

# FACTSHEET: Standardisierung der Architektur und Programmierung von Automatisierungssystemen für global agierende Unternehmen

Die Automobilzulieferindustrie steht vor der Herausforderung die historisch gewachsene und stark heterogene Automatisierungslandschaften zu beherrschen. Unterschiedliche Steuerungssysteme, Softwarestrukturen und Schnittstellen führen häufig zu erhöhtem Integrationsaufwand, eingeschränkter Skalierbarkeit und mangelnder Transparenz. Vor dem Hintergrund globaler Produktionsnetzwerke und steigender Anforderungen an Effizienz, Flexibilität und Datenverfügbarkeit gewinnt die Standardisierung und Vereinheitlichung von Automatisierungssystemen zunehmend an Bedeutung. Dieses Factsheet zeigt die Ausgangssituation, definiert ein Zielbild einer standardisierten Automatisierungslandschaft und beschreibt konkrete Schritte sowie Erfolgsfaktoren für eine nachhaltige Umsetzung.

*„Standardgetriebene Interoperabilität wird zunehmend zu einer Voraussetzung für skalierbare und nachvollziehbare Produktionssysteme“*

**MESA International**

## HINTERGRUND

### Motivation und Ausgangslage in der Automobilzulieferindustrie

Die Automobilzulieferindustrie ist traditionell geprägt von einer historisch gewachsenen, stark heterogenen Automatisierungslandschaft. Produktionssysteme entstehen häufig über Jahre hinweg durch sukzessive Erweiterungen, Retrofit-Maßnahmen und die Integration unterschiedlichster Maschinen und Anlagen von verschiedenen Herstellern. Dies führt dazu, dass innerhalb eines Werkes, aber insbesondere über mehrere Standorte hinweg, eine Vielzahl an Steuerungsplattformen, Programmiersprachen, Engineering-Tools und Kommunikationsprotokollen parallel existieren.

Typischerweise finden sich unterschiedliche SPS-Systeme – etwa von Siemens, Beckhoff oder Rockwell – kombiniert mit proprietären oder halbstandardisierten Feldbussen und Industrial-Ethernet-Lösungen. Hinzu kommen uneinheitliche HMI- und SCADA-Systeme sowie individuelle Schnittstellenlösungen zu übergeordneten IT-Systemen wie MES oder ERP. Diese Heterogenität setzt sich auch auf der Softwareebene fort: unterschiedliche Programmierstile, fehlende Namenskonventionen, nicht standardisierte Funktionsbausteine und uneinheitliche Datenmodelle erschweren die Wiederverwendbarkeit und Wartbarkeit erheblich.

Die Konsequenzen dieser gewachsenen Strukturen sind gravierend: hohe Integrationsaufwände, mangelnde Transparenz über Produktions- und Prozessdaten, eingeschränkte Skalierbarkeit sowie eine deutliche Abhängigkeit von einzelnen Systemintegratoren oder Lieferanten. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Flexibilität, Time-to-Market und globale Produktionsharmonisierung kontinuierlich an. Gerade in der Automobilindustrie mit ihrer international verteilten Supply Chain ist es

entscheidend, Produktionssysteme standortübergreifend vergleichbar, steuerbar und optimierbar zu machen. Standardisierung wird damit zu einem strategischen Enabler für Effizienz, Qualität und Wettbewerbsfähigkeit.

Vor diesem Hintergrund besteht ein zentraler Handlungsbedarf darin, Automatisierungssysteme nicht isoliert, sondern als ganzheitliches, unternehmensweit abgestimmtes System zu betrachten und gezielt zu vereinheitlichen.

### Zielbild einer standardisierten Automatisierungslandschaft

Das Ziel einer Standardisierungsinitiative ist nicht die Einführung einer monolithischen Einheitslösung, sondern die Etablierung eines modularen, skalierbaren Automatisierungsbaukastensystems. Dieses umfasst Referenzarchitekturen, definierte Standardkomponenten, freigegebene Technologien sowie einheitliche Schnittstellen und Engineering-Regeln.

Zentrale Leitprinzipien eines solchen Zielbildes sind Modularität, Offenheit gegenüber verschiedenen Herstellern, Skalierbarkeit über Linien, Werke und Regionen hinweg sowie eine konsequente Lebenszyklusorientierung. Gleichzeitig rückt die Konvergenz von IT und OT in den Fokus, sodass Automatisierungssysteme nicht mehr isoliert, sondern als integraler Bestandteil digitaler Produktionssysteme verstanden werden.

Ein wesentliches Element ist die Definition einer einheitlichen Architektur entlang etablierter Referenzmodelle wie ISA-95 oder RAMI 4.0. Diese ermöglichen eine klare Strukturierung der Ebenen von der Feldebene über Steuerung und SCADA bis hin zu MES- und IT-Systemen. Standardisierte Kommunikationsmechanismen, insbesondere auf Basis von OPC UA, bilden dabei die Grundlage für einen

konsistenten, sicheren und semantisch beschriebenen Datenaustausch über alle Ebenen hinweg

### Handlungsleitfaden zur Vereinheitlichung

Die Umsetzung einer standardisierten Automatisierungslandschaft erfolgt schrittweise entlang eines strukturierten Vorgehensmodells, das sowohl technische als auch organisatorische Aspekte berücksichtigt:

- ☞ Transparenz und Analyse der Ist-Landschaft
- ☞ Definition einer unternehmensweiten Zielarchitektur
- ☞ Aufbau eines Automatisierungsbaukastens
- ☞ Standardisierung von Programmierung und Softwarestruktur
- ☞ Vereinheitlichung von Datenmodellen und Schnittstellen
- ☞ Pilotierung und iterative Weiterentwicklung
- ☞ Rollout und Governance

Der erste Schritt besteht in der systematischen Erfassung der bestehenden Automatisierungslandschaft über alle Werke hinweg. Ziel ist es, Transparenz über eingesetzte Steuerungssysteme, Feldbusse, Engineering-Tools, Softwarestrukturen und Schnittstellen zu schaffen. Dabei werden technologische Cluster identifiziert sowie zentrale Pain Points, etwa Integrationsprobleme oder Wartungsaufwände, herausgearbeitet.

Auf Basis der Ist-Analyse wird eine konsolidierte Zielarchitektur entwickelt. Diese umfasst ein Ebenenmodell von der Feldebene bis zur IT sowie die Definition standardisierter Schnittstellen und Kommunikationsmechanismen. Gleichzeitig werden Freiheitsgrade definiert, um lokale Anforderungen oder technologische Entwicklungen weiterhin berücksichtigen zu können.

Im nächsten Schritt erfolgt die konkrete Standardisierung durch die Entwicklung eines modularen Baukastens. Dieser beinhaltet standardisierte Hardwarelisten, Software-Frameworks, Funktionsbibliotheken sowie Templates für Engineering und Visualisierung. Ziel ist es, eine hohe Wiederverwendbarkeit zu erreichen und Neuentwicklungen zu minimieren.

Ein zentraler Hebel liegt in der Vereinheitlichung der Programmierstandards. Die Orientierung an IEC 61131-3 ermöglicht eine einheitliche Strukturierung von Steuerungssoftware und die Nutzung standardisierter Programmiersprachen. Ergänzend werden Namenskonventionen, Architekturprinzipien und die Trennung von Prozess-, Equipment- und Visualisierungslogik definiert, um eine klare und wartbare Softwarestruktur zu gewährleisten

Besondere Bedeutung kommt der Standardisierung des Datenmanagements zu. Ein einheitliches Objektmodell – beispielsweise orientiert an ISA-95 oder der Asset Administration Shell – bildet die Grundlage für konsistente Datenstrukturen. Ergänzend werden Datenpunktklassen, Namensschemata und Aktualisierungsraten definiert, um eine

durchgängige Nutzung von Produktionsdaten zu ermöglichen.

Die entwickelten Standards werden zunächst in ausgewählten Pilotwerken implementiert. Ziel ist es, praktische Erfahrungen zu sammeln, Schwachstellen zu identifizieren und die Standards iterativ zu verbessern, bevor ein globaler Rollout erfolgt.

Abschließend erfolgt die unternehmensweite Einführung der Standards, begleitet durch Schulungsmaßnahmen, klare Freigabeprozesse und ein strukturiertes Änderungsmanagement. Eine zentrale Governance stellt sicher, dass die definierten Standards langfristig eingehalten und weiterentwickelt werden.

Selbst bei hoher Transparenz bleibt die Optimierung industrieller Energiesysteme komplex, da Maschinenbelegung, Produktionsplanung, Versorgungstechnik, Prozesswärme, Kühlung und externe Faktoren wie Wetter oder Strompreise sich gegenseitig beeinflussen. Eine manuelle Koordination dieser Einflussgrößen ist für KMU kaum zu leisten. KI-basierte Systeme übernehmen hier die Rolle eines kontinuierlichen Analytikers, der Muster erkennt, zukünftige Lastverläufe prognostiziert und Optimierungsempfehlungen oder automatische Steuerungsimpulse bereitstellt. Auf diese Weise werden fundierte operative und strategische Entscheidungen wesentlich verbessert.

### Technologische Kernbereiche der Standardisierung

Die Vereinheitlichung umfasst mehrere technologische Ebenen, die eng miteinander verzahnt sind. Auf der Hardwareebene werden bevorzugte Steuerungsfamilien, Sicherheitskonzepte und Komponenten definiert, wobei Aspekte wie weltweite Verfügbarkeit und Ersatzteilstrategie eine zentrale Rolle spielen. Auf Netzwerkebene erfolgt die Festlegung standardisierter Industrial-Ethernet-Protokolle sowie einer konsistenten Netzarchitektur.

Auf Softwareebene stehen modulare Funktionsbausteine und wiederverwendbare Bibliotheken im Fokus. Einheitliche HMI- und SCADA-Konzepte sorgen für konsistente Bedienoberflächen und erleichtern den standortübergreifenden Betrieb. Gleichzeitig werden standardisierte Schnittstellen zu MES- und IT-Systemen definiert, wobei offene Kommunikationsstandards wie OPC UA eine zentrale Rolle spielen.

### Erweiterte Erfolgsfaktoren und organisatorische Aspekte

Neben den technischen Maßnahmen ist der organisatorische Rahmen entscheidend für den Erfolg der Standardisierung. Die Einführung klar definierter Rollen, insbesondere eines Automatisierungsarchitekten, stellt sicher, dass Standards konsistent entwickelt und umgesetzt werden.

Darüber hinaus ist ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Standardisierung und Flexibilität erforderlich. Zu restriktive Vorgaben können Innovation behindern, während zu große Freiheitsgrade die Standardisierung unterlaufen. Ebenso ist die frühzeitige Einbindung relevanter

Stakeholder – von Engineering über IT bis hin zu Produktion und Instandhaltung – essenziell.

### Lifecycle-Orientierung und DevOps in der Automatisierung

Ein zentraler Erfolgsfaktor moderner Automatisierungssysteme ist die konsequente Betrachtung des gesamten Anlagenlebenszyklus. Produktionsanlagen unterliegen kontinuierlichen Veränderungen durch Produktpassungen, Prozessoptimierungen oder Retrofit-Maßnahmen. Standardisierung muss daher nicht nur die initiale Implementierung, sondern auch den langfristigen Betrieb und die Weiterentwicklung unterstützen.

In diesem Kontext gewinnen DevOps-Prinzipien zunehmend an Bedeutung. Die Einführung von Versionsmanagementsystemen, beispielsweise auf Basis von Git, ermöglicht eine nachvollziehbare und strukturierte Verwaltung von Steuerungssoftware und Konfigurationen. Ergänzend unterstützen CI/CD-Ansätze eine automatisierte

Integration, Testung und Ausrollung von Softwareänderungen über verschiedene Werke hinweg.

Ein standardisiertes Deployment-Konzept stellt sicher, dass Änderungen reproduzierbar und konsistent in unterschiedlichen Produktionsumgebungen implementiert werden können. Dadurch wird nicht nur die Effizienz gesteigert, sondern auch die Qualität und Sicherheit von Änderungen signifikant verbessert.

### Typische Herausforderungen und Risiken

Trotz der klaren Vorteile ist die Umsetzung von Standardisierungsinitiativen mit Herausforderungen verbunden. Dazu zählen insbesondere die Integration von Legacy-Systemen, unterschiedliche lokale Anforderungen sowie organisatorische Widerstände. Häufige Fehler sind eine zu frühe Festlegung auf bestimmte Hersteller, eine rein technische Betrachtung ohne organisatorische Verankerung oder das Fehlen einer nachhaltigen Governance-Struktur.

## ZUSAMMENFASSUNG UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die Standardisierung von Automatisierungssystemen ist ein zentraler Hebel zur Bewältigung der steigenden Komplexität in der Automobilzulieferindustrie. Durch einheitliche Architekturen, standardisierte Programmieransätze und konsistente Datenmodelle können Integrationsaufwände reduziert, Skaleneffekte realisiert und die Grundlage für datengetriebene Optimierungen geschaffen werden.

Zukünftig wird die Bedeutung standardisierter, interoperabler Systeme weiter zunehmen, insbesondere im Kontext von Industrie 4.0, digitalen Zwillingen und KI-basierten Optimierungsansätzen. Unternehmen, die frühzeitig eine durchgängige Standardisierungsstrategie etablieren, schaffen damit die Basis für eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Produktion.

### Handlungsempfehlungen für die AZI:

- 🌀 **Ganzheitliche Standardarchitektur etablieren:** Entwicklung einer unternehmensweiten Zielarchitektur auf Basis etablierter Modelle (z. B. ANSI/ISA-95, RAMI 4.0) inklusive klar definierter Schnittstellen und Kommunikationsstandards wie OPC Unified Architecture.
- 🌀 **Modularen Baukasten aufbauen und Programmierstandards vereinheitlichen:** Einführung standardisierter Hardware, Software-Frameworks, Bibliotheken und Engineering-Templates zur Wiederverwendung. Orientierung an IEC 61131 sowie klare Namenskonventionen und Softwarearchitekturen definieren.
- 🌀 **Programmierung und Datenstrukturen vereinheitlichen:** Einführung einheitlicher Programmierstandards (z. B. IEC 61131), Namenskonventionen sowie konsistenter Datenmodelle für durchgängige Transparenz und Wartbarkeit.
- 🌀 **Offene Kommunikationsstandards nutzen:** Einsatz von OPC Unified Architecture für durchgängigen, sicheren Datenaustausch.
- 🌀 **Strukturierte Umsetzung und Governance sicherstellen:** Durchführung von Pilotprojekten, schrittweiser globaler Rollout sowie Etablierung zentraler Governance- und Schulungsstrukturen zur nachhaltigen Standarddurchsetzung.
- 🌀 **Organisation und Zusammenarbeit stärken:** Rollen wie Automatisierungsarchitekt etablieren, frühzeitige Einbindung aller Stakeholder und ausgewogene Balance zwischen Standardisierung und Flexibilität.
- 🌀 **Lifecycle- und DevOps-Ansatz integrieren:** Berücksichtigung des gesamten Anlagenlebenszyklus sowie Einsatz moderner Methoden wie Versionsmanagement und automatisierte Deployments zur kontinuierlichen Weiterentwicklung.

## QUELLEN:

*International Society of Automation. (2010). ANSI/ISA-95 Enterprise-Control System Integration Standard. Research Triangle Park, NC: ISA.*  
*Plattform Industrie 4.0. (2015). Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0). Berlin: Plattform Industrie 4.0.*  
*OPC Foundation. (2020). OPC Unified Architecture Specification. Scottsdale, AZ: OPC Foundation.*  
*International Electrotechnical Commission. (2013). IEC 61131-3: Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages. Genf: IEC.*  
*MESA International. (2018). Smart Manufacturing and MES – Industry Best Practices. Chandler, AZ: MESA.*  
*Plattform Industrie 4.0. (2020). Asset Administration Shell – Implementation Guideline. Berlin: Plattform Industrie 4.0.*  
*VDI Verein Deutscher Ingenieure. (2019). VDI 5600 – Manufacturing Execution Systems (MES). Düsseldorf: VDI.*  
*Siemens AG. (2022). Industrial Automation Systems – Best Practices Whitepaper. München: Siemens.*

---

## HERAUSGEBER



## GESCHÄFTSSTELLE TRAIBER.NRW

c/o Bergische Universität Wuppertal  
TMDT - Institute for Technologies and Management  
of Digital Transformation

Lise-Meitner-Str. 27, 42119 Wuppertal  
Telefon: 0202 439 1164  
E-Mail: [koordination@traiber.nrw](mailto:koordination@traiber.nrw)  
[www.traiber.nrw](http://www.traiber.nrw)

## INHALTLICHE VERANTWORTUNG

**PROF. DR. DIPL.-ING. CLEMENS FALLER**  
**DIPL.-ING. BRITTA WEIßERT**  
AKIS RUHR - Interdisziplinäres Institut für Angewandte KI und Data Science Ruhr  
Hochschule Bochum, Kettwiger Str. 20, 42579 Heiligenhaus