

Bedarfsgerechte Regelung mit Frequenzumrichtern

Richtige Auswahl spart Energiekosten im Bereich der Klima-/Kältetechnik und garantiert zuverlässigen Anlagenbetrieb

Alexander Heide, Technischer Fachwirt (IHK)



Axialventilator, eingesetzt z.B. in Kälteanlagen oder in der Gebäudebelüftung
Werkfoto: Ziehl-Abegg

GRUNDLEGENDE FUNKTIONSWEISE

Frequenzumrichter werden üblicherweise mit 1~ oder 3~ Wechselstrom versorgt. Die Versorgungsspannung wird über einen Gleichrichter in Gleichspannung gewandelt und in einem so genannten Spannungszwischenkreis gespeichert. Je nach Bedarf wird aus dem Spannungszwischenkreis Energie entnommen und über einen Wechselrichter an angeschlossene Motoren bzw. Antriebe abgegeben. Die Dosierung der abgegebenen Energie erfolgt über eine im Frequenzumrichter integrierte Regelung. Zum Beispiel werden Ventilatoren temperaturabhängig über die Auswertung von Temperatur-Sensoren geregelt. Die Frequenzumrichter modulieren die Frequenzen, die den angeschlossenen Motoren zugeführt werden. In einem gewissen Maß erfolgt üblicherweise auch eine Anpassung der Spannung am Ausgang. Verfügbare Frequenzumrichter unterscheiden sich erheblich in ihrer Ausstat-

Die Drehzahlregelung von elektrischen Motoren durch Frequenzumrichter bietet neben dem positiven Effekt in der Energiebilanz auch ein deutliches Plus an Komfort. Die Komfortsteigerung zeigt sich in konstanten Temperaturen und gleichmäßigen Luftraten. Der Einsatz von Frequenzumrichtern rechnet sich durch den geringeren Energiebedarf der Motoren bzw. Ventilatoren in kurzer Zeit. Optimierte Gehäusedesigns bieten weiteres Einsparpotential. Mit dem Erscheinen der neuen EU-Verordnung (Ökodesign zur umweltgerechten Gestaltung von Elektromotoren) wird noch deutlicher, wie wichtig die bedarfsgerechte Regelung von Elektromotoren ist.

So schreibt die Verordnung beispielsweise vor, dass ab dem Jahr 2015 Motoren, die unter der Effizienzklasse IE3 liegen (Motoren der Effizienzklasse IE2), mit einer Drehzahlregelung (Frequenzumrichter) ausgestattet sein müssen. Bei falscher Anwendung bergen Frequenzumrichter Gefahrenquellen für die zu regelnden Motoren. Der folgende Beitrag erläutert die Funktionsweise von Frequenzumrichtern und schlägt sinnvolle Kombinationen mit zu regelnden Antrieben vor.

tung mit Filtertechnik. Die meisten eignen sich aufgrund fehlender Filtertechnik nur für die Regelung von Antrieben, die speziell für Frequenzumrichterbetrieb zugelassen sind. Solche Standard-Frequenzumrichter (z.B. Icontrol von Ziehl-Abegg) werden für Ventilatoren mit Normmotoren z.B. in Klima-Kastengeräten verwendet.

Ein Großteil der in der Lüftungstechnik

verwendeten Ventilatoren wird durch Außenläufermotoren angetrieben. Diese eignen sich bauartbedingt nur sehr eingeschränkt für den Betrieb mit Standard-Frequenzumrichtern. Zur Gewährleistung eines dauerhaften und problemlosen Betriebs dieser Außenläufermotoren empfiehlt sich der Einsatz von Frequenzumrichtern mit integriertem, allpolig wirksamem

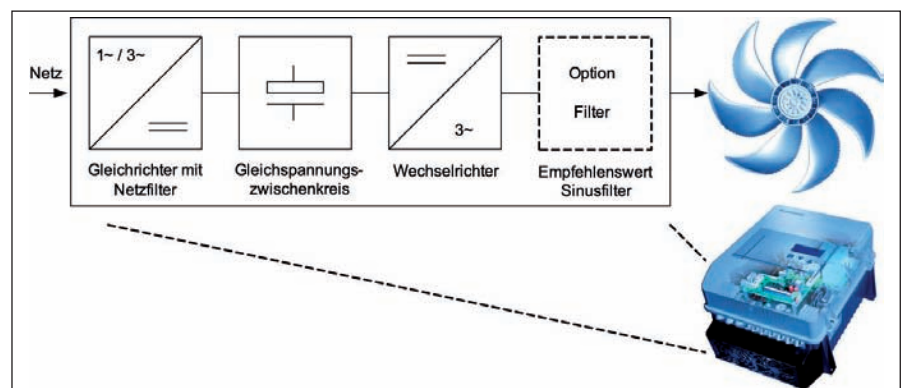


Abb.1: Information zum prinzipiellen Aufbau von Frequenzumrichtern

Sinusfilter. Für Frequenzumrichter mit dieser Filtertechnik (z.B. Fcontrol) gibt es bislang für den HLK-Bereich allerdings kaum Alternativen mit diesen Eigenschaften. Diese sind nun auch mit 1~ Netzversorgung und 1~ Ausgang für Wechselstrommotoren erhältlich.

GEFAHREN FÜR MOTOREN

Das Funktionsprinzip der Frequenzumrichter birgt Gefahren für Motoren, die nicht für FU-Betrieb (Frequenzumrichterbetrieb) geeignet sind. Da der im Frequenzumrichter vorhandene Spannungs-Zwischenkreis in der Regel ein Spannungsniveau von ca. 600V Gleichspannung hat, besteht bei unzureichender Filtertechnik die Gefahr, dass am Ausgang Spannungsspitzen über den Wechselrichter in die Motoren gelangen. Derartige Spannungsspitzen breiten sich wie eine Welle über die Leitung aus und können an Klemmstellen und Leitungen reflektiert werden. Bei weiteren ausgegebenen Spannungsspitzen kann es zu Überlagerungen in den Leitungen kommen. Damit sind die Wicklungen des angeschlossenen Motors potentiell Belastungen bis zu 1200V ausgesetzt. Weitere Reflektionen und Überlagerungen verursachen oftmals noch höhere Belastungen für die Motorwicklung. Es drohen Motorausfälle aufgrund von Wicklungsschäden. Eine weitere Gefahr ist der frühzeitige Verschleiß der in den Motoren eingesetzten Lager. Die Leistungsfähigkeit der in Frequenzumrichtern eingesetzten Elektronikbauteile wurde in den letzten Jahren stark verbessert.

Dies gilt insbesondere für die so genannten IGBT-Module, welche für die Generierung der Ausgangsspannung verantwortlich sind. Die ausgegebene Ausgangsspannung (Frequenzblöcke) setzt sich wiederum aus vielen einzelnen PWM-Blöcken zusammen.

Dies bewirkt unterschiedliche Spannungspotentiale im drehenden und im stehenden Teil des Motors. Hierdurch werden so genannte parasitäre Motorkapazitäten eingekoppelt, die sich über die metallischen, leitfähigen Motorlager ausgleichen. Ein frühzeitiger Verschleiß der Motorlager durch Lagerströme ist die Folge.

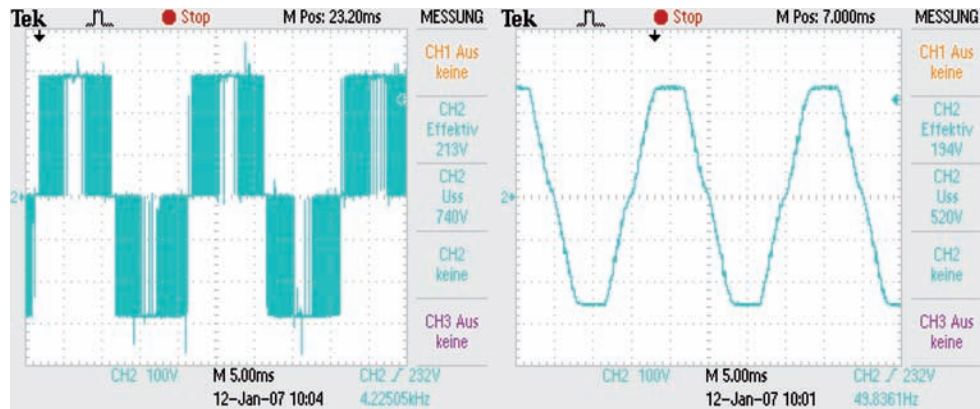


Abb.2 links: Ausgang eines Standard-Frequenzumrichters. Die eckigen Frequenzblöcke sind hier aus einzelnen PWM Blöcken (Puls Weiten Moduliert) zusammengesetzt.

Abb.2 rechts: Die Kurve zeigt den sinusförmigen Ausgang des Frequenzumrichters Fcontrol. Dieser ist mit einem allpolig wirksamen Sinusfilter ausgestattet.

Weitergehende Informationen dazu finden sich in der europäischen Norm DIN IEC/TS 60037-17 für drehende elektrische Maschinen. Hier wird unter anderem die Beanspruchung des Motoren-Wicklungsystems durch Spannungsspitzen und die Gefahr von Lagerströmen durch kapazitiv eingekoppelte Spannung beschrieben. Frequenzumrichter, die keinen sinus-

förmigen Ausgang haben, werden mit den anzusteuern Motoren in aller Regel über geschirmte Motorleitungen verbunden. Diese sind aufgrund der PWM-Ausgangsspannung notwendig, um die Anforderungen der EMV einzuhalten. Die im Frequenzumrichter eingesetzte Filtertechnik wirkt sich auf die EMV des Frequenzumrichters und zusätzlich auf die Belastung des elektrischen Versorgungsnetzes aus. Hier haben die Netzfilter im Frequenzumrichter-Eingang entsprechenden Einfluss. Frequenzumrichter mit allpolig wirksamen Sinusfilter verfügen über eine Ausgangsspannung in Netzqualität und benötigen keine geschirmten Motorleitungen zum Erreichen der geforderten EMV. Dies stellt vor allem bei bereits installierten Systemen einen Vorteil dar, da keine Nachrüstung mit geschirmten Leitungen notwendig ist. Das bestehende Leitungsnetz kann weiter verwendet werden. Kosten für Verkabelungen mit geschirmten Leitungen entfallen.



Abb.3: Frequenzumrichter Icontrol für IEC-Normmotoren.

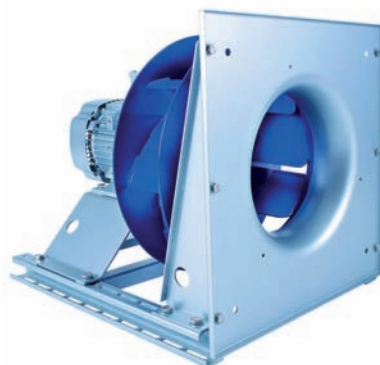


Abb.4: Einbauventilator für Klima-Kastengeräte mit IEC-Normmotoren.

FREQUENZUMRICHTER UND VENTILATOR RICHTIG ZUORDNEN

Ob Frequenzumrichter Motoren gefährden, hängt von der im Frequenzumrichter integrierten Filtertechnik und vom Isolierstoffsystem des Motors ab.

Des Weiteren können Motoren auch mit isolierten Lagern ausgestattet sein, wodurch beispielsweise Lagerströme sicher verhindert werden. Neben dem Schutz des Motors hat die FU-Filtertechnik Einfluss auf

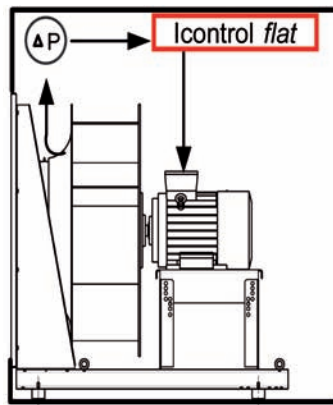


Abb. 5: Frequenzumrichter Icontrol flat in extra flachem Design (links). Er kann direkt beim Ventilator in Lüftungsgeräten untergebracht werden (rechts).

die EMV sowie auf Netzurückwirkungen. In der Regel eignen sich IEC-Normmotoren für den Betrieb an Standard-Frequenzumrichtern. Im Zweifelsfall empfiehlt es sich, Rücksprache mit dem Motorenhersteller zu halten. In der Lüftungs- und Klimatechnik werden IEC-Normmotoren als Antrieb für Ventilatoren genutzt. Die Ventilatoren sorgen in Klima-Kastengeräten für die zentrale Be- oder Entlüftung von Gebäuden. Bei diesen Anwendungen ist der Frequenzumrichter in räumlicher Nähe zum Ventilator verbaut.

Üblicherweise wird an einem Frequenzumrichter nur ein Ventilator betrieben – alles Anforderungen, die für den Einsatz der Frequenzumrichter Icontrol ohne integrierten Sinusfilter sprechen. Diese erfüllen bereits die strengen Störaussendungsvorgaben für den Wohnbereich (EMV für Normspannungen 230/400V nach DIN IEC 60038 / Störaussendung gemäß EN 61000-6-3 Wohnbereich).

KOSTEN SPAREN MIT DEM RICHTIGEN GEHÄUSEDESIGN

Überwiegend werden Frequenzumrichter in der Schutzart IP20 angeboten. Daher ist meist der Einbau in Schaltschränken notwendig. Aufgrund der höheren Wärmelast im Schaltschrank müssen diese mit relativ großem Aufwand klimatisiert werden. Dagegen können Frequenzumrichter in der Schutzart IP54 ohne Schaltschrank montiert werden. Zusätzlich können Peripherieteile wie Hauptschalter, Sicherungen etc. in einem kleineren Schaltkasten untergebracht werden.

Die kleinere Dimensionierung des Schaltkastens und der Wegfall der Klimatisierung stellen einen eindeutigen Kostenvorteil dar. Abb.3 zeigt den Frequenzumrichter Icontrol, ausgeführt in Schutzart IP54, welche den Einsatz im Freien ermöglicht.

Eine Besonderheit ist der Icontrol flat, ein Frequenzumrichter in extra flachem Design, Abb.5.

Dieser erlaubt eine platzsparende Montage und kann in Lüftungsmodulen oder Klima-Kastengeräten direkt beim Ventilator verbaut werden. Der vom Ventilator erzeugte Luftstrom sorgt dabei für die Kühlung des Frequenzumrichters, der ebenfalls die Schutzart IP54 erfüllt.

SCHNELLE UND EINFACHE INSTALLATION

Die beschriebenen Frequenzumrichter sind mit einer integrierten Regelung ausgestattet. Für Anwendungen in der Klimatechnik gibt es bereits voreingestellte Betriebsmodi. Damit kann die Regelung z.B. bzgl. Luftdruck, Luftvolumenstrom oder Temperatur einfach ausgewählt werden.

Durch die einfach aktivierbaren Betriebsmodi kann die Inbetriebnahme unkompliziert und schnell erfolgen und spart bei der Installation Kosten. Für die einfache Kommunikation mit dem Benutzer sorgt entweder ein bereits im Gerät eingebautes Display mit Klartextanzeige; alternativ kann ein separates Display angeschlossen werden, Abb.6 und 7.

ZUVERLÄSSIGER ANLAGENBETRIEB DURCH INTEGRIERTEN, ALLPOLIG WIRKSAMEN SINUSFILTER

Bisher wurde auf die Kombination von IEC-Normmotoren mit Frequenzumrichtern eingegangen, wobei vorausgesetzt wurde, dass die Motoren für den FU-Betrieb geeignet sind. Welche Möglichkeiten gibt es nun für die Regelung von Motoren, die nicht für den Frequenzumrichter-Betrieb zugelassen sind? Diese Frage stellt sich beispielsweise bei einer Sanierung, wenn eine Regelung für vorhandene Motoren nachgerüstet wird.

In der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik sind Ventilatoren mit Außenläufermotoren weit verbreitet. Sie werden in Kälteanlagen, Lüftungsboxen und in Dachventilatoren verbaut. Außenläufermotoren werden aufgrund ihrer kompakten Bauweise von vielen Herstellern als Antrieb für Ihre Ventilatoren verwendet. Die Besonderheit der Motoren liegt darin, dass sich anstelle einer Welle fast das komplette Gehäuse dreht. Am rotierenden Teil des



Abb.6: Externes Display für die Inbetriebnahme von Frequenzumrichtern ohne integriertes Display.



Abb.7: Externes Display zur Bedienung oder Überwachung von bis zu 30 Frequenzumrichtern.

Motors sind die Ventilatorflügel oder das Ventilatorlaufrad angebracht. Meist sind diese Motoren nur sehr eingeschränkt für einen Umrichterbetrieb zugelassen. Üblicherweise werden hierbei Frequenzumrichter nur dann zugelassen, wenn sie mit einem externen oder internen Sinusfilter ausgestattet sind.

EINSATZBEREICHE VON FREQUENZUMRICHTERN MIT SINUSFILTER

Für Motoren, die nicht für den FU-Betrieb zugelassen sind, oder bei bestehenden Anlagen, in denen das installierte, ungeschirmte Leitungsnetz genutzt werden soll, gibt es Frequenzumrichter mit integriertem, allpolig wirksamem Sinusfilter.



Abb.8: Typisches Motor-Lüfterrad (Radialventilator), Verwendung in Dachventilatoren, Lüftungsboxen etc.

Weitere Anwendungen sind Installationen, bei denen der Frequenzumrichter sehr weit vom Motor entfernt, oder der Parallelbetrieb mehrerer Motoren bzw. Ventilatoren gefordert ist.

Auch hier empfiehlt sich ein Frequenzumrichter mit allpolig wirksamem Sinusfilter, damit Spannungsreflexionen auf den Leitungen ausgeschlossen und die Wicklungen nicht gefährdet werden. Auch die Gefahr von Lagerströmen ist hierbei ausgeschlossen. Der Frequenzumrichter Fcontrol verfügt über integrierte allpolige Sinusfilter. Diese Filter wirken sowohl zwischen den ausgegebenen Phasen als auch gegen Erde. Die ausgegebene Spannung ist sinusförmig und stellt keine Gefahr für die angeschlossenen Motoren dar, siehe auch Abb.1 und Abb.2. Die meisten Sinusfilter wirken zwischen den Phasen, jedoch nicht gegen Erde. Die Gefahr der frühzeitigen

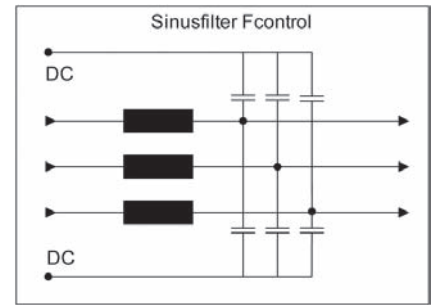
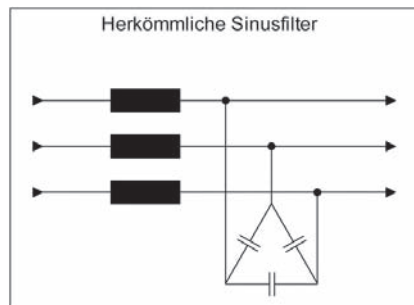


Abb.9: Filter für Frequenzumrichter: Beide Varianten werden am Markt als Zubehör zu Standard-Frequenzumrichtern angeboten.

Abnutzung der Motorlager besteht hierbei weiterhin. Sinusfilter mit Anbindung an den Frequenzumrichter-Zwischenkreis wirken „allpolig“, also auch gegen Erde und verhindern so zuverlässig Lagerströme, welche einen vorzeitigen Verschleiß der Motorenlager bewirken. Die Besonderheit beim Frequenzumrichter Fcontrol ist, dass der allpolig wirksame Sinusfilter bereits im Gerät integriert ist.

VORTEILE BEI KOMBINATION DES FREQUENZUMRICHTERS MIT ALLPOLIG WIRKSAMEN SINUSFILTERN

- ▶ Geschirmte Motorleitungen sind nicht erforderlich
- ▶ Keine elektromagnetischen Geräusche an den Motoren
- ▶ Die Leitungslänge zu den Motoren ist durch den Frequenzumrichter nicht beschränkt
- ▶ Spannungsversorgung der Motoren in Netzqualität, deshalb keine Einschränkung der Lebensdauer

- ▶ Keine Gefährdung der Motorwicklung durch Spannungsspitzen
- ▶ Keine Gefährdung der Motorlager durch Lagerströme

Einfache Nachrüstung in bestehenden Anlagen, da ungeschirmte Leitungen verwendbar sind.

Alle Frequenzumrichter müssen die strengen EMV Vorgaben für Normspannungen 230/400V nach DIN IEC 60038 / Störausendung gemäß EN 61000-6-3 Wohnbereich erfüllen. Die Ausführung in Schutzart IP54 ermöglicht auch hier eine Installation ohne kostenaufwändigen Schaltschrank. Die schnelle Inbetriebnahme ist ebenfalls durch voreingestellte Betriebsmodi garantiert und ein Klartextdisplay kann integriert oder extern angeschlossen werden.

ENERGIE SPAREN DURCH NACHRÜSTUNG VON FREQUENZUMRICHTERN

Bisher wurde hauptsächlich die Regelung von Ventilatoren betrachtet. Es gibt in der

Abb.10: **Auswahlhilfe**

Ausführung des Frequenzumrichters	Einsatzbedingungen
Standardfrequenzumrichter ohne integrierten, allpoligen Sinusfilter (z. B. Frequenzumrichter Icontrol):	<ul style="list-style-type: none"> - Regelung von Ventilatoren mit IEC-Normmotoren, die FU-tauglich sind - Regelung von Pumpen, deren Motor FU-tauglich ist - Verwendung geschirmter Motorleitungen - Begrenzte Leitungslänge - Parallelbetrieb mehrerer Motoren kritisch, üblicherweise ist einem FU ein Motor zugeordnet
Frequenzumrichter mit integriertem, allpolig wirksamem Sinusfilter (z. B. Frequenzumrichter Fcontrol):	<ul style="list-style-type: none"> - Regelung von Ventilatoren, Pumpen und Kompressoren, deren Motoren nicht FU-tauglich sein müssen - Keine geschirmten Motorleitungen notwendig - Leitungslänge unbegrenzt - Parallelbetrieb mehrerer Motoren problemlos möglich (Bei Kompressoren unüblich) - Besonders leiser Betrieb ohne elektromagnetisches Geräusch vom Motor - Ideal für Nachrüstung

Gebäudetechnik aber viele weitere elektrische Antriebe, die Energie benötigen. Eine Nachrüstung dieser Antriebe durch Frequenzumrichter, die eine bedarfsgerechte Regelung ermöglichen, sorgt auch in diesen Anwendungen für Einsparungen. Beispielsweise können Pumpen bedarfsgerecht geregelt werden.

Eine weitere Anwendung ist die stufenlose Regelung von Verdichtern. Bei Kälteanlagen, die Teil einer Gebäudeklimatisierung sind, ist der Verdichter die energieintensivste Komponente. Hier macht es Sinn, nicht mehr nur ein- und auszuschalten, sondern stufenlos und bedarfsgerecht zu regeln. Auch bei diesen Anwendungen ist der integrierte und motorschonende Sinusfilter wichtig.

Im Zweifelsfall ist aber wiederum mit dem Hersteller der jeweiligen Komponente zu klären, ob der Antrieb für die Kombination mit einem Standard-Frequenzumrichter ohne Sinusfilter zugelassen ist, oder ob ein Sinusfilter verwendet werden sollte. Die Investition eines Frequenzumrichters rechnet sich dabei in jedem Fall. Bei einer Betriebszeit von 10 Jahren und einem gleichbleibenden Energiekostenniveau können Energieeinsparungen in der vierfachen Höhe des Anschaffungspreises erzielt werden. In der VDI-Richtlinie 6014 vom Januar 2008 werden neben den Energiespar-Möglichkeiten durch Frequenzumrichter auch die Drehzahlregelung durch Spannungssteuerung und der Einsatz elektronisch kommutierter Motoren (EC-Technik) behandelt.

FAZIT

Unabhängig davon, ob Frequenzumrichter von Beginn an in einer Anlage eingeplant sind oder zu einem späteren Zeitpunkt nachgerüstet werden, bieten sie großes Einsparpotential. In der Auswahlhilfe-Tabelle, Abb.10, werden die beiden beschriebenen Frequenzumrichter-Ausführungen und die möglichen Anwendungsfälle gegenübergestellt.

*Autor: Alexander Heide,
Technischer Fachwirt (IHK)
Ziehl Abegg, Künzelsau
Fotos / Grafiken: Ziehl Abegg
www.ziehl-abegg.de*

Neues Anschlusssystem für alle Netzwerk - Applikationen in der Gebäudeautomation

Ein neues, nach Cat. 6A - Standard zertifiziertes Anschlusssystem für vielfältige Applikationsanwendungen befindet sich nun auf dem Markt:

Seine Vorteile sind die hohe Systemfähigkeit und die Integrationsmöglichkeit in zahlreiche bestehende Applikationen. Der Bedarf an hohen Datenübertragungsmengen ist heutzutage enorm. Das gilt für öffentliche Gebäude und Bürokomplexe, aber auch für private Immobilien und Liegenschaften.

Eine vorausschauende, intelligente Gebäudeverkabelung für die unterschiedlichsten Nutzungen hat bei den Bewohnern einen ähnlich hohen Stellen-



C6A modul und C6A modul Keystone 180°

wert wie grundlegende Haus- und Gebäudeleittechnik. Eigentümern hilft sie, die Investitionen über Jahre hinweg zu sichern sowie Aufbau- und Wartungskosten zu minimieren. Als Leitfaden für die Planung und Umsetzung von Verkabelungssystemen gelten die nationalen und internationalen Normen, die allerdings nur eine Grundlage darstellen. Wichtig für eine zukunftsfähige, strukturierte Gebäudeverkabelung sind durchgängige, international standardisierte und leistungsstarke Netzwerkkomponenten – wie das neue Anschlusssystem C6AModul von BTR NETCOM. Es überzeugt mit seiner extrem hohen Systemfähigkeit: Die Neuentwicklung in den beiden Einbauvarianten „Modul“ und „Keystone“ ermöglicht einen vielfältigen Einsatz in den bereits bestehenden E-DATmodul-

und Keystone-Applikationen. Darüber hinaus baut die Herstellerfirma auch auf die Durchgängigkeit des Systems: METZ CONNECT bietet Komponenten zwischen dem Server und dem Endgerät an, wie z.B. Patchkabel, Patchfeld, Installationskabel oder Anschlussdosen, die als ganzheitliches System aufgebaut werden können. Weitere Vorteile sind die hohe Leistungsfähigkeit durch Erfüllung des Cat.6A / Klasse EA-Standards nach ISO/IEC 11801 Ed.2.2 (FDAM) für anspruchsvolle Anwendungen im Bereich bis zu 500 MHz Bandbreite bzw. 10 GBit Ethernet sowie die einfache, schnelle und dadurch kostengünstige Montage ohne Spezialwerkzeug. Gleichzeitig kann das neue Modul aufgrund der drei Kabelzuführungsvarianten (90°, 180° und 270°) auch bei geringen Platzverhältnissen optimal eingesetzt werden. Die hochwertige Produktqualität wird durch das robuste Zink-Druckgussgehäuse zusätzlich verstärkt. Das C6Amodul verfügt darüber hinaus über einen 360°-Schirmanschluss, außerdem ist der Anschluss von Patch- und Installationskabel mit Adergrößen AWG 26/7 – AWG 22/7 (mehrdrahtig) und AWG 24/1 – AWG 22/1 (eindrahtig) möglich. Das Gehäuse ist per Hand ohne Kraftaufwand verschließbar. Durch das Schließen wird eine sichere und dauerhafte Kontaktierung in den Schneidkontakten gewährleistet. Die Zugentlastung per Rastclip direkt am Ladestück sowie ein intelligentes Kabelmanagement im Ladestück für paargeschirmte Leitungen runden das hochwertige Anschlusssystem ab. Optional ist für das C6A modul eine Staubschutzklappe erhältlich. Weitere Lösungen für strukturierte Verkabelungen sind im Sortimentsbereich „P|Cabling“ erhältlich.

BTR NETCOM
78176 Blumberg, Tel.: 0 77 02 / 533-0
www.btr-netcom.com

Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



innovatools

Werkzeuge für den Erfolg

Fach.**Journal**

Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung

[Hier mehr erfahren](#)



innovapress

*Innovationen publik machen
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne