

Sonderheft

PC & Industrie

Einkaufsführer Produktionsautomatisierung 2022



||
Hmms
||

Vision wird Realität: Ethernet im Feld

Neuer Standard für die Prozessindustrie



Stellt man sich eine Raffinerie vor, die mit brennbaren und explosiven Stoffen arbeitet, so muss sichergestellt sein, dass elektronische Geräte sowie deren Kommunikation nicht zu einer Explosion führen. Bleibt man beim Beispiel der Raffinerie, so ist allein die Ausdehnung der Industrieanlage deutlich größer, als man dies von einer Fabrikfertigung her kennt. Das führt zu der wichtigen Forderung, dass Leitungslängen bis zu einem Kilometer möglich sein müssen. Eine klare Herausforderung gegenüber den 100 m eines Standard-Ethernets. An dem Vergleich zwischen einer Fertigung in einer Fabrik und der Prozessanlage einer Raffinerie sieht man auch eine weitere Forderung: Geräte und deren Kommunikation müssen robust und einfach sein. Geräte und Anschluss-technik sollen über 20 Jahre funktionieren und müssen vor allem bei Nacht und schlechtem Wetter reparierbar sein. Daraus resultiert der Wunsch nach maximal zwei Kommunikationsdrähten, die neben dem Protokoll auch die Energieversorgung der Geräte übertragen.

Prozessanlagen müssen für Menschen, Produkte und Umwelt sicher sein. Ethernet ist der De-facto-Kommunikationsstandard, erfüllt aber die Anforderungen der Prozessautomatisierung nicht ohne Modifikation. Ethernet mit einem Advanced Physical Layer (Ethernet-APL) ermöglicht über zwei Adern große Kabellängen, Explosionsschutz, Kommunikation und Energieversorgung. Basierend auf IEEE- und IEC-Standards unterstützt Ethernet-APL jedes Ethernet-basierte Automatisierungsprotokoll und wird sich zu einer wichtigen, langfristig stabilen Technologie für die gesamte Prozessautomatisierung entwickeln.

Mit dem immer weitergehenden Siegeszug des Ethernets in die verschiedensten Bereiche der Industrie begannen auch in der Prozessindustrie die Überlegungen zu einer neuen Kommunikationsform. Zwar gab es bereits die vielfach verbreitete 4-20 mA-Kommunikation, die mit dem HART Protokoll auch digital kommunizieren kann, sowie auch die rein digitalen Feldbusse Profibus PA und Foundation Fieldbus. Trotzdem vermissten die Anwender hauptsächlich die Benutzerfreundlichkeit, die zum einen aufgrund der langsamen Datenrate sehr begrenzt ist und zum ande-

ren bei der Implementierung besonderes Wissen erfordert.

Herausforderung Explosionsschutz

Eine neue Kommunikation, die vor allem diese Benutzerfreundlichkeit im Blick hat, sieht sich aber in der Prozessindustrie noch weiteren Herausforderungen gegenüber. Allen voran steht dort das Thema Explosionsschutz an erster Stelle.

Neuer offener Standard: „Ethernet-APL“

Führende Zulieferer und Normungsorganisationen der Prozess-

Mitwirkende an der Definition des Standards Ethernet-APL	
Nutzerorganisationen	Unternehmen
FieldComm Group	ABB
ODVA	Emerson
OPC Foundation	Endress + Hauser
PI Profibus + Profinet	Krohne
	Pepperl + Fuchs
	Phoenix Contact
	Rockwell Automation
	Samson
	Siemens
	Stahl
	Vega
	Yokogawa

Bild 1: Diese Hersteller und Organisationen haben an der Definition des Ethernet-APL-Standards mitgewirkt. Die Projektleitung oblag Siemens. © SIEMENS

Autoren:
Dr. Jürgen Ficker,
Produktmanager bei der
SIEMENS AG

Frank Riemenschneider,
Senior Marketing Manager
SEGGER Microcontroller GmbH
www.segger.com

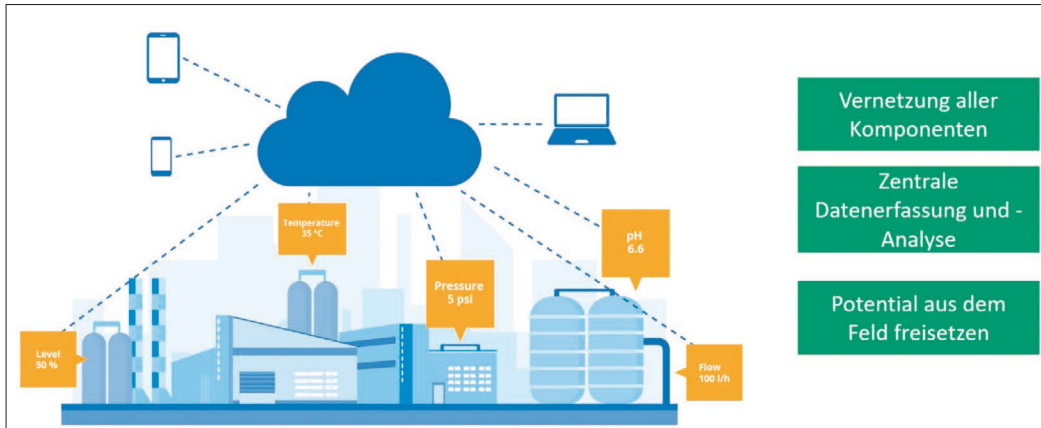


Bild 2: Ziele der digitalen Transformationen von Prozessanlagen. © Profibus-Nutzerorganisation

Industrie haben sich daher für die Entwicklung und Verabschiedung eines neuen offenen Standards für eine physikalische Ethernet-Schicht zum Einsatz in der Prozessautomatisierung und -instrumentierung zusammengeschlossen (Bild 1). Diese neue physikalische Ethernet-Schicht, kurz auch „Ethernet-APL“ genannt, wird zusammen mit den Automatisierungsprotokollen einer der Schlüsselfaktoren für das IIoT in der Prozessautomatisierung und eine wesentliche Voraussetzung für die Ausweitung der digitalisierten Welt auf die Prozessautomatisierung und -instrumentierung sein (Bild 2).

Ethernet-APL ermöglicht eine logische Erweiterung der Ethernet-basierten Kommunikation von Unternehmenssystemen in die Feldebene. Dieser letzte Meter der Ethernet-Konnektivität ermöglicht es der Unternehmenszentrale, Daten aus allen Regionen ihres umfangreichen Netzwerks zu erhalten. Ethernet ist ein weithin akzeptierter Standard für kabelgebundene digitale Kommunikation, der in IEEE 802.3 standardisiert ist. Seine breite Akzeptanz hat ein Ökosystem von standardisierten Tools für Installation, Fehlersuche und Diagnose geschaffen.

Der neue Standard Ethernet-APL

Ethernet-APL ist die logische Erweiterung von Ethernet und bietet die Eigenschaften, die für einen zuverlässigen Betrieb im Feld einer Prozessanlage erforderlich sind. Es handelt sich um eine erweiterte physikalische Schicht für Single-Pair-Ethernet (SPE), die auf 10BASE-T1L basiert und mit 10 Mbit/s voll-duplex über eine Kabellänge von bis zu

1000 m kommuniziert. Im Vergleich zu HART oder zum Feldbus ist das mehr als 300 mal schneller. Als physikalische Schicht im OSI-Schichtenmodell (Schicht Nr. 1) unterstützt Ethernet-APL jedes andere übergeordnete Protokoll in den OSI-Schichten 5 bis 7 wie z. B. PROFINET, EtherNet/IP, HART-IP oder OPC-UA.

Protokolle der Anwendungsschicht, die seit vielen Jahren vor allem in der diskreten Automatisierung eingesetzt werden, können problemlos implementiert werden. Im Rahmen der Erweiterung der Spezifikationen auf der physikalischen Schicht von Ethernet-APL können auch die entsprechenden Prüfvorschriften und Zertifizierungen angepasst werden. Damit wird sichergestellt, dass die Implementierungen den Standards entsprechen.

Die Kommunikation basiert auf 10BASE-T1L, wie es im IEEE-

Standard 802.3cg-2019 definiert ist. Die zusätzlichen für die Prozessindustrie notwendigen elektrischen Eigenschaften folgen den entsprechenden IEC-Normen und sorgen für Interoperabilität und Einfachheit in der Anwendung.

Komponenten und Topologien

Ethernet-APL beinhaltet ausschließlich Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, wobei jede Verbindung zwischen Kommunikationspartnern ein sogenanntes „Segment“ darstellt. Ethernet-APL-Switches isolieren also die Kommunikation zwischen den Segmenten, von denen es zwei Arten gibt: Der „Trunk“ liefert hohe Leistungs- und Signalpegel für große Kabellängen von bis zu 1000 m und das „Spur“-Segment eine geringere Leistung mit optionaler Eigensicherheit für Längen von bis zu 200 m.

Ein sogenannter in der Regel von außen gespeister Power-Switch speist elektrische Energie und Kommunikation in einen oder mehrere Trunk-Ports ein. Der Field-Switch bietet mindestens einen Port, an den eine Stichleitung angeschlossen werden kann. Er kann über den Ethernet-APL-Trunk oder extern mit elektrischer Energie versorgt werden. Port-Profile legen die Pegel für die elektrische Energieversorgung und die Kommunikationssignale fest, um die Interoperabilität zu gewährleisten: Es gibt P (Powered, Energiequelle), L (Load, Energieverbraucher) und C (Cascade, für Daisy-Chain-Konfigurationen).

Ethernet-APL spezifiziert Feldbuskabel Typ A, IEC 61158-2 als Referenzkabel der AWG-Klassen 22 – 14 mit einem Verdrahtungsquerschnitt von 0,324 bis zu 2,5 mm². Dies ermöglicht einfache Migrationsstrategien für bestehende Feldbusinstallationen, einschließlich der Unterstützung der Eigensicherheit. Ethernet-APL schreibt beim Spur Polaritätsunabhängigkeit vor, was Verdrahtungsfehler bei der Installation reduziert. Bild 3 fasst die Eigenschaften von Ethernet-APL im Vergleich zu anderen Kommunikationstechnologien zusammen.

Ethernet-APL ist so konzipiert, dass es verschiedene Installationstopologien mit optionalen Redundanz- oder Ausfallsicherheitskonzepten unterstützt.

Vorteile im Betrieb

Die Anlageneffizienz wird ein immer wichtigeres Thema in der Prozess-

Vergleich von Technologien für das Feld in Prozessanlagen	4-20 mA mit HART	Feldbus	Ethernet 100BASE-TX	Ethernet 10BASE-T1L
2-Draht-Leitung	Ja	Ja	Nein	Ja
Kommunikation	1.2 kbit/s halbduplex	31.25 kbit/s halbduplex	100 Mbit/s vollduplex	10 Mbit/s vollduplex
Referenzkabel	nicht verfügbar	Typ 'A'	CAT 5/6	Typ 'A'
max. Länge Trunk	nicht verfügbar	typ. 700 m	100 m	1000 m
max. Länge Spur	nicht verfügbar	120 m	nicht verfügbar	200 m
Schraubverbinder	Ja	Ja	(Ja) ¹	Ja
Polaritätsunabhängig	Nein	(Ja) ²	nicht verfügbar	Ja
optional Eigensicherheit	Ja	Ja	(Ja) ³	Ja
Einheitliche Netzwerktopologie vom Feld bis in Unternehmens-IT	Nein	Nein	Ja	Ja

¹: Verfügbar bis 1 GHz, zertifiziert für Zone 1

²: Herstellerabhängig

³: Verfügbar mit 100BASE-TX-IS von Intrinsically-Safe-Ethernet-Arbeitsgruppe

Bild 3: Vergleich unterschiedlicher Kommunikationstechnologien für das Feld in Prozessanlagen. © Profibus-Nutzerorganisation

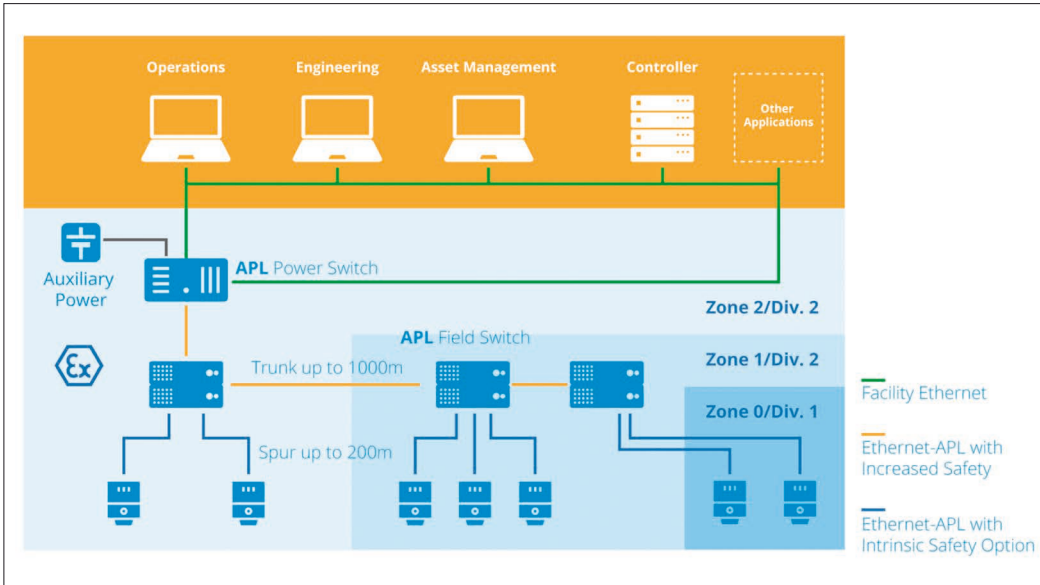


Bild 4: Beispielhafter Aufbau einer Prozessanlage mit Ethernet-APL. Der Zugriff auf die Daten des Feldes ermöglicht neue digitale Dienste entsprechend den Geschäftsanforderungen der Prozessanlage

automatisierung. Dazu muss sichergestellt werden, dass eine verfahrenstechnische Anlage zuverlässig arbeitet, Informationen über zukünftige Wartungsintervalle der Instrumentierung liefert und im Störfall einfach zu diagnostizieren ist. Grundlage für diese Aspekte ist die kontinuierliche Sammlung und Analyse von Daten aus der installierten Basis.

Ethernet-APL unterstützt alle Anforderungen an eine hocheffiziente Prozessanlage wie Verlässlichkeit, hohe Verfügbarkeit, vorausschauende Wartung, Diagnostik und Interoperabilität. Mit der Ethernet-Technologie im Bereich der verfahrenstechnischen Anlagen wird die Betriebstechnik (OT) mit der IT-Technologie integriert und die Vision der einheitlichen Netzwerktechnologie erreicht.

Feldgeräte enthalten oft eine Menge Daten wie zum Beispiel Selbstdiagnose-Funktionalitäten. Mit Ethernet-APL kann man auf diese Daten parallel zur Prozesssteuerung in Echtzeit zuzugreifen. Dies ermöglicht es, zusätzliche Dienste, Geschäftsmodelle und Alleinstellungsmerkmale zur Differenzierung der Feldgeräte zu entwickeln. Ethernet-APL reduziert die Kosten für den Zugriff auf diese nützlichen Daten im Vergleich zu herkömmlichen Technologien erheblich, indem es Protokollumsetzer, zusätzliche Systemkomponenten oder Nachrüstlösungen, die sonst erforderlich wären, überflüssig macht.

Der Weiterverarbeitung der Daten im Rahmen von IIoT-Anwendungen sind kaum Grenzen gesetzt. Wartungs-Dashboards oder die Trendüberwachung von Prozesswerten unterstützen die gezielte Prozessoptimierung.

Bild 4 zeigt beispielhaft den Aufbau einer Prozessanlage mit Ethernet-APL, wobei die zuvor beschriebenen möglichen digitalen Dienste unter „Other applications“ zusammengefasst sind.

Implementierung in Feldgeräten

Die Implementierung von Ethernet-APL in Feldgeräten erfordert prinzipiell nur einen begrenzten Aufwand bezüglich des PHY und des Protokollstacks. Allerdings gibt es auf Grund des Einsatzes der Feldgeräte in explosionsgefährdeten Umgebungen Limitierungen in Bezug auf elektrische Leistung und Platz. Insbesondere darf die Ausgangsleistung einer APL-Stichleitung, die APL-Feld-Switches mit den Feldgeräten verbindet, nicht größer als 540 mW bei 15 VDC sein. Dies ergibt sich aus der T6-Temperaturanforderung aus Ex-Sicht für Feldgeräte, was bedeutet, dass das Gerät auch im Fehlerfall deutlich weniger als 540 mW aufnehmen darf.

Diese Leistungsbegrenzung und die Ex-Anforderungen für ein eigensicheres Gerät können nicht mit einem herkömmlichen Mikrocontroller erfüllt werden. Vielmehr

muss zwingend ein ULP-Mikrocontroller (Ultra-Low-Power) verwendet werden.

Energieverbrauch contra Leistungsfähigkeit

Die große Herausforderung beim Design besteht nun darin, dass ULP-MCUs ressourcenbeschränkt sind, um den Energieverbrauch zu minimieren: Sie verfügen in der Regel nicht über einen integrierten MAC und sind für eine Minimalisierung des Energieverbrauchs auf niedrigere Taktfrequenzen und einen vergleichsweise geringen Speicherbedarf der Software angewiesen, da insbesondere größere Flash-Speicher den Energieverbrauch in die Höhe treiben. Ein Standard-Ethernet-PHY-Chip ohne MAC, wie er von diversen Chipherstellern angeboten wird, reicht hier also nicht aus, sondern es muss ein kombinierter MAC/PHY-Chip wie z. B. der ADIN1110 von Analog Devices eingesetzt werden.

Die Lösung von SIEMENS – vom Mikrocontroller bis zum IP-Stack

Siemens verwendet bereits viele Jahre Komponenten von Seggers All-in-One embedded-Betriebssystem emPower OS, nämlich das RTOS embOS und den IP-Stack emNet. Um das Power Budget zu erreichen und den ex-Vorgaben gerecht zu werden, kommt ein Ultra-Low-Power-Mikrocontrol-

ler STM32L4 von ST Microelectronics zum Einsatz, gepaart mit dem ADIN1110. Segger hat für den Support des ADIN1110 dann auch den passenden Treiber geliefert. Damit ergibt sich eine generische, für Siemens überzeugende, Lösungsplattform bestehend aus IP-Stack, Treiber, MCU und MAC-PHY, die für viele Anwendungen in der Prozesstechnik ideal ist (Bild 5).

Hohe Performance auf kleinem Raum

Der Grund dafür ist einfach: emNet bietet selbst auf den kleinsten ULP-Mikrocontrollern eine hohe Performance. Der duale IPv4/IPv6-TCP/IP-Stack für Embedded-Systeme wurde von Grund auf für ressourcenbeschränkte Embedded-Anwendungen entwickelt und ist bekannt für seinen geringen Speicherbedarf bei gleichzeitiger Flexibilität und Erweiterbarkeit. So belegt der komplette Stack auf einem Cortex-M-basierten Mikrocontroller weniger als 20 KB ROM und nur 1,5 KB RAM (ohne Lese-/Schreibpuffer).

emNet bietet zudem eine einfache Integration ohne Konfigurationsaufwand. Sein Design, das speziell auf embedded-Geräte ausgerichtet ist, macht es in Bezug auf die Geschwindigkeit der Paketverarbeitung sehr effizient. Das bedeutet, dass selbst kleine, niederfrequente Mikrocontroller wie der STM32L4 eine hervorragende Netzwerkleistung liefern.

UDP-Flood-Schutz

Ein Beispiel für die leistungsoptimierenden Funktionen von emNet ist der UDP-Flood-Schutz. Diese Funktion hilft, Ausführungszeit bei eingehenden Daten zu sparen, die ohnehin verworfen werden sollen. Wenn das Gerät Teil eines überlasteten Netzwerks ist, gibt diese Optimierung CPU-Zeit für andere Aufgaben frei. In einem Blog-Artikel finden Sie weitere Details zu diesem Thema [1].

Zu guter Letzt bietet die flexible PHY-Treiberschicht von emNet Unterstützung für praktisch jeden Ethernet-PHY-Transceiver. Ein generischer PHY-Treiber, der mit fast allen Single-Port-PHYs auf dem Markt kompatibel ist, die dem IEEE 802.3u-Standard folgen, ist in emNet enthalten. Unterstützung für andere PHY-ähnliche Geräte wie z. B. Ethernet-Switches ist ebenfalls

möglich. Auf Seggers emNet Website sind weitere technische Details und Leistungsanalysen verfügbar [2]. Details über den ADIN1110 finden sich an dieser Stelle [3].

Realisierung in Feldgeräten

Die Umsetzung der Kommunikation in konkrete Feldgeräte ist ein wichtiger Schritt, der zu einer flächendeckenden Einführung der neuen Kommunikation notwendig ist. Dass dies bereits als Prototyp möglich ist, konnte Siemens auf der virtuellen AICHEMA 2021 zeigen. Dabei zeigten sich auch die Vorteile dieser neuen Kommunikationsform. Durch die signifikant höhere Datenrate ist nun eine anwenderfreundliche Parametrierung der Feldgeräte möglich. Sowohl im klassischen Weg über die üblichen Parametrierungstools als auch durch den integrierten Webserver, lässt sich das Ethernet-APL Gerät für den Betrieb vorbereiten. Gerade der Webserver ermöglicht eine schnelle und flexible Handhabung, angepasst an die spezielle Anwendungsumgebung. Das ermöglicht auch eine unverzügliche und ausführliche Diagnose, um zuverlässig auf Probleme im Prozess reagieren zu können. Aber auch über klassische Parametrierungstools lassen sich die neuen Geräte besser bedienen. Durch standardmäßig breitgestellte FDI Pakete ist eine Integration unabhängig vom Leit-systemanbieter mit gleichartiger Bedienung möglich. Ein Vorteil für die Umsetzung ist, dass Siemens beide Technologien, Ether-

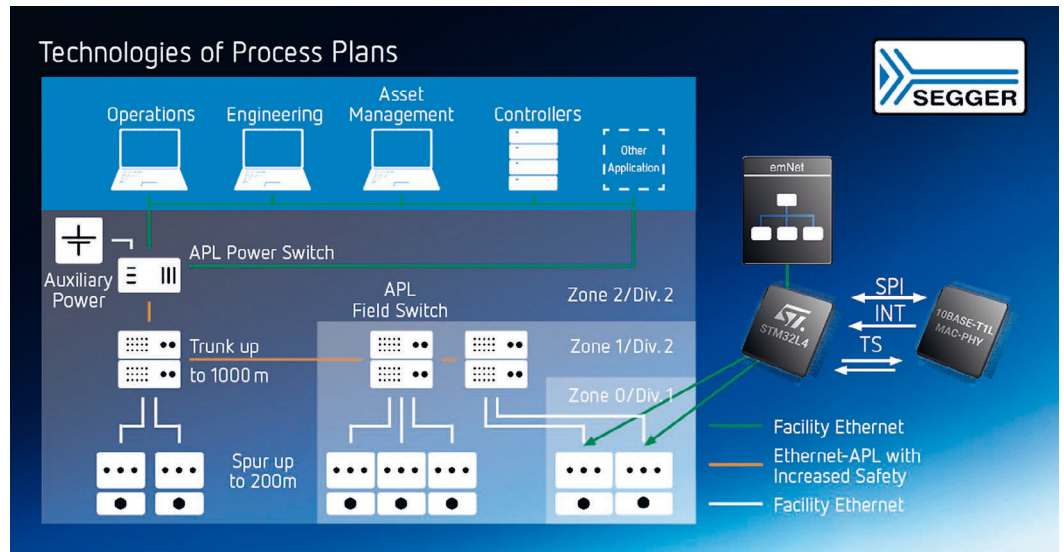


Bild 5: Ethernet-APL-Feldgeräte mit der Lösung von Siemens. Ein Ultra-Low-Power-Mikrocontroller mit Seggers IP-Stack emNet, dazu ein kombinierter MAC/PHY-Ethernet-Chip ADIN1110 von Analog Devices © Segger

net-APL und Field Device Integration (FDI), mitbegründet und von der ersten Stunde an entscheidend unterstützt hat.

Neben der reinen physikalischen Schicht ist für ein Feldgerät ebenso die Applikationsschicht wichtig, also welches Anwendungsprotokoll verwendet wird. Um eine größtmögliche Vielfalt der Anwendungen zu ermöglichen, setzt Siemens auf die beiden wichtigsten Protokolle Profinet und Ethernet/IP. Um die Zuverlässigkeit diese Protokolle zu garantieren ist die jeweilige Zertifizierung bei den Feldbusorganisationen entscheidend. Aber auch Prozessautomatisierungsprofile sorgen für die nötige Kompatibilität in den Anwendungen der Prozessindustrie.

Ausblick

Dass sich Ethernet-APL auch in den ersten praktischen Anwendungen als erfolgreich herausstellt, zeigen die Ergebnisse eines umfangreichen Tests zu Ethernet-APL bei BASF. Viele der erwarteten Vorteile konnten dabei in der Praxis nachgewiesen werden: Es bestätigte sich die einfache und flexible Installation sowie die einfache Inbetriebnahme. Die physikalische Schicht „Ethernet-APL“ bewies sich als stabile und schnelle Ethernet-Kommunikation auch über zweiadriges Feldbuskabel. Zusätzlich konnte eine Datenübertragung über den „2. Kanal“ parallel zur Steuerung gemäß des NAMUR Open-Architecture-Konzepts erprobt werden.

Mit diesen positiven Ergebnissen steht einer erfolgreichen Einführung dieser zukunftsweisenden Kommunikation nichts mehr im Wege und alle Kunden können sich über eine sinnvolle Innovation in der Prozessindustrie freuen.

Referenzen:

- [1] Blog-Artikel über UDP-Flood-Schutz bei Seggers emNet: <https://blog.segger.com/udp-flood-protection-built-in/>
- [2] Technische Informationen und Performance-Analyse von emNet: <https://www.segger.com/products/connectivity/emnet/technology/performance/>
- [3] Der ADIN1110 von Analog Devices: <https://www.analog.com/en/products/adin1110.html>

Weil jeder Bruchteil einer Sekunde zählt

Mit der neuen Produktserie 6890 bietet die hopf Elektronik GmbH voll ausgestattete Netzwerk Zeitserver für NTP an, die die globalen Navigationssatellitensysteme (GNSS) GPS, Galileo, GLONASS und BeiDou für präzise und zuverlässige Zeitsynchronisation unterstützen für den Einsatz u.a. in den Bereichen Automatisierung und erneuerbare Energien. Kompaktes, platzsparendes Design der Geräte sowie das attraktive Preis-Leistungsverhältnis überzeugen ebenso wie der integrierte 72-Kanal

GNSS-Empfänger. Besondere Merkmale sind die Spannungsversorgung durch Power over Ethernet (PoE) und/oder redundant mit 24VDC, die Synchronisation von IEC 61850-kompatiblen Geräten sowie die optionale Unterstützung von PRP und HSR.

Systemkonfiguration und Überwachung

Die Geräte erfüllen alle gängigen Anforderungen hinsichtlich Systemkonfiguration und Über-

wachung. Die erweiterte IT/OT Sicherheit ist durch Trennung von Diagnose- und Produktivitätsnetzwerk gewährleistet. Die integrierte Firewall für Schutz gegen netzwerk-basierte Angriffe und rollen-basierte Zugriffskontrolle (RBAC) mit Unterstützung von LDAP und RADIUS Authentifizierung gemäß IEC 62351-8 runden den Funktionsumfang ab.

■ Hopf Elektronik GmbH
www.hopf.com
www.timeserver.eu

