



FASZINATION ELEKTRONIK

publish
industry
verlag



BILD-SPONSOR: ISTOCK, DEN-BELITSKY

BAHNTECHNIK

DÜNNWANDIGE KABEL

Gewichtsverlust dank leichter
Isolierung Seite 74

PROMOTION NVENT SCHROFF

Zuverlässiger und sicherer
Elektronikschrank Seite 77

GEHÄUSE FÜR DIE BAHNTECHNIK

Robust selbst in der
Wüste Seite 78



KABEL FÜR DIE BAHNTECHNIK

Gewichtsverlust dank leichter Kabelisolierung

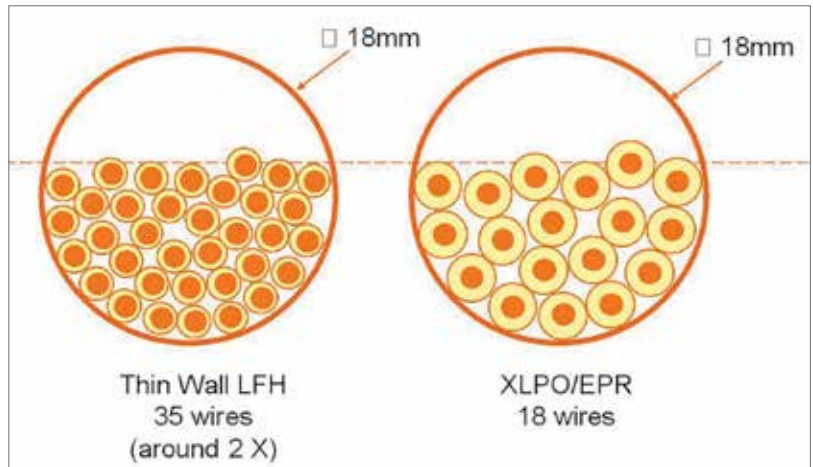
Neuartige Kabel, mit einer dünnwandigen und sehr leistungsfähigen Isolierung, sorgen in Schienenfahrzeugen für zusätzliche Gewichtseinsparung. Davon profitieren sowohl die Hersteller und Betreiber von Zügen als auch die Umwelt.

TEXT: Egbert Stellinga, TE Connectivity **BILDER:** TE Connectivity; iStock, Vladimir Floyd

Die Perspektiven waren für die Eisenbahn nie besser als heute. Denn Fahrgäste und Regierungen sind auf einen schnellen und äußerst zuverlässigen Schienenverkehr angewiesen. Außerdem rückt die Reduzierung des Energieverbrauchs immer stärker in den Fokus, um Kosten zu sparen und den Klimawandel zu bekämpfen. Bis zu 80 Prozent des Energieverbrauchs eines Nahverkehrszugs resultiert aus der regelmäßigen und sich ständig wiederholenden Beschleunigung bei der Abfahrt aus den Bahnhöfen. Einsparung von Gewicht bedeutet weniger Energieverbrauch für Beschleunigung, Traktion und Bremsung. Außerdem werden die Komponenten wie Motoren, Bremsen

und Schienen weniger belastet - wodurch auch der Wartungsaufwand sinkt. Deshalb spielen für Zugbetreiber bei der Anschaffung von Schienenfahrzeugen die Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership, TCO) häufig eine wichtigere Rolle als der Kaufpreis. Die TCO umfassen die Kosten für den Kauf, den Betrieb und die Wartung von Schienenfahrzeugen - einschließlich des Energieverbrauchs.

Viele OEMs haben bereits Möglichkeiten für eine höhere Wirtschaftlichkeit entwickelt: Die Verwendung leichter und hochwertiger Materialien reduziert das Gewicht, während rege-



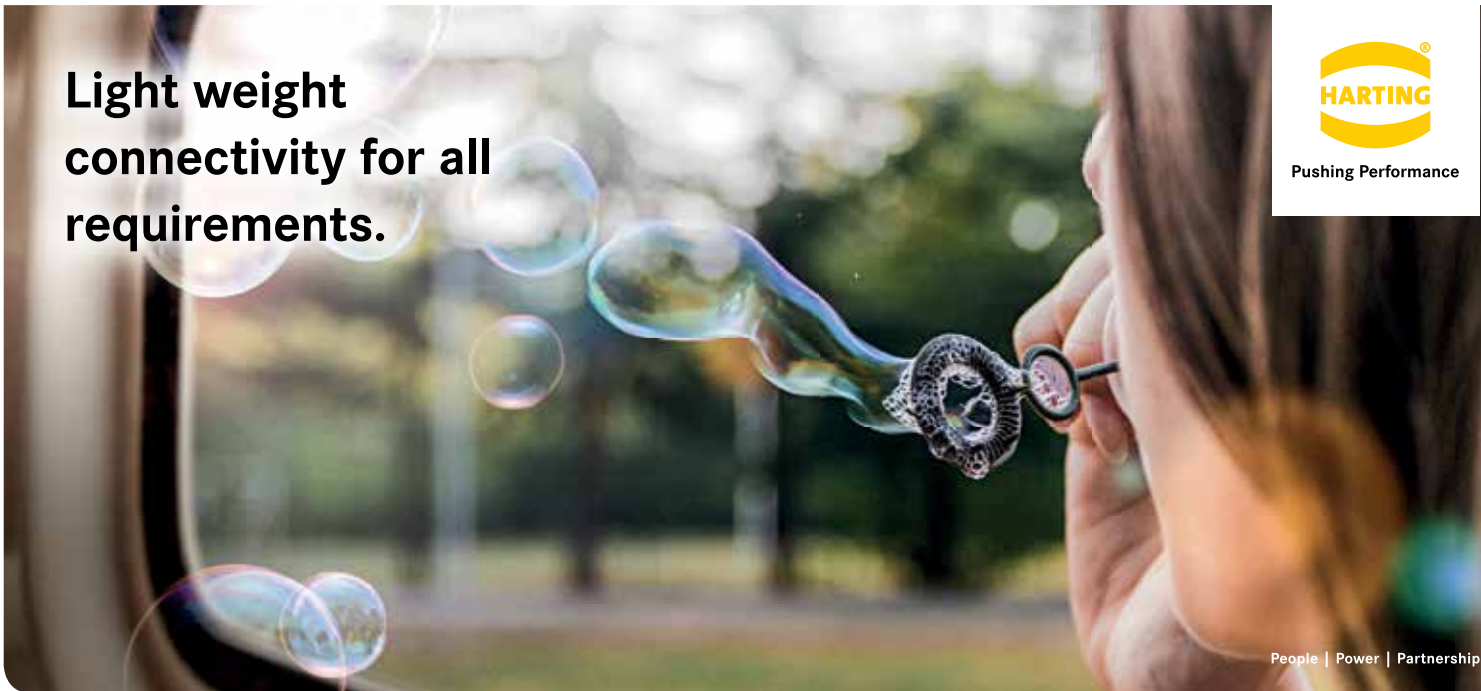
Dünnwandige Kabel ermöglichen kleinere Kabelbündel. Das spart deutlich Platz ein; ein großer Vorteil, wenn nur wenig Bauraum vorhanden ist.

nerative Bremssysteme und sehr effiziente Motoren den Energieverlust verringern.

Eine Möglichkeit, das Gewicht nochmals zu reduzieren, ist der Einsatz von Kabeln mit einer dünnwandigen, extrem leistungsfähigen Isolierung. Zurzeit sind für den Bahnbereich zwei Arten von Drähten und Kabeln auf dem Markt erhältlich. Sie werden durch die Dicke ihrer Schutzisolierung definiert und

sind in verschiedenen technischen Normen aufgeführt. Dickwandige Kabel basieren auf preiswerten Polyethylenharzen, die mit chemischen Zusätzen gemischt sind, und haben gemäß den Bahnnormen EN 45545 beziehungsweise DIN 5510 nur eine geringe Brandgefahr (Low Fire Hazard, LFH).

Im Vergleich dazu werden dünnwandige Kabel mit Polymeren isoliert. Sie bieten die gleichen LFH-Eigenschaften, enthal-



Gewicht sparen heißt Betriebskosten senken.

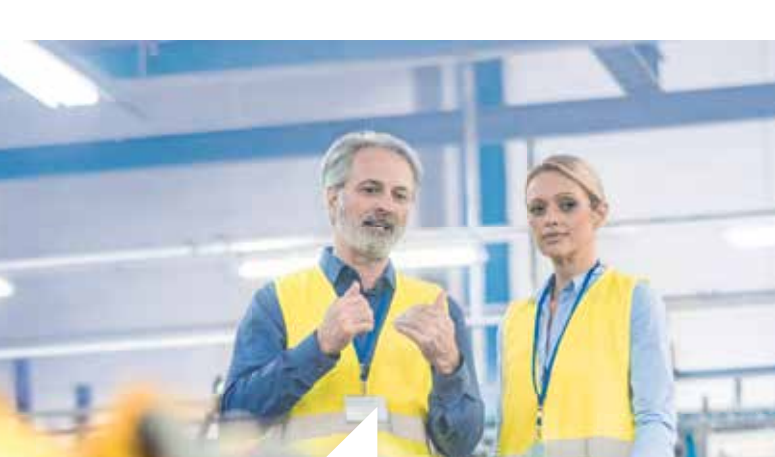
Mit leichten Komponenten unterstützt HARTING die Schienenfahrzeugindustrie bei der Reduzierung von Fahrzeuggewicht.

Erfahren Sie mehr unter: www.HARTING.com/Innotrans




InnoTrans 2018
Messe Berlin,
18. – 21. September

Halle 12 | Stand 203



Die Steckverbinder müssen mindestens bis zur nächsten Wartung einwandfrei funktionieren.



Dann würde ich die SUPERSEAL von TE Connectivity vorschlagen. Sie benötigen 500 Stück 4-polig, richtig?

So funktioniert Innovation.

Aus über 500.000 Artikeln finden wir zusammen genau Ihr Bauteil.

buerklin.com

Bürklin
DIE GANZE ELEKTRONIK

ten aber weniger chemische Zusätze. Das Ergebnis ist ein Isolationsmaterial für Drähte und Kabel, das trotz dünnerer Beschichtung ebenso leistungsfähig ist wie klassische Materialien. Zudem ermöglicht die dünnere Beschichtung einen vergleichsweise kleinen Querschnitt, der sowohl die Norm EN 50306 für dünnwandige Kabel für den Bahnbereich als auch die gleichen Normen wie dickwandige Kabel erfüllt. Ihr Durchmesser ist um 50 bis 100 Prozent kleiner, was den Platzbedarf reduziert. Da dünnwandige Kabel um 30 bis 50 Prozent leichter sind, sorgen sie für eine deutliche Gewichtseinsparung.

Gleiche LFH-Eigenschaften, weniger chemische Zusätze

Ein durchschnittlicher Nahverkehrszug mit acht Wagen enthält bis zu 30 km Kabel mit einem Gewicht von 500 kg oder mehr. Ein Umstieg auf dünnwandige Kabel könnte die Hälfte dieses Gewichts einsparen. Über eine Betriebsdauer von 30 Jahren werden je 100 kg rund 36 MWh und fünf Tonnen CO₂ weniger verbraucht. Bei angenommenen Energiekosten von zehn Cent pro kWh würde die finanzielle Einsparung für das Eisenbahnunternehmen in der Größenordnung von etwa 61.000 Euro liegen.

61.000 Euro einsparen

Dünnwandige Kabel bieten jedoch noch weitere Vorteile. Vor allem ermöglichen sie kleinere Kabelbündel. Das ermöglicht es OEMs, mehr Dienste in einen bestehenden Kabelkanal zu integrieren, etwa um Steckdosen an jedem Sitzplatz zu installieren. Ein zusätzlicher Service für Fahrgäste, die dort ihre Geräte laden können.

Darüber hinaus lassen sich dünnwandige Kabel einfacher, schneller und sicherer installieren als dickwandige: Zum einen, weil sie leichter und kleiner sind, zum anderen, weil das Isolationsmaterial eine geringe Oberflächenreibung aufweist, sodass Kabel leicht aneinander vorbeigleiten. Dünnwandige Kabel bieten deshalb bei der Montage deutliche Vorteile, insbesondere wenn Bündel gebogen werden müssen, um sie in Kabelkanäle einzuführen. □



ELEKTRONIKSCHRANK FÜR DEN AUSSENBEREICH

ZUVERLÄSSIGKEIT AM GLEIS

Der neue Outdoor Modular Schrank von nVent Schroff erfüllt die hohen Anforderungen und Zertifizierungen zum Schutz sensibler Elektronik. Dadurch garantiert er den sicheren Betrieb von Anwendungen zur Steuerung von Gleis- und Signalanlagen.

TEXT + BILD: nVent Schroff

Die Anforderungen an Bahnanwendungen im Außenbereich am Gleis sind besonders hoch und müssen einer Vielzahl an Bahnnormen gerecht werden. Um die Sicherheit, Zuverlässigkeit und somit den einwandfreien Betrieb der Anwendung sicherzustellen, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- eine optimale thermische Leistung
- der Schutz vor Umwelteinflüssen
- Vandalismus- und Einbruchschutz
- Skalierbarkeit und Flexibilität
- Integrationsleistungen, Simulationen und Tests

Diese Faktoren haben erheblichen Einfluss auf den sicheren und zuverlässigen Betrieb der Elektronik im Outdoor-Schrank, aber auch auf ihre Langlebigkeit und die Total Cost of Ownership. Der Outdoor Modular Schrank von nVent Schroff kann individuellen Kundenanforderungen gerecht werden. Er entspricht folgenden Normen für Bahnanwendungen am Gleis:

- IEC 61969-3 und EN 50125-3 für Schutz vor Umwelteinflüssen
- EN 50125-3 für Schutz gegen Schock und Vibration (1 bis 3 m Abstand vom Gleis)
- EN 60529 für eine Schutzart bis IP55
- IEC 61587-2 und IEC 61969-3 für Erdbebenfestigkeit bis Bellcore Zone 4

- EN 50125-3 für Windwiderstand bis 180 km/h
- RC2, EN 1627 und EN 1630 für Schutz vor Vandalismus
- IEC 61969-2 für Koordinationsmaße für die Konstruktion von ortsfesten Außengehäusen
- IEC 60068-2-75, IEC 62262 und IK 10 für Stoßfestigkeit

Der modulare Outdoor Modular Schrank von nVent Schroff bietet dafür alle notwendigen Eigenschaften. Er ist bereits für alle relevanten Bahnanwendungen am Gleis getestet und zertifiziert und garantiert somit die Sicherheit und Zuverlässigkeit für das einwandfreie Funktionieren der Anwendung über eine lange Lebenszeit. Er bietet Schutz vor Umwelteinflüssen durch ein robustes Design und ein durchdachtes Klimatisierungskonzept, bestehend aus doppelwandigem Aufbau zur optimalen Nutzung der natürlichen Konvektion und zusätzlichen Kühlmöglichkeiten per Filterlüfter oder Klimagerät. Dadurch kann der gewünschte Betriebstemperaturbereich in jeder Umgebung gewährleistet werden. In Verbindung mit den Schutzmaßnahmen gegen Vandalismus und seiner Skalierbarkeit und Flexibilität, ist der nVent Outdoor Modular Schrank eine ideale, zertifizierte Lösung für Bahnanwendungen im Außenbereich am Gleis. All diese Eigenschaften beeinflussen maßgeblich die Total Cost of Ownership (TCO) und können die Langlebigkeit von Bahnanwendungen verlängern und ihre Betriebskosten senken. □

GEHÄUSE FÜR DIE BAHNTECHNIK

Robust selbst in der Wüste

Die Verkehrstechnik ist sicherheitskritisch und muss deshalb zuverlässig funktionieren. Wichtige Kriterien dafür sind Robustheit, die Möglichkeit einer einfachen Wartung und das reibungslose Zusammenwirken aller Bestandteile. Damit die Elektronik diese erfüllen kann, ist die Auswahl des passenden Gehäuses entscheidend. Gerade, wenn das System auch unter den harten Bedingungen der australischen Wüste funktionieren soll.

TEXT: Stephan Leng, Heitec BILDER: Heitec; iStock, Art Marie



Das verwendete Vario-Gehäuse besitzt fünf PG-Verschraubungen auf dem Deckblech und eine Makrolon-Platte als Frontabdeckung



Bei der Verkehrstechnik kommt allen Elementen im Einsatz eine wichtige Rolle zu. Das bezieht natürlich auch die Gehäuse-technik mit ein, die die Steuerungselektronik beherbergt. Genau für diesen Einsatzbereich benötigte ein Anbieter von Antriebs- und Steuerungsausrüstung für Schienenfahrzeuge eine System-plattform für sein Wayside Train Monitoring System (WTMS). Bei der Umsetzung wandte er sich an den Entwicklungsdienst-leister Heitec.

Das WTMS enthält die Signalsteuerungselektronik für eine zentrale Recheneinheit, die entweder in Hütten in Schienennähe oder im Signalraum einer Station montiert wird. Die Aufgabe der Geräteelektronik ist es, die Signale und Lampen entlang der Strecke abzutasten und deren Status zu analysieren. Basierend auf dieser Auswertung schickt die Elektronik ein Protokoll, auch Telegramm genannt, an bestimmte Balisen im Schienenbett. Das können etwa der Zustand der Lampensignale, der Abstand zur nächsten Balise oder Informationen sein, die den Bremsweg des Zuges beeinflussen können – zum Beispiel das Gefälle der Strecke. Die Balise im Gleis fungiert als Informationspunkt, der diese Daten speichert und sie wie ein Transponder an den Computer des sich nähernden Zuges überträgt. Dieser Rechner wird vom Zugführer überwacht. Er kann anhand dieser Informationen die Fahrt des Zuges anpassen.

Australische Wüste fordert das Gehäuse

Aus dem Streckenumfeld ergeben sich die Anforderungen an das Gehäuse. Zum Beispiel muss ein sehr guter Schutz vor Umgebungsbedingungen garantiert sein. Das Gehäuse muss Feuchtigkeit und Staub abhalten und vor hohen Temperaturen und Vibrationen schützen. Darüber hinaus kommt dieses System in der australischen Wüste zum Einsatz. Dort schwanken die Um-

gebungsbedingungen sehr stark und es kommt zu erheblichen Temperaturunterschieden.

Bei den heftigen Bewegungen um die drei Raumachsen im Bahneinsatz kommt es zu starken Vibrations-, Rüttel- und Stoßbelastungen, bei denen die Gehäusetechnik die eingebaute Elektronik und Elektrik optimal schützen muss. Sicherheit hat höchste Priorität und die in den Normen geforderten Vorgaben für Elektronik und ihre Verpackung sind ebenfalls hoch. Während bei stationären Anwendungen oft eine moderate Stabilität genügt, müssen bei Baugruppenträgern für mobile Anwendungen verschiedene Verstärkungsaspekte berücksichtigt werden, um eine hohe Festigkeit und damit hohe Stabilität zu gewährleisten. Deshalb gibt es zusätzlich zu den internationalen Normen in Bezug auf Stoß und Vibration, mechanische Stabilität und elektromagnetische Verträglichkeit auch spezifische Bahn-Normen, um diesen besonderen Anforderungen Genüge zu tun.

20 Jahre lang, 24 Stunden am Tag

Die EN 50155 ist die im europäischen Raum am häufigsten angewendete Bahnnorm. Sie bestimmt die Bedingungen zwischen Betriebsmittel und ihren Umgebungen, Parameter für die Berechnung von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) sowie die Lebensdauer unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen. Zum Beispiel muss eine Funktionsfähigkeit von 24 Stunden am Tag über 20 Jahre oder entsprechend rund 175.000 Stunden sichergestellt werden.

Für Stoß und Vibration werden in der Norm die Testmethoden und Grenzwerte beschrieben, die in der EN 61373 näher definiert sind. Diese Grenzwerte können je nach Einbauort und Belastungsrichtung bis zur 100-fachen Erdbeschleunigung rei-



Als Schutz gegen Korrosion wurde das Gehäuse lackiert. Es erfüllt die Schutzklasse IP54 gegen Staub und Spritzwasser

chen. Die EN 50155 definiert zudem einen Bereich der Umgebungstemperatur, der in der härtesten Klasse von -40 bis 85 °C reicht und somit auch Extremtemperaturen abbildet.

Weiterhin gibt sie geforderte Feuchtwerte vor, die mit bis zu 95 Prozent relativer Feuchte so anspruchsvoll sind, dass in den meisten Fällen wasserdichte Gehäuse oder schutzlackierte Baugruppen zum Einsatz kommen müssen. In der Umweltnorm IEC 61587 werden ebenfalls Belastungswerte und Sicherheitsaspekte für starke statische und dynamische Beanspruchungen definiert. Die Anforderungen der in den Vorgaben beschriebenen Normwerte sind bei europäischen Normen am Höchsten, weshalb andere Länder wie China oder Brasilien auf diese zurückgreifen und ähnliche Anforderungen stellen.

Entwicklungszeit fast auf Null reduzieren

Abgesehen von diesen Voraussetzungen, waren für die Realisierung des Projektes bestimmte Kriterien Voraussetzung. Unter anderem war ein rasches Handling von Nöten. Vom Erstellen der ersten Skizze, über den Ausbau des Prototyps bis hin zur Testphase vergingen in Heitecs Elektronik-Kompetenzzentrum nur wenige Wochen. Ein weiteres Ziel war ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Erreicht werden konnte das durch Design des Geräts und die Verwendung von Standardkomponenten. Die benötigte Entwicklungszeit bei Standardprodukten geht gegen Null.

Als Hülle diente ein kostengünstiges, aber zugleich widerstandsfähiges Aluminiumgehäuse. Für den Innenausbau des Gehäuses verwendete Heitec Elemente des Heipac-Vario-Heavy-Baugruppenträgersystems. Die Vario-Reihe ist die vielseitigste 19-Zoll-Baugruppenträger-Familie im Produktangebot, durch die sich mit Hilfe ihrer vielen Größenvarianten und Zubehör-

teile auch komplexe Anwendungsmöglichkeiten umsetzen lassen. Die Aluminium-Baugruppenträger sind in verschiedenen 19-Zoll-Höhen wie 3 HE oder 6 HE erhältlich, für Kartenformate bis 220 mm Tiefe konzipiert und auf die jeweils erforderliche Architektur anpassbar. Grundsätzlich ist es bei Baugruppenträgern ratsam, immer auf genormte Standardprodukte gemäß der 19-Zoll-Norm zurückzugreifen. Hier gibt es ein großes Angebot und es lassen sich erhebliche Preisvorteile erreichen.

Bessere Wärmeabfuhr und mehr Kabelfreiraum

Den normativen Rahmen für den Gehäuseaufbau bildet die Norm IEC 48D (DIN EN60297-3x) der International Electrotechnical Commission. Sie gibt die mechanische Struktur und Dimensionierung der Elektronik sowie ihre Kompatibilität und Interoperabilität mit der weiteren Ausrüstung vor. Die Abmessungen des Baugruppenträgers ergeben sich aus Art und Größe der eingesetzten Elektronikbaugruppen sowie den Spezifikationen am Einsatzort. Da insgesamt maximal sieben Baugruppen im Europaformat 100 mm x 160 mm eingesetzt werden, wurde eine Gehäusebreite von einhalbmal 19 Zoll, das heißt genau 215,26 mm gewählt. Dadurch erhält man genügend Platz für alle Einschubkarten. Auch wenn bei der Gehäusehöhe 3 HE ausreichend gewesen wären, wurde ein 4-HE-Gehäuse verwendet, um durch das zusätzliche Volumen ein besseres Wärmemanagement, mehr Kabelfreiraum und besseren Zugang zur Elektronik zu erreichen. Dafür erwies sich das Vario von Heipac als optimale Grundlage. Die Systemplattform wurde komplett vorgefertigt mit 160 mm x 2,0 mm Kartenführungen geliefert, sodass die Elektronikboards einfach eingesteckt werden können.

Auch hinsichtlich Struktur und Beschaffenheit stellte sich Heipac Vario Heavy als ideale Basismechanik heraus. Das Gehä-

Als Grundgerüst wurden die typischen Vario-Heavy-Profileschienen verwendet, die eine besonders hohe Festigkeit des Systems gewährleisten sollen.



se ist nicht nur für den halben 19-Zoll-Einbau geeignet, sondern auch für die Wandmontage. Besondere Anforderungen in puncto Frontplatte, Kabelführungen und Stromversorgung stellen aufgrund der Modularität kein Problem dar. Als Grundgerüst verwendete Heitec die typischen Vario-Heavy-Profileschienen für eine hohe Festigkeit des Systems – denn dauerhafte Stoß- und Schwingbelastungen können zu Materialermüdung und dem Ausfall von Komponenten führen. Auf Grund konstruktiver Besonderheiten und der Verwendung von hochwertigen Materialien ist die Vario-Heavy-Linie jedoch sowohl für hohe Biegebeanspruchungen, als auch für starke Stoß- und Vibrationsbelastungen sehr gut geeignet. Durch die breite Querschnittsfläche und die doppelte Verschraubung weisen die Heavy-Profileschienen sehr hohe Festigkeitswerte auf und halten auch starken Biegekräften stand.

Auch der Befestigungsflansch des Baugruppenträgers weist besondere Designmerkmale auf. Zum einen ist er besonders tief, wodurch er doppelt verschraubt werden kann, und zum anderen wird für ihn eine größere Materialstärke verwendet. Im Bereich zwischen Seitenwand und Befestigungsflansch ist die Belastung im Hinblick auf Stoß und Vibration am größten und es kommt nicht selten zu Rissbildungen. Dem kann man durch verstärktes Material entgegenwirken. Die Verwendung einer sehr festen Aluminiumlegierung verleiht den Baugruppenträgern von Heitec zusätzliche Festigkeit, die gerade bei Anwendungen mit hohen Belastungen nicht unterschätzt werden darf. Diese Attribute in Kombination mit dem Einsatz von selbstsichernden Schrauben, die das Lösen durch Vibration verhindern, und den gewölbten Heitec-Kunststoff-Kartenführungen, die den eingeschobenen Baugruppen eine leichte Vorspannung verleihen, sorgen dafür, dass das Baugruppenträgersystem auch starken Belastungen trotzt.

Die Linie ist gemäß IEC 600-68-2-6 Prüfung Fc und IEC 600-68-2-27 Prüfung Ea schwing- und stoßgetestet. Die Direktive für elektromagnetische Kompatibilität 89/336/EEC/EN55011:1998/A1:1999 Gruppe 1, Klasse A (seit April 2016 Directive 2014/30/EU) wurde von einem vorherigen System abgeleitet.

Gehäuse und Leiterplatten lackieren

Ein wichtiger Punkt war darüber hinaus der Korrosionsschutz. Das Aluminiumgehäuse wurde lackiert, um Korrosion zu verhindern. Es erfüllt die Schutzklasse IP54 gegen Staub und Spritzwasser. Alle Leiterplatten verfügen über eine Schutzlackierung. Darüber hinaus wurde sorgfältig darauf geachtet, dass sich kein freiliegendes Kupfer im Gehäuse befindet. Somit verhindert das Finish der Leiterplatten die Oxidation und erhöht die Zuverlässigkeit. Bei der Gestaltung der Frontplatte war die einzige Vorgabe des Kunde eine robuste Klarsicht-Frontplatte in Industriequalität. Heitec entschied sich beim Material schließlich für Makrolon. Dabei handelt es sich um eine Form von sehr strapazierfähigem Thermoplast-Polycarbonat. Es zeichnet sich aus durch eine große Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Wasser, Öl, Oxidation und mechanische Krafteinwirkung sowie gute Isoliereigenschaften.

Wer Gehäusetechnik für anspruchsvolle Elektronik in der Bahntechnik entwickelt und fertigt, muss sich an den hohen Anforderungen dieses Marktes ausrichten und zahlreiche Normen erfüllen. Dafür empfiehlt sich eine vorzertifizierte Systemfamilie wie Heipac Vario Heavy als Basis. Heitec konnte damit die besonderen Anforderungen des Kunden hinsichtlich des Formats und der Anzahl der notwendigen Karten, sowie der stabilen Beschaffenheit und Normierung der Mechanik des WTMS technisch effizient, kostengünstig und vor allem schnell erfüllen. □