

Die Versorgung von Smart Grids

## **Bidirektionale DC/DC-Wandler**

Hocheffiziente Wandler dank Digitalsteuerung: 94% Wirkungsgrad trotz galvanischer Trennung

Vielerorts werden derzeit die Möglichkeiten intelligenter Netze – sog. Smart Grids – ausgelotet, die mit Hilfe intelligenter Regelung die Balance zwischen Energiebereitstellung und -verbrauch vor dem Hintergrund der zunehmend dezentralen Energiequellen – etwa aus Solar- und Windanlagen – halten sollen. Dies hat TDK dazu veranlasst, neuartige bidirektionale DC/DC-Wandler zu entwickeln. Diese sollen in kleineren autarken Versorgungsnetzen als Plattform dienen für die Energieumwandlung zwischen dem Netz und angebundene Batteriespeichersystemen oder Gleichstrom-Versorgungssystemen. Durch die Einführung fortschrittlicher Technologien wie digitalen Steuerungen gelang es, eine hocheffiziente, nahtlose Energieumwandlung zu realisieren. Mit der Reihe TDK-Lambda EZA bietet der Konzern nun hocheffiziente DC/DC-Wandler an, die für eine Vielzahl an Applikationen etwa für Energiespeichersysteme in Bürogebäuden oder Gewerbeanlagen ausgelegt sind.

### **Bidirektionaler DC/DC-Wandler als Umsetzer zwischen Gleichstrom-Versorgung und Energiespeichersystemen**

Da elektronische Geräte mit Gleichspannung (DC) arbeiten, wandeln sie die vom Stromnetz gelieferte Wechselspannung (AC) zunächst in Gleichspannung um. Nun geht aber jede Energieumwandlung mit Verlusten einher. Diese Energieverluste ließen sich reduzieren, wenn man auf die eine oder andere Umwandlung verzichten könnte. Daher gibt es Ansätze, die innerhalb von Smart Grids – also etwa innerhalb eines Fabrik- oder Bürogebäudes oder eines Wohnhaus – die konventionelle Wechselspannungsversorgung zumindest teilweise durch eine Gleichspannungsversorgung (DC-System) ersetzen.

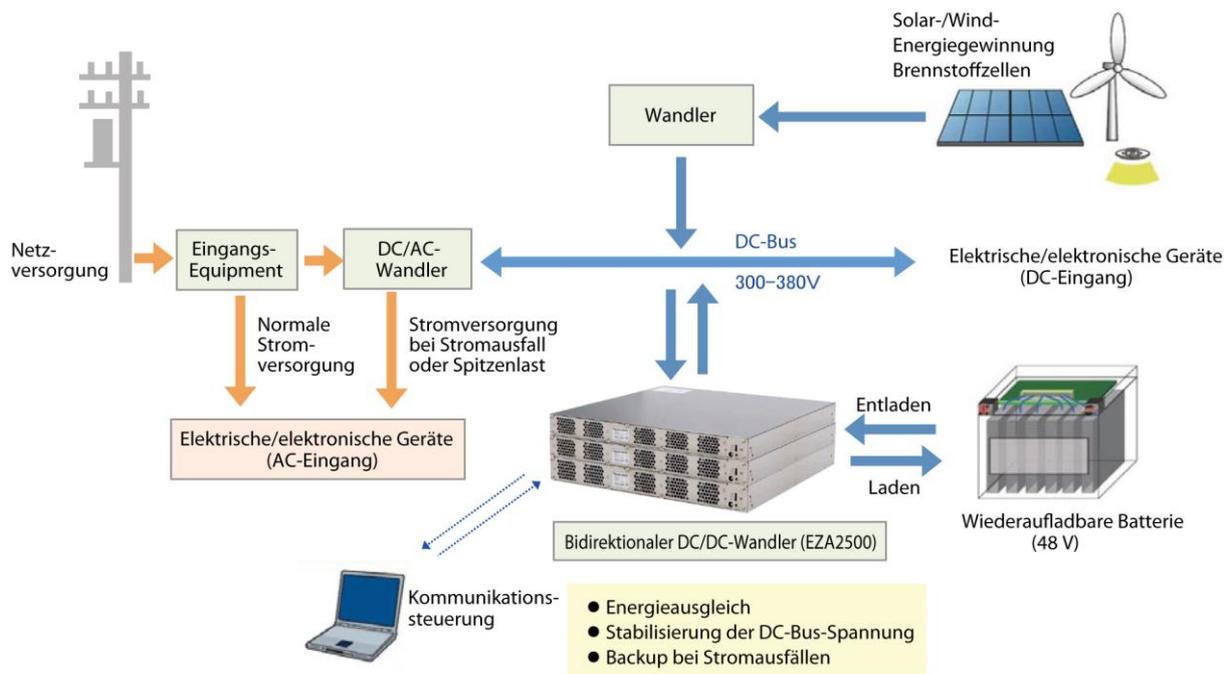
In einem solchen DC-System wird über einen DC-Bus eine Gleichspannung zwischen 300 und 380 V im Gebäude verteilt, und Energie, die von einer Solaranlage oder einem Windgenerator erzeugt wird, wird über einen Spannungsregler in den Bus eingespeist. Überschüssige Energie wird an ein Energiespeichersystem, bestehend aus Lithium-Ionen-Batterien oder anderen Batterietypen, übergeben. Kann die Solaranlage oder der Windgenerator die Busspannung nicht mehr aufrecht erhalten, holt der Spannungsregler die fehlende Energie aus dem Speichersystem zurück.

An dieser Stelle kommen die DC/DC-Wandler der EZA-Reihe ins Spiel: Sie sorgen für eine hocheffiziente Umwandlung der Energie zwischen der DC-Bus-Spannung und der Batteriespannung im Energiespeichersystem.

Bei einem konventionellen Ansatz ließe sich diese Umwandlung nur entweder über eine eigens entwickelte Stromversorgung realisieren oder mit Hilfe zweier separater DC/DC-Wandler – einem für die Aufwärtswandlung (Batterie- auf

Busspannung) und einem für die Abwärtswandlung (Bus- auf Batteriespannung). Die EZA-Wandler dagegen realisieren mit Hilfe modernster Technik sowohl die Auf- wie auch die Abwärtswandlung in einem einzigen DC/DC-Wandler.

**Abb. 1 – Anwendungsbeispiel eines bidirektionalen DC/DC-Wandlers:  
Ein Energiespeichersystem für den Industrie-/Gewerbeinsatz mit kleiner bis mittlerer Leistung**



## Hoher Wirkungsgrad von 94% sowohl bei Auf- wie bei Entladen dank Digitalsteuerung

Die bidirektionalen DC/DC-Wandler der EZA-Reihe profitieren davon, dass die TDK-Lambda-Ingenieure verschiedene Digitalsteuerungs- und Stromversorgungstechnologien miteinander kombiniert haben. Schaltnetzteile – heutzutage die gebräuchlichste Form von Stromversorgungen – erzielen ihre stabile Ausgangsspannung dadurch, dass sie den Spannungswert überwachen und darauf basierend per Rückkopplung das Ein-/Auszeit-Verhältnis (PWM, Pulsweitenmodulation) ihres Schaltreglers steuern. Bisher erfolgt die Steuerung dieses Ein-/Auszeit-Verhältnisses häufig über einen analogen Schaltkreis; bei digital gesteuerten Stromversorgungen wie der EZA-Reihe dagegen kommt hier eine Digitalsteuerung zum Einsatz, bestehend aus einem A/D-Umsetzer (Analog- auf Digitalsignal), DSP (Digitaler Signalprozessor) und einer Steuersoftware.

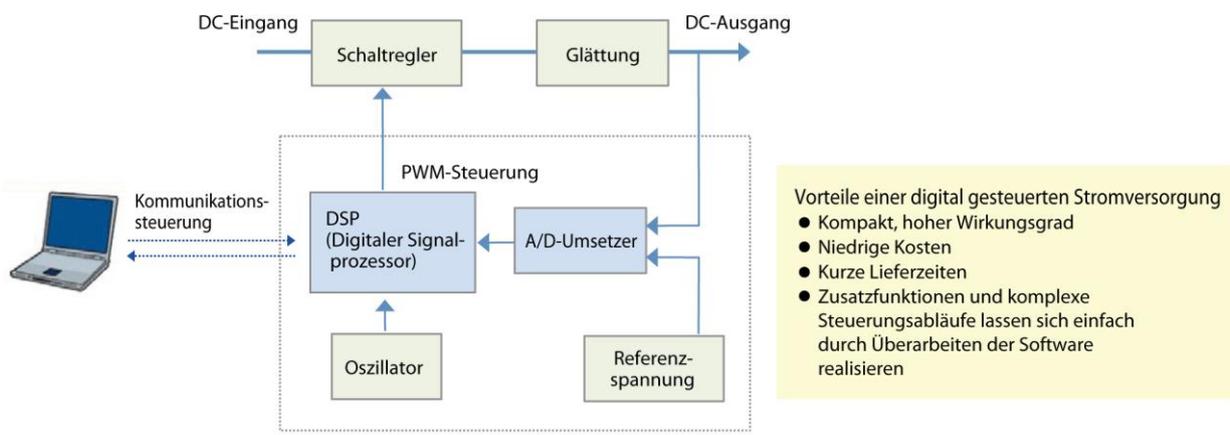
Die spezifische Besonderheit der EZA-Wandler besteht darin, dass bei ihnen Primär- und Sekundärseite über einen Transformator galvanisch getrennt sind und sie dennoch einen hohen Wirkungsgrad von 94% und mehr erzielen.

Das Spannungsverhältnis zwischen DC-Bus- und Batterieseite beträgt bei den EZA-Wandlern etwa 6:1. Generell gilt, dass der Wandlerwirkungsgrad umso kleiner ist, je größer das Spannungsverhältnis ist. Durch den Einsatz fortschrittli-

cher Digitalsteuerungstechnologien schaffen es die bidirektionalen EZA-Wandler, in beiden Richtungen – also sowohl beim Laden wie auch beim Entladen – auf einen Wirkungsgrad von 94% und mehr zu kommen.

Neben der Kompaktheit und dem hohen Wirkungsgrad haben digital gesteuerte Stromversorgungen auch den großen Vorteil, dass sich komplexe Steuerfunktionen und diverse Zusatzfunktionen – etwa zur Fehlerdiagnose – einfach durch eine passende Software realisieren lassen, ohne dass neue ICs entwickelt werden müssen.

**Abb. 2 – Blockschaltbild eines digital gesteuerten DC/DC-Wandlers**



- Vorteile einer digital gesteuerten Stromversorgung
- Kompakt, hoher Wirkungsgrad
  - Niedrige Kosten
  - Kurze Lieferzeiten
  - Zusatzfunktionen und komplexe Steuerungsabläufe lassen sich einfach durch Überarbeiten der Software realisieren

Der Wert der Ausgangsspannung wird über den A/D-Umsetzer in Digitalsignale umgewandelt, vom DSP überwacht und zur Steuerung der PWM verwendet, um Spannungsschwankungen auszugleichen.  
 Eine Stromversorgung, in der auch die Kommunikation digital gesteuert ist, wird als voll-digitale Stromversorgung bezeichnet.

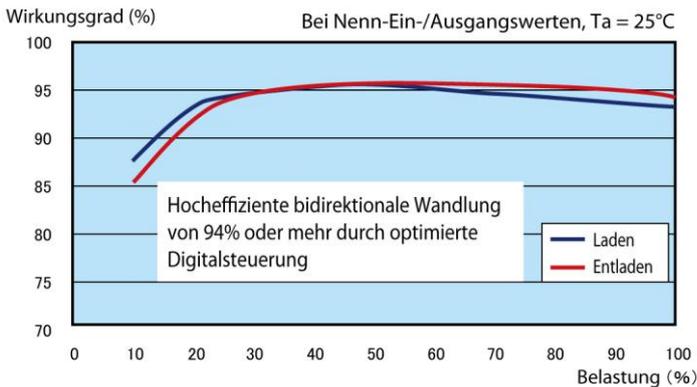
### Nahtlose bidirektionale Wandlung stabilisiert die Spannung des DC-Busses

Die bidirektionalen Wandler der EZA-Reihe erweisen sich als außerordentlich leistungsfähig bei der Stabilisierung einer DC-Bus-Spannung. Insbesondere bei einem Smart Grid, das mit Solar- oder Windgeneratoren verbunden ist, schwankt die Spannung des DC-Busses permanent aufgrund der Energie, die von der Generatorseite eingespeist wird. Die EZA-Wandler bieten einen Selbststeuermodus (*Self-communicating mode*) sowie einen Betriebsmodus mit externer Ansteuerung über Interface, bei dem die Wandler den Anweisungen eines Systemcontrollers gemäß den Energiefluß umschalten. Im Selbststeuermodus dagegen überwachen die Wandler die DC-Bus-Spannung selbst und legen auch selbst die Richtung des Energieflusses fest, um Ein- und Ausgangsspannungen und damit die DC-Bus-Spannung zu stabilisieren.

Zudem realisiert eine optimierte Steuerung, die einen Transformator mit galvanischer Trennung mit einem Synchrongleichrichter kombiniert, ein nahtloses bidirektionales Umschalten, ohne den Wandler anzuhalten – mit einer Umschaltzeit zwischen Laden und Entladen von nur 15 ms (typisch). Über eine serielle Schnittstelle (RS485) lassen sich Strom, Spannung und Wanderrichtung steuern und der Status überwachen.

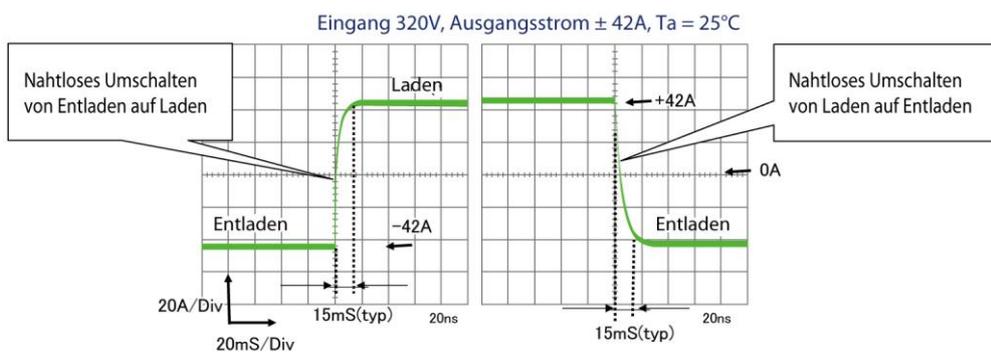
All diese fortschrittlichen Funktionen vereint die bidirektionale EZA-Reihe in einem einzelnen kompakten, hocheffizienten Wandler. Die EZA-Wandler bieten hohe Leistungsfähigkeit auf wenig Raum und bilden dadurch eine wichtige Grundlage für die intelligente Energieumwandlung im Zeitalter der Smart Grids.

**Abb. 3 – Wandlereffizienz-/Belastungs-Kennlinie der bidirektionalen DC/DC-Wandler der Reihe EZA 2500**



**Abb. 4 – Lade-/Entlade-Umschaltkennlinie der bidirektionalen DC/DC-Wandler der Reihe EZA 2500 (Umschalten zwischen Entladen => Laden => Entladen, Stromverlauf der 48V-Seite)**

- Nahtloses Umschalten durch die Kombination eines Transformators mit galvanischer Trennung mit synchroner Gleichrichtung
- Umschalten zwischen Lade- und Entladevorgang innerhalb von nur 15 ms (typisch)
- Stabilisiert die Spannung des DC-Busses in Smart Grids usw.



## Bidirektionale DC/DC-Wandler spielen eine aktive Rolle beim Einsatz regenerativer Energien in industriellen Ausrüstungen

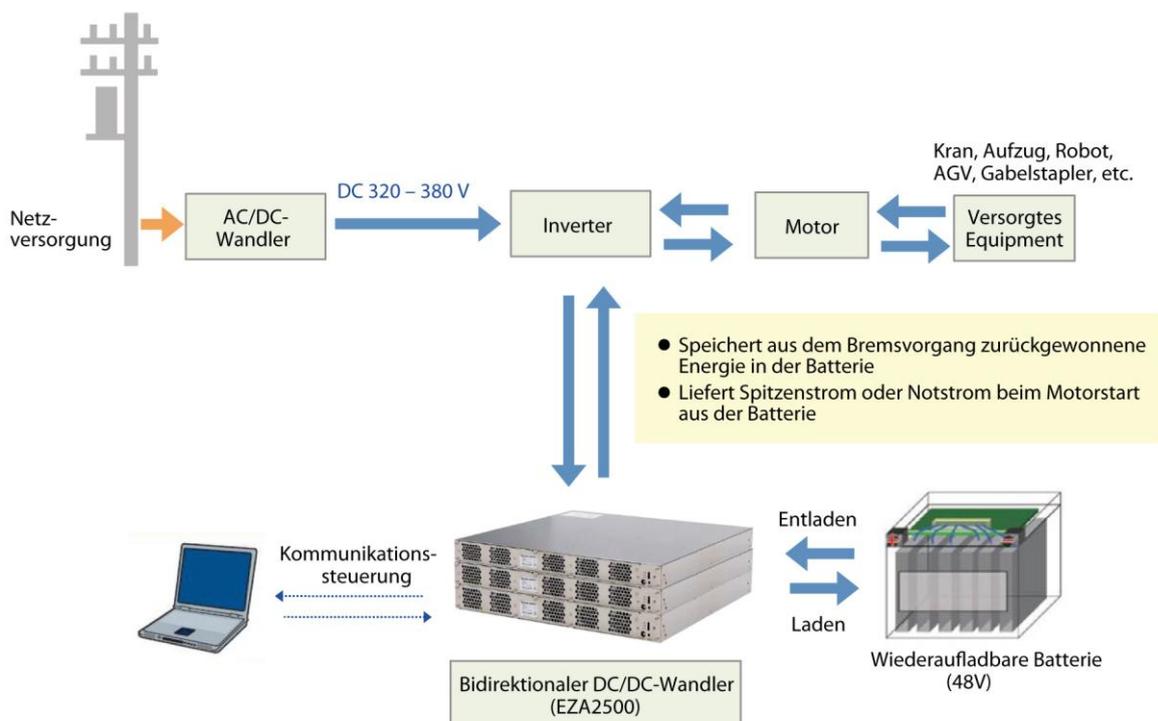
Digital gesteuerte Stromversorgungen kommen in Elektro-Hybridfahrzeugen (HEV) und Elektrofahrzeugen (EV) zum Einsatz, da eine höhere Effizienz die Ausgangsleistung der Stromversorgung und damit die Effektivität der Fahrzeuge erhöht. Zudem gibt es Einschätzungen, dass es früher oder später einen Energieaustausch zwischen den Energiespeichern von Smart Grids in Gebäuden und HEV- bzw. EV-Batterien geben wird, um Spitzenbelastungen in der kommen-

den Ära der Smart Grids ausgleichen oder verlagern zu helfen. Auch in solchen Szenarien werden die bidirektionalen DC/DC-Wandler der EZA-Reihe eine wichtige Rolle spielen.

Daneben sind sie für verschiedene Arten von Industrieanwendungen interessant, etwa bei Aufzügen, Kränen und fahrerlosen Transportfahrzeugen (AGV): Die Antriebe solcher Anwendungen wechseln ständig zwischen Beschleunigungs- und Bremsphasen. Beim Abbremsen muss die vorhandene Bewegungsenergie nicht unbedingt verloren gehen, sondern kann zum Teil auch in elektrische Energie zurückgewandelt, in einer wiederaufladbaren Batterie zwischengespeichert und beim nächsten Beschleunigungsvorgang wiederverwendet werden – so lässt sich der Energieverbrauch insgesamt senken.

Bei den Stromversorgungstechnologien hat es in den letzten 10 Jahren große Fortschritte gegeben. Schätzungen zufolge können Stromversorgungen der jüngsten Generation, verglichen mit Geräten, die im Jahr 2000 auf dem Markt waren, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in einem Jahr um insgesamt etwa 30.000 t reduzieren. Diese fortschrittlichen Stromversorgungen sind unter anderem durch die Kombination verschiedener Kerntechnologien – wie Ferritmaterialien, Transformator- und Schalttechnologien – möglich geworden. Diese neuen Produkte werden uns helfen, im Zeitalter der Smart Grids unseren Energieverbrauch und mit ihm den CO<sub>2</sub>-Ausstoß weiter zu senken.

**Abb. 5 – Anwendungsbeispiel für die bidirektionalen Wandler der EZA-Reihe: Geräte, die Bewegungsenergie rückgewinnen und wiederverwenden**



## Haupteigenschaften

- Galvanische Trennung zwischen Ein- und Ausgang; dadurch sicher, Verbesserung des Störverhaltens
- Erzielt 94% Wirkungsgrad in beiden Wandlerrichtungen dank optimierter Digitalsteuerung
- Unterstützt autonomen Betrieb und kann automatisch die Wandlerrichtung wechseln, um Ein- und Ausgangsspannung zu stabilisieren
- Schneller Wechsel der Wandlerrichtung (15 ms und weniger), ohne den Wandler anzuhalten
- Serielle Schnittstelle (RS485) erlaubt Steuerung von Strom, Spannung und Wandlerrichtung sowie Statusüberwachung
- Kompakte, platzsparende Bauweise (1 HE, volle Rackbreite)

## Hauptanwendungen

- Energiespeichersysteme (Lade- und Entladesteuerung von Lithium-Ionen-Batterien, Bleisäurebatterien usw., die mit dem DC-Bus verbunden sind)
- Geräte mit Energierückgewinnung (Kräne, Aufzüge, Roboter, fahrerlose Transportfahrzeuge, Gabelstapler usw.)

## Wichtigste Daten

Produktbezeichnung	EZA2500-32048	
Modus	Laden	Entladen
Ausgangsspannung	48 V (36-60 V)	320 V (300-380 V)
Eingangsspannung	320 V (300-380 V)	48 V (36-60 V)
Max. Wirkungsgrad	94%	94%
Max. Ausgangsleistung	2,5 kW	
Abmessungen	B: 422,8 mm, H: 43,6 mm (1 HE), T: 400mm	
Externe Steuerung	RS485	
Betriebsarten	Selbststeuerung / Externe Steuerung (Modus extern über RS485 einstellbar)	
Weiteres	Ein-/Ausgang galvanisch getrennt, Erweiterung durch Parallelbetrieb	

**Kontakt:**

TDK-Lambda Germany GmbH

Karl-Bold-Straße 40

D-77855 Achern

Tel: +49 (0)7841 - 666 -0

Email: [info@de.tdk-lambda.com](mailto:info@de.tdk-lambda.com)

Webseite: [www.de.tdk-lambda.com](http://www.de.tdk-lambda.com)