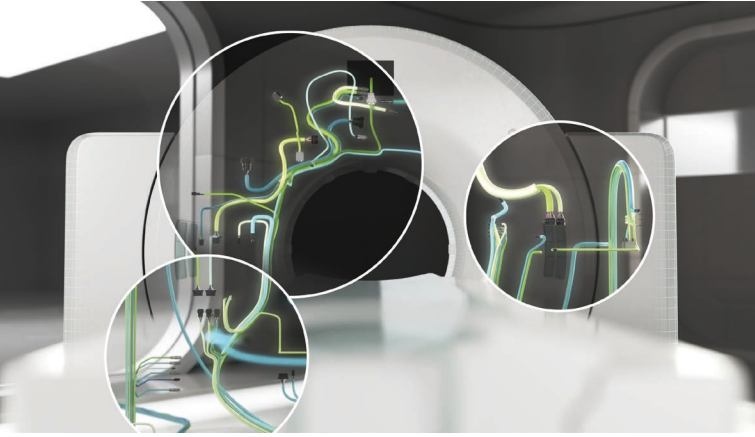


Enge Räume, starke Verbindungen:

Komplexe Kabellösungen für moderne Medizintechnik



Strategien zu effizientem Kabelmanagement und robuste Designs als Schlüssel für maximale Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit dicht integrierter medizinischer Geräte.

Die Entwicklung medizintechnischer Geräte ist neben dem Streben nach immer präziseren Echtzeit-Bildern aktuell oft geprägt von wachsenden Anforderungen an Automatisierung und Mobilität, erweiterte Funktionalität mittels künstlicher Intelligenz (KI) und immersiver Technologien wie VR/AR und der Integration einer wachsenden Anzahl von Sensoren. Eine zunehmende Miniaturisierung der Geräte geht dabei einher mit gleichzeitig explodierenden Anforderungen an die interne Konnektivität. Während drahtlose Technologien in bestimmten Anwendungsbereichen an Bedeutung gewinnen, bleibt die Zuverlässigkeit und Sicherheit kabelgebundener Datenübertragung, insbesondere in bildgebenden und lebenserhaltenden Systemen, unerlässlich.

- Wie können intelligente Kabeldesigns und kundenspezifische Verbindungslösungen eingesetzt werden, um die Raumeffizienz in kompakten medizinischen Geräten zu optimieren, ohne Kompromisse bei Leistung und Sicherheit einzugehen?
- Welche innovativen Ansätze gibt es in der Verbindungstechnik, um die Herausforderungen wachsender Komplexität und Packungsdichte in modernen Medizinern zu unterstützen?

Signifikante Zunahme interner Kabelverbindungen

Die Miniaturisierung medizinischer Geräte, insbesondere in der fortschrittlichen Bildgebung, kollidiert zunehmend mit der Notwendigkeit einer dichteren internen Vernetzung. Mehr Mobilität, höhere Rechenleistung, mehr Sensorik und komplexe Datenflüsse erfordern eine signifikante Zunahme interner Kabelverbindungen. Hersteller stehen vor der Herausforderung, das wachsende Kabelvolumen in immer kompakteren Bauräumen unterzubringen, ohne die Beweglichkeit zu beeinträchtigen oder potenzielle Ausfallrisiken zu erhöhen. Oftmals wird die Verkabelung erst spät im Entwicklungsprozess berücksichtigt, was zu kostspieligen Anpassungen und Engpässen führen kann.

Um einem Platzmangel entgegenzuwirken, sind innovative Ansätze im Kabeldesign und -management gefragt:

Kundenspezifische Hybridkabel

Die Integration mehrerer Funktionen wie Datenübertragung (Glasfaser, Twisted Pair, Koaxial), Stromversorgung und sogar Schläuchen (z. B. für Kühlung) in einem einzigen, optimierten Kabel reduziert signifikant die Anzahl einzelner Kabel und somit das Gesamtvolumen. Die Materialien und die Konstruktion dieser Hybridkabel werden präzise auf die spezifischen Anforderungen hinsichtlich Flexibilität, Biegeradien und elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) abgestimmt. Die breite Palette an verfügbaren Materialien und Konstruktionsoptionen ermöglicht es, für jede spezifische Herausforderung eine maßgeschneiderte Lösung zu entwickeln.

Intelligentes Cable Routing und Management

Eine frühzeitige Planung der Kabelwege unter Berücksichtigung potenzieller Biegeradien, Reibungspunkte und Bewegungsabläufe ist entscheidend. Langjährige Erfahrung mit Kabellösungen und Simulationen originärer Bewegungsabläufe in der Designphase können helfen,



Wo müssen Kabel fixiert werden und wo nicht?

kritische Punkte zu identifizieren, effiziente Kabelwege zu definieren und Komponenten zu stärken. Dies beinhaltet die Optimierung der Kabellängen, die Vermeidung unnötiger Schlaufen und die Implementierung von Führungselementen, die Verwicklungen und mechanische Belastungen minimieren.

Spezielle Kabelkonstruktionen für dynamische Anwendungen:

Für Kabel, die in beweglichen Teilen von Geräten eingesetzt werden, sind spezielle Konstruktionen erforderlich. Dazu gehören feinadrig



Langlebige Geräteverkabelung braucht Fachwissen und Erfahrung: Welche Materialien und Kabelkonstruktionen passen für welche Bewegung?

Autor:
Birte Wendeln,
Marketing-Managerin Healthcare
Business Unit
BizLink
www.bizlinktech.com/de

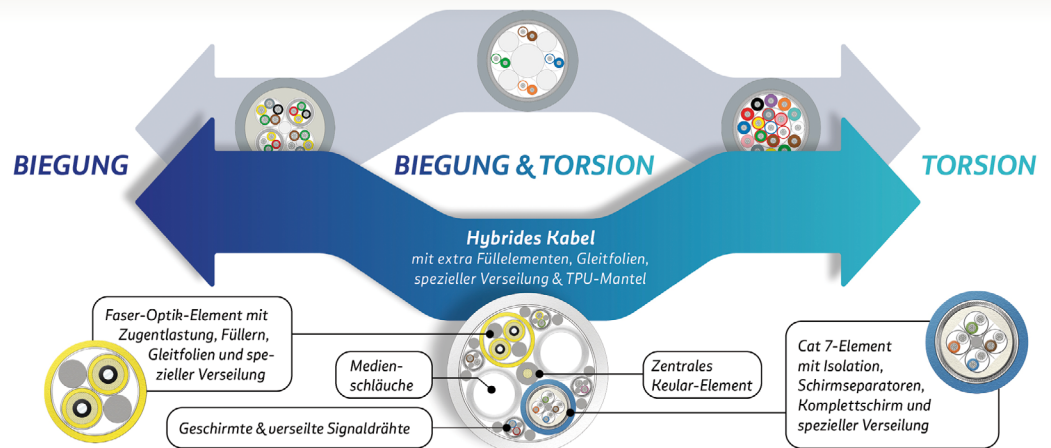
Leiter für hohe Flexibilität, Isolationen mit geringem Reibungskoeffizienten, flexible Schirmungstechnologien und Außenmäntel mit hoher Abriebfestigkeit. Das Verdrillen einzelner Adern und die Lagenverseilung bei Torsionsbewegungen tragen zur gleichmäßigen Verteilung von Zug- und Biegekräften bei.

Modulare Kabelsysteme und vorkonfektionierte Kabelsätze:

Bei Geräteserien mit hoher Variantenvielfalt können modulare Kabelsysteme und vorkonfektionierte Kabelsätze die Installation vereinfachen und Fehler reduzieren. „Ready-to-install“-Lösungen, die bei vielen bildgebenden Geräteserien eingesetzt werden, umfassen oft nicht nur die Kabel selbst, sondern auch integrierte Kabelmanagement-Lösungen wie Kabelspeichermodule, Klemmbefestigungen und Schutzvorrichtungen.

Die Rolle der Variantenvielfalt

Die in der Medizintechnik übliche hohe Variantenvielfalt („low quantity - high complexity“) stellt zusätzliche Herausforderungen an die Verkabelung. Oft sind für jede Gerätevariante oder sogar für spezifische Kundenkonfigurationen hochspezialisierte Kabellösungen erforderlich. Dies erfordert ein detailliertes Konfigurationsmanagement und eine zentrale Datenverwaltung, um den Überblick über die Vielzahl unterschiedlicher Kabelspezifikationen und die Lieferketten zu behalten. Systemlieferanten mit einem breiten



Ein spezielles Kabeldesign, das für bestimmte Bewegungen optimiert ist, hängt sowohl von der Wahl des Materials als auch vom Aufbau ab. Hybridkabel bieten in vielen Fällen das geeignetste Verhältnis für die typischen Anforderungen von bildgebenden Geräten.

Leistungsspektrum können hier wertvolle Unterstützung bieten.

Fallstudie: Hybride Verkabelung für ein mobiles C-Bogen-System

Die Entwicklung einer Kabellösung für ein vielseitig bewegliches mobiles C-Bogen-Bildgebungssystem mit KI-gestützter Bildkontrolle verdeutlicht die komplexen Anforderungen an die moderne Geräteverkabelung:

Das System erforderte die simultane Übertragung hochauflösender Echtzeitvideodaten über Glasfaser, die Versorgung verschiedener Komponenten mit Strom und Steuerungssignalen über Kupferleitungen sowie die Gewährleistung einer hohen mechanischen Belastbarkeit und Biokompatibilität in einem dynamischen klinischen Umfeld.

Die anfängliche Herausforderung bestand darin, die unterschiedlichen

Kabeltypen in einem begrenzten Bauraum unterzubringen und gleichzeitig die notwendige Flexibilität für die Gerätebewegung zu gewährleisten. Separate, verstärkte Kabelösungen führten zu Problemen hinsichtlich Steifigkeit und Platzbedarf. Die Lösung lag in der Entwicklung eines hybriden Kabeldesigns, das Glasfaser-, Signal- und Stromleiter in einem einzigen, elektromagnetisch abgeschirmten Kabelmantel integrierte.

Vorteile des Designs

Dieses Design bot mehrere entscheidende Vorteile:

- **Reduzierter Durchmesser und erhöhte Flexibilität:** Die Integration minimierte den Platzbedarf und verbesserte die Beweglichkeit des C-Bogens an kritischen Gelenkpunkten.
- **Hohe mechanische Belastbarkeit:** Ein mehrschichtiger Aufbau mit speziellen Verstärkungselementen gewährleistete die Beständigkeit gegenüber kontinuierlichen Biege- und Torsionszyklen.
- **Biokompatibilität und Hygiene:** Der äußere Kabelmantel aus hautverträglichem und desinfektionsmittelbeständigem TPU erfüllte die strengen medizinischen Sicherheitsstandards und minimierte das Kontaminationsrisiko.
- **Optimiertes Kabelmanagement:** Breakout-Abschnitte ermöglichten die gezielte Verlegung einzelner Leiter zu den jeweiligen Gerätekomponenten.

- **Wartungsfreundlichkeit:** Eine speziell entwickelte, modulare Kabelführung am drehbaren Flachdetektor erlaubte den Austausch von Kabelsegmenten ohne aufwendige Demontage des Gesamtsystems.

Darüber hinaus wurde bei der Materialauswahl auf RoHS-Konformität und Energieeffizienz geachtet, um die Nachhaltigkeitsziele des Kunden zu unterstützen. Eine speziell geformte Kabeldurchführung aus desinfizierbarem TPU gewährleistete eine hygienische und sichere Verbindung zum Gerätegehäuse.

Fazit und Ausblick

Die wachsende Komplexität und Packungsdichte in modernen medizinischen Geräten erfordert innovative und maßgeschneiderte Lösungen in der Verbindungstechnik. Die Reduzierung des Kabelvolumens durch Spezialkabel und Hybridkabel, intelligentes Kabelmanagement und robuste Designs sind entscheidende Faktoren für die Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit dieser Geräte. Die enge Zusammenarbeit zwischen Geräteherstellern und spezialisierten Anbietern von Verbindungstechnik in frühen Entwicklungsphasen ist unerlässlich, um die spezifischen Herausforderungen zu verstehen und zukunftssichere Lösungen zu entwickeln. Die kontinuierliche Weiterentwicklung von Materialien, Konstruktionstechniken und Integrationsstrategien in der Verbindungstechnik wird somit ein Schlüsselfaktor für den Fortschritt in der Medizintechnik bleiben. ◀



Für ihren Einsatz in medizintechnischen Geräten müssen faseroptische Verbindungen robuster gemacht werden, um den Bewegungen auf engem Raum langlebig standzuhalten.