

tec news

HARTING Technologiemaßazin

„NEXT LEVEL
CONNECTIVITY“

Dr. S. Melinu, Siemens

„MIT NORMEN IN
DIE ZUKUNFT“

J. Stein, T. Sentko, DKE

EXPERTEN IN
DEN SEKTOREN

M. Fritsche: ISO/IEC JTC 1/SC 25

W. Martin, R. Marques: Rockwell

A. Klees, J. Zellner: ZVK

N. Schlingmann: AEF

M. Roeingh: CC Isobus e.V.

OHNE STECKER KEINE DATEN

All Electric Society:
Daten als Lebensader
der Zukunft

IST ES NICHT
DOCH DER **STECK-
VERBINDER,**

DER DIE ALL ELECTRIC SOCIETY
IM INNERSTEN **ZUSAMMENHÄLT?**



Liebe Leserinnen und Leser,

in einer All Electric Society (AES) ist die durchgehende Vernetzung allgegenwärtig – die Lebensader der Daten ist damit ebenso selbstverständlich wie die der elektrischen Power. Daten entstehen heute überall, nicht zuletzt durch die Einführung des digitalen Zwillings.

Wenn wir an Datenräume für verschiedenste Applikationen denken, denken wir heute selbstverständlich auch an künstliche Intelligenz. Doch dabei wird oft übersehen, wo die Daten einer AES eigentlich ihren Ursprung haben. Denn sind die Daten erst einmal in der Cloud angekommen, haben sie bereits eine weite Reise durch unterschiedlichste Datennetze hinter sich.

Fundamental auf diesem Weg ist das Netzwerkprotokoll, das es überhaupt erst ermöglicht, Daten durch das Netzwerk zu schicken. Im Sinne einer All Electric Society kann dies jedoch nur sektorenübergreifend funktionieren, wenn eine konvergente Plattform geschaffen wird.

Aus meiner Sicht hat Ethernet das Potenzial, der Standard einer solchen sektorübergreifenden Kommunikationsplattform zu werden.

Doch Ethernet muss auch ins reale Gerät kommen – in den Sensor, ins Edge-Device.

Und genau hier kommt der Steckverbinder ins Spiel. Man könnte also sagen:

Es ist der Steckverbinder, der die All Electric Society im Innersten zusammenhält. Denn nur, wenn der Stecker passt, ist eine Verbindung in die Datenräume überhaupt möglich.

In dieser Ausgabe der tec.news stellen wir uns daher die Frage: Welche Anforderungen stellt die Lebensader Daten in der AES letztendlich an den Steckverbinder?

Erlauben Sie uns an dieser Stelle, den Steckverbinder vielleicht ein wenig zu überhöhen – das liegt schlicht an unserer Leidenschaft für dieses Thema.

Viel Spaß beim Lesen der aktuellen Ausgabe wünscht Ihnen



Philip Harting

Philip Harting
Vorsitzender des Vorstands,
HARTING Technologiegruppe

tec|news

Das Technologiemaßazin von



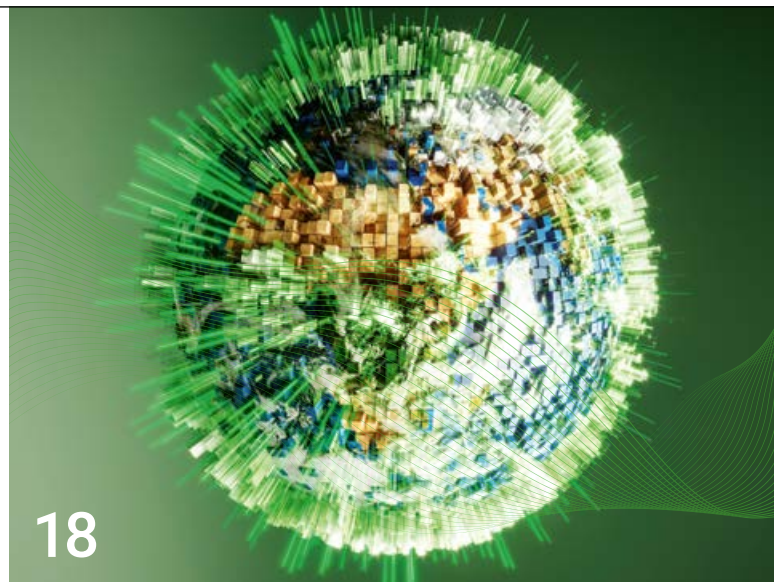
Pushing Performance
Since 1945



6

Keine Stecker, keine Verbindung, keine Daten

Standardisierung und Offenheit sind wesentliche Voraussetzungen für eine All Electric Society



18

Mit Normen in die Zukunft

Die Schlüssel der DKE für die Energiewende und die AES

Ausgabe 49 | Titelthema:

OHNE STECKER KEINE DATEN

 future technologies



Daten in Strömen 10

Daten und Fakten: standardisierte Ethernet-Protokolle für effiziente, sektorenübergreifende Digitalisierung

Daten für die Welt 14

Internationale Standards sichern weltweite, sektorspezifisch angepasste Datenübertragung

Ethernet im Jahr 2025 16

Ethernet bleibt unverzichtbar: offen, skalierbar, innovativ und anpassungsfähig

Mit Normen in die Zukunft 18

Normen, Digitalisierung und Sektorenkopplung sind Schlüssel der DKE für die Energiewende und die AES

Die Rolle der Datentechnik im Bereich „Public Transport“ 20

Ethernet wird zum Standard im Schienenverkehr: für sichere, effiziente und vernetzte Mobilität

Das Potenzial von Daten entfesseln 22

Industrielle Automatisierung nutzt Daten, Standards und Ethernet für leistungsfähige und vernetzte Fertigung

Der Adapter ist der King 24

Adapter sind Schlüssel zur flexiblen Datenkommunikation

Datenaustausch in der Landwirtschaft 26

Standardisierung und offene Datenräume: essenziell für reibungslosen, sicheren Datenaustausch in der digitalen Landwirtschaft.

Praxisnahe Digitalisierung und Datenmanagement in der Landtechnik 28

Das Competence Center ISOBUS fördert praxisnahe Digitalisierung durch offene, Ethernet-basierte Standards

Wie künstliche Intelligenz das Engineering von Steckverbindern beschleunigt 30

Schneller, nachhaltiger, kundenfokussiert und sicher

Digital Twin: Dreh- und Angelpunkt 32

Der Digital Twin vernetzt die physische und digitale Welt, schafft Transparenz und Wirksamkeit



20

Die Rolle der Datentechnik im Bereich „Public Transport“

Ethernet wird zum Standard im Schienenverkehr



32

Dreh- & Angelpunkt zur Vernetzung der physischen und digitalen Welt

Der Digital Twin schafft Transparenz und Effizienz

Eine lohnende Verbindung: die tec.news-Welt im Web

Tiefer in Themen einsteigen, mit Artikeln, Multimedia-Inhalten
und vielen Inspirationen: Besuchen Sie uns auch online!



[HARTING.com/tecnews](https://harting.com/tecnews)



strategy

Keine Stecker, keine Verbindung, keine Daten

6

Standardisierung und Offenheit für
die All Electric Society

Daten und Energie bringen das Herz der AES zum Schlagen

12

Standardisierung ist der Schlüssel
zur Effizienz



customer benefits

Smart: Hauskraftwerke als Schaltzentrale der vernetzten Energiewelt

34

Hauskraftwerke verknüpfen Energie,
Mobilität und Infrastruktur

Datengetriebene Transformation bei der indischen Eisenbahn

36

Daten ermöglichen CO₂-neutrale,
leistungsfähige und sichere Bahnen –
Standardisierung und Vernetzung
sind entscheidend



collaboration & co-creation

Bedarfsgerechter Strom aus Erneuerbaren

38

Energie und Daten Hand in Hand:
GeoPura liefert skalierbaren, sauberen
Strom dank Wasserstoff und smarter
Vernetzung



KEINE STECKER, KEINE VERBINDUNG, KEINE DATEN

Smartphones laden über Induktion, Kopfhörer und Headsets verbinden sich via Bluetooth mit ihren jeweiligen Endgeräten und Daten werden über drahtlose Verbindungen wie WLAN und Co. übermittelt. Auch wenn wir es uns in unserem vermeintlich kabellosen Zeitalter kaum mehr vorstellen können, spätestens das Gerät, an dem unser Consumer-Endgerät mit seiner Datenverbindung hängt, hat einen Steckverbinder, um die Daten weiterzutransportieren. Der Weg in die Cloud und den Datenraum enthält unzählige Steckverbinder.

Auch heute, auch im digitalen
Raum, funktioniert nichts
ohne ein verbindendes Element:

DEN STECKER



Dr. Stephan Middelkamp
General Manager
Quality & Technologies,
HARTING Technologiegruppe



Andreas Huhmann
Strategy Consultant
Connectivity & Networks,
HARTING Technologiegruppe

Die These, dass ohne den passenden Stecker keine Datenverbindung möglich ist, ist nicht nur eine technische Wahrheit. Sie funktioniert ebenso als Metapher für die aktuellen Herausforderungen, vor denen die All Electric Society steht. An dieser Stelle wird die Sektorenkopplung zum Schlüssel(-begriff). Doch eigentlich greift der Begriff der Sektorenkopplung zu kurz. Schließlich geht die Sektorenkopplung weit über das Öffnen von Türen, also die bloße Überwindung von Grenzen, zwischen den Bereichen hinaus; sie erfordert eine tiefgreifende sektorübergreifende Verzahnung von Maschinen, Anlagen und Geräten inklusive deren Sensorik und Aktorik, die in den verschiedenen Sektoren Energie erzeugen oder verbrauchen, um eine wirklich vernetzte elektrische Zukunft zu realisieren.

Datentechnische Vernetzung ist das Fundament der All Electric Society

Die zentrale Kernaussage dieser Überlegungen ist, dass die Sektorenkopplung nicht nur als ein Mittel betrachtet werden sollte, um Silos zwischen Energie, Industrie, Mobilität und anderen Bereichen aufzubrechen. **Vielmehr ist sie eine umfassende Strategie, die darauf abzielt, die jeweiligen Anlagen unterschiedlicher Sektoren in ihrer Tiefe zu integrieren und zu vernetzen und so datentechnisch eine konvergente Plattform zu erzeugen.**

Denn Energie muss genau dann verbraucht werden, wenn sie produziert wird. Diese Anforderung führt uns dazu, dass wir die verschiedenen Sektoren tiefgreifend analysieren und verzahnen müssen, um Effizienz und Nachhaltigkeit zu gewährleisten.

Im Bereich des physikalischen Layers ist die Vernetzung durch die universelle Nutzung von Ethernet sehr weit fortgeschritten. Dessen Nutzung hat hier eine jahrzehntelange Geschichte, die anfänglich dadurch geprägt war, dass unterschiedliche Profile verwendet wurden, die sich im Steckverbinder unterscheiden. Das war zunächst durch die Applikation begründet, da beispielsweise jedes Automati-

sierungsprofil ein in sich geschlossenes Ökosystem darstellte. Heute sieht die Situation gänzlich anders aus.

Einheitliche Datennetzwerke unterstützen die Integration innerhalb der Sektoren – und die Integration über die Sektoren hinaus. Beides ist von entscheidender Bedeutung für das Gelingen der All Electric Society.

Die Standardisierung, sowohl auf dem physischen als auch auf dem elektromechanischen Layer, wird zu einem entscheidenden Instrument, um diese Integration zu unterstützen. Indem wir breite Standards bei den Steckverbindern schaffen, ermöglichen wir eine nahtlose Kommunikation und Interaktion zwischen den Sektoren. Das bedingt gleich zweierlei Nutzen: Zum einen ergeben sich Vorteile für die Anwender, die beispielsweise von höherer Kompatibilität, Skalierbarkeit und Austauschbarkeit sowie einer Reduzierung von Lock-in-Effekten und Wartungsaufwand profitieren. Zum anderen ergeben sich neue Möglichkeiten in der Nutzung von dezentralen Endgeräten, die sich in vielen Sektoren durch einheitliche Datenschnittstellen sowohl physikalisch als auch elektromechanisch universell integrieren lassen. Das führt zu Innovation und löst alte Silos auf.

**Ethernet nach IEEE
wird als Standard
genutzt. Das führt dazu,
dass Geräte universell
eingesetzt werden
können, auch in unter-
schiedlichen Sektoren –
natürlich nur, wenn der
Steckverbinder
auch passt.**



Sektorenkopplung in der AES: LEBENSADER ETHERNET

Offenheit statt Rückzug

**Ein prominentes
Problem der Gegen-
wart ist der Protek-
tionismus, der oft den
Fortschritt hemmt.**

Das Aufbrechen von Silo-Denken und die Förderung einer offenen, integrativen Herangehensweise an die Sektorenkopplung sind entscheidend. Anstatt bestehende Strukturen zu schützen, sollten wir an einer harmonischen Kooperation zwischen den Sektoren arbeiten, die es ermöglicht, Synergien zu nutzen und innovationsfreundliche Rahmenbedingungen zu schaffen. Die Konvergenz des physikalischen Layers muss Hand in Hand gehen mit der Konvergenz des elektromechanischen Layers. Wenn wir beispielsweise neue Technologien und Systeme entwickeln, die in der Lage sind, effizienter und gleichzeitig umweltfreundlicher zu arbeiten, sind entsprechende Schnittstellen und Verbindungen erforderlich.

Die Notwendigkeit von Datenräumen ist ein weiteres wesentliches Element, das die Sektorenkopplung nachhaltig unterstützt. Datenräume bieten einen strukturierten Rahmen, in dem Daten effektiv geteilt und genutzt werden können. Das fördert nicht nur die Transparenz und Effizienz, sondern ermöglicht auch die Entwicklung von Lösungen, die für alle Sektoren von Vorteil sind. Fließen zum Beispiel Daten aus dem Bereich der Energieerzeugung in die Industrie oder Mobilität, kann die gesamte Wertschöpfungskette optimiert werden.

Sektor
MOBILITÄT

Grenzüberschreitung im besten Sinn

**Es ist wichtig zu betonen, dass die
Sektorenkopplung keine zusätzliche
Aufgabe darstellt, sondern das logi-
sche und notwendige Ergebnis einer
konsequenten und konvergenten
Digitalisierung ist.**



Die Verschmelzung von Daten, Technologien und Prozessen ist nicht nur wünschenswert, sondern unerlässlich, um den ökologischen wie ökonomischen Herausforderungen gerecht zu werden. Wir brauchen eine Grenzüberschreitung im besten Sinn; wir überbrücken nicht nur physische oder technische Grenzen, sondern schaffen neue Verbindungen, die es uns ermöglichen, intelligent zu arbeiten und Ressourcen sinnvoll zu nutzen.

Dazu sind viele Schnittstellen in die reale Welt entscheidend. So sind beispielsweise Edge Devices im Rahmen eines Internet of Things notwendig, damit die Daten in den Datenraum kommen. Doch dort kommen sie eben nur an, wenn der Stecker passt.

**Wir befinden uns auf dem Weg
in die All Electric Society.
Eine umfassende Vernetzung,
unterstützt durch Datenstandards
und offene Schnittstellen, ist
der Schlüssel, um die Heraus-
forderungen unserer Zeit zu
meistern und eine nachhaltige,
klimaneutrale Zukunft
zu gestalten.**

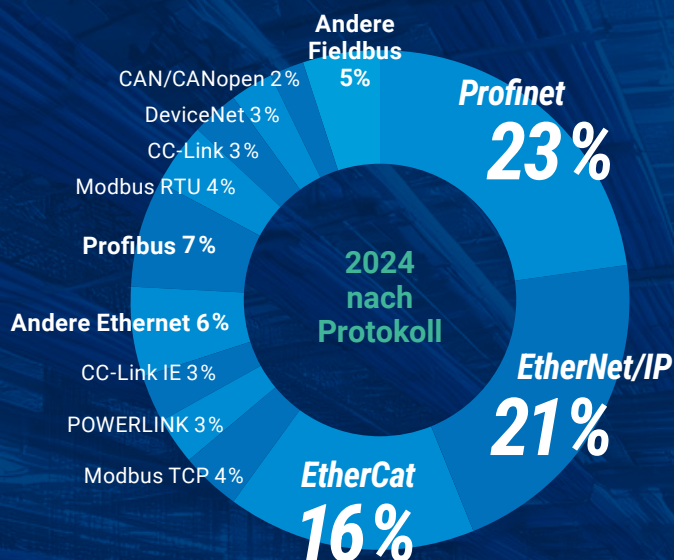
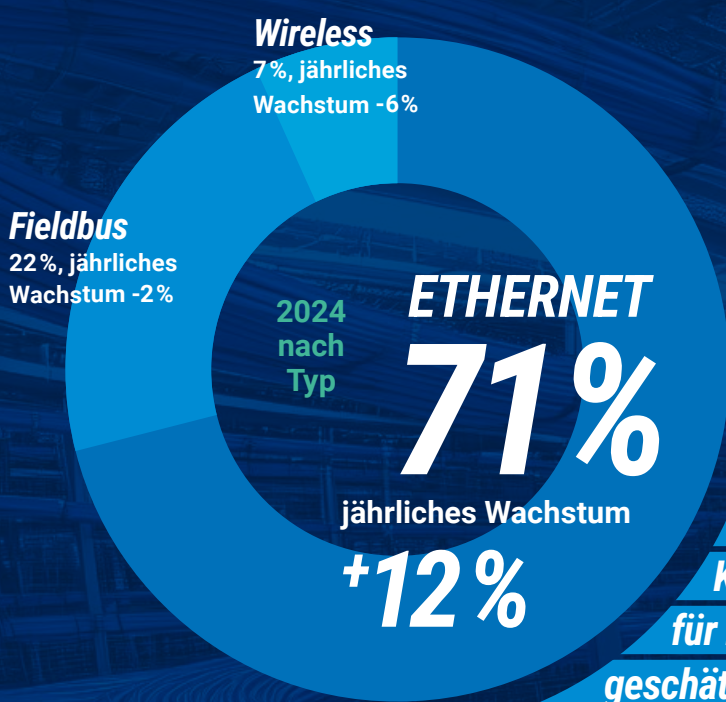
DATEN IN STRÖMEN:

DIGITALE TRANSPARENZ FÜR DIE AES

Industrial IoT-Connectivity über Ethernet und die zunehmende Fokussierung auf standardisierte Protokolle sind essenzielle Bausteine und Fortschrittsindikatoren auf dem Weg zur All Electric Society. Sie erleichtern die Kopplung und den Austausch von Daten zwischen den Sektoren Energie, Industrie, Mobilität, Infrastruktur sowie Landwirtschaft und erhöhen die Gesamteffizienz. Das gewährleistet eine nachhaltige, effiziente und sektorenübergreifende Digitalisierung und Elektrifizierung von Industriesystemen.

Marktanteile Industrial Connectivity mit Fokus Ethernet

Quelle: HMS Networks

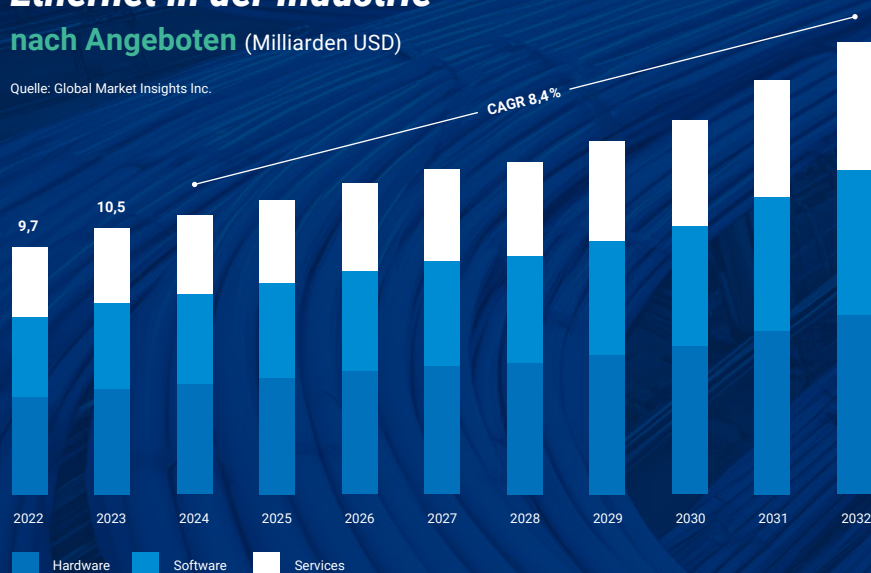


Das Gesamtwachstum der Anzahl neuer Knotenpunkte wird für 2024 auf +7% geschätzt.



Ethernet in der Industrie nach Angeboten (Milliarden USD)

Quelle: Global Market Insights Inc.

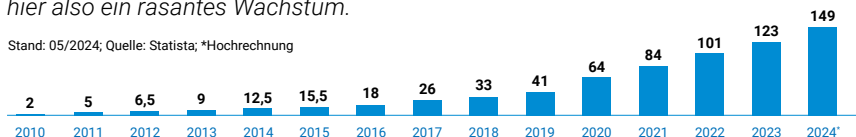


„Der Industrial Ethernet Market wurde im Jahr 2023 auf 10,5 Milliarden USD geschätzt und wird voraussichtlich bei einem CAGR von über 8 % zwischen 2024 und 2032 wachsen. Industrie 4.0 und intelligente Fertigungsinitiativen sind Schlüsselkräfte, die den Markt fördern. Diese Bewegungen unterstreichen die Einführung modernster digitaler Technologien, einschließlich IoT, AI und Big Data Analytics, in industriellen Einstellungen.“

DATA WORLDWIDE 2010...2024

Die Gesamtmenge der weltweit erstellten, erfassten, kopierten und verbrauchten Daten betrug im Jahr 2024 rund 150 Zettabyte – und somit 27 Zettabyte (1 Zettabyte = 1 Trilliard Bytes) mehr als noch im Jahr 2023. Wir sehen hier also ein rasantes Wachstum.

Stand: 05/2024; Quelle: Statista; *Hochrechnung



Datenvolumen in Zettabyte

2025 nach Endverbraucherbranchen

Quelle: Future Market Insights Inc.

Das Segment Automobil-Produktion und Transport wird voraussichtlich im Jahr 2025 einen Anteil von 25 % am Industrial-Ethernet-Markt haben, was die Führungsrolle der Branche bei der Einführung von Automatisierungstechnologien und der Weiterentwicklung der Fertigung widerspiegelt. Die zunehmende Verbreitung der Produktion von Elektrofahrzeugen und die steigende Komplexität der Automobilelektronik treiben die Nachfrage nach immer ausgefeilteren Kommunikationsnetzwerken voran. Die Fähigkeit von Industrial Ethernet, Hochgeschwindigkeitsdatenübertragung und deterministische Kommunikation zu unterstützen, macht es unverzichtbar für Automobilfertigungsanlagen der nächsten Generation, die ihre Produktionsprozesse optimieren und ihren Wettbewerbsvorteil erhalten wollen.

13,5%
Öl & Gas

25,0%
Automobil-Produktion
& Transport

12,6%
Energie & Strom-
erzeugung

12,0%
Lebensmittel
& Getränke

5,7%
Sonstige

11,8%
Chemie &
Dünger

10,1%
Elektrotechnik
& Elektronik

9,3%
Luftfahrt &
Verteidigung

(100% =
13,3 Mrd.
USD)

Umsatzvergleich: Top 5 in 2025

Stand: 06/2024; Quelle: Statista Market Insights;
Daten in aktuellen Wechselkursen, reflektieren
die Einflüsse des Russland-Ukraine-Krieges auf
den Markt

USA 90,9 Mrd. €



China 62,5 Mrd. €



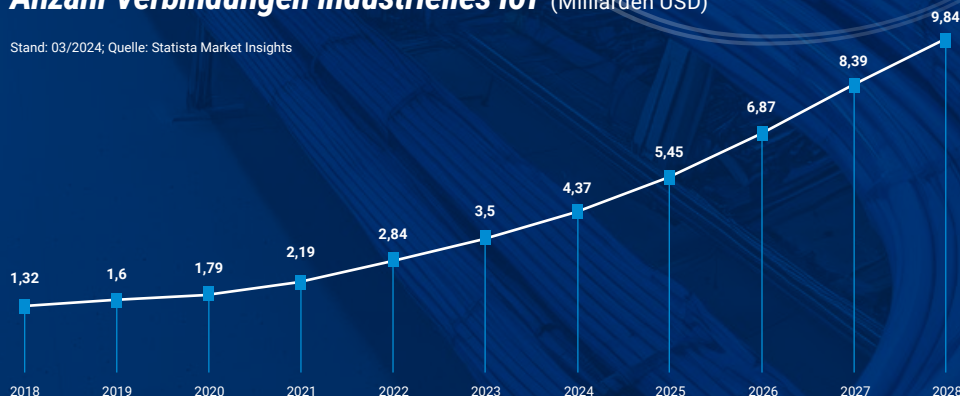
Deutschland 8 Mrd. €

Japan 7 Mrd. €

Indien 6,5 Mrd. €

Anzahl Verbindungen industrielles IoT (Milliarden USD)

Stand: 03/2024; Quelle: Statista Market Insights



„IoT-Technologien können Echtzeitdaten über die Maschinenleistung, den Produktionsoutput und andere wichtige Metriken liefern und es den Herstellern damit ermöglichen, ihren Betrieb zu optimieren und Ausfallzeiten zu reduzieren.“

DATEN UND ENERGIE BRINGEN **DAS HERZ DER AES** ZUM SCHLAGEN

Data Connecting the Sectors



Jörg Scheer

Senior Vice President Market,
HARTING Technologiegruppe

Sprechen wir über die All Electric Society (AES), begegnet uns häufig der Begriff der zwei zentralen Lebensadern: Energie und Daten. Diese beiden Ressourcen sind nicht nur für den Betrieb elektrifizierter Systeme unverzichtbar, sondern auch für die Optimierung und Automatisierung industrieller Prozesse. Während die Erzeugung, Speicherung und Nutzung erneuerbarer Energien als Grundlagen der ökologisch nachhaltigen Energieversorgung gelten, kann man die Rolle der Daten leicht unterschätzen. Doch in einer zunehmend digitalisierten Gegenwart wird klar, dass „Data“ eine unverzichtbare Ergänzung zur Lebensader „Power“ darstellt.

Energie und Daten:

eine synergetische Beziehung

Die Integration von Energie und Daten stellt in der All Electric Society einen entscheidenden Faktor für die so wichtige Effizienz bei der Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Nutzung von Energie dar. Alles, was elektrifiziert werden kann, wird auch elektrifiziert, davon bin ich überzeugt. Doch ohne die zugrunde liegenden Daten können wir die Effizienz der elektrifizierten Systeme nicht vollständig ausschöpfen.

Daten ermöglichen die Überwachung und Steuerung von Prozessen in Echtzeit, was nicht nur den Stromverbrauch optimiert, sondern auch neue Geschäftsmodelle schafft.

In der Architektur der All Electric Society wird Connectivity zunehmend entscheidend. Die Zukunft sieht vor, dass traditionell isolierte Sektoren – wie die Industrie, die Energieversorgung und die Mobilität – durch intelligente Datenkommunikation vernetzt werden. **Die Zukunft der Connectivity wird dabei durch intuitive Schnittstellen und standardisierte Protokolle bestimmt.**

Herausforderungen der Sektorenkopplung

Denn die Sektorenkopplung hat das Potenzial, die Effizienz der Energienutzung erheblich zu steigern. Gleichzeitig stehen wir bei

Während die physischen Energieanschlüsse oftmals vielfältig und individuell gestaltet sind, müssen die Datenschnittstellen vereinheitlicht werden.



der praktischen Umsetzung vor großen Herausforderungen. Das größte Hindernis ist die Standardisierung von Kommunikationsprotokollen und Schnittstellen. Aktuell sind viele Systeme und Anwendungen mit proprietären Protokollen ausgestattet, die eine nahtlose Kommunikation erschweren. Es ist entscheidend, dass sich die relevanten Akteure über sektorübergreifende Standards verständigen, um die Interoperabilität zu maximieren.

Diese Hürden sind besonders im Bereich der Daten spürbar. **Während die physischen Energieanschlüsse oftmals vielfältig und individuell gestaltet sind, müssen die Datenschnittstellen vereinheitlicht werden.** Es muss möglich sein, dass wir unabhängig davon, ob wir im privaten oder professionellen Bereich arbeiten, einheitliche Protokolle nutzen können.

Die physische Infrastruktur als Fundament

Bei der Umsetzung der Sektorenkopplung ist aber auch die bestehende physische Infrastruktur nicht zu vernachlässigen. Der Ausbau von Energienetzen wird in den kommenden Jahren eine zentrale Rolle einnehmen, da sich der Energiebedarf bis 2050 voraussichtlich verdoppeln wird. Die Energienetze müssen daher so weiterentwickelt werden, dass sie nicht nur den steigenden Bedarf decken, sondern auch eine effiziente Verteilung ermöglichen.

Gleichzeitig benötigen wir eine bessere Dateninfrastruktur. Insbesondere der Glasfaserausbau ist essenziell, um die Datenübertragung mit der notwendigen Bandbreite, Geschwindigkeit und Stabilität für die Sektorenkopplung zu gewährleisten. Diese Infrastruktur muss zwingend auf die neuen Anforderungen der Digitalisierung abgestimmt werden, um eine Echtzeit-Datenverarbeitung zu ermöglichen. Der Fortschritt dabei ist regional unterschiedlich. Es gibt Länder mit einer bereits sehr fortschrittlichen Infrastruktur, während andere noch Nachholbedarf haben.

Connectivity-Lösungen für die eine Verbindung

Um die Anpassungsfähigkeit der Dateninfrastrukturen zu garantieren, sind neue Connectivity-Lösungen erforderlich. In der Zukunft werden modulare und steckbare Systeme eine zentrale Rolle spielen. Der Trend geht zu einem einheitlichen Standard, der nicht nur die Flexibilität, sondern auch die Bedienbarkeit erhöht. Dabei stellt Single Pair Ethernet (SPE) eine vielversprechende Lösung dar, die es ermöglicht, Energie und Daten über ein Adernpaar zu übertragen.

Ideal: Standard(s)

In diesem Kontext möchte ich noch einmal betonen, wie wichtig die Standardisierung von Kommunikationsprotokollen und offenen Schnittstellen für die Verwirklichung der All Electric Society ist. **Ohne einheitliche Protokolle wird die Integration und damit die Effizienz der Sektorenkopplung enorm erschwert.** Die Herausforderungen umfassen bei diesem Thema nicht nur technische Aspekte, sondern auch politische und ökonomische Rahmenbedingungen, die den Fortschritt hemmen können.

Doch die All Electric Society ist kein fernes Zukunftsbild, sondern eine Realität, die bereits im Entstehen begriffen ist.

Unternehmen und Akteure in verschiedenen Sektoren müssen die Herausforderungen der Standardisierung und Implementierung gemeinsamer Protokolle annehmen, um die Vorteile der Sektorenkopplung zu nutzen und die Effizienz ihrer Systeme zu steigern.

Ein besonders vielversprechender Protokollstandard für die Daten ist Ethernet. Es bietet die Grundlage für eine robuste Datenkommunikation – verbunden mit der Flexibilität und Kompatibilität, um Sektoren optimal miteinander zu verknüpfen.

In der Symbiose von Energie und Daten liegt daher der Schlüssel zu einer nachhaltigen Zukunft – der All Electric Society. Die Zeit drängt und der Weg führt nur über eine enge Zusammenarbeit und mutige Innovationsfreude aller Beteiligten.

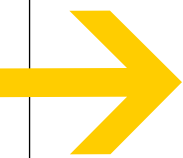
Auf den folgenden Seiten vertiefen wir die Rolle von Ethernet.

DATEN FÜR DIE WELT

Daten sind neben Power eine essenzielle Lebensader für unsere modernen Gesellschaften. Voraussetzung für die reibungslose Funktion der weltweiten Kommunikationssysteme sind einheitliche internationale Standards.

Die dominierende Übertragungstechnologie, besonders in den Local Area Networks (LAN), basiert auf den IEEE802-Protokollen. Diese umfassen die Datenübertragung via Funk, wie WiFi, Bluetooth oder zukünftig auch LiFi (kurz für „Light Fidelity“) nach IEEE802.11 und natürlich die kabelgebundenen IEEE802.3-Übertragungsprotokolle für Ethernet.

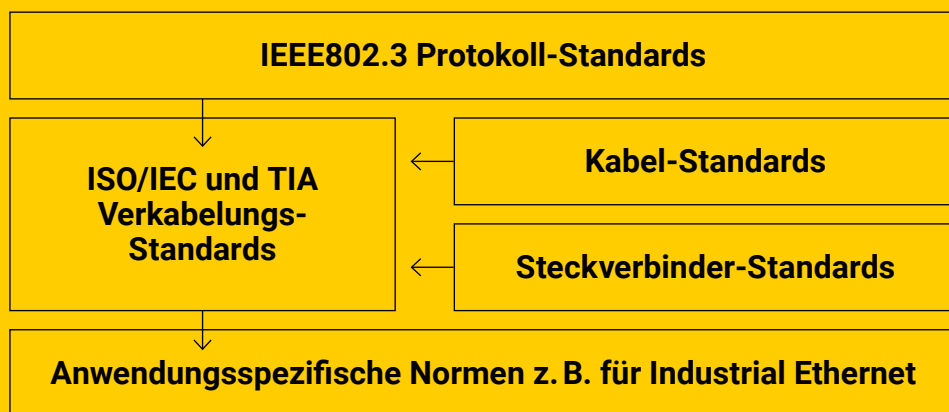
Die Kabelinfrastruktur für kupferbasierte oder optische Verkabelungen wird in der **Normenreihe ISO/IEC 11801-x** spezifiziert. Die Normen sind international gültig und werden meist unverändert auch in europäische und nationale Normen überführt. Diese Normenreihe fungiert als Handbuch zum Aufbau standardisierter Verkabelungssysteme. Die verschiedenen Anwendungsbereiche wie Bürogebäude, Rechenzentren oder industrielle Netzwerke besitzen angepasste Abschnitte, die jeweils auf die spezifischen Anforderungen eingehen. Hinsichtlich der geeigneten Kabel- und Verbindungstechnik wird auf die entsprechenden Kabel- und Steckverbindernormen referenziert.



Damit ist diese Normenlandschaft eines der erfolgreichsten internationalen Normenprojekte aller Zeiten.



Matthias Fritsche
Chairman ISO/IEC JTC 1/SC 25,
Convenor CENELEC TC 215 / WG 1



Damit ergibt sich ein vollständiges und perfekt aufeinander abgestimmtes Normen-ökosystem mit allen notwendigen Angaben für die Planung, den Aufbau und den Betrieb der Verkabelungsinfrastruktur. Alle Daten, die wir heute täglich wie selbstverständlich nutzen, werden über diese Netzwerke übertragen. **Die Abstimmungsarbeit für diese international einheitlichen Standards ermöglicht erst unsere heutige, technisierte Welt. Damit ist diese Normenlandschaft und damit auch das dazu passende Produktökosystem eines der erfolgreichsten internationalen Normenprojekte aller Zeiten.** Das zeigt sich auch an der weltweit einheitlich genutzten RJ45-Schnittstelle, die man quasi überall findet und die somit auch das bildliche Synonym für Ethernet ist.

Heute finden wir Ethernet nicht mehr nur in der IT-Welt, sondern in allen Sektoren der All Electric Society (AES) mit den für HARTING relevanten Sektoren Energy, Industry, Mobility, Infrastructure und Agriculture. Natürlich sind hier die genutzten Ethernet-Übertragungsprotokolle die gleichen wie in der IT, aber für diese OT-Anwendungen muss die Verkabelungsinfrastruktur auf die Anforderungen in den jeweiligen Sektoren angepasst werden. Das betrifft robustere Kabelkonstruktionen,

die den oft rauen Umgebungsanforderungen in Bezug auf Klima, chemische und mechanische Stabilität dauerhaft widerstehen können. Ebenso müssen auch die Datenschnittstellen auf diese Anforderungen angepasst sein. **Immer häufiger werden gegenwärtig Stromversorgung und Datenübertragung wieder in einem Kabel und einer Schnittstelle kombiniert, um Bauraum zu sparen und das Handling zu vereinfachen.** Ein gutes Beispiel hierfür sind die Ladesteckverbinder für Fahrzeuge. Aber auch in der Automation findet eine kombinierte Verkabelungsinfrastruktur unter dem Schlagwort „One Cable Automation“ (kurz OCA) immer stärkere Verbreitung.

Über die verschiedenen Sektoren hinweg gesehen wird schnell klar, dass die definierten Ethernet-Protokolle einheitlich sein müssen, die Infrastruktur in ihrer Ausführung jedoch immer spezifisch auf ihren Anwendungszweck ausgelegt sein muss. **Somit benötigt man neben dem im IT-Markt dominierenden RJ45 eine ganze Reihe auf die jeweiligen Anforderungen zugeschnittene Steckverbindungen.** Kurzum, wir nutzen einheitliche Ethernet-Protokolle mit einer vielfältigen Verkabelungsinfrastruktur und angepasster Verbindungstechnik für die All Electric and Connected Society.

In dieser tec.news-Ausgabe mit dem Schwerpunkt Data werden Sie eine ganze Reihe auf die Anforderungen in den jeweiligen Sektoren angepasste Verkabelungslösungen und Schnittstellen entdecken.

Nachdem mit den heute eingesetzten Ethernet-Protokollen und der zugehörigen Verkabelungsinfrastruktur alle Anwendungen von der Geräteebene bis ins Rechenzentrum verbunden werden können, liegt der Fokus der laufenden IEEE-Aktivitäten auf der Vervollständigung der SPE-Protokolle hinsichtlich höherer Geschwindigkeiten und größerer Übertragungslängen auf der einen Seite und im Bereich der Hochleistungsrechenzentren auf immer höheren Geschwindigkeiten von 200/400/800 Gbit oder in naher Zukunft bis auf 1,6 Tbit, um die notwendige Bandbreite zwischen den Servern für rechenintensive KI- und AI-Anwendungen bereitzustellen.

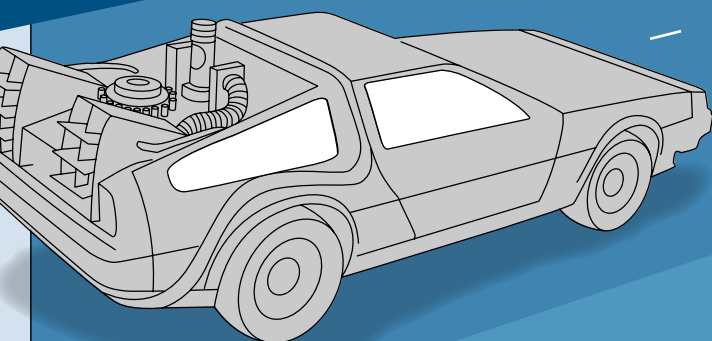
ETHERNET IM JAHR 2025:

WEITERENTWICKELT, WEITERHIN UNVERZICHTBAR

Dass Ethernet inzwischen über 50 Jahre alt ist, ist einfach ... unglaublich. Und dennoch bauen wir im Jahr 2025 immer noch auf genau diesem Fundament auf. Eine der widerstandsfähigsten und vielseitigsten Technologien der Netzwerktechnik begann als Laborexperiment – ursprünglich auf einer Serviette skizziert.

Heutzutage ist Ethernet überall. Es ist in fast allem eingebettet – von Smart Cars bis zur Fabrikhalle. Was macht also seine Langlebigkeit aus? Ganz einfach: Es ist offen, skalierbar, ohne „Zicken“ zu machen, und es finden sich ständig neue Wege, es zu verbessern. Jedes Jahr wird es irgendwie wieder ein bisschen cooler.

BACK TO THE FUTURE OF ETHERNET*



Automatisierung,
WLAN, Unternehmen und 5G

1G
2,5G
5G

Automatisierung, 5G,
Automobilindustrie,
Unternehmen

10G
25G



Peter Jones
Vorsitzender der
Ethernet Alliance



Vom Durchbruch zum Rückgrat

In den frühen Tagen war 10 Mbit/s ein echter Gamechanger. Heute sehen wir regelmäßig 400G- und 800G-Implementierungen, und der nächste Sprung zu 1,6 Tbit/s ist bereits im Gange. Aber es geht nicht nur um Geschwindigkeit. **Die eigentliche Geschichte ist die Fähigkeit von Ethernet, sich weiterzuentwickeln**, ohne seine Identität zu verlieren. Die rasante Entwicklungsgeschwindigkeit und die wachsende Bandbreite an Anwendungsbereichen machen Interoperabilität zur absoluten Voraussetzung. Diese Entwicklung ist jedoch nicht nur kluger Ingenieurskunst zu verdanken – sondern einem gemeinsamen Engagement der Branche für Offenheit und Standards. **Die Ethernet Alliance fördert dies weiterhin durch Plugfests, Testprogramme und branchenweite Zusammenarbeit.**

Das Ethernet von heute:

der Held, den die Welt braucht – und verdient

Ethernet ist ein Paradebeispiel für Anpassungsfähigkeit. Es hat sich längst von klassischen IT-Umgebungen gelöst und ist heute zu Hause auf dem Werksgelände, in Energienetzen, in KI-Anwendungen am Edge – und in Flugzeugen, Zügen und Autos. Dank Single-Pair Ethernet (SPE) kann Ethernet heute über größere Distanzen mit einfacherer Verkabelung in der Industrie eingesetzt werden. Gleichzeitig wächst Power over Ethernet (PoE) weiter: Eine einzige, integrierte Leitung versorgt Sensoren, WLAN-Zugangspunkte und Sicherheitskameras mit Strom. Über eine Milliarde PoE-Ports wurden bereits ausgeliefert – ein klares Zeichen: **Ethernet steht genauso für Energie wie für Datenpakete.**

Wir sind inzwischen weit über das Thema „Geschwindigkeit“ hinaus. Optisches Ethernet steht im Fokus, da Netzwerke für KI-Lasten und Hochgeschwindigkeitsanwendungen am Rand skalieren. Optische Verbindungen gelten nicht mehr als passive Infrastruktur, sondern als aktive Komponenten, die ebenso auf Ausfallsicherheit, Thermomanagement und Cybersecurity ausgelegt sein müssen wie digitale Netzkomponenten.

Der Weg voraus: intelligenter, schneller, robuster

Das Ethernet der Zukunft kommt schneller. Die IEEE-Arbeitsgruppe 802.3 treibt die Entwicklung voran: Sie hat u. a. Standards für 100 Gbit/s pro Lane abgeschlossen und diskutiert aktuell über 200 Gbit/s pro Lane. Neue Steckverbinder wie OSFP-XD definieren Dichte und Effizienz für nächste Switch- und Router-Generationen neu. Doch es geht nicht nur um Geschwindigkeit. Das Ethernet-Ökosystem hinterfragt heute grundlegend, was „Infrastruktur“ in Zeiten permanenter Verfügbarkeit und globaler Konnektivität überhaupt bedeutet. Besonderes Augenmerk liegt auf physikalischer Resilienz, z. B. durch manipulationssichere Optiken, Immersionskühlung und verbesserte Failover-Mechanismen.

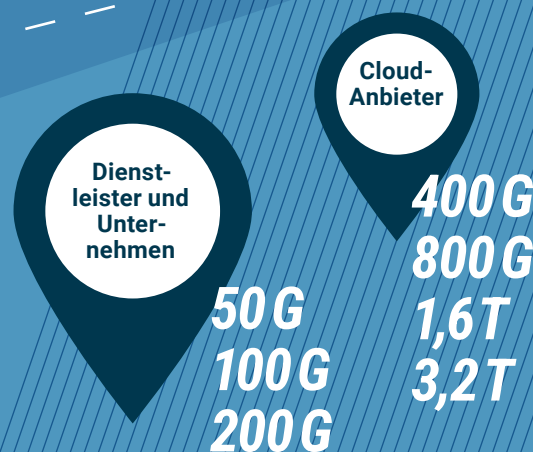
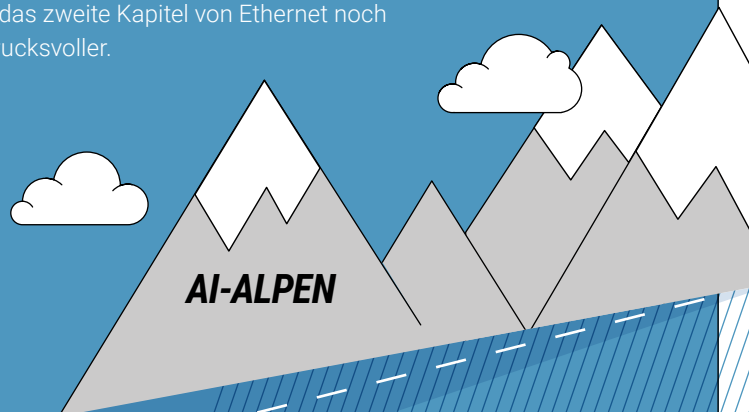
Ein weiterer Schwerpunkt ist Nachhaltigkeit: stromsparende Hardware, thermisch optimierte Designs, robuste Lieferketten. Das sind keine leeren Versprechen, sondern essenzielle Anforderungen an moderne Ethernet-Technologie.

Ethernet: noch immer der Goldstandard

Trotz seines Ursprungs in den 1970ern wirkt Ethernet kein bisschen veraltet. Wie ein Chamäleon erfindet es sich ständig neu – es passt sich an, wächst mit, bleibt relevant.

Was auch immer der nächste große Trend wird – von autonomen Fabriken bis Fly-by-Wire-Flugzeugen: Ethernet wird das Rückgrat sein, das alles verbindet.

Wir sind stolz, Teil der Geschichte und Zukunft von Ethernet zu sein. Die Ethernet Alliance sorgt dafür, dass Ethernet der Goldstandard für zuverlässige, unkomplizierte Konnektivität bleibt. Wenn die ersten 50 Jahre ein Indikator sind, dann wird das zweite Kapitel von Ethernet noch eindrucksvoller.



*** Vereinfachte Darstellung**
Für mehr Einblick empfiehlt sich ein Blick auf unsere 2025 Ethernet Roadmap.

MIT NORMEN IN DIE ZUKUNFT

Die All Electric Society: Wie die DKE mit Standards und Digitalisierung die Energiewende gestaltet

Die Dekarbonisierung der Gesellschaft und der Wandel hin zu einer All Electric Society (AES) sind zentrale Herausforderungen für die Industrie. Im Interview mit der DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik) beleuchten Thomas Sentko und Johannes Stein, wie Normung, Digitalisierung und Sektorenkopplung zusammenspielen, um die Energiewende technisch und organisatorisch zu ermöglichen.

Thomas Sentko

Normungsmanager Components & Technologies
Breitband-, Glasfaser- & Steckverbinder-Technologie,
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik
Informationstechnik

Johannes Stein

Senior Principal Expert Horizontal Topic Development
All Electric Society, DKE Deutsche Kommission
Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik



Andreas Huhmann

Strategy Consultant
Connectivity & Networks,
HARTING Technologiegruppe



tec.news: Inwieweit sehen Sie die AES als Treiber der Transformation? Johannes Stein (JS): Die Motivation hinter der All Electric Society ist klar: Um die Gesellschaft zu dekarbonisieren, müssen erneuerbare Energien ausgebaut und die Elektrifizierung vorangetrieben werden. Anwendungen wie Elektroautos und Wärmepumpen stehen exemplarisch für diese Entwicklung. Die Herausforderung liegt darin, die Volatilität erneuerbarer Energien zu beherrschen und die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. **Digitalisierung, Datennutzung und Automatisierung sind dabei die Schlüssel, um neue, resiliente Energiesysteme zu schaffen.**

Warum sind Normen und Standards für die digitale Vernetzung und den Betrieb kritischer Infrastrukturen so wichtig, und welche Rolle spielt die DKE dabei?

Thomas Sentko (TS): Eine funktionierende Kommunikationsinfrastruktur ist das Rückgrat der digitalen Gesellschaft. Die DKE trägt maßgeblich dazu bei, Standards für die Planung, den Betrieb und die Dokumentation von Netzen zu etablieren. Digitale Planung und standardisierte Verfahren ermöglichen es, Infrastrukturen effizient zu errichten, zu betreiben und zu managen. Sei es für Energie, Wasser, Gas oder Telekommunikation – die Normung bildet die Grundlage für diese Prozesse.

Informationstechnische Sektorenkopplung

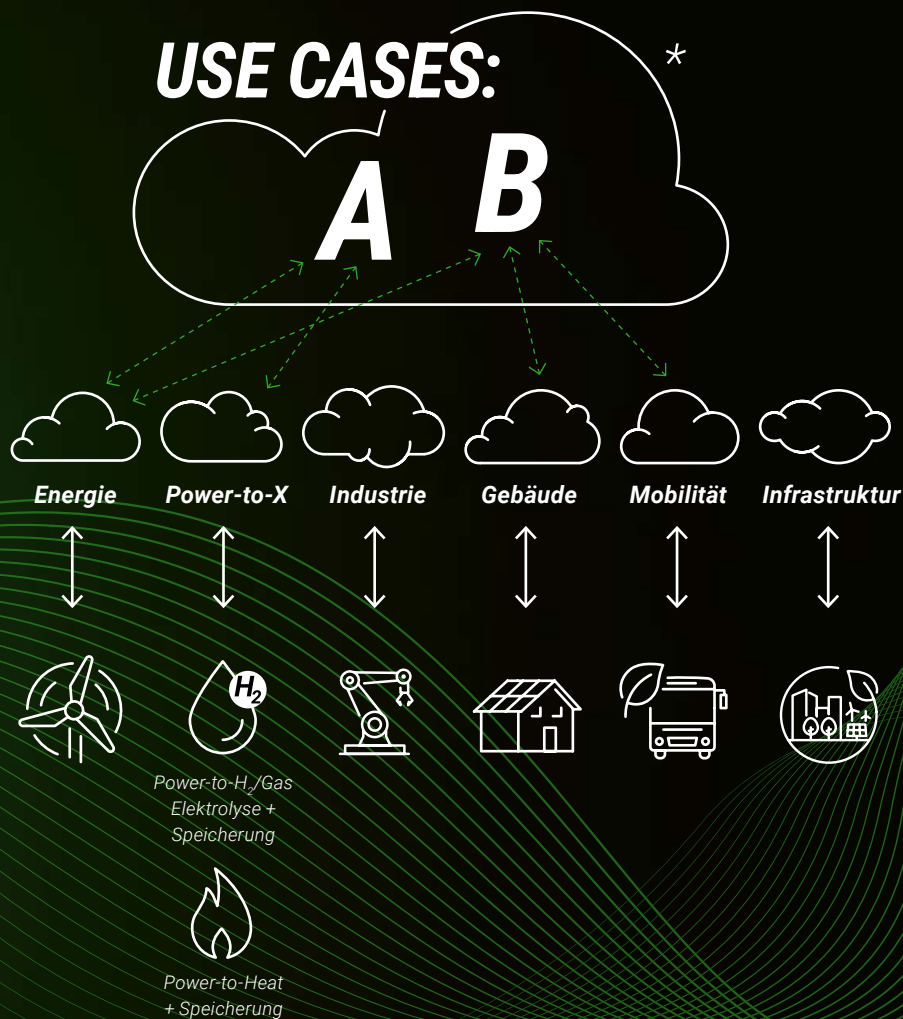
Anwendungen greifen für ihre Aufgabe auf semantisch definierte Daten über Registries zu

Dezentral organisierte „Digitale Zwillinge“, z. B. in der Cloud des Unternehmens oder einer sektorspezifischen, unternehmensübergreifenden „Cloud-X“

Reale Welt mit Geräten, Sensorik, Applikationen (Edge)

Kommunikation, API, Konnektoren

* Vereinfachte Darstellung



Wie trägt die DKE zur sektorübergreifenden Vernetzung und Harmonisierung in der All Electric Society bei?

JS: Ein zentrales Ziel der AES ist die Sektorenkopplung – also die Vernetzung von Strom, Wärme, Mobilität und Industrie. Die DKE fördert dies durch Studien, Fachtagungen und Pilotprojekte, etwa mit der Universität Magdeburg. Das neue Gremium „All Electric Society Plattform für sektorübergreifende Datenökonomie“ soll nun lose Fäden zusammenführen, Ansätze harmonisieren und Lösungen europäisieren und internationalisieren. Der Digitale Produktpass (DPP 4.0), basierend auf der Asset Administration Shell (AAS), ist ein wichtiger Baustein, um Daten sektorübergreifend und einheitlich nutzbar zu machen.

Wie gestaltet die DKE die Standardisierung der Kommunikationsinfrastruktur im Rahmen der AES und welche Rolle spielt dabei Ethernet?

TS: Die Konvergenz auf Ethernet als universelle Kommunikationsplattform wird von der DKE unterstützt. Gemeinsam mit internationalen Gremien wie der IEC werden Standards für die passive Infrastruktur und den Physical Layer entwickelt. Die Verwaltungsschale sorgt dafür, dass Komponenten – von Steckverbindern bis zu Kabeln – digital beschrieben und interoperabel eingesetzt werden können.

Wie sieht sich die DKE selbst im Zusammenspiel mit Industrie und anderen Akteuren bei der Entwicklung von Standards für die AES?

JS: Die DKE versteht sich als Plattform und Moderator für die Industrie. Sie bringt unterschiedliche Fachkreise zusammen, fördert den Konsens und internationalisiert Lösungen. Normen sind dabei Empfehlungen, keine Gesetze – ihre Akzeptanz und Verbreitung hängen vom Engagement der Branche ab. Die DKE bietet den Rahmen, um gemeinsam Standards zu entwickeln, die die AES ermöglichen.

Warum sind Normung und Standardisierung durch die DKE so wichtig für das Gelingen der All Electric Society?

TS: Die All Electric Society ist die Klammer für zahlreiche technische Lösungen und Innovationen.

Die DKE schafft mit ihrer Normungsarbeit die Voraussetzungen, damit Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit Hand in Hand gehen können.

Die Digitalisierung von Produkten, die Harmonisierung von Schnittstellen und die Entwicklung sektorübergreifender Standards sind die Basis für eine erfolgreiche Energiewende.

DIE ROLLE DER DATENTECHNIK IM BEREICH „PUBLIC TRANSPORT“

ZUVERLÄSSIGE DATENÜBERTRAGUNG IST
UNERLÄSSLICH FÜR DEN SICHEREN BETRIEB
UND DIE STEUERUNG MODERNER ZÜGE.

Schienengebundene Transportsysteme wie Bahnen und Straßenbahnen verbinden Menschen und leisten einen entscheidenden Beitrag zum Umweltschutz. Ein effizienter öffentlicher Schienenverkehr reduziert Emissionen, entlastet den Straßenverkehr und macht nachhaltige Mobilität für alle zugänglich. Damit all dies reibungslos funktioniert, gewinnt die Datentechnik in Bahnen und Straßenbahnen zunehmend an Bedeutung.

Über digitale Kommunikationssysteme werden nicht nur Signale für die Zugsteuerung übertragen, sondern auch eine Vielzahl von Komfort- und Sicherheitsfunktionen realisiert. Ethernet-Technologie entwickelt sich dabei immer mehr zum Standard. In Personenzügen werden heute Ethernet-Netzwerke für Überwachungskameras, Fahrgastinformationssysteme, WLAN-Services, Fahrgastzählsysteme und viele weitere Anwendungen eingesetzt. Diese Systeme verbessern nicht nur das Fahrgasterlebnis, sondern erhöhen auch die Sicherheit und Effizienz im täglichen Betrieb.

HARTING-Lösungen für die Mobilität von morgen

Als zuverlässiger Partner der Bahnindustrie bietet HARTING innovative Lösungen zur Datenübertragung. Zum Einsatz kommen dabei robuste **Ethernet-Verbindungen und -Verkabelungen mit M12 D- und X-kodierten Steckverbindern, Han-Modular®- oder auch ix Industrial® und RJ45-Schnittstellen**. Für besonders hohe Datenraten und große Entfernungen werden in einigen Projekten auch Glasfaserverbindungen eingesetzt. Wir liefern für die Bahnindustrie und die Betreiber dazu langlebige Verkabelungssysteme. Insbesondere für mechanisch stark belastete Wagenübergänge haben wir große Erfahrungen und entwickeln, testen und produzieren passgenaue Lösungen für die unterschiedlichsten Einbaubedingungen und Lastprofile.



Matthias Fritsche

Senior Specialist
Ethernet Connectivity,
HARTING Electronics GmbH



Trends: Ethernet erobert den Zug

DIE DIGITALISIERUNG DER ZÜGE SCHREITET VORAN UND DAMIT WÄCHST DER BEDARF AN LEISTUNGSFÄHIGEN VERBINDUNGEN WEITER –

höhere Datenraten und mehr Schnittstellen sind gefragt. **Mit dem Ethernet Train Backbone (ETB), zukünftig normiert in der IEC 61375-2-5, wird eine leistungsfähige Kommunikationsinfrastruktur basierend auf Ethernet-Technologie geschaffen und heute noch weit verbreitete BUS-Systeme wie MTB/WTB zukünftig abgelöst.** Diese vollständig Ethernet-basierten Züge ermöglichen den Einsatz von KI-gestützter Videoüberwachung, präzisen Fahrgastzählern sowie Sensoren zur umfassenden Zustandsüberwachung für prädiktive Wartung. Hochauflösende Displays für Fahrgastinformationssysteme, fortschrittliche Entertainmentsysteme und schnelles WLAN auf Basis redundanter Mobilfunk- und Satellitenverbindungen sind zunehmend gefragt und erfordern eine flexible, skalierbare Netzwerkarchitektur.

Für die Zukunft sind Standard-Ethernet-Verbindungen zwischen den Wagen über Kupfer- oder Glasfaserkabel mit redundanten Ringstrukturen für maximale Ausfallsicherheit notwendig. Im Wageninneren bietet Single Pair Ethernet (SPE) eine kompakte, leichte und leistungsfähige Lösung, die optimal auf die Anforderungen zukünftiger Systeme zugeschnitten ist. Dabei ist es zweck-

mäßig, die Netzwerktopologie in den Zügen so auszulegen, dass es ein separates redundantes Netzwerk für die eigentliche Zugsteuerung zertifiziert für ein Höchstmaß an funktioneller Sicherheit gibt und ein weiteres Netzwerk für die „Komfortfunktionen“ wie WLAN, Videoüberwachung und Fahrgastinformationssystem. Dieses Konzept bietet den Vorteil, dass nur das Netz für die Zugsteuerung für hohe SIL-Level ausgelegt werden muss. Regelmäßige Anpassungen am Netzwerk für die zusätzlichen Funktionen wie beispielsweise zur Anpassung auf neuere WLAN-Router oder neue Anzeigesysteme haben somit auch keinen Einfluss auf das Netz zur Zugsteuerung, vereinfachen den Betrieb über eine lange Lebensdauer und tragen daher auch zur Nachhaltigkeit bei.

Mit dem Europäischen Zugbeeinflussungssystem (ETCS) wird auch die Digitalisierung des Streckennetzes mit einem modernen, einheitlichem Zugkontrollsystem realisiert. Damit wird die Sicherheit und Effizienz des Schienenverkehrs in Europa durch digitale Kommunikation zwischen Zug und Streckenzentrale erhöht. Durch die präzise, kontinuierliche Übertragung von Fahrdaten ermöglicht ETCS kürzere Zugabstände, wodurch die Streckenauslastung verbessert und die Kapazität des Bahnnetzes deutlich gesteigert wird. Mit der Einführung von ETCS wird die Digitalisierung der Bahn maßgeblich vorangetrieben, da veraltete signalbasierte Systeme durch innovative, digitale Technologien ersetzt werden. Auch hier ist die Lebensdauer geprägt durch Ethernet-Technologie.

Ausblick: Ethernet als Rückgrat der Mobilität

Die Ablösung klassischer BUS-Systeme wie MTB/WTB durch vollständig Ethernet-basierte Architekturen ist bereits absehbar.

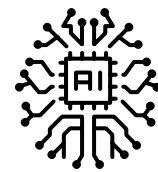
ETHERNET WIRD DAMIT ZUR VERBINDENDEN TECHNOLOGIE FÜR SÄMTLICHE ANWENDUNGEN IM ZUG –

von der Steuerung bis zum Passagierkomfort. HARTING unterstützt diese Entwicklung mit einem breiten Portfolio an Produkten und entwickelt kontinuierlich zukunftssichere Lösungen für die Anforderungen der urbanen Mobilität.

Klar ist: Ethernet wird auch im Mobilitätssektor immer wichtiger. HARTING ist bereit, diese Zukunft aktiv mitzugestalten.

DAS POTENZIAL VON DATEN ENTFESSELN

WIE DIE INDUSTRIELLE AUTOMATISIERUNG
DIE ZUKUNFT DER FERTIGUNG PRÄGT



Rockwell Automation ist ein weltweit führender Anbieter industrieller Automatisierung und digitaler Transformation mit Hauptsitz in Milwaukee, USA. Das Unternehmen unterstützt Kunden mit innovativen Lösungen wie Allen-Bradley-Hardware und FactoryTalk-Software, um Produktivität und Nachhaltigkeit in der Fertigung zu steigern. Zudem engagiert sich Rockwell Automation für internationale Standards und offene Schnittstellen in der Industrie.

Aufgrund des steigenden Bedarfs an Datenerfassung, -verarbeitung und -nutzung befindet sich der Bereich der industriellen Automatisierung in einem rasanten Wandel. Diese Reise ist jedoch mit erheblichen Herausforderungen verbunden, insbesondere angesichts der Vielfalt der Altsysteme und der unterschiedlichen digitalen Reife der Kunden. Viele Fabriken arbeiten noch immer mit isolierten, nicht vernetzten Anlagen und Komponenten, was eine komplexe und oft kostspielige Datenerfassung nach sich zieht. Während die Umstellung auf intelligente Anlagen, Geräte und moderne Netzwerkinfrastrukturen erhebliche Investitionen erfordert, liegen die Vorteile – wie reduzierte Ausfallzeiten und verbesserte operative Effizienz – für diejenigen, die sich für die Digitalisierung entscheiden, auf der Hand.

Roberto MarquesPower Control Business System
Architect, Rockwell Automation**William Martin**Business Manager
Stromversorgung,
Rockwell Automation

Eine zentrale Herausforderung besteht darin, die riesigen Mengen an Rohdaten in verwertbare Erkenntnisse und Wissen umzuwandeln. Die immer intelligenteren Geräte generieren eine überwältigende Menge an Informationen. Ohne eine klare Strategie laufen Unternehmen Gefahr, ihre Datenerfassungssysteme nicht ausreichend zu nutzen. Um diesem Problem zu begegnen, hat Rockwell Automation Lösungen wie FactoryTalk Alarm and Events entwickelt, die kritische Daten automatisch kontextualisieren und visualisieren, was die Anwender entlastet und eine proaktive Entscheidungsfindung ermöglicht.

FactoryTalk Alarm and Events von Rockwell Automation ist eine Softwarefunktion für das zentralisierte Alarmmanagement in der industriellen Automatisierung. Alarmmeldungen und Ereignisse von verschiedenen Geräten werden in Echtzeit gesammelt und angezeigt. Controller- und auch serverbasierte Alarmfunktionen sowie flexible Anzeige- und Benachrichtigungsoptionen stehen zur Verfügung. Protokollierte Alarme können später analysiert werden, um die Systemzuverlässigkeit zu verbessern. Die Lösung lässt sich nahtlos in Rockwell-Systeme integrieren und unterstützt OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture), um eine umfassendere Konnektivität zu gewährleisten.

Interoperabilität ist ein weiterer entscheidender Aspekt. Standardisierte Datenformate und Schnittstellen sind unerlässlich, um eine nahtlose Integration über Geräte und Sektoren hinweg herzustellen. Rockwell Automation engagiert sich aktiv für die Harmonisierung von Datenbenennungskonventionen und unterstützt offene Standards wie OPC UA, MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) und offene APIs (Application Programming Interface). Die Zusammenarbeit mit Organisationen wie ODVA (Open DeviceNet Vendors Association) sorgt für die einheitliche Definition von Datenobjekten – wie z. B. Energiemetriken – was den Datenaustausch und die Analyse wesentlich erleichtert.

Ethernet hat sich als Rückgrat der industriellen Kommunikation etabliert, wobei sich ein Trend zu vollständig standardisierten IEEE-basierten Lösungen abzeichnet, darunter Single Pair Ethernet (SPE) für die kostengünstige Konnektivität einfacher Geräte. Während Kupfer nach wie vor vorherrscht, setzen Anwendungen über große Entfernungen oder mit hoher Bandbreite zunehmend auf Glasfaser. Drahtlose Technologien gewinnen an Bedeutung, insbesondere für die Datenerfassung und mobile Anwendungen, ob-

Der Sektor konzentriert sich auf die Verbesserung der Geräteintelligenz, der Cybersicherheit und der Energieeffizienz.

wohl Bedenken hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Cybersicherheit durchaus bestehen bleiben – insbesondere bei missionskritischen Steuerungs- und Sicherheitsfunktionen.

Parallel dazu entwickeln sich auch die Standards für Steckverbinder und Verkabelung weiter. Die Branche bewegt sich in Richtung universeller Steckverbinder wie M12 und RJ45. Es werden auch Anstrengungen unternommen, SPE-Steckverbinder zu standardisieren, zur Gewährleistung der Kompatibilität und der Vereinfachung der Integration über Automatisierungsprofile hinweg.

Wie der Blick in die Zukunft zeigt, konzentriert sich der Sektor auf die Verbesserung der Geräteintelligenz, der Cybersicherheit und der Energieeffizienz. Die Integration von Edge-Computing, standardisierten Schnittstellen und robusten Netzwerkinfrastrukturen werden entscheidende Faktoren sein, um das volle Potenzial industrieller Daten auszuschöpfen – und damit eine vorausschauende Wartung, Energiemanagement und letztlich eine nachhaltigere und widerstandsfähigere Fertigungslandschaft zu ermöglichen.

DER ADAPTER IST DER KING

Die Anforderungen an moderne Datenkommunikation steigen stetig – und mit ihnen die Komplexität der Infrastruktur. Steckverbinder stehen dabei im Mittelpunkt: Sie verbinden nicht nur Geräte, sondern auch Generationen von Technologien. Die Zukunft liegt nicht in der Einheitslösung, sondern in der intelligenten Anpassung. Adapter werden zum Schlüssel für Flexibilität und Innovation.

Konsolidierung und Diversität: die aktuelle Lage

Die letzten Jahrzehnte waren geprägt von dem Streben nach Standardisierung und Konvergenz. Ethernet hat sich als universeller Physical Layer etabliert und ermöglicht eine sektorübergreifende Kommunikation. Die Verkabelungsstandards – vor allem ISO/IEC 11801 und EN 5073 – sorgen für eine gewisse Einheitlichkeit, insbesondere im Büro- und Rechenzentrumsumfeld, aber auch in der industriellen Produktion. Dennoch zeigt sich: Die Vielfalt der eingesetzten Steckverbinder und Verkabelungsphilosophien ist größer denn je.

Infrastruktur im Wandel: Kupfer, Glasfaser und die Konvergenz auf Ethernet

Die Infrastruktur lässt sich heute grob in drei Bereiche gliedern: Die Verbindung der Endgeräte zum lokalen Netzwerk (LAN), die überwiegend auf Kupfertechnologie basiert, die Weiterleitung in Weitbereichsnetzwerken (WAN) und die Anbindung der Rechenzentren, bei der Glasfasertechnologie dominiert. Trotz dieser Unterschiede gibt es eine klare Konvergenz auf dem Physical Layer: Alles läuft über Ethernet. Doch dieser Layer ist divers – beim Anschluss der Endgeräte kommen drahtlose Technologien zum Einsatz, die jedoch zum Access Point wiederum mit klassischer Connectivity, meist RJ45, verbunden sind. In Rechenzentren hingegen dominiert die optische Technologie mit einer Vielzahl an LC-Steckverbindern für mehrere Fasern und MPO-Steckverbindern für hohe Packungsdichten und Bandbreiten.

Im Rechenzentrum dominieren die optischen Technologien mit LC-Duplex Steckverbinder mit 2-Faser-Verbindungen für Senden und Empfangen (10/25G). Für Datenraten von 40/100/200/400/800G/1,6T und hohe Portdichten kommen in der Regel MPO/MTP-Mehrfasersteckverbinder für Paralleloptik zum Einsatz.

Der Stand der Technik zeigt: Es hat heute durch Ethernet eine Konvergenz der Steckverbinder stattgefunden, doch die Systeme sind historisch gewachsen und wachsen in Richtung Zukunft weiterhin. Um Systeme von gestern, heute und morgen miteinander zu verbinden, sind Adapter unverzichtbar geworden. Adaptierung ist heute kein notwendiges Übel mehr, sondern ein strategischer Vorteil, da es immer um Ethernet nach IEEE 802.3 geht und damit kommunikativ absolute Transparenz der Daten besteht.

Die Rolle des Adapters: Flexibilität statt Einheitslösung

Adapter sind strategische Komponenten der Infrastruktur, die flexible Verbindungen zwischen unterschiedlichen Systemen ermöglichen. Sie gewährleisten Datenintegrität und Zukunftsfähigkeit, indem sie die Anpassung an neue Technologien und Geräte unterstützen, ohne die Datenübertragung einzuschränken. Die Lebensader der Daten verlangt keine absolute Einheitlichkeit auf Layer 0. Vielmehr ist es entscheidend, den richtigen, zukunfts-fähigen Steckverbinder für die jeweilige Applikation zu wählen. Datenintegrität und -durchgängigkeit werden durch Adapterkabel nicht eingeschränkt – im Gegenteil: Sie ermöglichen eine flexible Anpassung an neue Technologien und Endgeräte. So bleibt die Infrastruktur über Jahrzehnte nutzbar.

Netzwerktechnik im Wandel: Zukunftsausblick

Die Zukunft im Bereich der Endgeräte wird nicht nur von RJ45 geprägt sein – Single Pair Ethernet (SPE) wird an Bedeutung gewinnen und neue Steckverbinder ins Spiel bringen. Auch hier werden Adapter benötigt, um die Kompatibilität zwischen alten und neuen



Die Zukunft der Steckverbinder im Rechenzentrum liegt in der Miniaturisierung bei gleichzeitiger Steigerung der Datenrate.

Very Small Form Factor-Steckverbinder werden sich insbesondere in Hyperscale-Rechenzentren durchsetzen. Auch wenn sich diese neuen Steckverbinder nicht sofort flächendeckend etablieren, werden sie die Infrastruktur nachhaltig beeinflussen. Adapter werden dabei weiterhin eine zentrale Rolle spielen und die Brücke zwischen alten und neuen Technologien schlagen.

Die Konvergenz der Datenkommunikation auf Ethernet-Basis ist ein Erfolgsmodell. Doch auf Layer 0 bleibt die Welt bunt und vielfältig. Die richtige Auswahl und Kombination von Steckverbindern – unterstützt durch Adapter – ermöglicht es, alle Applikationen und Anforderungen flexibel zu bedienen. Die Standardisierung bleibt wichtig, um eine gewisse Basis zu schaffen, doch die Zukunft gehört der Diversität und Adaptierbarkeit.

Der Adapter ist der King – und damit unverzichtbar für die Zukunft.

Systemen sicherzustellen. Im Rechenzentrum werden Mehrfasersteckverbinder immer wichtiger, die Anzahl der Fasern und die Leistungsfähigkeit steigen stetig. LC-Duplexsteckverbinder als Small Form Factor sind heute Standard, doch Very Small Form Factor Connectors wie SN oder MDC setzen neue Maßstäbe in Sachen Miniaturisierung und Portdichte. Gleiches gilt für die Mehrfasersteckverbinder, wo bereits heute die neuen kompakteren Typen wie SN-MT und MMC Einzug in die Rechenzentren der Hyperscaler und AI/HPC Cluster finden. Das bedeutet: Das gleiche Ethernet wird über immer neue Steckverbinder übertragen – und damit entstehen auch neue Adapterlösungen.

Joachim Zellner (li.)
Geschäftsführer
ZVK GmbH

Andreas Klees (re.)
Geschäftsführer
ZVK GmbH



Die ZVK GmbH ist ein führender Anbieter von Lösungen in der Glasfaser- und Netzwerktechnik. Das mittelständische Unternehmen entwickelt und fertigt hochwertige Verkabelungssysteme, Steckverbinder und Komponenten für anspruchsvolle Anwendungen in Industrie, Rechenzentren und Telekommunikation. Mit langjähriger Erfahrung, innovativen Produkten und maßgeschneiderten Services unterstützt ZVK seine Kunden bei der Realisierung leistungsfähiger und zukunftssicherer Netzwerkinfrastrukturen.

DATEN- AUSTAUSCH IN DER LANDWIRTSCHAFT

CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN
AUS SICHT DER AES

Die Digitalisierung hat die Landwirtschaft in den letzten zwei Jahrzehnten grundlegend verändert. Maschinen sind heute nicht mehr nur mechanische Werkzeuge, sondern vernetzte Teilnehmer im digitalen Ökosystem. Die AEF (Agricultural Industry Electronics Foundation) steht vor der Herausforderung, den Datenaustausch zwischen unterschiedlichsten Akteuren und Systemen zu ermöglichen und gleichzeitig die Interessen der Landwirte und Maschinenhersteller zu schützen.

DIE AEF

(Agricultural Industry Electronics Foundation) ist eine internationale, herstellerübergreifende Organisation mit über 300 Mitgliedern, die sich der Förderung und Standardisierung von Elektronik und Software in der Landtechnik verschrieben hat. Ziel der AEF ist es, die Interoperabilität und Kompatibilität von Maschinen, Geräten und Systemen verschiedener Hersteller sicherzustellen – insbesondere durch die Entwicklung und Weiterentwicklung von Standards wie ISOBUS. Die AEF bringt Hersteller, Zulieferer und weitere Akteure der Branche zusammen, um gemeinsam Lösungen für die Herausforderungen der Digitalisierung und des Datenaustauschs in der Landwirtschaft zu erarbeiten. So trägt die AEF maßgeblich dazu bei, Innovationen voranzutreiben und die Effizienz sowie Nachhaltigkeit in der modernen Landwirtschaft zu steigern.



Norbert Schlingmann

Geschäftsführer der Agricultural Industry
Electronics Foundation (AEF)



**Der High Speed ISOBUS
(HSI) verwendet als physikalische
Übertragungsschicht 1000BASE-T1 Typ
B (Single Pair Ethernet, 1 Gbit/s, bis 40 m)
nach IEEE802.3.**

HSI ist eine Weiterentwicklung des klassischen ISOBUS-Standards in der Landtechnik und ermöglicht eine deutlich schnellere Datenübertragung zwischen Traktor und Anbaugeräten. Dadurch können komplexe Maschinenfunktionen, große Datenmengen und moderne Assistenzsysteme effizienter und in Echtzeit gesteuert werden.

und Truck & Trailer ist die ISO Joint Working Group 16 (JWG 16) entstanden. In dieser internationalen Arbeitsgruppe beschäftigen sich Experten aus verschiedenen Industriezweigen mit der Entwicklung des High-Speed-ISOBUS, um die elektronische Kommunikation und den Datenaustausch zwischen landwirtschaftlichen Maschinen auf eine neue Stufe zu stellen. Ziel ist es, den Datenaustausch zwischen Maschinen bis zu 4000-mal schneller zu machen, Schnittstellen für z. B. Kamerasysteme zu vereinheitlichen, den Datenaustausch zu erleichtern und so die Grundlage für innovative Services zu schaffen.

Datenräume als Zukunftsmodell

Die Entwicklung offener, herstellerübergreifender Datenräume ist ein entscheidender Schritt für den sicheren und effizienten Datenaustausch in der Landwirtschaft. Proprietäre Cloud-Lösungen stoßen an ihre Grenzen, wenn Maschinen verschiedener Hersteller genutzt werden. Im Rahmen des „Common European Agricultural Data Space“ arbeitet Europa mit zahlreichen Partnern an vernetzten, rechtssicheren Datenräumen. Angesichts internationaler Entwicklungen, wie dem geplanten Aufbau von 100 landwirtschaftlichen Datenräumen in China bis 2028, muss Europa wettbewerbsfähig bleiben.

Die Zukunft der Landwirtschaft liegt in der intelligenten Nutzung von Daten. Transparente Datenräume, die den Austausch zwischen verschiedenen Herstellern und Systemen ermöglichen, sind der Schlüssel für Innovation und nachhaltige Produktion.

Von der Maschine ins Netzwerk – die Evolution des Datenaustauschs

Anfangs lag der Fokus darauf, Daten innerhalb der Maschine zu bewegen – etwa von einem Steuergerät zum anderen. Mit der Einführung von GPS-Systemen und ISOBUS-Terminals ab den 2000er-Jahren wurde der Datenaustausch nach außen immer wichtiger. Die Maschinen wurden zunehmend vernetzt, Daten konnten visualisiert und für verschiedene Anwendungen genutzt werden. Heute sind Maschinen Teil eines Netzwerks, oft innerhalb eines Konzerns in einer Cloud-Umgebung, die aus Gründen der Sicherheit und des Datenschutzes abgeschottet ist.

Die Rolle von Standards und Zusammenarbeit

Die Vielfalt der Elektronik und die Menge der gesammelten Daten erfordern eine Weiterentwicklung des ISOBUS in Richtung schnellerer Übertragungswege und somit auch neuer Standards. Aus dieser Anforderung und der internationalen Zusammenarbeit mit anderen Industriezweigen wie beispielsweise Earth Moving, Mining

Datenmanagement ist in der Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion unerlässlich geworden. Unternehmen, von Saatgut- und Chemiefirmen bis hin zu Lebensmittelverarbeitern und Agrarberatern, nutzen Daten, um die betriebliche Effizienz zu steigern und Präzisionslandwirtschaft zu ermöglichen. Der Austausch von Daten zwischen verschiedenen Systemen ist jedoch oft ineffizient und zeitaufwendig. Die AEF hat diesen Bedarf erkannt und das Agricultural Interoperability Network (AgIN) entwickelt, um eine harmonisierte Datenumgebung zu schaffen. AgIN fördert die Zusammenarbeit zwischen Mitgliedern der Agrarindustrie und ermöglicht Peer-to-Peer-Datenverbindungen. Es werden ein rechtlicher Rahmen und technische Standards entwickelt, um die Interoperabilität zu verbessern.

Nur durch Zusammenarbeit, klare rechtliche Rahmenbedingungen und offene Lösungen, die wir gerade mit AgIN entwickeln, können wir die Herausforderungen des Datenaustauschs meistern und die Landwirtschaft fit für die Zukunft machen.

PRAXISNAHE
DIGITALISIERUNG UND

DATEN- MANAGEMENT IN DER LANDTECHNIK



Das Competence Center ISOBUS setzt auf die praktische Umsetzung der Digitalisierung in der Landtechnik. Das Ziel: mittelständische Hersteller mit technischen Lösungen und gezielter Interessenvertretung bei der Entwicklung und Integration moderner Schnittstellen auf Basis von ISOBUS zu unterstützen.

Im landtechnischen Sektor herrscht eine große Vielfalt: Landwirte nutzen Maschinen verschiedener Hersteller und unterschiedliche Methoden zur Datenerfassung – von handschriftlichen Notizen bis zu automatisierten, internetbasierten Systemen. Besonders im Pflanzenschutz reicht die Bandbreite von manueller Eingabe bis zur vollautomatischen Cloud-Übertragung.

Die Standardisierung begann mit CAN-bus-basierten Systemen und wurde kontinuierlich weiterentwickelt. Heute steht die Branche vor dem Übergang zu Ethernet-basierten Lösungen, da die Anforderungen an Geschwindigkeit und Datenmenge stetig steigen. Moderne Maschinen sind mit zahlreichen Sensoren ausgestattet, deren Datenvolumen den CAN-bus an seine Grenzen bringt. Ethernet ermöglicht zudem die Übertragung von digitalen Kamerabildern, was neue



Moritz Roeingh
Managing Director,
Competence Center ISOBUS e.V.

funktionen und große Datenmengen effizient und nahezu in Echtzeit zwischen Traktor und Anbaugerät ausgetauscht werden können. Die Einführung von Ethernet-Technologien wird zudem im Sinne der Durchgängigkeit vorangetrieben, um die Nutzung und Weiterverarbeitung von Daten über verschiedene Systeme hinweg zu vereinfachen. Perspektivisch setzt die Branche verstärkt auf offene Standards, die eine einfache Integration und Kopplung mit anderen Sektoren ermöglichen. Die Entwicklung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der Agricultural Industry Electronics Foundation (AEF), die weltweit die Standardisierung koordiniert und Synergien mit anderen Branchen nutzt. Dies ist nicht nur ein Vorteil, sondern eine Notwendigkeit, um von Volumeneffekten und einer breiten Verfügbarkeit von Komponenten zu profitieren.

Kupfergebundene Ethernet-Verbindungen sind derzeit Stand der Technik, während drahtlose Technologien wie WLAN lediglich für die Internetanbindung der Terminals genutzt werden. Die Entwicklung von Wireless Infield Communication hat begonnen und legt den Fokus auf eine drahtlose Kommunikation zwischen landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten direkt auf dem Feld. Ziel ist es, Daten wie die aktuelle Bedeckung der Fläche oder Spurlinien ohne Kabelverbindung auszutauschen. Zudem wird an der Übertragung von Videostreams und einer Fernsteuerung von Maschinen gearbeitet, um Platooning beim Überladen vom Ernte- auf das Transportfahrzeug nutzen zu können.

Standardisierungen entstehen durch die Zusammenarbeit von AEF und ISO, wobei das Competence Center ISOBUS e.V. besonders die Interessen mittelständischer Hersteller vertritt. Während die AEF Standards weiterentwickelt, bündelt der Verein Know-how und entwickelt gemeinsam Produkte für die Maschinenkommunikation. So entstehen Lösungen, die den Anforderungen der modernen Landwirtschaft gerecht werden und Innovationen fördern.

Ein zentraler technologischer Meilenstein ist der ISOBUS, der seit über 20 Jahren als internationaler Standard etabliert ist.

Möglichkeiten für die Maschinenbedienung und Überwachung eröffnet. Aktuell werden im Bereich Ethernet bewährte IEEE-Standards eingesetzt. Der zukünftige High Speed ISOBUS (HSI) nutzt dabei 1000BASE-T1 Typ B (Single Pair Ethernet, 1 Gbit/s, bis 40 m) nach IEEE 802.3 als Übertragungsschicht. HSI baut auf dem klassischen ISOBUS auf und ermöglicht eine deutlich schnellere Datenübertragung, sodass komplexe Maschinen-

Das Competence Center ISOBUS ist ein herstellerübergreifender Zusammenschluss mittelständischer Landtechnikunternehmen.

Ziel ist die gemeinsame Entwicklung von Software und Komponenten für den ISOBUS-Standard, um die Kommunikation und den Datenaustausch zwischen Maschinen verschiedener Hersteller zu verbessern. Der Verein bündelt Know-how, unterstützt internationale Standardisierung und fördert den Technologietransfer in der Landwirtschaft.

www.cc-isobus.com



NEXT LEVEL CONNECTIVITY:

WIE KÜNSTLICHE INTELLIGENZ DAS ENGINEERING VON STECKVERBINDERN BESCHLEUNIGT

Die industrielle Welt befindet sich in einem rasanten Wandel. Wir erleben täglich, wie digitale Ökosysteme, künstliche Intelligenz und kollaborative Plattformen die Art und Weise verändern, wie wir Produkte entwickeln und auf den Markt bringen. Ein besonders spannendes Beispiel dafür ist ein gemeinsames Projekt zwischen Microsoft, HARTING und Siemens: ein KI-gestütztes Generative-Engineering-Tool, das die Konstruktion von Steckverbindern auf ein völlig neues Level hebt.

Vernetzte Daten:

digitale Ökosysteme als Schlüssel

Die zunehmende Vernetzung ist der entscheidende Trend. Digitale Ökosysteme und zentrale Datenmarktplätze ermöglichen es Unternehmen, Daten sicher und effizient auszutauschen – nicht nur untereinander, sondern auch mit Forschungseinrichtungen und Start-ups. Diese Offenheit schafft die Basis für neue Geschäftsmodelle und beschleunigt die Entwicklung innovativer Produkte. **Die Cloud ist dabei ein zentraler Baustein:**

Sie macht Datenaustausch flexibel, skalierbar und wirtschaftlich, etwa durch das Pay-per-Use-Prinzip.

Hier bezahlen Unternehmen nur für die Leistungen oder Ressourcen, die sie tatsächlich nutzen. Im Gegensatz zu klassischen Lizenz- oder Pauschalmodellen entfallen dabei hohe Anfangsinvestitionen. Stattdessen werden beispielsweise Cloud-Dienste, Rechenkapazitäten oder Softwareanwendungen flexibel und bedarfsgerecht abgerechnet – ähnlich wie bei Strom oder Wasser. Das macht den Einsatz moderner Technologien nicht nur wirtschaftlicher, sondern auch besonders anpassungsfähig an wechselnde Anforderungen im Unternehmen.

Künstliche Intelligenz als Partner im Engineering

Im Zentrum des Projekts steht die künstliche Intelligenz. Gemeinsam mit Microsoft und HARTING hat Siemens eine Lösung entwickelt, bei der Anwender ihre technischen Anforderungen einfach in natürlichen Worten eingeben – per Tastatur oder Sprache.

Die KI übersetzt diese Eingaben in technische Spezifikationen und erstellt daraus ein individuelles 3D-Modell des gewünschten Steckverbinders.

Das Besondere: Das Produkt- und Konfigurations-Know-how von HARTING bleibt geschützt im Unternehmen. Gerade in offenen, digitalen Ökosystemen ist es essenziell, dass Expertise und Datenhoheit gewahrt bleiben – dafür sorgt modernste Cybersecurity.

Von der Idee zum Produktkonzept in Sekunden

Prozesse, die früher Wochen an Engineering-Aufwand erforderten, erledigt die KI heute in nur 15 bis 30 Sekunden. Grundlage dafür ist eine einheitliche Datenbasis, etwa über ein Product Lifecycle Management (PLM)-System, das alle relevanten Informationen bündelt und eine KI-gestützte Automatisierung der Produktentstehungsprozesskette vom Entwurf über die Simulation bis hin zur Fertigung ermöglicht.

Mehrwert:

Nachhaltigkeit, Geschwindigkeit, Kundenfokus

Die Vorteile dieser Entwicklung sind vielfältig: Durch KI-gestützte Konstruktionen können Material und Bauraum gespart werden, ebenso entsteht ein Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit. Gleichzeitig verkürzen sich die Markteinführungszeiten erheblich und Unternehmen können individuelle Kundenwünsche schneller und präziser erfüllen. Es geht längst nicht mehr nur um interne Prozessoptimierung, sondern um echte Zusammenarbeit und die Entwicklung neuer, datengetriebener Geschäftsmodelle.

Gemeinsam zum Ziel: Expertise vernetzen

Eine der größten Herausforderungen – und zugleich der Schlüssel zum Erfolg – ist es, Menschen mit unterschiedlichen Expertisen und aus verschiedenen Disziplinen zusammenzubringen. Nur wenn eine gemeinsame Sprache und ein gemeinsames Ziel definiert ist, können die Potenziale der Digitalisierung voll ausgeschöpft werden. Das Zusammenspiel zwischen HARTING, Microsoft und Siemens zeigt, wie wertvoll diese Kooperation ist: **Gemeinsam gestalten wir die Zukunft der Industrie – schneller, intelligenter und nachhaltiger.**

Das Generative-AI-Tool ist dabei nur der Anfang. Mit der richtigen Mischung aus Technologie, Teamgeist und Offenheit für Neues steht uns eine spannende Reise bevor.

Dr. Sara Melinu

PreSales Manager
Electronics, Semiconductors & Medical Devices,
Siemens Digital Industries Software





Andreas Wedel

Director Digital Transformation,
HARTING Technologiegruppe

DIGITAL TWIN: **DREH- UND** **ANGELPUNKT** **ZUR VERNETZUNG** **DER PHYSISCHEN UND** **DIGITALEN WELT**

Mit dem Fokus auf die Lebenslinie „Data“ in der All Electric Society setzen wir an dieser Stelle auch die Bedeutung des Digital Twins ins Rampenlicht. Die digitalen Zwillinge fungieren in sämtlichen Sektoren als digitale Spiegelbilder realer Anlagen und Assets. Dabei ist die Bedeutung der Lebensader „Data“ im Kontext des Digital Twins entscheidend, da sie die Grundlage für die Kommunikation zwischen diesen digitalen Einheiten bildet und den Weg in Datenräume öffnet. Diese Verbindung macht Daten zu einem essenziellen Bestandteil der digitalen Infrastruktur, die eine effiziente und umfassende Vernetzung ermöglicht.

HARTING ist sowohl Entwickler und Anbieter als auch Anwender von digitalen Zwillingen. Der Digital Twin steht dabei nicht nur im Zentrum der eigenen Produktion, sondern wird auch als wegweisendes Modell für Kunden eingesetzt. Durch den Einsatz von Digital Twins ist es den Kunden möglich, ihre Prozesse präzise und effizient zu gestalten – lange bevor ein physisches Produkt vorliegt. Dies ist Teil der Customer Journey, in der bereits früh in der System-Design-In-Phase mit Steckverbindern gearbeitet wird. Mit Blick auf den digitalen Zwilling wird darüber hinaus die Fertigung nicht mehr als isolierter Prozess betrachtet, sondern als Teil des Gesamtlebenszyklus eines Produkts – im Sinne von Kreislaufwirtschaft, Nachhaltigkeit und von Wertschöpfungsketten.

Der digitale Zwilling ist bei HARTING durch die Asset Administration Shell (AAS) definiert. Diese strukturierte Datenmodellierung erlaubt es, verschiedene Digital-Twin-Formate abzuleiten und zu bedienen, was in einer zunehmend globalisierten und standardisierten Industrie unverzichtbar ist. **Das Ziel ist, Flexibilität zu schaffen, um die Digitalisierung über verschiedene Märkte hinweg zu nutzen.**

Bei der Auswahl und Definition von Produkten im Konfigurator wird bereits ein digitaler Zwilling erzeugt, dessen Daten bis in die Produktion durchgereicht werden. Die Verwaltungsschale ist dabei das allumfassendste Modell zur Beschreibung eines Digital Twins. **HARTING strebt ein universelles Datenmodell an, das in verschiedene Formate ausgeleitet werden kann,** um für jeden Markt und jeden Kunden nutzbar zu sein. Darüber hinaus ist das Unternehmen einer der Vorreiter in der Lieferung dieser Datenformate und bietet Lösungen für die regulatorischen Anforderungen und den digitalen Produktpass.

Fazit:

Die Digitalisierung des Produktionsprozesses durch den Digital Twin bietet Transparenz und Nachhaltigkeit, während wirtschaftliche und resiliente Produktion gewährleistet wird. Diese umfassende Integration des Digital Twins ist der Schlüssel zur Zukunftsfähigkeit und zur globalen Vernetzung in der All Electric Society, die auf einer robusten Datenstruktur basiert.

Ein konkretes Beispiel für die Anwendung eines digitalen Zwillings: der kundenindividuelle Produktkonfigurator bei HARTING.

Kunden wählen online verschiedene Module und Funktionen aus, die zu einem individuellen Produkt zusammengestellt werden. Aus dieser Konfiguration entsteht ein digitaler Zwilling, der alle relevanten Produkt- und Prozessdaten enthält. Dieser Zwilling wird direkt in die Produktion übergeben, steuert dort automatisiert die Fertigung und begleitet das Produkt über den gesamten Lebenszyklus. So können Prozesse effizienter gestaltet, Nachverfolgbarkeit und Qualität verbessert und Informationen gezielt für interne Abläufe oder den Kunden bereitgestellt werden. Das Modell ist skalierbar und wird kontinuierlich weiterentwickelt.

Fabrik der Zukunft in Espelkamp

Die HARTING Technologiegruppe plant eine bedeutende Investition von über 75 Millionen Euro in ihren Standort in Espelkamp, um eine zukunftsweisende Fertigung zu errichten. Diese „Factory of the Future“ wird nicht nur die physische Produktionskapazität erweitern, sondern auch die digitale Transformation des Unternehmens vorantreiben. Ein zentraler Bestandteil dieses Innovationsprozesses ist der Einsatz des digitalen Zwillings.

Diese Investition ist nicht nur ein Schritt in Richtung physischer Expansion, sondern auch ein Zeichen für die strategische Ausrichtung auf digitale Technologien, die die Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit erhöhen sollen. Der digitale Zwilling wird in dieser Fertigung eine zentrale Rolle spielen, indem er den gesamten Lebenszyklus von Produkten – von der Entwicklung über die Produktion bis hin zur Anwendung bei Kunden – überwacht und steuert. Diese Technologie wird es HARTING ermöglichen, Prozessschritte effizienter zu gestalten und die Kommunikation innerhalb der Sektoren der All Electric Society zu fördern.

* *customer benefits*

Die Energiewende ist längst in der Praxis angekommen – und mit ihr intelligente Lösungen, die weit über klassische Photovoltaik hinausgehen.

Ein Paradebeispiel dafür ist das „Hauskraftwerk“ von E3/DC, das als zentrale Versorgungseinheit für Wohn- und Gewerbegebäude sämtliche Komponenten der modernen Energieversorgung in einem System vereint. Hier wird deutlich: **Die Zukunft der Energie liegt in der intelligenten Vernetzung und Sektorenkopplung.** Denn hier spielen insbesondere die Sektoren Infrastructure (Photovoltaik und die Anbindung von Wärmepumpen), Mobility (Elektrofahrzeuge und Wallboxen) sowie Energy (Batteriespeicher und bidirektionales Laden) eine zentrale Rolle.

GANZ SCHÖN SMART

HAUSKRAFTWERKE ALS SCHALT-ZENTRALE DER VERNETZTEN ENERGIEWELT



Das Hauskraftwerk integriert Solarwechselrichter, Batteriepakete und ein ausgefeiltes Energiemanagement. Das Ziel ist dabei, Stromflüsse optimal zu steuern – sowohl beim Einspeichern als auch beim Ausspeichern. So wird maximale Autarkie erreicht, indem Solarstrom bedarfsgerecht für Haushalt, Mobilität und Wärme genutzt wird; Sektorenkopplung ist von Anfang an mitgedacht. Heute sind über 160.000 Hauskraftwerke im Einsatz, die jährlich rund 20.000 neue Geräte ergänzen – eine systemrelevante Erzeugungs- und Speicherkapazität.



Ralf Ossenbrink
Head of Corporate Communication & PR,
HagerEnergy GmbH

„Unsere Kunden nehmen im persönlichen Umfeld die Energiewende vorweg: maximal erneuerbar, voll elektrifiziert und digital vernetzt.“

Energy Hub Alliance Osnabrück: gemeinsam für mehr Interoperabilität



Die Energy Hub Alliance in Osnabrück bringt Unternehmen aus verschiedenen Sektoren zusammen, um eine gemeinsame, cloudbasierte Datenplattform für das Energiemanagement zu schaffen. Das Ziel: die Interoperabilität zwischen PV-Anlagen, Speichern, Wärmepumpen und E-Fahrzeugen zu verbessern, über die Lebensdauer Daten die Sektoren dabei einheitlich zu vernetzen und damit die Energiewende zu beschleunigen.

Daten als Lebensader der Energiewende

Die intelligente Steuerung gelingt nur, wenn alle Geräte

– von der PV-Anlage über die Wallbox bis zur Wärmepumpe – **miteinander kommunizieren**. Das E3/DC-Portal bündelt Erzeugungs-, Speicher- und Verbrauchsdaten und ermöglicht so eine zentrale Steuerung. Besonders spannend wird es in der dunkleren Jahreszeit mit dynamischen Stromtarifen und KI-gestützter Software: Die neue „AI 360°“-Erweiterung analysiert Lastkurven und Strommarktdaten, um Speicher und Fahrzeuge zum optimalen Zeitpunkt zu laden – für maximale Kostenersparnis und einen hohen Anteil erneuerbarer Energien.

Interoperabilität als Schlüssel

Ein zentrales Problem bleibt die Interoperabilität: Noch sprechen viele Geräte unterschiedliche „Sprachen“. E3/DC setzt daher auf eigene Entwicklungen und ist Teil der Energy Hub Alliance in Osnabrück.

Ziel ist eine cloudbasierte Datenbasis, die den Austausch zwischen Energieerzeugern, Managementsystemen und Verbrauchern wie Wärmepumpen und E-Fahrzeugen ermöglicht.

Besonders im Fokus: das bidirektionale Laden, bei dem das E-Auto als mobiler Speicher dient und Strom ins Haus zurückspeisen kann – ein wichtiger Baustein für Netzstabilität und Flexibilität.

Fazit

Was nach Zukunftsmusik klingt, ist bei E3/DC-Kunden längst Realität: Sektorenkopplung, KI-gestütztes Energiemanagement und dezentrale Speicherlösungen sind heute im großflächigen Einsatz.

Die intelligente Vernetzung aller Sektoren und Geräte ist der Schlüssel zur All Electric Society – und zur nachhaltigen, stabilen Energieversorgung von morgen.



www.energy-hub.io

www.e3dc.com



DATEN ALS LEBENSADER DER SCHIENENFAHRZEUGE IN DER ALL ELECTRIC SOCIETY



Indian Railways ist bestrebt, den CO₂-neutralen Status bis zum Jahr 2030 zu erreichen. Ein entscheidender Aspekt dieser Initiative ist die Verbesserung der Energieeffizienz durch modernste Technologien wie regenerative Bremssysteme, intelligente Züge mit Echtzeitüberwachung und die Integration künstlicher Intelligenz für vorausschauende Wartung. Daten sind die Lebensader, die Sicherheit, Effizienz und Zuverlässigkeit in allen Bereichen des rollenden Materials gewährleisten.

Das technische Rückgrat: von der Energieversorgung zur Intelligenz

Traditionell waren Energiesysteme entscheidend bei der Konstruktion von Schienenfahrzeugen. Mit dem Aufkommen von integrierter Elektronik, Sensoren, Automatisierungssteuerungen und vorausschauender Diagnose hat sich der Schwerpunkt auf robuste und modulare Dateninfrastrukturen verlagert. Moderne elektrische Züge nutzen heute Steuerungsdaten für die Traktionssteuerung, Bremssysteme und Zugautomatisierung sowie Betriebsdaten für die Überwachung der Bordsysteme. Fahrgastinformationssysteme werden für Echtzeit-Updates genutzt und vorausschauende Wartungsdaten ermöglichen die Reduzierung von Ausfallzeiten.

ZUKÜNFTIGE AUSRICHTUNGEN

Investitionen in modernste Technologien, die Standardisierung von Datenformaten und Schnittstellen sowie die Implementierung von robusten Cybersicherheitsmaßnahmen sind unerlässliche Faktoren auf dem Weg in die Zukunft.


Sethubalaji Karthikeyan

 Director of Engineering
HARTING India


Herausforderungen bei der Datenerfassung, -verarbeitung und -nutzung

Trotz der Vorteile einer datengestützten Entscheidungsfindung steht der Eisenbahnsektor heute vor einigen Herausforderungen: physische Herausforderungen wie raue Umgebungsbedingungen, Herausforderungen bei der Datenerfassung, bedingt durch Altsysteme und mangelnde Standardisierung, sowie Herausforderungen bei der Datenverarbeitung aufgrund hoher Datenmengen und Cybersicherheitsbedrohungen. Hinzu kommen Herausforderungen bei der Datennutzung, bedingt durch fragmentierte Datensilos und regulatorische Anforderungen und Sachverhalte.

Datenerfassung, -verarbeitung und -nutzung bei Indian Railways

Indian Railways sammelt Daten über modernste IoT-Sensoren und digitale Ticketingsysteme sowie mithilfe von Plattformen wie UTS und IRCTC. Die Datenverarbeitung umfasst Big-Data- und CRIS-KI-Plattformen, vorausschauende Wartungssysteme sowie Sicherheits- und Betriebsmanagement.

Die Bedeutung von standardisierten Datenformaten und Schnittstellen

Standardisierte Datenformate und Schnittstellen sind entscheidend für eine nahtlose Kommunikation, Effizienz, Kostensenkungen sowie erhöhte Sicherheit.

Indian Railways setzt auf folgende Schnittstellentechnologien

Indian Railways verwendet eine Kombination aus Ethernet, seriellen Protokollen wie RS-232 und RS-485 sowie drahtlosen Kommunikationssystemen wie GSM-R und Wi-Fi.

Verkabelungs- und Steckverbinderstandards

Indian Railways setzt auf internationale Standards für Steckverbinder und Verkabelung, darunter RJ-45/M12-Steckverbinder für Twisted-Pair-Kabel und Standardsteckverbinder wie SC, LC oder ST für Glasfaserinstallationen.

FAZIT

Mit modernen Technologien und Standards steigert Indian Railways Effizienz, Komfort und Klimaschutz.



Eine ausführlichere Fassung dieses Artikels finden Sie hier

BEDARFSGERECHTER STROM AUS ERNEUERBAREN

WIE DIE LEBENS- ADERN ENERGIE UND DATEN HAND IN HAND ARBEITEN



Die Entwicklung skalierbarer Lösungen für saubere Energie ist entscheidend für eine All Electric Society und die Dekarbonisierung der globalen Wirtschaft. GeoPura bietet Lösungen, die mithilfe von Wasserstoff-Brennstoffzellen-Technologie eine zeitversetzte, bedarfsgerechte Nutzung erneuerbarer Energien sicherstellen.

Die GeoPura Hydrogen Power Unit (HPU2) liefert netzunabhängig bis zu 500 kW Strom (skalierbar bis 50 MW) und stellt damit erneuerbare Energie bereit, wann und wo immer sie benötigt wird. Angetrieben von emissionsfrei verbrennendem Wasserstoff, ersetzt die HPU2 Dieselgeneratoren als Notstromversorgung, dient als Hauptstromquelle für Rechenzentren, E-Ladestationen, Baustellen, Filmproduktionen, Veranstaltungen und vieles mehr. Bei Einsatz von Wasserstoff aus Erneuerbaren garantiert die Anlage eine saubere und zuverlässige Stromerzeugung, wobei als Nebenprodukte lediglich Wasser und Wärme anfallen.

GeoPura nutzt für die Lebensader Data passende Han-Modular® Domino Module als Steckverbinder. **Denn bei der Überwachung, Steuerung und Optimierung von Brennstoffzellen spielen Daten eine entscheidende Rolle.** Die Abfrage von Werten zu Spannung, Leistung und Temperatur, die Kommunikation mit der Sensorik, mit Aktoren und externen Überwachungssystemen, all diese Features benötigen schnelles industrielles Ethernet.

Konkret sind RJ45 Domino Cubes im Einsatz für eine Ethernet-basierte Kommunikation innerhalb der Systeme und den nahtlosen Übergang in übergeordnete Netzwerke, z. B. für die Überwachung/Steuerung, Skalierbarkeit und Mobilität. Aus 500 kW-Blöcken müssen bei Bedarf schnell größere Einheiten entstehen. **Gute Steckverbinder unterstützen den einfachen Aufbau durch Modularität und „Plug & Play“.** Je kompakter sie als Einzelkomponente sind, desto mehr Platz bleibt im Kraftwerk für die Leistungsübertragung und desto leichter und platzsparender fällt der gesamte Brennstoffzellen-Container aus.

Die HPUs werden seit 2019 von Siemens Energy in Großbritannien in Serie gefertigt, ein Umstand, der für hohe Produktionsqualität, Zuverlässigkeit und gute Skalierbarkeit steht. Die Partnerschaft mit Siemens Energy hat GeoPura die Entwicklung fortschrittlicher grüner Wasserstoff-Brennstoffzellen überhaupt erst ermöglicht. „Jetzt müssen wir nur noch unsere bisherigen Lösungen skalieren, um die weltweit steigende Nachfrage nach sauberer Energie zu befriedigen“, sagt Jeremy Stratford, der Leiter Elektrotechnik bei GeoPura.



Luca Poggemöller
Digital Marketing Manager,
HARTING Electric

**Mehr Infos zur
Technologie**





**Jeremy
Stratford**

Leiter Elektrotechnik,
GeoPura



**„Jetzt müssen wir
nur noch unsere
bisherigen Lösungen
skalieren, um die
weltweit steigende
Nachfrage nach
sauberer Energie
zu befriedigen.“**



i impressum

Herausgeber:

HARTING Stiftung & Co. KG, Margrit Harting,
Postfach 11 33, D-32325 Espelkamp,
Tel. +49 5772 47-0, Fax +49 5772 47-400,
Internet: www.HARTING.com

Verantwortlich für den Inhalt:

Dr. rer. nat. Stephan Middelkamp,
Andreas Huhmann

Redaktion Vogel: Sebastian Human

Redaktion HARTING: Volker Uphoff, Norbert Weiss,
Jörg Scheer, Andreas Wedel, Matthias Fritsche,
Rafael Vela, Luca Poggemöller

Chefredaktion:

Magdalena Okopska

Gesamtkoordination: Lars Kühme, +49 5772 47-9982

Konzept & Design:

trio-group I.AM communication & marketing GmbH,
www.trio-group.de

Produktion und Druck:

Meinders & Elstermann GmbH & Co. KG, Belm

Für die Veröffentlichung (ganz oder auszugsweise) von Beiträgen ist eine schriftliche Genehmigung der Redaktion erforderlich. Alle verwendeten Produktbezeichnungen sind Warenzeichen oder Produktnamen der HARTING Stiftung & Co. KG oder anderer Unternehmen.

Trotz sorgfältiger Überprüfung können Druckfehler oder kurzfristige Änderungen der Produktspezifikationen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Bindend für die HARTING Stiftung & Co. KG sind daher in jedem Falle die Angaben im entsprechenden Katalog. Umweltfreundlich gedruckt auf 100 % chlorfrei gebleichtem Papier mit hohem Recyclinganteil.

© 11/2025, HARTING Stiftung & Co. KG, Espelkamp. Alle Rechte vorbehalten.



bildnachweis

S. 1: HARTING | S. 2: Midjourney, HARTING | S. 3: HARTING | S. 4/5: Midjourney, Getty Images 1309707385 / 2157943911 / 1412284577 / 2160439251 / 688831258 / 2160703168 / 1316049640 / 1436775658 / 2200142988 / 1432462947, HagerEnergy GmbH, HARTING, GeoPura Ltd. | S. 6/7: Getty Images 1309707385 / 1412284577 / 2157943911, HARTING | S. 8/9: Getty Images 1309707385 / 1412284577 / 2157943911, HARTING | S. 10/11: Midjourney, Getty Images 938053988 / 2210357129, Shutterstock 2459151635 | S. 12/13: HARTING | S. 14/15: Getty Images 1033905878 / 547025590 / 2200142988 | S. 16/17: Getty Images 2187788929, Peter Jones/Ethernet Alliance, HARTING | S. 18/19: Getty Images 2160439251 / 2187788929 / 2185745482 / 2023834532 / 1296057449, Thomas Sentko/DKE, Johannes Stein/DKE | S. 20/21: Getty Images 688831258 / 2160703168 | S. 22/23: Getty Images 481553267 / 1054137862 / 2185745482, William Martin/Rockwell Automation Inc., Roberto Marques/Rockwell Automation Inc. | S. 24/25: Getty Images 985895696, SENKO Advanced Components, Joachim Zellner/ZVK GmbH, Andreas Klees/ZVK GmbH | S. 26/27: Getty Images 1436775658 / 1641109591 / 1176596477, Norbert Schlingmann/Agricultural Industry Electronics Foundation e.V. | S. 28/29: Competence Center ISOBUS e.V. (CCI), Moritz Roeingh/CCI, Getty Images 1641109591 | S. 30/31: Getty Images 2219440210 / 1432462947 / 1412902991 / 2187788929, Dr. Sara Melinu/Siemens | S. 32/33: Getty Images 1316049640, Midjourney | S. 34/35: HagerEnergy GmbH, Ralf Ossenbrink/Hager Energy GmbH | S. 36/37: Getty Images 1266917585 / 2155139309 / 1342747716 / 595321618 / 1917158716 | S. 38/39: Getty Images 1716481796, Shutterstock 388371832, Jeremy Stratford/GeoPura Ltd. | S. 40: Midjourney, Getty Images 1086413876 / 1366199222 / 2155637046



UMFRAGE

GESTALTEN SIE DIE
tec | news
AKTIV MIT!



Was gefällt Ihnen?
Wo sehen Sie Verbesserungsbedarf?
Fehlt Ihnen etwas?

Ihre Rückmeldungen helfen uns, das
Magazin noch besser auf Ihre Interessen
und Bedürfnisse abzustimmen.

**Einfach den QR-Code scannen
und anonym teilnehmen.**



Pushing Performance
Since 1945