INGENIEURBÜRO KNOLL
ENGINEERING & CONSULTING

Hybridsteckverbinder mit POF:

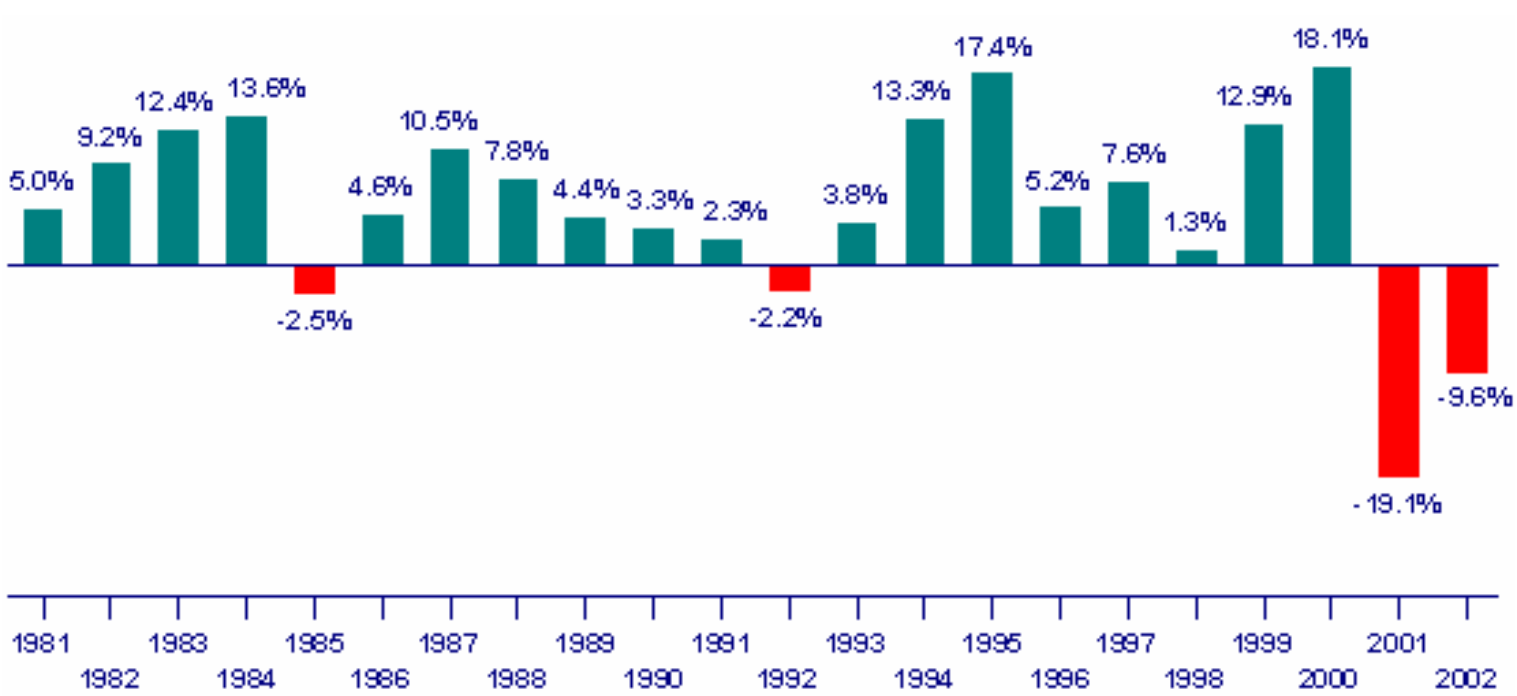
- Trends
- Einsatzgebiete (Beispiele)
- Innovationsoptionen

Kurzpräsentation im Rahmen des
17. Fachgruppentreffen der ITG-FG 5.4.1
am IMM in Mainz, 05.11.2003

Marktentwicklung

> Stecker allgemein

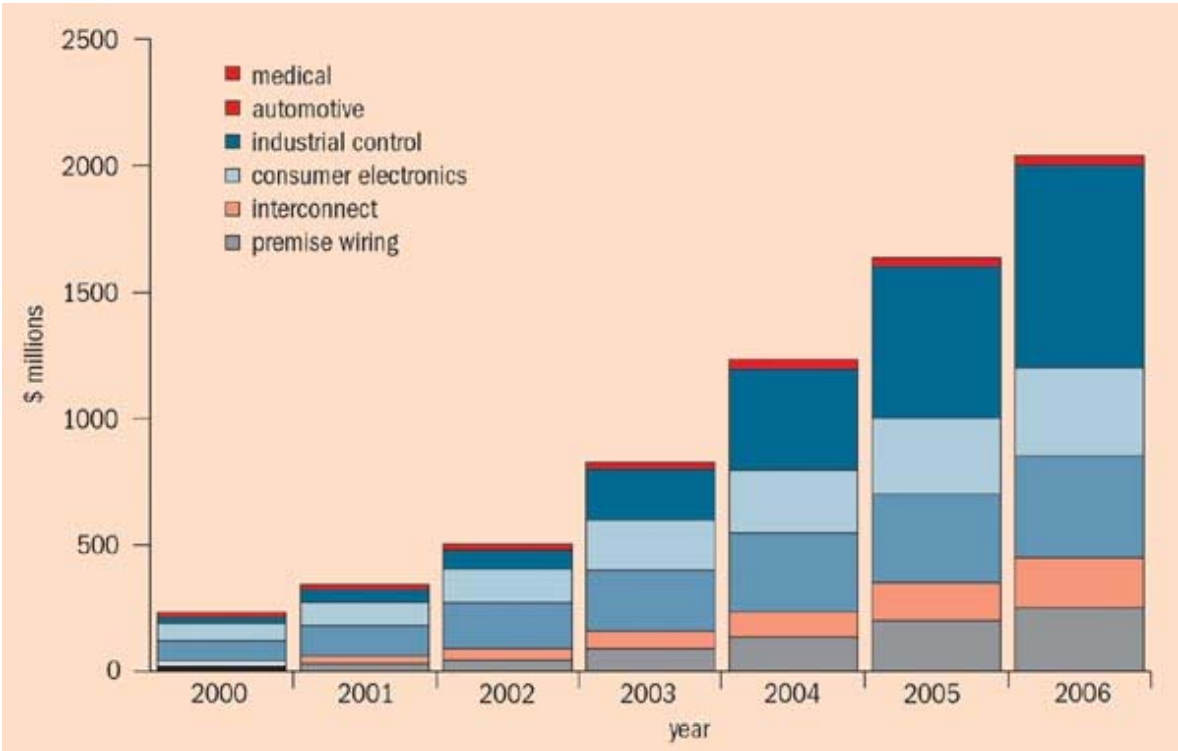
- **Generelle Steckerentwicklung weltweit**
  Quelle: Bishop & Associates Inc. 2002



Marktentwicklung

> POF - Markt

- **Plastic Optical Fibre (POF) – Markt / Entwicklung und Vorschau**
  Quelle: IGI-Group Sept. 2002



Marktforschung

> Trends

Anforderungen bezüglich aktueller Trends oder Systementwicklungen

- Stecker werden „intelligenter“ aufgrund von immer mehr Elektronik im Stecker selbst (Bustreiber, Speicher, E/O-Wandler).
- Durch die Deregulierung des TK-Marktes gibt es viele Infrastruktur-Drittanbieter im Bereich WAN-MAN-LAN Kopplung („Citynetze, Firmennetze, Stadtwerke“), die auch nicht „Telekom-standardisierte-Lösungen“ einsetzen. (zunächst Glas, später evtl. spezielle High-Bitrate-POF)
- Steckerhersteller werden sich zukünftig mehr mit Systemlieferanten auseinander setzen, weniger mit dem Endkunden.
- -> Für große Hersteller von Steckverbindern könnten es sinnvoll sein, selber in das Systemgeschäft einzusteigen.
- Der Kunde/Branche fordert zukünftig „one-stop-shopping“, d.h. der Steckverbinderhersteller sollte möglichst alle seine benötigten Steckertypen für ihn vorrätig haben (vollständiges Produktportfolio pro Großkunde).

Marktforschung

> Anforderungen

Anforderungen an Hybridstecker aus der Kundensicht:

- klein, handlich (Feldbusse, mobile Systeme)
- leicht (insbesondere in der Avionik)
- wasserdicht (IP67/IP68 für Feldeinsatz)
- konfektionierbar (Kabel selber im Feld konfektionieren)
- modular (POF, GI, SM, elektrisch mischbar)
- systemkompatibel (möglichst „Plug&Play“ und standardisiert)
- preiswert (möglichst < Faktor 2 im Vergleich zu separater Verlegung)

Trend zur Integration
> *Beispiele für verschiedene O/E- und E/O-Wandler*

- **Ausgangssituation: Bisher wurden und werden separate Medienkonverter für Profibus, DESINA, LAN und andere Busse/Protokolle eingesetzt.**
- **Der nächste Schritt wäre die Integration der O/E- und E/O-Wandler in die jeweiligen Stecker, so wie nachfolgend beispielhaft dargestellt.**

Quellen: Harting, Ratioplast, EKS

Trend zur Integration

> *Beispiel 1: E/O-Wandler im Stecker*

- **Integration von E/O-O/E-Wandler <u>in den kabelseitigen Stecker:</u>**
- **Folgt dem allgemein anerkannten Trend der „Systemintegration zum intelligenten Stecker“. => Höhere Wertschöpfung.**
  - Vorteile für Kunden/Anwender:
    - Die offenen, sichtbaren Steckkontakte sind rein elektrisch und können daher gut gereinigt werden (Elektriker kann mit Druckluft o.ä. schnell reinigen).
    - Die beim Kunden vorhandene Bus-Systeme (Sub-D, Rundstecker, etc.) können unmittelbar verwendet werden – ohne Eingriff in die Komponenten.
    - Das optische Kabel ist hermetisch abgeschlossen (keine optischen Kontakte!).
    - Beispiel: Siehe Bilder umseitig „EPIC Optoflex Interbus“ der Fa. Contact, PDF-Datei (Gesamtkatalog 341-346)

Trend zur Integration
> *Beispiel 1, Photos: E/O-O/E-Wandler im Stecker*

- **EPIC OPTOFLEX INTERBUS**
- **2 x POF / 660nm / 50m / RS-485 500 kBit/s**

Trend zur Integration
> *Beispiel 2, Photos: E/O-O/E-Wandler im Stecker*

- **ERNI PROFIBUS**
  E/O-Wandler im Stecker

2 x POF

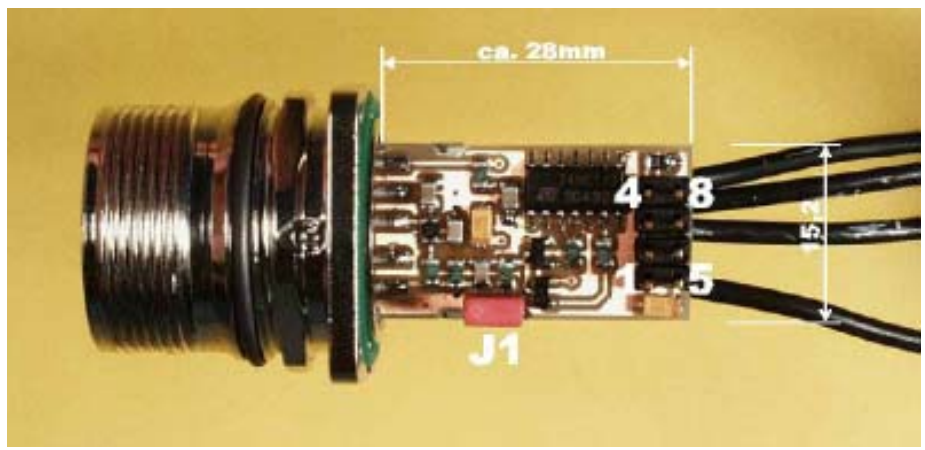
Trend zur Integration

> *Beispiel 3: O/E-Wandler im Stecker*

- **Integration von O/E-Wandler auf der Geräteseite:**
- **Folgt dem allgemein anerkannten Trend der „Systemintegration zum intelligenten Stecker". => Höhere Wertschöpfung.**
  - Vorteile für Kunden/Anwender:
    - EMV-Sicherheit längs des Kabels, da die Daten in der geschirmtem I/O-Box in optische Signale umgewandelt werden.
    - Stecker sind relativ unempfindlich, da keine Elektronik im inneren.
  - Nachteile für Kunden/Anwender:
    - Die Systemhersteller von I/O-Boxen (Winkelgeber, Sensoren aller Art, Maschinen-Interface) müssen sich an eine existierende Norm halten *oder* von Qualität überzeugt werden (de-facto Standard).
    - Die optischen Kontakte liegen offen und müssen vom Bedienpersonal/Elektriker mit Sorgfalt behandelt werden.
    - Beispiel: Siehe Bilder umseitig „EPIC Ciron Hybrid" der Fa. Contact PDF-Datei (Gesamtkatalog 337-340)

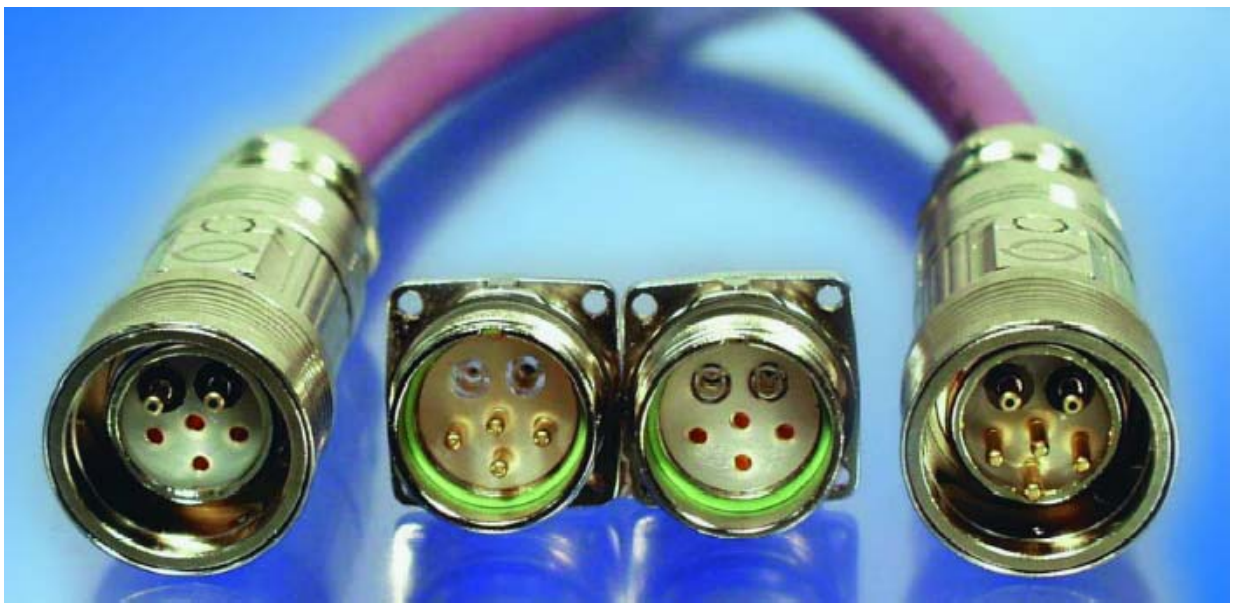
Trend zur Integration
> *Beispiel 3, Photos: O/E-Wandler im Stecker*

- **EPIC CIRCON HYBRID**
- **2 x POF + 4 x Cu**



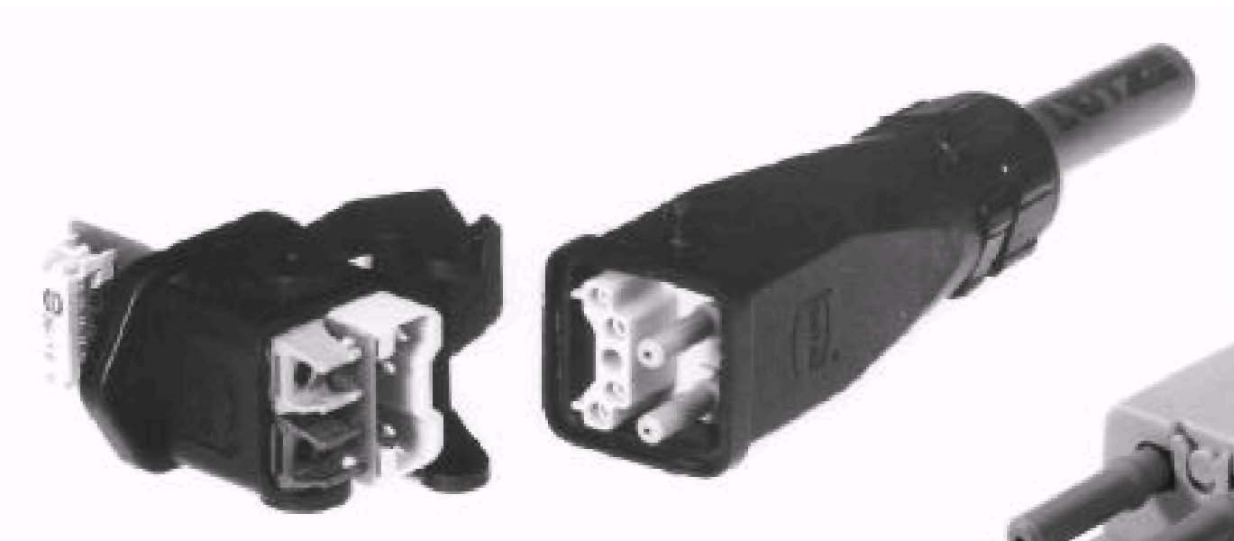
Trend zur Integration
> *Beispiel 3, Photos: O/E-Wandler im Stecker*

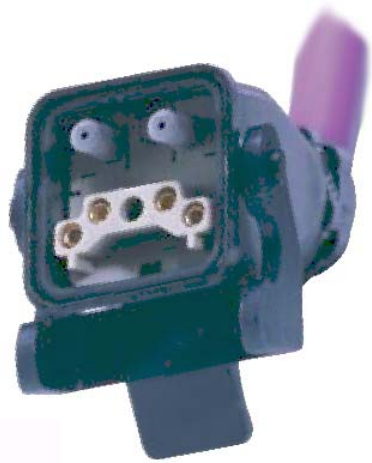
- **EPIC CIRCON HYBRID**
- **2 x POF + 4 x Cu / Bilder Teil 2: Geräte- und Kabelseite**



Aktuelle Hybridstecker für die Automatisierungstechnik
> *Beispiele: POF und Kupfer (1)*

- **Beispiele für derzeit bei PROFIBUS, DESINA und INETERBUS verwendeter Hybrid-Steckverbinder mit POF:**

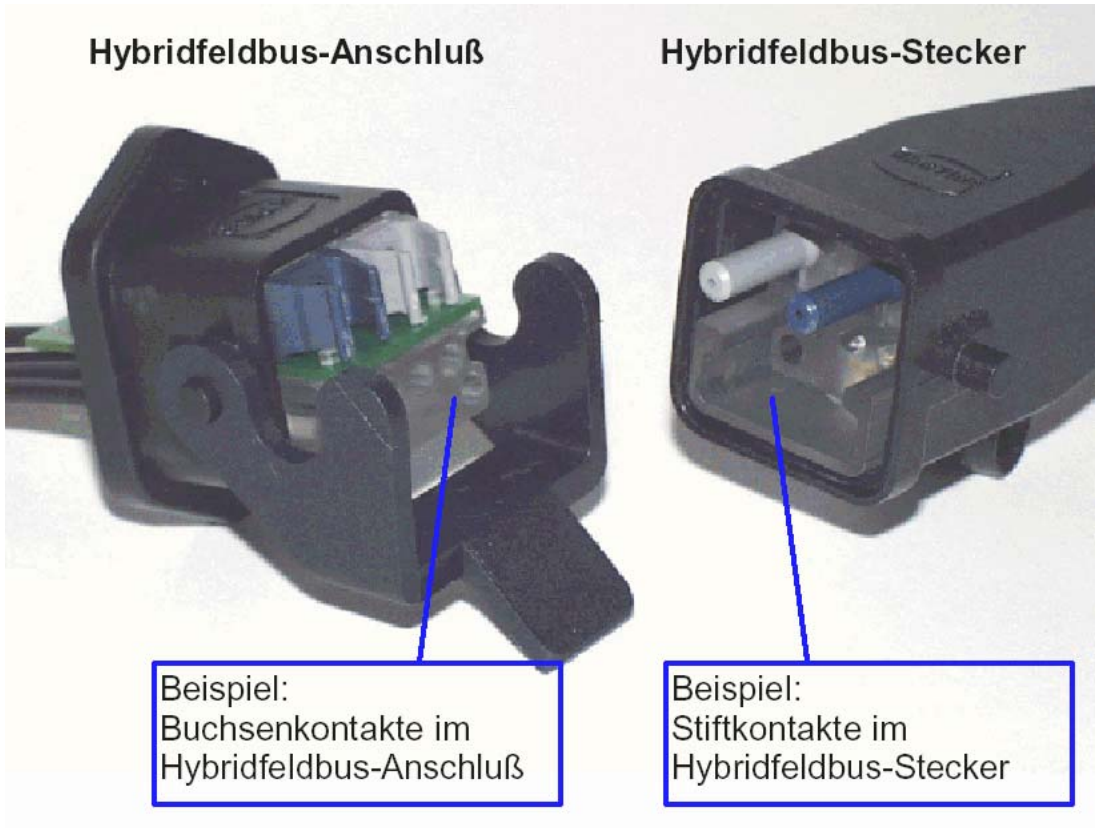




Quelle: Han-Brid von Harting

Aktuelle Hybridstecker für die Automatisierungstechnik
> *Beispiele: POF und Kupfer (2)*

- **Beispiele für derzeit bei PROFIBUS, DESINA und INETERBUS verwendeter Hybrid-Steckverbinder mit POF:**

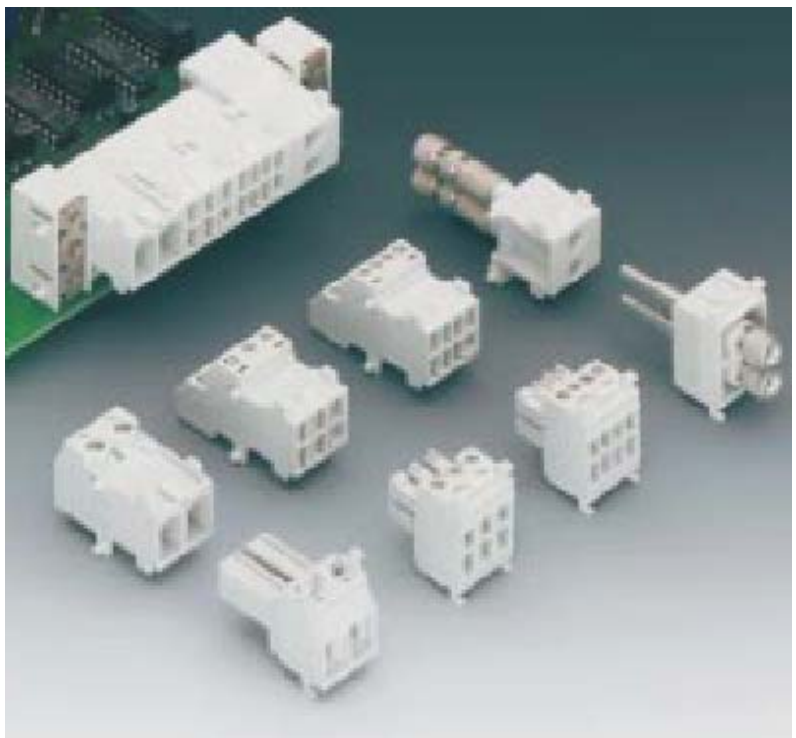


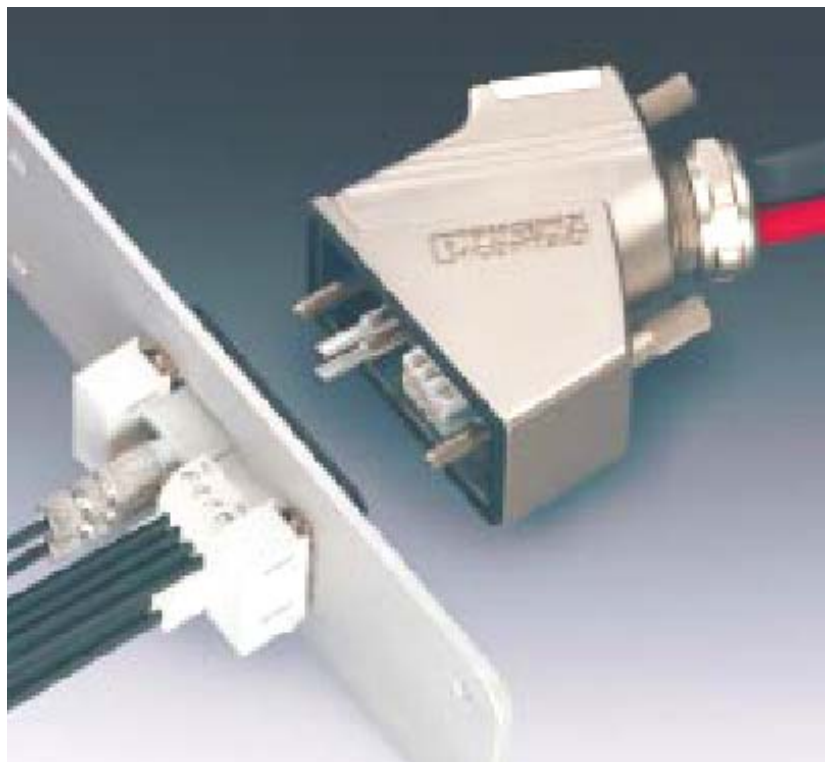
Han-Brid von Harting
Ankopplung von MURR-Elektronik

Aktuelle Hybridstecker für die Automatisierungstechnik
> *Beispiele: POF und Kupfer (3)*

- **Beispiele für derzeit bei PROFIBUS, DESINA und INETERBUS verwendeter Hybrid-Steckverbinder mit POF:**

Quelle: Phoenix Contact





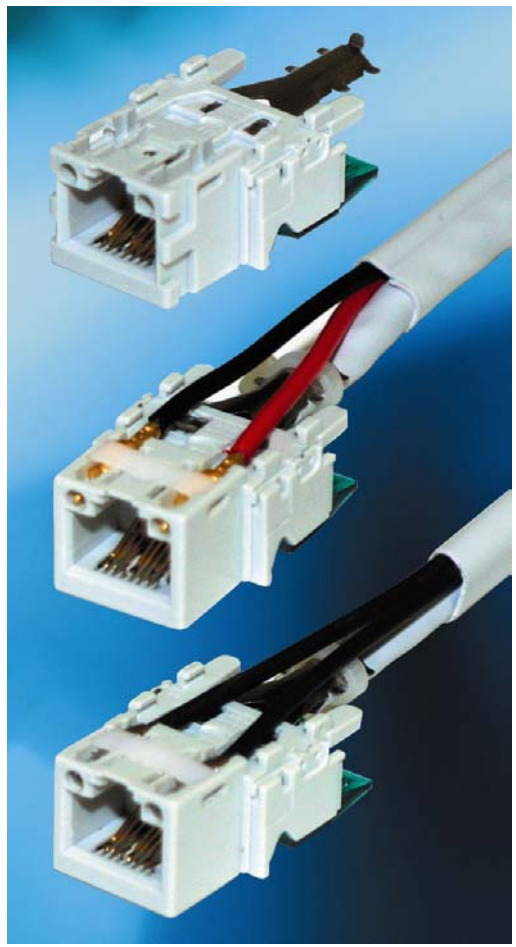
Aktuelle Hybridstecker für die Automatisierungstechnik
> *Beispiele: POF und Kupfer (4)*

- **Beispiele für derzeit bei PROFIBUS, DESINA und INETERBUS verwendeter Hybrid-Steckverbinder mit POF:**

Quelle: Phoenix Contact

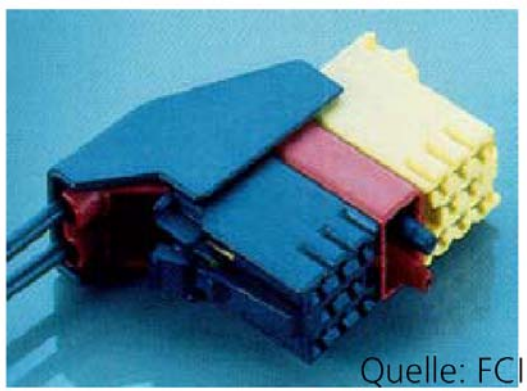
Aktuelle Hybridstecker für den Inhouse-Bereich
> *Beispiele: POF und Kupfer (5)*

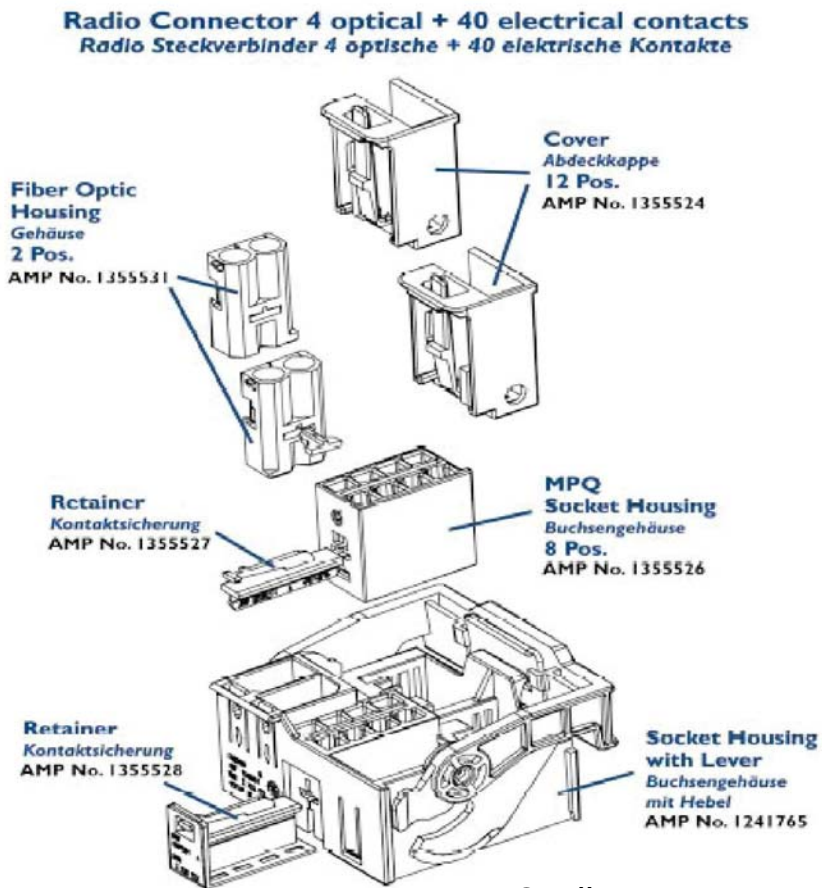
- **Neuer Hybrid-Stecker für den Inhouse-Bereich**
  - R&M Stecker
    mit POF *oder* Low-Power
    sowie RJ45-Ethernet
  - Industrieversion wird
    angestrebt (Automatisierung)
  - Anmerkung:
    Viele Hersteller wollen
    anscheinend in den
    Zukunftsmarkt
    „Industrial-Ethernet“



Aktuelle Hybridstecker für den Automotive-Bereich
> *Beispiele: POF und Kupfer (6)*

- **Multimedia-Hybrid-Stecker für den Automotive-Bereich gemäß MOST-Spec.**
  - Modularität erlaubt eine variable Anzahl an Kontakten:
    - Grundversion: 2 x POF
    - Maximal: 4 x POF und 40 elektrische Kontakte (Bild)
  - Dieses System könnte auch für den Inhouse-Bereich verwendet werden.





Quelle: Tyco / AMP

Aktuelles Beispiel für Höchstintegration und POF
> *Beispiele: High-Tech-POF (7)*

- **High-tech „RJ-45 POF-Stecker“ inklusive E/O-Wandler (Firma iTEC)**
  - Für Gigabit-Ethernet und IEEE1394.b
  - 850nm VCSEL
  - 125µm POF / 200µm H-PCF
  - 155 MBit/s bis 2 km
  - 1,25 GBit/s bis 200 m

Stand 11/2003: Als Prototyp verfügbar

Bedarfssituation in der Automatisierung
> *Pro & Contra LWL (1)*

- **Der Einsatz von POF (und LWL generell) im unteren Datensegment der Automatisierung wird zwar von Systemlieferanten durch angebotene Hybride/POF-Lösungen unterstützt, allerdings ist der Bedarf auf der Abnehmerseite im Vergleich zu rein elektrischen Lösungen (derzeit noch?) relativ gering.**
- **Nachfolgend werden die Gründe für diesen Umstand dargestellt.**
  - Die Gründe stellen grundsätzlich keine neuen Erkenntnisse dar, jedoch werden die Vor- und Nachteile übersichtlich dargestellt, so dass das eine bessere Einordnung der Hybridstecker/POF-Situation stattfinden kann.
  - Um ein sinnvolle Pro- und Contra Diskussion führen zu können, muss die derzeitige Randbedingung, nämlich dass der Preis für Hybridkabel und für optische Lösungen im Vergleich zu elektrischen Lösungen (derzeit noch?) höher sind, unterstellt werden.
  - Eine Existenzrechtfertigung für eine bestimmte (neue) Technologie über einen vergleichsweise geringen Preis funktioniert grundsätzlich immer und für fast jede funktionierende Technologie, so dass wir dieses „triviale Argument“ zumindest für die nachfolgende Darstellung der „Pro LWL Argumente“ zunächst erst einmal nicht betrachten.
  - Ob in Zukunft tatsächlich Skalen-Effekte (wie von der IGI-Group angenommen) eintreten werden wird die zukünftige Marktentwicklung zeigen; derartige Prognosen erlauben wir (Ingenieurbüro Knoll) uns im Moment noch nicht, wenngleich wir erkennen, dass die Chancen gut stehen und der Markt sich möglicherweise an einer Schwelle zum Durchbruch befindet.

Bedarfssituation in der Automatisierung / Gründe
> *Pro & Contra LWL (2)*

- **Ein wesentliches Grundproblem ist, dass im unteren Datensegment der Automatisierung die Datenraten nicht so extrem hoch sind, als dass elektrische Verbindungen aus rein physikalischen Gründen (z.B.>1GBit) durch Glas-LWL ersetzt werden müssten.**
- **So hat Beispielsweise der SERCOS-Bus mit der Erweiterung seines Standards von 8 auf 16 Mbps bereits einen ausreichenden Sprung vollzogen; nur um hier einmal eine „ungefähre Bandbreiten-Größenordnung" zu nennen.**
- **Die rein elektrische und kostengünstige RS-485 Schnittstelle, die in der Automatisierung Anwendung findet, kann immerhin bis zu 12Mbit/s übertragen. Selbst die Vernetzung von PCs mit 100Mbit/s (LAN) funktioniert heute relativ problemlos und ebenfalls kostengünstig mit Kat5e-Kabeln.**
- **Aus obiger Darstellung lässt sich (Stand heute) folgender „Merksatz" formulieren:**
- ***„Solange alle Anforderungen problemlos (keine EMV oder sonstigen Probleme) auf elektrischem Wege erfüllt werden können, gibt es für den Kunden keinen Grund die derzeit noch teureren LWL-Systeme einzusetzen.***

  Daher wird sich die Nachfrage nach POF-Systemen auf die „Sonderbereiche" (EMV, Gewichtersparnis, galvanische Trennung, etc.) und „neue Märkte" (Hausverkablung) beschränken, in denen die POF physikalisch bedingt oder aufgrund von einfacherer Handhabung eindeutige Vorteile bietet."

Bedarfssituation / Gründe

> *Pro & Contra LWL (3)*

- ***Contra LWL (1):***
  Die wesentlichen Gründe gegen POF:
  - Datenraten bis 12Mbit/s können in der Automatisierung relativ einfach und kostengünstig mit elektrischen Leitungen übertragen werden.
  - In oberen Automatisierungsbereichen/Office gilt obige Aussage sogar für 100Mbit/s
    - Im Tertiärbereich ist Kat5e gegenüber LWL-Lösungen derzeit billiger.
    - Im Primär- und Sekundärbereich ist das Bandbreiten-Längenprodukt von POF zu gering, dort wird die MM- und SM-Glasfaser eingesetzt.
  - Maschinenbauer sehen Handling-Probleme (Sauberkeit, Knicke im Kabel, langwierige Vor-Ort Konfektionierung)
  - „Angebliche EMV-Einstrahlungen von außen über den Raum“ sind auf großen Strecken/Räumen eher selten, zumal per EMV-Gesetz der Verursacher (Quelle) diese Störungen abschalten muss. (Leitungsgebunden „EMV-Störungen sind noch eher wahrscheinlich, so dass hier die POF zum Einsatz kommen kann -> siehe Pro-Argumente)

Bedarfssituation / Gründe

> *Pro & Contra LWL (4)*

- ***Pro LWL (1):***
  Die wesentlichen Gründe *für* POF:
  - **EMV**
    - Leitungsgebundene EMV-Störungen
      Störungen im Kabel wirken auf die Datenleitungen ein
    - EMV-Einstrahlungen auf kurzen Strecken (z.B. innerhalb von Maschinen, Triebwagen, Umrichtern) sind zu hoch und können nicht unterdrückt werden
  - **Galvanische Trennung (elektrischer Berührungsschutz, Schutz der Elektronik)**
    - Nass- und Feuchtgeräte: Beispielsweise in Waschmaschinen, etc.
  - **Gewicht**
    - Gewichtsersparnis: Beispielsweise könnten Flugzeuge in Zukunft noch stärker mit LWL ausgerüstet werden.

Bedarfssituation / Gründe

> *Pro & Contra LWL (5)*

- ***Pro LWL (2):***
  Die wesentlichen Gründe *für* POF:
  - **Zusatzkreise und Sicherheit**
    - Zusätzliche Sicherheitskreise (z.B. Notabschaltung) könnten über ein separates (optisches) Medium gefordert sein.
  - **Sensorik**
    - LWL-Sensorik (auf kurzen Strecken)
  - **Hohe Datenraten auf kurzen Strecken (u.U. auch parallel oder mit WDM)**
    - Anwendungen mit sehr hohe Datenraten (gesamt >1G) auf kurzen Strecken, die rein physikalisch bedingt nicht über Kupfer geleitet werden können. Beispiel: Data-Storage and -Transfer in der Medizintechnik (POF und Glas)

Ergebnisse > *Pro & Contra LWL (6)*

- **Interessantes Pro und Contra Resume:**
  - **Wenige, aber dafür generelle/massive Contra-Punkte:**
    Die Contra-Argumente sind sehr grundlegend und preisgetrieben, so dass (derzeit jedenfalls) der Einsatz von POF in der Automatisierung zurückhaltend ist.
  - **Viele, aber dafür sehr spezielle Pro-Argumente:**
    Die Anzahl der Pro-Argumente ziehen sich jedoch über 2 Seiten hin!
  - D.h. vielfältige Spezial-Anwendungen sprechen für den Einsatz von POF.
    Auch wenn jede Anwendung für sich genommen nur vergleichsweise geringe Umsätze generiert, sie führt die Gesamtsumme aller Spezial-Anwendungen zu einem recht großen POF-Gesamtmarkt.
    - Für den Steckermarkt bedeutet dieses ganz analog, dass es dementsprechend nicht „einen POF-Stecker“ geben wird, sondern ebenfalls sehr viele. Mittelständische Firmen, die die heute POF vertreiben, konnten diesen Trend bestätigen.

Marktsituation

> *Kabelkosten contra Hybrid (1)*

- **Weitere Gründe die zur Zeit noch gegen Hybrid-Stecker bzw. „komplexe Hybrid-Kabel“ sprechen:**

(Bilder nur als Beispiel, stellvertretend für alle denkbaren Hybridkabel)

Marktsituation

> *Kabelkosten contra Hybrid (2)*

- **Die Kosten für „komplexe Hybrid-Kabel“ sind derzeit gegenüber Einzelverlegung noch vergleichsweise hoch.**
  - Es liegt ein „kritisches Masse Problem“ vor, d.h. es werden derzeit noch nicht genügend laufende Meter Hybridkabel hergestellt.
  - Normalerweise würden sich bei der Verwendung eines gemeinsamen Kabelmantels (einschließlich Abfangung, Schirm, etc.) Synergie-Effekte bei den Herstellungskosten ergeben ($1+1 \leq 2$), die aber derzeit mangels Masse noch nicht entstanden sind ($1+1 \geq 2$).

Marktsituation

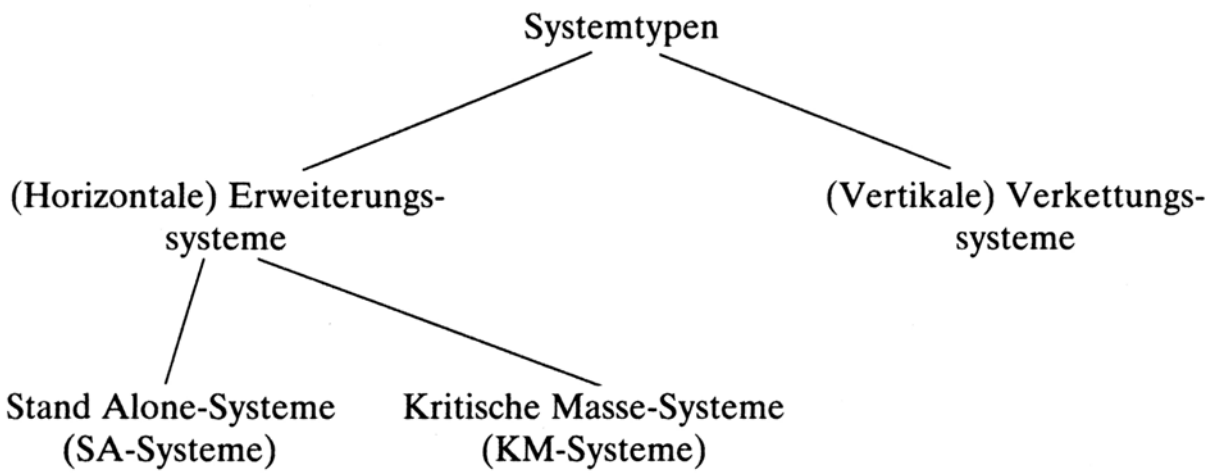
> *Kabelkosten contra Hybrid (3)*

- **Ein aktuelles Beispiel:**
- **Gemischte Cu/LWL-Verkabelung findet sehr oft und zunehmend massiv statt, jedoch nicht mit Hybridkabeln, sondern jeweils getrennt.**
- **Neubau des „Terminal 2“ am Flughafen München:**
  - Strukturierte Verkabelung mit…
  - 3.588 km Single-Mode LWL (Primärbereich / Gelände)
  - 5.732 km Multi-Mode LWL (Sekundärbereich / Steigleitung)
  - 1.350 km Kupfer-Datenkabel (Tertiärbereich / Etagenverkabelung)

Innovationsoptionen / Marktgesetze

> *KM-Systeme*

- Die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, die innerhalb bestimmter Märkte gelten und als gut bekannt angenommen werden, werden jedoch in der Realität durch diffusionsrelevante Umweltfaktoren (wirtschaftliche, technische, politisch/rechtliche und soziale Faktoren) beeinflusst, so wie es zum Beispiel bei kritische Masse (KM) Systemen oder in stark regulierten/normierten Märkten der Fall ist.
- Einige Gesetzmäßigkeiten des Steckermarktes werden nachfolgend aufgezeigt.



Quelle: Investitionsgütermarketing, K. Backhaus

Innovationsoptionen / Marktgesetze
> *Verhaltensmöglichkeiten (I) / Erste Option (1)*

- Wettbewerbsstellende Verhaltensweisen wurden im Mittelstand bzw. bei Firmen mit gleichen Ressourcen weniger oft beobachtet.
- Im Rahmen eines wettbewerbs-vermeidenden Verhaltens bietet sich die „Ausweichstrategie durch Innovation“ (links oben in der Verhaltens-Matrix nach Meffert).
- Der Steckermarkt bietet trotz Standardisierung und bestehender de-facto Normen nur zu bestimmten Zeitpunkten und in bestimmten Märkten diese Option. (Nicht zu verwechseln mit dem „Innovationspotential“, welches prinzipiell zu jeder Zeit besteht.)

Innovationsfähigkeit (Strategische Technologieoptionen)	Verhalten gegenüber Wettbewerb: wettbewerbsvermeidendes Verhalten	Verhalten gegenüber Wettbewerb: wettbewerbsstellendes Verhalten
innovatives Verhalten – Pionierstrategie	***Ausweichen*** Ausweichstrategien sind dadurch gekennzeichnet, daß das Unternehmen versucht, dem Wettbewerb durch besonders innovatives Verhalten zu entgehen.	***Konflikt*** Konfliktstrategien werden häufig in militärischen Kategorien beschrieben: • Direktangriff auf HGF oder Kernprodukte des Gegners; • Umzingelung: Aufweichung der Position des Gegners von mehreren Seiten; • Flankenangriff: Schwache und ungeschützte Stellen des Gegners gezielt angreifen.
imitatives Verhalten – Folgerstrategie	***Anpassung*** Anpassungsstrategien zielen auf die Erhaltung der einmal realisierten strategischen Positionen ab. Hier ist das eigene Verhalten stark von den Aktivitäten potentieller Wettbewerber abhängig.	***Kooperation*** Kooperationsstrategien werden von Unternehmen verfolgt, • die bei schlechter Ausgangssituation einem Konflikt nicht aus dem Weg gehen können; • die aus einer Kooperation einen größeren Vorteil als aus einem Konflikt oder einem neutralen Verhalten erwarten.

Quelle: Produktinnovation, J.Gausemeier

Innovationsoptionen / Marktgesetze
> *Verhaltensmöglichkeiten (II) / Erste Option*

- Weitere Verhaltensmöglichkeiten:

- Ein (großer) Systemanbieter, der den Stecker „nur als Teilkomponente des Systems“ mitliefert, hat voraussichtlich die besten Möglichkeiten sich durchzusetzen.
- Als reiner Stecker-Hersteller könnte man

  a) diesen Systemlieferanten zuarbeiten

  b) selbst versuchen Systeme anzubieten

  c) Nischen und neue Märkte mit Innovationen zu besetzen.

- Die unter (b) genannten „Systeme“ müssen nicht notwendiger Weise mächtig sein, es genügen „intelligente Stecker/OE-Wandler“, die bestimmte Bedarfsfälle (EMV, Galvanische Trennung, etc.) abdecken.

Innovationsoptionen / Marktgesetze
> *Globalisierung, Wettbewerbsdruck / Zweite Option*

- **Die Innovationsforschung hat ergeben, dass die eigenen Fähigkeiten, Produktqualitäten, Alleinstellungsmerkmale, etc. oft zu hoch eingeschätzt werden, während gleichzeitig die „ausländische Konkurrenz" oft unterschätzt wird, insbesondere wenn das Unternehmen einen stark nationalen Fokus hat und noch nicht global denkt.**
- **Aufgrund zunehmender Globalisierungseffekte (Kostendruck, etc.) werden die Firmen der hoch entwickelten Länder in der Zukunft immer weniger über eine eigene Produktion verfügen und sich vielmehr auf die zwei übrigen Faktoren, nämlich konzeptionelle Produktentwicklung (also auch Innovation) sowie Vertrieb konzentrieren.**
- **Die ausländischen/asiatischen/östlichen Firmen, in denen die Produktion stattfindet, sammeln jedoch durch diesen Prozess immer mehr eigene Produkt- und Markt-Erfahrungen, insbesondere auch im Bereich der Prozessinnovation (noch kostengünstigere Herstellung als nur über den Faktor Arbeit) und werden daher langfristig verführt sein, selber die Marktführerschaft einzunehmen.**
  Dadurch werden die führenden Firmen gezwungen sein, ihr Know-how im Bereich des Innovationsmanagements stetig weiter auszubauen.
- **Positiv ausgedrückt bedeutet dieses für die deutsche/europäische/westliche Steckerindustrie eine weitere Innovationsoption, die genutzt werden will. Letztendlich um auch dem „Asia-Shift" etwas entgegen zu wirken.**

Innovationsoptionen / Marktgesetze
> *Normen, Zeitpunkt, schwache Signale (I) / Dritte Option*

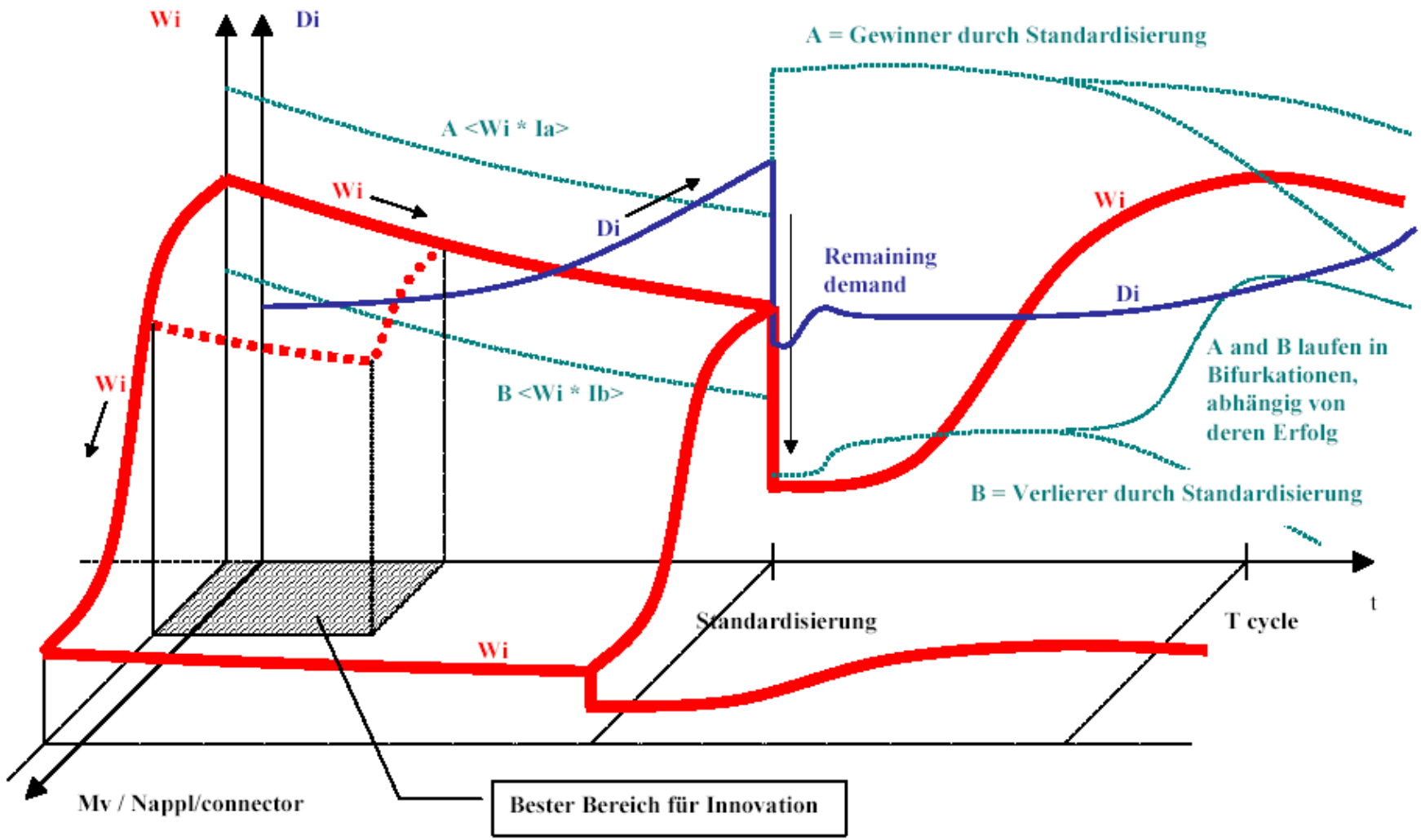
- **Stecker-Normen bzw. Normierungsbestrebungen stellen nur indirekt eine treibende Kraft dar:**
  Einerseits wird völlig losgelöst von der Normierung entwickelt, andererseits im Hinblick auf Marktführerschaft automatisch in Richtung Norm-Führerschaft.
- **Im Markt herrscht vielmehr kreative (innovative) Differenzierung mittels de-facto Standards, Gesamt-System Angeboten (one-stop-shopping) und Macht (Unternehmensgrösse).**
  - „Standardisierte Hybridstecker" gibt es nur wenige; dafür umso mehr „de-facto Normstecker".
  - De-facto Standards werden später aber oft zu Normen:
    Vielmehr scheint es in der langjährigen Praxis genau umgekehrt zu laufen, d.h. die Normungsgremien sind aufgrund von Interessenskonflikten „von innen heraus" eher unproduktiv und normieren stattdessen sehr oft die bereits im Markt befindliche Stecker (de-facto Standards).
- **Dieser Sachverhalt führt dazu, dass die Steckerhersteller in gewissen Grenzen kreativ werden können und dieses in der Vergangenheit auch so praktiziert haben.**

Innovationsoptionen / Marktgesetze
> *Normen, Zeitpunkt, schwache Signale (II) / Dritte Option*

- Die jeweils größten und stärksten Anbieter entwickeln auf „Druck" von Großkunden (z.B. Automobilfertigung) einen bestimmten Steckertyp der dann auch in andere Märkte verkauft wird und sich so zum de-facto Standard entwickelt.
- Kleinere Hersteller füllen dann die entstehenden Nischen mit einer Steckervielfalt, die von diesem de-facto Standard abweichen und dementsprechend inkompatibel sind, d.h. andere Systeme adressieren.
- Abgesehen von den der oben genannten „Pull-Märkten", wo der Kunde dem Hersteller in die Feder diktiert, gibt es aber auch vorausschauende Möglichkeiten Märkte mit innovativen Produkten zu besetzen:
  Mit guten bedarfsgetriebenen Ideen, die zu einem Zeitpunkt entwickelt werden, wo die Nachfrage eigentlich noch schwach ist sowie massivem Auftreten und Durchhaltevermögen lassen langfristig de-facto Standards erzeugen, die sich später mittels Normierung fest etablieren können.
- Mehr zur zeit- und marktabhängigen Innovationsoption in der nachfolgenden Graphik.

Innovationsoptionen / Marktgesetze
> *Normen, Zeitpunkt, schwache Signale (III) / Dritte Option*

- In der nachfolgenden Graphik wird der *gegenläufige Prozess* von **Nachfrage (Di)** (steigend blau) und der mittleren **Vermarktungswahrscheinlichkeit einer erfolgten Innovation (Wi)** (fallend rot) deutlich. Daher „schwache Trendsignale" empfangen!
- Die Standardisierung wirkt wie eine **polarisierende Kraft**, die das **Produkt A** mit der stärkeren **Innovationshöhe/Nutzwert (Ia)** favorisiert und B ablehnt. Danach beginnt der Zyklus von neuem.
- Je kleiner das **Marktvolumen bezogen auf die Anzahl der Anwendungen, die mit einem bestimmten Stecker abgedeckt werden (Mv/Nappl/Conn),** desto größer ist die Vermarktungswahrscheinlichkeit einer erfolgten Innovation (Wi).
- Daraus resultiert für die Innovationsoption (nicht zu verwechseln mit Innovationspotential) nur ein **begrenztes Zeit- und Marktfenster** (schraffierte Säule).
- ***Wi*** *lässt sich erhöhen durch den Einsatz von möglichst „universellen Steckern", also unter umständen „**modularen Steckern**", so dass auf diese nachfolgend noch kurz eingegangen wird.*



Quelle: Innovationsmanagement, R. Knoll

Innovationsoptionen / Marktgesetze

> Modularität (1)

- **Modulare Stecker (Daten + Power + LWL) könnten in Zukunft interessant werden.**
- Modulare Stecker deren Innenleben je nach Anforderung ausgetauscht werden kann, sind grundsätzlich nichts Neues.
- Die Steckerindustrie hat bereits erkannt, dass ein modulares Konzept immer dann von Vorteil ist, wenn es sich bezogen auf eine Steckerkombination, um jeweils kleine Märkte handelt bzw. wenn deren spezielle Bedürfnisse an Steckerkombinationen noch nicht genau vorhersehbar und veränderlich sind.
- Anbieter können damit leichter in neue Märkte eindringen und neue Kunden gewinnen.

Quelle: Harting

Innovationsoptionen / Marktgesetze

> Modularität (2)

- Durch sehr hohe Modularität (alle denkbaren Steckerkombinationen) könnte man theoretisch „nahezu alle Wünsche“ erfüllen, jedoch steht dem die **Steckergröße** und die damit verbundenen Nachteile sowie die Wahrscheinlichkeit, dass eine sehr hohe Modularität überhaupt nicht benötigt wird, entgegen.
- Die Frage, welcher **„Modularitätsgrad“** als optimal angesehen werden kann, soll daher in diesem Beispiel erläutert werden.
- Die Voraussetzungen zur Entwicklung neuer Stecker sind natürlich am besten, wenn **neue Systeme und neue Infrastrukturen historisch bedingte Zwänge ausschließen** und man gleich von Anfang an universelle Netze mit Hybrid-Steckern entwickeln könnte, die z.B. Daten und Spannung gleichzeitig führen können.
- Abgesehen von der konkreten Steckerform bleibt festzuhalten, dass in der Automatisierung die elektrische Datenübertragung neben der optischen Übertragung auch in Zukunft noch bestand haben wird, zuzüglich der Anforderung Spannungen zu übertragen. So gesehen hätte ein idealer Stecker **3 Module** oder zumindest die Option, je nach vorliegendem (Hybrid)Kabel, alle 3 Medien zu bedienen.
- Gleiches gilt grundsätzlich für alle hoch **modularen Systeme**, wo es gilt Komponenten jeglicher Art **flexibel und dezentral miteinander zu vernetzen**.

Innovationsoptionen / Marktgesetze

> *Modularität (3)*

- **Kompakter Stecker mit 3 Modulen (Daten, Power, LWL) ?**
- Aus obigen Überlegungen (die hier in der Kurzfassung nicht in aller Ausführlichkeit dargestellt werden können) und mit den Erkenntnissen über künftige Steckermärkte erscheint es interessant, einen kompakten Stecker zu entwickeln, der einerseits die Vorteile der Modularität und andererseits die Kompaktheit in sich vereint.
- Eine Granularität von genau 3 gleich großen Modulen dürfte ein „Optimum" darstellen, da die Modularität einerseits nicht zu hoch sein sollte und anderseits alle relevanten physikalischen Medien erfasst werden sollten.
  - Power: Min. 4 x Cu (Hilfs- und Schutzspannung bis hin zu 230AC)
  - Daten: Min. 8 x Cu in Kat5-6(7?) / Ethernet, etc.
  - LWL: Min. 4 x POF, HCS, MM (SM zunächst nicht)
- Durch Permutation und durch Blindstopfen ohne Funktion könnte die Modularität auf 2 oder 1 physikalisches Medium reduziert werden oder die Anzahl der Kontakte bezüglich eines physikalischen Mediums erhöht (verdoppelt, verdreifacht) werden.
  (z.B. ein reiner LWL-Stecker, dafür aber mehr LWL-Kontakte; oder nur LWL/Daten-Stecker; usw.) -> siehe hierzu nachfolgende Skizze

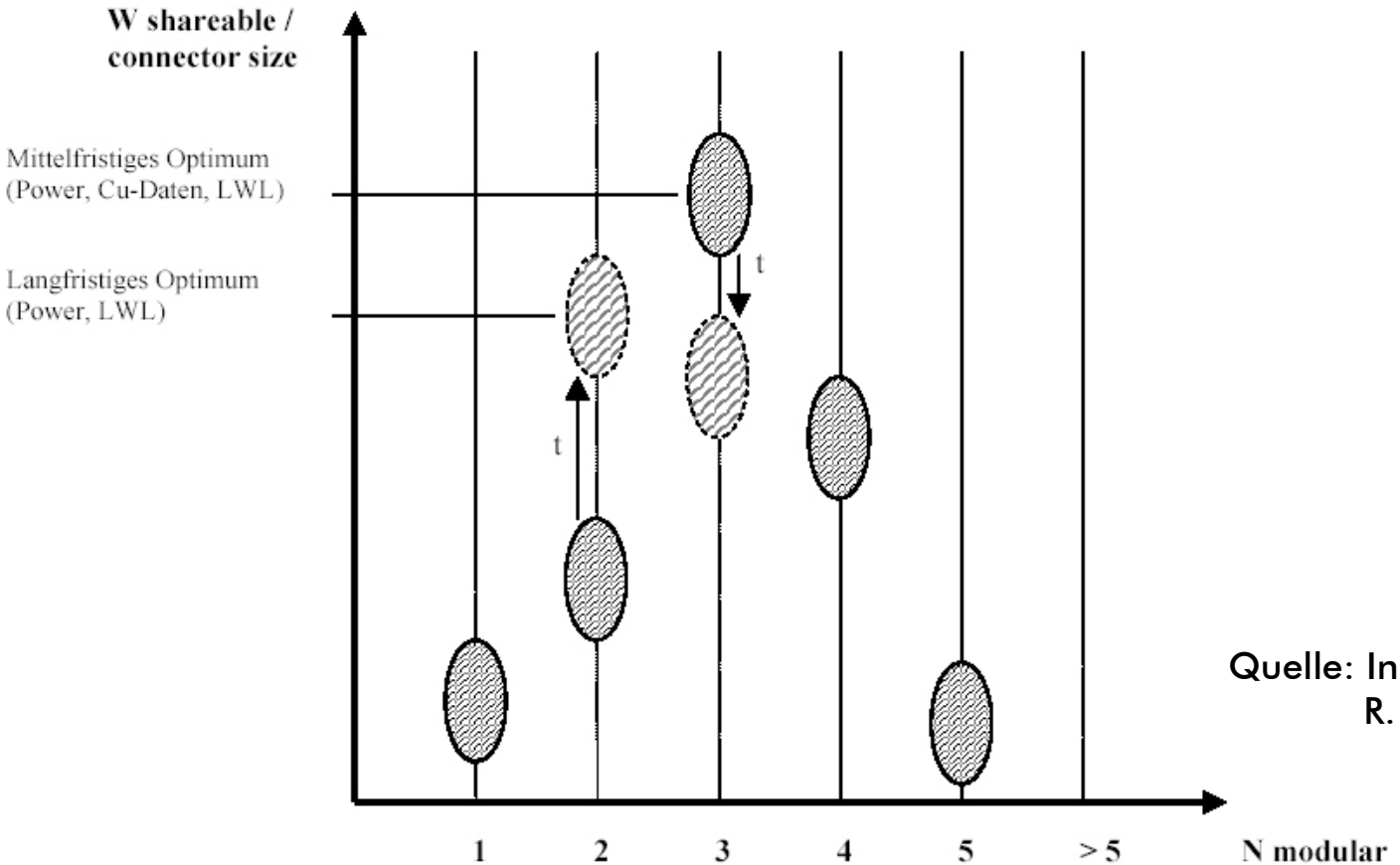
Innovationsoptionen / Marktgesetze

> *Modularität (4)*

- **Achsenbezeichnungen in nachfolgender Graphik:**
- N modular = Anzahl der austauschbaren (gleich großen) Module innerhalb eines Steckers.
- Ws = Wahrscheinlichkeit, mit der dieser Stecker bei ein bestehendem Kabelnetz oder einem zukünftigen Hybrid-Kabelnetz für dezentrale Systeme (z.B. ECOFAST) unter Berücksichtigung seiner Abmessungen eingesetzt werden könnte.
- Langfristig wird mit zunehmenden optischen Technologien eine Verschiebung dieses Bildes stattfinden, was durch die Pfeile (t) und die schwach dargestellten Kreise angedeutet ist. Ein Stecker mit 2 Modulen (Optik+Power) würde dann langfristig dominieren.
  Bereits heute gibt es konkrete Vorschläge dafür, nämlich dass beispielsweise im Automobil eine metallisch ummantelte POF ausreicht, um alle Komponenten mit Spannung und Daten zu versorgen.

Innovationsoptionen / Marktgesetze

> Modularität (5)



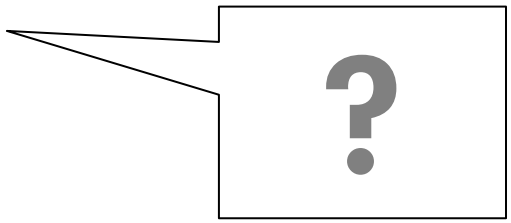
Quelle: Innovationsmanagement, R. Knoll

Marktsituation Zusammenfassung
> *Chancen vorhanden, aktuelle Situation bescheiden*

- **Marktdaten / Umfrageergebnisse sprechen derzeit eher gegen Hybridstecker - wenngleich eine Zunahme an LWL-Systemen zu verzeichnen ist und der Markt sich möglicherweise an einer Schwelle befindet:**
  - **Umfrageergebnisse bestätigen die „grundlegende Erkenntnis", dass z.B. die Hersteller von Maschinen elektrische Datenübertragungs-Lösungen bevorzugen, solange diese gut funktionieren und kostengünstiger sind.**
  - **Die vielen Ausnahmen (EMV, etc.) und die neuen Märkte (Neubau-Hausverkabelung, etc.), die für den Einsatz von LWL sprechen, lassen aber nicht „einen speziellen Stecker" erwarten, sondern verschiedene und möglicherweise modulare Stecker.**
    Dieses wird voraussichtlich auch unter verstärkten Normierungsbestrebungen der Fall sein, da Systemhersteller mit ihren eigenen Systemen (Bussen) und ihren eigenen Steckern sich Marktanteile sichern wollen. Innovationsoptionen sind zeit- und marktabhängig vorhanden.
  - **Umfragen konnten bestätigen, dass die Verkaufszahlen bei bestimmten POF-Steckern im Moment noch nicht sehr hoch sind, wenngleich der Bedarf an POF und LWL generell zunehmend ist: Führende Lieferanten von Automatisierungstechnik haben vergleichsweise wenig von ihren POF/LWL-Steckern und -Systemen verkauft.**
  - **In bestimmten Industriebereichen (SERCOS, ECOFAST, LIGHTBUS, Sensorik, galvanische Trennung, EMV, etc.) werden Zuwächse erwartet, jedoch mit jeweils sehr eigenen Steckern und Komponenten. Modulare Stecker mit 2-3 Einsätzen (für jeweils ein Medium) könnten für dezentrale Systeme interessant werden. Der „große Marktdurchbruch" wäre nur mittels noch viel stärkerer Standardisierung und wesentlich kosten-günstigeren O/E-Komponenten möglich.**

Fragen / Diskussion / Danksagung

- **Fragen zum Vortrag ?**
- **Diskussion**



Danke für Ihre Aufmerksamkeit !

- Quelle: „Bedeutung von Innovationsmanagement für Hersteller von optischen und elektrischen Steckverbindern“, Autor: R. Knoll

Ingenieurbüro Knoll, Engineering & Consulting
Ralf Knoll
Dipl.-Phys. Ing., M.Sc. Optoelectronic and Laser Devices
Tel: +49 (0) 8167 / 69 61 20
Web: www.knoll-engineering.de