



### OPC UA FX auf Embedded Systemen

Integration von OPC UA FX und TSN  
Technologien in ressourcenbeschränkte Embedded Systeme

#### Hintergrund

Die zunehmende Vernetzung industrieller Anlagen stellt Hersteller von Feldgeräten vor neue Herausforderungen. Neben klassischer Prozesskommunikation gewinnen neue Anwendungsfälle wie durchgängige Datenverfügbarkeit, vertikale Integration bis in die IT-Ebene und flexible Produktionskonzepte zunehmend an Bedeutung. Gleichzeitig verschärfen regulatorische Vorgaben wie der Cyber Resilience Act (CRA) die Anforderungen an die Sicherheit vernetzter Geräte. Hersteller müssen Sicherheitsmechanismen bereits auf Geräteebene umsetzen und über den gesamten Lebenszyklus hinweg gewährleisten. Gefordert werden daher standardisierte, interoperable und zugleich echtzeitfähige Kommunikationsmechanismen mit integrierten Sicherheitsfunktionen. Technologien wie Time-Sensitive Networking (TSN) ermöglichen deterministische Kommunikation in Ethernet-Netzwerken, stellen jedoch zusätzliche Anforderungen an Infrastruktur und Geräteimplementierung. OPC UA hat sich oberhalb der Feldebene als etablierter Standard für die durchgängige industrielle Kommunikation bewährt. Die Technologie bietet Plattformunabhängigkeit, integrierte Sicherheitsmechanismen und leistungsfähige Informationsmodellierung zur semantischen Beschreibung komplexer Systeme.

#### Aufgabenstellung

Die Möglichkeiten von OPC UA FX sowie die unterschiedlichen Ausprägungen von TSN erhöhen für Gerätehersteller die Komplexität bei der Auswahl geeigneter Hard- und Softwarekomponenten. Gleichzeitig fehlen aufgrund der noch jungen OPC UA FX und TSN Technologie häufig belastbare Referenzen und praktische Implementierungserfahrungen, insbesondere für ressourcenbeschränkte Embedded Systeme. Ziel der Zusammenarbeit zwischen Unified Automation und Steinbeis EST ist daher die Entwicklung und Evaluation von Referenzimplementierungen für OPC UA FX und TSN auf unterschiedlichen Embedded Plattformen. Auf dieser Basis entstehen konkrete Integrationsstrategien und fundierte Entscheidungsgrundlagen für Gerätehersteller. Im Fokus steht nicht die isolierte Umsetzung einzelner Funktionen, sondern das Zusammenspiel und die Verifikation aller relevanten Systemkomponenten unter realen Randbedingungen – von Kommunikation und Security bis hin zu Echtzeitverhalten und Ressourcenbedarf.

Mit OPC UA FX wird dieser Standard gezielt in Richtung Feldebene erweitert, um dort eine deterministische und herstellerübergreifende Kommunikation zwischen Geräten zu ermöglichen. Die Umsetzung von OPC UA FX auf ressourcenbeschränkten Embedded Systemen stellt jedoch besondere technische Anforderungen. Begrenzte CPU-Leistung, eingeschränkter Speicher und Echtzeitanforderungen müssen mit modernen Kommunikationsstacks, Security-Mechanismen und umfangreichen Datenmodellen in Einklang gebracht werden. Insbesondere die Auswahl geeigneter Hardware, Betriebssysteme und Netzwerkkomponenten ist entscheidend für den möglichen Funktionsumfang, die erreichbare Performance und die zukünftige Erweiterbarkeit. Um diese Herausforderungen praxisnah zu adressieren, bündeln Unified Automation und die Steinbeis Embedded Systems Technologies GmbH (Steinbeis EST) ihre Kompetenzen. Während Unified Automation leistungsfähige OPC UA SDK/Toolkits und Werkzeuge bereitstellt, bringt Steinbeis EST umfassendes Know-how in der Entwicklung hardwarenaher Software und Embedded Systeme ein. Gemeinsam unterstützen beide Partner Gerätehersteller bei der effizienten Umsetzung von OPC UA FX und TSN in industriellen Embedded Systemen.

#### Lösung

Unified Automation stellt mit dem High Performance SDK (UA HP SDK) eine leistungsfähige Implementierung von OPC UA FX bereit. Steinbeis EST unterstützt als Engineering-Partner die Integration dieses SDKs und der erforderlichen TSN-Funktionen in verschiedene Embedded Plattformen. In enger Zusammenarbeit werden Referenzimplementierungen aufgebaut und evaluiert. Diese ermöglichen Geräteherstellern effiziente und praxisnahe Lösungsansätze für die Umsetzung von OPC UA FX. Schwerpunkte dabei sind die Portierung des UA HP SDKs auf spezifische Embedded Betriebssysteme, die Integration TSN-fähiger Netzwerkstacks sowie die Umsetzung von Sicherheitsmechanismen. Dies geschieht unter Verwendung vorhandener Hardwarefunktionen und unter Berücksichtigung von spezifischen Timing-Anforderungen. Zusätzlich werden im Rahmen der Referenzimplementierungen OPC UA Informationsmodelle gezielt für ressourcenbeschränkte Systeme optimiert und zentrale Systemkomponenten wie Netzwerkschnittstellen und interne Zeitbasen in Informationsmodelle überführt.

## Ergebnis und Kundennutzung

Die gemeinsam entwickelten Referenzimplementierungen bieten Geräteherstellern eine belastbare Grundlage für die Einführung von OPC UA FX in eigene Produkte. Die regelmäßige Teilnahme von Unified Automation und Steinbeis EST an technischen Arbeitsgruppen der OPC UA FLC Initiative stellt zudem sicher, dass die Referenzimplementierungen frühzeitig an neue Spezifikati-

onsinhalte angepasst werden können. Im Rahmen von Interoperability Workshops (IOPs) mit anderen Herstellern werden diese Inhalte regelmäßig getestet und verifiziert. Die Referenzimplementierungen demonstrieren, wie sich OPC UA FX mit deterministischer Kommunikation über TSN in ressourcenbeschränkten Embedded Systemen umsetzen lässt und welche Randbedin-

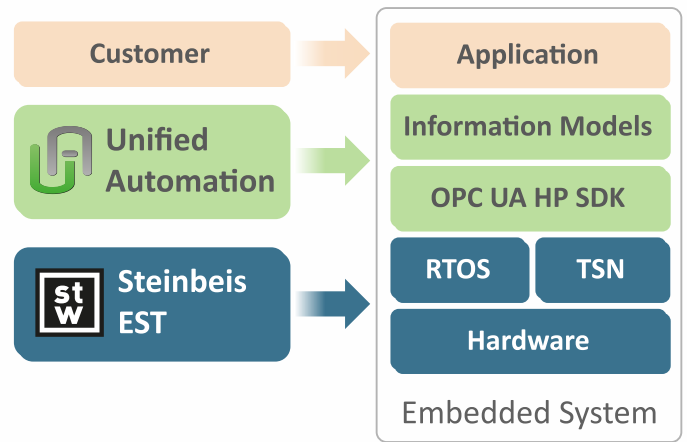
gungen hierbei für einen stabilen und performanten Betrieb eingehalten sein müssen. Dabei werden zentrale Anforderungen wie PubSub-Kommunikation, präzise Zeitsynchronisation, Netzwerkin-tegration und Security unter

realen Randbedingungen verifiziert. Hersteller profitieren so von reduzierten Integrationsrisiken, verkürzten Entwicklungszeiten und höherer Planungssicherheit bei neuen OPC UA FX basierten Gerätegenerationen.

## Eingesetzte Produkte

Für die Umsetzung der OPC UA FX Funktionalität setzt Steinbeis EST auf das OPC UA High Performance SDK (HP SDK) von Unified Automation. Das HP SDK ist speziell für anspruchsvolle industrielle Anwendungen ausgelegt und eignet sich besonders für den Einsatz in Embedded Systemen mit hohen Anforderungen an Performance, Skalierbar-

keit und Effizienz. Durch seine Architektur ermöglicht das HP SDK eine performante und zugleich ressourcenschonende Implementierung von OPC UA Server-, Client- und PubSub-Funktionen. Gerade in Szenarien mit begrenzten Systemressourcen und hohen Echtzeitanforderungen bietet es entscheidende Vorteile für die Umsetzung



von OPC UA FX auf Feldgeräten und Embedded Plattformen. Ergänzend wird der UaModeler eingesetzt, um die benötigten OPC UA Informationsmodelle zu erstellen

und zur Optimierung aller ungenutzten OPC UA Knoten aus dem Gerätemodell zu entfernen.

## Über Steinbeis

Die Steinbeis Embedded Systems Technologies GmbH ist auf die Entwicklung von Embedded Systemen für industrielle Anwendungen spezialisiert. Der Schwerpunkt liegt auf hardwarenaher Softwareentwicklung sowie der Integration industrieller Kommunikationsschnittstellen.

„Nichts spart einem Entwickler mehr Zeit als gute Beispiele und ein Partner, der den Einstieg in komplexe Technologien erleichtert und es ihm ermöglicht, sich auf seine Kernkompetenz zu konzentrieren“, sagt Thomas Dorn, Systemarchitekt der Steinbeis EST GmbH.

Ergänzend entwickelt und fertigt Steinbeis EST eigene Elektroniklösungen – von der Schaltungsentwicklung über Layout und Prototypen bis zu Kleinserien. Das Unternehmen begleitet Kunden von der Konzeption über die Implementierung bis zur Fertigung und realisiert robuste, skalierbare Systemlösungen aus Hard- und Software. Im Bereich OPC UA arbeitet Steinbeis EST als Engineering-Partner eng mit Unified Automation zusammen, um leistungsfähige und zukunfts-sichere Lösungen für Embedded Systeme effizient umzusetzen

## Über Unified Automation

Als führender Anbieter von OPC-UA-Software vertreibt Unified Automation UA-fähige Produkte, Cross-Plattform-Toolkits und Entwicklerframeworks in unterschiedlichen Programmiersprachen (ANSI C, C++, Java und C# .NET) sowie für verschiedene Plattformen (Windows, Linux, Vx-Works, QNX, RTOS, und viele Embedded-Betriebssysteme). Der Zielmarkt der OPC UA Produkte reicht von Herstel-

lern eingebetteter Geräte bis hin zu Entwicklern von Unternehmensanwendungen. Unified Automation sieht sich als Technologieanbieter im Bereich OPC-basierter Kommunikation. Die Software Development Kits (SDKs) werden weltweit als Basis für OPC UA Produkte von nahezu allen großen und vielen kleinen Automatisierungsherstellern eingesetzt.