



OPC Unified Architecture

Der zukünftige Standard für Kommunikation und Informationsmodellierung in der Automatisierung

Wolfgang Mahnke, Stefan-Helmut Leitner

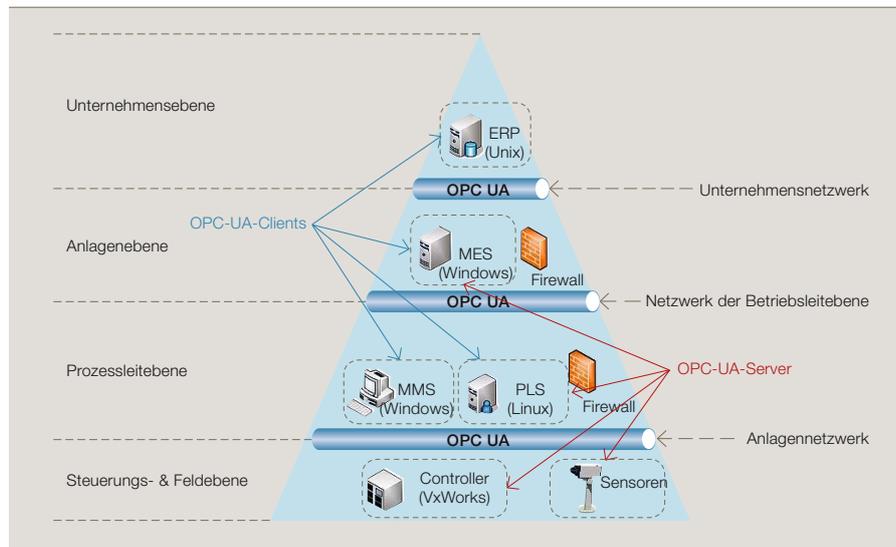
OPC Unified Architecture (OPC UA) ist der neue Standard für Interkonnektivität in der modernen industriellen Automatisierungstechnik. Er zeichnet sich durch umfangreiche Modellierungsmöglichkeiten aus und ersetzt die bestehenden OPC-Spezifikationen. OPC UA stellt ein Interoperabilitätskonzept bereit, das die nächsten 10 Jahre und darüber hinaus Gültigkeit besitzt (und als IEC 62541 veröffentlicht wird).

ABB hat eine bedeutende Rolle bei der Entwicklung von OPC UA gespielt und dafür gesorgt, dass der neue Standard den Bedürfnissen der Prozessautomatisierung entspricht. Im Februar 2009 wurden nach mehrjähriger Arbeit die wichtigsten Teile der Spezifikation veröffentlicht, und das erste ABB-Produkt mit OPC-UA-Unterstützung ist bereits auf dem Markt.

OPC umfasst eine Reihe von Industriestandards für die Interkonnektivität von Systemen und stellt eine einheitliche Schnittstelle für die Kommunikation zwischen verschiedenen Produkten von unterschiedlichen Anbietern bereit **Infobox 1**. Insgesamt gibt es über 22.000 Produkte von über 3.200 Anbietern. Prozessleitsysteme müssen in der Lage sein, mit allen diesen Produkten zu kommunizieren, indem sie auf Daten zugreifen oder den Zugriff auf Daten über eine gemeinsame Kommunikationsplattform ermöglichen. Classic OPC beinhaltet Standardspezifikationen für den Zugriff auf Daten (Data Access, DA), den Zugriff auf historische Daten (Historical Data Access, HDA) sowie für Alarime und Ereignisse (Alarms & Events, A&E). Diese OPC-Spezifikationen sind in der Automatisierungsbranche weltweit anerkannt. Die Tatsache, dass Classic OPC auf der alternden COM/DCOM-Technologie¹⁾ von Microsoft basiert, hat zur Entwicklung neuer Spezifikationen der OPC Foundation unter dem Namen OPC UA (Unified Architecture) geführt. Die Spezifikationen wurden über einen Zeitraum von fünf Jahren in Zusammenarbeit mit über 30 Automatisierungstechnik-Anbietern entwickelt. Das Hauptziel von OPC UA ist die Umstellung von der COM/DCOM-Technologie auf eine moderne Webservice-basierte Technologie bei gleichzeitiger Erhaltung aller Funktionalitäten von Classic OPC.

Durch die Verwendung von Webservice-Technologien wird OPC UA plattformunabhängig und ist somit in Szenarien anwendbar, in denen Classic OPC heute nicht eingesetzt werden kann. OPC UA ist nahtlos integrierbar in Produktionsleitsysteme (MES²⁾) und Warenwirtschaftssysteme (ERP³⁾) und kann nicht nur mithilfe von Java auf Unix/Linux-Systemen, sondern auch auf Controllern und intelligenten Geräten mit speziellen echtzeitfähigen Betriebssystemen laufen. Eine weitere Anforderung an OPC UA war natürlich die Kompatibilität mit früheren OPC-Spezifikationen. So kann OPC UA auch in Windows-basierten Umgebungen verwendet werden, in denen Classic OPC heute bereits eingesetzt wird. Auch die Kompatibilität mit der Microsoft Windows Communication Foundation⁴⁾, die auch eine Kommunikation über Webservices zulässt, ist gegeben **1**.

1 OPC UA kann für Anwendungen innerhalb Automatisierungspyramide verwendet werden.



Infobox 1 OPC

OPC (OLE* for Process Control) wurde 1996 von der Automatisierungsindustrie als Standardspezifikation für die Kommunikation von Echtzeit-Anlagendaten zwischen Steuerungs- und Regelungseinrichtungen von unterschiedlichen Herstellern entwickelt. Zur Pflege des Standards wurde die OPC Foundation gegründet, die seitdem die Einführung einer ganzen Reihe von Standardspezifikationen (z. B. OPC Data Access) überwacht. Laut der OPC Foundation ist OPC UA kein Akronym für „OLE for Process Control“ mehr, sondern steht für „OPen Connectivity Unified Architecture“.

^{*)} OLE (Object Linking and Embedding = Objektverknüpfung und -Einbettung) ermöglicht die visuelle Darstellung von Daten aus anderen Programmen, die vom Hostprogramm selbst normalerweise nicht generiert werden können (z. B. die Einbettung eines Tortendiagramms in ein Textdokument). Die Daten sind so miteinander verknüpft, dass das im Dokument eingebettete Diagramm aktualisiert wird, wenn sich die Daten in der Ursprungsdatei, in der das Tortendiagramm erstellt wurde, ändern.

Infobox 2 Metamodell und Informationsmodelle

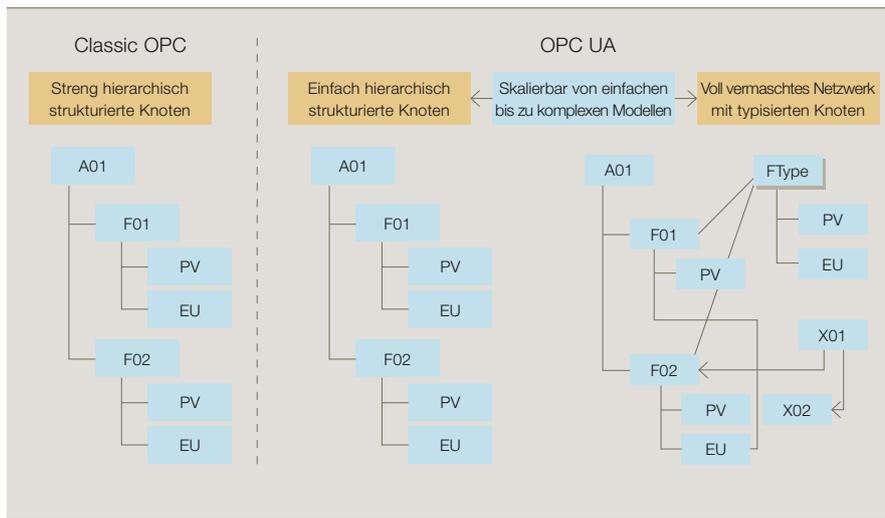
Ein Metamodell ist ein Modell zur Beschreibung anderer Modelle. Das Metamodell einer SQL-Datenbank (Structured Query Language) definiert das Konzept einer Tabelle, das Metamodel einer objektorientierten Programmiersprache die Konzepte einer Klasse mit Objekten und das Metamodel der IEC-61131-3-Sprachen das Konzept von Aufgaben (Tasks), Funktionsbausteinen, Programmen usw. In OPC UA definiert das Metamodell die Konzepte von Objekten, ihrer Typen, Variablen, Datentypen usw. Ein Informationsmodell ist ein Modell auf der Basis eines Metamodells, das eine bestimmte Semantik (Bedeutung) definiert. Im Falle von OPC UA geschieht dies hauptsächlich durch die Definition bestimmter Objekttypen und Variablen, aber auch durch die Definition von spezifischen Objekten und Variablen mit einer bestimmten Semantik (z. B. Zugangspunkte zum Adressraum eines Servers). So kann zum Beispiel auf der Grundlage des OPC-UA-Metamodells durch Angabe bestimmter Typen von Analysatoren ein Informationsmodell für Analysengeräte definiert werden. Ein OPC-UA-Server kann diese Art von Information zur Darstellung der Daten von einem Analysengerät nutzen.

Fußnoten

- ¹⁾ COM (Component Object Model) wurde 1993 von Microsoft eingeführt, um die Kommunikation von Softwarekomponenten zwischen verschiedenen Anwendungen zu ermöglichen. DCOM (Distributed Component Object Model) wurde ebenfalls von Microsoft entwickelt und ermöglicht die Kommunikation von Softwarekomponenten, die in einem Netzwerk verteilt sind.
- ²⁾ MES (Manufacturing Execution Systems) dienen zur Verwaltung und Überwachung von Arbeitsprozessen auf der Fertigungsebene.
- ³⁾ ERP (Enterprise Resource Planning) ist ein unternehmensweites Softwaresystem zur Verwaltung und Koordination aller Ressourcen, Informationen und Funktionen innerhalb des Unternehmens auf der Basis gemeinsamer Datenbanken.
- ⁴⁾ WCF (Windows Communication Foundation) ist eine Programmierplattform zur Erstellung von Anwendungen, die miteinander kommunizieren.

Effizienz und Normen

2 Beispiele für OPC- und OPC-UA-Modelle im Vergleich



Die Aufgabe von OPC UA ist es, die nichtfunktionalen Anforderungen von Classic OPC zu erfüllen und zu verbessern – zum Beispiel durch die Bereitstellung einer für die Automatisierung geeigneten robusten, zuverlässigen und schnellen Kommunikation. Basierend auf den Erfahrungen mit OPC XML-DA⁵⁾ (dem ersten Versuch der OPC Foundation zur Realisierung von XML-basierten Webservices) wurde OPC UA so konzipiert, dass eine binäre Codierung für den schnellen Datenaustausch unterstützt wird. Um eine zuverlässige Kommunikation zu gewährleisten, verfügt OPC UA über integrierte Mechanismen zur Handhabung von Problemen wie verlorene Nachrichten. Außerdem bietet OPC UA eine integrierte Sicherheit (im Sinne von Security), was besonders in Umgebungen, in denen vom Büronetz auf Daten aus dem Fertigungsbereich zugegriffen werden muss, immer wichtiger geworden ist.

OPC UA vereinheitlicht die verschiedenen Spezifikationen von Classic OPC und stellt somit einen einzigen Zugangspunkt zu einem System bereit, das den Zugriff auf aktuelle Daten, Alarme und Ereignisse sowie deren Historie ermöglicht. Im Gegensatz zu Classic OPC bietet OPC UA eine kleine Anzahl generischer Dienste, um auf alle Informationen zuzugreifen.

Während Classic OPC über ein sehr einfaches Metamodell

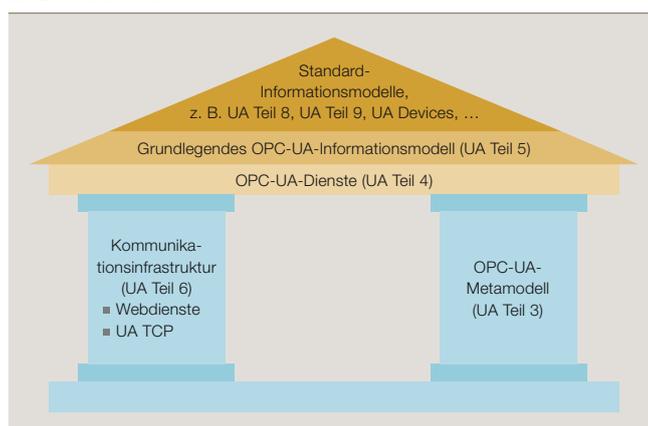
mit Tags in einer einfachen Hierarchie verfügt, bietet OPC UA ein umfangreiches Informationsmodell auf der Basis objektorientierter Verfahren²⁾. Mit OPC UA ist es nicht nur möglich, einen Messwert und seine physikalische Einheit bereitzustellen, sondern auch den speziellen Typ von Temperatursensor zu identifizieren, der für die Messung verwendet wurde. Diese Information ist nützlich in typischen Szenarien von Classic OPC, da die gleichen Grafiken (d. h. Softwarekomponente und Konfiguration), die auf einer Bedienstation angezeigt werden, für jedes Gerät des gleichen Typs innerhalb des Systems verwendet werden können. Darüber hinaus kann diese Information auch in einem breiteren Anwendungskontext, z. B. für MES und ERP-Systeme, zur Integration von Daten genutzt werden, ohne dass Tag-Listen ausgetauscht werden müssen, die die Semantik der Tags enthalten. OPC UA bietet

die Flexibilität zur Definition und Nutzung umfangreicher Informationsmodelle ohne ihre Verwendung zu fordern. So kann ein OPC-UA-Server ein einfaches Informationsmodell verwenden, wie es zum Beispiel bei heutigen OPC-DA-Servern der Fall ist. Gleichzeitig ist er aber auch in der Lage, viel mehr Informationen bereitzustellen.

Ein großer Vorteil von OPC UA gegenüber Classic OPC ist, dass OPC UA die Möglichkeit zur Informationsmodellierung und somit viele weitere Einsatzmöglichkeiten bietet. OPC UA definiert eine einfache Reihe von Basistypen, die durch Informationsmodelle (entweder anwendungs- und anbieterspezifische Modelle oder standardisierte Modelle) erweitert werden können. OPC UA legt also fest, wie die Daten ausgetauscht werden, während in Standard-Informationsmodellen festgelegt wird, welche Informationen ausgetauscht werden.

Das starke Interesse an der Informationsmodellierung hat bereits zur Standardisierung von Informationsmodellen auf der Basis von OPC UA geführt. So könnte für gängige Feldgeräte mithilfe eines standardisierten Informationsmodells eine echte anbieterübergreifende „Plug-and-Play-Interoperabilität“ realisiert werden [1]. Dieses Informationsmodell wurde ursprünglich im Rahmen der FDI-Initiative (Field Device Integration) definiert und ist mittlerweile durch die ADI-Gruppe (Analyzer Device Integration) durch die Definition bestimmter Analysengeräte verfeinert worden [2]. Eine im Oktober 2008 von der PLCopen⁶⁾ in Leben gerufene Arbeitsgruppe befasst sich zudem mit einem OPC-UA-Informationsmodell für IEC 61131-3-Sprachen. Die Verwendung von Standard-Informationsmodellen ermöglicht ein nie da gewesenes Maß an

3 Die Säulen von OPC UA



Fußnoten

- ⁵⁾ OPC XML-DA basiert auf dem bestehenden OPC-DA-Standard und ermöglicht die Interoperabilität zwischen Produkten verschiedener Anbieter und die Konnektivität mit der Fertigungsebene über das Internet.
- ⁶⁾ PLCopen ist eine weltweite anbieter- und produktunabhängige Vereinigung, die sich mit der Standardisierung auf dem Gebiet der Steuerungsprogrammierung befasst, um die Anwendung internationaler Normen auf diesem Gebiet voranzutreiben.

Interoperabilität, da sie nicht nur einen interoperablen Datenaustausch ermöglichen, sondern die Modelle selbst auch interoperabel sind. Dies kann langfristig zur einer drastischen Senkung der Engineering-Kosten bei der Integration von Systemen mit Produkten unterschiedlicher Anbieter beitragen.

OPC UA skaliert sehr gut in mehrere Richtungen. So können OPC-UA-Anwendungen auf eingebetteten Systemen mit äußerst begrenzten Hardwareressourcen ebenso laufen wie auf sehr leistungsfähigen Maschinen wie Großrechnern. Server, die in solch unterschiedlichen Umgebungen laufen, werden kaum die dieselben Informationen bereitstellen. So wird der Server eines eingebetteten Systems kaum eine umfangreiche Historie der Daten bereithalten und nur wenige Clients unterstützen, während andere Server vielleicht Datenhistorien von mehreren Jahren vorhalten und Tausende von Clients unterstützen. Die Informationsmodellierung von OPC UA ist ebenfalls skalierbar. So kann ein Server von einem einfachen Modell ähnlich wie bei Classic OPC bis hin zu hochkomplexen Modellen für hochkomplexe Metadaten alles bereitstellen. Ein Client kann diese zusätzlichen Informationen einfach ignorieren und

eine einfache Darstellung der Daten anbieten oder die vom Server bereitgestellten Metadaten nutzen.

OPC UA definiert zwei wichtige Säulen der Interoperabilität: die Kommunikationsinfrastruktur und das OPC-UA-Metamodell [8]. Die Kommunikationsinfrastruktur definiert, wie Informationen ausgetauscht werden, während das Metamodell bestimmt, welche Informationen ausgetauscht werden.

Unabhängig von der Kommunikationsinfrastruktur definiert OPC UA eine Reihe von abstrakten Diensten [3], die auf unterschiedlichen Kommunikationsinfrastrukturen laufen können und das Metamodell [4] als Grundlage für die Definition entsprechender Parameter für die Dienste nutzen. Das grundlegende OPC-UA-Informationsmodell [5] stellt Grundtypen und Zugangspunkte für den Adressraum des Servers bereit. Auf diesem grundlegenden Informationsmodell können anbieterspezifische oder Standard-Informationsmodelle aufgebaut werden. In OPC UA sind bereits mehrere Standard-Informationsmodelle für den Datenzugriff [6], Alarme und Zustände [7], Programme [8], historische Daten [9] und Aggregatfunktionen [10] definiert. Darüber hinaus bietet OPC UA

Mechanismen zur Unterstützung mehrerer Informationsmodelle auf einem Server. Daten zu den Informationsmodellen können von den Diensten gelesen werden, sodass Clients, die nur die Dienste kennen, auf alle Informationen zugreifen können. Natürlich können Clients, denen bestimmte Informationsmodelle bekannt sind, mithilfe dieses Wissens optimiert werden.

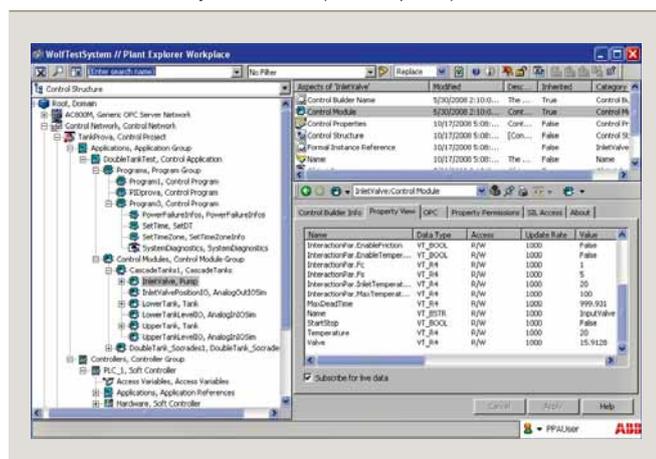
OPC UA ist nicht direkt kompatibel mit Classic OPC, da eine andere Technologie für die Datenkommunikation verwendet wird. Um eine Kompatibilität zu gewährleisten, bietet die OPC Foundation nicht nur die entsprechende Softwareinfrastruktur für die OPC-UA-Kommunikation (Kommunikationsstacks⁷⁾ in ANSI C⁸⁾, .NET⁹⁾ und Java), sondern auch Wrapper und Proxies, die entweder OPC-UA-Clients den Zugang zu bestehenden Servern ermöglichen oder einen Proxy-Server¹⁰⁾ bereitstellen, um Classic-OPC-Clients den Zugriff auf OPC-UA-Server zu gewähren.

OPC UA bei ABB

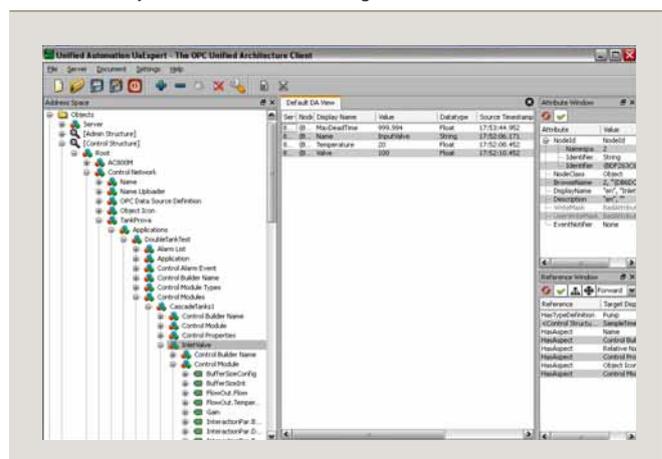
ABB war maßgeblich an der Entwicklung von OPC UA beteiligt. Mehrere ABB-Mitarbeiter gehörten der OPC-UA-Arbeitsgruppe der OPC Foundation an, und drei der acht veröffentlichten Spe-

4 Typische Screenshots des System 800xA

a Native Sicht auf System 800xA (Plant Explorer)



b Sicht auf System 800xA über einen generischen OPC-UA-Client



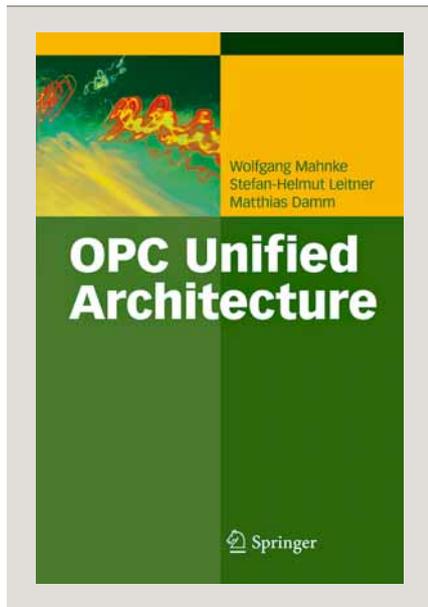
Fußnoten

- ⁷⁾ Ein Kommunikationsstack ist die Software, die ein Kommunikationsprotokoll in einem Computernetzwerk implementiert.
- ⁸⁾ ANSI C ist die Standard-Programmiersprache des American National Standards Institute. Durch die Schaffung eines Standards für Softwareentwickler, die in C programmieren, ist der Code portabel (d. h. er lässt sich mit geringem Aufwand an eine neue Umgebung anpassen).
- ⁹⁾ Microsoft .NET ist ein Software-Framework, das für mehrere Microsoft Windows-Betriebssysteme verfügbar ist und zur Nutzung durch die meisten neuen, für die Windows-Plattform erstellten Anwendungen vorgesehen ist.
- ¹⁰⁾ Ein Proxy-Server fungiert als Vermittler für Anfragen von Clients, die auf die Ressourcen anderer Server zugreifen möchten.
- ¹¹⁾ Alle Mitarbeiter des ABB-Konzerns, die sich für Schulungen oder den Zugang zum Sharepoint-Server interessieren, können sich an die Autoren dieses Artikels wenden.

Effizienz und Normen

zifikationen (für das Adressraummodell, das Informationsmodell und das Sicherheitsmodell) wurden von ABB-Mitgliedern bearbeitet. Mit ihrem umfassenden Softwarearchitekturwissen und umfangreichen Verbindungen zu Experten haben sie maßgeblich zu den Entscheidungen im Hinblick auf das erforderliche Design und die Technologie zur Entwicklung eines sicheren, zuverlässigen und leistungsstarken OPC-UA-Standards beigetragen. Besonders wichtig für ABB war es, dass das Konzept zur Informationsmodellierung von OPC UA zum etablierten und leistungsstarken Aspect-Object-Modell des Extended Automation System 800xA von ABB passt. Dazu lieferte ABB Corporate

5 Eine Einführung und einen detaillierteren Einblick in die Materie bietet dieses Buch der Autoren.



Research entsprechende Mapping-Konzepte für die Integration von OPC-UA-Servern von Drittanbietern in System 800xA, wobei System 800xA als OPC-UA-Client fungiert, und zur Integration von System 800xA als OPC-UA-Server in Drittanbieter-Clients 4. Eine Prototypimplementierung hat gezeigt, dass die Konzepte von OPC UA problemlos auf System 800xA anwendbar sind.

ABB unterstützt OPC UA nach Kräften und hat entsprechende Ressourcen für Schulungen und Präsentationen zur Einführung der OPC-UA-Konzepte innerhalb des Konzerns bereitgestellt. Ein C++-basiertes OPC-UA-Softwareentwicklungssystem (Software Development Kit, SDK) eines Drittanbieters steht ebenfalls zur Verfügung. Über einen Sharepoint-Server werden aktuelle Mitteilungen und SDK-Updates bereitgestellt, um die OPC-UA-Gemeinschaft bei ABB weltweit auf dem Laufenden zu halten¹¹⁾.

ABB war auch am Early-Adopter-Programm der OPC-Foundation beteiligt und hat bei der Entwicklung eines ANSI C-basierten OPC-UA-Stacks, insbesondere bei der Entwicklung des Security-Moduls und bei Code-Reviews, mitgewirkt. Das portable Design des Stacks bot ABB die Möglichkeit, einen Port zu VxWorks zu entwickeln, einem beliebten Echtzeit-Betriebssystem, das auf vielen ABB-Controllern wie dem AC800M und der Robotersteuerung IRC5 läuft. Darüber hinaus bietet die OPC Foundation den Stack mit Ports für Linux- und Windows-Betriebssysteme an.

Nachdem die Entwicklung der Spezifikation abgeschlossen war, nahm ABB an mehreren von der OPC Foundation organisierten Interoperabilitäts-Workshops teil, um die Interoperabilität der OPC-UA-Anwendungen von ABB mit Implementierungen von Drittanbietern wie ICONICS, Siemens, Beckhoff, Kepware und OSISoft sicherzustellen.

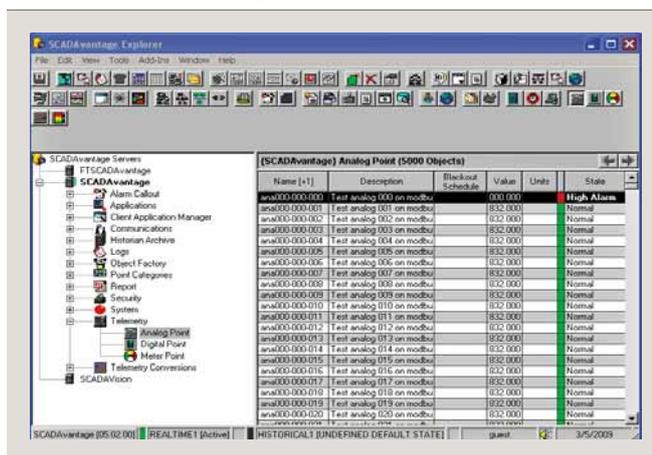
Ferner war ABB an der Entwicklung von Standard-Informationsmodellen auf der Basis von OPC UA für Feldgeräte (FDI) und Analysengeräte (ADI) beteiligt. Darüber hinaus ist ABB Mitglied der PLCopen-Arbeitsgruppe zur Definition eines OPC-UA-basierten Informationsmodells für IEC 61131-3-Sprachen.

Interne Präsentationen und Schulungen sowie die Teilnahme an mehreren Konferenzen für OPC-UA-Entwickler unterstreichen die führende Rolle von ABB bei der Entwicklung von OPC UA und die Position des Unternehmens als Technologieführer. Aus der Idee heraus, eine leicht verständliche Einführung in das Konzept von OPC UA, verbunden mit einem detaillierteren Einblick in die Materie, bereitzustellen, ist auch das erste Buch über OPC UA entstanden, das ebenfalls von ABB-Mitarbeitern verfasst wurde [11] 5.

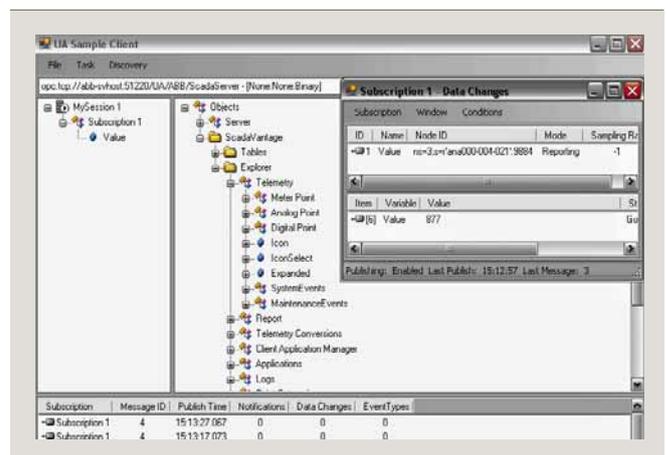
OPC-UA-Produkte

Zurzeit ist ABB dabei, die Anwendung von OPC UA auf bestimmte ABB-Produkte zu evaluieren. Andere Anwendungen wurden bereits evaluiert, und entsprechende OPC-UA-kompatible Produkte werden zurzeit realisiert. Dazu gehören SCADA Vantage™, das 2010

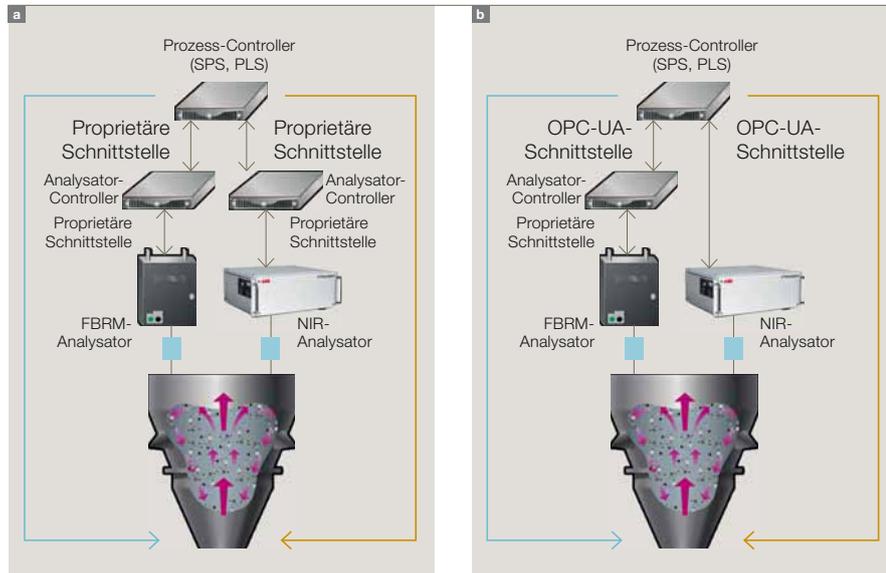
6 Der native SCADA Vantage Explorer



7 SCADA Vantage in der OPC-UA-Ansicht



8 Integration von Analysengeräten in xPAT über eine proprietäre, von einem Controller bereitgestellte Schnittstelle für jedes Gerät a) oder durch Verwendung von OPC UA für alle OPC-UA-kompatiblen Geräte b).



verfügbar sein soll, und die Prozessanalysetechnik PAT 2.0, die als erstes ABB-Produkt mit OPC-UA-Unterstützung bereits auf dem Markt ist.

SCADA Vorteile

ABB Industrial^{IT} SCADA Vantage ist ein SCADA-System (Supervisory Control and Data Acquisition), das bevorzugt in der Öl- und Gasindustrie zum Einsatz kommt [6]. Zu den bereitgestellten Informationen gehören Instanzen und Typen, aktuelle Daten, Alarme und Ereignisse sowie Historien. Die gleichen Informationen können nativ über einen OPC-UA-Server bereitgestellt werden [7]. Somit werden die SCADA-Vantagedaten auf eine standardisierte Weise bereitgestellt und können von Drittanbieterprodukten verwendet oder in andere ABB-Produkte integriert werden,

die über einen OPC-UA-Client verfügen. Die Einführung von SCADA Vantage mit einem OPC-UA-Server ist für 2010 vorgesehen. Spätere Versionen werden zusätzlich über einen OPC-UA-Client verfügen, um die Integration von OPC-UA-Servern in SCADA Vantage zu ermöglichen.

Prozessanalysetechnik

Die Industrial^{IT} eXtended PAT-Software (xPAT) von ABB unterstützt die Integration von analytischen Messungen in den Fertigungsprozess und wurde im Jahr 2007 eingeführt. Seit dem ersten Quartal 2009 ist ein umfangreiches Upgrade mit OPC-UA-Unterstützung verfügbar, das mithilfe von OPC UA eine standardisierte Konnektivität für Prozessanalysetechnik bereitstellt. Dank seiner hervorragenden Integrationsfähigkeit und

Funktionalität unterstützt xPAT Kunden in der Life-Science-Industrie bei der Sicherung einer hohen Qualität über den gesamten pharmazeutischen Produktlebenszyklus von der Wirkstofffindung über die Medikamentenentwicklung bis hin zur Produktion.

ABB xPAT nutzt OPC UA bei der Integration von Analysengeräten [8]. Der OPC-UA-Server kann entweder auf einem Analysator-Controller oder direkt auf dem Analysengerät gehostet werden, sodass keine zusätzliche Hardware erforderlich ist. Mithilfe des ADI-Informationsmodells lässt sich nicht nur die Art und Weise, wie Daten kommuniziert werden, standardisieren, sondern auch, welche Daten ausgetauscht werden.

Andere Anbieter

Andere Anbieter haben ihre ersten Produkte bereits vor der Veröffentlichung der Spezifikation auf den Markt gebracht. Dazu gehören das HMI/SCADA-System GENESIS 64 von ICONICS, das OPC UA auch für die interne Kommunikation verwendet, TwinCat von Beckhoff und KEPServerEx von Kepware, die beide auf Controllern laufen, sowie SIMATIC NET von Siemens. Eine Vielzahl weiterer Anbieter hat die Einführung ihrer ersten OPC-UA-Produkte für 2009 angekündigt, darunter Emerson, Honeywell, Wonderware und Yokogawa.

Aussichten

OPC UA ist bereit, Classic OPC mit fortschrittlicher, leistungsstarker Technologie zu ersetzen, die sicher und zuverlässig ist und durch die Verwendung von Standard-Informationsmodellen ein nie da gewesenes Maß an Interoperabilität in der Automatisierungstechnik ermöglicht. Gleichzeitig sorgen die von der OPC Foundation zur Verfügung gestellten Wrapper und Proxies dafür, dass bestehende OPC-Produkte in OPC-UA-Umgebungen genutzt werden können.

Literaturhinweise

- [1] OPC Foundation: „Devices“, Draft Version 0.75, Dez. 2008
- [2] OPC Foundation: „Analyzer Devices“, Draft Version 0.30.00, Dez. 2008
- [3] OPC Foundation: „UA Spec. Part 4 – Services“, Version 1.01, Feb. 2009
- [4] OPC Foundation: „UA Spec. Part 3 – Address Space Model“, Version 1.01, Feb. 2009
- [5] OPC Foundation: „UA Spec. Part 5 – Information Model“, Version 1.01, Feb. 2009
- [6] OPC Foundation: „UA Spec. Part 8 – Data Access“, Version 1.01, Feb. 2009
- [7] OPC Foundation: „UA Spec. Part 9 – Alarms and Conditions“, Draft Version 0.93q, Nov. 2007
- [8] OPC Foundation: „UA Spec. Part 10 – Programs“, Version 1.00, Jan. 2007
- [9] OPC Foundation: „UA Spec. Part 11 – Historical Access“, Version 1.00, Jan. 2007
- [10] OPC Foundation: „UA Spec. Part 13 – Aggregates“, RC Version 1.0, Jul. 2008
- [11] Mahnke, W., Leitner, S.-H., Damm, M. (2009): „OPC Unified Architecture“, Springer Verlag

Weiterführende Literatur

- OPC Foundation: „UA Spec. Part 6 – Concepts“, Version 1.00, Feb. 2009
 OPC Foundation: „UA Spec. Part 7 – Profiles“, Version 1.00 Feb. 2009

Wolfgang Mahnke

Stefan-Helmut Leitner

ABB Corporate Research
 Ladenburg, Deutschland
 wolfgang.mahnke@de.abb.com
 stefan.leitner@de.abb.com