

ELEKTRONIK-GEHÄUSE

ANFORDERUNGEN UND AUSWAHLKRITERIEN



INHALT:

1. Einsatzbereiche definieren
2. Abmessungen festlegen
3. Design-Vorgaben berücksichtigen
4. Normen und Spezifikationen beachten
5. Statische und dynamische Belastungen definieren
6. Notwendigkeit der elektromagnetischen Abschirmung klären
7. Temperaturbedingungen am Einsatzort berücksichtigen
8. Weitere Services als Unterstützung bei der Produktkonfiguration bzw. -auswahl
9. Integration weiterer Komponenten wie Verkabelung, Backplane, Stromversorgung
10. Einfache Montage oder fertig aufgebaut
11. Resümee
12. Unternehmensportrait, Angaben zum Autor

1. EINSATZBEREICHE DEFINIEREN

Gehäuse werden zur Aufnahme von 19"-Leiterkarten und -Steckbaugruppen entsprechend der 19" Norm (IEC 60297-3-101ff) und von ungenormten Baugruppen genutzt. Sie können als Desktop- und Tischgehäuse, mit Griff als tragbares Gehäuse verwendet und mit entsprechenden 19"-Winkeln versehen in 19"-Schränke eingebaut werden. Je nach Einsatzbereich und den dort herrschenden Umgebungsbedingungen müssen sie bestimmte Eigenschaften aufweisen. Beim Einsatz als Desktop oder als tragbares Gehäuse sollten die Gehäusematerialien besonders leicht sein, beispielsweise aus Aluminium. Dieses Material verfügt über eine hohe Festigkeit bei gleichzeitig geringem Eigengewicht. Für den mobilen Einsatz müssen spezielle Ausbau- und Zubehörteile, wie Kabelaufwickler für Netzkabel oder Traggriffe verfügbar sein. Ebenso spielt das Design in einigen Bereichen eine wichtige Rolle und oft ist ein optimales EMV-Konzept mit hoher Schirmwirkung unabdingbar. In anderen Einsatzbereichen wiederum steht eine hohe Schock- und Vibrationsfestigkeit im Vordergrund oder eine optimale Entwärmung.

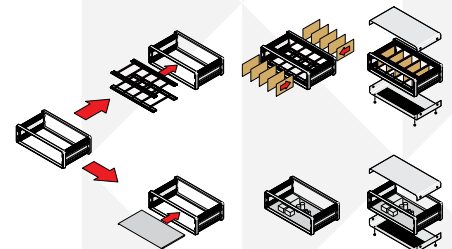


Bild 1: Ein Gehäuse für den Einbau von Europakarten und den individuellen Ausbau mit ungenormten Baugruppen

2. ABMESSUNGEN FESTLEGEN

Die Abmessungen der Gehäuse ergeben sich aus der Größe und Art der Elektronikbaugruppen, die eingebaut werden sollen, sowie durch Vorgaben und räumliche Begrenzungen am Einsatzort. Handelt es sich um ungenormte Elektronikkomponenten, wie ungenormte Leiterplatten, schwere Trafos oder ähnliches, muss eine sichere Befestigung dieser Baugruppen im Gehäuse möglich sein. Meist kommt dann eine Chassis-/Montageplatte zum Einsatz, auf der die ungenormten Komponenten montiert werden.

Im Optimalfall sollten 19"-genormte Standardprodukte eingesetzt werden, denn sie reduzieren Entwicklungszeiten, Werkzeugkosten und die Lagerhaltung spezifischer Komponenten. Typische genormte Gehäuse sind in 3 und 6 HE (Höheneinheiten: 1 HE = 1 3/4 Zoll) am Markt erhältlich. Die Mehrzahl der heute eingesetzten Leiterplatten und Steckbaugruppen sind in der Größe 3 HE (Europakartenformat) ausgeführt. Dies ist bedingt durch den anhaltenden Trend zur Miniaturisierung. Dieser Trend führt zu einem zunehmenden Einsatz von DC- oder AC-Lüftern, welche zur aktiven Kühlung der Boards notwendig ist. Um den Geräuschpegel im laufenden Betrieb zu reduzieren, werden in der Regel intelligente, drehzahlgeregelte Lüfter eingesetzt, die über ein Management gesteuert werden.

Zunehmend werden auch Gehäuse eingesetzt, die in ihren Abmessungen nicht der 19"-Norm entsprechen. In diese kleineren Gehäuse werden Single Board Computer nach Standards wie Embedded NUC oder Mini ITX eingebaut. Erst im Frühjahr 2015 hat die SGeT (Standardization Group for Embedded Technologies; www.sget.org) eine neue Gehäuse-Spezifikation zum Einbau von Boards im Embedded NUC-Format veröffentlicht. Bei solchen Gehäusen steht meist auch die Forderung nach einer lüfterlosen Entwärmung im Raum.

3. DESIGN-VORGABEN BERÜCKSICHTIGEN

Inzwischen ist das Design eines Gehäuses in vielen Einsatzbereichen ein sehr wichtiger Punkt, den es zu berücksichtigen gilt. Da Applikationen beim Anwender typischerweise eine Lebensdauer von bis zu 10 Jahren haben, sollte das Design des Gehäuses zwar modern, aber auch zeitlos sein. Wichtig ist auch eine individuelle Farbgestaltung, die sich an dem Corporate Design des Kunden orientiert und so für einen hohen Wiedererkennungswert sorgt. Ein Universal-Gehäuse am Markt zu finden, dass sowohl beim Design als auch in der Funktionalität jeden Kundenwunsch berücksichtigen kann, ist fast



Bild: Gehäuseserien für unterschiedliche Anforderungen bezüglich Design und Funktionalität

unmöglich. Daher ist es wünschenswert, wenn Gehäusehersteller unterschiedliche Gehäuseserien anbieten können, die zwar mit gleichen Ausbauteilen bestückt werden können, aber im Design und zum Teil auch in der Funktionalität Unterschiede zulassen. Damit wird sicher gestellt, dass Anwender genau das richtige Gehäuse für ihren Einsatzbereich finden.

Vielfältige Möglichkeiten für die individuelle Gestaltung von Gehäusen bietet die Gehäusefront, die in der Regel immer sichtbar ist. Hier können Frontplatten aus Kunststoff oder Aluminium zusätzlich zur funktionalen Beschriftung auch mit farbigen Logos bis hin zu foto-realistischen Bildern bedruckt werden. Kleinere Gehäuse, z.B. für Single Board

Computer, werden oft auch rundum bedruckt, um so ein ganz individuelles Kunden-Design zu realisieren.

4. NORMEN UND SPEZIFIKATIONEN BEACHTEN

Je nach Einsatzbereich müssen internationale oder auch marktspezifische Normen und Spezifikationen eingehalten werden. Aktuelle Normen enthalten ergänzende Maßfestlegungen (IEC 60297-1, IEC 60297-2, IEC 60297-3-101, IEC 60297-3-102, IEC 60297-3-103, IEC 61969-2-1, IEC 61969-2-2, IEC 60917-2-X) und – auf einer höheren Ebene – Kriterien für physikalische Integration (IEC 61587-1, IEC 61969-3), Erdbebenbeständigkeit (IEC 61587-2), elektromagnetische

Verträglichkeit (IEC 61587-3) und Thermal-Management (IEC 62194 Ed.1). In bestimmten Applikationen sind zusätzlich Spezifikationen verschiedener Organisationen wie VME von VITA (VME International Trade Association) oder CompactPCI, CompactPCI Serial, MicroTCA und AdvancedTCA von PICMG (PCI- International Computer Manufacturing Group) sowie embedded NUC™, Version 1 von SGeT (Standardization Group for Embedded Technologies) zu berücksichtigen. Auch in der Bahn- oder Militärtechnik gilt es spezielle Normen und Richtlinien zu beachten, wie beispielsweise spezielle Schweißzulassungen (EN 15085) oder Umwelttests (EN 50155) für die Bahntechnik sowie Schock- und Vibrationsstests (MIL 901D) für die Marine.

Es gelten für alle Gehäuse gleichermaßen spezielle Schutz- und Sicherheitsnormen. Alle leitenden Teile eines Gehäuses, die mit gefährlicher Spannung in Berührung kommen, müssen geerdet und nach IEC 61010-1 getestet werden. Es dürfen keine scharfen Kanten vorhanden sein, an denen man sich verletzen könnte. Um eine Feuerausbreitung zu vermeiden, müssen Konstruktion und Materialien des Gehäuses entsprechend gewählt werden. Kunststoffe sollten der selbstverlöschenden Klasse nach UL 94 V 0 bis V 2 entsprechen, getestet nach IEC 60707. Auf Grund von giftigen Zusatzstoffen, die sich in Materialien der höheren selbstverlöschenden Klassen befinden, ist die ISO 14000 zu beachten. Boden und Deckel des Gehäuses ist so zu konstruieren, dass brennendes Material nicht in andere Bereiche tropfen kann. Die IEC 60950 spezifiziert beispielsweise die Konstruktionsanforderungen für Belüftungslöcher an der Unterseite eines Gehäuses.

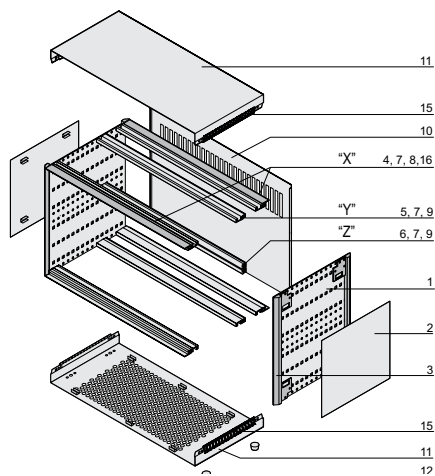


Bild 3: RatiopacPRO-Gehäuse aus Standardkomponenten zusammengestellt: 1 – Deck- und Bodenblech, 2 – Rückwand, 3 – Modulschienen, 4 – Seitenwand, 5 – Seitenblech

Die Vorgaben für den entsprechenden IP-Schutz der Gehäuse (Schutz gegen Eindringen von Staub und Wasser, Schutz von Personen) sind in der IEC 60529 festgelegt. Die IP-Schutzgrade bestehen aus zwei Ziffern. Die Erste gibt den Schutz gegen Fremdkörper an (von der Fingerberührung bis hin zum Eindringen von Staub), die Zweite gibt

den Schutz gegen das Eindringen von Wasser an.

5. STATISCHE UND DYNAMISCHE BELASTUNGEN DEFINIEREN

Gehäuse sind unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt. Egal ob als Tisch- oder Desktop-Gehäuse oder eingebaut in einem Schrank, die einwirkenden statischen Belastungen ergeben sich vor allem durch das Gewicht der eingebauten Komponenten. Hier spielt das Material des Gehäuses eine wichtige Rolle und es kommt darauf an, ob es geklebt geschweißt oder verschraubt ist oder aus einem Stück besteht. Eventuell müssen zusätzlich entsprechende Verstärkungen oder Versteifungen vorgesehen werden.

Ist das Gehäuse für den mobilen Einsatz vorgesehen, dann sind in der Regel auch wechselnde dynamische Belastungen zu berücksichtigen. In Anwendungen im Bereich der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, wo diese Gehäuse bevorzugt eingesetzt werden, sind die Anforderungen bezüglich Schock- und Vibrationsfestigkeit meist nicht so hoch (bis 0 oder 3g). Zudem gibt es Aufstellorte, wie in der Nähe rotierender Maschinen, bei Bahnapplikationen oder der Verkehrstechnik sowie auf Schiffen oder in Flugzeugen zu berücksichtigen, wo solche Schock- und Vibrationseinflüsse bedeutend höher sind. Liegt der Einsatzort in einer Erdbebenzone, müssen vorher unbedingt entsprechende seismische Tests durchgeführt werden.

6. NOTWENDIGKEIT DER ELEKTRO-MAGNETISCHEN ABSCHIRMUNG KLÄREN

Je nach Anwendung und Einsatzumgebung müssen elektronische Geräte mit einer EMV-Schirmung ausgerüstet werden. Durch den vermehrten Einsatz von Mikroprozessoren mit hohen Taktfrequenzen spielt der EMV-Schutz eine immer stärkere Rolle. Daher ist es optimal, wenn dieser EMV-Schutz auch nachträglich aufgerüstet werden kann. Beim Thema Schirmung geht es nicht nur um hochfrequente Aspekte. Schirmung beginnt beim Thema ESD,

reicht über niederfrequente kapazitive oder induktive Kopplungen und leitungsgebundene Störungen bis hin zu hochfrequenten elektromechanischen Störstrahlungen. Daher sollten die Seiten-, Deck- und Bodenteile sowie Rück- und Vorderfronten der Gehäuse mit einer leitenden Oberfläche (passiviert o.ä.) und mit Kontaktmaterialien wie Federdichtungen aus Edelstahl oder EMV-Textildichtungen umlaufend leitend miteinander verbunden sein. Speziell im Bereich der Gehäusefront, wenn viele Steckbaugruppen mit separaten Frontplatten eingesetzt werden, entstehen schmale Schlitzlöcher, die für eine optimale EMV-Schirmung mit entsprechenden Dichtungen versehen werden müssen. Je nach Bauform der Frontplatten werden auch hier Federdichtungen aus Edelstahl oder EMV-Textildichtungen eingesetzt.

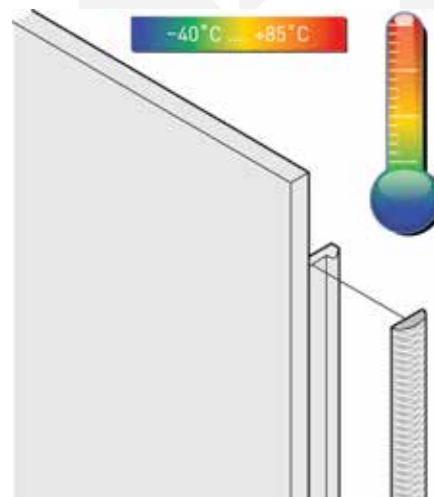


Bild 4: EMV-Textildichtung für Temperaturen von -40 bis +85 °C

In Anwendungen, die einen erweiterten Temperaturbereich von -40°C bis +85°C fordern, konnten bisher ausschließlich Federdichtungen aus Edelstahl für die EMV-Schirmung genutzt werden. In der Zwischenzeit gibt es am Markt auch die erste hochtemperaturfeste EMV-Textildichtung. Im Vergleich zu Edelstahldichtungen sind Textildichtungen wesentlich einfacher in der Handhabung und kostengünstiger.

Mit genormten EMV-Tests (VG95373 Teil 15) wird geprüft, ob die durchgeführten

EMV-Maßnahmen für die gewünschte Applikation ausreichend sind. Auch die Umweltnorm IEC 61587 definiert Tests zum EMV-Verhalten von Gehäusen. Teil 3 der IEC 61587 definiert die Testbedingungen für Gehäuse hinsichtlich ihrer EMV-Schirmungseigenschaften in einem Frequenzbereich von 30 MHz bis 2 GHz sowie die erforderlichen Dämpfungswerte. Dabei bezieht sich die Norm in erster Linie auf die IEC 60297 sowie die IEC 60917. Mit der Definition unterschiedlicher Schirmwirkungsgrade soll dem Anwender auch hier die Auswahl des passenden Gehäuses anhand von Vergleichswerten erleichtert werden. Wichtig: Die Norm beschränkt sich ausschließlich auf die Mechanik der elektronischen Geräte. Für die Endprodukte, komplette funktionsfähige Geräte, sind andere Normen relevant. Entsprechende Tests werden von den Geräteherstellern bzw. von beauftragten Testhäusern durchgeführt.

7. TEMPERATURBEDINGUNGEN AM EINSATZORT BERÜCKSICHTIGEN

Da Gehäuse in manchen Applikationen in entsprechende Elektronik- oder Schaltschränke eingebaut werden, sind sie dadurch in der Regel vor Umgebungseinflüssen, wie Schmutz, Staub und Wasser geschützt. Auch höhere Umgebungstemperaturen sind unkritisch, da die im Gehäuse eingebauten Komponenten durch eine Entwärmung oder Klimatisierung des kompletten Schrankes gekühlt werden können.

Werden die Gehäuse mobil, als Desktop- oder Tischgehäuse eingesetzt, muss bei höheren Umgebungstemperaturen eine optimale Entwärmung sichergestellt werden. In den meisten Fällen wird die Art der Kühlung anhand von zwei Kriterien gewählt: der Höhe der Verlustleistung durch die eingebauten Komponenten und den Umgebungstemperaturen am Einsatzort. In der Regel ist eine optimierte Luft-Kühlung ausreichend. Je nach Verlustleistung werden zu den komponenteneigenen Ventilatoren externe Lüfter zugeschaltet oder ganze Lüftereinschübe integriert. Manche Gehäuse lassen sich auch mit speziellen Lüfterfront- oder -rückwänden

ausstatten oder sind in speziellen Entwärmungs-Versionen erhältlich. Für komplexere VMEbus-, CompactPCI-, MicroTCA- und Advanced-Systeme sind in den jeweiligen Spezifikationen auch Richtlinien für die Kühlung festgelegt.

Bei kleineren, vorwiegend nicht 19"-Gehäuse, wie sie für Single Board Computer genutzt werden, wird die lüfterlose Entwärmung favorisiert bzw. gefordert. Hierfür gibt es inzwischen auch verschiedene Produkte am Markt, die die Wärme vom Prozessor über feste Metallkörper und aufgeklebte Wärmepads oder Wärmeleitpaste an das Gehäuse ableiten. Neuerdings sind auch sogenannte FHCs (Flexible Heat Conductor) verfügbar. Diese bestehen aus Aluminium, das einen sehr guten Wärmeleitwert aufweist, und sind in der Höhe flexibel. Es können unterschiedlich hohe Prozessoren durchgehend kontaktiert werden und auftretende Höhentoleranzen spielen keine Rolle mehr. Ermöglicht wird dies, durch einen Wärmeleitkörper, der aus zwei ineinander greifenden Körpern besteht, von denen einer Kontakt zum wärmeabgebenden Bauteil (dem Prozessor) hat und der andere in vertikaler Richtung gegenüber dem ersten Körper verschiebbar ist. Zwischen den beiden Körpern sitzt eine Feder, welche den oberen Körper nach oben gegen die Innenseite des Gehäusedeckels drückt. Die Verlustwärme wird dadurch zuverlässig transportiert und über die Gehäuseoberfläche durch Wärmestrahlung an die Umgebung abgegeben.



Bild 5: Schroff FHC (Flexible Heat Conductor)

Oft hilfreich und mittlerweile unumgänglich ist die thermische Simulation der Wärmeentwicklung und des

Wärmeflusses in einem Elektronikschränk oder einem Gehäuse durch eine geeignete Software. In den Händen eines erfahrenen Spezialisten liefert die Simulationssoftware Ergebnisse, die einerseits eine optimale Entwärmung gewährleisten, andererseits eine optimale Nutzung der Raumfläche erlauben. Eine professionelle Entwicklung eines Elektronikschranks setzt also voraus, dass in der Planungsphase auch der Berechnungsspezialist mit am Tisch sitzt, die Entwickler berät und nach Bedarf die Berechnungen durchführt.

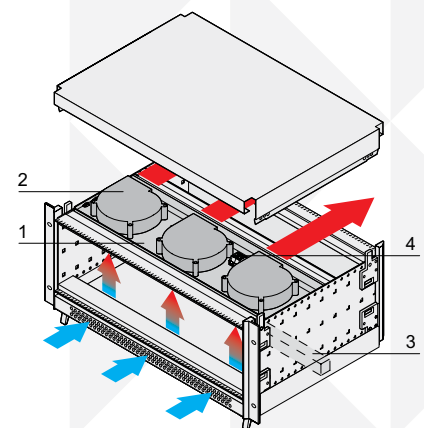


Bild 6: RatiopacPRO Air – Entwärmung bereits integriert

8. WEITERE SERVICES ALS UNTERSTÜTZUNG BEI DER PRODUKTKONFIGURATION BZW. -AUSWAHL

Viele Hersteller bieten ihren Kunden umfangreiche, produktbegleitende Services an. So können Gehäuse meist mit Hilfe interaktiver Konfiguratoren individuell im Internet zusammengestellt werden. Eine permanente Plausibilitätskontrolle verhindert dabei Fehler bei der Auswahl von Komponenten. Dabei können auch Einzelteile beispielsweise mit Ausbrüchen oder Bohrungen modifiziert werden. Hierfür steht der Download von 3D CAD-Daten über die Onlineplattform TraceParts zur Verfügung. Hardwareentwickler können aus 32 unterschiedlichen nativen CAD-Dateiformaten auswählen und diese Formate dann direkt in den von ihnen eingesetzten CAD-Programmen nutzen. Zusätzlich können die 3D-Ansichten der Produkte auch als PDF-Dateien heruntergeladen werden, so dass Nutzer

diese zur Dokumentation einsetzen können oder zur Ansicht, wenn sie weder CAD-System noch CAD-Viewer nutzen. Über die Plattform kann der Nutzer auch sofort ein Angebot (Request for Quotation) zum ausgewählten Produkt bzw. den Produkten aus dem Download-Warenkorb beim Hersteller einholen.



Bild 7: Kostenloser Download der 3D CAD-Daten bei TraceParts

Weitere Services wie die kostenlose Bereitstellung von Benutzeranleitungen und Testberichten in digitaler Form oder die Lieferung von komplett montierten Gehäusen sowie die Möglichkeit, Standardprodukte ohne großen Aufwand kundenspezifisch zu modifizieren, sind Faktoren, die bei der Produktauswahl berücksichtigt werden sollten. Manche Hersteller betreuen und unterstützen ihre Kunden über den gesamten Produktlebenszyklus: von der Konfiguration und Bestellung über die Lieferung bis hin zum Recycling. Hierzu gehören auch Leistungen wie Anlieferung frei Verwendungsstelle in umweltfreundlichen Kartonverpackungen, Inbetriebnahme, Garantiezeitverlängerung, Wartung, Reparatur, Ersatzteile und Modernisierung. Ein umweltverträglicher Recyclingprozess am Ende des Produktlebenszyklus rundet die möglichen Services ab.

9. INTEGRATION WEITERER KOMPONENTEN WIE Z.B. VERKABELUNG, BACKPLANE, STROMVERSORGUNG

Immer öfter wünschen Kunden vom Gehäusehersteller auch die Integration weiterer Komponenten, also nicht nur die reine Gehäuse-Mechanik. Dies

beinhaltet auch den Einbau von elektro-mechanischen und elektronischen Komponenten, wie Verkabelung, Schalter, Backplanes, Stromversorgungen, Überwachungseinheiten oder ähnliches. Solche Komponenten werden entweder von Kunden bereitgestellt oder über den Gehäuse-Hersteller, entsprechend einer festgelegten Spezifikation, eingekauft und eingebaut. Einige Gehäuse-Hersteller sind auch selbst Entwickler und Hersteller von Backplanes und Stromversorgungen und können so aufeinander abgestimmte Einheiten anbieten, die auch in hauseigenen Testlabors geprüft werden können.

10. EINFACHE MONTAGE ODER FERTIG AUFGEBAUT

Ein wichtiges Thema bei der Gehäuseauswahl ist auch die Montagefreundlichkeit. Der Kunde hat meist die Möglichkeit, sein gewähltes Gehäuse entweder als Bausatz, also in Einzelteilen, oder komplett montiert liefern zu lassen. Bei der Lieferung in Einzelteilen ist es wichtig, dass das Gehäuse einfach montiert werden kann. Dies sollte ohne teures Spezialwerkzeug machbar sein. Wünschenswert für den Zusammenbau der kompletten Mechanik ist der Einsatz von nur einem Montagewerkzeug. Eine übersichtliche und verständliche Aufbauanleitung trägt dazu bei, dass die Montage in möglichst kurzer Zeit durchgeführt werden kann.



Bild 8: Gehäuse-Bausatz als Flatpack für platzsparende Lieferung und Lagerhaltung

11. RESÜMEE

Je nach Applikation sind für die Auswahl eines Gehäuses bestimmte Randbedingungen zu berücksichtigen. Sind diese klar definiert, kann die Suche nach einem Gehäuse mit entsprechenden Eigenschaften beginnen. Erleichtert wird die Wahl, wenn man auf ein flexibles Plattformprodukt setzt, das entsprechend der Vorgaben durch den Kunden, die Applikation und die Umgebungsbedingungen am Einsatzort, angepasst werden kann. Durch den modularen Aufbau dieser Produkte können so für die jeweiligen Anforderungen bezüglich Abmessungen, statischen und dynamischen Belastungen oder den Innenausbau, individuelle Gehäuse konfiguriert werden.

12. UNTERNEHMENS PORTRAIT, ANGABEN ZUM AUTOR

Das Unternehmen:

Pentair Technical Solutions ist ein weltweit führender Hersteller von Systemen und Lösungen zum Schutz von industriellen Steuerungen, elektrischen Komponenten, Kommunikationshardware, elektronischen Geräten und elektrischen Kühlsystemen. Unsere wichtigsten Marken Hoffman, Raychem, Schroff und Tracer bieten ein breites Sortiment an standardisierten, modifizierten und individuell angepassten Lösungen für die Sektoren Energie, Industrie, Infrastruktur, Handel, Kommunikation, Medizin, Sicherheit und Verteidigung an.

Das Angebot der Marke Schroff umfasst umfangreiches Zubehör rund um elektronische Baugruppen – von Kartenhalterungen, konduktionsgekühlten Leiterplattenrahmen, Frontplatten und Griffen bis hin zu Baugruppenträgern, Gehäusen, Backplanes, Netzgeräten, Schränken und vormontierten Einschüben für Embedded-Computersysteme. Weitere Informationen finden Sie unter www.pentairprotect.com

ÜBER PENTAIR PLC:

Pentair plc (www.pentair.com) stellt branchenweit führende Produkte, Dienstleistungen und Lösungen für die vielfältigen Anforderungen seiner Kunden in den Bereichen Wasser und andere Flüssigkeiten, Wärmemanagement und Schutz von Ausrüstung bereit. Pentair beschäftigt weltweit ca. 30.000 Mitarbeiter und erzielte 2014 einen Umsatz von 7,0 Mrd. US-Dollar.

AUTOR:

Dipl. Wirt. Ing. (FH) Martin Traut studierte Wirtschaftsingenieurwesen an der Fachhochschule Karlsruhe. Seit 1990 hat er als Produktmanager unterschiedliche Produkte bei Pentair in Straubenhardt betreut. Im Jahr 2000 übernahm er als Produktmanager den Bereich Baugruppenträger/Einschubtechnik. 2004 wurde das Aufgabengebiet um den Produktbereich Integrated Systems (CompactPCI, VME, AdvancedTCA) erweitert. Er hat die

Konzeption der Produktplattformen Integrated Systems maßgeblich beeinflusst. Mitte 2013 übernahm er die Funktion des globalen Product Lifecycle Managers und war über alle Produktbereiche hinweg bei der Produkteinführung bzw. dem Phase Out von Produkten unterstützend tätig. Seit Mitte Juni 2015 ist er als Produkt Marketing Manager Europa für die Produkte der Category EMCA (Baugruppenträger, Gehäuse, Frontplatten, Interscale, Retainers) zuständig

Weitere Informationen und unsere Kontaktdaten finden Sie unter: [HTTP://WWW.PENTAIRPROTECT.DE/DE/EMEA/CASES---MODULAR](http://www.pentairprotect.de/de/emea/cases---modular)



KONTAKT:

PENTAIR TECHNICAL SOLUTIONS GMBH
+49.7082.7940

Pentair und Schroff stehen im Besitz von Pentair oder dessen weltweit verbundenen Gesellschaften. Alle weiteren Handelsmarken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

© 2015 Pentair.

H81966