

DC INDUSTRIE

Mit Gleichstrom zu mehr Nachhaltigkeit
in der Automobilproduktion

30 | Versuchsanlage zeigt:
DC lohnt sich

34 | Nachgefragt
Erste Weichen für Gleichstrom sind gestellt

38 | Anforderungen an moderne DC-Energiezähler
Lösungen für den Technologiewandel

41 | Vorladestationen für industrielle Gleichstromnetze
Stromspitzen vermeiden

Bild: Phoenix Contact Deutschland GmbH

DC statt AC

Die Senkung des Energieverbrauchs unter verstärkter Einbindung regenerativer Quellen ist heute ein Hauptaugenmerk der deutschen Industrie. Ein Weg, dieses Ziel zu erreichen, ist die Etablierung von DC-Versorgungsnetzen für Fabriken. Im nachfolgenden Innovations-Special beleuchten wir die Perspektiven, die die Gleichstrom-Technologie für die Industrie bietet und wie dadurch ein Mehr an Klimaschutz erreicht werden kann.



Jürgen Wirtz, Chefredakteur SCHALTSCHRANKBAU

Laut Statistischem Bundesamt wurden 2022 von der Industrie in Deutschland 3.562 Petajoule Energie verbraucht. Ein Petajoule entspricht einer Billionen Joule – also eine beträchtliche Menge. Mit 89 Prozent wurde der größte Teil davon energetisch, also für die Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Die gute Nachricht: Es waren 9,1 Prozent weniger Energie als im Jahr 2021.

Im Bemühen darum, den Bedarf weiter zu reduzieren, erneuerbare Energiequellen bevorzugt zu nutzen und gleichzeitig die Versorgungssicherheit der Industriebetriebe zu gewährleisten, wurde im Jahr 2016 das Forschungsprojekt DC-Industrie (und später das Folgeprojekt DC-Industrie2) gegründet. Nach sieben Jahren Arbeit wurden Ende März 2023 die Ergebnisse präsentiert. Es war den insgesamt mehr als 80 Teilnehmenden gelungen, ein offenes, herstellerunabhängiges und nachhaltiges elektrisches Gleichstromnetz zu entwickeln, das im Vergleich zu Wechselstrom bis zu 20 Prozent Energie einsparen und den Kupferverbrauch in den Leitungen um die Hälfte reduzieren soll.

„In einem Gleichstromsystem lassen sich Leistungsbedarf und -angebot im Vergleich zum Wechselstromnetz leichter ausbalancieren“, betont Dr. Hartwig Stammberger, Koordinator des Projekts DC-Industrie2. Ein weiterer Vorteil: Die elektrische Installation in den Fabriken muss nicht mehr auf kurzzeitig auftretende Lastspitzen ausgelegt werden. „Bremsenergie, wie sie zum Beispiel bei Robotern und Hubantrieben auftritt, wird komplett wiederverwertet. Zugleich sorgen die einfach anschließbaren Speicher für genügend Energie, um bei einem auftretenden Ausfall des Versorgungsnetzes den Produktionsausfall auf die tatsächliche Ausfallzeit zu beschränken.“ Fortgeführt wird die Arbeit nun von der im November 2022 gegründeten Open Direct Current Alliance (ODCA), die aktuell 62 Mitglieder umfasst.

Dass solche Netze funktionieren, zeigt auch die im September 2023 in Betrieb genommene Next-Factory der Firma Schaltbau in Velden bei Landshut als weltweit erste Gleichstromfabrik. Die auf dem Fabrikdach installierte Photovoltaik-Anlage produziert rund 1,6MWh pro Jahr an Energie. Der gewonnene

Strom wird über ein Gleichstromnetz direkt in den Betrieb eingespeist, ohne dass er – wie sonst üblich – in Wechselstrom umgewandelt wird. Allein dadurch würden jährlich bis zu 15 Prozent Energie eingespart. In Verbindung mit einem intelligenten Energiemanagement sowie Batterie- und thermischen Speichern sinken die Energiekosten der Next-Factory jährlich um 35 Prozent. Zudem ist die neue Produktionsstätte gänzlich elektrifiziert und produziert CO2-neutral.

Die nachfolgenden Seiten skizzieren unter anderem die Aktivitäten hinsichtlich der Grundlagen für die Gleichstrom-Technologie seit 2016, geben die Meinungen einiger Hauptakteure innerhalb der ODCA wieder und stellen eine bereits realisierte Versuchsanlage für die Automobilproduktion vor.

Viel Spaß bei der Lektüre dieses Specials!

Jürgen Wirtz
jwirtz@tedo-verlag.de

Technologische Roadmap für
DC-Netze in der Industrie

Grundlagen entwickelt, Praxistauglichkeit bewiesen

Mit dem vom BMWi geförderten Gleichstromforschungsprojekt DC-Industrie begannen im Jahr 2016 zunächst 27 Partner aus Industrie und Forschung damit, theoretische Grundlagen für mehr Energieeffizienz in der industriellen Fertigung zu erarbeiten. Über das mittlerweile ebenfalls abgeschlossene Nachfolgeprojekt DC-Industrie2 mit 39 Partnern und die im November 2022 gegründete Open Direct Current Alliance (ODCA) – der aktuell 62 Unternehmen und Forschungsinstitutionen angehören – nimmt das Vorhaben immer konkretere Formen an.

Die Notwendigkeit, den Weg zu einer Gleichstromversorgung der Industrie einzuschlagen, beruht im Wesentlichen auf zwei Gegebenheiten: Einmal bedingt der fortschreitende Klimawandel dringende Effizienzanstrengungen hin zu einer CO₂-neutralen Produktion. Ferner müssen die zunehmend dezentral vorhandenen, auf regenerativen Quellen basierenden Energieerzeuger in das Versorgungsnetz einer Fabrik integriert werden. Im öffentlichen AC-Netz kam es in der Vergangenheit immer wieder zu Spannungseinbrüchen und kurzzeitigen Stromausfällen. Gepaart mit Energiespeichern, so dass an den Projekten maßgeblich beteiligte Fraunhofer IPA, entstehe mithilfe der DC-Technologie eine temporäre und partielle Entkopplung vom Versorgungsnetz, sodass Störungen durch die Schwankungen der volatilen Energieerzeugung sowie Qualitätsverluste

des öffentlichen Netzes nicht die Produktion belasten.

Das von den Projektpartnern entwickelte DC-Smart-Grid gewährleistet die Integration beliebiger Erzeuger, Speicher und Verbraucher in das Versorgungsnetz einer Fabrik. Wandlungsverluste werden durch die Nutzung von Gleichstrom reduziert, der direkte Energieaustausch der Teilnehmer innerhalb des Netzes ermöglicht. Hinzu kommt, dass der Installationsaufwand eines DC-Netzes im Vergleich zu einem AC-Netz deutlich geringer und daher kostengünstiger ist.

Wichtig war es, eine gemeinsame Sprache zwischen Komponentenherstellern, industriellen Netzbetreibern und Dienstleistern zu implementieren, um die Offenheit des Systemkonzepts sicherzustellen. Dass dies gelungen

ist, dafür stehen eine Reihe von Modellierungen und die weltweit erste von der Firma Schaltbau in Velden bei Landshut realisierte Gleichstromfabrik, die sogenannte Next Factory. Das Fraunhofer IPA weist zudem darauf hin, dass eine Umrüstung von Wechsel- auf Gleichstrom unter gewissen Voraussetzungen (Integration von Energiespeichersystemen, Rückgewinnung von Bewegungsenergie) auch für bereits existierende Produktionshallen lohnend sein kann. Das Forschungsinstitut hat eine Methode entwickelt und umfassend getestet, die die Umrüstung bestehender Maschinen auf Gleichstrombetrieb ermöglicht. Seit dem Frühjahr 2023 wird das Systemkonzept unter Leitung der ODCA weiterentwickelt und global vorangetrieben. Die Pläne umfassen die Ausdehnung auf andere Länder und Sektoren, darunter Privathaushalte und den Einzelhandel. Außerdem wird weiter an Normen und Standards gearbeitet, um die flächendeckende Implementierung dieser Technologie zu unterstützen. ■

Aus der Redaktion



Jürgen Wirtz,
Chefredakteur



Bild 1 | Eine Produktionsanlage im Werk Dingolfing der BMW Group wird über ein DC-Netz versorgt. Ein Erfolgsmodell, nicht nur in der Automobilproduktion: Gleichstromnetze lohnen sich.

Mit Gleichstrom zu mehr Nachhaltigkeit in der Automobilproduktion

Versuchsanlage zeigt: DC lohnt sich

DC-Netze in der Industrie helfen, Energie und Rohstoffe einzusparen und sind ein Baustein auf dem Weg zur Klimaneutralität. Wie Gleichstromtechnologie auch in der Automobilproduktion erfolgreich eingesetzt werden kann, zeigt eine Produktionsanlage im bayerischen Dingolfing – mit Komponenten von Phoenix Contact.

Roboterarme drehen sich, beschleunigen und bremsen vor silberglänzenden Karosserieteilen ab. Auf den ersten Blick sieht hier alles aus wie eine gewöhnliche Produktionslinie in der Automobilindustrie. Doch diese Anlage im Werk Dingolfing der BMW Group ist anders: Sie wird über ein DC-Netz versorgt.

Am Anfang war die Wechselstromversorgung

Im späten 19. Jahrhundert tobte der Stromkrieg zwischen Thomas Alva Edison (DC) und George Westinghouse (AC). Die Frage, die in diesem Wettstreit geklärt werden sollte, war wie die großflächige Versorgung von

Stromnetzen in der Zukunft aussehen wird. Die Wechselspannung hat sich schlussendlich durchgesetzt. Einer der Gründe war, dass zu diesem Zeitpunkt AC-Spannung einfach hoch- und runtertransformiert werden konnte.

Die Vorteile des Gleichstroms

Trotz des Erfolgs der AC-Technik ist die DC-Technik nie in Vergessenheit geraten. Die technologische Entwicklung der Leistungselektronik bietet heute die Möglichkeit, hocheffizienten Gleichstrom preisgünstig nutzbar zu machen.

DC-Netze bieten weitere Vorteile. Die meisten elektronischen Geräte wie PCs oder LED-Beleuchtungen arbeiten an Gleichspannung. Auch Elektroautos werden mit der Energie aus Batterien betrieben, die Energie in Form von Gleichstrom speichern. In der Industrie arbeiten viele Verbraucher mittels Frequenzumrichter an einem Gleichspannungszwischenkreis. Bei all diesen Verbrauchern kann in einem DC-Netz auf die verlustbehaftete AC/DC-Wandlung verzichtet werden. Ebenfalls lassen sich erneuerbare Energie wie die Photovoltaik oder Speichersysteme wie Brennstoffzellen deutlich effizienter in ein Gleichstromnetz einbinden. Durch eine intelligente Steuerung des Leistungsflusses und die Vernetzung der Sektoren aus Verbrauch und Erzeugung lässt sich eine hohe Verfügbarkeit bei gleichzeitiger Versorgungssicherheit sicherstellen. Lösungen für diese Bereiche bietet Phoenix Contact.

Gleichstrom als Schlüsseltechnologie

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung in einer All Electric Society gilt es, erneuerbare Energien effizient zu nutzen sowie Energie- und Materialressourcen bestmöglich zu schonen. Beides bietet die Gleichstromtechnologie. Da weniger Leitungen und ein geringerer Leitungsquerschnitt notwendig sind, um die gleiche Leistung zu übertragen, sparen Gleichstromanwendungen Rohstoffe wie Kupfer ein. „All das sind Vorteile, die den Gleichstrom in industriellen Produktionsanlagen sehr wirtschaftlich werden lassen“, erklärt Dr. Martin Wetter, Executive Vice President Innovation bei Phoenix Contact. Das Familienunternehmen ist genauso wie die BMW Group Mitglied der Open Direct Current Alliance (ODCA) und engagiert sich schon seit Jahren für die Etablierung der Gleichstromtechnik. Als im Jahr 2016 bei BMW der Startschuss fiel, um den Einsatz von Gleichstromtechnologie in einer Pro-

duktionszelle im Werk Dingolfing zu erforschen, konnte Phoenix Contact dank seines Lösungsportfolios schnell unterstützen. „Durch langjährige kooperative Zusammenarbeit steht Phoenix Contact dem Projektteam von BMW mit Produkten und Lösungen für die Planungs- und Projektierungsarbeiten zur Seite. Das bestehende und stetig wachsende DC-Produktportfolio wird gerne angenommen und durch praktische Anwendungen final optimiert“, berichtet Manfred Klotz, Industrie- und Key Account Manager Automotive bei Phoenix Contact.

Von der Theorie in die Praxis

Um eine Gleichstrom-Infrastruktur in einer Produktionsumgebung aufzubauen, muss zunächst das öffentliche AC-Netz in ein DC-Netz umgewandelt werden. Mit den Produkten aus dem Bereich High Power Systems (HPS) von Phoenix Contact gelingt dies denkbar einfach. Dass sich die Module zu einer Gesamtleistung von bis zu 1.5MW anpassen lassen, sorgt für eine hohe Flexibilität. Das Einsatzspektrum der HPS-Module ist darüber hinaus weitaus größer. Die Geräte im 19"-Format binden die verschiedenen



Bild 2 | Der DC-Leistungsschalter Contactron ELR HDC verfügt über eine Vorladefunktion, um insbesondere kapazitive Lasten auf eine gemeinsame Spannung zu heben und so Strom- und Spannungsspitzen während des Schaltvorgangs zu verhindern.

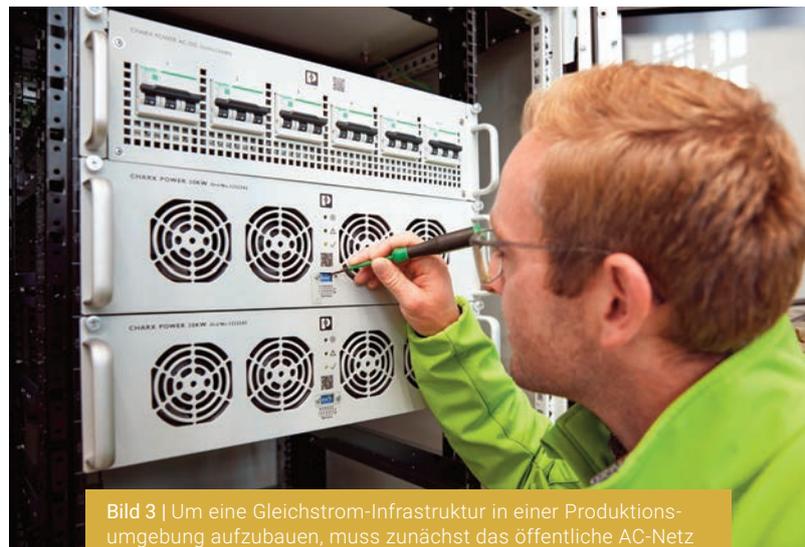


Bild 3 | Um eine Gleichstrom-Infrastruktur in einer Produktionsumgebung aufzubauen, muss zunächst das öffentliche AC-Netz mit Produkten aus dem Bereich High Power Systems in ein DC-Netz umgewandelt werden.

DC-Teilnetze wie die PV-Anlage, Beleuchtung oder die DC-Ladeinfrastruktur an den übergeordneten DC-Bus an. Durch den weiten Ausgangsspannungsbereich von 30 bis 1.000VDC ist es zudem möglich, das gesamte DC-Netz 'langsam' hochzufahren. Die Leistungsparameter der Module sind über die PLC Next Plattform von Phoenix Contact einfach zu parametrieren. Dadurch sollen in Zukunft die einzelnen DC-Sektoren netzdienlich miteinander gekoppelt werden.



Bild 4 | Durch den besonderen technologischen Ansatz des Steckverbinders ArcZero, ist das häufige und sichere Stecken und Ziehen unter Last ohne Lichtbogen in Gleichstromnetzen möglich geworden.

Stromversorgung und Leistungsschalter

Wird eine 24VDC Hilfsversorgungsspannung benötigt, können die DIN-Rail-Stromversorgungen Quint Power der 4. Generation eingesetzt werden. Sie überzeugen durch einen weiten DC-Eingangsbereich, welcher sich von 450 bis 900VDC erstreckt. In der Leistungsklasse von 240 bis 960W lassen sich die individuellen Lasten versorgen. Das Schalten und das Schützen sowie das Vorladen von DC-Sektoren an einer bestehenden DC-Infrastruktur sind technische Herausforderungen, für die Phoenix Contact heute schon die richtige Antwort hat. Der DC-Leistungsschalter Contactron ELR HDC ist genau für diese Anwendungen entwickelt worden. Er verfügt über eine Vorladefunktion, um insbesondere kapazitive Lasten auf eine gemeinsame Spannung zu heben und so Strom- und Spannungsspitzen während des Schaltvorgangs zu verhindern. Weiterhin überwacht das Gerät Spannung und Strom während des Betriebs und

verfügt im Fall von Überstrom über eine dreistufige Abschaltfunktion, bis hin zu sehr schnellen Abschaltzeiten bei Kurzschluss. Der Bediener kann die wesentlichen Parameter bequem per USB-Schnittstelle einstellen. Außerdem bietet der Schalter Netzwerkfähigkeit mit einer IO-Link-Schnittstelle.

Ohne Lichtbogen im Gleichstromnetz

Ein entscheidender Unterschied zwischen Gleich- und Wechselstrom ist der Lichtbogen bei Trennvorgängen unter Last. Bei Wechselstromanwendungen oszillieren Strom und Spannung. Es kommt somit 100-mal in der Sekunde zu Nulldurchgängen mit Polumkehr. In Gleichstromanwendungen ist dies nicht der Fall, sodass ein möglicher Lichtbogen nicht automatisch gelöscht wird. In dieser Netzform sind die Schäden an Kontakten und Gehäusen größer und es besteht ein größeres Risiko für den Bediener. Der ArcZero-Stecker ist der einzige Stecker seiner Art, der den Gleichstromlichtbogen aktiv

löscht. Er arbeitet nicht passiv, z.B. mit Opferkontakten, sondern mittels einer aktiven intelligenten elektronischen Steuerung, was für eine hohe Anzahl an Steckzyklen sorgt. Durch diesen einzigartigen technologischen Ansatz ist das häufige und sichere Stecken und Ziehen unter Last ohne Lichtbogen in Gleichstromnetzen möglich geworden. Die Lösungen von Phoenix Contact sind auch im BMW-Werk in Dingolfing zu finden. Damit leisten die Blomberger Pionierarbeit für den Durchbruch von DC-Netzen. Der Weg geht jedoch noch weiter. Das neue G60-Gebäude in Blomberg soll weitere Weichen für die Zukunft stellen. Es ist die Blaupause für die Produkte von Phoenix Contact für die nächste industrielle Revolution in die Gleichstromwelt.

Gleichstromnetze als Erfolgsmodell

Schon nach 1,5 Jahren Testphase war allen Beteiligten klar, dass die Produktionsanlage in Dingolfing nicht wieder zurückgebaut wird, im Gegenteil: Gleichstromnetze lohnen sich. Die Energieeffizienz konnte im Vergleich zu Wechselstrom-Anlagen gesteigert werden. Der Energieverbrauch ließ sich etwa durch die Ausnutzung der Rekuperationsenergie innerhalb der Robotertestzelle um 8,8 Prozent reduzieren. „Um den Trend der DC-Technik weiter voranzutreiben, bedarf es neben innovativen Produkten einer einheitlichen und weltweiten Standardisierung. Dafür machen sich alle Beteiligten in der ODCA gemeinsam stark,“ sagt Dr. Martin Wetter, der sich aktiv im Vorstand der Organisation engagiert. ■

Tobias Lücke
Technologiemanager
Phoenix Contact Power Supplies

Iris Schaper
Fachredakteurin
Phoenix Contact
www.phoenixcontact.com



**DC
ready**

DC-Microgrids

Höhere Energieeffizienz und Netzqualität durch Gleichstrom Infrastrukturlösungen für DC-Microgrids

- Lösungen für die Energieverteilung und die Überwachung der Energieflüsse
- Sichere Verbindungstechnik für Personen- und Maschinenschutz
- Resistente Lösungen für dezentrale Automatisierungsaufgaben in weit verzweigten, modularen Anlagen

Wir sind DC ready. Sie auch?



Mehr Informationen:
www.weidmueller.de/dc-microgrids

Weidmüller 



Die ersten Weichen für Gleichstrom sind gestellt

Bild: Phoenix Contact GmbH & Co. KG

Nach der Gründung der Open Direct Current Alliance (ODCA) Ende letzten Jahres hat die ZVEI-Arbeitsgruppe ihre Arbeit aufgenommen. Ziel der Allianz ist der weltweite Aufbau eines Gleichstrom-Ökosystems und die anwendungsübergreifende Etablierung der Gleichstrom-Technologie. Die ODCA sieht ihre Aufgabe darin, den Transfer von der Theorie in die Praxis zu schaffen. Die Redaktion hat bei einigen Gründungsmitgliedern nachgefragt, welche Motivation und Ziele sie treiben, sich dabei zu engagieren und DC-Technologielösungen zu entwickeln.

Was war die Motivation, sich als Gründungsmitglied der ODCA zu engagieren? Welche Ziele und Erwartungen haben Sie?

K DR. SUSANNE KRICHEL, LAPP: Eine nachhaltige Energieeffizienz und

der Umstieg auf erneuerbare Energien können nur erfolgreich sein, wenn wir konsequent immer mehr auf Gleichstrom umstellen und Wandlungsverluste vermeiden. Daher haben wir uns sehr frühzeitig mit dem Thema Gleichstrom beschäftigt und waren im Forschungsprojekt DC-Industrie2 geförder-

ter Partner, wo wir die Langzeitstabilität von Isolationsmaterialien für DC-Kabel und DC-Leitungen erforscht haben. Bei der Entwicklung von Kabeln und Leitun-

*Wir brauchen eine
Wende hin
zu Gleichstrom.*

Dr. Susanne Krichel

Leiterin der Forschung und
Vorausentwicklung, Lapp



Bild: U.I. Lapp GmbH

gen für Niederspannungs-Gleichstromnetze für industrielle Anwendungen gehen wir weiter als Pionier voran und sind deshalb außerdem seit Herbst 2022 Gründungsmitglied der Open Direct Current Alliance (ODCA). Bereits jetzt verfügen wir über ein großes Portfolio an gleichstromtauglichen Verbindungslösungen und waren die Ersten, die weltweit ein DC-Portfolio vorgestellt haben.

S DR. LUTZ STEINER, LENZE: Als Anbieter für Automatisierung setzen wir uns für mehr Nachhaltigkeit in der Industrie ein. Dabei ist die Gleichstromtechnologie ein wichtiger Baustein, denn sie führt zur besseren Energieeffizienz - z.B. durch das Vermeiden dezentraler Energieumwandlungen von Wechsel- zu Gleichspannung, wie wir sie heute bei vielen elektrischen Verbrauchern und Frequenzumrichtern vorfinden. Zudem erleichtert sie die Nutzung regenerativer Energien in der Produktion. Als Partner in der ODCA wollen wir die Gleichstromtechnik weltweit mit vorantreiben und die Industrie kosten- und ressourceneffizienter machen.

H DR. CHRISTIAN HELMIG, PHOENIX CONTACT: Phoenix Contact engagiert sich schon seit 2016 im Themenfeld DC. Zuerst im Rahmen der Forschungsprojekte DC-Industrie und dem Nachfolgeprojekt DC-Industrie2 und jetzt natürlich der ODCA unter der Federführung des ZVEI. Wir glauben, dass der Trend hin zu Gleichstromnetzen und die damit verbundenen Vorteile an Einsparungen von Energie und Materialressourcen einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten wird. Auch die Einbindung von regenerativen Energien wird dadurch stark vereinfacht. Alle diese Vorteile hat sich Phoenix Contact mit der Strategie der All Electric Society ohnehin auf die Fahnen geschrieben. Eine solche Herkulesaufgabe des industriellen Wandels geht natürlich nur durch eine enge Zusammenarbeit von Hochschulen, Technologieführern aus der Industrie und Verbänden. Von daher war für uns direkt klar, dass wir nicht nur bei der Gründung der ODCA mitmachen, sondern uns auch im Vorstand und den sechs Arbeitsgruppen mit unseren Experten engagieren. Mit der Gründung der ODCA schaltet die DC-Technologie quasi in einen höheren Gang, um noch mehr Fahrt aufzunehmen und die offensichtlichen Vorteile in reale

*Die Forschung hat gezeigt,
dass Gleichstromnetze
Energie und Rohstoffe
einsparen.*

Dr. Lutz Steiner

Senior Vice President
Innovation, Lenze



Anwendungen und damit eine Wirksamkeit zu überführen.

G RAPHAEL GÖRNER, RITTAL:

Gleichstrom liefert erhebliche Vorteile für die Industrie und für unsere Kunden als Anwender, beispielsweise durch bessere Integration von erneuerbaren Energien in stabilen, offenen Netzen mit weniger Ressourcenverbrauch und Einspeiseleistung. Rittal war daher beim ZVEI schon als Partner in den vorgelagerten Forschungsprojekten DC-Industrie assoziiert. Jetzt, da die All Electric Society aus guten Gründen vorangeht, ist das umso relevanter. Eine Herausforderung, die mit den passenden Technologien und Strategien zur Chance wird. Dazu braucht es nicht nur neue Lösungen der Unternehmen, sondern auch übergreifende Zusammenarbeit und Impulse durch Initiativen wie die ODCA. Seit der Gründung unserer Business Unit Energy & Power Solutions treiben wir beides in Kooperation mit Herstellern, Planern und Anwendern verstärkt voran: innovative Lösungen zur Stromverteilung und neue Standards für Gleichstrom-Anwendungen.

G OLAF GRÜNBERG, WEIDMÜLLER: In der DC-Technologie liegt enormes Potenzial. Mit ihr lässt sich der Energieverbrauch in der Industrie erheblich verringern - ein wichtiger Schritt hin zur klimaneutralen Produktion. Um das Gleichstromökosystem großflächig zu etablieren, engagiert sich Weidmüller als Gründungsmitglied

Bild: Lenze SE



Profitieren Sie vom aufeinander abgestimmten Komplettpaket für die DC 24 V-Steuerungsebene.

Das modulare REX-System passt sich flexibel an Ihre Anwendung an.

Dabei spart es bis zu 60 % Platz im Schaltschrank ein und ist durch eine patentierte Verbindungstechnik einfach zu installieren.

e-t-a.de/schafftplatz

Bild: Phoenix Contact

Mit der Gründung der ODCA schaltet die DC-Technologie quasi in einen höheren Gang.

Dr. Christian Helmig

Vice President Field Device Connectors, Phoenix Contact



im Board und den Working Groups in der ODCA. Nur gemeinsam können wir die

globale elektrische Energieversorgung verbessern und diesen zukunftsweisenden Weg gestalten. Dafür bringen wir unser langjähriges elektrotechnisches Knowhow ein. Um diese Entwicklung schneller voranzutreiben, ist es wichtig, dass sich weitere Mitglieder der ODCA anschließen. Nur so können die Anforderungen aller relevanten Bereiche - von der Energieversorgung bis zum DC-Anlagenbetrieb - abgedeckt werden. Da das Thema global gedacht werden muss, wollen wir zudem die Internationalisierung vorantreiben. Je größer der Markt ist, desto schneller ist die DC-Technologie kosteneffizient. Um dieses Ziel zu erreichen, setzen wir uns zudem für die Einführung weiterer Standards ein.

S HOLGER SCHULTE, WÖHNER: Wöhner hat bereits im Forschungsprojekt DC-Industrie 2 erfolgreich mitgearbeitet und engagiert sich jetzt weiter in der Arbeitsgemeinschaft des ZVEI in der Open Direct Current Alliance. Hier arbeiten wir mit anderen Unternehmen und Hochschulen an der Weiterentwicklung und Integration der Gleichstromtechnik in die Industrie und Infrastruktur. Wöhner war und ist ein Trendsetter

im Markt und wird auch in diesem Bereich Lösungen bereitstellen.

Ändern sich Wahrnehmung und Bewusstsein für Gleichstrom in der Industrie bereits?

K KRICHEL, LAPP: Der Strombedarf für Industrie, Haushalte und Verkehr wird durch die zunehmende Elektrifizierung in den kommenden Jahren weiter ansteigen. Gleichzeitig klettern auch die Energiekosten in die Höhe. So stellt sich immer mehr die Frage, nach höherer Verfügbarkeit von Strom. Die konsequente Umstellung auf Gleichstrom wäre dafür eine gute Option. Wir wollen dabei mit gutem Beispiel vorangehen. Bei der Errichtung unserer neuen Produktionshalle im französischen Forbach wird nicht nur eine Photovoltaikanlage mit einer Fläche von einigen Tausend Quadratmetern errichtet. Gleichzeitig sollen einige Verbraucher mit dem gewonnenen Gleichstrom in einem reinen DC-Netz mit weniger Wandlern und einer höheren Effizienz versorgt werden. Denkbar ist die Beleuchtung mittels LED-Technik, die Errichtung von E-Ladestationen sowie die Versorgung zahlrei-

Die Industrie befasst sich immer intensiver mit den technischen Möglichkeiten.

Raphael Görner

Geschäftsbereichsleiter Energy & Power Solutions, Rittal



Je größer der Markt ist, desto schneller ist die DC-Technologie kosteneffizient.

Olaf Grünberg

Technologieentwickler Elektronik, Weidmüller



cher Antriebe oder Motoren in den Produktionsprozessen. Dafür wird aktuell durch

die Zusammenarbeit etwa mit dem Fraunhofer IPA ein wirtschaftliches Konzept erarbeitet.

S STEINER, LENZE: Die Wahrnehmung und das Bewusstsein für Gleichstrom in der Industrie haben sich signifikant geändert. Angesichts steigender Strompreise stehen die Unternehmen zunehmend unter Kostendruck. Die Forschung hat gezeigt, dass Gleichstromnetze Energie und Rohstoffe einsparen - und genau das wollen und müssen die produzierenden Unternehmen, um im Wettbewerb zu bestehen.

S HARTWIG STAMMBERGER, ODCA: Ganz deutlich: JA. Viele Hersteller sind aktiv dabei, Komponenten für Niederspannungs-DC Anwendungen bereitzustellen. Und auf der Anwenderseite ist es ähnlich. Große Industrieunternehmen fokussieren ihre Aktivitäten rund um die Nachhaltigkeit und Energieeffizienz in der Verteilung elektrischer Energie auf Gleichstrom. Die Vorteile der geringeren Leitungsverluste bei weniger Kupferbedarf in der Energieverteilung durch Umstellung von Drehstrom auf Gleichstrom mit je etwa 50 Prozent Reduzierung sind zu offen-

Bild: Weidmüller GmbH & Co. KG

Bild: Rittal GmbH & Co. KG

Die Vorteile durch Umstellung von Drehstrom auf Gleichstrom sind zu offensichtlich.

Hartwig Stammberger
Chair, ODCA



sichtlich. Es braucht weniger Komponenten, wenn die vielen Komponenten, die bereits heute mit DC arbeiten über ein DC-Netz miteinander verbunden werden. Dadurch entfallen viele Wandlungsstufen von DC zu AC und wieder zurück. Die Energie, die heute beim Bremsen von Motoren oder Hubantrieben in der AC-versorgten Fabrik buchstäblich verheizt wird, wird in einem DC-Verbund komplett genutzt.

H HELMIG, PHOENIX CONTACT: Seit der Gründung der ODCA im Herbst 2022 ist die Anzahl der Mitglieder schon um 50 Prozent gewachsen. Das belegt, glaube ich, das starke Interesse am Markt. Der Ansatz ist natürlich auch nicht nur auf den deutschen Markt beschränkt, so dass wir zunehmend internationale Player in der ODCA begrüßen können. In realen Show Cases bei den Mitgliedsfirmen zeigen wir, dass DC-Netze funktionieren, es inzwischen auch schon viele Produkte mit DC-Fähigkeiten gibt und die Vorteile zum Tragen kommen. Phoenix Contact hat hier z.B. einen Steckverbinder entwickelt, der unter Last gezogen werden kann, ohne dass ein schädigender Lichtbogen den Anwender gefährden kann. In einem

neuen Gebäude haben wir ein DC-Teilnetz projektiert und in die Tat umgesetzt. Dort können wir unsere eigenen Produkte erproben und natürlich auch unseren Kunden den funktionierenden Betrieb des DC-Netzes vorstellen. Hier ist sicherlich jeder gefragt, auch eine Vorbildfunktion einzunehmen. Nur gemeinsam können wir den Technologiewandel aktiv gestalten.

G GÖRNER, RITTAL: Die Industrie befasst sich immer intensiver mit den technischen Möglichkeiten. Dass Stromversorgung und Energiemanagement zukünftig bis an die Grenze des physikalisch Möglichen optimiert werden müssen, liegt auf der Hand. Aus meiner eigenen Erfahrung im Bereich der Hochspannungsnetze schließe ich, dass dieser Prozess im Hinblick auf Gleichstrom trotzdem mehrere Jahre dauern wird. Heute ist bei den Netzen die Hochspannungsgleichstrom-Übertragung nicht mehr wegzudenken - als Ergänzung zum Wechselstromnetz. Ähnlich ist es in der Industrie zu erwarten.

G GRÜNBERG, WEIDMÜLLER: Die Wahrnehmung und das Bewusstsein für Gleichstrom ist in den letzten Monaten stark gewachsen. Dazu haben maßgeblich Forschungsprojekte wie DC-Industrie2, das Vorgängerprojekt der ODCA, beigetragen. Hier konnten die Vorteile und Potentiale des Gleichstroms bereits nachgewiesen werden. Die DC-Technologie steigert die Energie-/Ressourceneffizienz und ermöglicht eine hohe Netzqualität sowie eine zuverlässige und sichere Versorgung zur Produktivitätserhöhung - um nur einige Vorteile und Kennwerte zu nennen.

S SCHULTE, WÖHNER: Für die Integration in der Industrie und anderen Bereichen wird es noch viele Jahre benötigen. Aktuell gibt es nur einige Projekte bei verschiedenen Firmen, die bereits Anlagen oder die Infrastruktur in Werkhallen oder Bürogebäuden realisiert

An der Serienreife von DC-Produkten wird in vielen Unternehmen gearbeitet.

Holger Schulte
Manager Corporate Technology, Wöhner



haben. An der Serienreife von DC-Produkten und dem damit verbundenen großflächigeren Einsatz der DC-Technik wird in vielen Unternehmen gearbeitet. Die Ressourcen- und Energieeinsparung beim Einsatz von Gleichspannung wird den Einsatz allerdings noch befeuern. ■

K Dr. Susanne Krichel
Leiterin der Forschung und Vorausbildung, Lapp

S Dr. Lutz Steiner
Senior Vice President Innovation Lenze

S Hartwig Stammberger
Manager Tech Platform Breaking & Switching, Eaton

H Dr. Christian Helmig
Vice President Field Device Connectors, Phoenix Contact

G Raphael Görner
Geschäftsbereichsleiter Energy & Power Solutions, Rittal

G Olaf Grünberg
Technologieentwickler Elektronik Weidmüller

S Holger Schulte
Manager Corporate Technology Wöhner



Bild 1 | Bidirektionaler DC-Energiezähler DCT1 von Carlo Gavazzi für EV-Ladestationen

Bild: ©Bonsales/©Suttipun/stock.adobe.co/Carlo Gavazzi GmbH

Anforderungen an moderne DC-Energiezähler Lösungen für den **TECHNOLOGIEWANDEL**

Im Rahmen der Energiewende ist es notwendig, die althergebrachte AC-Stromversorgung zu überdenken. Da immer mehr Strom als DC erzeugt, gespeichert und verbraucht wird, liegt es nahe, entsprechende Standards und Komponenten für eine Gleichspannungsversorgung zu entwickeln. So werden neben speziellen Kabeln, Sicherungen, Klemmen, Schaltgeräten und Antriebssystemen auch DC-Messgeräte benötigt, die diesen Anforderungen genügen müssen.

Es geht kein Weg daran vorbei, dass wir die Art und Weise der Energieerzeugung ändern müssen. Sie soll zum einen umweltverträglicher stattfinden und uns zum zweiten möglichst unabhängiger machen vom Import fossiler Energieträger aus dem Ausland. Diese Energiewende erfordert, dass wir die bestehende Energieversorgung überdenken und neue Konzepte und Technologien entwickeln. Ein wesentlicher Bereich der Energieversorgung ist die Versorgung mit elektrischer Energie. Hier steht der

Wechselstrom auf dem Prüfstand, der vor mehr als hundert Jahren den Wettstreit zwischen Gleich- und Wechselstrom gewonnen hat und seither Industrie, Fahrzeuge und Haushalte versorgt.

Weniger Energieverschwendung durch Gleichstrom

Bereits heute werden viele unserer elektrischen Geräte mit Gleichstrom betrieben. Damit wir jedoch unsere Mobiltelefone, Rechner oder LED-Be-

leuchtungen mit Strom versorgen können, verwenden wir AC/DC-Stromwandler, die den Wechselstrom aus dem Netz in Gleichstrom umwandeln. In den Elektro-Fahrzeugen wird über Wechselrichter ebenfalls Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt, damit er in der Batterie gespeichert werden kann. In der Industrie stecken in den Schaltschränken Schaltnetzteile, die für die Versorgung der Schaltgeräte und Industrie-PCs die Wechselspannung aus dem Netz in Gleich-

spannung wandeln. In vielen industriellen Anwendungen speisen Frequenzumrichter und Servoantriebe einen Gleichstrom-Zwischenkreis aus dem Wechselstrom. Im Rahmen der Energiewende werden auf immer mehr Dächern Solaranlagen installiert. Sie produzieren Gleichstrom, der über Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt wird, damit er in das Haushalts- oder das öffentliche Netz eingespeist werden kann. Für jeden dieser Wandlungsprozesse fallen Verluste an. Zur Energiewende gehört es auch, diese sinnlose Verschwendung zu reduzieren, indem man verstärkt auf Gleichstrom setzt und die regenerative Energie vom Dach für Anwendungen direkt nutzt, und zwar ohne Verluste durch Umwandlungsprozesse.

Neue Anforderungen, Standards und Komponenten

Für den Gleichstrom muss nun in kurzer Zeit nachgeholt werden, wofür die Wechselstrom-Verwendung hundert Jahre lang Zeit hatte: die Entwicklung und die Standardisierung von Komponenten. In Deutschland arbeitet die vom ZVEI initiierte Offene Gleichstrom-Allianz (ODCA, Open DC Alliance) an der Aufgabe, einheitliche herstellerunabhängige Vorgaben für

gleichstrom-fähige Produkte zu entwickeln. Denn es werden völlig neue Kabel, Sicherungen, Klemmen, Schaltgeräte, Antriebs- und Messsysteme benötigt, damit die Stromversorgung in Industrie und Gebäuden künftig mehr Gleichstrom nutzen oder sogar komplett auf Gleichstrom umgestellt werden kann. Bisher kennen wir als Messsysteme Wechselstrom- und Drehstromzähler, wie sie in allen Gebäuden für jeden Haushalt installiert sind und, da sie Abrechnungszwecken dienen, der europäischen Messgeräterichtlinie 2004/22/EG MID (Measurement Instruments Directive) entsprechend geeicht sein müssen. Für das Laden von Elektrofahrzeugen muss berücksichtigt werden, dass die Batterien mit Gleichstrom arbeiten. Die normale Ladung der E-Fahrzeuge erfolgt über Wallboxen oder Ladesäulen mit Wechselstrom. Dieser Wechselstrom wird über den im Auto verbauten Gleichrichter in Gleichstrom gewandelt. Für eine kürzere Ladezeit ist eine direkte Schnellladung der Batterie über Gleichstrom möglich. Die dazu nötigen Schnellladesäulen werden als HPC-Ladestationen (High Power Charging) oder Ultra Fast Charger bezeichnet. Damit ein abrechnungsfähiger Ladevorgang möglich ist, sind zuverlässige und genaue Messsysteme notwendig.

Diese DC-Messgeräte müssen folgende Anforderungen abbilden:

- Die DC-Messung der Kilowattstunden, die ohne die Leitungs- und Wandlungsverluste tatsächlich direkt am Fahrzeugstecker geladen werden;
- Der Betrieb in einem breiten Temperaturbereich, da beispielsweise öffentliche Ladesäulen sehr häufig im Freien aufgestellt sind und den Umgebungstemperaturen ausgesetzt sind;
- Die Sicherstellung der Authentizität der übertragenen Daten, da sie zu Abrechnungszwecken genutzt werden;
- Die Vorbereitung der Zähler (Baumusterprüfung) für die Installation an elektrischen Fahrzeugladegeräten, die eine Eichrechtszertifizierung benötigen.

Energiezähler für Schnellladesäulen

Für diesen Einsatzbereich hat Carlo Gavazzi den DC-Energiezähler DCT1 entwickelt. Es handelt sich um ein Messsystem mit DC-Spannungs- und DC-Strommessung mit einer Messwertauflösung von 0,1Wh und einer Datenaktualisierungszeit von ≤ 200 ms für die serielle Kommunikation. Da der Ener-

Wissensvorsprung auf dem Handy.

Jetzt kostenlos App laden

Die ganze Welt der Industrie in einer App. Mit der INA-App erhältst du alle relevanten Neuheiten direkt auf dein Handy. Die App ist komfortabel auf deine Interessen einstellbar: Vorlesen, Push-Nachrichten, Bookmark-Listen.

Jetzt kostenlos downloaden:
tedo.link/ina-app-laden



Bild 2 | Da der Energiezähler einen großen Spannungsmessbereich von 150VDC bis 1.000VDC und einen Maximalstrom bis 300ADC oder bis 600ADC abdeckt, eignet er sich insbesondere für die für Schnelladesäulen typischen DC-Systeme.

giezähler einen großen Spannungsmessbereich von 150VDC bis 1.000VDC und einen Maximalstrom bis 300ADC oder bis 600ADC abdeckt, eignet er sich insbesondere für die für Schnelladesäulen typischen DC-Systeme. Leistungsverluste durch den Kabelwiderstand zwischen dem DC-Zähler und dem Ladepunkt werden über die Vorgabe eines Korrekturwertes ausgeglichen, so dass nur die am Fahrzeugstecker tatsächlich zugeführte Energie gemessen und dem Kunden in Rechnung gestellt wird. Zudem ermöglicht die Temperaturkompensation, dass der Energiezähler in einem sehr breiten Temperaturbereich bis zu einer maximalen Umgebungstemperatur von 70°C eingesetzt werden kann. Die Temperaturkompensation nutzt ein Kalibrierungsverfahren auf der Basis von zwei internen Temperatursensoren und gewährleistet die hohe Genauigkeit des DCT1, die mit Klasse 1 gemäß IEC 62053-41 oder Klasse A gemäß VDE-AR-E 2418-3-100 Anhang A durch das Bewertungszertifikat nachgewiesen ist. Der DCT1 verfügt neben den Anschlüssen für die Strom- und der Spannungsmessung und für die Stromversorgung auch über eine RS485-Schnittstelle mit Modbus RTU oder SML. Er kann über diese Schnittstelle mit der Ladesäulen kommunizieren. Bei speziell vorbereiteten Versionen des DCT1, die eine 256-Bit- oder 384-Bit-Signatur auf Modbus RTU oder eine 384-Bit-Signatur auf SML implementieren, ist die Authentizität der übertragenen Daten gewährleistet. Diese Versionen sind mit einem Bewertungszertifikat ausgestattet. Dieses ermöglicht, dass DC-Ladestationen mit diesen DC-Zählern nach dem deutschen Eichrecht zugelassen werden kön-



nen. Weiterhin entspricht der DCT1 der internationalen Norm über die Genauigkeitsanforderungen für DC-Messgeräte IEC62053-41. Mit der Möglichkeit einer bidirektionalen kWh-Zählung ist der DCT1 auch auf künftige Fahrzeug-zu-Netz-Anwendungen (V2G, Vehicle to Grid) und für die Überwachung des DC-Energieaustausches in DC-Mikronetzen vorbereitet.

Für DC-Industrie und Mikronetze

Hohe Genauigkeit und hohe Messgeschwindigkeit sind nicht nur für das Laden von E-Fahrzeugen ein Kriterium für die Auswahl von Messgeräten, denn es eröffnen sich zunehmend weitere Anwendungsbereiche für DC. In der Industrie kann, wie in den Forschungsprojekten DC-Industrie nachgewiesen wurde, die Verwendung von Gleichstrom ebenfalls erhebliche Effizienzgewinne bringen. Erste Unternehmen starten bereits im Rahmen von Pilotprojekten ihre Produktion mit einem DC-Netz aus, über das sie beispielsweise die Ausbeute ihrer installierten Photovoltaik-Anlagen ohne Wandlungsverluste nutzen können. Messgeräte wie der DCT1 stellen in diesem Zusammenhang Informationen über den Verbrauch unterschiedlicher Bereiche und über die Kostenverteilung bereit. Damit der

DCT1 problemlos in vielfältigen künftigen Szenarien verwendet werden kann, ist er in einem kompakten 92x115x58mm großen Gehäuse untergebracht. Er kann auf DIN-Schienen oder mit zusätzlichen Schraubklemmen an der Rückwand von Gehäusen montiert werden. Der Anschluss der zu messenden Stromleitungen ist horizontal oder vertikal möglich und erfolgt an einem M10-Anschlussbolzen direkt an der Stromschiene oder aber über einen Kabelschuh. Der Anschluss für die Spannungsmessung und die Versorgungsspannung erfolgt über separate Klemmen. Alle Anschlüsse lassen sich verplomben. Konfiguriert wird der DCT1 über Modbus RTU unter Verwendung der UCS-Konfigurationssoftware, die kostenlos zum Download bereitsteht. Zugelassen und zertifiziert ist der DCT1 gemäß cULus und gemäß dem NMI-Bewertungszertifikat für Eichrecht-Zulassung nach IEC 62052-11, IEC 62052-31, IEC 62053-41, VDE-AR-E 2418-3-100 Anhang A. Außerdem ist der DCT1 konform zu WelmeC 7.2.

Fazit

Stromzähler erfassen den Verbrauch unterschiedlicher Lasten zu Abrechnungszwecken. Die gesetzgeberseitigen Anforderungen für die kommerziell genutzte Ladesäulen für Elektrofahrzeuge betreffen die Genauigkeit der Messung – für DC ohne wandlungsbedingte Verluste – in einem sehr breiten Temperaturspektrum sowie die Unverfälschbarkeit der Daten bei der Übertragung. Messgeräte wie der DCT1, die diese Anforderungen nachweislich erfüllt und zusätzlich bidirektional arbeitet, können für alle Anwendungen eingesetzt werden, die im Zuge des Technologiewandels zu DC bereits existieren und die sich derzeit herauskristallisieren. ■

Michael Schultze
Marketing Manager
Carlo Gavazzi GmbH
www.gavazzi.de

Mit Vorladesteuerungen industrielle Gleichstromnetze geregelt hochfahren

STROMSPITZEN vermeiden

Die DC-Technologie bietet großes Potential und wird in der Industrie immer wichtiger. DC-Microgrids ermöglichen eine effiziente und stabile Energieversorgung und die einfache Integration von regenerativen Energien und Speichersystemen – wesentlich für mehr Nachhaltigkeit und Klimaneutralität.

In der Industrie laufen Geräte und Maschinen in der Regel mit Gleichstrom bzw. Direct Current (DC). Die Versorgung und der Transport erfolgen allerdings mithilfe von Wechselstrom bzw. Alternating Current (AC). Die Gleichrichter verursachen beim Umwandeln von Wechsel- auf Gleichstrom hohe Energieverluste. Diese Umwandlungs- sowie die Transportverluste lassen sich jedoch mithilfe zentraler Energiewandlersysteme um bis zu zehn Prozent reduzieren. Die Energieversorgung von Industrieanlagen, die mit Gleichspannung (UN=650V) arbeiten, kann dann direkt mit Gleichstrom erfolgen. Um DC-Netze geregelt und sequenziell hochfahren zu können, hat Weidmüller sogenannte Vorladesteuerungen entwickelt. Sie erlauben es, dass DC-Sektoren und einzelne Verbraucher wie Antriebe, Motoren oder komplexe Lastkreise nacheinander gestartet werden können, damit Stromspitzen bei der Einschaltung vermieden werden. Die Vorladesteuerungen sind in vier verschiedenen Leistungsvarianten verfügbar: TopPCU DC650 40, TopPCU DC650 100, TopPCU DC 500, MaxPCU

Die Vorladesteuerungen von Weidmüller sind in vier verschiedenen Leistungsvarianten sowie mit und ohne optionaler Kommunikationsschnittstelle erhältlich.



DC650 40. Die verschiedenen Modelle unterscheiden sich hinsichtlich des Vorladestroms für DC-Sektoren mit einer Größe von 40A, 100A oder 500A und der Möglichkeit, ein zusätzliches Kommunikationsmodul zu integrieren.

sind für Anschlüsse bis zu 16mm² konzipiert. Tritt ein Fehler beim Hochfahren oder während des Betriebs auf, ist dieser bei jeder Vorladesteuerung über eine LED und einen Relaisausgang erkennbar. Über die Kommunikationsstelle lassen sich zusätzliche Schwellwerte, z.B. für die Symmetrie

des Netzes oder die Kapazität des Sektors,

Bei allen Geräten lassen sich der Betriebsmodus sowie die

Einschaltverzögerung direkt am Gerät einstellen. Über die optionale Kommunikationsschnittstelle sind zudem weitere Einstellungs- und vielfältige Diagnosemöglichkeiten wählbar. Bei der Nutzung der optionalen Kommunikationsschnittstelle lässt sich die Vorladesteuerung passgenau auf die jeweilige Anwendung einstellen. Die MaxPCU-Variante arbeitet im Betriebsmodus als Controller. Die Einschaltverzögerung lässt sich ebenfalls direkt am Gerät einstellen. Alle vier Varianten

setzen und überwachen. Die Vorladesteuerungen sind konform zum Systemkonzept DC-Industrie V3. Sie erfüllen zudem die in dem Konzept definierten Bedingungen, um einen reibungslosen Betrieb mit anderen Geräten zu gewährleisten. ■

Weidmüller GmbH & Co. KG
www.weidmueller.de



wöhner

IDEEN FABRIK

**Aus Ideen die Lösungen entwickeln
für die Elektrotechnik von morgen.**

Systeme für die Energieverteilung bis 2.500 A.
Gleichspannung wie auch Wechselspannung.

ODCA 
direct current by zwei

woehner.com