

ELEKTRONIK PRAXIS

www.elektronikpraxis.de

need
power?
think
www.GlobTek.de



Wissen.
Impulse.
Kontakte.

22

B19126

19. November 2019
€ 12,00

 **ANALOG
DEVICES**

AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

Mit 10-MBit-Ethernet an den Rand der digitalen Welt

10BASET1L will die Prozess-Automation vereinfachen. Was kann der neue Ethernet-Standard, welche Applikationen sind möglich – und warum gerade 10 MBit? **Seite 22**

3D-Bewegungen synchronisieren

Mehrachsiges Bewegungen über das deterministische EtherCAT-Protokoll syncen und steuern.

Seite 30

Deterministik auf Mehrkern-CPUs

Deterministische Multi-Core-Programme für sicherheitskritische Applikationen entwickeln.

Seite 40

Messeinfluss auf Sensor minimieren

Mess-Artefakte bei Zwei-Pol-Kontaktierungen mit Kelvin-Kontakten verhindern.

Seite 80

Über 35.000
PRODUKTE
AUF LAGER

 **Digi-Key**

 **ANALOG
DEVICES**

digikey.de/adi

Lizenzierte
Distributor



VOGEL COMMUNICATIONS
GROUP

TITELSTORY

10BASE-T1L ist der nächste große Schritt hin zu einer durchgängigen Ethernet-Infrastruktur – nicht zuletzt in der Prozessautomation. Die technischen Spezifikationen der Netzwerktechnik werden gerade im IEEE803.2cg-Standard fixiert. 10BASE-T1L kann über zwei Adern nicht nur Daten übertragen, sondern liefert bei Bedarf gleich noch bis zu 54 W elektrische Leistung mit – im Vergleich zu mageren 36 mW bisher verbreiteter Zweidraht-Verkabelungen. Das heißt: Anwender können in vielen Fällen auf die sonst nötigen zusätzlichen zwei Leitungen für die Stromzufuhr verzichten – und Ethernet konsequent bis zu den Sensoren und Aktoren am analog-digitalen Übergang ihrer Infrastruktur führen.

Bild: 123rf.com / ryzhov / kostsov



Mit 10-MBit-Ethernet an den Rand der digitalen Welt

Der neue Ethernet-Standard 10BASE-T1L hat das Zeug, die Prozessautomation weitreichend zu verändern. Was kann der neue Standard, welche Applikationen sind möglich – und warum gerade 10 MBit?

VOLKER GOLLER UND MAURICE O'BRIEN *

Vor einigen Jahren hat sich eine Arbeitsgruppe mit dem Ziel gegründet, einen Advanced Physical Layer (APL) für den äußeren Rand des digitalen Raums in der Prozessindustrie zu entwickeln. Sensoren und Aktoren sind hier bislang üblicherweise über eine 4- bis 20-mA-Analogschnittstelle oder einen Feldbus angebunden. Anders als im Maschinenbau oder in der Fabrikautomation sitzen Sensoren und Aktoren in der Prozessautomation (PA) nicht nah an der Steuerung oder an den Remote-IO-Systemen. Vielmehr sind Entfernungen von 200 m und mehr die Regel. In der PA heißen solche Verbindungen „Spurs“ (deutsch: Nebengleis). Von dort können es noch einmal 1000 m bis zum nächsten Switch oder bis zur Steuerung sein. Für diese Verbindungen hat sich in der PA der englische Begriff „Trunk“ etabliert (Stamm).

APL soll nicht nur eine große Reichweite ermöglichen, sondern auch kompatibel zum Übertragungsprotokoll Ethernet sein. Ein Leitungspaar soll reichen – idealerweise eine Typ-A-Feldbuskabel, wie es beispielsweise bei PROFIBUS zum Einsatz kommt. Damit besteht die Möglichkeit, vorhandene Verdrahtungen weiter nutzen zu können und so Investitionen zu schützen. Eine offizielle Anerkennung als neues Ethernet-Medium war nur über eine Standardisierung über das „Institute of Electrical and Electronics Engineers“ (IEEE) mög-

Bild: Analog Devices

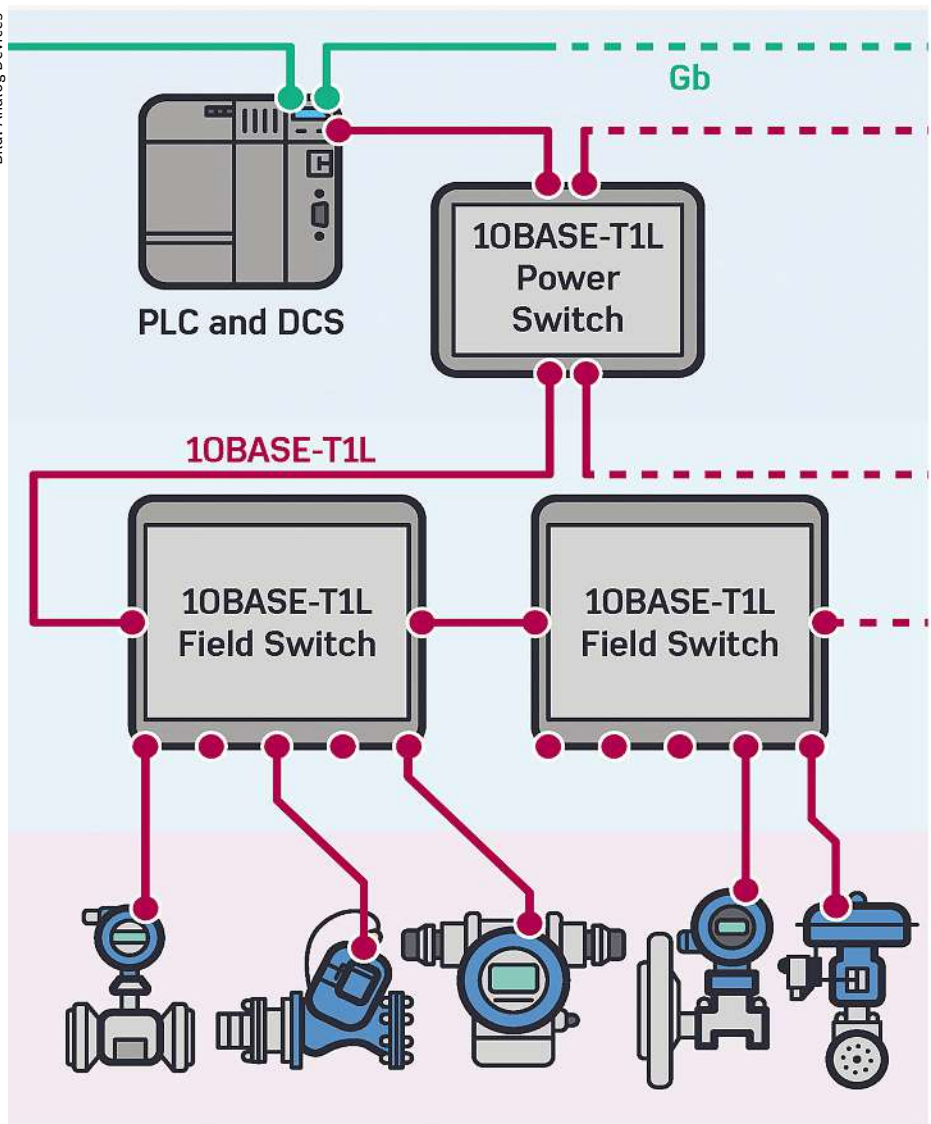


Bild 1: Systemkonzept in der Prozessindustrie.



* Volker Goller
... ist System Applications Engineer,
Deterministic Ethernet Technology
Group bei Analog Devices



* Maurice O'Brien
... ist Marketing Manager, Industrial
Connectivity bei Analog Devices

lich. Als Name für den neuen Basisstandard hat sich 10BASE-T1L ergeben – das L steht für Long Range. 10BASE-T1L definiert kein konkretes Übertragungsmedium, sein Kanalmodell passt jedoch gut zu einem Feldbus-Typ-A-

Kabel. Im Labor funktioniert 10BASE-T1L auch über 700 m verdrehten Klingeldraht ohne Probleme, denn die Technologie ist sehr robust. Selbst ein Vertauschen der Drähte ist kein Problem. Der Standard sieht zudem vor,

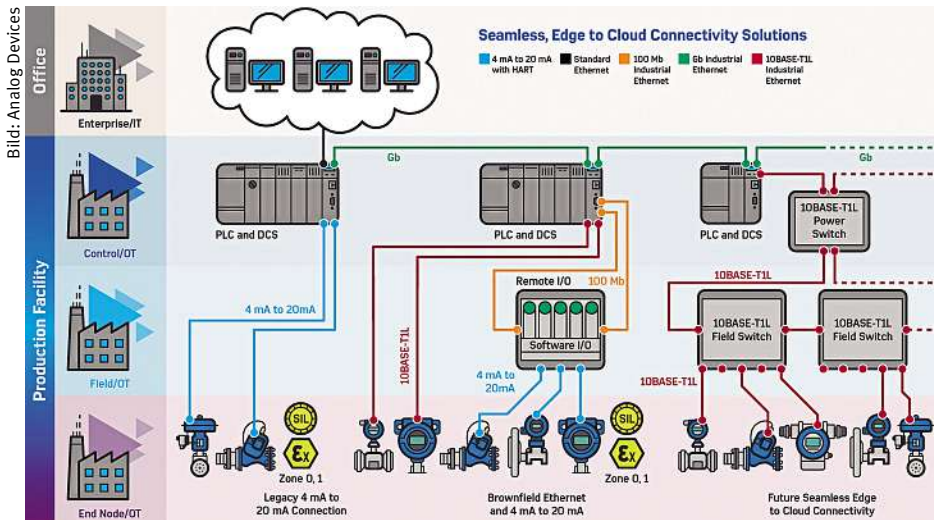


Bild 2: Die heute übliche diskrete Verdrahtung wird in Schritten in eine smarte Vernetzung aller Sensoren übergehen. Technologien wie Analog Devices Software Defined IO der Industrie Lösungen für vielfältigste Anforderungen bereitstellen.

Sensoren und Aktoren über die Signalleitungen mit Strom zu versorgen. Konkret kann 10BASE-T1L bis zu 54 W Leistung liefern. Bisherige 4- bis 20-mA-Leitungen lassen sich so durch Ethernet ersetzen. Zum Vergleich: Mit der bisherigen Technik waren maximal 36 mW möglich. Für viele 4-Leiter-Geräte, die heute neben der 4- bis 20-mA-Schnittstelle noch eine Fremdspeisung benötigen, reichen zukünftig die beiden Leiter von 10BASE-T1L.

Die Technik erlaubt zudem, die Signalspannung auf Strecken bis circa 200 m auf 1 V herabzusetzen. Dadurch lässt sie sich auch im Umfeld von explosionsgeschützten Systemen

(Ex) nutzen. Hier kann sie noch bis 500 mW Leistung liefern. Die für PA-Anwendungen geforderten Eigenschaften sind mit mehr als 10 MBit/s nicht sinnvoll umzusetzen. Daher wurde diese Datenrate Grundlage für den neuen Standard. Bild 1 zeigt das Systemkonzept der Prozessindustrie: Von einem normalen Switch oder einer PLC geht es zu einem T1L Switch („Trunk“), der auch die Stromversorgung bereitstellen kann. Von dort zu weiteren Feld-Switches, die über T1L versorgt werden und die auch die angeschlossenen Sensoren und Aktoren („Spurs“) mitversorgen. Die Feld-Switches können über eine Ringtopologie

verbunden werden, um Redundanz zu ermöglichen. 4-Draht-Geräte lassen sich weiterhin einsetzen. Am Rand ist 10 MBit/s für die meisten Anwendungen ein großer Fortschritt. Tabelle 1 stellt den Vergleich zu Technologien dar, die heute für die „letzte Meile“ zum Sensor eingesetzt werden. Ethernet sieht vor, dass alle höheren Protokollschichten mit 10BASE-T1L genau so funktionieren wie mit 10/100/1000BASE-TX. Gateways mit Ihren z.T. komplexen Konfigurationen sind dadurch überflüssig. Das bedeutet nicht nur, dass Sensoren nun PROFINET, EtherNet/IP, HART/IP, OPC UA oder MODBUS/TCP „sprechen“ können, sondern auch IoT-Protokolle wie MQTT unterstützen und über einen integrierten Webserver eine Webseite zum Konfigurieren anbieten können. Nicht zuletzt ermöglicht Ethernet auch einfache, zentral gesteuerte Software-Updates bis hin zu den Endknoten. Zum ersten Mal wird Ethernet somit konsequent bis an den Übergang zwischen der analogen und der digitalen Welt ausgedehnt.

Ist 10BASE-T1L mit APL gleichzusetzen?

Da 10BASE-T1L mit nur einem Adernpaar auskommt, gehört es in die Familie der Single-Pair-Ethernet-Medien (SPE). Auch die 10BASE-T1L-Spezifikation basiert auf IEEE 802.3, wo alle Übertragungsmedien („Physical Layer“ im ISO-Schichtenmodell) für Ethernet definiert werden. Die APL-Spezifikation ist hingegen eine genaue Beschreibung der Anwendung und Zertifizierung von 10BASE-T1L innerhalb der PA und wird über die International

PROTOKOLL	PAKETFORMATE	LEITUNGSLÄNGE	BITRATE	STROMVERSORGUNG ÜBER DATENLEITUNG	STECKVERBINDER	EXPLOSIONSSCHUTZ MÖGLICH
PROFIBUS PA	UART/Profibus	1200 m	31,25 kBit/s, Bus, Halb-Duplex	Nein	M12, Schraubklemme	Ja
Modbus RTU und andere RS485 Protokolle	UART/Modbus	1200 m (bis ca. 180 kBit/s, bei 375 kBit 300m, bei 500 kBit 200 m)	Typisch 19,2 kBit/s, Bus, Halb-Duplex	Nein	DB9, M12	k.A.
IO-Link	IO-Link	40 m	Max 230,4 kBit/s, Halb-Duplex	Nein	M12	Nein
4-20 mA	Analog-Schnittstelle	200 m und mehr	-/-	Ja, circa 36 mA	Schraubklemme	Ja
HART®	Digital moduliert über 4-20 mA	200 m und mehr	1200 bit/s, Halb-Duplex	Ja, circa 36 mA	Schraubklemme	Ja
10BASE-T1L	Ethernet	1000m (2,4 V) mit bis zu 10 Stoßstellen (Klemmboxen)	10MBit, full Duplex	Ja, bis 54 W abhängig vom Kabel und Leitungslänge.	Schraub- oder Schneidklemme, Single Pair Ethernet Verbinder	Ja (1,0 V Mode, max. 500 mW, bis zu circa 200 m)
		In Ex Anwendungen 200 m (1.0V)		In Ex Anwendungen bis 500 mW		

Tabelle 1: Vergleich von 10BASE-T1L zu anderen Protokollen für die Prozessautomatisierung.

Quelle: Analog Devices

Electrotechnical Commission (IEC) veröffentlicht. Unternehmen der PA arbeiten über die Organisationen ODVA (EtherNET/IP), FieldComm Group und PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO) gemeinsam und protokollübergreifend an APL. Implementierung und Anforderungen zum Explosionsschutz werden im Rahmen von APL detailliert spezifiziert und in einer IEC-Norm festgehalten, ebenso die Zertifizierung von APL-Schnittstellen. Um alle hier beschriebenen Anforderungen zu erfüllen und den Stromverbrauch der neuen Schnittstelle im Rahmen zu halten, ist 10 MBit/s eine optimale Lösung. Zumal die Anforderungen an den Durchsatz mit 10 MBit/s leicht zu erfüllen sind. Für Anwendungen außerhalb der PA ist die 10BASE-T1L Spezifikation hinreichend. Einfach ausgedrückt ist APL außerhalb der PA kein Thema, 10BASE-T1L schon. Insgesamt bietet die neue Schnittstelle viele Vorteile für PA-Systeme:

■ Ethernet ist der Standard für drahtgebundene Kommunikation. Zwar wird für den Anschluss von 10BASE-T1L ein Medienkonverter benötigt, dieser wandelt aber lediglich die Kodierung, nicht den Inhalt der Ethernet Pakete. Aus Sicht der Software und Kommunikationsprotokolle ist dieser transparent. 10BASE-T1L ist Ethernet.

■ IP ermöglicht es, Sensoren mit dem Laptop oder dem Handy zu konfigurieren. Egal, ob der Sensor auf dem Schreibtisch liegt, lokal am Netz hängt oder am anderen Ende der Anlage verbaut ist.

■ 4- bis 20-mA-Geräte können nur einen Prozesswert übertragen. Ethernet ermöglicht direkten Zugriff nicht nur auf Prozesswerte, sondern auf alle Geräteparameter wie Assetmanagement, Predictive Maintenance, Konfiguration und Parametrierung.

■ Sensoren werden komplexer, die Wahrscheinlichkeit für Software-Updates steigt. Über eine schnelle Ethernet Verbindung ist das in kurzen Zeiträumen möglich.

■ In der flachen Kommunikationshierarchie werden keine Gateways und Umsetzer mehr benötigt, was den Konfigurationsaufwand deutlich senkt.

■ Fehlerdiagnosen werden komfortabler und aussagekräftiger. Auch die Netzwerkdiagnose kann zum Fehlerbild beitragen: Gibt es einen Kurzschluss auf der Leitung zum Sensor? Ist die Fehlerrate besonders hoch? Ist die Stromversorgung in Ordnung?

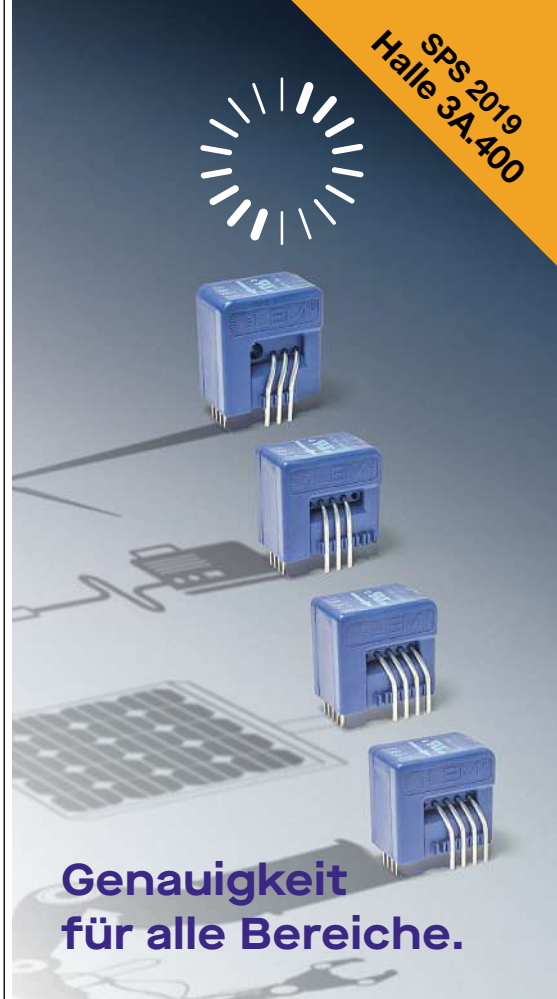
Darüber hinaus eröffnen sich Optionen für neue Gerätekonzepte. Ein wichtiger und/oder hochwertiger Sensor kann beispielsweise zusätzlich einen 10BASE-T1L-Switch integriert haben. Das könnte ein Ventil sein, das an einem chemischen Reaktor sitzt und die ihm zugeordneten Sensoren (Temperatur, Druck,

Füllstand im Reaktor) über den integrierten Switch anbindet und versorgt. Damit wäre nur noch eine Verbindung zum nächsten Switch nötig. Oder zwei, wenn Redundanz gefordert wird. Bereits die Möglichkeit, mehr als einen Prozesswert in Echtzeit zu übertragen, macht neue Geräte denkbar. So scheiterte bisher oft der Versuch, mehrere Messgrößen mit einem Gerät zu erfassen, daran, dass die 4- bis 20-mA-Technik nicht skalieren und nur einen Wert übertragen kann. Ein Gerät, das etwa Druck und Temperatur erfasst, benötigt daher zwei 4- bis 20-mA-Schnittstellen. Mit Ethernet ist das kein Problem mehr. Jenseits der klassischen Prozessautomation gibt es aber noch viele andere Bereiche, die von den Eigenschaften von 10BASE-T1L profitieren können. Konkrete Überlegungen gibt es in der Gebäude-Automation, in der Energieversorgung, bei der Überwachung und Automation von Wasserwerken und der Abwasseraufbereitung, in der professionellen Schwimmbad-Technik, in Aufzügen und nicht zuletzt in der Fabrik-Automation. Denn auch dort gibt es Anwendungen mit analog-digitalen Schnittstellen.

Viel Evolution und ein bisschen Revolution

Wann immer man mit erfahrenen Prozess-Automatisierern ins Gespräch kommt, kann man sich sicher sein, dass irgendwann ein Satz fällt: „4 bis 20 mA wurde schon oft für tot erklärt – das hat sich aber nie bewahrheitet“. Meist mit einem nachgeschobenen „Warum sollte es dieses Mal anders sein?“. Tatsächlich ist diese Schnittstelle ja ein Muster an Einfachheit, Robustheit und Zuverlässigkeit. Analog Devices ist führender Hersteller von Halbleitern für diesen Markt und investiert auch heute noch in neue Lösungen für 4 bis 20 mA und HART. Wie Bild 2 zeigt, wird es eine Evolution geben, die vom diskreten Aufbau über optimierte Remote-IO-Konzepte, zum Beispiel mit programmierbaren I/O-ICs wie dem AD74412R oder AD4110-1 von Analog Devices, bereits viel Flexibilität bringen. Seit einiger Zeit investiert Analog Devices aber auch in Ethernet. Ergebnisse sind die neuen Ethernet-Phys für ADIN1200 und ADIN1300 für Industrial Ethernet und die FIDO5100 und FIDO5200 Industrial Ethernet Switches. Auch 10BASE-T1L steht im Fokus. Industrial Ethernet hat sich in den letzten 15 Jahren erfolgreich entwickelt. „Oberhalb“ des Sensors wird bereits Ethernet gesprochen. 10BASE-T1L kann in Punkto einfache Installation, Robustheit und Flexibilität mit 4 bis 20 mA mithalten – und gleichzeitig die modernen Anforderungen des Industrie 4.0 Zeitalters erfüllen. // ME

Analog Devices



Genauigkeit für alle Bereiche.

LXS, LXSR, LES, LESR, LKSR, LPSR Serien

Neue Closed-Loop- Stromwandler, basierend auf einem von LEM entwickelten Hall-Effekt-ASIC, erreichen in Ihrer Leistungsfähigkeit das Niveau von Fluxgate-Wandlern. Weiterhin konnte durch ein verbessertes Produktionsverfahren eine höhere Qualitätsstufe sowie eine hervorragende Nachverfolgbarkeit erreicht werden. Die Offset-Drift konnte gegenüber den bisherigen, auf Hall-Effekt-Technologie basierenden Kompensationswandlern, um einen Faktor größer vier verbessert werden und ist somit vergleichbar mit der Fluxgate-Technologie. Es werden 6 Wandlerfamilien mit 22 Modellen und mehreren Optionen verfügbar sein. So z.B. eine integrierte Referenzspannung (V_{REF}), ein Layout mit drei und vier Primär-Pins, eine optionale Durchführungsöffnung für einen Stromleiter und eine Überstromerkennung.

- 1,5 bis 50 A Nennstrom
- PCB Montage
- Geringe Offset-Drift (3 – 14 ppm/°C)
- Ausgang für Überstromerkennung (LPSR Modelle)
- -40 to +105°C Betriebstemperatur-Bereich
- 100 % kompatibel mit der vorherigen LEM Generation
- Mehrbereichskonfiguration

www.lem.com

LEM
Life Energy Motion