

ebs group

# enhance

DC-LINK ENERGY BACKUP SOLUTION

**Sicherheit für  
Windkraft-Anlagen**

**BEWÄHRT IM  
EINSATZ.  
ZERTIFIZIERT.  
SKALIERBAR.**



# Use Cases in Windkraftanlagen

Energiespeicher in Windturbinen sind in vielen Märkten gesetzlich vorgeschrieben und darüber hinaus betrieblich notwendig. e.nhance deckt alle vier zentralen Use Cases ab.

#1

## FRT – Fault Ride Through

**Gesetzlich [EU 2016/631]**

Windturbinen müssen Netzspannungseinbrüche überbrücken und danach weiter einspeisen. Batteriespeicher stellen die notwendige Energie im DC-Zwischenkreis bereit. Zusätzliche nationale Anforderungen gehen teils über die EU-Mindestanforderungen hinaus.

#2

## Black Start / Eigenversorgung

**Zuverlässigkeit**

Selbstversorgender Neustart nach Totalausfall – ohne externes Netz.

#3

## Grid Forming – Inselbetrieb

**Effizienz & Schutz**

Stabilisiert den DC-Zwischenkreis im Inselbetrieb. Verhindert mechanische Stillstandsschäden. Turbine bleibt windausgerichtet.

#4

## Aktive Azimutsteuerung (Yaw)

**Gesetzlich [regional]**

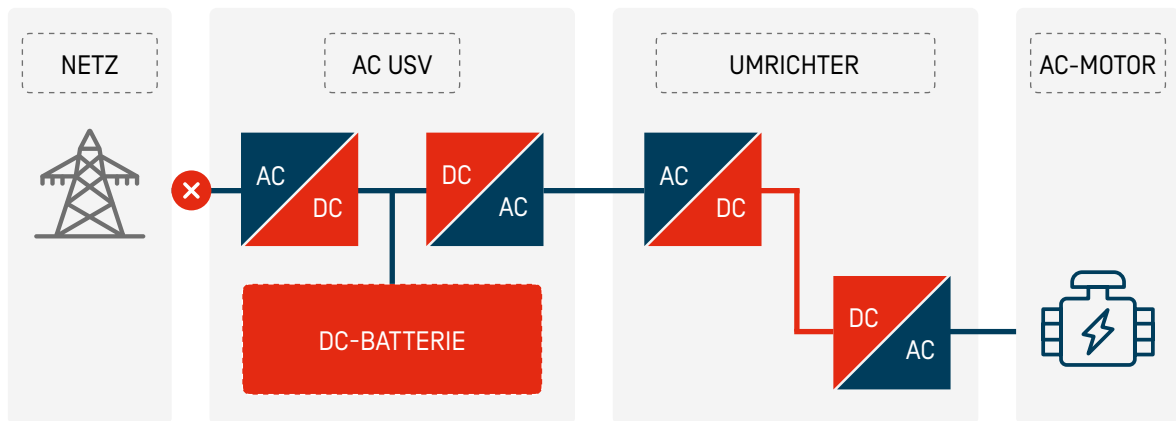
Hält die Yaw-Achse bei Netzausfall aktiv. Pflicht in Starkwindregionen zur Reduktion mechanischer Lasten.



# DC-Link Batterie vs. Off-the-shelf AC-USV

Handelsübliche AC-USV-Lösungen sind für die beschriebenen Use Cases nicht geeignet. enhance ist direkt im DC-Zwischenkreis integriert und überwindet alle Einschränkungen.

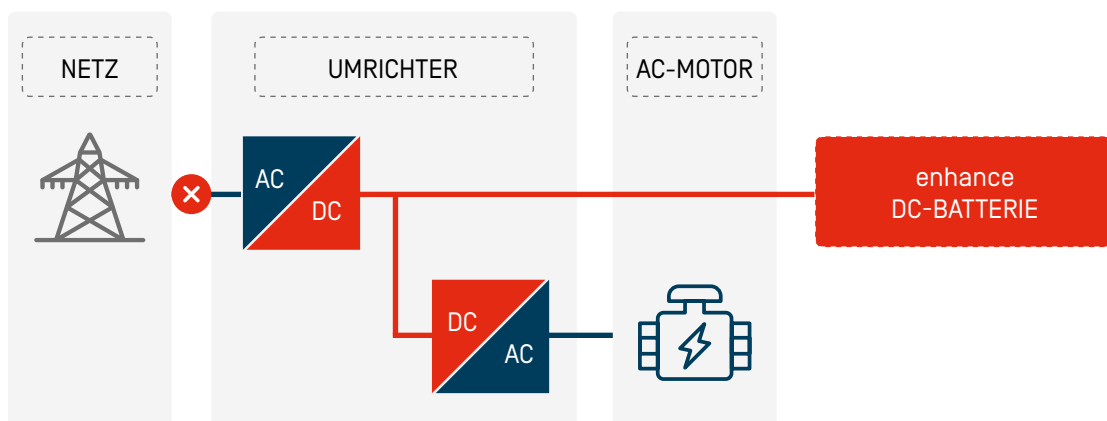
## OFF-THE-SHELF AC-USV



### WARUM AC-USV VERSAGT

- Umgebungsbedingungen [Temperatur, EMV]
- keine Energierückspeisung möglich
- Footprint zu groß für Gondel
- zu langsam [Dynamik-Anforderungen]
- hohe Kurzschlussleistung
- hohe Ströme

## enhance DC-LINK INTEGRATION



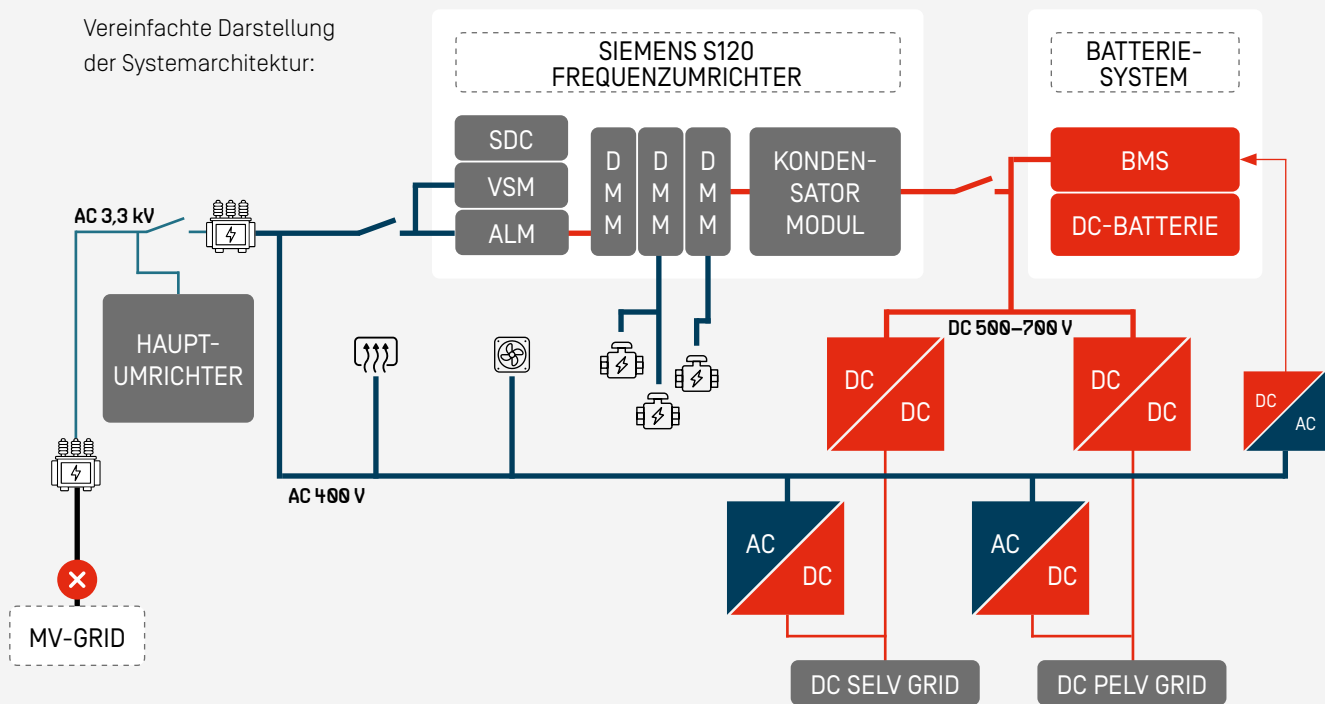
### VORTEILE DC-LINK INTEGRATION

- weniger Umwandlungsstufen
- höhere Effizienz
- kleineres Bauvolumen, weniger Abwärme
- Bremsenergie-Rückspeisung möglich
- skalierbar und modular
- weniger Netzanschlussleistung nötig
- keine Netzurückwirkungen / Power-Quality-Störungen
- unmittelbare Reaktion ohne Schaltvorgänge

# Systemarchitektur DC-Link & SIEMENS S120

enhance wirkt im DC-Zwischenkreis des Frequenzumrichters (z.B. Siemens SINAMICS S120). Das Siemens DMM (Double Motor Module) wird als DC/DC-Konverter (DCDCCONV Technologieerweiterung) genutzt – kein separater Leistungswandler notwendig.

Vereinfachte Darstellung der Systemarchitektur:

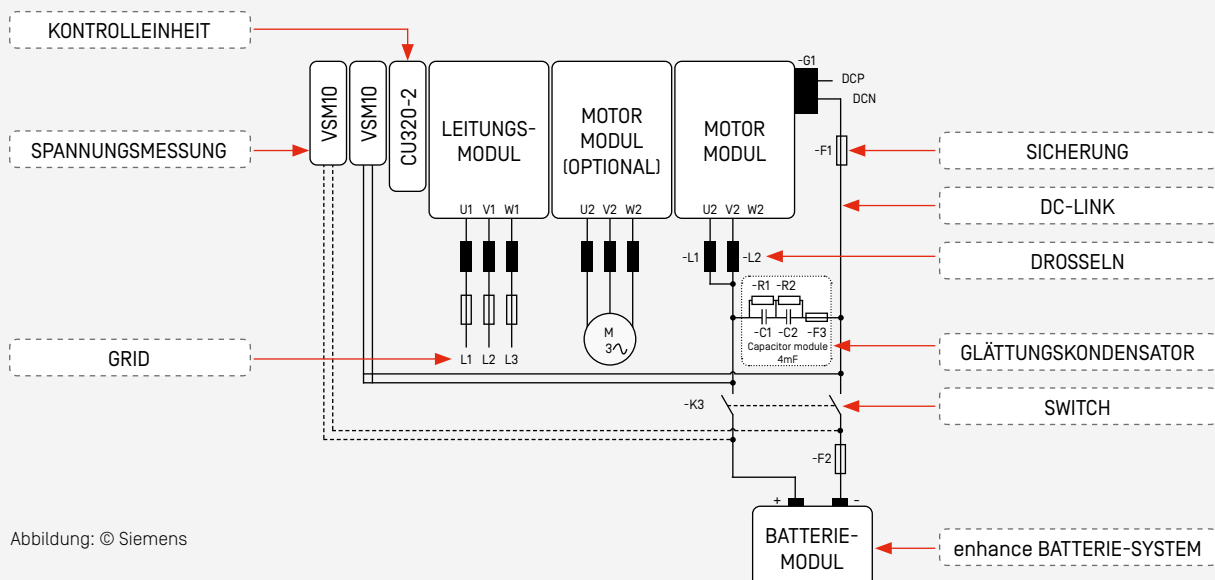


## BESONDERHEIT: DMM ALS DC/DC-KONVERTER

Das Siemens Motor Module übernimmt die Spannungsanpassung zwischen Batterie und DC-Zwischenkreis. Dadurch entfällt ein zusätzlicher externer DC/DC-Wandler – dies reduziert Kosten, Bauraum und Verluste erheblich.

## enhance-ARCHITEKTUR

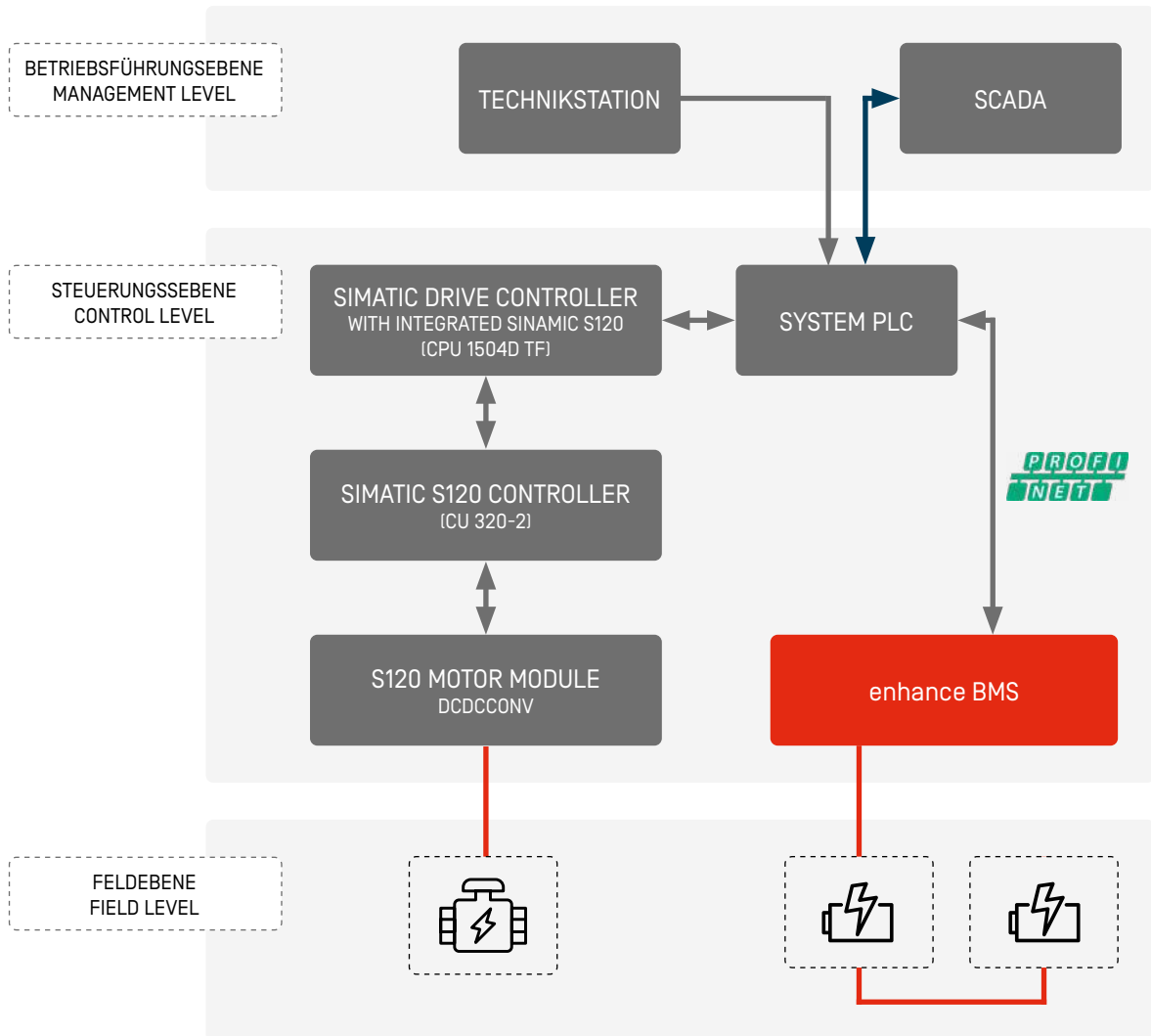
Das Motor Module ist vollständig in das S120 Antriebssystem integriert. Zum Betrieb des enhance Systems werden passende Drosseln, Glättungskondensatoren und Sicherungen benötigt.



# Kommunikationsstruktur

enhance ist in alle drei Steuerungsebenen einfach integrierbar. Die Kommunikation erfolgt über Industrie-übliche Protokolle, wie bspw. PROFINET, Modbus, CAN oder TCP/IP (Ethernet).

Beispielhafte vereinfachte Darstellung der Kommunikationsstruktur: enhance Batterie-Systems mit einem S120 Antriebssystem.



## SCHNITTSTELLEN DES BATTERIE-SYSTEMS

Schnittstelle	Signal/Medium	Funktion
Ethernet	Fieldbus + TCP/IP	Kommunikation mit Drive Controller
Main Power	480-680 VDC	Leistungsanschluss am Motor Module
24 VDC Supply	24 VDC / 1 A	Versorgung der BMS-Elektronik (extern)
Safety Circuit	24 VDC / PWM	Einbindung in Sicherheitskreis der Anlage

# Feature: Power Priority Mux

Das BMS enthält einen Power-Priority-Mux, der die Energiequelle für die BMS-Elektronik intelligent zwischen externer 24-VDC-Versorgung und der internen Hochvolt-Batterie umschaltet.

## BEI NETZBETRIEB

- externe Quelle versorgt BMS-Elektronik
- Batterie wird nicht belastet
- maximale Effizienz

## BEI NETZAUSFALL

- HV-Batterie versorgt BMS automatisch
- kein manueller Eingriff nötig
- BMS bleibt durchgehend aktiv
- alle Schutzfunktionen bleiben erhalten

# Feature: Pre-Charging

Beim Zuschalten der Batterie an den DC-Link müssen die Kondensatoren kontrolliert und strombegrenzt geladen werden.

## WARUM PRE-CHARGING NOTWENDIG IST

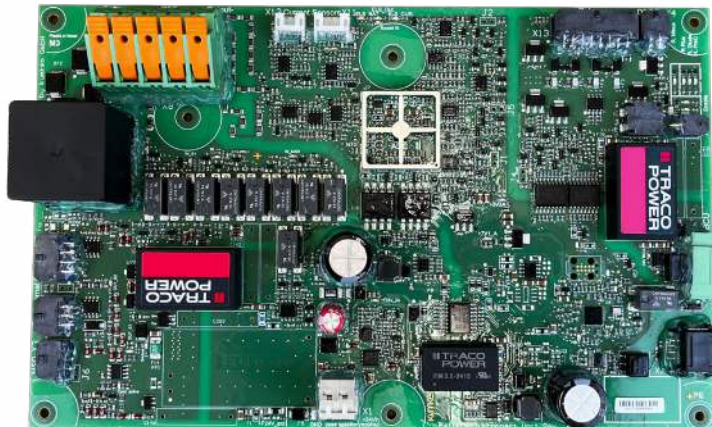
Ohne Pre-Charging entstehen beim Zuschalten hohe Einschaltströme (Inrush Currents), die Sicherungen auslösen, Schütze und Halbleiter beschädigen und Kondensatoren stark altern lassen. Besonders kritisch im Inselbetrieb: Die Batterie liefert hohe Ströme ohne dämpfende Netzimpedanz – das Line Module kann nicht einspringen.

Auslöseereignis	Beschreibung
Netzurückkehr	DC-Link muss nach Netzausfall kontrolliert aufgeladen werden.
Fehler-Reset	Nach Fehlerquittierung Neuinitialisierung der Kondensatoren.
Batterie-Wiederanschluss	Nach Wartung oder Modultausch.
Wartungsmodus	Kontrollierte Betriebsaufnahme nach Service.
Not-Aus / Emergency Off	Geordnete Wiederinbetriebnahme nach Sicherheitsabschaltung.

# Haupt Herausforderung: Batterie-System am DC-Link

Der Betrieb eines Batterie-Systems im DC-Zwischenkreis eines Frequenzumrichters stellt außergewöhnliche Anforderungen an das Batterie-Management-System. Standard-BMS sind dafür ungeeignet.

Herausforderung	Details
DC-Link-Regelung	Spannungsregelungsalgorithmus, Dämpfung von DC-Oszillationen, Pre-Charging.
Rekuperation	Batterie muss hohe C-Raten bei Bremsenergie-Einspeisung akzeptieren.
EMV / DC-Link-Störungen	PWM Frequenzen von 2-16kHz, massive Stromrampen (di/dt), Common-Ground-Routing, Strom- und Spannungsripple.
Industrielle Lastprofile	Mikro-Zyklen, hohe und schnelle Leistungsschwankungen.
Industrieanforderungen	Verfügbarkeit, Effizienz, Robustheit, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit.



Battery Disconnect Unit (BDU)

## ZUSÄTZLICHE SCHWIERIGKEITEN IM INSELBETRIEB

- DC-Link-Oszillationen bei Teillastbetrieb (kein stabilisierendes Netz)
- unerwartete Schutzabschaltungen (Trips) bei Laständerungen
- EMV-Störungen während Grid-Forming-Betrieb
- Schutzkonzept bei begrenzter Kurzschlussleistung erforderlich

## FAZIT: WARUM ebs Batterie-Management-System

- erstes BMS, das für den Betrieb am Siemens S120 qualifiziert ist
- speziell entwickelter Spannungsregelungsalgorithmus für DC-Link-Umgebung
- vollständige EMV-Qualifikation gemäß Umrichter-Normen
- hohe Ripple-Toleranz; Isolation 6 kV
- Betriebshöhe bis 4.000 m

# Umgebungs- und Service-Anforderungen

enhance ist für den Einsatz unter den extremen Bedingungen in der Gondel einer Windkraftanlage entwickelt und qualifiziert.

## Technische Details

Parameter	Wert
Betriebstemperatur	-20 °C bis +60 °C*
Transport-Vibration	2M5 [EN IEC 60721-3-2]
Betriebs-Vibration	3M12 [EN IEC 60721-3-3]
Betriebshöhe	bis 4.000 m ü.M.
EMV – Spannungsripple BAT+/-	1 V @ 4 kHz
EMV – Spannungsripple BAT+/GND	400 V @ 4 kHz
EMV – Spannungsflanke BAT+/GND	10 kV/μs
EMV – Stromripple	2 A
EMV – Magnetfelder	10 A/m @ 50 Hz
Batterie-Lebensdauer	12 Jahre oder 2.000 Zyklen
Routinewartung	Keine
Austausch	Auf Modulebene

\*bei Klimatisierung der Batteriemodule



enhance L im Schaltschrank



enhance M

# Technische Spezifikationen

## enhance L

Parameter	4 Module	6 Module	8 Module
Nennspannung	307 V	461 V	614 V
Nennenergie	32 kWh	48 kWh	64 kWh
Max. Entladestrom	100 A [kont.] / 200 A [Peak, 10 s]		
Schutzart	IP 30		
Abmessungen pro Batteriemodul	775 x 357 x 162 mm		
Gewicht pro Batteriemodul	63 kg		
Zertifizierung	UN 38.3, CE		
Isolierung	6 kV		
Betriebshöhe	4.000 m ü.M.		

## enhance M

Parameter	Wert
Nennspannung	510–690 V
Nennkapazität	15 Ah
Nennenergie	9,2 kWh
Max. Entladestrom	20 A
Schutzart	IP 30
Abmessungen	600 x 400 x 533 mm
Gewicht	83 kg
Zertifizierung	UN 38.3, CE
Isolierung	6 kV
Betriebshöhe	4.000 m ü.M.

# System-Vorteile



## Modulares Design

Skalierbar, einfach anpassbar an verschiedene Turbinen und Leistungsklassen.



## Hocheffizient

Direkte DC-Link-Integration, Bremsenergie – minimale Verluste.



## Sichere LiFePO4

Kein Thermal Runaway, geringer Brandschutzaufwand, niedrige Initialkosten.



## 12 Jahre Lebensdauer

Bis 2.000 Zyklen, keine Routinewartung, Austausch Modulebene.



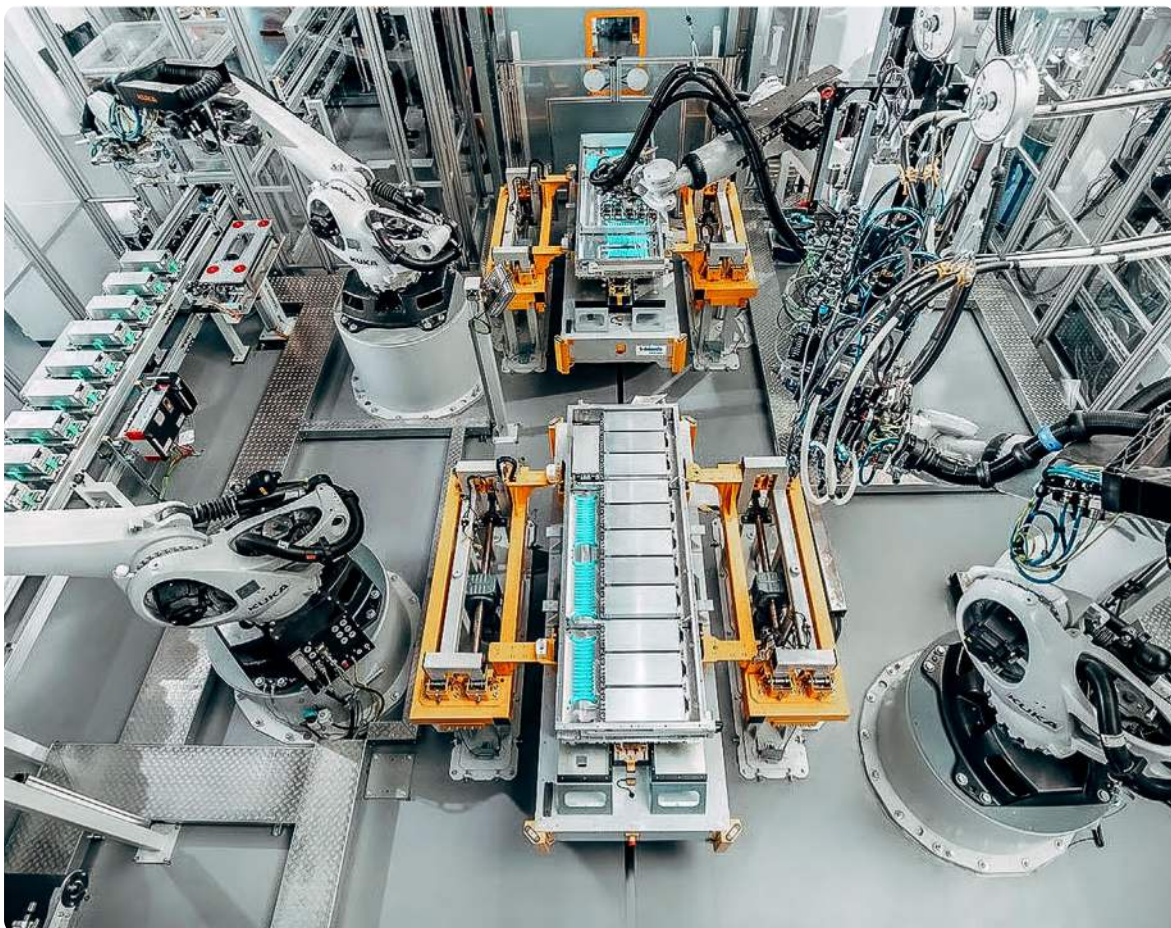
## Geringe Betriebskosten

Niedrige OpEx über gesamten Lebenszyklus, kein Servicevertrag erforderlich.



## Kompaktes Design

Passend für Standard-Schaltschränke.



# Weitere Anwendungen

enhance ist nicht nur für Windkraftanlagen geeignet. Das DC-Link-Prinzip ist universell auf alle Frequenzumrichter-Applikationen anwendbar.



## INDUSTRIEMASCHINEN & PRODUKTION

**Pumpen & Extruder**  
**Druck- & Papiermaschinen**  
**Prüfstandsantriebe**

- geordnetes Abschalten bei Netzausfall
- Produkt- und Maschinenschutz
- unterbrechungsfreier Betrieb
- Power Recycling



## INTRALOGISTIK & MATERIALHANDLING

**Hebezeuge**  
**Krane**  
**Förderanlagen**

- Notabsenkung
- Sicherheitsbremse
- Materialsicherung
- Notstopp, geordnetes Runterfahren

**enhance**

DC-LINK ENERGY BACKUP SOLUTION



## TRANSPORT & MOBILITÄT

**Personenbeförderung**  
**Hybridantriebe**  
**Spezialfahrzeuge**

- Notantriebe
- lärmreduzierter Betrieb
- Lastspitzen puffern



## ENERGIE & INFRASTRUKTUR

**Micro Grids**  
**Industrielle Energiesysteme**

- Netzstabilisierung
- intelligentes Lastmanagement
- Nutzungsoptimierung



ecore DC-LINK ENERGY BACKUP SOLUTION.  
**Sicherheit für Windkraft-Anlagen.**

Haben Sie Fragen? Wir geben Ihnen gerne weitere Informationen.  
Besuchen Sie [ebs-group.io/enhance](https://ebs-group.io/enhance) oder senden Sie uns eine E-Mail –  
unser enhance-Team steht bereit, um Ihr Projekt mit Ihnen zu besprechen.

[service@ebs-group.io](mailto:service@ebs-group.io)

[ebs-group.io/enhance](https://ebs-group.io/enhance)

Alle genannten Produktnamen, Marken und eingetragenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.  
SINAMICS und SIMATIC sind eingetragene Marken der Siemens AG.

**ebs group**

ebs AG  
Sebastianstraße 13  
6850 Dornbirn, Österreich

ebs kumkeo GmbH  
Heidenkampsweg 82a  
20097 Hamburg, Deutschland

[info@ebs-group.io](mailto:info@ebs-group.io)  
[ebs-group.io](https://ebs-group.io)

