Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 105 (2014)
Heft: 4

Artikel: Die Kommunikationsbasis für Industrie 4.0
Autor: Kolb, Markus
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856218

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Kommunikationsbasis für Industrie 4.0

Wege zur Reduktion der Komplexitäten

Die Herausforderungen der stetig komplexer werdenden Fertigungsprozesse und anspruchsvolleren Kommunikationsabläufe werden bereits heute auf Basis von gemäss IEC 61131-3 programmierbaren Steuerungen gelöst. Dabei versucht die Automatisierungstechnik die Komplexität mit unterschiedlichen Methoden zu reduzieren.

Markus Kolb

Ein Ansatz zur überschaubaren Gestaltung von funktionalen Einheiten liegt in der Modularisierung und Objektorientierung von Maschinen und Anlagen. Um die zeitliche Komplexität zu senken, wird die Applikation in Produktionstakte unterteilt. In diesem Zusammenhang zeigen aktuelle Steuerungsprogramme, dass ein grosser Teil des Programm-Codes beispielsweise für die Diagnose, eine Störung des Taktes oder die Weiterleitung der Daten an überlagerte Systeme benötigt wird. Die regelungstechnische Steuerung der Anwendung macht also nur einen kleinen Prozentsatz des Programms aus. Somit befindet sich die moderne Automatisierung in einer Sackgasse, da sie den zukünftigen Herausforderungen der Fertigung zum Beispiel im Hinblick auf Flexibilität, Adaptivität oder Vernetzung immer weniger gerecht werden kann.

Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 hat das erkannt und will daher die Automatisierungstechnik mit neuen Verfahren auf der Grundlage der Cyber Physical Systems (CPS) optimieren. Welche Rolle das Kommunikationsprotokoll OPC UA in diesem Umfeld spielen kann, soll hier erläutert werden.

Systemgrenzen müssen verschoben werden

Die heutige Automatisierung, die viele verschiedene Anbieter prägen, ist mittlerweile auf der Stufe von Embedded-Systemen oder mechatronischen Einheiten angekommen. Ein Cyber Physical System (CPS) umfasst diese eingebetteten Systeme oder mechatronischen Einheiten, aber auch Steuerungselemente wie die SPS, zusätzliche interne Logistik-, Koordinations- und Management-Prozesse sowie externe Dienste. Der Mensch und das zu fertigende Produkt sind integraler Bestandteil dieses Systems (Bild 1).

Ein Cyber Physical System will Daten mit den in der Applikation verbauten Sensoren und Aktoren austauschen. Zudem kennt es den aktuellen Status des Prozesses oder der Umgebung, beinhaltet unter Umständen Subsysteme oder soll mit anderen CPS kommunizieren. Das alles sind Funktionen, die eine SPS bereits in Verbindung mit Bedienen- und Beobachten- oder Scada-Lösungen und einer MES-Kopplung erfüllt. Damit bleibt die Steuerung weiterhin zentrales Element des Cyber Physical Systems. Für die neue Sichtweise auf ein CPS als eigenständige Einheit muss also die Systemgrenze verschoben werden. Darüber hinaus sind die Anforderungen der neuen Schnittstellen zu adaptieren.

Anpassungsfähige Schnittstellen als Grundlage

Die Steuerung fungiert weiterhin als Platzhalter für kleinere Einheiten, die kein eigenständiges CPS werden. Hierbei handelt es sich um Einheiten, die als Embedded-System oder mechatronisches Modul konzipiert sind. In einem Cyber Physical System wird die SPS als Steuereinheit des Systems ferner zum Erbringer von Diensten. Diese lassen sich von Menschen oder anderen Systemen – wie einem Energiemanagement-System – abrufen. Zu den Zielen des CPS zählen:

- die bessere Vernetzung mit weiteren Cyber Physical Systems,
- eine einfachere, auch ortsunabhängige Nutzung anderer Dienste, beispielsweise eines Diagnose-Agenten über das Internet,
- der robustere Ablauf der Prozesse bei höherer interner Adaptivität auf veränderte Randbedingungen,
- die Schonung der Ressourcen Energie und Material selbst bei variierender Auslastung.

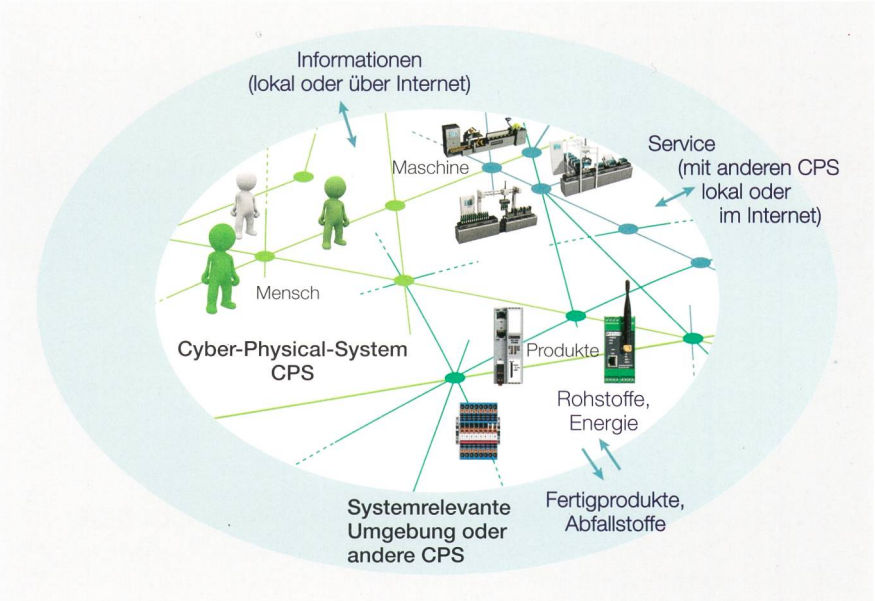


Bild 1 Der interne Aufbau eines CPS mit den zentralen Komponenten Mensch, Maschine und Produkt zeigt seine Komplexität.

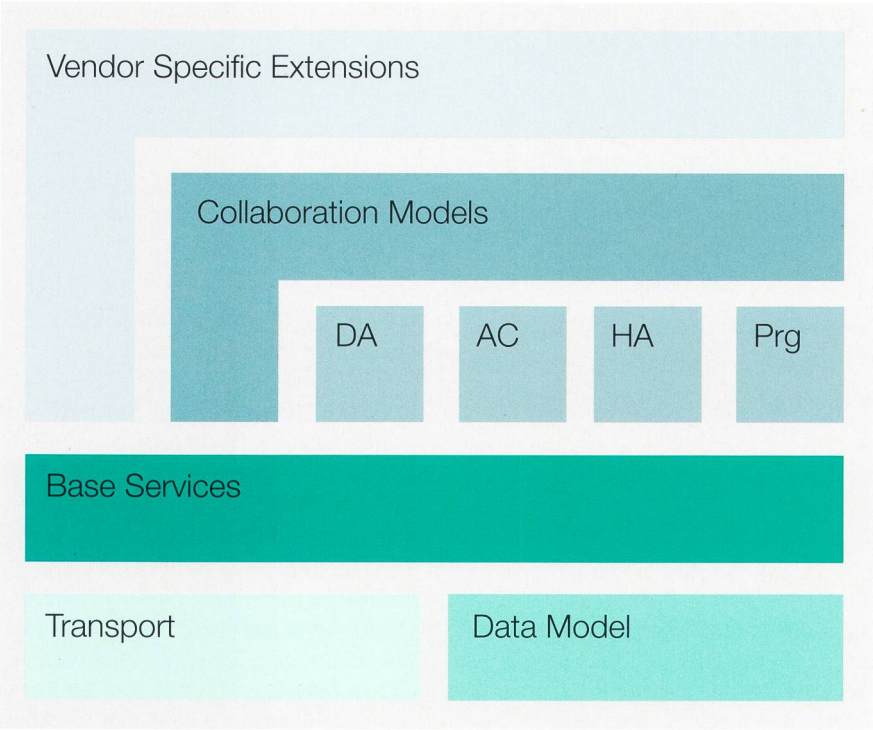


Bild 2 Das PLCopen-Profil von OPC-UA ist ein Vertreter eines auf den Basismechanismen DA, AC, HA, PRG basierten Collaboration-Modells.

Deshalb erfordert ein CPS die intensivere interdisziplinäre Zusammenarbeit der Gewerke Maschinenbau sowie Elektro-, Automatisierungs- und Informationstechnik. Genau das ist die wesentliche Absicht des Konzepts der Industrie 4.0.

Ein Cyber Physical System gründet sich auf anpassungsfähige Schnittstellen zum Zweck interner Erweiterungen sowie der Kommunikation nach aussen. Die Schnittstellen benötigen neben einem zyklischen Datenaustausch azyklische Events, um andere Systeme zu informieren, oder Methoden, sodass Dienste angeboten und abgerufen werden können. Grosse Bedeutung haben zudem Security-Funktionen, da mitunter Daten ortsunabhängig über das Internet weiterzuleiten sind. Die Schnittstellen müssen sich ausserdem kontextabhängig adaptieren lassen, damit das CPS langfristig in der heterogenen Automatisierungslandschaft flexibel erweiterbar bleibt. Hier kommt das Kommunikationsprotokoll OPC-UA ins Spiel

Hintergrund

OPC-UA

OPC Unified Architecture, kurz OPC-UA, ist ein industrielles Kommunikationsprotokoll, welches zwischen zwei Maschinen (M2M) kommunizieren kann. Diese Maschinen können SPS unterschiedlicher Hersteller beinhalten. Als neueste aller OPC-Spezifikationen der OPC Foundation unterscheidet sich OPC UA erheblich von seinen Vorgängern, insbesondere durch die Fähigkeit, Maschinendaten (Prozesswerte, Messwerte, Parameter usw.) nicht nur zu transportieren, sondern auch maschinenlesbar semantisch zu beschreiben.

Neue Möglichkeiten bei hoher Zugriffssicherheit

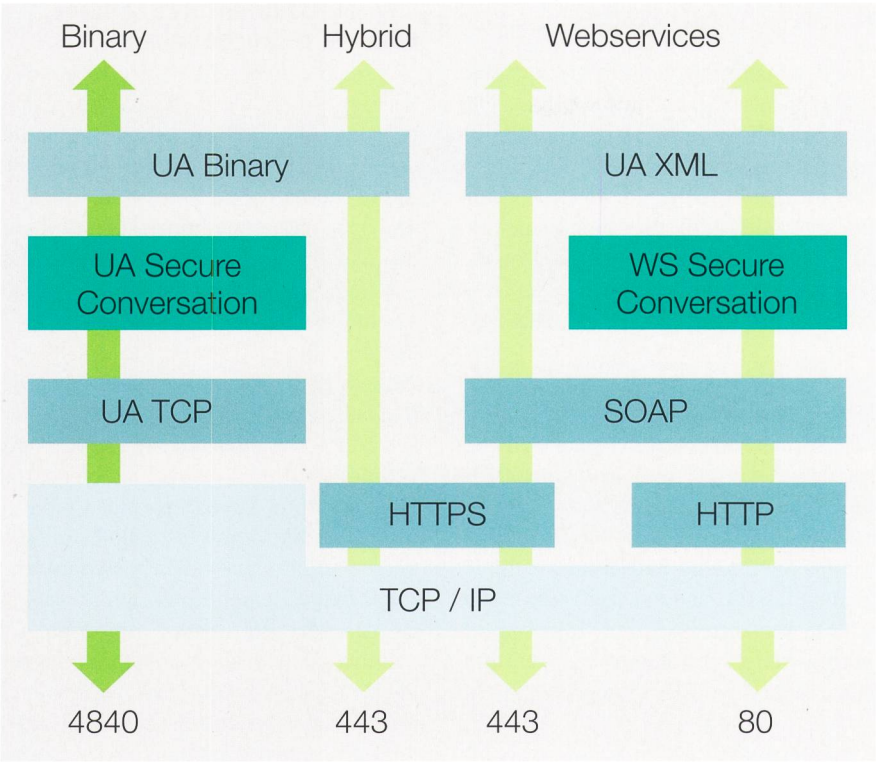
OPC-UA deckt alle wichtigen funktionalen Anforderungen an die Schnittstelle des Cyber Physical Systems ab (Tabelle). Der herstellerübergreifende Standard wird bereits oder zukünftig von sämtlichen Automatisierungsherstellern weltweit unterstützt. Dabei ist er ausserordentlich skalierbar und plattformunabhängig, weshalb OPC-UA sowohl von intelligenten Sensoren – wie RFID-Systemen – mit wenigen Datenpunkten als auch von Leitsystemen mit 100 000 und mehr Datenpunkten verwendet werden kann. Das Adressierungsmodell ist detailliert standardisiert und lässt sich über darauf aufsetzende Profile oder eigene Objekte ausbauen. Als Beispiel eines solchen Profils sei die Abbildung von Steuerungsvariablen über den PLCopen-Standard genannt.

Nach über drei Jahren Spezifikationsarbeit und einem Jahr Prototypimplementierung wurde die erste Version der Unified Architecture im Herbst 2006 verabschiedet. Im Februar 2009 wurde eine überarbeitete Version der Teile 1 bis 5 und 8 sowie die erste Version der Teile 6 und 7 veröffentlicht.

PLCopen für OPC-UA stellt primär die Variablen einer gemäss IEC 61131-3 programmierten Steuerung dar. Alle

Schnittstellenanforderung an ein CPS	OPC-UA Abdeckung	Bewertung
Skalierbarkeit von Produktionseinheiten	100 %	OPC-UA-Implementierung vom Sensor bis hin zum Leitsystem skalierbar möglich.
Adaptivität der Wertschöpfungskette	50 %	Mit Profilen oder dem Browserinterface ist ein UA-Server auch in der Engineering-Wertschöpfungskette gut integriert; die Anpassungsfähigkeit ist in den beteiligten Systemen zu lösen.
Dynamische Rekonfiguration zur Laufzeit	100 %	Über Typdaten oder Browserinterface können sich UA-Client und -Server Informationen austauschen und sich automatisch anpassen.
Heterogenität der Produktionseinheiten (unterschiedliche Versionen und Hersteller)	100 %	Breite Unterstützung von OPC-UA durch Automatisierungshersteller.
Vertikale Vernetzung (durchgängige Werkzeugkette auf ERP- und MES-Ebene)	80 %	Eine MES-Profilentwicklung für OPC-UA ist gestartet; erste Umsetzungen im ERP-Bereich sind freigegeben.
Sichere Datenkopplung über Unternehmensgrenzen hinweg	100 %	Etablierte Standards für Encryption, Integrität, Authentifizierung sind in der OPC-UA-Spezifikation fest verankert.
Horizontale Vernetzung (Interaktion von Produktionseinheiten)	99 %	Client/Server-Strukturen zur horizontalen Vernetzung sind in Vorbereitung.
Interoperabilität der Produktionseinheiten von unterschiedlichen Herstellern	100 %	Es bestehen Profile mit herstellerübergreifenden Abbildungsvorschriften.
Methoden zur Konfiguration und Konsistenzanalyse	50 %	OPC UA bietet auch Methoden-Schnittstellen; die Funktion ist innerhalb des CPS zu erfüllen.
Methoden zur Unterstützung von Verhandlungen wie Mehrzieloptimierung	50 %	OPC UA bietet auch Methoden-Schnittstellen; die Funktion ist innerhalb des CPS zu erfüllen.
Methoden zur Erfassung von Kontext und Situation	80 %	Das ist eine Funktion der Steuerung und der intelligenten Feldgeräte.

OPC-UA deckt die Schnittstellen-Anforderungen eines CPS ab oder stellt Mechanismen für die Lösung der Anforderung zur Verfügung.



Bilder: Phoenix Contact

Bild 3 In allen Kommunikationsverbindungen (Binary, Hybrid mit HTTPS, Webservices) sind Security-Mechanismen fester Bestandteil der Kommunikation.

Steuerungen mit diesem Profil haben somit einen identischen Namensraum, sodass sich mehrere Geräte unterschiedlicher Hersteller auf gleiche Weise in das CPS integrieren lassen. Darüber hinaus enthält OPC-UA syntaktische Informationen zu Strukturen und Bausteinen mit ihren Ein- und Ausgangsvariablen. So können andere Cyber Physical Systems bekannte Informationsstrukturen automatisch im Adressraum suchen und verknüpfen. Die Schnittstelle erweist sich also als flexibel erweiterbar (Bild 2).

Die aktuelle Spezifikation des PLCopen-Profils ist um eine Funktion ergänzt worden, welche die Möglichkeiten der Kommunikation umdreht. Heute wird eine SPS immer über einen OPC-Server abgebildet. Wandert der OPC-UA-Stack nun auf die Steuerung, kann sie über Client-Funktionen aktiv Daten und Nachrichten an andere CPS-Systeme verschicken oder von dort abgreifen. Dazu werden derzeit standardisierte Bausteine definiert, die die Darstellung und Funktion einer solchen Steuerung-zu-Steuerung-Kommunikation regeln. Security-Mechanismen sind ebenfalls im PLCopen-Protokoll über etablierte Mechanismen gelöst. In der binären Implementierung liefern X.509-Zertifikate in Verbindung mit einer User-Authentifizierung die notwendige Sicherheit. Erfolgt der Datenaustausch über Web Services, kommen die Methoden der WS Secure Conversation zur Anwendung. Ferner können Lese- und Schreibrechte bis auf die Gruppenebene für verschiedene Nutzerkreise verwaltet werden. Auf diese Weise stellt OPC-UA selbst in vernetzten Landschaften mit vielen Nutzern und anderen Systemen einen umfassenden Zugriffsschutz sicher (Bild 3).

Fazit

OPC-UA erweist sich als optimale Basis für die Umsetzung der von Industrie 4.0 geforderten Funktionen. Denn das Protokoll ist bereits verfügbar sowie in unzählige Geräte von der Sensorebene bis zu MES- und ERP-Systemen integriert. Zudem wird es von allen Automatisierungsanbietern unterstützt. Dabei deckt OPC-UA auch die interne Kommunikation innerhalb des Cyber Physical Systems ab und fungiert teilweise als Feldbusersatz oder Middleware zwischen den im CPS interagierenden Modulen. Darüber hinaus bietet das Protokoll die Möglichkeit zur Vernetzung in herkömmliche Leitsysteme und andere Cyber Physical Systems (Systems-of-Systems) bis hin zu Cloud-Applikationen. Andere Middleware-Ansätze aus dem IT-Umfeld wie COBRA- oder SOAP-basierende Verfahren gibt es zwar seit längerer Zeit, doch sie haben sich in der Feldebene der Automatisierung nie durchsetzen können. Vor diesem Hintergrund ist das aus diesem Bereich kommende OPC-UA-Protokoll der beste Ansatz für das neue industrielle Zeitalter.

Angaben zum Autor

Markus Kolb ist Leiter Marktsegment Control and Industry Solutions, Phoenix Contact AG.
Phoenix Contact AG, 8317 Tagelswangen
mkolb@phoenixcontact.com

ITG-Fachtagung

Smart Factory – Industrie 4.0

6. Mai 2014, Campussaal Windisch

Nach den historischen Erfolgen der Mechanisierung, Elektrifizierung und Automatisierung in der Industrie bahnt sich nun die 4. industrielle Revolution mit der Integration des Internets an. Fertigungsprozesse sollen wettbewerbsfähiger und flexibler werden. Ist Industrie 4.0 aber wirklich eine Revolution?

Eine Tagung von Asut, Electrosuisse, Swissmem, SwissT.net und VSAS.

Résumé

La base de communication pour l'Industrie 4.0

Des solutions visant à réduire la complexité

Les défis présentés par des processus de fabrication toujours plus complexes et des processus de communication de plus en plus exigeants sont d'ores et déjà résolus grâce à des commandes programmables conformes à la norme CEI 61131-3. Par la même occasion, l'automation tente de réduire la complexité au moyen de différentes méthodes.
L'architecture unifiée OPC (OLE for Process Control) se révèle être la base optimale pour la mise en œuvre des fonctions exigées par l'Industrie 4.0. En effet, le protocole est déjà disponible et intégré dans d'innombrables appareils, du capteur jusqu'aux systèmes MES (Manufacturing Execution System) et ERP (Enterprise Resource Planning). Par ailleurs, il est également pris en charge par l'ensemble des fournisseurs d'automation. L'architecture unifiée OPC couvre également la communication interne au sein du système cyber-physique (CPS) et fait office, en partie, de remplacement du bus de terrain ou d'intergiciel entre les modules qui interagissent dans le CPS. En outre, le protocole offre la possibilité de mettre en réseau les systèmes de gestion conventionnels et d'autres systèmes cyber-physiques (systèmes de systèmes), et ce, jusqu'aux applications de cloud computing. No