

Creating Connectors

## Modulare Steckverbinder für die Automation

Mit modularen Steckverbindern lassen sich individuelle Schnittstellen flexibel nach den Anforderungen der jeweiligen Applikationen realisieren.

Seite 14

### Cool mit Drei-Level-Frequenzumrichter

Die Motorerwärmung lässt sich mit der Drei-Level-Technologie des Umrichters SD2M reduzieren. **Seite 30**

### Debuggen von RTOS-Systemen

Worauf bei der Fehlersuche in Echtzeitbetriebssystemen mithilfe eines Debuggers zu achten ist. **Seite 38**

### Die Zertifizierung vereinfachen

Mit Simulationsmodellen erübrigen sich bei der Zertifizierung langwierige Messreihen. **Seite 54**

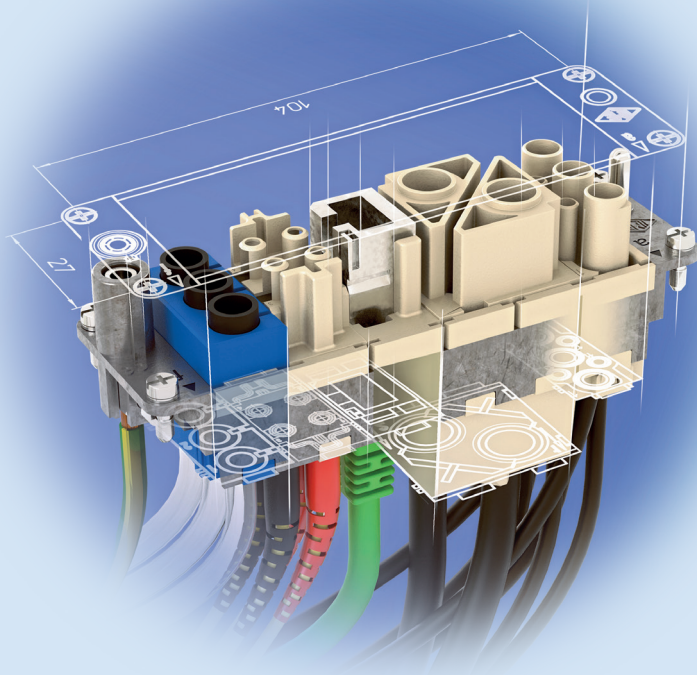
Über  
9,6 Millionen  
Produkte online  
**DIGIKEY.DE**



## VERBINDUNGSTECHNIK

### Was bietet der modulare Steckverbinder für die Automation?

So vielfältig die Anforderungen und die Lösungen in der Automation sind, so unterschiedlich sind auch die elektrischen Komponenten, die benötigt werden. Die Erwartungen an die Anlage lassen sich mit Standardkomponenten oft nicht abdecken. Die Flexibilität, die von Unternehmen der Automatisierung gefordert wird, wird daher auch von den Bauteilen verlangt. Modular aufgebaute Steckverbinder bieten die Flexibilität für jede Schnittstelle, einen individuellen und nahezu einmaligen Stecker zu konfigurieren und zu verbauen.



## 14

## ELEKTRONIKSPIEGEL

- 6 **Zahlen, Daten, Fakten**
- 8 **Aktuelles**

## SCHWERPUNKTE

Verbindungstechnik

### TITELTHEMA

- 14 **Modulare Steckverbinder für die Automation**  
Mit modularen Steckverbindern lassen sich individuelle Schnittstellen flexibel realisieren.
  - 18 **Die Evolution des schweren Steckverbinders**  
Innovationen machen Industriesteckverbinder zum Vorreiter für die smarte Produktion.
  - 22 **USB-2.0-Signale übertragen**  
Wie sich die EMV bei der einfachen Signalweiterleitung von einem USB- auf ein Flachbandkabel sicherstellen lässt.
- Gehäuse
- 26 **Raspberry Pi – Auswahlkriterien für das Gehäuse**  
Was bei der Auswahl eines Gehäuses für den Raspberry Pi in industriellen Anwendungen zu beachten ist.
  - 29 **Sicherheit bei Schaltschränken und Leergehäusen**  
Die IP- und IK-geprüften Schaltschränke und Leergehäuse der Serie Geos werden von den Institutionen UL und VDE jährlich im Rahmen des Client Test Data Program auditiert.

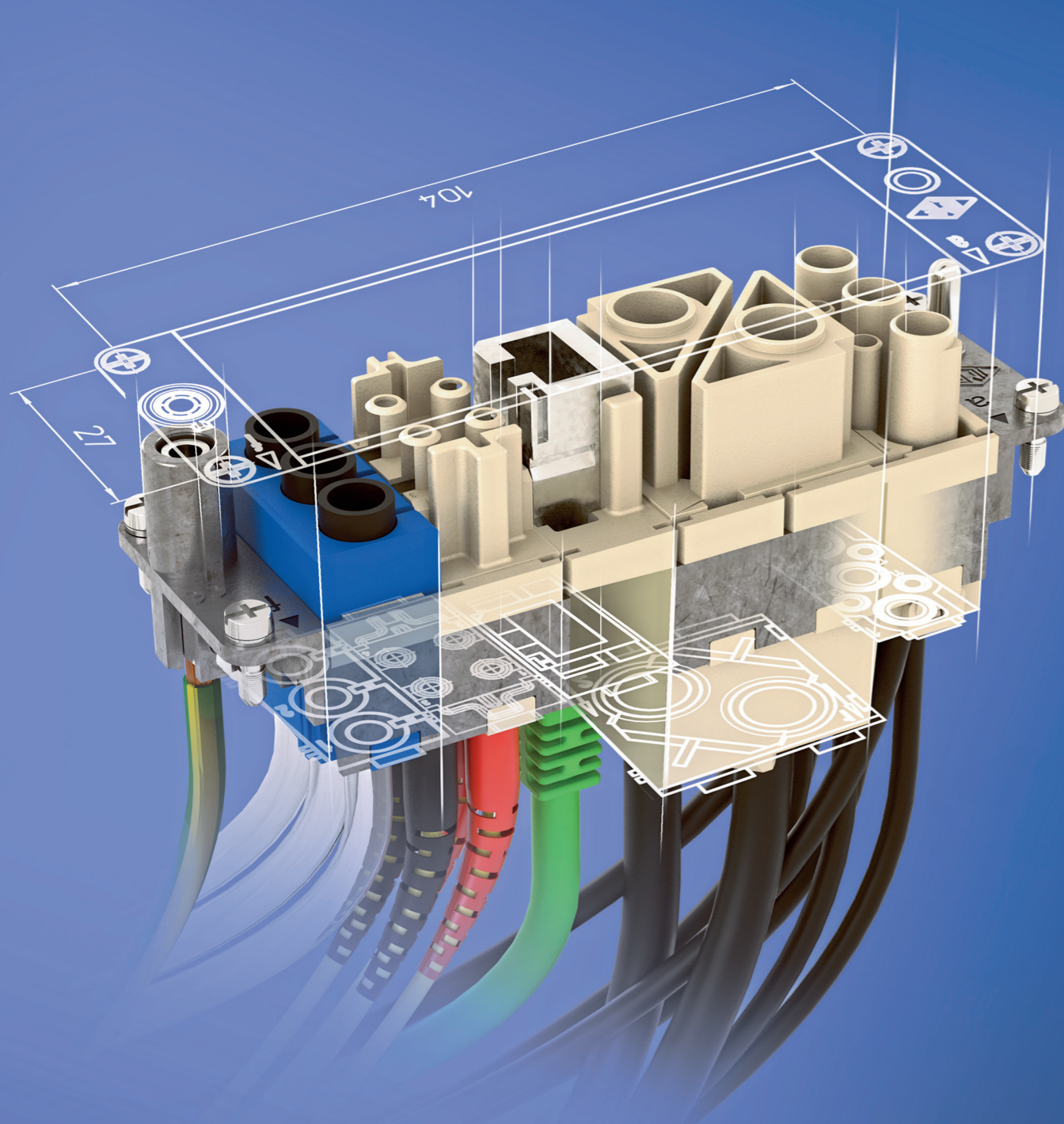
Industrieelektronik

- 30 **Weniger Verluste mit Drei-Level-Frequenzumrichtern**  
Die Drei-Level-Technologie sorgt für weniger Verluste und vermeidet eine zu starke Rotor-Erwärmung.
  - 32 **Die erste Streak-Kamera mit Halbleitersensor**  
Eine industriell nutzbare Streak-Kamera wurde bisweilen in Wissenschaft & Forschung verwandt.
- Embedded Software Engineering
- 36 **SPARK und MISRA-C: Vorteile von Sprach-Subsets**  
Coding-Standards wie MISRA C sollen für die Entwicklung von sicherer Software sorgen.
  - 38 **Debuggen von RTOS-basierenden Systemen**  
Worauf bei der Fehlersuche mittels Debugger in einem RTOS-System zu achten ist.

- 42 **Firmware-Feedback dank Software-Tracing und Cloud**  
Software-Tracing ist ein wichtiges Werkzeug in der Toolbox eines jeden Embedded-Systems-Entwicklers, insbesondere in Kombination mit einer hochentwickelten Visualisierung.

Messtechnik

- 46 **5G-NR-Basisstationen und der Performance-Test**  
Die Breitbandversion des Vektorsignalgenerators R&S SMW200A fadet zusammen mit einer Hardware-Option jetzt auch breitbandige Signale im Millimeterwellenband.
- 48 **Der Test von Steckverbindern im Automobilbau**  
Mit der passenden Prüftechnik lassen sich Steckverbinder zur Datenübertragung im Fahrzeug überprüfen.



### TITELSTORY

So vielfältig die Anforderungen und die Lösungen im Bereich der Automation heute sind, so unterschiedlich sind auch die elektrischen Bauteile und Komponenten, die in diesem Bereich benötigt werden. Von Kunde zu Kunde, von Projekt zu Projekt wechselnde Bedürfnisse an die automatisierte Anlage lassen sich mit standardisierten Kompo-

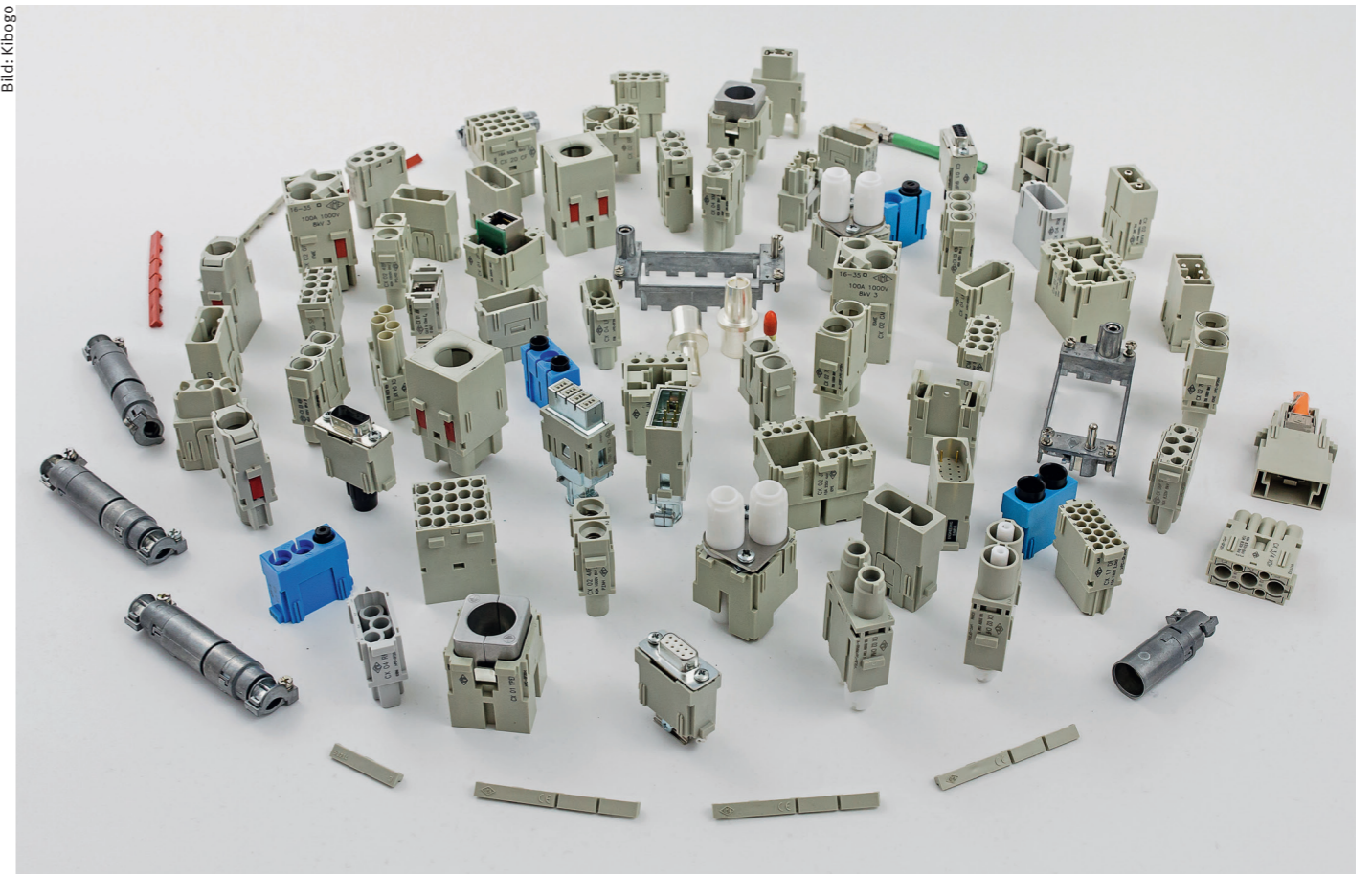
nenten oft nicht vollends abdecken. Die Flexibilität, die von Unternehmen der Automatisierung gefordert wird, wird daher auch von den einzelnen Bauteilen verlangt. Modular aufgebaute Steckverbinder bieten die Flexibilität für jede Schnittstelle, einen individuellen und nahezu einmaligen Stecker zu konfigurieren und zu verbauen.

# Was bietet der modulare Steckverbinder für die Automation?

*Kombiniert man Leistung, Signale und Daten in einem Steckverbinder, fehlen oft der Platz, alles zu verbauen, oder die benötigte Polanzahl für den Anschluss. Die Alternative MIXO bietet alle diese Optionen.*

PATRICK RIECKHOFF \*

Bild: Kiborgo



**Bild 1:** Über 80 verschiedene MIXO-Module für Leistung, Signale, Daten, LWL, Video und Pneumatik bieten viel Flexibilität bei der Gestaltung der Schnittstelle.

**M**IXO, der modulare Steckverbinder für die Automation von Ilme, gleicht einem einfachen Baukastensystem. Je nach Anzahl der MIXO-Module bzw. der Größe des Steckverbindergehäuses stehen

fünf verschiedene Halterahmen zur Verfügung, von einem Rahmen für eine Moduleinheit (ME) bis zu einem Rahmen für sechs Moduleinheiten.

Nun zum interessanten Teil: für die Schnittstellen, die in dem Steckverbinder abgebildet werden sollen, stehen über 80 verschiedene MIXO-Module zur Auswahl (Buchsen- und Stiftmodule als ein Modul gesehen). Darunter befinden sich nicht nur solche für die Übertragung elektrischer Leis-

tung und Signale, sondern auch Module für die Datenübertragung, Lichtwellenleiter sowie Module zur Übertragung von Videosignalen und Druckluft. Rechnerisch ergeben sich somit 80<sup>6</sup> mögliche Konfigurationen. Alle können wir Ihnen in diesem Artikel natürlich nicht vorstellen – und auch die gesamte Bandbreite an Modulen würde den Rahmen sprengen – jedoch sind gerade für die Anforderungen der Automation einige MIXO-Module besonders interessant.



\* Patrick Rieckhoff  
... ist Technischer Leiter bei Ilme in Wiehl.



Bild: Ilme

**Bild 2:** Das Steckgesicht des MIXO-Gigabit-Moduls CX 08 I6. Die spezielle Kontur des Moduls trennt die vier STP-Leiterpaare auch im Steckverbinder voneinander.

Eine der wichtigsten Aufgaben von Schnittstellen in der Automatisierung ist die zuverlässige Übertragung verschiedener Datenstandards. Weitläufige Industrial-IoT-Netzwerke mit hohen Linkstrecken zwischen den Teilnehmern können mit dem Megabit-Modul CX 08 D5 stabil und zuverlässig aufgebaut werden. Mit dem MIXO-Modul lassen sich vier STP- (Shielded Twisted-Pair), aber auch UTP-Leiterpaare (Unshielded Twisted-Pair) nach Cat.-5e Class D verbinden.

### Gigabit Ethernet bis 100 Meter mit MIXO Megabit

Eine Gigabit Ethernet Übertragung nach 1000BASE-T und eine Linklänge bis zu 100 m kann so in dem IIoT-Netzwerk erreicht werden. Ein kompaktes Maschinendesign, kleinere und leichtere Steckverbindergehäuse und somit ein platzsparendes und wirtschaftliches Gesamtkonzept lässt sich mit dem RJ45-Modul CX 01 J8...I mit IDC-Schneidklemmanschluss realisieren. Durch den direkten Anschluss der Ethernet-Leitung an den RJ45-Einsatz wird die Einbautiefe drastisch reduziert, wodurch Gehäuse kleiner ausfallen können.

Die Module sind geeignet für den physischen Aufbau modernster Industrial-Ethernet-Netzwerke mit Datenraten bis zu 10 GBit/s nach IEEE 802.3an 10GBASE-T durch Cat.-6A Class EA und verschiedenen Kodierungen (TIA 568A, TIA 568B und PRO-FINET). Benötigt das Industrie-4.0-taugliche

Datenetzwerk noch höhere Übertragungsgeschwindigkeiten und hohe Linkstrecken, eventuell in Kombination mit PoE, PoE+ oder PoDL, bietet hier das Gigabit Modul CX 08 I6 eine entsprechende Hochleistungsschnittstelle.

Vier konstruktiv voneinander getrennte STP-Leiterpaare lassen sich, durch die spezielle Kontur des MIXO-Moduls konsequent geschützt, durch eine 360° Abschirmung steckbar verbinden. Hierdurch sind höchste Gigabit-Datenraten nach 10GBASE-T mit Cat.-6A und einer Linklänge bis zu 100 m möglich. Müssen Signale von Sensoren oder Befehle für Aktoren aus einem Teil der Anlage zu einem anderen Teil befördert werden oder müssen diese zu den entsprechenden Steuerungen gelangen, benötigt die modulare Schnittstelle auch MIXO-Module mit einer hohen Bandbreite von Kontakten.

### Hohe Bandbreite an Kontakten für Sensoren und Aktoren

Die Anzahl von 432 Polen in einem „Schweren Steckverbinder“ für industrielle Anwendungen klingt ambitioniert, ist aber theoretisch möglich. Mit dem MIXO-Modul CX 36 I für 36 Signalkontakte auf einer Moduleinheit lassen sich in einem doppelreihigen Steckverbindergehäuse mit insgesamt 12 Modulplätzen 432 Pole mit Kenndaten Bemessungsspannung, Bemessungsstrom und Stoßspannungsfestigkeit von 4 A / 32 V / 0,8 kV bei Verschmutzungsgrad 3 konfigurieren.

Praktikabel ist diese Kontaktdichte aufgrund der hohen Leitungsdurchmesser sowie Steck- und Ziehkräfte nicht mehr, jedoch bietet dieses MIXO-Modul mit seinen 36 Kontakten auf der Moduleinheit die höchste Bandbreite von Kontakten für Sensoren und Aktoren.

Benötigen leistungsstarke Aktoren höhere Ströme oder Spannungen, bietet das MIXO-Modul CX 42 D eine ebenfalls hohe Kontaktdichte von leistungsstarken 10-A-Crimpkontakten der Serie CD mit den Kenndaten 10 A / 150 V / 2,5 kV 3. Heruntergerechnet auf eine Moduleinheit beträgt die Bandbreite statt 36 Pole nur 21 Pole, dafür steht jedoch eine fast 12 Mal so hohe einzelkontaktbezogene Leistungsfähigkeit zur Verfügung.

Handelt es sich um eine stöempfindliche Verbindung oder einen sensiblen Sicherheits Schaltkreis, der separat abgeschirmt werden muss, kann die Schirmung durch das MIXO-Modul CX 20S I getrennt vom restlichen Steckverbinder erfolgen. Empfindlichste Signalleitungen werden in diesem 20-poligem Modul 360° abgeschirmt mit Kenndaten von 4 A / 32 V / 0,8 kV 3 störstrahlungssicher übertragen.

### Elektrische Leistung ohne Aufwand konfektionieren

Keine Maschine kommt ohne eine Energieversorgung aus, daher gilt es, auch diese Versorgung von elektrischer Leistung mit in den modularen MIXO-Steckverbinder zu integrieren. Eine typische Netzspannung als Energieversorgung der Anlage oder Maschine kann ohne großen Konfektionierungsaufwand im modularen Steckverbinder abgebildet werden. Mit den Kenndaten von 16 A / 400 V / 6 kV 3 bzw. 500 V im Verschmutzungsgrad 2 (industrielles Umfeld geschützt durch Gehäuse höher IP54)

*„Das einfache und schnelle Verriegelungssystem und die zusätzlichen Komponenten ermöglichen eine schnelle Montage und bieten so eine einfach zu handhabende Lösung.“*

Patrick Rieckhoff, Ilme

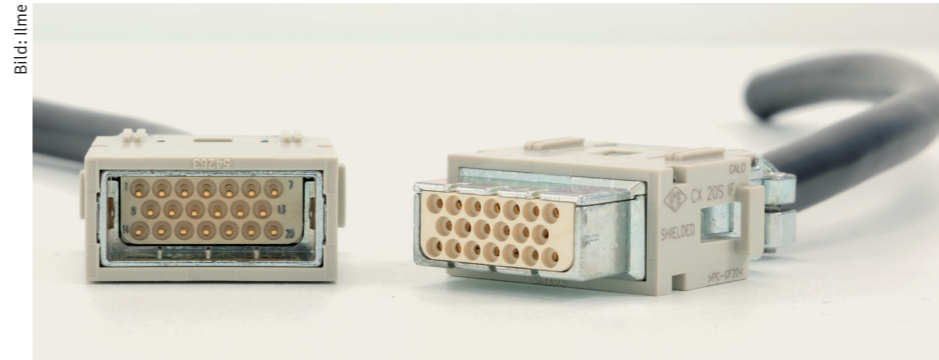


Bild: Ilme

**Bild 3:** Beim MIXO-Modul CX 20S I werden 20 empfindliche Signale separat geschirmt im Modul übertragen.



Bild: Ilme

**Bild 4:** Beim MIXO-HDMI-Modul CX 01 MI werden Videosignale mit 4K Ultra HD im HDMI-Standard übertragen.

und dem werkzeuglosen Schnellanschluss SQUICH lässt sich das 5-polige MIXO-Modul CX 05 SH in Sekundenschnelle konfektionieren und dank Käfigzugfedertechnik vibrationsbeständig in den bestehenden MIXO-Steckverbinder integrieren.

Vielseitige Prüfeinrichtungen einer automatisierten Anlage mit hohen Prüfspannungen und Prüfströmen können mit Hilfe des High-Tension-Moduls CX 02 4H betriebsicher konstruiert und betrieben werden. Dank der Bemessungsspannung von 2900 / 5000 V, des Bemessungsstroms von 40 A und der Stoßspannungsfestigkeit von 15 kV im Verschmutzungsgrad 3 können individuelle Schnittstellen für die jeweiligen Prüflinge mit diesem 2-poligen Modul des modularen Baukastensystems aufgebaut werden.

Auch spezielle Schnittstellen, beispielsweise für Videosignale, lassen sich mit einem modularen Steckverbinder abbilden. Industrial Control Panels, Anzeigen und Bildschirme sowie andere Mensch-Maschine-Schnittstellen lassen sich im Handumdrehen mit der aus dem Personal Computer Bereich bekannten und bewährten HDMI-Schnittstelle verbinden. Das HDMI Modul CX 01 MI ermöglicht dies, indem das dazugehörige Patchkabel für HDMI 1.4 und 2.0 einfach in das

Modul eingelegt wird. So lassen sich nicht nur Videosignale mit 4K Ultra HD (60 Hz) sondern auch Signale für 18 GBit/s Ethernet und ARC direkt mit übertragen. In Kombination mit weiteren MIXO-Modulen lässt sich ein „All in One“-Steckverbinder für smarte industrielle Geräte aufbauen.

Kommt es nach der Konfiguration des modularen MIXO-Steckverbinders nun zur Montage, zeichnet sich das System durch eine leichte Handhabung aus. Die einzelnen Module werden wie Bausteine aneinander gereiht zusammengeschoben (Schwalbenschwanz-Profile an den Seiten der MIXO-Module) und man erhält einen fixierten Monoblock. Anschließend wird dieser einfach in den entsprechenden Halterahmen eingesetzt und mit den beiliegenden Clips arretiert.

Der so zusammengebaute MIXO-Kontakt-einsatz lässt sich dann entsprechend konfektionieren und in das Steckverbindergehäuse einbauen. Muss später einmal eine Schnittstelle modifiziert werden, kann der MIXO-Modulblock für dieses Retrofit einfach wieder ausgebaut, gelöst und angepasst werden.

// KR

Ilme