

**Bild 1:** Größenvergleich des Profinet PoE-Moduls mit einer 5-Cent-Münze

## Profinet und Power-over-Ethernet: Einfache Vernetzung dezentraler Sensorik

Die Evolution der industriellen Kommunikation ausgehend von paralleler Verkabelung und serieller Feldbus-Kommunikation hin zu industriellen Kommunikationsnetzen auf Basis von Echtzeit-Ethernet hat der Automatisierungstechnik die Möglichkeit für intelligente Systeme gegeben. Maschinen und Anlagen lassen sich schneller, effizienter und mit mehr Funktionalität betreiben. Die Komplexität für die Implementierung der Automatisierungskomponenten ist ebenfalls gestiegen und erfordert meist aufwendige Geräteentwicklungen.

Am Beispiel der Einführung IT-basierter Kommunikation auf Basis von Ethernet in die Automatisierungstechnik ist dieser Konflikt anschaulich darstellbar: Ethernet ist entwickelt worden, um Rechner und Server miteinander zu vernetzen, in der Automatisierungstechnik hingegen müssen einfache, eingebettete Systeme in Echtzeit kommunizieren. Dafür sind Technologien zur Integration der Kommunikationsschnittstellen in einfache Geräte notwendig. Im Zuge der weiteren Evolution der industriellen Automation hin zur Fabrik der Zukunft (Industrie 4.0) werden Sensoren und Aktoren intelligent agierende, vernetzte Systeme, sogenannte Cyber Physical Systems (CPS) und sollen

für intelligente Automation sorgen. Diese Weiterentwicklung wird die Forderung nach entsprechenden Lösungen weiter intensivieren. Mit Profinet ist ein geeignetes Kommunikationsprotokoll verfügbar, mit dem die Anforderungen an die Kommunikation in der Fabrik der Zukunft bedient werden können. Es ist als Industrial Ethernet-Protokoll im Standard IEC61158 genormt und erweitert den Ethernet-Standard mit Mechanismen, die für industrielle Kommunikation notwendig sind. Dies sind Synchronität, kleine Zykluszeiten, Determinismus und Verfügbarkeit. Weiter ermöglicht Profinet den parallelen Betrieb von IT-Diensten, z.B. Webservices oder Audio- und Video-Streaming-Anwendungen.

## Miniaturisiertes Sensordesign

Profinet-Kommunikation bringt hohe technische Anforderungen an eingebettete Systeme mit sich. Aus diesem Grund sind Profinet-Schnittstellen bisher häufig nur in komplexe Automatisierungsgeräte integriert worden. Neue Technologien wie der Profinet-Asic TPS-1, der einem Single Chip-Konzept folgt, bieten das Potenzial, auch kompakte Sensoranschlüsse einfach mit Profinet auszustatten. Das Potenzial dieser Chip-Technologie zeigt eine von der Owita GmbH durchgeführte Implementierung eines Profinet-PoE-Moduls für Sensoranschlüsse. Bei der Entwicklung stand die Baugröße und eine flexible Integrierbarkeit in bestehende Geräte im Vordergrund. Für Geräte in dieser Miniaturisierungsklasse ist weiterhin ein geeignetes Wärme-Management notwendig. Eine weitere Schlüsselfunktionalität der Implementierung ist eine optionale Energieversorgung mit der Power-over-Ethernet-Technologie. Die entstandene Lösung kann sowohl direkt angeschlossene E/As bedienen als auch mittels SPI-Bus z.B. an eine Applikations-MCU angebunden werden. Das Herz der Implementierung ist der Profinet-Chip TPS-1. Er verfügt über zwei Ethernet-Ports mit integrierten Ethernet-PHYs und RAM-Speicher. Der integrierte 3-Port-Switch unterstützt Cut-Through und IRT-Kommunikation sowie Echtzeit-Priorisierung und verfügt über 40kByte Puffer-Speicher. Eine ARM-CPU bearbeitet den für den TPS-1 entwickelten Profinet-Stack. Zur Daten- und Instruktionsspeicherung nutzt der Baustein den integrierten RAM-Speicher, was eine geringe Leistungsaufnahme und ein miniaturisiertes Leiterkartendesign ermöglicht. Aufgrund der genannten Eigenschaften eignet sich der Baustein insbesondere zur Realisierung kompakter Geräte. Der Chip besteht intern aus zwei Siliziumkernen, die durch eine SIP-Lösung (System-in-Package) zu einem Asic zusammengeführt wurden. Die zwei Ethernet-PHYs sind mit einer Strukturgröße von 150nm-Technologie realisiert, das ARM-Subsystem und der Profinet-Switch in einer Strukturgröße von 90nm umgesetzt. Die Prozessdaten-Kommunikation wird vollständig durch Hardware vorgenommen, was die Latenzzeiten bis hin zu den Ein- und Ausgabebaugruppen verringert. Der TPS-1 ist im Auftrag der Firmen Phoenix Contact und Siemens AG vom Institut für industrielle Informationstechnik (inIT) der Hochschule Ostwestfalen-Lippe und dem Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation in Lemgo entwickelt worden.

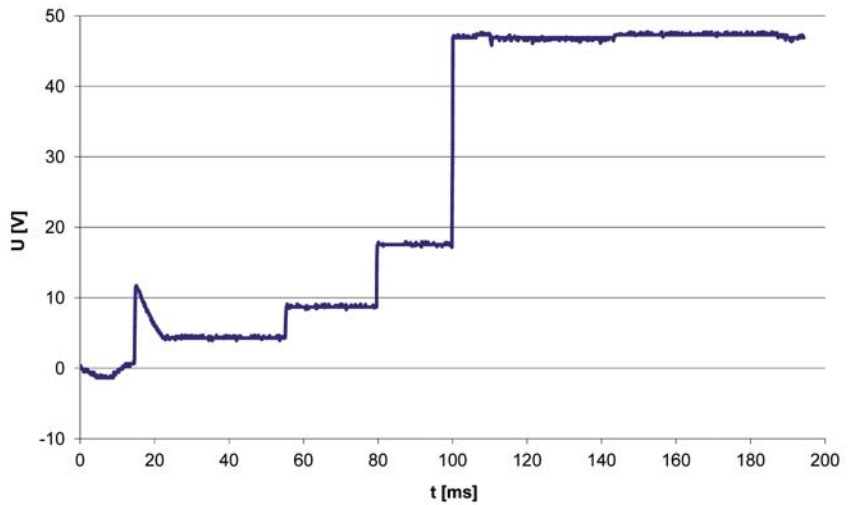
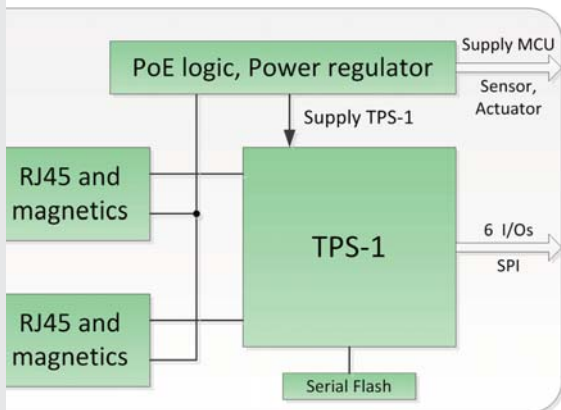
## Profinet und PoE

Eine Profinet-Anschaltung mit dem TPS-1 und der Möglichkeit des Power-over-Ethernet (PoE) generiert insbesondere für räumlich verteilte Sensoren einfache Gesamtlösungen. Die geringe Aufnahmeleistung des TPS-1 lässt dabei die Anbindung kleiner Aktoren bis zu 12W zu. Der PoE Standard (802.3af und 802.3at) ist für Punkt zu Punkt-Verbindungen definiert, das heißt eine Quelle (PSE – Power Source Equipment) versorgt eine Senke (PD – Powered Device). Die aktuell verfügbaren Lösungen gehen von Sterntopologien aus, wobei ein

**Bild 3:** Wie sich Power-over-Ethernet beim Startup verhält, zeigt der Verlauf der Spannung in Abhängigkeit von der Zeit.

Switch als zentrale Quelle dient. Im Standard 802.3af erfolgt die Versorgung auf zwei Adernpaaren, alternativ auf den für die Kommunikation benutzten oder den beiden freien Adernpaaren. Dabei darf die Leistung des PDs 12,95W nicht überschreiten. Dieses Verfahren ist für 10/100Base-T zulässig und reicht für die Anbindung eines Sensors erfahrungsgemäß aus. Der Standard 802.3at (PoE+) lässt hingegen bis 25,5W für das PD zu und ist zusätzlich für 1000Base-T definiert. Spezielle Betrachtung bei der Kombination von Profinet und PoE ist bezüglich der Power-Up-Zeit notwendig. Wird für Profinet Fast-Start-Up eine Anlaufzeit von 500ms gefordert, so muss bei PoE-Standard-konformen Geräten mit bis zu 600ms allein bis zum stabilen Aufbau der Energieversorgung gerechnet werden. Selbst wenn die Leistung am PD schnell zur Verfügung stehen würde, so müsste Fast-Startup mit PoE immer als Kombination von PSE und PD getestet werden um die Fast-Startup-Zeit garantieren zu können. Für das TPS-1 PoE-Modul in Kombination mit einem Switch wurde ein

**Bild 2:** Das Blockschaltbild verdeutlicht, wie Profinet für ein Power-over-Ethernet-Modul aufgebaut ist.



Spannungshochlauf über ca. 85ms gemessen (Bild 3). Durch die kurze Startup-Zeit des TPS-1 kann selbst in Kombination mit PoE noch Fast-Startup ermöglicht werden.

## Zusammenfassung

In einer Beispielanwendung wurde das Profinet PoE-Modul mit einer Lichtschranke kombiniert. Die Lichtschranke nutzt einen digitalen Eingang am TPS-1. Da Lichtschranken oft räumlich verteilt montiert werden, ist eine PoE-Lösung hier gut geeignet. Das Anwendungsspektrum der beschriebenen Lösung ist insbesondere in verteilten Anlagen sinnvoll. Das Single-Chip Konzept des TPS-1 ermöglicht entsprechende miniaturisierte Sensordesigns – und ist im Vergleich zu anderen Profinet-Lösungen kostengünstig. Durch Anschluss einer Applikations-MCU (Mikrocontroller Unit) können auch komplexe Anwendungen realisiert oder beispielsweise Filter für Sensoren integriert werden. Ein weiteres Plus dieses Konzeptes ist das Time-to-Market. Für einfache Sensoren ist keine Softwareentwicklung notwendig, eine risikofreie Profinet-Zertifizierung ist aufgrund des Konzeptes implizit gegeben. Dieses Projekt wurde von der Owita GmbH, dem Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation und dem Institut für industrielle Informationstechnik (inIT) unter dem Dach des Centrum Industrial IT (CIIT) in Lemgo durchgeführt.

Die Projektpartner des CIIT engagieren sich im Spitzencluster 'It's OWL' – intelligente technische Systeme Ostwestfalen-Lippe. Die entstandene Lösung dient als Basisplattform für weitere Projekte im Bereich der intelligenten Vernetzung für die Automation. ■

[www.ciit-owl.de](http://www.ciit-owl.de)



*Autor: Roland Heß, Gruppenleiter Industrielle Kommunikationstechnik, Owita GmbH, Lemgo*



*Autor: Andreas Steinmetz, Gruppenleiter Antriebstechnik, Owita GmbH, Lemgo*



*Autor: Sebastian Schriegel, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation, Lemgo*



*Autor: Markus Schumacher, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für industrielle Informationstechnik (inIT), Lemgo*