



CONNECT AND PROTECT

Modernizing Rolling Stock

Nachrüstung und Ergänzung neuer Elektronik &
Maximierung von begrenztem Platz im Zug.


nVent

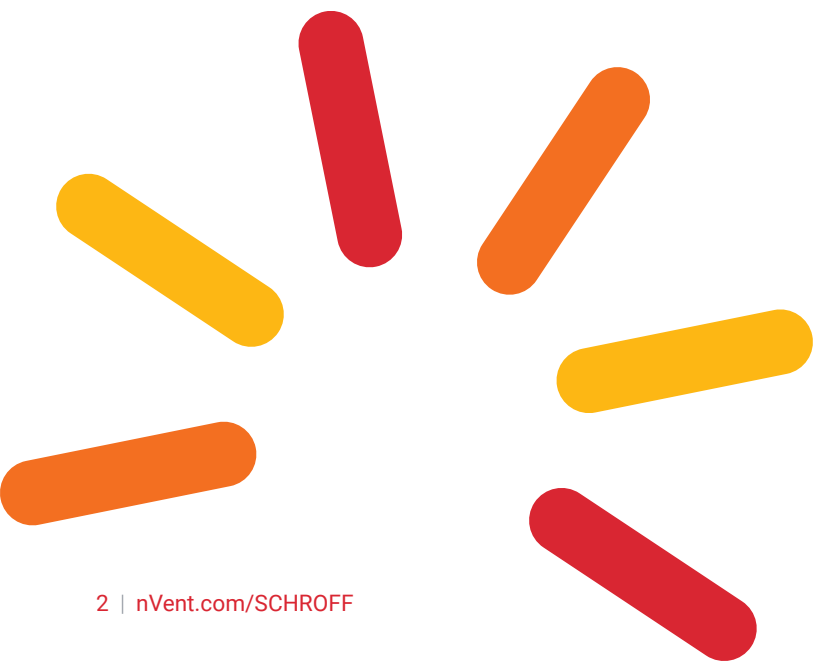
SCHROFF

Modernizing Rolling Stock

Nachrüstung und Ergänzung neuer Elektronik & Maximierung von begrenztem Platz im Zug.

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	3
2. BARRIEREFREIHEIT OHNE HINDERNISSE - ÜBERWINDUNG RÄUMLICHER GRENZEN	4
3. NUTZUNG VON BEGRENZTEM PLATZ AN BORD BEI GLEICHZEITIGER EINSPARUNG VON TRANSPORTKOSTEN.....	5
4. NEUE CBTC-TECHNOLOGIE IN EXISTIERENDER INFRASTRUKTUR.....	6
5. ZERTIFIZIERTER, SCHOCK- UND VIBRATIONSBESTÄNDIGER SCHUTZ FÜR DIE BORDELEKTRONIK	7
6. SCHNELLERE VERFÜGBARKEIT MIT HILFE VON ONLINE-TOOLS UND PRODUKTKONFIGURATOREN	8
7. OPTIMALER SCHUTZ VOR RAUEN UMGEBUNGSBEDINGUNGEN – AUCH UNTER DEM ZUG	9
8. FAZIT	10
ANGABEN ZUR AUTORIN	10
QUELLENANGABE	10



Modernizing Rolling Stock

Nachrüstung und Ergänzung neuer Elektronik & Maximierung von begrenztem Platz im Zug.

1. Einleitung

Makro-Trends wie Urbanisierung, IIoT oder Smart Connected Railways and Cities haben die Bahnindustrie in den letzten Jahren zu wichtigen Veränderungen und Upgrades angeregt und den zukünftigen Wechsel zu 4G-LTE bzw. 5G für die Kommunikation geplant. Die verstärkte politische Unterstützung für Energieeinsparungen und umweltfreundlichere Verkehrsmittel wie Hochgeschwindigkeitsbahnen hat die Staatsausgaben für Infrastrukturprojekte erhöht, die letztlich den CO₂-Fußabdruck verringern.

Die Nachfrage nach verbesserter Infrastruktur wird auch durch die fortschreitende Urbanisierung der sich schnell entwickelnden Regionen in Asien und Südamerika getrieben. Laut SCI Verkehr¹ soll das Stadtbahn-Netz bis 2025 um durchschnittlich 5% pro Jahr wachsen. Die Erhöhung des Fahrgastaufkommens bei gleichzeitiger Erzielung von Gewinnen hat die Betreiber auch dazu veranlasst, nach anderen Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz und Rentabilität zu suchen, was angesichts einer veralteten Infrastruktur schwierig sein kann. Letztendlich ermöglichen vernetzte Lösungen wichtige Effizienzsteigerungen, stellen aber auch neue, einzigartige Design-Herausforderungen dar. Das industrielle Internet der Dinge hat im globalen Schienenverkehr an Bedeutung gewonnen. Sogenannte „Smart Trains“, also intelligente Züge, profitieren von neuen miteinander vernetzten Systemen, die die Sicherheit, Planung und das Fahrerlebnis verbessern, die Effizienz optimieren und die Gesamtlebenszykluskosten der Infrastruktur verbessern. Dank der Interkonnektivität können Bahnbetreiber von reaktiven Instandhaltungsmaßnahmen zu proaktiven, vorausschauenden und präventiven

Instandhaltungsprogrammen übergehen. Dies ermöglicht Betreibern eine Vermeidung von ungeplanten Ausfallzeiten, eine optimale Bereitstellung von personellen Ressourcen, sowie eine effizientere Bevorratung von Ersatzteilen.

Die Bahnindustrie ist gut etabliert, und infolgedessen besteht eine Infrastruktur sowie die Notwendigkeit, vorhandene Fahrzeuge mit neuer Technologie aufzurüsten, um nicht nur eine vorausschauende Wartung zu ermöglichen und Sicherheit zu gewährleisten, sondern auch für 4G-LTE bzw. 5G-Kommunikation vorbereitet zu sein. Das wiederum verbessert das Kundenerlebnis und die Signalisierungsfunktionen. Die Modernisierung von altem Equipment in Schienenfahrzeugen ist mit besonderen Herausforderungen verbunden, wie z.B. die Installation von mehr Elektronik an Orten mit begrenztem Platz. Die Installation einer größeren Anzahl elektronischer Systeme ist ein Balanceakt, um den Raum zu maximieren und gleichzeitig fahrgast- und bedienerfreundliche Innenräume zu schaffen. Eine Ergänzung neuer elektronischer Systeme führt auch zu einer erhöhten elektromagnetischen Komplexität. Der EMV-Schutz wird immer wichtiger, um den sicheren Betrieb dieser Systeme zu gewährleisten.

In diesem E-Book werden Anwendungsbeispiele erläutert, bei denen Hersteller von Schienenfahrzeugen und Signaltechnik bahnzertifizierte, robuste und sichere Designs liefern und gleichzeitig die Herausforderungen meistern, die sich aus der Modernisierung von Altgeräten oder dem Hinzufügen neuer IIoT-verbundener Geräte ergeben. Hervorzuheben sind auch die Vorteile modularer Lösungen zum Schutz empfindlicher Elektronik und wie sie kompakte Elektroniklösungen für den Einsatz an Bord ermöglichen.



Modernizing Rolling Stock

Nachrüstung und Ergänzung neuer Elektronik & Maximierung von begrenztem Platz im Zug.

2. Barrierefreiheit ohne Hindernisse - Überwindung räumlicher Grenzen

Anwendung: Zugsteuergerät in der Lok

Für einen großen Anbieter von Schienenfahrzeugen war ein Elektronik-Upgrade für ein Zugsteuergerät im Führerhaus des Zuges erforderlich. Hierbei sollte die Elektronik für den Zugführer vollständig zugänglich sein. Die verfügbare Breite war den Konstrukteuren ebenfalls von großer Wichtigkeit, da ein Schrank oder Gestell mit Standardbreite in den Gang hineinragen und einen sicheren Weg für den Fahrer behindern würde.

Bei diesem Projekt war der Zugriff auf die Elektronik aus dem Führerstand ein wesentlicher Bestandteil des Designs. Das Designteam nutzte die nVent SCHROFF Varistar Schrankplattform, die eine platzsparende Lösung für die Bordelektronik bot. nVent SCHROFF bietet mit den Varistar Elektronikschränken ein vielseitiges und flexibles Angebot und wird daher häufig in Bahnanwendungen eingesetzt.

Das endgültige Design minimierte den Platzbedarf des Elektronikschrankes und ermöglichte gleichzeitig einen einfachen Zugang zu den Panels im Inneren. Der nVent SCHROFF Varistar wurde mit einem Schwenkrahmen versehen - die Elektronik befindet sich in der Tür, welche aufschwenkt um den Zugang zur Rückwand zu ermöglichen, die typischerweise Verkabelungen zu den Ein- und Ausgängen enthält und für Wartungsarbeiten erforderlich ist. Ohne den Schwenkrahmen müsste der Bediener die Elektronik, die sich an der Vorderseite des Racks befindet, entfernen, um auf die Elektronik an der Rückseite zuzugreifen, was einem hohen

Zeitaufwand entspricht und die Elektronik bei der Neuinstallation einem größeren Beschädigungsrisiko aussetzt. Eine Montage der Elektronik senkrecht zur Rückwand wäre unvorteilhaft, da sie den Gangweg behindern und so ein Sicherheitsrisiko darstellen würde. Mit dem flexiblen, modularen Aufbau des nVent SCHROFF Varistar war die Konfiguration eines Schwenkrahmens lediglich eine einfache Modifikation der Standardplattform und ist eine von vielen kundenspezifischen Montagelösungen. Darüber hinaus gibt die Nutzung einer modularen Schrankplattform den Konstrukteuren die Möglichkeit, spezifische Anforderungen mit Standard-Komponenten zu erfüllen, was kostengünstiger ist als eine vollständige Anpassung.

Wichtige Eigenschaften:

- IEC 61 587-1 und EN 50155 gegen Schock und Vibration
- EN 61000-5-5-7 und IEC 61587-3 für erweiterte EMV-Schirmung, bis zu 18 GHz
- IEC 60529 für Schutzart, bis zu IP55
- EN 45545-2 für halogenfreie, raucharme EMV-konforme EMV und IP55-Dichtungen
- CENELEC EN 50125-3 Zertifizierung für den streckenseitigen Einsatz (1-3 m vom Gleis entfernt)
- AREMA 11.5.1 Klasse C (entwickelt zur Erfüllung der US-Eisenbahnstandards für den streckenseitigen Einsatz in Bungalows)



Bild 1: nVent SCHROFF Varistar mit Schwenkrahmen

Modernizing Rolling Stock

Nachrüstung und Ergänzung neuer Elektronik & Maximierung von begrenztem Platz im Zug.

3. Nutzung von begrenztem Platz an Bord bei gleichzeitiger Einsparung von Transportkosten

Anwendung: Vehicle On-Board Computer (VOBC) für die Signaltechnik

Ein weiteres Beispiel für ein innovatives, platzsparendes Rack-Design von nVent SCHROFF ist das verschraubte Rahmengestell. Die Ziele des Designteams waren die Vereinfachung der Konstruktion sowie die Kostensenkung durch die Einführung eines Designs, das weltweit flach verpackt versendet, sowie einfach und effizient vor Ort montiert werden kann. Die Elektronik, die im verschraubten Rahmengestell untergebracht ist, kann für eine Reihe von kritischen Signalisierungsanwendungen verwendet werden, einschließlich für die Überwachung der Zugposition oder der Geschwindigkeit.

Das daraus resultierende Designkonzept ist einzigartig, da es nicht geschweißt, sondern verschraubt wird. Die verschraubte Ausführung bietet eine kompakte Lösung, die als Flatpack verschickt werden kann und hierdurch Transport- und Lagerkosten spart. Das Gestell kann vor Ort montiert werden, was die Installation im Zug auf engstem Raum erleichtert und beschleunigt. Die Möglichkeit, das Gestell an Bord des Zuges zu montieren, ist einfacher und sicherer, als ein voll beladenes Gestell durch enge Räume und um Ecken innerhalb des Zuges zu bewegen. Der verschraubte Rahmen wurde nach AREMA und CENELEC für Schock und Vibration konstruiert und geprüft und bietet eine robuste Lösung für die Unterbringung empfindlicher Elektronik. Ähnlich wie das im folgenden Kapitel erläuterte On-Board Rack basiert das verschraubte Gestell auf einer modularen Plattform, die es Ingenieuren ermöglicht, eine Lösung zu konfigurieren, die dazu beiträgt, den Gesamtflächenbedarf des Racks zu minimieren und einen einfachen Aufbau direkt vor Ort zu ermöglichen.

Wichtige Eigenschaften:

- AREMA 11.5.1 für Geräteklasse 1
- CENELEC EN 61373 (Kategorie 1, Klasse A-B)
- EN 15085 (CL2)
- EN 45545 (Produktklasse A1 nach EN 13501-1)
- Schock und Vibration: 5g in allen Achsen (als Teil der Zugstruktur)
- Schock und Vibration: 5g in einer Achse / 3g in allen anderen Achsen (wenn nicht vollständig in die Zugstruktur integriert)



Bild 2: Verschraubter On-Board Rack von nVent SCHROFF

Modernizing Rolling Stock

Nachrüstung und Ergänzung neuer Elektronik & Maximierung von begrenztem Platz im Zug.

4. Neue CBTC-Technologie in existierender Infrastruktur

Anwendung: Modernisierung der Signaltechnik

Mit der zunehmenden Kompaktheit von Elektronik ist der Bedarf an kleineren, modularen Rack-Lösungen entstanden - oft kleiner als 9 HE in der Höhe. Die kompakten On-Board-Racks von nVent SCHROFF ermöglichen eine platzsparende Installation von Bordelektronik und können die Transportkosten senken, was anhand eines Projekts mit einem verschraubten Gestell aufgezeigt wird. Mit einem kompakten Gestell kann eine Montage an Orten, die bisher nicht verfügbar waren, wie z.B. auf dem Boden, unter einem Sitz oder unterhalb der Decke eines Zuges, realisiert werden. Konstrukteure sehen sich nicht nur mit der Planung auf einem festen, begrenzten Raum konfrontiert, sondern müssen auch eine einfache Installation berücksichtigen.

Vor kurzem arbeitete ein Signalanbieter daran, mehrere Linien des U-Bahn-Netzes in einer großen asiatischen Stadt mit der neuesten CBTC-Signalisierungstechnologie auszustatten. Die für das Rack verfügbare Fläche von 9 HE war geringer als die eines Standard 19"-Elektronikschrankes. Die einfache Installation an Bord des Zuges war auch für das Unternehmen ein Anliegen. nVent SCHROFF bietet ein einheitliches, kompaktes Rackdesign, das sich ideal für diese Nachrüstanwendung eignet und Designer dabei unterstützt, die beiden Herausforderungen des begrenzten Platzes und der einfachen Installation optimal zu kombinieren.

Das modulare Standardgestell aus Edelstahl ist geschweißt und bietet neben Langlebigkeit, auch Stoß- und Vibrationsfestigkeit sowie Korrosionsbeständigkeit. Es ist nach den Normen AWS und EN 15085 (CL2) geschweißt. Die modulare Plattform gibt dem Schienenfahrzeughersteller die Flexibilität, ein Standardprodukt zu nutzen, das leicht an die Abmessungen des Einbauortes angepasst werden kann. Der kleinere Platzbedarf des Racks ist auch bei der Elektronikintegration und Installation im Zug einfacher zu verwalten.

Durch den modularen Aufbau können On-Board-Racks problemlos übereinander gestapelt oder über ein Standard-Montage-Set nebeneinander montiert werden. Das On-Board-Rack selbst ist starr, aber nach allen Seiten offen, sodass die Elektronik leicht installiert und gewartet werden kann. Das offene Konzept ermöglicht eine effiziente Kühlung sowie ein einfaches Kabelmanagement.

Wichtige Eigenschaften:

- Geschweißt nach EN 15085 (CL2) und AWS-Norm
- Geeignet für anhaltende Vibrationen, Stöße, hohe Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeit
- Höhe 3, 6 und 9 HE, Breite 36 und 84 TE, Tiefe 341,8 mm
- Geeignet für 1, 2 oder 3 HE SNCF Baugruppenträger (NF F61-005, CF 60-002)
- Die Rückseite ist für Standard-Steckverbinder ausgelegt; die Querstange kann für die SNCF-Codierstifte kundenspezifisch kodiert werden.



Bild 3: nVent SCHROFF On-Board Racks sind flexibel in allen Abmessungen

Modernizing Rolling Stock

Nachrüstung und Ergänzung neuer Elektronik & Maximierung von begrenztem Platz im Zug.

5. Zertifizierter, schock- und vibrationsbeständiger Schutz für die Bordelektronik

Anwendung: Bordcomputer für Fahreralarme und Zugbewirtschaftungssystem

Ein weiterer Signalanbieter benötigte Baugruppenträger, um die Fahrzeugelektronik innerhalb des in Kapitel 3 genannten verschraubten Rahmens unterzubringen. Die Elektronik führt wichtige Warnmeldungen über die Zugposition, Geschwindigkeit und auch automatische Bremsungen aus. nVent SCHROFF bietet robuste EuropacPRO-Baugruppenträger, die in Varistar-Standardschränklösungen, in Racks oder geschraubte Gestelle eingebaut werden können. Robuste Baugruppenträger sind so konzipiert, dass sie extremen Stößen und Vibrationen standhalten und ergänzend hierzu die erforderliche EMV-Abschirmung bieten. nVent SCHROFF verfügt über umfangreiche Expertise in der Arbeit mit Normen wie die der EuropacPRO Baugruppenträgern, die speziell nach französischen und deutschen Bahnnormen für SNCF und DB entwickelt wurden.

Ähnlich wie die nVent SCHROFF On-Board Racks und Varistar Elektronikschränke basieren die EuropacPRO-Baugruppenträger auf einer modularen Plattform, die es Konstrukteuren ermöglicht, das Chassis einfach an die Anwendungsanforderungen wie verschiedene Tragfähigkeiten, mehrere Montageoptionen und die nutzbare Gesamtfläche des Chassis anzupassen.

Wichtige Eigenschaften:

- EN 50155 gegen Stöße und Vibrationen
- IEC 60297-3-100 nach IEC 60297-3-105
- IEEE 1101.1, 1101.10 und 1101.11
- Geprüft nach BN 411002, NF F 67-012, NF F 60-002 und IEC 61587-2-2
- 3 oder 6 HE hoch, 84 TE breit, 235/295 mm tief, Platine 160 mm hoch
- Schock und Vibration: 5 - 150 Hz, Schock: 5g alle Achsen
- Temperatur: 4°C – 85°C (–40°F – 185°F)
- EMV-geschirmt oder ungeschirmt
- EMV-geprüft nach IEC 61587-3, VG 95373 T.15
- MIL 810G, MIL 901-D



Bild 4: nVent SCHROFF EuropacPRO Baugruppenträger

Modernizing Rolling Stock

Nachrüstung und Ergänzung neuer Elektronik & Maximierung von begrenztem Platz im Zug.

6. Schnellere Verfügbarkeit mit Hilfe von Online-Tools und Produktkonfiguratoren

Die Spezifikation eines Baugruppenträgers oder Elektronischrankes kann komplex sein und erfordert von den Ingenieuren, das richtige Produkt für eine Anwendung auszuwählen. Die Modularität der nVent SCHROFF Elektronischrankes oder Baugruppenträger ermöglicht vielseitige Kombinationen und erlaubt es den Konstrukteuren, eine Vielzahl von Varianten in unterschiedlichen Höhen, Breiten und Tiefen einfach, kostengünstig und ohne konstruktiven Aufwand zu realisieren. Faktoren wie die Traglast der eingebauten Elektronik, EMV-Schirmung und Zertifizierungen müssen hierbei ebenfalls berücksichtigt werden.

nVent SCHROFF bietet Online-Konfigurationstools zur Unterstützung der Produktauswahl. Die Produkt-Konfiguratoren haben eine 3D-Drag & Drop-Funktion, die den Anwender dabei unterstützt, einen Elektronischrank, ein Baugruppenträger oder auch Frontplatten einfach zu konfigurieren. Die Konfiguratoren verfügen über eine eingebaute Logik, um sicherzustellen, dass alle Komponenten des Designs kompatibel sind. Der Anwender wählt in aufeinanderfolgenden Schritten die Eigenschaften des Baugruppenträgers je nach Anforderung aus, woraufhin der Online-Konfigurator eine passende Lösung erstellt. Im Anschluss wird automatisch eine Stückliste generiert. Modifikationen wie Ausbrüche, Farbe und sogar die Platzierung der Kartenführung in den Baugruppenträgern können definiert werden. Schließlich können Konstrukteure nicht nur den Preis und die Lieferzeit in Echtzeit überprüfen, sondern auch CAD-Zeichnungen in verschiedenen Formaten exportieren, die in ihre Systeme importiert oder in ihren Unternehmen von weiteren Projektverantwortlichen gesichtet werden können.

Vorteile auf einen Blick:

- Intelligentes, intuitives, webbasiertes Tool, das Zeit bei der Produktauswahl spart
- Einfach zu bedienende grafische Oberfläche mit Drag & Drop-Funktionalität
- 3D-Echtzeitvisualisierung und automatisierte Kompatibilitätsprüfung, die sicherstellt, dass alle Teile zusammenpassen
- Erhalten Sie ein Angebot innerhalb von 48 Stunden.
- Die Ausgabe umfasst CAD-Daten, 2- und 3D-Zeichnungen sowie Stücklisten.

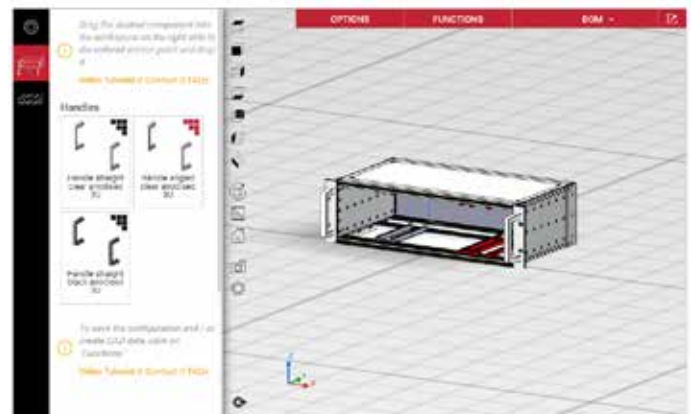


Bild 5: nVent SCHROFF Baugruppenträger-Konfigurator

Modernizing Rolling Stock

Nachrüstung und Ergänzung neuer Elektronik & Maximierung von begrenztem Platz im Zug.

7. Optimaler Schutz vor rauen Umgebungsbedingungen – auch unter dem Zug

Anwendung: Messung der Gleisqualität

Die fortschreitende Entwicklung von Technologien und Sensoren macht in der Bahntechnik neue Messverfahren möglich, die zur vorausschauenden Instandhaltung eingesetzt werden können. Hierzu müssen solche Messsysteme an Orten mit anspruchsvollen Umgebungsbedingungen installiert werden - beispielsweise an der Außen- oder Unterseite eines Zuges. Dort ist die Elektronik Umwelteinflüssen wie Wind und Wetter, aber auch Schock und Vibrationen deutlich stärker ausgesetzt als im Zuginneren. Für raue Umgebungsbedingungen sind insbesondere kleine Singleboard-Gehäuse oder modulare Systeme in einem robusten Gehäuse ideal geeignet. nVent SCHROFF bietet Gehäuse- und Systemlösungen für solche Embedded Systeme, zur Verwendung innerhalb als auch außerhalb des Zuges, an und ermöglicht es den Herstellern von Schienenfahrzeugen, den nutzbaren Platz im und um den Zug zu maximieren.

Ein solches Beispiel ist die Messung der Gleisqualität, die unter dem Zug durchgeführt werden muss. Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung ist ebenso erforderlich wie ein robustes Gehäuse, das einen hohen IP-Schutz bis zu IP 65 bietet, was dazu führt, dass die

Anwendung eine Lösung ohne aktive Kühlung, also ohne einen Einsatz von Lüftern, erfordert. Zusätzlich muss das Gehäuse für 3 HE / 5 TE CompactPCI-Karten vollständig EMV-geschützt sein. nVent SCHROFF zeigt konstruktive Kompetenz und ermöglicht nicht nur ein robustes Design des Gehäuses zum Schutz der Elektronik, sondern liefert auch die benötigten Backplanes für das Embedded System. Und das alles bei einer geringen Stellfläche und Erfüllung der technischen Anforderungen des Bahnbetreibers. Das System arbeitet ohne Ausfallzeiten und liefert zuverlässig die Daten zur Gleisqualität, auch bei hohen Geschwindigkeiten.

Wichtige Eigenschaften:

- Integriertes Weitbereichsnetzteil (9 – 36V, 35W)
- 3-Slot CompactPCI-Backplane, mit exzellenter Signalintegrität
- 4 MIL-C-38999 Anschlüsse
- –40°C bis +70°C (–40°F bis +158°F) Betriebstemperatur
- Schutzart IP 65, montiert unter dem Zug
- Vollständig EMV-geschützt
- Schock- und Vibrationsfestigkeit nach EN 50155
- Abmessungen:
Breite: 200 mm x Höhe: 350 mm x Tiefe: 145 mm

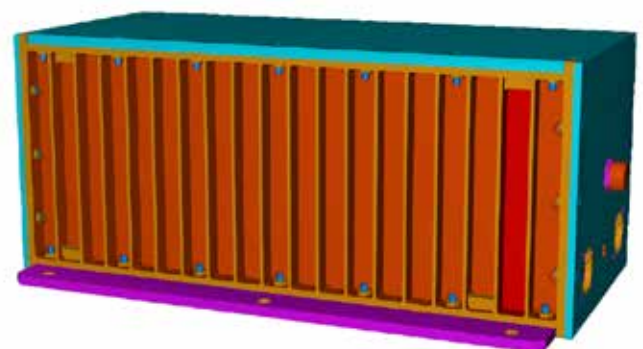


Bild 6: nVent SCHROFF robustes, konduktionsgekühltes System

Modernizing Rolling Stock

Nachrüstung und Ergänzung neuer Elektronik & Maximierung von begrenztem Platz im Zug.

8. Fazit

Markttrends wie die vorausschauende Instandhaltung, IIoT und der Wechsel zu 4G-LTE- und 5G-basierter Kommunikation erfordern, dass Design-Ingenieure die Herausforderungen, die durch ein Upgrade neuer elektronischer Systeme an Bord von Fahrzeugen mit begrenztem Platz verbunden sind, kreativ lösen. Ob Neu- oder Nachrüstlösung, der Bedarf an robusten, kompakten Racks, Systemen und Gehäusen wird weiter steigen, da die Hersteller von Schienenfahrzeugen dazu gezwungen sind, neue Systeme aufzurüsten oder zu ergänzen. Modulare Elektronikschränke oder -gestelle werden es den Schienenfahrzeug- und Signalanbietern weiterhin ermöglichen, weltweit Standard-Produktplattformen zu nutzen, um diese Herausforderungen - auch unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten - optimal zu begegnen. Darüber hinaus unterstützen Online-Konfigurationstools Ingenieure, modulare Produkte einfach und effizient zu konfigurieren. Partnerschaften zwischen Schienenfahrzeuganbietern, Signaltechnikherstellern und Elektronikanbietern werden letztendlich Lösungen ermöglichen, die erforderlich sind, um vernetzte und anspruchsvollere Systeme in der Bahnindustrie zu gewährleisten.

Angaben zur Autorin

Katie Hausman hat einen Bachelor of Science in Chemieingenieurwesen von der Iowa State University und einen MBA von der University of St. Thomas, USA. Vor ihrer Tätigkeit bei nVent war sie mehrere Jahre bei Emerson in verschiedenen globalen Produktmanagementfunktionen tätig. Derzeit ist sie Global Product Marketing Manager und konzentriert sich auf nVent SCHROFF Produkte einschließlich Schränke, elektromechanische Komponenten und Systeme speziell für die Bahntechnik. Katie Hausman lebt im Raum Minneapolis, Minnesota und arbeitet im Werk von nVent in Anoka, Minnesota, USA.

Quellenangabe

1) Briginshaw, David. "Global Rail Traffic Forecast for Continued Growth." International Railway Journal, Simmons Boardman Publishing, 9. März 2017, www.railjournal.com/passenger/metros/global-rail-traffic-forecast-for-continued-growth/.

Mehr über nVent SCHROFF: schroff.nVent.com/de/schroff

nVent Railway Blog (nur in Englisch): rail.nVent.com

Europa

Straubenhardt, Deutschland

Tel +49.7082.794.0

Betschdorf, Frankreich

Tel +33.388.90.64.90

Assago, Italien

Tel +39.02.5776151.224

Nordamerika

Alle Standorte

Tel +1.800.525.4682

Naher Osten & Indien

Dubai, Vereinigte Arabische Emirate

Tel +971 50 55 19823

Bangalore, Indien

Tel +91.80.6715.8900

Istanbul, Türkei

Tel +90.545.284.09.08

Asien

Shanghai, China

Tel +86.21.2412.6943

Qingdao, China

Tel +86.523.8771.6101

Singapore

Tel +65.6768.5800

Shin-Yokohama, Japan

Tel +81.45.476.0271

Unser starkes Markenportfolio:

CADDY ERICO HOFFMAN RAYCHEM SCHROFF TRACER



nVent.com/SCHROFF