

Quo vadis?

Mögliche Entwicklungsrichtungen bei Hybridsteckverbindern

Gibt es den idealen Hybridsteckverbinder und wohin gehen die Entwicklungen in diesem Bereich? Das erste lässt sich leicht verneinen, das zweite schwer beantworten. Dennoch gibt es plausible Entwicklungstrends für hybride Steckverbinder, die sich abzeichnen und belegen lassen.

Eine der Kernfragen der Verbindungstechnik werden immer die Datenraten sein: Nach wie vor wird zwar zu Recht behauptet, dass auf unterster Echtzeit-Feldbus-Ebene nur geringe Datenraten – kleiner als 20 Megabit pro Sekunde – benötigt werden. Auf der anderen Seite aber drängt Ethernet immer tiefer in den Industriebereich ein, nicht nur für Steuerungs- und Regelungsaufgaben, sondern auch immer mehr, um die allgemeine Feldautomatisierung zu kontrollieren oder autonome Kommunikation zwischen Geräten zu ermöglichen. Letzteres wird mittels Funk funktionieren, aber nicht notwendigerweise, wenn Geräte oder Stecker ohnehin verkabelt sind. Wenn in diese Überlegungen die Gesetze von Metcalf und Gilder einbezogen werden, so verstärkt sich das Zukunftsbild von stark zunehmenden Datenraten: Metcalfs Gesetz besagt, dass der Wert eines Netzwerkes unter anderem von der Anzahl der vernetzten Geräte abhängt. Er steigt mit der Anzahl der Nutzer (N) quadratisch an.

$$\text{Wert} = \frac{[N(N-1)]}{2}$$

Diese Gleichung korreliert mit dem Systemtyp eines kritischen Masse-Systems (KM-System), worunter Steckverbinder und alle Arten von Verbindungen fallen. Nun ist der Wertzuwachs bei einer ubiquitären Vernetzung über N etwas anderes, als die Summe aller isolierten Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Folglich liegt für Nicht-Ethernet-Lösungen der Exponent für N bei derzeitigen Hybridstecken nicht ganz bei 2. Dennoch handelt es sich um ein KM-System, zumal Entscheidungsträger allgemeinen Lösungen Vorrang gegenüber einer Einzellösung geben. Die Diffusionsgeschwindigkeit bestimmter Stecker in einen Markt hinein hängt also von dieser Gleichung und dem Vorliegen eines KM-Systems ab – wenngleich dahinter als auslösende Ursachen verschiedene wirtschaftliche, technische, normative, politische, rechtliche und soziale Faktoren stehen. Laut Gilders Gesetz verdreifacht sich der Bandbreitenbedarf eines Kommunikationsnetzes jedes Jahr, und damit schneller als die zur Verfügung stehenden Prozessoren (CPU), wie es das





Mooresches Gesetz besagt, nämlich die Verdopplung der CPU-Transistoren alle 18 oder 24 Monate. Aus der Differenz zwischen dem Gilderschen und Mooreschen Gesetz ergibt sich ein großer Bedarf an CPU, an Data Preprocessing und Precomputing. Das wiederum könnte auch in der Verbindungsebene, zum Beispiel im Stecker, stattfinden. Die Gesetze sind nicht dauerhaft stabil, weil radikale, sich selbst beschleunigende Synergieeffekte beim Zusammenfließen neuer Technologien entstehen, insbesondere aus Nano- und Gen-Technologie. Solche Diskontinuitäten sind nicht ungewöhnlich. Dieser fundamentalen Technologiesprünge können völlig neu datenintensive Produkte entspringen.

Trend zu deutlich höheren Datenraten

Die Folge der genannten Trends kann eine extreme Datenratenzunahme sein, die größer als zehn Gigabit ist und damit LWL langfristig erforderlich macht. Eine Notwendigkeit ist bereits vorher gegeben, wenn EMV-Probleme vorliegen oder große Bandbreiten-Längenprodukte unabdingbar sind. Die Ein-Millimeter-Standard-POF (Polymer-optische Fasern) sind langfristig nicht in der Lage, diese zu erzielen, so dass hochwertige Glasfasern oder spezielle, dünnere POF verwendet werden müssen. Ob Entwickler letztendlich Glas oder Kunststoff den Vorzug geben, ist offen. Die Tendenz geht zu hochwertigen Glasfasern, aus dem einfachen Grund, dass sie starken Umwelteinflüssen gegenüber resistenter sind. Auf der anderen Seite sind diese Fasertypen hinsichtlich Handhabung und Verschmutzungsgefahr für die Feldautomatisierung ungeeignet. Außerdem benötigen kleinere, räumlich abgesetzte Clients Energie, so dass eine Versorgung mit Hilfe dickerer Kupferleitungen über die gleiche Verbindung stattfinden muss. Welche Schlussfolgerungen kann der Entwickler daraus ziehen? Einige absehbare Trends hierfür sind:

- One-Cable-Concept
- Kombination von den Faktoren hohe Datenraten, Power, One-Cable Concept
- Multiplexing, Mini-E/O-Wandler, Busse, Ethernet

Das Schlagwort One-Cable-Concept ist mit USB, HDMI und Power over Ethernet (PoE) bereits realisiert, zunehmend wird die Feldautomatisierung dabei einbezogen. Im Rahmen der PoE-Plus Norm IEEE802.3at wird an einer stufenweisen Leistungserhöhung von dreizehn Watt bis hin zu maximal 100 Watt gearbeitet. Allerdings erwies sich der RJ-45-Steckverbinder bei 100 Watt jedoch

als substitutionsbedürftig. Neben einem LWL-Modul, 2 x POF, ist ebenfalls der Einsatz eines Kupfer-Daten-Moduls, z.B. RJ-45 oder eines optionalen Power-Moduls möglich. Das hängt davon ab, ob die Datensenke mit Leistung oder Hilfsspannung versorgt werden muss. Aus diesen Anforderungen ergibt sich ein Hybridsteckverbinder, der drei Module gleichzeitig aufnehmen müsste. Bei einer Kombination der Trends stetig steigende Datenraten, One-Cable-Concept und optionaler Leistungsübertragung ergibt sich ein Steckverbinder mit lediglich zwei Modulen – LWL und Power, da das Kupfer-Daten-Modul entfällt. Ein weiterer Trend geht zum Multiplexing und miniaturisierten Elektro-optischen Wandlern (E/O-Wandler). Damit stellt sich zwangsläufig die Frage, ob große Hybridsteckverbinder, die über eine hohe Polzahl verfügen, ausgegliedert haben. Stünden kein normierter serieller oder verdichtender Bus und keine hoch integrierten Multiplexer oder Spannungsrichter, etc. zur Verfügung, so verlegten sich Systementwickler der Einfachheit auf die Verwendung von vielen parallelen Adern. Seit kurzer Zeit stehen dem Entwickler nun kostengünstige und hochintegrierte Elektronikbausteine zur Verfügung mit miniaturisierten Schaltungen.

Der Trend geht zur Miniaturisierung

Steckverbinder-Hersteller übernehmen mehr und mehr die Multiplexing-Aufgaben der Systemhersteller, um Steckergröße und Kabelquerschnitt zu verringern. Geht der Hersteller ungefragt diesen Weg, was als Technology-Push bezeichnet wird, erhält

Auf einen Blick

In welche Richtung entwickelt sich der Hybridsteckverbinder?

Diese Steckverbinderart erlebt auf Grund ihrer Eigenschaft, Geräte mit Daten und Energie über eine Verbindung zu versorgen, immer wieder starke Veränderungen. Trends, die sich ausmachen lassen, sind die Tendenz zu hochwertigen Glasfasern, ein Anstieg der Datenraten, die Miniaturisierung der Steckverbinder sowie nur noch zwei Module in Form von LWL und Power.

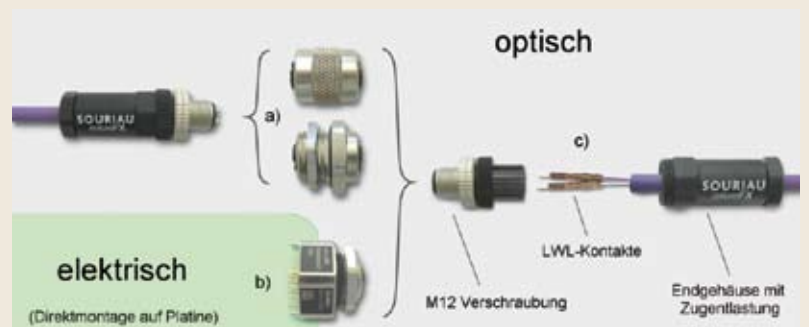
Hält den idealen Hybridsteckverbinder für utopisch: Ralf Knoll. Der Diplomphysiker ist selbständiger Unternehmensberater und Innovationsmanager mit Sitz in Zolling, Landkreis Freising in Oberbayern.



Kristallkugel oder wissenschaftliche Methodik?

Für Produktentwickler und Innovationsmanager der Verbindungstechnik ist es – über das Konkrete hinaus – wichtig, Verständnis über generelle Marktgesetze zu erlangen: Sie geben Trends vor, um Produkte und Unternehmensstrategien herleiten zu können. Anstelle der angesprochenen Kristallkugel sollten dabei allerdings eher empirische und heuristische Methoden und Tools, wie die Szenariotechnik verwendet werden.

Ganz generell werden aber hybride Steckverbinder auf physikalischer und konstruktiver Ebene immer besser. Diese Tatsache begründet sich darauf, dass Eigenschaftsverbesserung ein essentielles Differenzierungsmerkmal und Symptom von Wettbewerb ist. Abgesehen von pneumatischen und hydraulischen Verbindungen tauschen Geräte und Systeme heute in erster Linie Daten aus, wobei manche Geräte über die gleiche Verbindung auch Energie benötigen. Aus diesem Grund gibt es den idealen Hybridsteckverbinder nicht: Selbst in einer Anwenderbranche wie der Fabrikautomatisierung existieren sehr unterschiedliche Typen. Diese sind normalerweise modularartig zusammengesetzt, so dass zum Beispiel Lichtwellenleiter (LWL) und Energiekontakte oder LWL und Datenleitungen, etc. eingesetzt werden können. Einen Hybridsteckverbinder als ideal zu bezeichnen, ist auch deshalb nicht möglich, weil neue Technologien zu ständigen Veränderungen der Verbindungsart führen. Die Stecker bleiben daher in Übergangsphasen zwischen Basis- und Schrittmachertechnologie stets undefinierbar. Um Trends, Chancen und Bedürfnisse sowie deren Ursachen deutlich zu machen, gehören wesentliche Funktionen und Merkmalsausprägungen getrennt. Unter der Annahme, dass die Module gleich groß sind, können Entwickler die Überlegung anstellen, wie die perfekte Kombination eines Hybridsteckverbinders aussieht und welche Physik langfristig zum Einsatz kommt.



Beispielhaft an einem Design von Souriau: Bestandteile einer M12-Lösung bestehend aus Steckverbinder, Transceiver und zwei Adaptern, die für die Bitübertragungsschicht als Lösung für Fast Ethernet aufgesetzt werden können.

- » er in Bezug auf etablierte Schnittstellen höhere Marktchancen als bei proprietären Schnittstellen, die der Systemhersteller ändern könnte. Dieser sollte daher stets die Schnittstelle zu einem Bus zusammenfassen. Aufgrund dieser Tatsache ist davon auszugehen, dass sehr große Hybridverbinder langfristig vom Markt verschwinden werden. Nutznießer ist der kleine Hybridsteckverbinder mit den Modulen Power und LWL. Da offene LWL-Kontakte in rauer Umgebung leicht verschmutzen und beschädigt werden können, und nachdem mittlerweile komplette E/O-Transceiver in einem Steckerkontakt mit einem kleineren Durchmesser als acht Millimeter und einer Länge von zehn Millimetern hinein passen, sind Steckverbinder-Hersteller in der Lage, die komplette elektro-optische Konvertierung zu übernehmen. Solche Stecker sind marktreif erhältlich und sehen wie rein elektrische Stecker aus, obwohl im Innenteil High-Tech regiert. Das wäre langfristig der Tod des optischen Hybridsteckverbinders, weil letztendlich nur noch das Kabel hybrid wäre. (Ralf Knoll) (eck)

Ingenieurbüro Knoll
Tel. (+49 81 67) 69 61 20
info@knoll-engineering.de