

SIGNALANALYSE SMARTER KABEL auf dem Prüfstand



In sicherheitskritischen Bereichen, wie Polizei, Rettungsdienst, Luftfahrt, Baugewerbe oder Verteidigung, ist eine verlässliche Kommunikation entscheidend für das **sichere** und **koordinierte Arbeiten**. Ob bei der Absicherung eines Einsatzortes, der Kommunikation auf dem Rollfeld oder dem sicheren Betrieb schwerer Maschinen – funktionierende, störungsfreie Audiosignale sind unverzichtbar. Jede Störung kann gravierende Folgen bis hin zu Personenschäden haben, weshalb die einwandfreie Funktionalität essentiell ist.

In diesen Anwendungsbereichen kommen zunehmend intelligente Kabel zum Einsatz, die neben der reinen **Signalübertragung** auch Steuerfunktionen, Embedded-Komponenten oder programmierbare Elektronik enthalten. Diese Kabel sind komplexer aufgebaut und besitzen oft spezielle Steckverbinder mit erhöhter Dichtigkeit oder Schirmung, weshalb eine konventionelle Verbindungs- oder Funktionsprüfung nicht ausreicht.

AUSGANGSLAGE

Der Kunde fertigt ein breites Spektrum an Kommunikationsgeräten – von einfachen Punkt-zu-Punkt-Verbindungen bis hin zu komplexen „USB-C auf Audio-Adaptern“ mit integrierter Elektronik und Spezialsteckern. Wiederholt kam es zu **Reklamationen**, bei denen sich nach aufwändiger Analyse herausstellte, dass nicht die Elektronik, sondern das eigentliche Kabel fehlerhaft war.

Eine zerstörungsfreie Diagnose war bisher nicht möglich, insbesondere bei Leitungen mit hohen Frequenzen und integrierten Bauteilen. Zudem existierten auf dem Markt keine Prüfmittel und Tools, die eine Kombination aus Audioanalyse, Verbindungstest sowie Buskommunikation innerhalb einem **Testsystem** realisieren konnten.

ZIELSETZUNG UND HERAUSFORDERUNG

Viele bestehende Testsysteme sind auf reine Durchgangsprüfungen oder Signalqualitätsmessungen ausgelegt. Doch mit dem Einzug von aktiver Elektronik in Kabeln steigen die Anforderungen deutlich: Neben klassischen Tests müssen auch **logikbasierte Komponenten**, digitale Schnittstellen und Hochfrequenz (HF)-sensible Verbindungen geprüft werden.

Insbesondere bei Kommunikationskabeln mit USB- oder Ethernet-Schnittstellen stellen Taktfrequenzen, Codierungen und Timing zusätzliche Herausforderungen dar.

Hinzu kommt, dass die Konnektoren häufig hochdicht ausgeführt sind und sich aufgrund von Verguss und Dichtungssystemen zwar durch hohe Schutzklassen auszeichnen, gleichzeitig aber den Zugriff auf die interne Signalführung erheblich erschweren und dadurch keine **zerstörungsfreie Diagnose** zulassen.

ANFORDERUNGEN

Um die genannten Herausforderungen in der Kabelprüfung systematisch zu adressieren, wurden klare Anforderungen an ein entsprechendes Prüfsystem definiert. Zentrale Voraussetzung ist die Eignung zur Verifikation komplexer Kommunikationskabel, die unterschiedliche Schnittstellen wie USB, LAN und Audio integrieren. Das System muss dabei nicht nur einfache Verbindungstests abbilden, sondern auch **funktionale Prüfungen** aktiver Komponenten unterstützen, um eine realitätsnahe Bewertung der Einsatzfähigkeit zu ermöglichen.



Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Fähigkeit, **digitale Signale** und Buskommunikation zuverlässig zu prüfen. Dies erfordert eine standardisierte, zugleich aber modulare und erweiterbare Testarchitektur, die flexibel auf unterschiedliche Steckertypen angepasst werden kann. Ergänzend wird eine Zählfunktion gefordert, mit der sich mechanische Abnutzungserscheinungen an den Kontaktstellen erfassen und nachvollziehen lassen.

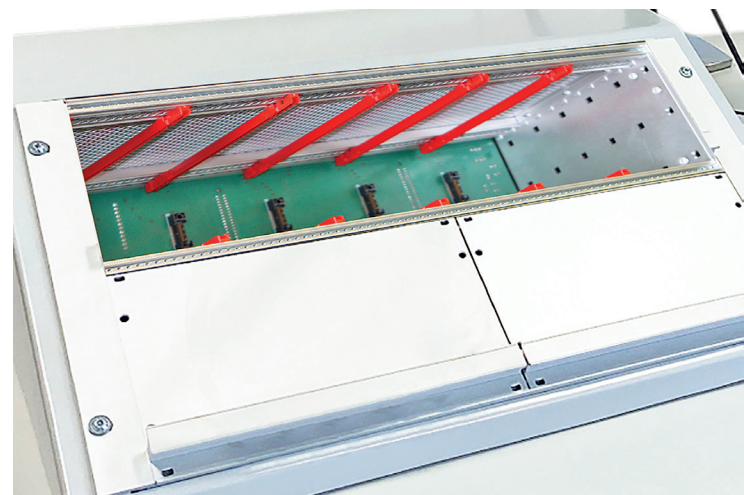
Um eine zukunftssichere Lösung zu gewährleisten, musste das Testsystem sowohl beim Kunden als auch bei dessen Lieferanten einsetzbar sein. Um eine **langfristige und wirtschaftliche Nutzung** sicherzustellen, ist es wichtig, dass der Kunde die Möglichkeit hat, das System eigenständig in Hard- und Software zu erweitern und an spezifische Prüfanforderungen anzupassen.

LÖSUNGSKONZEPT

MCD entwickelte ein modulares Testsystem basierend auf der selbst entwickelten universellen Plattform des **VTS 2030 Racks**, in das die relevanten 19" Messkomponenten integriert sind. Der zentrale Bestandteil ist ein Kassettenkonzept, bei dem jede Kassette unterschiedlichen Steckverbindungen abdeckt – z.B. USB-C, LAN, Audio, digitale IOs. Jede Kassette verfügt über eine eigene Elektronik zur Signalerzeugung, Messung und Kommunikation mit dem Prüfling, sowie eine eigene Logik und interne Zählmechanismen zur Steckzyklenüberwachung.

Die zentralen Messmittel im System, darunter Multimeter, AudioAnalyzer, Oszilloskop und Kommunikationseinheiten, werden mit diesen Kassetten durch eine universelle Backplane mit High-Frequency-Fähigkeit verbunden. Diese kombiniert mechanische Robustheit mit modularer Erweiterbarkeit und gewährleistet zugleich die verlustarme Übertragung hochfrequenter Signale, sodass in einer einzigen Infrastruktur sowohl unterschiedliche Schnittstellenstandards als auch **zukünftige High-Speed-Anwendungen** zuverlässig unterstützt werden können.

Erweiterbare EEPROM-Programmierung, Audioanalyse und Oszilloskop-Messung der Signalqualität gehören ebenso zum Funktionsumfang des Systems, wie Live-Diagnosen aktiver Komponenten mittels integrierter Embedded-Systeme.



ERFÜLLUNG DER ANFORDERUNGEN

Alle Kundenanforderungen konnten mit dem **modularen Systemkonzept** vollständig erfüllt werden. Die Kombination aus universeller Infrastruktur (Netzteile, Bussystem, Backplane), spezifischen Kassettenschnittstellen und intelligenter Software bietet sowohl Standardisierung als auch Anpassungsfähigkeit.



Durch die Überwachung der Steckzyklen jeder Kassette mit dem integrierten Zählsystem werden Wartungsintervalle planbar und Produktions- sowie Testprozesse können optimiert werden. Kunden können eigenständig neue Kassetten hinzufügen und deren Funktionen über die Softwareplattform **"MCD TestMATE"** konfigurieren.



KUNDENVORTEILE

Mit dem modularen Kommunikationskabeltester bietet MCD eine **hochgradig anpassbare** und präzise **Lösung** zur Qualitätssicherung von intelligenten Kabeln in mehreren Stufen. Für maximale Modularität wurde ein VTS 2030-Rack verwendet. Dieses flexible System kann auf beiden Seiten 19-Zoll-Baugruppen aufnehmen. Durch die einfache Anpassung an gängige Testadapter ist auch die Nachhaltigkeit der Systeme gewährleistet. Darin wurden verlässliche und zukunftsfähige Messmittel wie AudioAnalyzer, Multimeter und Oszilloskope integriert und über eine selbstentwickelte, zentrale Backplane verbunden.

Durch die **Kassettentechnologie** können neue Steckervarianten unkompliziert integriert werden, sodass selbst komplexe Schnittstellenstandards effizient abgebildet und künftige Kundenanforderungen ohne zusätzlichen Systemumbau realisiert werden können. Dabei wurde besonders auf HF-taugliche Übergaben, hohe Bandbreite und Signalintegrität sowie die Möglichkeit zur synchronen Datenerfassung geachtet.

Die gesamte Prüfablaufsteuerung erfolgt über **"MCD TestMATE"**, was die angeschlossenen Messgeräte mit hardware-spezifischer Steuerungssoftware, den sogenannten MCD Toolmonitoren, adressiert. Funktionen wie FFT, Frequenz- und Pegelmessung, I²C-Kommunikation oder USB/LAN-Analyse lassen sich in den Prüfschritten flexibel kombinieren. Der Kunde profitiert somit von einer modernen und einheitlichen Prüflösung, die an mehreren Produktionsstandorten oder sogar bei entsprechenden Lieferanten genutzt werden kann.

