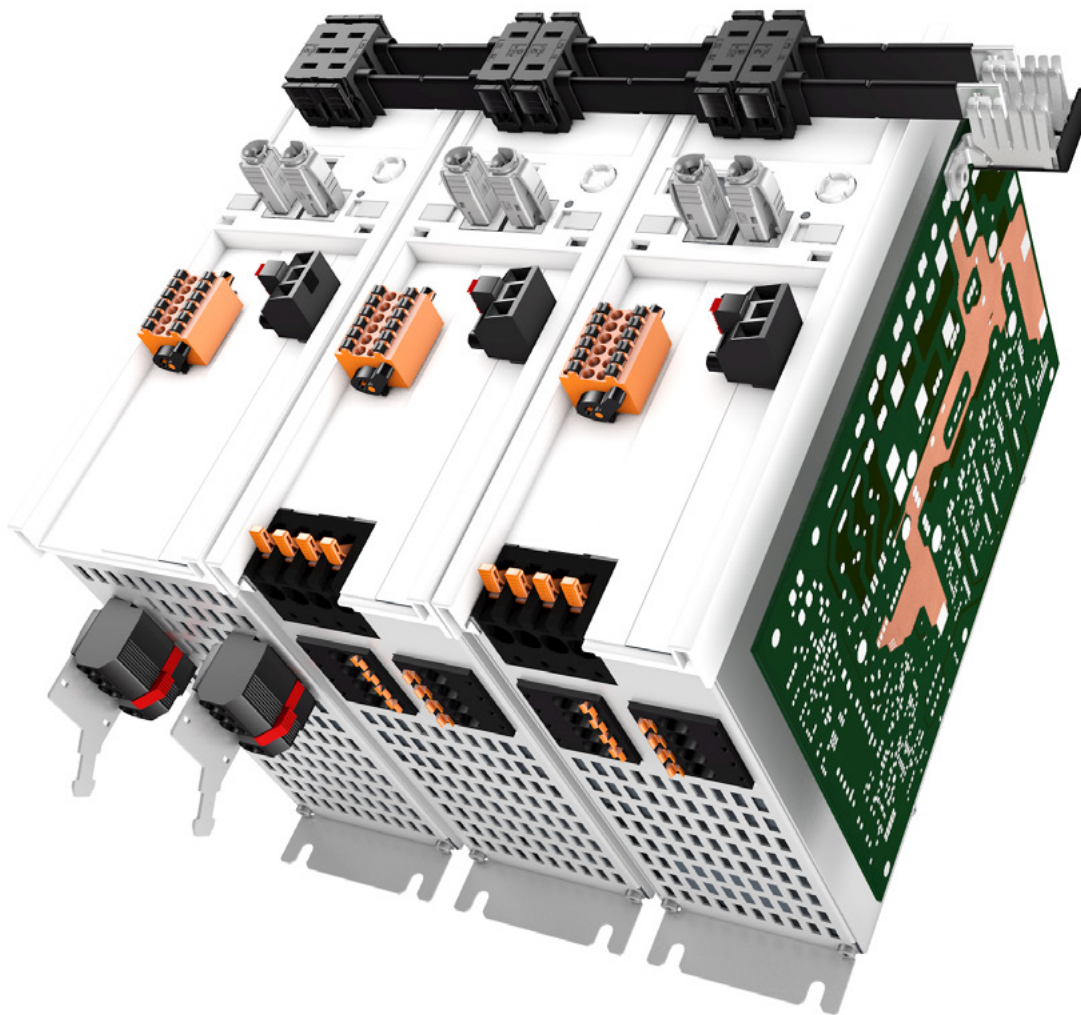


Einfache Geräteintegration von DC-Zwischenkreisversorgung und 24 V Versorgung für Servomehrachsverstärker

Whitepaper



Inhaltsverzeichnis

- 1** Einleitung
- 2** Anforderungen an den DC-Zwischenkreis bei der Geräteintegration
- 3** Praxisbeispiel einer marktverfügbaren und zugelassenen Stromschienenlösungen für den DC-Zwischenkreis
- 4** Stromschienenlösungen von Weidmüller

1. Einleitung

Industrieroboter, Werkzeugmaschinen, Druckanlagen und viele weitere Maschinen des produzierenden Gewerbes wären ohne Servoantriebe nicht denkbar. In Sachen Drehzahl- und Drehmomentänderungen, Überlast und Haltemoment im Stillstand sind sie anderen Antriebsarten um Längen überlegen. Servoantriebe kombinieren Lage-, Geschwindigkeits- oder Momentenregelung mit höchsten Anforderungen an Dynamik und Präzision.

Die Hauptkomponenten einer Servoachse sind der Servomotor und der Servo-Umrichter (Bild 1). Der Servomotor ist je nach Einsatz mit Getriebe und Bremse sowie Sensorik zur Winkel- und Drehzahlrückführung ausgestattet. Der Servoumrichter (häufig auch Servoverstärker, Servoregler oder Servodrive genannt) ist zwischen Steuerung und Servomotor positioniert. Er muss die Steuerungsbefehle in ein leistungsstarkes Signal für den Motor umwandeln. Der Umrichter beinhaltet die Leistungs- und Steuerelektronik für die Regelung, Sollwertgenerierung und Überwachung. Der Leistungsteil ist in der Regel als Spannungszwischenkreisverstärker ausgeführt. Der Zwischenkreis wird zum Beispiel über eine Diodenbrücke meist direkt, also ohne Transformator, aus dem dreiphasigen Versorgungsnetz generiert (Bild 2).

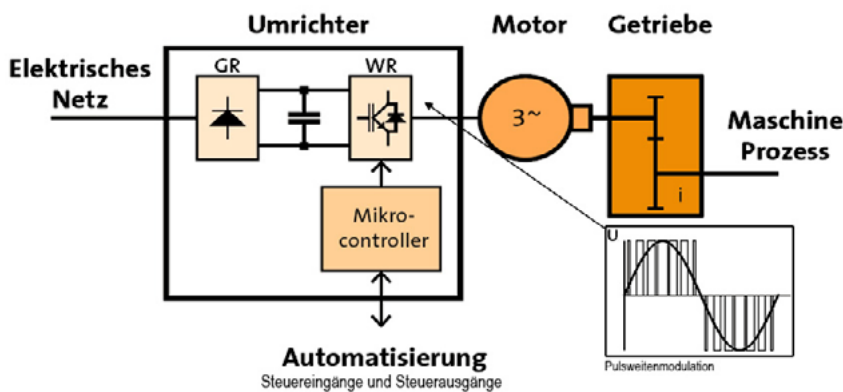


Bild 1: Funktionsbeschreibung Servoantrieb

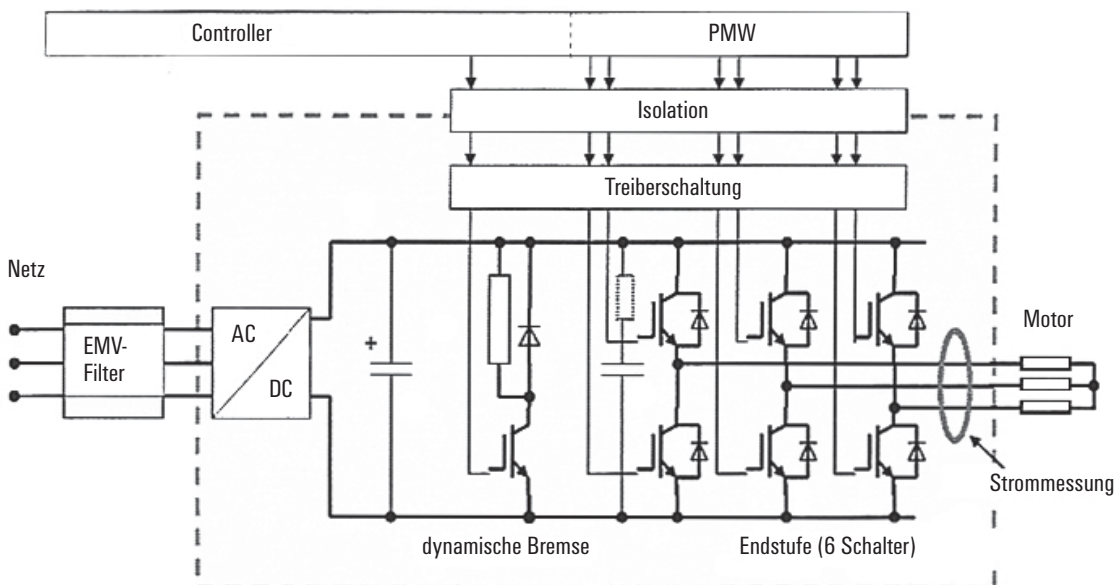


Bild 2: Blockschaltbild Leistungselektronik Servoverstärker

Hohe Leistung auf kleinstem Raum: Ein- und Mehrachsverstärker

Bei den Motoren ist es offensichtlich, dass Platz Mangelware ist. Insbesondere bei Roboterarmen, in denen teilweise die Antriebe für Greifer auf der Gesamtkonstruktion „mitfahren“, spielt sowohl das Volumen als auch das Gewicht eine entscheidende Rolle. Aber auch bei den Umrichtern wird der Platzbedarf wichtiger, während die Geräte zugleich immer mehr Funktionen übernehmen müssen. Waren die ersten Servoantriebe noch reine Hilfs- oder Stellantriebe, führen die neuesten Modelle komplexe Funktionen aus, die in der Vergangenheit über mechanische Lösungen realisiert wurden. Beispiele sind Winkelsynchronlauf, elektronische Kurvenscheibe, Touch-Probe-Verarbeitung oder Momentenregelung. Die Digitalisierung und Fortschritte in der Steuerungstechnik erlauben es, derart komplexe Bewegungsabläufe in den Servoantrieb zu verlagern, so dass die Trennlinie zur Steuerung immer weiter verschoben, ja teilweise schon ganz aufgehoben wird.

Eine besonders große Rolle spielt der Platzbedarf bei so genannten Mehrachsverstärkern, die bei komplexen Maschinen und Anlagen mit einer Vielzahl an Antrieben zum Einsatz kommen. Ein Achsverbund besteht dabei immer aus einem Versorgungsmodul und mehreren Achsmodulen.

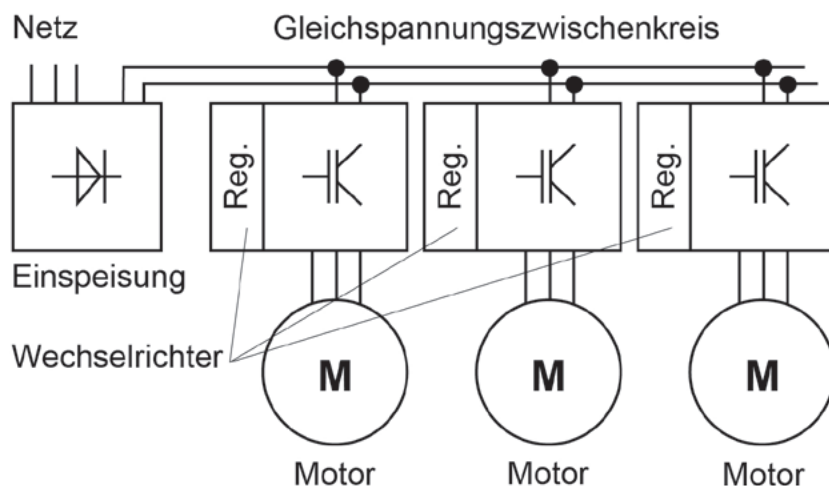


Bild: 3 Achsverbund Servoregler

Das Versorgungsmodul dient zur Energieversorgung des Gleichspannungszwischenkreises und oftmals auch der 24V-Versorgung der zumeist galvanisch getrennten Steuerung. Neben der Platzersparnis ist der Vorteil eines Mehrachsverstärkers, dass ein Energieaustausch zwischen den Achsen durch einen gemeinsamen Zwischenkreis, einen gemeinsamen DC-Bus, möglich wird. Damit lässt sich die Bremsenergie einzelner Achsen zwischenspeichern und zum Beschleunigen anderer Achsen wieder nutzen. Dies minimiert die Energieabfuhr in Bremswiderstände und die damit verbundene unnötige Umwandlung in Abwärme; zusätzliche Kühlmaßnahmen entfallen. Gegebenenfalls kann die überschüssige Bremsenergie auch über ein Rückspeisemodul in das Netz zurückgeführt werden.

Servomehrachsverstärker bieten somit viele Vorteile. Allerdings stellen die komplexen Energieflüsse für die Geräteentwickler eine besondere Herausforderung dar. Die Auslegung der Installation und Verbindungstechnik der 24V-Versorgung kann nicht einfach „top down“ erfolgen. Sie muss auch bei extremen Betriebsituationen allen relevanten Normen genügen. Die richtige Auslegung der Verbindungstechnik für einen Achsverbund bezogen auf den Zwischenkreis und die 24V-Versorgung ist entscheidend für den Markterfolg und die Kundenakzeptanz eines Servomehrachsverstärkers. Hierbei soll dieses Whitepaper unterstützen.

2. Anforderungen an den DC-Zwischenkreis bei der Geräteintegration

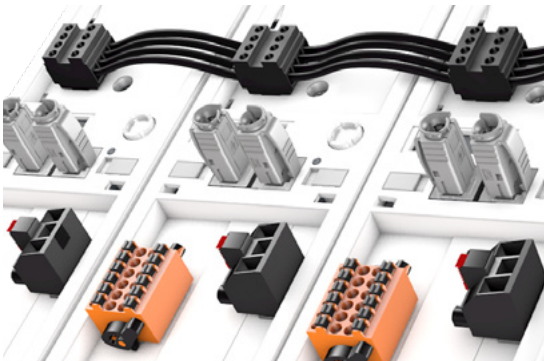
Wie bereits ausgeführt stellen insbesondere die Auslegung und Entwicklung der Aufbau- und Verbindungstechnik eines Gleichspannungszwischenkreises bei Servomehrachsverstärkern erhöhte Anforderungen. In so einem modularen System muss unter anderem die Einspeisung (Versorgungsmodul) entsprechend der Anzahl der angeschlossenen Lasten (Achsen unterschiedlicher Leistung) projektiert werden. Die Einspeisung ist so auszuwählen, dass in allen Betriebsfällen des Antriebsverbandes ausreichend Energie aus dem Netz in den Zwischenkreis eingespeist werden kann. Ist die Einspeisung zu klein dimensioniert, bricht bei entsprechender Belastung die Zwischenkreisspannung zusammen und der gesamte Antriebsverband fällt aus.

Auch die Verbindungstechnik muss für entsprechend große Summenströme im Zwischenkreis ausgelegt sein, da insbesondere bei vielen Servoachsen in einem Achsverbund sehr schnell hohe Ströme von typischerweise mehr als 100 A im Gleichspannungszwischenkreis erreicht werden. Eine Daisy-Chain-Verkabelung, also die Verbindung von Gerät zu Gerät in einem solchen Achsverbund, wird mit entsprechend großen Anschlussquerschnitten von Kabeln oder Leitungen zunehmend schwerer zu realisieren. Die Kabel sind steif, das heißt sie erzeugen wie eine gespannte Feder seitlich einwirkende Kräfte auf die Steckverbinder. Diese sind dann schwer zu bedienen und verkanten möglicherweise. Außerdem benötigen große Leiterquerschnitte entsprechende Biegeradien. Diese sind bei eng benachbarten Steckstellen dann nur noch durch unnötig lange Kabelwege zu realisieren, die eine Art Looping formen. Das kostet Platz und Material. Insbesondere die Installationsaufwände für den Zwischenkreis solcher Achsverbände sind mit herkömmlichen Lösungen sehr hoch. Der Einsatz von Steckverbindern empfiehlt sich eher für eigenständige Geräte, die nur in geringem Umfang zu einem Verbund kombiniert werden. So können bei Anwendungen mit nur wenigen Achsen die Vorteile eines gemeinsamen DC-Zwischenkreises genutzt werden, aber es kann auch der Servoverstärker als Einzelgerät eingesetzt werden. Als Richtgröße für eine Verdrahtung mit Steckverbindern oder Anschlussklemmen hat sich in der Praxis eine Kombination von zwei bis vier Servoverstärkern herausgestellt. Aufgrund der limitierten Anzahl an Leitungen und der ebenfalls limitierten Stromtragfähigkeit bleibt der Verdrahtungsaufwand für den Anwender vertretbar.

Sollen mehr als vier Servoverstärker zu einem Verbund integriert werden, sind Stromschienen für den DC-Zwischenkreis und die 24V-Steuerspannungsversorgung zweckmäßiger als eine klassische Verkabelung. In der folgenden Tabelle sind Vor- und Nachteile der Systeme gegenübergestellt. Generell können Stromschienensysteme vergleichsweise hohe Summenströme übertragen und benötigen kaum Platz. Allerdings sind auch bei dieser Variante viele Vorgaben bezüglich Auslegung und Zulassung zu beachten.

Vergleich: Einsatz von Verdrahtungslösung über Steckverbinder oder Bus-Schienensystem:

Herkömmliche Installationen eines DC-Zwischenkreises über Kabel und Anschlussklemmen oder Steckverbinder



Vorteile:

- Anschlussklemmen oder Steckverbinder von verschiedenen Herstellern direkt verfügbar.
- Standardzulassungen für IEC und UL verfügbar.

Nachteile:

- Aufwendig in der Verdrahtung
- Große Bauräume werden benötigt, insbesondere aufgrund der Biegeradien von Leitungen
- Limitierte Auswahl an Leitungen und somit limitierte Stromtragfähigkeit (max. 16 mm² noch sinnvoll möglich)

Herstellerspezifische Stromschienenlösungen



Vorteile:

- Exakte Anpassung an das Gerätedesign
- Kompakte Bauweise möglich
- Hohe Stromtragfähigkeit bei entsprechender Auslegung der Stromschienen und Kontaktierung

Nachteile:

- Aufwendig in der Entwicklung
- Hohe Investitionen
- Hohe Aufwände bei Zulassung
- Es ist schwierig, ein einzelnes Modul aus einer Reihe anderer Module zu entfernen

Der Einsatz von Steckverbindern empfiehlt sich eher für eigenständige Geräte, die nur in geringem Umfang zu einem Verbund kombiniert werden. So können bei Anwendungen mit nur wenigen Achsen die Vorteile eines gemeinsamen DC-Zwischenkreises genutzt, aber auch der einzelne Servoverstärker als Einzelgerät eingesetzt werden. Als Richtgröße hat sich aufgrund der limitierten Auswahl an Leitungen und somit limitierten Stromtragfähigkeit und des noch vertretbaren Verdrahtungsaufwands für den Anwender eine Kombination von zwei bis vier Servoverstärkern mittels Steckverbinder oder Anschlussklemmen in der Praxis herausgestellt.

Stromschienenlösungen hingegen haben sich als optimale Lösung bei vielen Servoachsen in einem Achsverbund für den DC-Zwischenkreis und die 24-V-Steuerspannungsversorgung herausgestellt. Aufgrund der hohen Summenströme in den Bus-Verbindungen lässt sich eine wirtschaftliche und bauraumoptimierte Lösung hier über den Einsatz von Kupferstromschienen erreichen. Dies bringt allerdings einige Herausforderungen bezüglich der Auslegung und Zulassung eines solchen Stromschienensystems mit sich.

Anforderungen an ein normgerechtes Design von Stromschienenlösungen für den DC-Zwischenkreis

Jedes Produkt ist am Markt eines Landes nach den lokal geltenden Normen zu zertifizieren. So gelten in Europa und weiten Teilen der Erde die Normen der IEC, in den USA die UL-Normen und in Kanada jene der Canadian Standards Association, kurz CSA. Die Standards weichen zum Teil voneinander ab, was eine weltweite Produktzulassung erschwert. Allgemein sind die Anforderungen der UL höher als jene der IEC.

Für Servoverstärker zur Installation in einem Schaltschrank sind neben den Installationsnormen vor allem die IEC 61800 „Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl“ und in Nordamerika die UL 61800-5-2 (Standard for Power Conversion Equipment) relevant.

Bei der Auslegung von Stromschienenlösungen für den DC-Zwischenkreis stellt insbesondere die UL 61800-5-2 die höheren Anforderungen. Die UL beschreibt die Erfüllung von Mindestanforderungen für elektrisch betriebene Geräte und Stromumwandlungsgeräte wie Frequenzumrichter und Servoverstärker, welche die Brandgefahr durch solche Geräte beseitigen sollen. Geräte nach der UL 61800-5-2 werden wiederum in industriellen Schaltschränken verbaut und müssen die Installationsstandards gemäß der UL 61800-5-2 (Industrial Control Equipment) beziehungsweise der CSA C22.2 einhalten. Insbesondere die richtige Auslegung der Luft- und Kriechstrecken und die Auslegung zwischen Feld- oder Fabrikverdrahtung Wiring stellen den Gerätehersteller bei einer Stromschienenlösung für den DC-Zwischenkreis vor Herausforderungen.

Grundsätzlich gilt aufgrund der strengeren Regeln für eine UL-Zertifizierung gegenüber einer Zertifizierung nach IEC-Normen, dass ein Produkt von Beginn an nach UL-Standards entwickelt werden sollte. Ebenso sind Produkte vorzuziehen, die bereits eine UL-Registrierung vorweisen. Die Underwriters Laboratories (UL) bieten Nutzern auf ihrer offiziellen Website (<http://ul.com/>) an, sich kostenlos über den Status (gelistet oder ungelistet) einer Komponente zu informieren. Benötigt werden der Herstellername und die Zertifikatnummer (cURus). Bei Weidmüller finden sich diese Angaben im Online-Katalog unter Punkt „Nenn Daten nach UL“.

3. Praxisbeispiel einer marktverfügbaren und zugelassenen Stromschienenlösung für den DC-Zwischenkreis

Bei Mehrachsverstärkern zur Steuerung einer größeren Zahl von Antrieben sind Stromschienensysteme für den DC-Zwischenkreis und die 24-V-Steuerspannung die richtige Lösung. Der geringere Installationsaufwand für den Anwender und die kompakte Bauform sind in diesem Fall wirtschaftlich und technisch sinnvoller als eine klassische Verdrahtung. Ist das Stromschienensystem richtig konstruiert, ergibt sich eine ideale Kombination aus Handhabung, optimaler Bauraumausnutzung und Zuverlässigkeit. Dieser Abschnitt zeigt die praktische Umsetzung einer marktverfügbaren und zugelassenen Stromschienenlösung, welche Gerätehersteller für mehrachsige Servoverstärker einfach in ihre Geräte integrieren können. Insbesondere die im vorigen Abschnitt beschriebenen Probleme lassen sich so vermeiden.

Die modulare Stromschienenlösung von Weidmüller ist ideal für den Zwischenkreis und die 24-V-Steuerspannungsversorgung von IP20-Servomehrachsverstärkern. Das System besteht aus einem Anschlussblock (Bus-Connector – PB-CON mit Federkontakten zur Aufnahme der Stromschienen und einer Schraubkontaktierung zur jeweiligen Leiterplatte eines Geräts aus dem Achsverbund. Der Anschlussblock übernimmt dabei sowohl die mechanische als auch die elektrische Verbindung der Stromschiene. Die Stromschienen gibt es in zwei Ausführungen. Bei der Stromversorgung des Achsverbunds wird der Federkontakt des Anschlussblocks über die gesamte Länge kontaktiert. Dies erlaubt eine Stromeinspeisung von bis zu 160 A in das Stromschienensystem. Zum Anschluss der Antriebsmodule untereinander gibt es Stromschienenverbinder in 50 mm, 100 mm oder modularer Länge, abhängig von der Gerätebreite. Zum

fingersicheren Abschluss dienen Isolationsendkappen

Ein weiterer Vorteil des Systems ist, dass es für die Top- oder Frontmontage an Geräten geeignet ist. Aufgrund des toleranzausgleichenden Federkontaktsystems für Modulversatz von bis zu ± 2 mm gibt dies dem Geräteentwickler den Freiheitsgrad, die Zwischenkreisanschlüsse an die Gerätefront oder von oben an das Gerät anzubinden. Somit lässt sich das System ideal an die Einbaubedingungen des jeweiligen Geräteverbunds anpassen.

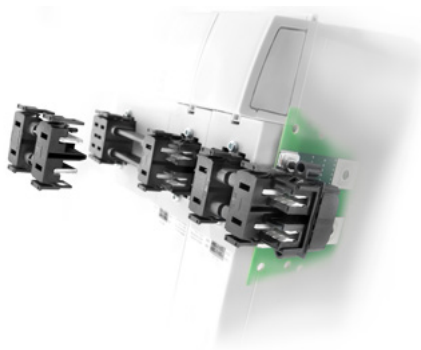


Bild 4: Installationsprinzip der modularen Stromschienenlösung für Achsverbund

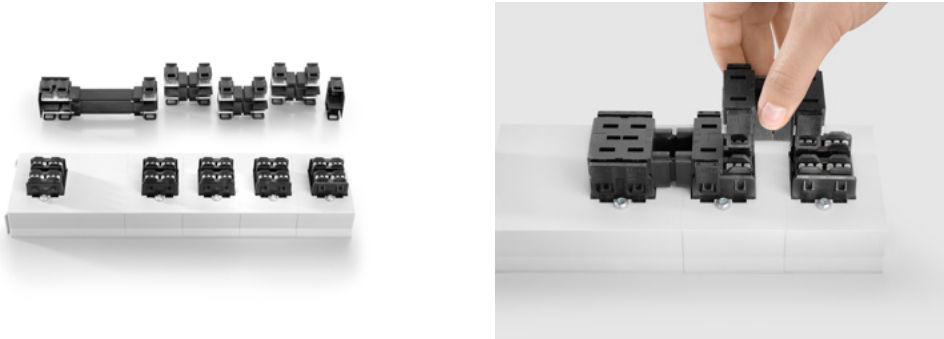


Bild 5: Übersicht über die Komponenten der modularen Stromschienenlösung von Weidmüller



Bild 6: Toleranzausgleich dank der mehrschenkeligen Kontaktfeder bei Geräteversatz in der Installation.

Vorteile des Systems:

Für den Anwender:

- Schnelle und einfache Installation von Servomehrachsverstärkern ohne Werkzeuge
- Schneller Austausch einzelner Drive-Module aus einem Achsverbund
- Sicheres Verrasten der Stromschienenverbinder
- Fingersicherer Aufbau
- Toleranzausgleich beim Schienensystem erlaubt eine einfache Befestigung des Achsverbunds auf der Schaltschrankmontageplatte

Für den Geräteentwickler:

- Einfache Geräteintegration
- Unkomplizierte Gerätezulassung nach UL durch die Nutzung registrierter UL-Komponenten
- Kurze Projektdurchlaufzeit, kein eigener Entwicklungsaufwand und keine eigenen Investitionen
- Ideale Auslegung von Baugröße- und technischen Daten für typische Servomehrachsverstärkern
- Unterschiedliche Modulbreiten von Stromversorgungen und Drive-Modulen möglich
- Zukunftssicheres Design

4. Stromschienenlösungen von Weidmüller

Überblick über die Komponenten:

	Komponente	Technische Daten
	PB-CON 160 S/02/90RFSF AG BK BX 2594720000 Anschlussblock für 2 Stromschienen (z.B. DC+ DC-)	Schraubbefestigung oder Lötverbindung zur PCB 2 Pole IEC 61984: III/2 1000V – 160A
	PB-FEED 160 50/02RF AG BK BX 2594950000 Stromschienenverbinder für Einspeisung – Gerätemodulbreite 50 mm	2 Pole IEC 61984: III/2 1000V – 160A UL508: 600V/160A IP 20 im gesteckten Zustand
	PB-FEED 160 100/02RF AG BK BX 2595180000 Stromschienenverbinder für Einspeisung – Gerätemodulbreite 100 mm	2 Pole IEC 61984: III/2 1000V – 160A UL508: 600V/160A IP 20 im gesteckten Zustand
	PB-LINK 160 50/02RF AG BK BX 2595540000 Stromschienenverbinder für Achsmodule – Gerätemodulbreite 50 mm	2 Pole IEC 61984: III/2 1000V – 160A UL508: 600V/160A IP 20 im gesteckten Zustand
	PB-LINK 160 100/02RF AG BK BX 2594960000 Stromschienenverbinder für Achsmodule – Gerätemodulbreite 100 mm	2 Pole IEC 61984: III/2 1000V – 160A UL508: 600V/160A IP 20 im gesteckten Zustand
Stromschienenverbinder PB-LINK, PB-FED, weitere individuelle Längen auf Anfrage		
	PB-ENDCAP 160 02RF BK BX 2594970000 Isolationskappe	IP 20 im gesteckten Zustand

Erfahren Sie mehr über unsere Verbindungslösungen für Ihre Leistungselektronik unter:
www.power-electronics-connectors.com

Informationen und Best Practices zur Umsetzung Ihrer Projekte

Als Experte für Geräteanschlusstechnik teilen wir unsere Expertise gerne. Informieren Sie sich auch in unseren anderen Whitepapers unter anderem zu folgenden Themen:

- PUSH IN-Anschlusstechnologie
- Geräteauslegung nach UL 600
- Auslegung von Anschlusstechnik und Leiterplatte bei Motorsteuerungen
- Integration von Geräteanschlusstechnik in den SMT-Prozess

www.weidmueller.de/whitepaper

Weiterführende Informationen zum OMNIMATE®-Produktspektrum, zu den zugehörigen Design-In-Services sowie eine applikationsorientierte Produktauswahlhilfe finden Sie unter:

www.weidmueller.de/omnimate

René Arntzen

Autor des Whitepapers

René Arntzen (geb. 1985) begann seine Laufbahn nach Abschluss des Wirtschaftsingenieursstudiums als Produktmanager bei der Weidmüller Gruppe. Seit 2011 verantwortet er die Produktfamilie der Leistungssteckverbinder für Gerätehersteller. Vor seinem Studium absolvierte er eine Berufsausbildung zum Elektromaschinenbauer und arbeitete auch während seines Studiums in der Elektroinstandhaltung. Hierbei konnte er praktische Erfahrungen in der Anwendung von elektrischer Verbindungstechnik sammeln und vertiefen.



Kontakt: PCB.components@weidmueller.com

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 26
32758 Detmold, Germany
T +49 5231 14-0
F +49 5231 14-292083
www.weidmueller.de

Persönlichen Support
finden Sie im Internet unter:
www.weidmueller.de/kontakt