

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse  
**Band:** 96 (2005)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Ethernet bis in die Maschine  
**Autor:** Schmid, Jürgen  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857817>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Ethernet bis an die Maschine

## Ein Kommunikationsnetz für das gesamte Unternehmen

Ethernet erschien für den industriellen Einsatz lange Zeit ungeeignet. Inzwischen hat sich diese Technologie im Automatisierungsbereich etabliert. Industrial Ethernet hat allerdings nur noch wenig mit der über 25 Jahre alten Ursprungstechnologie zu tun. Die Priorisierung von Daten, kombiniert mit den Ethernet-Standards für Switching, Full-Duplex-Übertragung und die Möglichkeit der Skalierung der Bandbreite von 10 Mbit/s, auf 100 Mbit/s oder 1000 Mbit/s sind Meilensteine in der industriellen Kommunikation. Neue Technologien wie echtzeitfähiges Ethernet erhöhen die Stabilität der Automatisierungsnetzwerke zusätzlich.

Ethernet-Netzwerkkomponenten für industrielle Applikationen erfüllen nicht nur die im Büroumfeld gängigen Sicherheitsstandards, sondern besitzen darüber hinaus eine redundante 24-Volt-Spannungsversorgung, lassen sich auf Hutschienen montieren und nach dem «Plug-and-Work»-Prinzip in Betrieb nehmen. Redundanzfunktionen gewährleisten die Verfügbarkeit der Netzwerke. So verfügen verschiedene Switches aus der Indus-

busse waren und wo hohe Anforderungen an die Netzwerkgeräte bezüglich Temperaturbereich, Schock- und Vibrationsfestigkeit sowie an die Schutzart gestellt werden; dies gilt ebenso für die entsprechenden Steckverbinder.

Hier haben sich zwei Alternativen herauskristallisiert. Der klassische RJ45-Stecker aus der Bürowelt wurde modifiziert und in unterschiedlicher Form gekapselt. Leider konnten sich die Hersteller nicht auf einen gemeinsamen Standard einigen, so dass heute rund zehn verschiedene Steckervarianten am Markt angeboten werden, die nicht kompatibel sind.

Alternativ wurde der im industriellen Umfeld bewährte M12-Stecker weiterentwickelt und für Datenraten bis 100 Mbit/s (Fast Ethernet) von verschiedenen Herstellern freigegeben.

Im Gegensatz zu den gekapselten RJ45-Steckverbindern ist es beim M12-Stecker gelungen, eine für IP67-Anwendungen einheitliche Lösung zu spezifizieren. Die verschiedenen Gremien (IAONA, PNO und ODVA) haben sich hier auf die vierpolige Variante mit der im DKE definierten D-Kodierung geeinigt.

Damit lassen sich die Switches, die höchsten Anforderungen bezüglich Schock, Vibration und IP-Schutzart erfüllen, ohne zusätzliche Schutzmassnahmen direkt an der Maschine montieren. Damit kann die im Produktionsbereich übliche busförmige Verkabelungsstruktur bei-

Jürgen Schmid

trial-Ethernet-Familie über eine eigene Steuerungsintelligenz, die dafür sorgt, dass nach einem Leitungs- oder Geräteausfall garantiert innerhalb von 0,5 Sekunden eine alternative Verbindung zur Verfügung steht.

### Feldtauglicher IP67-Switch

Durch den zunehmenden Einsatz von Protokollen wie Modbus/TCP, Ethernet/IP, Profinet und HSE<sup>1)</sup>, die alle auf Ethernet aufsetzen, gewinnt die dezentrale Architektur mit Ethernet-I/O-Komponenten immer grössere Bedeutung. Damit stösst das Protokoll in Bereiche vor, die bisher eine Domäne der Feld-

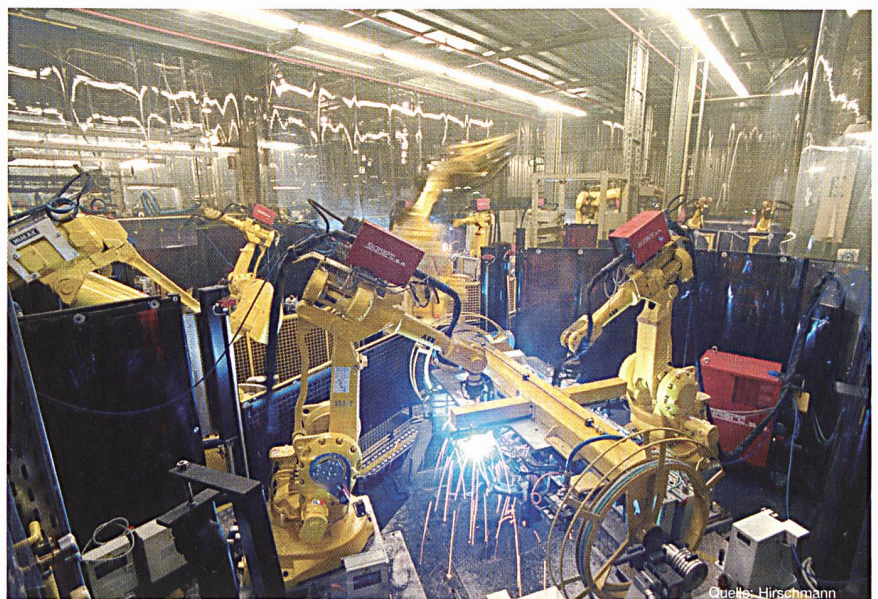


Bild 1 Die Roboter werden über Ethernet gesteuert – über dasselbe TCP/IP-Protokoll, wie es der Büro-PC nutzt.





Quelle: Hirschmann

Bild 2 Ein Industrial-Ethernet-Switch mit den ungebohrten M12-Steckern

behalten werden. Auf Grund der Kaskadierbarkeit der Switches können darüber hinaus dezentral strukturierte Netze mit kurzen Übertragungsstrecken zu den Endgeräten realisiert werden, wodurch der Aufwand für die Verkabelung – im Vergleich zu IP20-Lösungen im Verteilerkasten – deutlich sinkt.

Ein weiterer Aspekt für den Einsatz von Ethernet auf der Feldebene ist die Frage, ob dieses Protokoll überhaupt für Anwendungen mit so genannten harten Echtzeitanforderungen geeignet ist. Beispiele für Anwendungen, bei denen solche Anforderungen an das Verhalten von Steuerungen, Antrieben und Kommunikationssystemen gestellt werden, sind etwa komplexe Werkzeugmaschinen, Fertigungsroboter oder grosse Druckmaschinen. Noch kommen hier vorwiegend Bussysteme wie Sercos, Profibus, CAN oder proprietäre, also herstellerspezifische Lösungen zum Einsatz.

### IEEE1588 Precision Time Protocol

Durch die Verwendung moderner Standards können bereits heute viele Echtzeitanwendungen mit Ethernet realisiert werden. Es muss allerdings durch eine entsprechende Auslegung des Netzwerkes dafür gesorgt werden, dass die Netzlast nicht beliebig gross wird.

War bisher höchste Präzision zwischen unterschiedlichen Geräten gefordert, wurde die Synchronisation über spezielle Verbindungen hergestellt: entweder über ein eigenes Kabel oder einen Feldbus. Hier setzt das Precision Time Protocol nach IEEE 1588 (PTP) an. Zum einen

funktioniert es über ein Standard-Netzwerk, zum anderen ist es gemäss seiner Definition auf höchste Präzision ausgelegt. Erste Implementierungen in modularen Switches<sup>2)</sup> zeigen eine Zeitsynchronität unter 100 Nanosekunden.

Mit Ethernetschnittstellen ausgerüstete Antriebe können so über das Netz synchronisiert werden. Mehrere Interessensgruppen aus dem Bereich Motion Control planen PTP in ihren auf Ethernet basierenden Feldbussen zu verwenden, beispielsweise die ODVA bei Ethernet/IP-CIPSync. Die EPSG (Ethernet Powerlink Standardization Group) hat dieses Protokoll ebenfalls als festen Bestandteil für die Version 3 ihrer Spezifikation vorgesehen.

### Security-Szenarien in der Automatisierung

In vielen Werken haben externe Mitarbeiter bei der Wartung- oder Inbetriebnahme Zugang zu nicht genutzten Ethernet-Ports. Somit können über die Notebooks Viren in das Produktionsnetz gelangen – über Ports, die bereits im Inneren des Netzwerkes liegen. Sicherheitsfunktionen, die am Übergang zum Produktionsnetzwerk installiert sind, greifen in einem solchen Szenario nur bedingt.

Ein weiterer möglicher Ausgangspunkt für eine Verletzung der Sicherheitsstandards ist die Manipulation durch unbewussten Zugriff und der daraus resultierenden Fehlbedienung. Ein Zahlendreher bei der Eingabe der IP-Adresse kann dafür sorgen, dass sich ein User nicht wie angenommen auf die Maschine zugreift, die sich direkt vor ihm befindet. Stattdessen führt er über den Web-Access unbewusste und unkontrollierte Manipulationen auf einem beliebigen System aus.

Es hat sich bei Produktionsausfällen in der jüngsten Vergangenheit immer wieder gezeigt, dass die Viren zwar die grösste Presse erhalten, sie jedoch nur einen Teil

des Problems ausmachen. So hätten entsprechend konfigurierte Firewalls in den Automatisierungnetzwerken viele Angriffe abfangen und den störungsfreien Betrieb der Anlagen gewährleisten können.

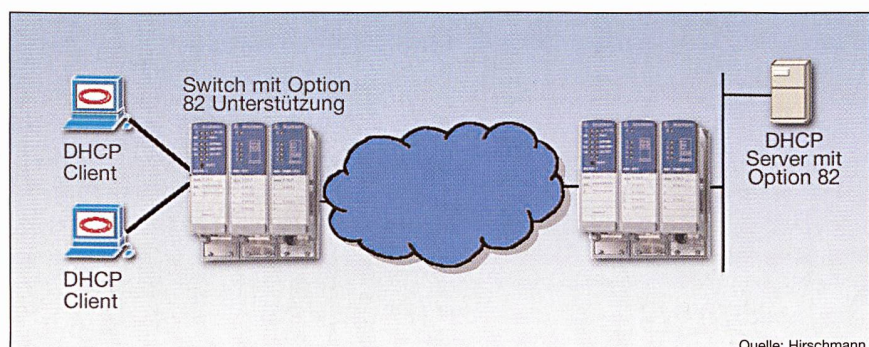
Die Hauptaufgabe dieser Security-Systeme ist es, nur die Kommunikation zuzulassen, über die der notwendige Datenaustausch in dem Produktionsnetzwerk abläuft; alle anderen Datenflüsse werden durch entsprechende Filter verhindert. Das bedingt, dass bei der Konfiguration der Filter die Kommunikationsbeziehungen genau bekannt sind.

Eine industrielle Firewall/VPN gewährleistet die Authentifizierung, Absicherung und Vertraulichkeit von Kommunikation innerhalb von Produktionsnetzwerken, aber auch über Unternehmensgrenzen hinweg. So lassen sich Serviceports für externe Mitarbeiter oder die Segmentierung von einzelnen Produktionszellen einrichten.

### Faulty Device Replacement

In einem Office-Netzwerk wird die Konfiguration neuer oder ausgetauschter Geräte durch einen Netzwerk-Administrator durchgeführt. Solches Personal steht im Fertigungsbereich nur selten zur Verfügung. Dort muss sich Ethernet hinsichtlich der Inbetriebnahme vielmehr an Feldbussystemen messen, bei denen die Konfiguration der Endteilnehmer über DIL-Schalter möglich ist und deshalb – wenn überhaupt – nicht mehr als einen gewöhnlichen Schraubendreher erfordert.

Die Netzinfrastruktur wird also künftig einfache Mechanismen für die Inbetriebnahme zur Verfügung stellen müssen – Stichwort «Automatische Konfiguration». So gibt es intelligente Module, die relevante Daten wie die IP-Adresse oder Konfigurationsparameter speichern und die ausgetauschte Netzwerkkomponente nach dem «Plug-and-Work»-Prinzip konfigurieren.



Quelle: Hirschmann

Bild 3 «Plug-and-Work» – Automatische Inbetriebnahme mit der DHCP-Option 82



Noch komfortabler ist es, wenn der neue Switch nur angeschlossen werden muss und dann vom Netzwerk automatisch alle Daten des ausgetauschten Gerätes erhält.

Durch eine spezielle DHCP-Erweiterung, der Option 82, kann der neue Switch, der die IP-Adresse anfordert, durch den entsprechenden Port des Switches, an dem er angeschlossen ist, genau identifiziert werden.

Von einem zentralen Server werden dann die IP-Adresse und die Konfiguration geladen. Defekte Komponenten können vom Servicepersonal selber ausgetauscht werden, das Netzwerk ersetzt bei der Inbetriebnahme den IT-Spezialisten.

### Ethernet an der Maschine

Über industrietaugliche Netzwerkkomponenten und Steckverbinder, die die

Anforderungen der Schutzklasse IP67 erfüllen, gelangt Ethernet bis an die Maschine. So entsteht ein durchgängiges Datennetz für die industrielle Kommunikation von der Leit- über die Steuerungsbis hinunter zur Feldebene.

Mit konsequent umgesetzten Ethernet-Lösungen lassen sich bereits heute eine höhere Produktivität der Anlagen oder Kosteneinsparungen bei Planung, Inbetriebnahme und Service erzielen. Durch das TCP/IP-Protokoll von Ethernet erhalten Produktionsanlagen sogar einen Zubringer zur weltumspannenden Datennautobahn, dem Internet. Obwohl noch manches zu tun bleibt, hat Ethernet bereits heute die Welt der industriellen Datenkommunikation so stark verändert wie keine andere Technologie zuvor.

### Angaben zum Autor

**Jürgen Schmid** ist Produktmanager für Industrial Networking in der Automatisierungssparte der Hirschmann Electronics GmbH, D-72654 Neckartenzlingen, [juergen.schmid@hirschmann.de](mailto:juergen.schmid@hirschmann.de)

<sup>1</sup> High Speed Ethernet von Fieldbus Foundation  
<sup>2</sup> MICE-Switch von Hirschmann

## Pour une utilisation efficace de l'énergie

### Perspectives de la consommation d'électricité

L'objectif d'un développement durable exige une réduction de la consommation d'électricité. Malgré Energie 2000 et Energie Suisse, notre consommation d'énergie augmente. Une technique efficace serait bien disponible mais n'est que lentement mise en oeuvre en pratique, même dans les cas où elle est rentable. Il s'agit de supprimer ces obstacles, ce qui exige un engagement national et international. Le marché n'y parviendra pas à lui seul car il ne tient pas compte des coûts externes et ses perspectives sont à trop court terme.



**Elektrokabel**  
**Kabelkonfektion**  
**EDV-Netzwerke**

**Heiniger Kabel AG**  
Sägestrasse 65, CH-3098 Köniz

Bereich Kabel Tel. 031 970 55 70 Fax 031 970 55 79	Bereich Netzwerke Tel. 031 970 55 50 Fax 031 970 55 59
--	--

**Heiniger Kabel AG**  
Sumpfstrasse 22, CH-6312 Steinhausen

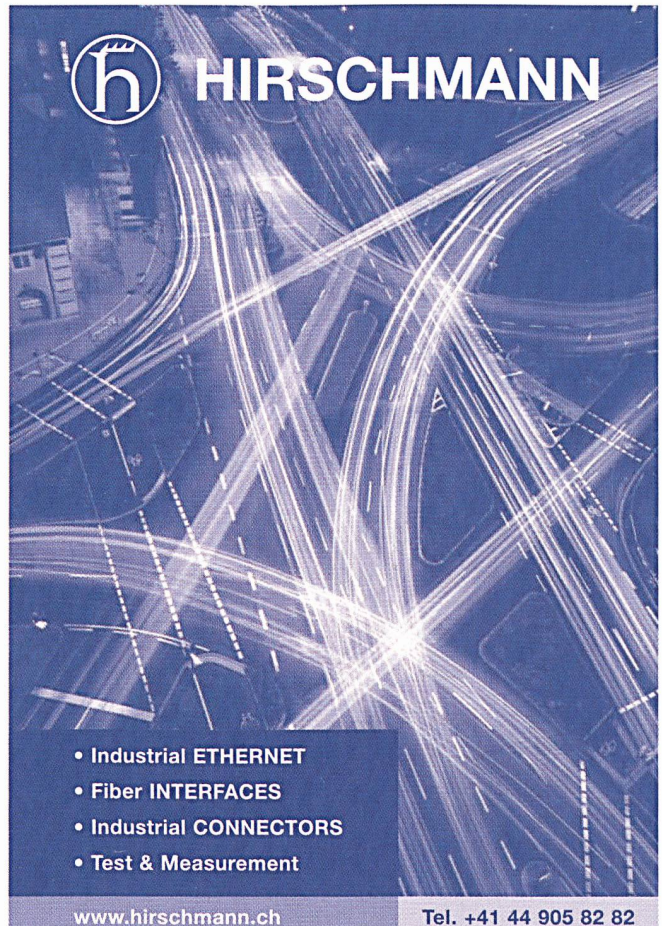
Bereich Konfektionen  
Tel. 041 749 16 66 Fax 041 741 29 01



**Qualität verbindet.**

Internet: [www.heiniger-ag.ch](http://www.heiniger-ag.ch)  
e-mail: [heiniger@heiniger-ag.ch](mailto:heiniger@heiniger-ag.ch)

**HEINIGER**  
Ein Unternehmen der Gruppe  
KROEMER & SCHUBERT



**HIRSCHMANN**

- Industrial ETHERNET
- Fiber INTERFACES
- Industrial CONNECTORS
- Test & Measurement

[www.hirschmann.ch](http://www.hirschmann.ch)

Tel. +41 44 905 82 82



## Ineltec – Electronics 2005

Ineltec – Electronics, das ist was für Insider. Denn an dieser Teilmesse treffen Sie Ihresgleichen und informieren sich über aktuelle Branchentrends. Alles rund um Technologie, Entwicklung und Kommunikation der industriellen Elektronik wird hier intensiv und umfassend thematisiert. Das Angebot für Leute vom Fach: Design und Entwicklung, Engineering und Software, Bauelemente und Baugruppen, Displays, IPC und Embedded Systems, Produktion und Produktionsmittel, Mess- und Prüftechnik, industrielle Kommunikation sowie Forschung, Bildung, Fachwissen und vieles mehr. Und als exklusive Zugabe: «Electronics Arena» mit hochkarätigen Referaten und Podiumsdiskussionen und neu das «exact Forum», Fachtagung für die industrielle Elektronik und Entwicklung. Jedem Profi das Seine.

6. bis 9. September 2005 | Messe Basel | [www.ineltec.ch](http://www.ineltec.ch)

ineltec ELECTRONICS	ineltec POWER + BUILDING	ineltec LIGHTING
------------------------	-----------------------------	---------------------

MCH Messe Basel AG, Ineltec 2005, Tel. +41 58 200 20 20, [info@ineltec.ch](mailto:info@ineltec.ch)

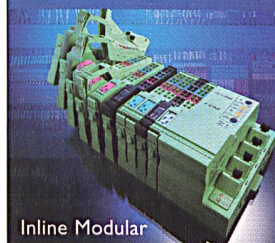
## Alle Feldbusse – am Stück noch günstiger!



DeviceNet™

CANopen

Ethernet



Inline Modular



Fieldline Stand-Alone



Fieldline Modular

### Inline Block IO

Ob modular anreihbar oder als kompakte I/O-Module – Inline bietet immer die richtige Automatisierungslösung, und das für alle gängigen Feldbusse. Die neuen Inline Block IO-Module mit ihrer kompakten Bauform, dem integrierten Buskoppler und den digitalen Ein- und Ausgängen ergänzen die vielfältigen Funktionen des modularen Inline-Automatisierungsbaukastens. Nutzen Sie die Vorteile der Kombination von modularen und kompakten Baugruppen mit durchgängiger Handhabung.

Mehr Informationen unter  
Telefon 0523545555 oder  
[www.phoenixcontact.ch](http://www.phoenixcontact.ch)