 | Titelthema:

AUTOMATISIERUNG BRAUCHT INTELLIGENZ

 *future technologies*

Autonomie wird zum Erfolgsprinzip 16

Prof. Kasper Hallenborg von der University of Southern Denmark im Interview

Industrielle Digitalisierung 24

Von statischer Automatisierung zu lernfähigen Services

Automatisierung im Agrar-Sektor 30

Festo treibt die Digitalisierung autonomer Prozesse im Ackerbau voran

Wie der Acker zur Hightech-Umgebung wird 32

Digital workbench treibt KI-gestützte, nachhaltige Feldarbeit voran

Autonomie auf dem Acker 34

Daten, Sensorik und Präzision: Amazones neue Düngereinstreuer-Generation

Zeitreihen 38

Robert Weber über das Fundament für KI in der Produktion





Autonomie wird zum Erfolgsprinzip

Prof. Kasper Hallenborg von der University of Southern Denmark im Interview

Drohnen: die neue Dimension in der Automatisierung

Unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) gewinnen in der digitalen Welt zunehmend an Bedeutung

future trends

SmartFactory-KL: ein Blick in die Zukunft industrieller Intelligenz

Autonome Fabriken: 10
Zeit, neu zu denken

Prof. Dr. Martin Ruskowski,
Vorstandsvorsitzender

Die Architektur, die Automatisierung neu definiert 13

Simon Jungbluth,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Querschnittstechnologie für die All Electric Society 14

Pascal Rübel, Projektleiter

Die Macht agentenbasierter Systeme 15

Dr. Henning Gössling, Senior Researcher

Autonome Fertigung 20

HARTING auf dem Weg zur vernetzten, flexiblen Fabrik

Vom Regelwerk zur Autonomie 22

Im Siemens Xcelerator werden End-to-End-Prozesse Realität

Wie IT bis in die Sensorik vordringt 26

Perinet mit einem neuartigen Ansatz, der klassische Grenzen auflöst

Eine lohnende Verbindung: die tec.news-Welt im Web

Tiefer in Themen einsteigen, mit Artikeln, Multimedia-Inhalten und vielen Inspirationen: Besuchen Sie uns auch online!



**HARTING.com/
tecnews**

strategy

Automatisierung schafft Zukunft, weil sie sich neu erfindet 6

Automatisierung ist zeitlos – aber ihre Ausgestaltung muss neu gedacht werden

* customer benefits

Drohnen: die neue Dimension in der Automatisierung 28

Unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) gewinnen in der digitalen Welt zunehmend an Bedeutung

collaboration & co-creation

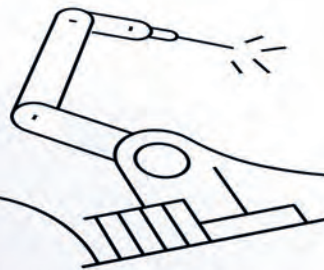
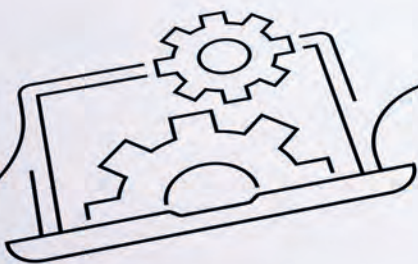
Vom Produkt zur Prozessintelligenz 18

Wie HARTING Applied Technologies den Wandel gestaltet

Modulare Steckverbinder für flexible Automatisierung 36

Han-Eco® und Han-Modular® ermöglichen kompakte Schnittstellen im neuen Yamaha Motor Cobot

AUTOMATISIERUNG SCHAFFT ZUKUNFT, WEIL SIE SICH NEU ERFINDET



Automatisierung gehört seit Jahrzehnten zu den Grundpfeilern industrieller Produktion. Die Erfolgsfaktoren der klassischen Automatisierung sind regelbasierte Abläufe, starre Strukturen, Feldbusse, SPS-Logik und exakt vorprogrammierte Reaktionen. Dies ermöglicht die deterministische Optimierung der Prozesse.

Wenn es um die Zukunft geht, greift diese Vorstellung zu kurz. Denn Automatisierung bleibt nicht stehen – sie verändert sich fundamental.



Andreas Huhmann
Strategy Consultant
Connectivity & Networks,
HARTING Technologiegruppe

Dr. Stephan Middeldkamp
General Manager
Quality & Technologies,
HARTING Technologiegruppe



Der Kern der Debatte ist nicht, ob Automatisierung noch zeitgemäß ist. Vielmehr zeigt sich: Automatisierung ist zeitlos – aber ihre Ausgestaltung muss neu gedacht werden. Moderne Produktionssysteme stehen vor Anforderungen, die sich nicht mehr allein durch feste Abläufe meistern lassen. Autonome Funktionen, situatives Lernen und adaptive Entscheidungen prägen das, was künftig benötigt wird. **Autonomie wird damit zum entscheidenden Erweiterungsbaustein der Automatisierung.**

Automatisierung trifft Autonomie

Die Integration von autonomen Prinzipien in klassische industrielle Abläufe erfordert einen Wandel auf mehreren Ebenen. Regelbasierte Prinzipien – eine Grundvoraussetzung industrieller Steuerung – müssen mit Technologien kombiniert werden, die situativ Entscheidungen treffen können. Die Digitalisierung dringt mit Macht in die Automatisierung hinein: KI-Verfahren, Datenräume, semantische Modelle und digitale Zwillinge bilden die Basis für Systeme, die nicht mehr nur reagieren, sondern agieren.

Impulsgeber aus der Forschung – etwa das vom DFKI entwickelte Architekturmodell für zukünftige Automatisierungssysteme – zeigen, wie autonome Softwareagenten und digitale Abbilder zusammenspielen können. **Das macht deutlich, dass Automatisierung künftig weniger als starres Konstrukt, sondern als lebendiges Zusammenspiel aus Daten, Entscheidungssystemen und flexiblen Modulen verstanden werden muss.**

**AUTONOMIE IST DABEI KEIN ERSATZ
KLASSISCHER AUTOMATISIERUNG, SONDERN
IHRE LOGISCHE WEITERENTWICKLUNG.**

Die All Electric Society als systemischer Rahmen

Die All Electric Society bildet dabei das System, das im Rahmen der Nachhaltigkeit ganzheitlich betrachtet wird. Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung konvergieren zu einem integrierten Gesamtsystem. Energie, Mobilität, industrielle Wertschöpfung – überall entstehen Bedarfe für autonome, datengesteuerte Systeme. Automatisierung wird damit sektorübergreifend, vernetzt und softwaregetrieben.





Connecting you to the All Electric Society
HARTING verbindet Daten und Strom –
effizient, nachhaltig, zukunftssicher

Ein zentrales Element wird der Digitale Zwilling. Er ermöglicht, Assets über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg digital abzubilden – und damit automatisierbar und autonom führbar zu machen. Das betrifft künftig auch Komponenten, die bislang einer rein passiven Rolle zugeordnet wurden. Steckverbinder etwa können durch Konzepte wie die Connectivity Instant Shell von HARTING Zustände und Belastungen digital erfassen und in Automatisierungsszenarien einbinden. Dadurch entsteht eine völlig neue Dimension dessen, was als „automatisierbar“ gilt.

Warum der Schachautomat aus dem 18. Jahrhundert relevant ist

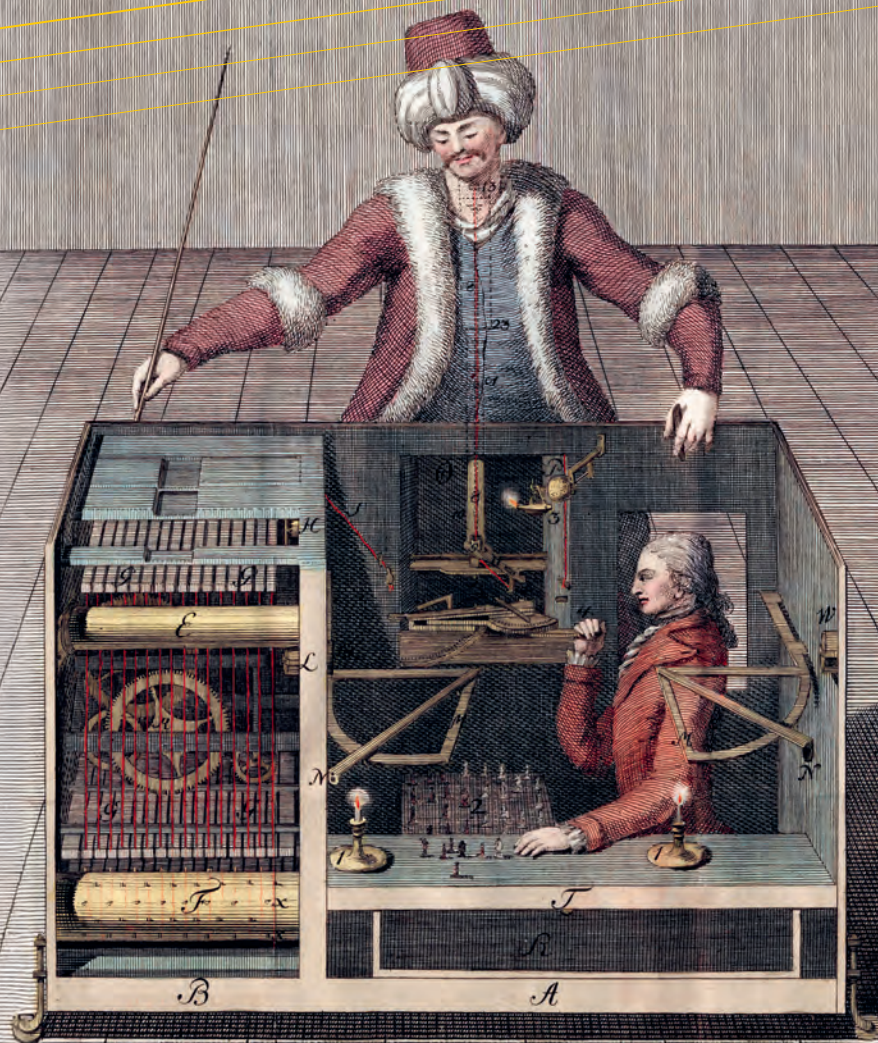
Die Diskussion über Autonomie in der industriellen Automatisierung führt erstaunlich präzise zu einem historischen Beispiel: dem Schachautomaten aus dem Jahr 1769.

Automatisierung war schon immer der Versuch, etwas zu bauen, das selbstständig agiert. Genau diesem Menschheitstraum folgte auch der ursprüngliche Entwickler des Schachautomaten. Sein Ziel: ein System, das auf nichtvorhersehbare Züge situativ reagieren kann.

Was damals mechanisch nicht gelang, wird heute durch KI und Digitalisierung in vernetzten Architekturmodellen möglich. Und genau darin liegt die Parallele: **Autonomie entsteht dadurch, dass wir Intelligenz in Architekturen einbringen – früher in Form menschlicher Präsenz, heute in Form künstlicher Intelligenz.**

Kupferstich von Racknitz (1789)
Quelle: Wikipedia

zum
Wikipedia-
Eintrag



Damit wird ein jahrhundertealter Gedanke greifbar: Automatisierung wird nicht mehr nur Regelbefolgung, sondern Kontextverstehen, Lernen und Entscheiden. Autonomie ist damit keine Abkehr von der Automatisierung, sondern deren konsequenter nächster Schritt.

Automatisierung wird so zur Basistechnologie einer elektrifizierten, digitalisierten und nachhaltigen Zukunft. Sie bleibt unverzichtbar – aber sie fordert ein Weiterdenken. Nicht die Vergangenheit der Automatisierung entscheidet über ihre Bedeutung, sondern ihre Fähigkeit, sich kontinuierlich zu erneuern. Genau diese Transformation beschreibt diese Ausgabe der tec.news: Wie Automatisierung aus der starren Logik der Vergangenheit heraustritt und zum dynamischen, intelligenten und autonomen Fundament der All Electric Society wird.

Connectivity Instance Shell (CIS)

Die Connectivity Instance Shell (CIS) macht aus klassischen Steckverbindern digitale, zustandsbasierte Assets. Sie ergänzt die statische TypAAS um reale Nutzungs- und Belastungsdaten, etwa über integrierte Sensorik. So werden Steckverbinder in Digital-Twin-Konzepte integrierbar und unterstützen autonome, transparente und robustere Automatisierungsarchitekturen.

DER SCHACHAUTOMAT VON 1769: **VISIONÄRER** ALS LANGE GEDACHT

Der Schachautomat von 1769 gilt heute vielfach als technischer Trick oder gar als Täuschung. Doch dieser Blick verzerrt, worum es damals wirklich ging: Es war einer der frühesten ernsthaften Versuche, einen autonom agierenden Automaten zu entwickeln.

Der Konstrukteur wollte ein System schaffen, das

- eigenständig agiert,
- auf situative Züge reagiert und
- flexible, intelligente Entscheidungen trifft.

Damit griff der Schachautomat einen Gedanken auf, der uns heute wieder begegnet: Automatisierung braucht Intelligenz, wenn sie über starre Abläufe hinausgehen soll. Was mechanisch nicht umsetzbar war, wurde damals durch menschliche Intelligenz im Inneren kompensiert – ein Prinzip, das sich erstaunlich genau in heutige KI-Architekturen übersetzen lässt.

**HEUTE MÜSSEN WIR KEINEN MENSCHEN MEHR IN EINEN AUTOMATEN
SETZEN. ELEKTRIFIZIERUNG, DIGITALISIERUNG UND KI ERMÖGLICHEN ES,
AUTONOME FUNKTIONEN KÜNSTLICH UMZUSETZEN. DAMIT WIRD SICHT-
BAR, WIE VISIONÄR DER ANSATZ VON 1769 TATSÄCHLICH WAR.**

EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT INDUSTRIELLER INTELLIGENZ



**Prof. Dr.
Martin Ruskowski**

Vorstandsvorsitzender,
SmartFactory-KL

Wir stehen an einem Wendepunkt der industriellen Evolution. Während Produktionssysteme flexibler und zugleich komplexer werden, operieren viele Unternehmen weiterhin in Strukturen, die aus einer vergangenen industriellen Epoche stammen. Maschinen sind hochgradig zuverlässig, doch die eigentliche Intelligenz einer Fabrik – die Art und Weise, wie Informationen entstehen, fließen und zu Entscheidungen führen – ist häufig fragmentiert. **Es ist an der Zeit, neu zu denken: Wie sieht eine Fabrik aus, die wirklich selbstständig handeln kann? Nicht nur automatisiert, sondern autonom?**

Vom Automatisieren zum Auto- nomisieren – ein fundamentaler Perspektivwechsel

Automatisierung ist seit Jahrzehnten das Rückgrat industrieller Wertschöpfung.

Doch was verbirgt sich eigentlich hinter dem Begriff? Ich definiere es so:

Automatisierung bedeutet, menschliche Handlungsweisen durch technische Abläufe zu ersetzen – Abläufe, die verlässlich, reproduzierbar und in der Regel deterministisch sind.

Ein Automat ist dabei eine abgeschlossene Einheit, deren Verhalten vollständig beschrieben, vorhersehbar und von klar definierten Bedingungen abhängig ist. Diese Form der Automatisierung war und ist essenziell für Effizienz, Qualität und Sicherheit. Doch der industrielle Kontext verändert sich schneller, als Automatisierung reagieren kann. Variantenvielfalt, volatile Märkte, dynamische Lieferketten und der demografische Wandel fordern Systeme, die nicht nur ausführen, sondern entscheiden, adaptieren, interpretieren.

Autonomie erweitert daher den Horizont

Ein autonomes System kann unter unsicheren und variablen Randbedingungen wirken, Entscheidungen über längere Zeiträume treffen und sich selbst stabilisieren – ohne ständige menschliche Eingriffe.

smartFactory^{KL}

Die Technologie-Initiative SmartFactory KL e.V. mit Sitz in Kaiserslautern ist eine führende deutsche Forschungs- und Demonstrationsplattform für zukunftsorientierte Produktionssysteme. Seit über 20 Jahren entwickelt das Netzwerk aus Wissenschaft und Industrie praxisnahe Lösungen für die Fabrik der Zukunft, mit Fokus auf modulare Produktionsarchitekturen, digitale Zwillinge, Interoperabilität und autonome Prozesse. Sie dient als Testfeld für neue Technologien und Standards und zeigt, wie moderne Automatisierung auch im Brownfield umgesetzt werden kann.

Es entsteht derzeit eine neue wissenschaftliche Disziplin, die wir in Kaiserslautern im Zusammenschluss der hiesigen Forschungseinrichtungen aufbauen: Autonomik. Sie verbindet Automatisierungstechnik, KI, Informatik, Sozial- und Rechtswissenschaften und widmet sich der Frage: **Wie schaffen wir Maschinen, Systeme und Fabriken, die wirklich eigenständig handeln können – sicher, robust und verantwortungsvoll?**

Der demografische Druck als Beschleuniger technologischer Reife

Der Wandel ist nicht optional – er ist notwendig.

In den kommenden Jahren wird eine ganze Generation erfahrener Fachkräfte die Industrie verlassen. Gleichzeitig steigen die Anforderungen: nachhaltige Produktionsmodelle, Kreislaufwirtschaft, variable Produktportfolios und hochindividualisierte Lieferketten.

Unsere zukünftigen Produktionssysteme müssen mehr können, weil wir weniger Menschen haben werden, die sie tragen.

Autonome Systeme sind damit kein technologisches „Add-on“, sondern ein gesellschaftlicher Imperativ.

Unser Architekturmodell für die autonome Fabrik – offene Struktur für eine neue industrielle Ordnung

Um den Übergang von heutigen Produktionslandschaften zu autonomen Fabriken zu ermöglichen, **hat die SmartFactory-KL ein Architekturmodell geschaffen, das bewusst modular, offen und Brownfield-fähig ist.** Es besteht aus drei fundamentalen Bausteinen:

1. Digitaler Backbone: das Gedächtnis und Nervensystem der Fabrik

Digitale Zwillinge repräsentieren alle relevanten Assets – Maschinen, Komponenten, Softwaremodule, Produkte oder Arbeitsplätze. Der Backbone schafft:

- eine einheitliche Beschreibung aller Produktionsobjekte
- das Ende klassischer Datensilos
- ein semantisches Informationssystem, das für jede Entscheidungssituation das richtige Wissen bereitstellt

Er bildet die Grundlage für Interoperabilität und maschinelles Verständnis.

2. Automatisierung: Maschinenfunktionen als modularisierte Intelligenz

Die klassische Automatisierung denkt in Signalen, Kabeln, Schaltplänen. Die Fabrik der Zukunft denkt in Funktionen.

Durch softwarebasierte Kapselung werden Maschinenverhalten, Ressourcen und Arbeitsplätze so abstrahiert, dass sie unabhängig von Hersteller oder Technik flexibel einsetzbar werden. Das erlaubt es selbst jahrzehntealten Anlagen, als vollwertige Bausteine eines autonomen Systems mitzuwirken.

3. Agentensysteme: der motorische Kortex der autonomen Produktion

Softwareagenten übernehmen aktive Steuerungsrollen:

- Produkte wissen, was als Nächstes mit ihnen geschehen soll
- Maschinen wissen, was sie können und wann sie verfügbar sind
- Logistiksysteme planen dynamisch optimale Wege

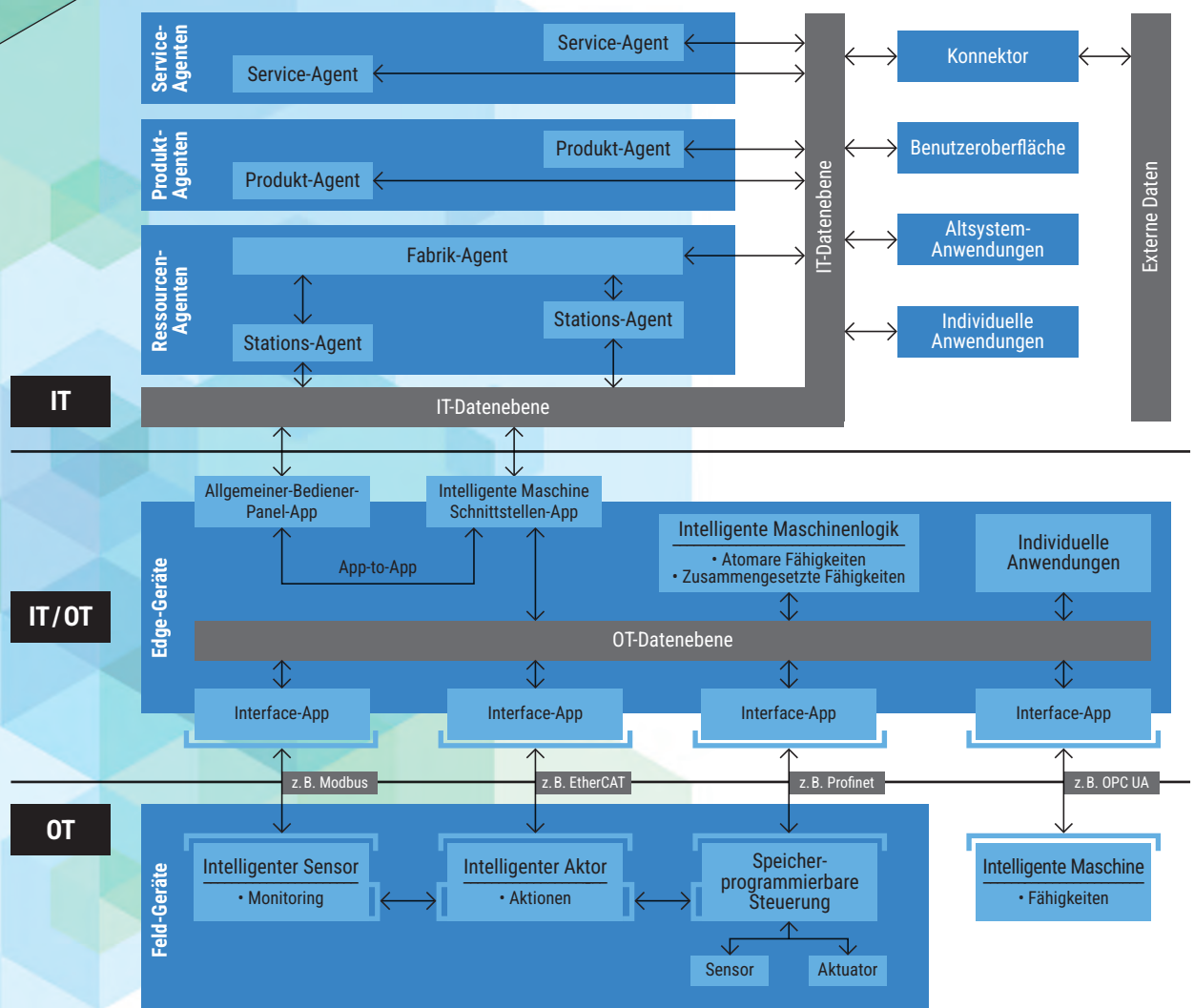
Damit entsteht eine Produktionslogik, die nicht mehr zentral „befehligt“, sondern dezentral verhandelt wird. Systeme organisieren sich selbst – und das ist der Kern echter Autonomie.

Konnektivität – das unsichtbare Gewebe autonomer Systeme

Autonomie braucht Information – umfassend, präzise, frühzeitig. Digitale Zwillinge ermöglichen Transparenz bis in die Tiefen einzelner Komponenten. Selbst einfache Industriesteckverbinder liefern in Zukunft Daten zu Steckzyklen, Belastungen oder Kontaktgüte.

Viele kleine Informationsquellen erzeugen gemeinsam ein hochintelligentes Gesamtbild – ein Prinzip, das der Natur entlehnt ist: Schwarmintelligenz.

SmartFactory-KL Architektur



DIE ARCHITEKTUR, DIE AUTOMATISIERUNG NEU DEFINIERT

Im Angesicht einer sich verändernden industriellen Landschaft stehen Unternehmen vor verschiedenen Herausforderungen. Wollen sie schnell auf Marktveränderungen reagieren und dabei effizient sowie flexibel zugleich vorgehen, erfordert das eine Automatisierung, die zunehmend autonom funktioniert. So wird die Zukunft der Automatisierung maßgeblich von Systemen geprägt sein, die komplexe Produktionsprozesse selbstständig anpassen und optimieren können.

Simon Jungbluth

Wissenschaftlicher Mitarbeiter (Automatisierung), SmartFactory-KL



Hier geht's zur vollständigen Fassung dieses Artikels

Referenzarchitekturen für moderne Automatisierung

Einen wichtigen Faktor für diese Weiterentwicklung der Automatisierung stellen Referenzarchitekturen wie die der SmartFactory-KL dar. **Diese Architektur bietet eine Infrastruktur, die sowohl traditionelle Automatisierungslösungen als auch moderne Software- und Hardwarekomponenten miteinander verbindet.** Der Kern dieses Aufbaus ist das Zusammenspiel zwischen OT-, IT/OT-Kopplungs- und IT-Ebene. Klar definierte Komponenten, Schnittstellen und Prozesse gewährleisten die Konsistenz und Interoperabilität. So können Technologien nahtlos integriert werden, die eine zunehmend autonom agierende Produktionsumgebung ermöglichen.

Die Architektur dient als ein flexibles Rahmenwerk, das die Integration von selbstlernenden Systemen und intelligenten Algorithmen erleichtert.

Solche Systeme können Daten in Echtzeit erfassen, analysieren und daraus eigenständig lernen. Diese Fähigkeit ist die Grundlage für autonome Entscheidungsprozesse. Und das ermöglicht letztlich die automatische Anpassung an sich verändernde Produktionsanforderungen und unvorhergesehene Ereignisse.

Durch die eindeutige Definition von Schnittstellen und Prozessen in der Referenzarchitektur können unterschiedliche Systeme

nahtlos miteinander interagieren. Das wiederum ist die technische Grundlage für eine autonome Fabrik, in der Maschinen und Systeme eigenständig handeln und kooperieren können. **Diese Vernetzung und Modularität ermöglichen eine dynamische Anpassung und Skalierung, ohne hohe Kosten für Umstrukturierungen zu verursachen.**

Die Integration intelligenter Assistenten

Ein zentraler Bestandteil der Architektur sind intelligente Agenten. Sie automatisieren nicht nur Routineaufgaben, sondern erkennen komplexe Muster und geben Handlungsempfehlungen. In der Montage bieten sie optische Unterstützung, z. B. durch die Projektion von Anleitungen. Sensoren und Kameras minimieren Fehler und verbessern die Qualitätssicherung.

Diese Agenten unterstützen auch Wartungsarbeiten durch prädiktive Analysen, die den Werkzeugzustand überwachen. Wird ein Verschleiß frühzeitig erkannt, generieren sie Wartungsvorschläge, was Ausfallzeiten minimiert und die Werkzeuglebensdauer verlängert.

Mensch, Maschine, Synergie

Die SFKL-Architektur zeigt, dass Menschen trotz der Automatisierung notwendig bleiben, besonders in Planung und Überwachung. **Das Ziel ist eine Synergie zwischen Mensch und Maschine.**

AUTOMATISIERUNG ALS QUERSCHNITTSTECHNOLOGIE FÜR DIE ALL ELECTRIC SOCIETY

Automatisierung bedeutet, dass technische Systeme Aufgaben selbstständig und präzise ausführen. Diese Grundfunktion bleibt auch in der All Electric Society (AES) bestehen – einer Welt, in der Energie- und Daten-systeme vollständig elektrifiziert, vernetzt und dynamisch gesteuert werden.



Pascal Rübel
Projektleiter Factory-X,
SmartFactory-KL

Ausblick

Die Vision einer universellen, skillbasierten, KI-gestützten Automatisierung wird sich realistisch erst in 10–15 Jahren vollständig durchsetzen. Doch jeder Schritt hin zu standardisierten Schnittstellen, digitaler Modellierung und intelligenter Connectivity bringt diese Zukunft näher.

Automatisierung in der AES

Nur automatisierte Prozesse ermöglichen es, Energie intelligent zu steuern – etwa wenn Maschinen ihren Betrieb flexibel an Energieverfügbarkeit anpassen oder private Haushalte den idealen Zeitpunkt zum Laden, Heizen oder Waschen automatisch ermitteln. Datenprognosen und automatisierte Auswertungen bilden dafür die Grundlage.

Digitale Zwillinge und Skills als Treiber der Flexibilität

In modernen Produktionssystemen sorgt der digitale Zwilling für flexible Abläufe: Erkennt er Verzögerungen in einem Bearbeitungsschritt, können andere Maschinen automatisiert übernehmen. Möglich wird das durch einheitliche Skills, die die Fertigkeit einer Maschine klar beschreiben und so eine schnelle, flexible Neuverteilung von Aufgaben erlauben. **So bleibt der Prozess stabil – ohne manuelle Eingriffe.**

Neue Anforderungen an Automatisierung

Produktionsprozesse werden variabler, Losgrößen kleiner, Anpassungen häufiger. Gleichzeitig verändern sich die Technologien: Während SPS weiter für Sicherheits- und Echtzeitfunktionen relevant bleibt, übernehmen Hochsprachen zunehmend flexible Aufgaben.

Standardisierte Schnittstellen und Skills – also digital beschriebene Fähigkeiten von Maschinen – erlauben es, Automatisierung modular und sektorübergreifend einzusetzen.

KI braucht höchste Zuverlässigkeit

Viele Technologien sind vorhanden, doch besonders KI-basierte Entscheidungen müssen extrem zuverlässig, erklärbar und zertifizierbar sein. Fehlerquoten, die im Konsumerbereich akzeptabel wären, sind in Industrieumgebungen nicht tragbar.

Hier geht's zur
vollständigen Fassung
dieses Artikels



BAUSTEINE DER ZUKUNFT: DIE MACHT AGENTEN- BASIERTER SYSTEME

Stellen Sie sich eine Architektur vor, die ständig im Wandel ist – mit Strukturen, die sich flexibel anpassen, sobald es die Anforderungen verlangen. Diese adaptive Bauweise könnte zum Sinnbild für die Automatisierung der Zukunft werden. Agentenbasierte Systeme sind hierbei entscheidend, da sie als dynamische, KI-gesteuerte Module einzelne Produktionsaufträge und Ressourcen koordinieren.

Die SmartFactory-KL implementiert solche agentenbasierten Systeme aktiv in der eigenen Modellfabrik.

Transparenz und Effizienz in der Matrixproduktion

Ein Beispiel für die Anwendung agentenbasierter Systeme ist die Matrixproduktion. Im Gegensatz zu traditionellen Produktionslinien bietet die Matrixproduktion eine flexible Anordnung von Produktionsressourcen mit dynamischen Materialflüssen.

Produktagenten können in einer solchen Produktionsumgebung auf Basis ihres Arbeitsplans die Entscheidung nach dem optimalen Weg für ein einzelnes Produkt ad hoc übernehmen. Dadurch kann auf umfangreiche Materialflusssteuerungen verzichtet werden, in denen alle möglichen Wege aller Produkttypen durch eine Matrixproduktion abgebildet werden müssen.

Industrielle Agentensysteme beruhen auf der Fähigkeit, Umgebungsinformationen über Sensoren zu sammeln, untereinander kontinuierlich zu kommunizieren, die eingehenden Informationen zu analysieren und darauf basierend Entscheidungen zu treffen. Sie können eigenständig aus Erfahrungen lernen, die Konsequenzen der eigenen Handlungen voraussagen, und ihre Strategien kontinuierlich verbessern. Zudem sind diese Systeme modular aufgebaut. Sie können also leicht an unterschiedliche Produktionsumgebungen angepasst werden.

In der Fertigung ermöglicht diese Modularität z. B. die einfache Integration neuer Maschinen und Anlagen, ohne dass umfangreiche Umprogrammierungen notwendig sind. Zudem erhöhen sie die Transparenz, indem sie Echtzeitdaten über Produktionsprozesse den anderen Agenten im System bereitstellen. Andere Agenten können so direkt auf Planabweichungen reagieren.

Dr. Henning Gösling

Senior Researcher
mit Forschungsschwerpunkt Agentenbasierte Produktion und Logistik,
SmartFactory-KL



Zukunftspotenzial der Agentensysteme

Eine erfolgreiche Implementierung erfordert interdisziplinäre Teams und einen klar definierten Fahrplan. Dann kann die agentenbasierte Automatisierung die Flexibilität und Effizienz erheblich steigern. Angesichts des Fachkräftemangels ist das besonders wertvoll.

Agentensysteme optimieren bestehende Prozesse. Die Vernetzung von Anlagen und die fortschreitende Digitalisierung machen diese Technologie zu einem Schlüssel für den Fortschritt und die Lösung aktueller und zukünftiger Herausforderungen.

Hier geht's zur
vollständigen Fassung
dieses Artikels





tec.news im Interview mit Prof. Kasper Hallenborg,
University of Southern Denmark

MEHR VERANTWORTUNG NACH UNTEN:

AUTONOMIE WIRD ZUM ERFOLGSPRINZIP

Produktionsumgebungen verändern sich schneller, als klassische Automatisierung darauf reagieren könnte. Im Austausch mit tec.news beschreibt Prof. Kasper Hallenborg, Direktor und Institutsleiter der Fakultät für Ingenieurwissenschaften am Maersk Mc-Kinney Moller Institut, wie softwaregetriebene Robotik, digitale Zwillinge und dezentrale Intelligenz neue Handlungsspielräume eröffnen – und warum gerade jetzt grundlegend neu über Automatisierung nachgedacht wird.



Prof. Kasper Hallenborg
University of Southern Denmark



Windenergieanlagen oder maritime Anwendungen. Wir entwickeln dafür aktuell die weltweit größte Robotikzelle für Einzelfertigung. Ein weiterer Fokus ist automatisierte Demontage, um Recyclingprozesse zu verbessern. Viele Produkte sind dafür heute nicht ausgelegt; wir forschen an „Design for Disassembly“ und roboter-gestützten Verfahren.

Welche Rolle spielt KI dabei?

KI und Multi-Agenten-Systeme eröffnen neue Freiheitsgrade. Klassische Automatisierung erzwingt starre Abläufe; jede Abweichung führt zu Problemen. Agenten hingegen beobachten ihre Umgebung, treffen Entscheidungen lokal und passen sich an. Das gleicht dem Trend in Organisationen: Mehr Autonomie erhöht Flexibilität und Gesamtleistung. Solche dezentralen Architekturen werden in der Produktion entscheidend sein. Ein Teil der Verantwortung wandert in die Produktionsumgebung, Mitarbeitende erhalten mehr Autonomie.

Bedeutet das, wir brauchen einen neuen Begriff – weg von klassischer Automatisierung?

Man kann es weiterhin Automation nennen, die Systeme werden zukünftig autonomer, dynamischer, intelligenter. Entscheidend ist die Philosophie: weg von zentraler Kontrolle, hin zu verteilten, lernfähigen Systemen.

Automatisierung bedeutet, Prozesse durch Technologie zu ver-selbstständigen. Entscheidend ist, sie nicht länger als starres, rein deterministisches System zu verstehen. Im Kontext der Digitalisierung müssen wir Automatisierung neu denken – mit mehr Auto-nomie, Adaptivität und intelligenteren, flexiblen Systemen.

Gibt es Bezüge zur Connectivity?

Absolut. Digitale Zwillinge funktionieren nur, wenn auch physische Komponenten Daten liefern. Intelligente, sensorisch ausgestattete Steckverbinder wären ein logischer Schritt. Sie könnten Zustände dezentral erfassen, abstrahieren und in Edge-Logik verarbeiten. Das erhöht die Robustheit und unterstützt genau die verteilte Auto-nomie, über die wir sprechen.

tec.news: Herr Hallenberg, wie definieren Sie Automatisierung?

Kasper Hallenberg: Automatisierung bedeutet, dass Software oder Hardware Aufgaben übernimmt, die zuvor Menschen erledigt haben. Lange war das auf deterministische, fest verdrahtete Sys-teme beschränkt. Heute verändern Digitalisierung, Sensorik und KI die Möglichkeiten radikal.

Inwiefern?

Früher mussten Roboter vollständig hardwareseitig programmiert werden – langsam, unflexibel und kaum echtzeitfähig. Heute simu-lieren wir ganze Produktionsabläufe vorab, nutzen digitale Zwillinge, synthetische Trainingsdaten und immer mehr Sensorik. Roboter lassen sich dadurch dynamisch steuern und reagieren situativ. Das eröffnet besonders Ländern mit vielen KMU neue Chancen: Auch Low-Volume-, High-Mix-Produktion lässt sich automatisieren.

Wie wirkt sich das auf die All Electric Society aus?

Elektrifizierung und Digitalisierung verstärken sich gegenseitig. Je mehr Produkte digital erfassbar sind, desto mehr Intelligenz kann softwareseitig ergänzt werden. Datengetriebene Systeme ermöglichen Funktionen, die früher mechanisch gelöst werden mussten. Und: Autonomie wird wichtiger – um Ressourcen zu schonen, Fachkräftemangel abzufedern und nachhaltigere Pro-duktionsmodelle umzusetzen.

Wie sieht Ihr Lösungsansatz für die Automatisierung der Zukunft aus?

Ein Kernbaustein ist der digitale Zwilling: Er verbindet Design, Simulation und Betrieb. Damit können wir selbst sehr große Strukturen automatisiert fertigen – etwa Komponenten für

Design für die Demontage

Automatisierte Demontage wird zum Schlüssel für Wiederverwendung, Reparatur und Recycling. Was heute durch hohe manuelle Kosten begrenzt ist, macht Robotik künftig skalierbar und wirtschaftlich. Voraussetzung ist modulares Produktdesign: Über Steckver-binder verbundene Komponenten lassen sich effizient montieren und gezielt trennen. Definierte Schnittstellen ermöglichen robotergestützte Demontage, Sortierung und Wiederverwendung. Steckverbinder verbinden Systeme im Betrieb – und ermöglichen effiziente Tren-nung bei Reparatur und Recycling.

**WIE HARTING APPLIED
TECHNOLOGIES DEN WANDEL
IN DER AUTOMATISIERUNG
GESTALTET**

VOM PRODUKT ZUR PROZESS- INTELLIGENZ

Im Jahr 2025 wurde HARTING Applied Technologies mit dem renommierten Kuratoriumspreis „Innovationspreis Losgröße 1+“ des ife-Netzwerks für Einzelfertiger ausgezeichnet. Dieser Erfolg ist kein Zufall, sondern das Ergebnis einer konsequenten Neuausrichtung in der Automatisierungstechnik. Der Wandel von einer produktorientierten hin zu einer prozessorientierten Auslegung von Maschinen ist dabei zentral. Durch die Modularisierung und Standardisierung von Mechanik, Elektrotechnik und Steuerungstechnik gelingt es, auch variantenreiche Produkte in kleineren Stückzahlen effizient und flexibel zu fertigen – ein entscheidender Vorteil in einer globalisierten Industrie mit immer individuelleren Kundenanforderungen. Die positiven Effekte zeigen sich in optimierten Kostenstrukturen und verkürzten Lieferzeiten.



Dr. Volker Franke
Geschäftsführer
HARTING Applied Technologies

Systems Engineering als Schlüssel

Im Sondermaschinenbau von HARTING verändert sich das Engineering grundlegend.

Systems Engineering verbindet Mechanik, Elektrotechnik und Software zu einem ganzheitlichen Ansatz. Die Devise lautet: „Intelligenz vor Stahl“

Wo früher mechanische Präzision im Vordergrund stand, übernimmt heute Software zunehmend flexible Aufgaben – etwa kamerabasierte Prüfungen und Korrekturen, die mechanische Lösungen ersetzen. Die Entwicklung erfolgt im Team und wird bereits im Vorfeld simuliert. Der Mehraufwand in Programmierung und Inbetriebnahme wird durch virtuelle Prozesse parallel zum Maschinenbau kompensiert. Digitale Werkzeuge sind dabei unerlässlich, etwa zur exakten Beschreibung von Fähigkeiten einzelner Prozessmodule. Die Asset Administration Shell (AAS) spielt hier eine zentrale Rolle, um Konfigurations- und Integrationsaufwände zu reduzieren, Übersetzungsschwierigkeiten zwischen Mechanik, Elektrotechnik und Steuerungstechnik zu überwinden und ein vollständiges digitales Abbild zu schaffen.

Die Entwicklung beginnt bereits im Vertrieb: Kundenanforderungen werden frühzeitig definiert und lückenlos in die Umsetzung überführt. Prozessmodule vereinfachen diesen Ablauf, da vertriebsrelevante Daten von Anfang an verfügbar sind. Die Bedeutung der Softwareentwicklung wächst rasant – weg von klassischer SPS-Programmierung hin zu komplexen IT-Aufgaben, die eine tiefe Integration in übergeordnete Systeme ermöglichen. So werden Maschinen und Anlagen orchestriert, Wartung und Pflege digital unterstützt und eine kontinuierliche datenbasierte Optimierung der Produktion realisiert. **Die Fertigung wird als Gesamtsystem verstanden, in dem wertschöpfende Prozesse und Intralogistik automatisiert und digital integriert sind.**

Herausforderungen und Lösungsansätze für die Zukunft

Trotz aller Fortschritte bestehen weiterhin Hemmnisse. Effiziente Simulationswerkzeuge und durchgängige Engineering-Tools sind ebenso gefragt wie Engineering-Support für die elektrische und steuerungstechnische Inbetriebnahme. **Künstliche Intelligenz und Machine Learning müssen als einfach nutzbare Werkzeuge in Engineering, Dokumentation und adaptive Steuerungsaufgaben integriert werden.**

Die AAS sollte durchgängig unterstützt werden, ebenso wie Editoren-Software, die eine nahtlose Zusammenarbeit ermöglicht. Kooperationsplattformen sind notwendig, um Begriffs- und Benennungsdifferenzen zwischen Fachbereichen – etwa zwischen Elektroplanung und SPS-Programmierung – zu überwinden.

Ein Beispiel aus der Praxis: Die Montageanlagen von HARTING werden nach dem Vorbild von Spritzgussmaschinen gestaltet. Ein Grundsystem wird durch produktspezifische Greifer und Vorrichtungen flexibel angepasst. Die Besonderheit entsteht durch die Kombination aus Hardware und Software, wodurch sich der Automatisierungsgrad auch für Produkte mit niedrigen Stückzahlen deutlich erhöht. Die Prozesse – etwa Zuführung, Montieren, Beschriften und Verpacken – werden als „Skills“ betrachtet, die in einer fähigkeitsbasierten Umgebung einfach adaptierbar sind.

Die Zukunft der Fertigung ist flexibel, intelligent und digital – und HARTING gestaltet sie aktiv mit.

Über HARTING Applied Technologies

HARTING Applied Technologies ist spezialisiert auf innovative Lösungen im Bereich Werkzeugbau, Sondermaschinenbau und Automatisierungstechnik. Mit langjähriger Erfahrung und hoher Ingenieurskompetenz entwickelt und fertigt dieser Geschäftsbereich der HARTING Technologiegruppe maßgeschneiderte Produktionsanlagen, Präzisionswerkzeuge und Automatisierungslösungen für anspruchsvolle industrielle Anwendungen.



AUTONOME FERTIGUNG

HARTING AUF DEM WEG ZUR VERNETZTEN, FLEXIBLEN FABRIK

Autonome Fertigung beginnt beim Kundenauftrag: Bei HARTING entsteht durch Enterprise Resource Planning (ERP), Manufacturing Operations Management (MOM), Product Lifecycle Management (PLM) und Autonomous Mobile Robots (AMR) ein durchgängiges System, das alle Schritte von der Auftragserfassung bis zur Auslieferung steuert.



Dr. Stephan Middelkamp
General Manager Quality & Technologies, HARTING Technologiegruppe

Thomas Kämper
Head of Digital Prod. Systems Hub EMEA, HARTING Technologiegruppe

Florian Raabe
Expert Product Owner Manuf. Operations M, HARTING Technologiegruppe

Martin Wischmeyer
Project Engineer Operations, HARTING Technologiegruppe

Mareike Knost
Sr. Oper. Techn. Data Scientist, HARTING Technologiegruppe

Im ERP werden Kunden- und Fertigungsaufträge angelegt und priorisiert. Anschließend übernimmt MOM die operative Steuerung auf dem Shopfloor: Die Plattform übersetzt Planungsdaten in ausführbare Arbeitsprozesse, stellt automatisch alle technischen Unterlagen aus dem PLM-System bereit und führt Mitarbeitende durch die Produktions- und Prüfschritte.

AMR sorgen für effiziente Materialflüsse, bringen Material zu den Maschinen, transportieren Halbfertigware weiter und lagern fertige Produkte ein. Alle Rückmeldungen – Auftragsstatus, Materialbewegungen, Qualitätsdaten – laufen live in ERP und MOM zusammen. Für die Auslieferung

übernimmt erneut das ERP die Logistikprozesse im EDC, von der Kommissionierung bis zum Versand.

Der integrierte Workflow ermöglicht

- transparente Auftragssteuerung,
- automatisierten, konsistenten Datenfluss,
- Live-Fortschrittskontrolle,
- effiziente Materialhandhabung durch AMR und
- zuverlässige Auslieferung an den Kunden.

Damit entsteht eine vollständig synchronisierte Wertschöpfungskette – die Basis autonomer Fertigung.

Mehr als die Summe einzelner Schritte

Autonome Automatisierung erhöht die Effizienz deutlich. Im Fokus steht nicht mehr die Optimierung einzelner Prozesse, sondern die vernetzte Steuerung von Maschinen, Planung und Logistik über die gesamte Wertschöpfung hinweg. Angesichts dynamischer Kundenanforderungen werden flexibel verkettete Anlagen und softwaregestützte Steuerungen unverzichtbar.

Grundlagen autonomer Fertigungsprozesse

HARTING setzt dabei auf drei Säulen:

- MOM als zentrale Plattform zur Produktionsplanung und Prozessführung,
- AMR für autonome Materialflüsse und
- eine durchgängige digitale Maschinenanbindung.

Standardisierte OT-Infrastrukturen schaffen Effizienz, reduzieren Fehler und ermöglichen Skalierbarkeit.

MOM als Datendrehscheibe

Die MOM-Plattform vernetzt Systeme und Maschinen, schafft konsistente Datenflüsse, sorgt für transparente Prozesse und bietet eine Live-Prozessüberwachung. Damit bildet sie das Herzstück für höhere Automatisierungsgrade.

Autonome Materialflüsse durch AMR

AMR übernehmen Materialtransport, Be- und Entladung sowie Einlagerung. Sie reduzieren Wartezeiten, vermeiden Engpässe und erhöhen die Flexibilität der Produktion.

Transparenz steigert Effizienz

Echtzeitdaten machen Prozesszustände sichtbar, ermöglichen frühzeitige Engpasserkennung und unterstützen eine dynamische Ressourcenplanung. Dadurch verbessern sich Qualität und Effizienz kontinuierlich.

Standards und Qualifizierung als Schlüssel

Technologie ist nur ein Baustein. Mitarbeitende müssen den Wandel aktiv mitgestalten können. Gleichzeitig sind globale Standards notwendig, damit Transparenz, Zusammenarbeit und Skalierbarkeit nachhaltig funktionieren.

Auch wenn die Systeme bereits implementiert und betriebsbereit sind, wird der vollständige Rollout in allen globalen Werken noch bis zu drei Jahre dauern. Der Ausbau erfolgt bewusst Schritt für Schritt – standortspezifisch, stabil und zukunftsfähig.

Damit setzt HARTING den Weg zur autonomen, durchgängig vernetzten Fertigung konsequent fort und schafft die Grundlage für eine weltweit harmonisierte Produktion.

Lesen Sie den vollständigen Artikel hier:



VOM REGELWERK ZUR AUTONOMIE



Constantin Liepert
Siemens Digital Industries
Software

Automatisierung ist seit Jahrzehnten ein zentraler Baustein industrieller Wertschöpfung. Doch ihre Rolle verändert sich grundlegend. Statt rein regelbasierten Abläufen rücken heute integrierte, datengetriebene Prozesse in den Fokus – eine Entwicklung, die Siemens mit dem Ansatz des „Siemens Xcelerator“ konsequent vorantreibt.

Traditionell wurde Automatisierung als regelbasierte Logik verstanden. Doch moderne Industrieprozesse sind komplexer: Effizienz, Qualität und Geschwindigkeit lassen sich nur steigern, wenn IT und OT nahtlos zusammenwirken. Genau diese Verbindung bildet den Kern des Siemens Xcelerator, der Automatisierungs- und Softwarelösungen in einem umfassenden Portfolio, offenen Ökosystem sowie Marktplatz vereint. Automatisierung wird damit breiter gefasst – bis hin zur Autonomisierung, also Prozessen, die datenbasiert Entscheidungen unterstützen oder selbst mithilfe von künstlicher Intelligenz (KI) treffen.

Eine Schlüsselrolle spielt dabei die Prozess- und Datendurchgängigkeit. Mit dem „Digital Thread“ schafft Siemens eine konsistente Datenbasis entlang des gesamten Produktlebenszyklus. Anforderungen, CAD-Modelle, Simulationen, Stücklisten, Fertigungsdaten und Serviceinformationen greifen an dieser Stelle in einer durchgängigen Systemlandschaft ineinander. Medienbrüche werden vermieden, Änderungen schneller bewertet,

Stücklisten automatisch synchronisiert. Durchgängige Workflows ermöglichen es, dass Anpassungen im Engineering unmittelbar Auswirkungen in Planung, Fertigung oder Service auslösen. Für KI-gestützte Anwendungen ist diese Datendurchgängigkeit entscheidend, denn nur vollständig vernetzte Engineering- und Produktionsdaten erlauben robuste Analysen und echte Prozessoptimierung.

**Im Siemens Xcelerator
werden End-to-End-Prozesse
Realität.**



Weblink:
Siemens Xcelerator –
Software for Industry

Im Siemens Xcelerator werden End-to-End-Prozesse Realität.

Das Siemens Xcelerator Portfolio deckt alle Phasen in der Wertschöpfungskette ab – von der frühen Anforderung über das Systemdesign bis zur Fertigung und dem späteren Betrieb. Ergänzt durch Industrial-Edge-Geräte und IoT-Lösungen entsteht eine nahtlose Verbindung zwischen Feldebene und Cloud. Neue Steuerungen sind Edge-fähig, und Brownfield-Anlagen können durch Gateways und offene Schnittstellen integriert werden.

Dadurch wird IoT nicht zur Parallelwelt, sondern integraler Bestandteil industrieller Automatisierung.

Ein wegweisender Schritt ist zudem das entstehende „Industrial Foundation Model“ von Siemens, das die Sprache der Industrie versteht und industrielle Daten wie CAD-Geometrien, Simulationsergebnisse oder Stücklisten verarbeiten kann. **Damit werden KI-Modelle erstmals in die Lage versetzt, komplexe technische Zusammenhänge zu verstehen – ein wichtiger Baustein auf dem Weg zu autonomen Engineering- und Produktionsprozessen.**

Wie stark dieser Ansatz die Industrie verändern kann, zeigt ein erstes Beispiel aus der Elektromechanik: Bei der Entwicklung von Steckverbindern können Anwender Anforderungen text- oder sprachbasiert eingeben. KI prüft automatisch, ob sich ein bestehendes Produkt eignet oder ein neues Design generiert werden muss. In Kombination mit Rulestream und Designcenter NX entstehen automatisch komplette CAD-Modelle, die zur jeweiligen Anwendung

Moderne Industrieprozesse sind komplexer: Effizienz, Qualität und Geschwindigkeit lassen sich nur steigern, wenn IT und OT nahtlos zusammenwirken.

passen. Weitere Simulationen, mithilfe der Siemens Simcenter Simulationsportfolios, berücksichtigen Materialien, Umgebungstemperaturen und andere Faktoren, um die Funktionalität des Designs zu gewährleisten. Ein Prozess, der früher viel manuelle Abstimmung erforderte, wird dadurch maßgeblich beschleunigt. **Hier wird sichtbar, wie Automatisierung, Datendurchgängigkeit und industrielle KI zusammenwirken: von der Anforderung bis zum fertigen Produkt.**

Damit schließt sich der Kreis zur klassischen Verbindungstechnik: Auch bei der Entwicklung und Fertigung von Steckverbindern entsteht durch durchgängige Daten, integrierte Workflows und KI-gestützte Automatisierung ein deutlicher Effizienzgewinn. Die Technologien des Siemens Xcelerator beschleunigen nicht nur digitale Prozesse, sondern unterstützen konkret die Weiterentwicklung elektromechanischer Komponenten – und zeigen, wie Autonomisierung selbst in etablierten Bereichen der Industrie echten Mehrwert schafft.

INDUSTRIELLE DIGITALISIERUNG:

VON **STATISCHER** **AUTOMATISIERUNG** ZU **LERNFÄHIGEN** **SERVICES**

Während in den 1980er-Jahren Systeme mit fester Logik arbeiteten und über Jahrzehnte unverändert dieselben Ergebnisse lieferten, erwarten wir heute von digitalen Services deutlich mehr: Sie sollen flexibel, lernfähig und kundenorientiert sein.

Die klassische Automatisierung folgte starren Abläufen. Einmal eingerichtet, wiederholten Maschinen ihre Aufgaben deterministisch – auch dann, wenn sie Fehler millionenfach reproduzierten. Moderne Services müssen hingegen auf Basis von künstlicher Intelligenz (KI) und digitalen Zwillingen kontinuierlich dazulernen und sich an wechselnde Anforderungen anpassen.

In der HARTING Technologiegruppe verantwortet das Center of Excellence Digital Transformation unter anderem den Aufbau digitaler Services, die diese neue Art von Automatisierung ermöglichen. Dazu gehören KI-gestützte Assistenzsysteme, der Han® Konfigurator, automatisierte Engineering-Prozesse, digitale Wissensdienste sowie der konzernweite Einsatz von digitalen Zwillingen. Ziel ist es, die Brücke zwischen klassischer Maschinenlogik und datengetriebenen, intelligenten Lösungen zu schlagen.

Digital Twin als Schlüsseltechnologie

Im Zentrum steht der digitale Zwilling, bei HARTING konsequent auf Basis der Asset Administration Shell (AAS) realisiert. Er bildet Produkte, Prozesse und Anwendungen umfassend virtuell ab und verknüpft Daten aus Entwicklung, Produktion und Anwendung. Damit wird eine datenfundierte Grundlage geschaffen, um Entscheidungen zu automatisieren, Varianten abzuleiten und Services intelligent zu steuern. Die Zeiten reiner I/O-Signale sind vorbei – moderne Automatisierung benötigt vollständige, strukturierte Datenmodelle.



Andreas Wedel

Director Digital Transformation,
HARTING Technologiegruppe

Digitale Services bei HARTING

1. Automatisiertes Wissen

KI-gestützte Systeme stellen Produkt und Applikationswissen unmittelbar und konsistent bereit.

2. Automatisiertes Engineering

Repetitive Aufgaben wie Datenableitungen, Dokumente oder Variantenlogiken werden softwaregestützt automatisiert.

3. Automatisierte Customer Journey

KI-gestützte Empfehlungen, automatische Datenpakete und Digital-Twin-Informationen beschleunigen Prozesse und verbessern Entscheidungen.

Kundenbedürfnisse im Fokus

Die Digitalisierung verschiebt den Schwerpunkt von der reinen Effizienzsteigerung hin zur aktiven Unterstützung des Anwenders. Ingenieurinnen und Ingenieure werden nicht ersetzt, sondern gezielt entlastet: Aufgaben wie das manuelle Überführen technischer Attribute oder das Nachmodellieren von 3D-Daten lassen sich zunehmend automatisieren. Je weniger Zeit für Routinetätigkeiten gebunden ist, desto mehr bleibt für kreative und wertschöpfende Entwicklungsarbeit.

Der Markt steht am Anfang

Trotz großer Potenziale steckt die breite Umsetzung lernfähiger Services noch in den Anfängen. Bei HARTING entstehen erste marktreife Anwendungen – etwa KI-gestützte Konfigurationshilfen, automatisierte Datenpakete oder Digital-Twin-basierte Engineering-Prozesse. Zukünftig entstehen vollständig integrierte, selbstlernende Serviceketten. Die Branche befindet sich in einer spannenden Übergangsphase, in der Unternehmen wie HARTING Schritt für Schritt neue Lösungen etablieren.

Ausblick: die Zukunft der Automatisierung

Der Wandel hin zu lernfähigen, digitalen Services ist unumkehrbar. KI-Modelle, Zeitreihenanalysen und digitale Zwillinge werden die industrielle Automatisierung grundlegend verändern. Künftig werden Services nicht nur Aufgaben automatisieren, sondern Kundenbedürfnisse frühzeitig erkennen und passende Lösungen vorschlagen. Die Leistungsfähigkeit steigt mit jeder Interaktion – Systeme werden kontextsensitiver, präziser und flexibler.

Die größte Herausforderung bleibt

die Datenqualität. Nur wenn

Daten vollständig, strukturiert

und konsistent vorliegen, können

digitale Systeme eigenständig

fundierte Entscheidungen treffen.

Doch der Trend ist eindeutig:

Die industrielle Automatisierung

der Zukunft ist digital, lernfähig

und konsequent kundenorientiert.

WIE IT BIS IN DIE SENSORIK VORDRINGT

Wo einst klar getrennte Welten aus Feldebene und übergeordneter IT existierten, verschmelzen datentechnisch heute beide Bereiche. Im Zentrum dieser Entwicklung steht die Frage, wie Informationen aus der Maschinenebene effizient, verständlich und ohne Medienbrüche in digitale Systeme übertragen werden können. Genau hier setzt Perinet mit einem neuartigen Ansatz an, der klassische Grenzen auflöst.

Dr. Karsten Walther
Geschäftsführer
Perinet GmbH



Perinet

ist ein deutsches Technologieunternehmen, das Sensoren, Aktoren und IT-Systeme direkt miteinander verbindet.

Die Lösungen ermöglichen eine sichere, durchgängige Datenkommunikation vom Feldgerät bis in übergeordnete Software und Cloudsysteme. Damit schafft Perinet die Grundlage für moderne, datengetriebene Produktionsumgebungen und erleichtert den Einsatz von KI in der Industrie.

Barrierefreie Kommunikation zwischen IT und Sensorik

Traditionelle Anlagen basieren auf proprietären Bussystemen und Gateways, die Daten auf der Feldebene nutzen und nur bei Bedarf in Richtung IT übersetzen. Dieser Prozess erzeugt Verzögerungen, Medienbrüche und komplexe Integrationsaufwände. Perinet ermöglicht eine direkte Ethernet-basierte Kommunikation vom Sensor bis in die IT-Ebene.

Diese Durchgängigkeit basiert auf Single Pair Ethernet (SPE), einer Technologie, die Ethernet-Kommunikation in kleinste Geräte bringt. Moderne Mikrocontroller erlauben heute Rechenleistung im Sensorformat; SPE ergänzt diese Fähigkeiten mit einer passenden, kompakten Netzwerkschnittstelle.

Intelligenz wandert in den Sensor

Mit wachsender Rechenleistung verändern sich Aufgaben und Rolle der Sensorik. Informationen werden nicht mehr als Rohdaten, sondern als relevante Informationen bereitgestellt. Ein Sensor, der früher lediglich Spannung ausgegeben hat, liefert nun direkt die entscheidungsrelevante Information – etwa den Füllstand eines Tanks.

So entsteht ein intelligenter Datenfluss, der die IT entlastet und Netzlast reduziert. Die Sensorik entwickelt sich zur ersten Verarbeitungsebene und bildet den Grundstein, da IT-Technologie immer tiefer in die Feldebene eindringt.

Die Zukunft der Automatisierung

Automatisierung der Zukunft wird ganzheitlich gedacht, Automatisierung auf der Feldebene und IT ergänzen sich komplementär.

Feldebene:

Vernetzte, intelligente Sensoren, die Daten vorverarbeiten, interpretieren und sicher kommunizieren und den Produktionsprozess automatisieren.

IT-Ebene:

KI, maschinelles Lernen und datenbasierte Optimierung von Prozessen.

Während früher die Maschinensteuerung den alleinigen Kern der Automatisierung bildete, verlagert sich die Innovationskraft zunehmend in die IT-Ebene, wo Informationen systemübergreifend ausgewertet und Abläufe dynamisch optimiert werden können.

Praxisbeispiel:

Brownfield leicht gemacht

Besonders in Brownfield-Anlagen zeigt der Ansatz seine Stärke. Statt aufwendig unterschiedliche Maschinensteuerungen zu integrieren, greift Perinet die Informationen direkt am Sensor ab – parallel zur bestehenden SPS, ohne den laufenden Betrieb zu beeinflussen.

In komplexen Anlagen wie Flaschenabfülllinien genügt es, wenige gezielte Datenpunkte auszuwerten, um Durchsatz und Ausschuss sichtbar zu machen. **Betreiber profitieren von minimalem Installationsaufwand, einheitlicher Infrastruktur und einer risikofreien Nachrüstung auch jahrzehnter Maschinen.**

Steckverbinder als Enabler

Die Verschmelzung von IT und Sensorik stellt auch neue Anforderungen an die Verbindungstechnik. Hybride Steckverbinder, die Leistung und Daten in einem Interface führen, werden zur Grundlage moderner Automatisierung. **Wie USB in der IT eine Vereinheitlichung herbeiführte, stehen in der Industrie kompakte Hybridlösungen – etwa im Umfeld von Single Pair Ethernet – vor einer ähnlichen Entwicklung.**

* customer benefits

DROHNEN: DIE NEUE DIMENSION IN DER AUTOMATISIERUNG

Unbemannte Luftfahrzeuge (Unmanned Aerial Vehicles – UAVs) gewinnen in der heutigen, sich schnell entwickelnden digitalen Welt zunehmend an Bedeutung. Unternehmen sind bestrebt, die digitale Transformation ihrer industriellen Prozesse voranzutreiben, um Kosten zu senken und Arbeitsumgebungen zu verbessern. Ob zur Kartierung großer Flächen, zur intelligenten Hinderniserkennung oder für vollautomatische Vorgänge zur präzisen Ausbringung von Wasser, Düngemitteln und anderem: Kommerziell genutzte Drohnen und Quadcopter tragen dazu bei, Entwicklungen in der industriellen Selbststeuerung zu unterstützen und Automatisierungsprozesse in verschiedenen Marktsegmenten auf die nächste Stufe zu heben.



Norbert Weiß
Teamleader Marketing Service,
HARTING Electric



In Europa entwickelte Industriestandards sorgen für optimierte SwaP-Merkmale

Technologische Durchbrüche wie eine **verbesserte Batterieleistung, fortschrittliche Bildsensoren und KI-gesteuerte autonome Funktionen** haben die Einsatzmöglichkeiten von Drohnen in verschiedenen Branchen erheblich erweitert. Diese Entwicklung hat dazu geführt, dass sich bestimmte Anwendungen, wie z. B. die Drohnentechnologie, deutlich von Hobbygeräten hin zu regulierten, erfolgskritischen Plattformen in Landwirtschaft, Logistik, Inspektion, öffentlicher Sicherheit und vielen anderen Bereichen weiterentwickelt haben.

Größe (**S**ize), Gewicht (**W**eight) und Leistung (**P**ower) sind entscheidend, um die Leistungsfähigkeit, die Manövrierbarkeit und die Reichweite kommerzieller Drohnen zu optimieren. Branchenexperten bezeichnen dies als **SWaP**. Als Marktführer für Industrie-Steckverbinder hat HARTING den Bedarf an industrietauglichen Verbindungs- und Verkabelungslösungen erkannt. Han® MPC30 und MPC60 sind ideale Lösungen für Verbindungen zwischen diesen kritischen Einheiten, da sie eine hohe Signalintegrität gewährleisten. Das bestehende Angebot von HARTING an Konnektivitätslösungen für Geräte und die zukünftige Produktion auf Basis der 3D-MID-Technologie tragen ebenfalls dazu bei, neue Potenziale für den automatisierten Flugbetrieb zu erschließen.

Verbindung zwischen Stromverteiler, elektronischem Geschwindigkeitsregler und Batterie

Drohnen und andere mobile Roboter, einschließlich humanoider Roboter, weisen eine gemeinsame Topologie von Verbindungspunkten auf. Die weit verbreiteten **LiPo-Akkus**, entweder als reguläre oder als

zukunftsichere intelligente Einheiten mit Signalintegrität, versorgen **das Power Distribution Board (PDB)** mit Strom. Das PDB ist die zentrale Schnittstelle zwischen dem Akku und dem **elektronischen Drehzahlregler (ESC)**. Der ESC sorgt für ein effizientes und zuverlässiges Energiemanagement, in dem er effektiv die Geschwindigkeit und die Drehrichtung des Elektromotors steuert, um einen reibungslosen Betrieb des Geräts zu gewährleisten. In der Industrie werden häufig 3-phasige bürstenlose Gleichstrommotoren (BLDC) verwendet, um einen geringen Wartungsaufwand und eine lange Lebensdauer zu gewährleisten.

Han® MPC30 und MPC60 sind ideale Lösungen für Verbindungen zwischen diesen kritischen Einheiten, da sie eine hohe Signalintegrität gewährleisten. Zusätzliche Varianten wie verschiedene Gehäusetypen oder gerade und abgewinkelte Leiterplattenvarianten ermöglichen eine noch größere Flexibilität. Die Verbindung zwischen PCBs lässt sich mit dem **har-modular® PCB** Steckverbindersystem äußerst flexibel gestalten.

Steckbare Drohnenarme ermöglichen Skalierbarkeit für den Transport höherer Lasten

Modulare Architekturen und Plattformkonzepte entsprechen dem neuesten Stand der Technik und gewähren eine hohe Flexibilität der Maschinen. Dies gilt auch für UAVs. Die Ergänzung zusätzlicher Drohnenarme für den Transport höherer Lasten und der Wechsel von Werkzeugen sind gängige Verfahren, um unterschiedliche Aufgaben bewältigen zu können. Die notwendige Modularität wird durch Plug-in-Schnittstellen ermöglicht. Fest verdrahtete Drohnenarme können sich auch bei der Wartung kom-

merzieller Drohnen schnell als Engpass erweisen. Die Fehlersuche gestaltet sich zeitaufwendig und ist oft auf Spezialisten angewiesen, die bestehende Verbindungen trennen müssen. Der ICC 20 DAC bietet da viele Vorteile gegenüber fest verkabelten Lösungen: Die Drohnenarme lassen sich einfach einstecken und wieder entfernen, wenn defekte Arme ersetzt oder ein Austausch zwischen verschiedenen Varianten gewünscht wird.

Störungsfreie und stabile Video- und Signalübertragung

Kommerzielle Drohnen benötigen zuverlässige Verbindungen für Kamerasensoren und Sensoren zur Messung der Nutzlast. HARTING bietet schock- und vibrationsfeste Lösungen mit Datenraten bis zu Cat. 8.2 (40 Gbit/s) sowie störungsfreie Glasfaserlösungen an. Robuste Kameraverbindungen können mit dem HARTING ix Industrial® oder der zukunftsicheren Single Pair Ethernet (SPE) Lösung T1 Industrial hergestellt werden.

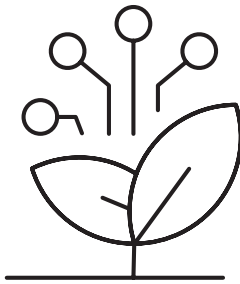
Zusätzliche Platz- und Gewichtseinsparungen durch kompakte Antennen

Mit der 3D-MID-Technologie können Antennen dreidimensional konstruiert und direkt in Gerätestrukturen integriert werden. Dadurch lassen sie sich präzise in kompakte oder komplexe Gehäuse einpassen, wodurch der verfügbare Platz effizient genutzt wird. Die Möglichkeit, Antennen genau dort zu platzieren, wo sie benötigt werden, unterstützt Hochfrequenzanwendungen und trägt dazu bei, eine zuverlässige drahtlose Verbindung auch in schwierigen Umgebungen aufrechtzuerhalten. 3D-MID bietet Flexibilität beim Design und Gewichtersparnis und erfüllt damit sowohl Leistungs- als auch Integrationsanforderungen.

AUTOMATISIERUNG IM AGRAR-SEKTOR

DIE UNIVERSELLE FELDEBENE DER ALL ELECTRIC SOCIETY

Die Landwirtschaft erlebt einen Technologiesprung. Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung wandern mit Macht aufs Feld und verbinden Effizienz mit Nachhaltigkeit. Was in Fabrikhallen und damit in der industriellen Feldebene gereift ist, wird zur Basis für autonome, selektive und zeitgenaue Prozesse im Ackerbau.



Ein zentrales Muster ist der Transfer bewährter Anwendungen: Aus der Melkrobotik, in der industrielle Motion-Komponenten seit Jahren Standard sind, entstehen Hack-, Sprüh- und Säroboter bis hin zu Lösungen für die selektive Ernte. Kleine, vernetzte Einheiten erledigen Aufgaben eigenständig – gesteuert von übergeordneten Systemen, die Sensorik, Satellitendaten, Wetter, Boden-zustand und digitale Anbaupläne zusammenführen.

Damit rückt die Feldebene in den Fokus der Datenräume. Klassische deterministische Steuerungen reichen nicht mehr: Autonomie erfordert eine dichte Kopplung von Aktorik und Sensorik mit Cloud und Edge-Intelligenz sowie durchgängige Digital-Twin-Konzepte bis in die Komponente hinein. Industriedesigns liefern hier Tempo und Skalierung; agrarspezifische Anpassungen machen sie feldtauglich.

Viele dieser beschriebenen Szenarien stellen heute noch eine visionäre Perspektive dar und sind nicht flächendeckender Stand der Technik, sondern zeigen den Weg auf, den die Branche aktuell einschlägt.

Die Konvergenz der Sektoren ist sichtbar: Feldbus-Welten wachsen mit Ethernet-basierten Standards und Companion-Spezifikationen zusammen. Anstatt proprietärer Inseln setzt sich die Idee durch, industrielle Komponenten mit gezielten Adaptionen zu nutzen – wirtschaftlich befeuert durch Stückzahlen, und technisch getragen von robusten, erprobten Baugruppen. **Start-ups beschleunigen diese Entwicklung:** Neue Agrarroboter entstehen oft auf Basis industrieller Antriebe, Controller und Ventile – angepasst an Vibration, Feuchte, Staub und Chemikalien.

Digital Twin bei Festo – Datenräume bis in die Komponente

Festo macht seine Komponenten konsequent Digital-Twin-fähig und treibt diese Entwicklungen aktiv im Rahmen der Industrial Digital Twin Association (IDTA) voran. Zu Antrieben, Ventilen und Sensoren entstehen standardisierte digitale Abbilder, die technische Daten, Funktionen und Diagnoseinformationen bündeln. Sie ermöglichen Simulation, virtuelle Inbetriebnahme und eine nahtlose Einbindung in Verwaltungsschalen nach Industrie 4.0 Standard.

Gerade in der Agrartechnik beschleunigt dies die Integration in autonome Maschinen: Feldtaugliche Komponenten lassen sich schneller parametrieren, überwachen und an wechselnde Bedingungen anpassen. Der Digital Twin schafft damit die Grundlage für präzise, vernetzte und skalierbare Agrarsysteme.



Christine Marie von der Ohe
Business Development für den
Bereich Agrartechnik bei Festo

Die Zukunft der Agrartechnik entsteht dort, wo industrielle Feldebene und agrarische Praxis zusammenkommen.

So werden etwa Präzisions-Sprühapplikationen mit modifizierten Ventilen und passenden Steckverbindern realisiert; aus der Industrie bekannte pneumatische Automatisierungstechnik von Festo übernimmt dabei Schaltaufgaben für Pflanzenschutzmittel.

Connectivity wird zum Schlüssel. Steckverbinder sind auf dem Feld das potenziell schwächste Glied – und zugleich Dreh- und Angelpunkt für Verfügbarkeit. Anders als in der Fabrik müssen Reparaturen häufig von nicht speziell geschultem Personal direkt am Acker erfolgen. Schnittstellen gehören daher so gestaltet, dass Austausch und Montage schnell, sicher und intuitiv möglich sind. Gute Haptik, klare Kodierungen und robuste Gehäuse sind keine Nebensache, sondern Kern von Betriebs- und Ersatzteilkonzepten.

Der übergeordnete Rahmen ist eine positive Technologie-Erzählung: Fortschritt dient, wenn er konsequent genutzt wird. Eine Landwirtschaft, die Biodiversität und Produktivität verbindet, ist ohne umfassende Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung kaum denkbar. Festo mit seiner industriellen Automatisierungskompetenz – von Motion über Sensorik bis zur technischen Bildung – kann diese Transformation pragmatisch tragen: durch Komponenten, die digital anschlussfähig sind, und durch Kooperationen mit OEMs, die KI-Funktionen wie Detektion und Entscheidung umsetzen.

Die Zukunft der Agrartechnik entsteht dort, wo industrielle Feldebene und agrarische Praxis zusammenkommen.

Innovative Automatisierungskomponenten, verlässliche Connectivity und ein durchgängiger Datenfluss bis in die Cloud ebnen den Weg für autonome Systeme auf dem Acker. Wer diese Konvergenz nutzt, macht Landwirtschaft resilienter – ökonomisch und nicht zuletzt ökologischer.

WIE DER ACKER ZUR HIGHTECH- UMGEBUNG WIRD



Was früher aus klaren Wenn-dann-Abläufen bestand, wird heute durch Systeme ersetzt, die Situationen erkennen, bewerten und darauf reagieren. Besonders deutlich zeigt sich dieser Umbruch in der Landwirtschaft – einem Umfeld, das durch Variabilität, Witterung, Biologie und unvorhersehbare Dynamik geprägt ist.

Der agrartechnische Fortschritt entsteht heute dort, wo selektive, kognitive und autonome Funktionen zusammenkommen. Neue Technologien machen es möglich, Aufgaben zu automatisieren, die bislang ausschließlich Menschen vorbehalten waren: Ob Apfeleernte, Weinrebenpflege oder Unkrautregulierung – überall dort, wo individuelle Entscheidungen notwendig sind, erschließen KI-gestützte Systeme neue Potenziale.

Die Motivation ist klar:

Die Branche braucht mehr Präzision, um noch nachhaltiger zu wirtschaften und kompensiert gleichzeitig fehlende Arbeitskräfte.

Automatisierung wird zur Voraussetzung, um Lebensmittel ressourcenschonend zu erzeugen – und zwar gezielt statt flächig. Die Grundlage dafür liefern Technologien, die heute zu Preisen verfügbar sind, die vor zehn oder 20 Jahren noch undenkbar waren: leistungsstarke Edge-Rechnereinheiten, lernfähige Bildverarbeitung oder Präzisionsatellitenempfänger.

Bemerkenswert ist dabei der Perspektivwechsel:

Der oft als konservativ geltende Agrarsektor stellt an Automatisierung höchste Anforderungen, jede Pflanze ist ein Unikat.

Ackerbau erfordert Systeme, die mit lebenden, heterogenen Organismen umgehen können.

Ein Beispiel dafür ist eine neue Generation von multifunktionalen Trägerplattformen, die als autonome Basisfahrzeuge dienen. Präzise Satellitennavigation sorgt für Spurtreue, Sensoren erfassen Maschinenzustände und Umgebung. Darauf aufbauend arbeiten kamerabasierte KI-Module, die in Echtzeit Pflanzenzustände analysieren, Unkräuter detektieren oder Wachstumsparemeter erkennen. Die Auswertung erfolgt vollständig dezentral auf der Maschine – ohne Cloud-Abhängigkeit.

Aus der Kombination entsteht selektives Handeln: Mechanische Werkzeuge entfernen Beikräuter punktgenau, Anbaugeräte reagieren differenziert auf jede Pflanze.

Damit wird Autonomie zu einem praktischen Werkzeug für ressourceneffiziente Bewirtschaftung.

Ein oft unterschätzter Aspekt ist dabei die Elektromechanik. In der Feldpraxis entstehen die meisten Ausfälle nicht durch Mechanik, sondern durch Elektrik: korrodierte Steckverbinder, mangelhafte Qualität der Crimpkontakte, fehlende Zugentlastung. Das elektri-

Über digital workbench:

digital workbench ist ein Ingenieurunternehmen, das Hightech-Automatisierung in den Off-Highway und Agrarbereich bringt. Die Kombination aus agronomischem Know-how und moderner Sensorik, Navigation und KI macht das Team zu einem Spezialisten für selektive, autonome Feldprozesse.

Mit modularen Plattformen und intelligenten Bildverarbeitungssystemen entwickelt digital workbench praxisnahe Lösungen, die effizient, robust und ressourcenschonend arbeiten – und Maschinenhersteller dabei unterstützen, Autonomie im Feldalltag umzusetzen.

sche System ist das Zentralnervensystem der Maschine, und seine Qualität entscheidet direkt über Verfügbarkeit und Produktivität.

Wasserdichtigkeit, Medienbeständigkeit, mechanische Arretierung und eine robuste Zugentlastung sind zentrale Anforderungen. Steckverbinder müssen hohe Kräfte, Vibrationen und Schmutz ebenso vertragen wie die Reinigung mit Hochdruck. **Werden Kabel sauber geführt, entlastet und geschützt, reduzieren sich Ausfälle signifikant.**

Diese Details sind entscheidend, um Automatisierung von der Theorie in einen stabilen, wirtschaftlichen Feldbetrieb zu überführen. Die Landwirtschaft zeigt damit, wie anspruchsvoll und wegweisend Automatisierung abseits der Fabrik sein kann: Sie verbindet ökologische Verantwortung, ökonomische Notwendigkeit und technologische Innovation.

digital-workbench.de



Die Zukunft der Automatisierung findet nicht nur im Industriepark statt, sondern ebenso auf dem Acker – dort, wo Technologie und Natur unmittelbar aufeinandertreffen.

Josef Schmidt
Geschäftsführer
digital workbench



AUTONOMIE AUF DEM ACKER



Sensorik, Automatisierung und datenbasierte Prozesse verändern die Arbeit auf dem Feld grundlegend. Bereits seit den 1990er Jahren hält Automatisierung Einzug in die Landtechnik.

Ein frühes Beispiel ist die automatische Gestängeführung an Pflanzenschutzspritzen, die dank Ultraschall selbsttätig die Arbeitshöhe reguliert. In den 2000er Jahren folgte die automatische Teilbreitenschaltung (Section Control), die Überlappungen vermeidet und heute in vielen Regionen Standard ist. Diese Systeme entlasten den Fahrer spürbar und sorgen für präzise, reproduzierbare Arbeitsergebnisse.

Stefan Kiefer
Leiter Pflanzenbau-
innovation bei
Amazone



Über Amazone

Die Amazone Gruppe zählt zu den führenden Herstellern moderner Landtechnik für Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung und Pflanzenschutz. Das 1883 gegründete Familienunternehmen mit Hauptsitz in Hasbergen-Gaste entwickelt Maschinen und digitale Lösungen für effiziente, nachhaltige und hochpräzise Landwirtschaft. Weltweit steht Amazone für Innovationskraft – von smarten Assistenzsystemen bis zu vernetzten, autonomiefähigen Maschinen.

Mit der Digitalisierung rücken nun ganze Arbeitsprozesse in den Fokus.

Systeme wie *EasyTram* planen Fahrgassen bereits vorab über Geodaten. Die Maschinen selbst arbeiten weiterhin vollständig autark – ein Muss, da landwirtschaftliche Flächen oft kein stabiles Netz bieten. Alle Algorithmen laufen daher auf dem Gerät, das bei Bedarf lediglich Statusdaten sendet.

Einen technologischen Meilenstein stellt Amazonas jüngste Düngerstreuer-Generation dar. Insgesamt 16 Radarsensoren überwachen die Ausbringung: Je sieben Sensoren pro Seite erfassen im ArgusTwin den Abwurfwinkel und sichern eine präzise seitliche Verteilung. Zwei weitere Sensoren messen zusätzlich die tatsächliche Wurfweite und gleichen die Flugbahn der Körner in Echtzeit mit Referenzdaten ab. So lässt sich die Quer- und Längsverteilung exakt steuern und erstmals dauerhaft überwachen. Weichen Werte ab, fordert das System den Fahrer zu einem Streutest auf.

Alle Daten fließen in die Cloud und ermöglichen Optimierungen über den gesamten Lebenszyklus – ein Paradigmenwechsel gegenüber früheren statischen Einstelltabellen.

Diese permanente Rückkopplung eröffnet neue Potenziale: Amazone kann Algorithmen verbessern, Händler erhalten präzise Diagnosedaten, und sogar Düngerproduzenten profitieren von Rückmeldungen zur Qualität ihrer Chargen.

Die Maschine wird damit im Laufe der Nutzung besser –

ein Unterschied zur klassischen industriellen Automatisierung, in der Hardware meist nur einmalig konfiguriert wird.

Die Richtung ist klar: Je stärker Prozesse überwacht und abgesichert sind, desto näher rückt die Vollautonomie. In der Bodenbearbeitung sind autonome Einsätze bereits Realität. Beim Düngerstreuer erreicht Amazone laut Kiefer heute rund 99 Prozent Prozessüberwachung. Offene Fragen betreffen vor allem die Umfeldsicherheit bei großen Streuweiten von bis zu 72 Metern. Da Landmaschinen jedoch auf Privatflächen arbeiten, gelten andere Rahmenbedingungen als im Straßenverkehr.

Künstliche Intelligenz spielt aktuell vor allem in Bereichen eine Rolle, in denen Bild-daten verarbeitet werden –

etwa bei der Unkrauterkennung über Kameras oder Drohnen. Hier kommen Cloud- und zunehmend Edge-Computing-Verfahren zum Einsatz. Für andere Funktionen dominiert weiterhin deterministische Regeltechnik, die KI-gestützte Weiterentwicklung läuft vor allem im Hintergrund.

Die Landtechnik ist heute einer der dynamischsten Innovationsbereiche der Automatisierungswelt. Amazone zeigt, wie Mechanik, Sensorik und Software verschmelzen – und wie Maschinen entstehen, die präziser arbeiten, sich selbst überwachen und mit jeder Saison dazulernen.



MODULARE STECKVERBINDER FÜR FLEXIBLE AUTOMATISIERUNG

HAN-ECO® UND HAN-MODULAR® ERMÖGLICHEN KOMPAKTE
SCHNITTSTELLEN IM NEUEN YAMAHA MOTOR COBOT



Toru Shiozaki
Regional Sales Manager,
HARTING K.K.

Yamaha Motor und HARTING blicken auf eine langjährige Partnerschaft zurück. Im aktuellen Entwicklungsprojekt kommt der Han-Eco® Steckverbinder gemeinsam mit dem Han-Modular® System zum Einsatz, um einen ersten kollaborativen Roboter („Cobot“) – „YAMAHA Motor Cobot“ – zuverlässig mit der Steuerung zu verbinden. Der neue Cobot zeichnet sich durch eine 48V-DC-Versorgung, sieben Achsen und einen hochpräzisen Drehmomentensensor für exakte Kraftregelung aus.

Für Yamaha Motor sind Design und Bedienbarkeit zentrale Aspekte bei der Entwicklung von Cobots. Die Anforderungen an kollaborative Roboter steigen, da sie zunehmend mit Menschen interagieren und daher nicht nur funktional, sondern auch einfach zu bedienen und sicher sein müssen. Die Schnittstelle zwischen Roboter und Steuerung spielt dabei eine entscheidende Rolle: Sie muss kompakt, übersichtlich und fehlersicher sein.

Im Entwicklungsprozess des neuen Cobots mussten verschiedene Herausforderungen gelöst werden, darunter die Einhaltung von Sicherheitsstandards und elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV). Die ursprüngliche Lösung mit einem Han-Modular® 8-poligen Power-Modul reichte nicht aus, da eine

zusätzliche Erdung erforderlich wurde. Da die Schnittstellengröße festgelegt war, drohte das Projekt zu scheitern.

Die Einführung des Han-Modular® Domino-Systems brachte die notwendige Flexibilität durch die halbierte Größe des herkömmlichen Moduls: Sie ermöglichte es, einen zusätzlichen Kontakt für die Erdung zu integrieren, indem die Verbindung für Leistung und Signale aufgeteilt wurde – ohne die Schnittstelle zu vergrößern.

Modulare Steckverbinder wie der Han-Eco® und das Han-Modular® System sind zentrale Bausteine dieser Entwicklung und entsprechen den Anforderungen moderner Automatisierungslösungen nach starken Lebensadern für Power und Data in einer All Electric Society (AES). Die AES beschreibt eine Zukunft, in der der gesamte Energiebedarf von Gesellschaft und Industrie nachhaltig und effizient durch erneuerbaren, elektrisch erzeugten Strom gedeckt wird.

Han-Eco® und Han-Modular® ermöglichen es, Energie- und Datenströme sicher und kompakt zu integrieren – eine Grundvoraussetzung für die Umsetzung intelligenter, vernetzter Automatisierungslösungen. Die Fähigkeit,





Der 7-achsige kollaborative Roboter von Yamaha Motor Co., Ltd. sowie die kompakte 48V-DC-Steuerung im Kunststoffgehäuse Han-Eco® mit modularen Einsätzen Han-Modular® und Han-Modular® Domino für eine zuverlässige Connectivity.



leistungsstarke Energieversorgung und schnelle Datenkommunikation in einem einzigen System zu vereinen, unterstützt nicht nur die technische Umsetzung der AES, sondern fördert auch die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und Produktionskonzepte.

Der Wandel der Automation zeigt sich zudem in der zunehmenden Mensch-Maschine-Kollaboration. **Cobots, wie sie Yamaha Motor entwickelt, stehen exemplarisch für diese Entwicklung: Sie sind nicht mehr nur Werkzeuge, sondern intelligente Partner, die flexibel auf wechselnde Anforderungen reagieren und Mitarbeitende bei anspruchsvollen oder monotonen Aufgaben entlasten.** Die Integration modularer Schnittstellen trägt dazu bei, dass diese Systeme einfach zu bedienen, sicher und zukunftsfähig bleiben. Darüber hinaus leistet Automation einen wichtigen Beitrag zur Bewältigung des Fachkräftemangels und zur Förderung von Innovationen.

Yamaha Motor übernimmt eine Vorreiterrolle, indem das Unternehmen gezielt in die Ausbildung der nächsten Generation von Robotik-Ingenieurinnen und -Ingenieuren investiert und Bildungsinitiativen unterstützt, um die für die Industrie der Zukunft erforderlichen Fähigkeiten zu sichern.

Über Yamaha Motor Co., Ltd.

Yamaha Motor Co., Ltd. ist ein weltweit tätiges Unternehmen, das Antriebstechnologien sowie Lösungen für Steuerungs- und Fertigungstechnologien anbietet. Das Unternehmen ist in vielen Geschäftsbereichen tätig: Der Bereich „Land Mobility“ umfasst Markenmotorräder, Geländefahrzeuge, elektrisch unterstützte Fahrräder und andere Fahrzeuge; „Marine Products“ bietet Boote, Außenbordmotoren und mehr; das Segment „Robotics“ produziert seit 1976 kompakte Industrieroboter, Oberflächenmontagemaschinen, Drohnen und andere Industriemaschinen. Schließlich beinhaltet das Geschäftsfeld „Financial Services“ Produktfinanzierungen und ähnliche Dienstleistungen.

Was ist ein Cobot?

Ein Cobot (kurz für „kollaborativer Roboter“) ist ein Industrieroboter, der speziell dafür entwickelt wurde, direkt mit Menschen zusammenzuarbeiten. Im Gegensatz zu klassischen Industrierobotern, die meist in abgeschirmten Bereichen arbeiten, sind Cobots so konstruiert, dass sie sicher und flexibel neben dem Menschen eingesetzt werden können. Sie verfügen über intelligente Steuerungen, die Kollisionen erkennen, wodurch ein gemeinsames Arbeiten ohne Schutzzaun möglich wird. Cobots übernehmen monotone, gefährliche oder körperlich belastende Aufgaben und unterstützen so die Mitarbeitenden.

ZEITREIHEN:

DAS FUNDAMENT FÜR KI IN DER PRODUKTION

Künstliche Intelligenz und Machine Learning sind der nächste logische Schritt in der industriellen Automatisierung. Während klassische Automatisierungslösungen zunehmend austauschbar werden, suchen Unternehmen nach neuen Differenzierungsmerkmalen. Dabei gilt: Viele KI-Anwendungen funktionieren bereits heute wirtschaftlich. Für Fortschritt braucht es nicht erst autonome Agenten.

Robert Weber

ist Technikjournalist mit Fokus auf Robotik, KI und Automatisierung. Gemeinsam mit Peter Seeberg betreibt er den „Industrial AI Podcast“, der Industrial AI und Machine Learning für Anwender verständlich macht. Weber arbeitet seit 2019 selbstständig und berichtet über Trends und Entwicklungen der industriellen Digitalisierung.



Robert Weber
The Industrial AI Podcast

Großes Potenzial liegt aktuell in vier Feldern: Engineering, Simulation, Vision und vor allem Time Series, also Zeitreihen. Im Engineering unterstützen KI-Systeme Konstruktion, Parametrierung oder Dokumentation. Im Bereich Simulation entstehen KI-basierte Modelle, die komplexe physische Prozesse schneller und leichter abbilden als klassische Tools. Vision bleibt eine tragende Säule der industriellen KI. Und im Bereich Zeitreihen zeichnet sich der nächste Technologiesprung ab.

Schon jetzt zeigen Vision-Systeme, wie gut KI im industriellen Umfeld funktionieren kann: Qualitätsprüfung, Objekterkennung und Inspektionen sind produktionsreif. Das nächste große Feld ist jedoch die Analyse von Zeitreihen. Maschinen kommunizieren über Sensordaten, Prozesswerte und Energieverbräuche – und moderne KI-Modelle können diese Informationen hochpräzise auswerten. Predictive Maintenance, Predictive Quality, Energieeffizienz oder Demand Forecasting lassen sich damit wirtschaftlich realisieren, oft ohne neue Hardware und sogar auf bestehenden CPUs.

Während viel über autonome Agentensysteme oder selbstoptimierende Maschinen gesprochen wird, sind diese Ansätze noch etwa 10 bis 15 Jahre entfernt. Fehlende Standards, Safety-Anforderungen und Geschäftsmodelle bremsen die direkte Kopplung von KI-Modellen an Steuerungen. Heute laufen Optimierungen meist im Digital Twin, also im digitalen Zwilling der Anlage, bevor sie in die reale Produktion übernommen werden.

Der Mensch bleibt im Regelkreis – noch.

KI-basierte Assistenzsysteme, etwa Large Language Models (LLMs), könnten künftig die Bedienung und Konfiguration von Maschinen erleichtern und so dem Fachkräftemangel begegnen. Doch auch hier gilt: **Die Kosten für Anwendung und Betrieb müssen sich rechnen.** Nicht jede Innovation ist sofort wirtschaftlich sinnvoll – Proof of Concepts gibt es viele, echte Skalierung ist selten.

Gerade im Bereich der Zeitreihen entstehen derzeit große Foundation-Modelle, die – ähnlich wie bei Textdaten – auf breiter Datenbasis trainiert werden.

Die Industrie sitzt hier auf einem Datenschatz, der nicht leichtfertig aus der Hand gegeben werden sollte.

Wer diese Daten kontrolliert, kann nicht nur eigene Produkte optimieren, sondern auch neue Geschäftsmodelle erschließen – bis hin zur Optimierung von Wettbewerbsprodukten.

Der Wandel wird kommen, aber nicht über Nacht. Die Zyklen der Automatisierung verkürzen sich, doch vollständig autonome Produktionsketten bleiben Jahre entfernt. **Sicher ist: KI wird Automatisierung nicht ersetzen, sondern erweitern.** Und die Branche Schritt für Schritt von der klassischen Steuerung hin zu datengetriebenen, lernenden Systemen führen.

i impressum

Herausgeber:

HARTING Stiftung & Co. KG, Margrit Harting,
Postfach 11 33, D-32325 Espelkamp,
Tel. +49 5772 47-0, Fax +49 5772 47-400,
Internet: www.HARTING.com

Verantwortlich für den Inhalt:

Dr. rer. nat. Stephan Middelkamp,
Andreas Huhmann

Redaktion Vogel: Sebastian Human

Redaktion HARTING: Norbert Weiß, Dr. Volker Franke,
Andreas Wedel, Thomas Kämper, Florian Raabe,
Martin Wischmeyer, Mareike Knost, Toru Shiozaki

Chefredaktion:

Magdalena Okopska

Gesamtkoordination: Lars Kühme, +49 5772 47-9982

Konzept & Design:

trio-group I.AM communication & marketing GmbH,
www.trio-group.de

Produktion und Druck: M&E Druckhaus, Belm

Für die Veröffentlichung (ganz oder auszugsweise) von Beiträgen ist eine schriftliche Genehmigung der Redaktion erforderlich. Alle verwendeten Produktbezeichnungen sind Warenzeichen oder Produktnamen der HARTING Stiftung & Co. KG oder anderer Unternehmen.

Trotz sorgfältiger Überprüfung können Druckfehler oder kurzfristige Änderungen der Produktspezifikationen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Bindend für die HARTING Stiftung & Co. KG sind daher in jedem Falle die Angaben im entsprechenden Katalog. Umweltfreundlich gedruckt auf 100 % chlorfrei gebleichtem Papier mit hohem Recyclinganteil.

© 04/2026, HARTING Stiftung & Co. KG, Espelkamp. Alle Rechte vorbehalten.



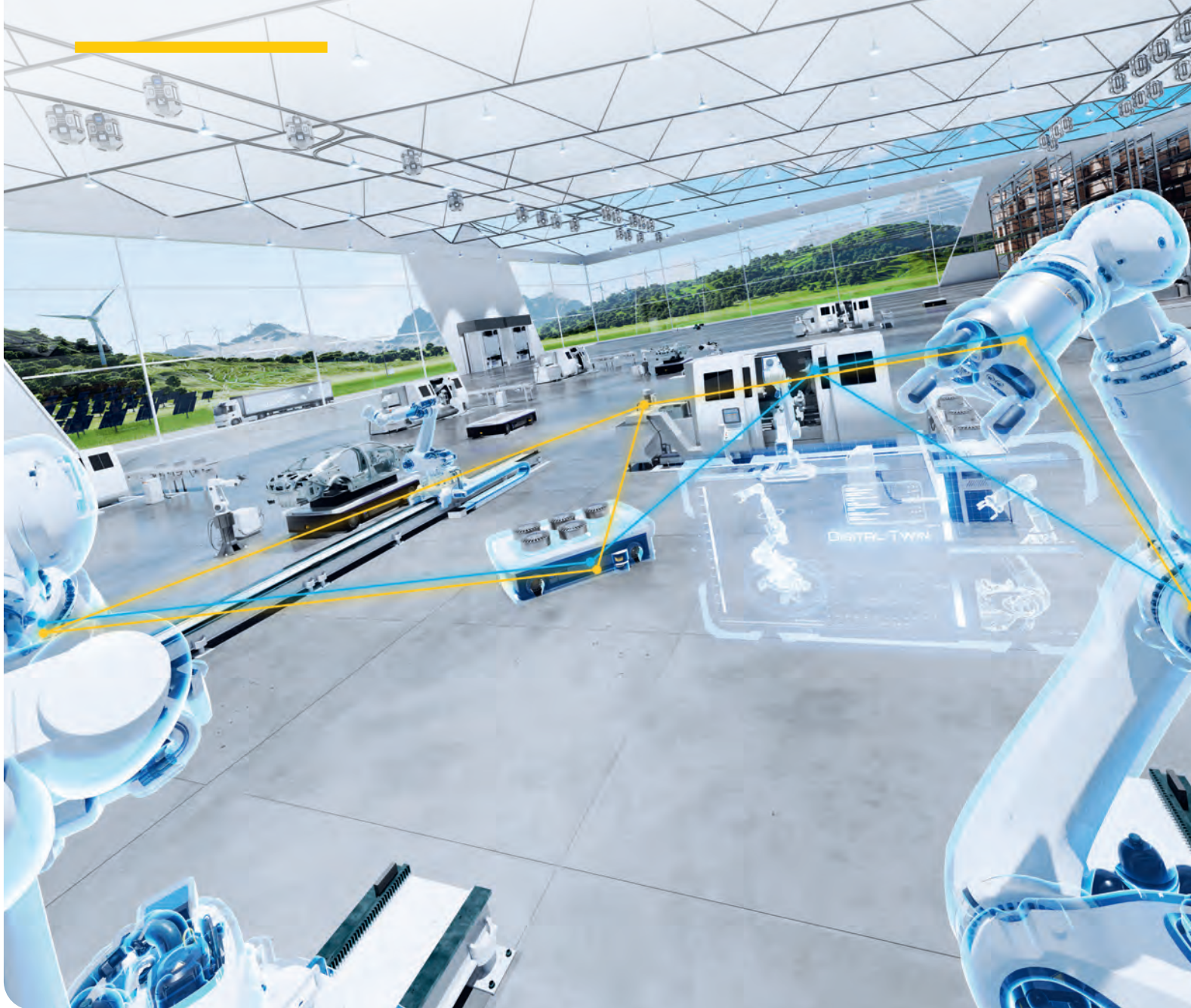
🖼 bildnachweis

S. 1: Midjourney, HARTING | S. 2: HARTING | S. 3: HARTING | S. 4/5: ChatGPT, Midjourney, HARTING, Yamaha Motor Co., Ltd., digital workbench gmbh, Getty Images 2011118279 / 2181133271 / 2140495878 / 2197568912 | S. 6/7: ChatGPT, Getty Images 2011118279 | S. 8/9: HARTING | S. 10/11: Getty Images 2181133271, Prof. Dr. Martin Ruskowski/SmartFactory-KL | S. 12/13: Getty Images 2181133271, Simon Jungbluth/SmartFactory-KL | S. 14/15: Getty Images 2181133271, Pascal Rübel/Dr. Henning Gössling/SmartFactory-KL | S. 16/17: Getty Images 2140495878 / 2197568912, Prof. Kasper Hallenborg/University of Southern Denmark | S. 18/19: HARTING, Getty Images 944090292 | S. 20/21: Midjourney | S. 22/23: Midjourney, Getty Images 1329626273 / 1363689354 / 2216865249, Constantin Liepert/Siemens | S. 24/25: Getty Images 1578718955, shutterstock 2550699347 | S. 26/27: Getty Images 1253733832 | 2210490130, Dr. Karsten Walther/Perinet GmbH | S. 28/29: HARTING | S. 30/31: Festo Vertrieb GmbH & Co. KG, Christine Marie von der Ohe/Festo | S. 32/33: digital workbench GmbH, Joseph Schmidt/digital workbench | S. 34/35: Getty Images 1151087791 / 2523863125, Amazone, Stefan Kiefer/Amazone | S. 36/37: Yamaha Motor Co., Ltd. | S. 38/39: Getty Images 1321306814 / 1972282026, Robert Weber/The Industrial AI Podcast | S. 40: HARTING

Entdecken Sie zukunftsorientierte Connectivity



Pushing Performance
Since 1945



Gestalten Sie Ihre Systeme für nachhaltige Elektrifizierung,
Digitalisierung und Automatisierung.

UND DIE ALL ELECTRIC SOCIETY.

www.HARTING.com



Jetzt
entdecken!