

**MADE IN GERMANY**



**WIMA PowerBlock Module**

[www.wima.de](http://www.wima.de)

## WIMA PowerBlock-Module

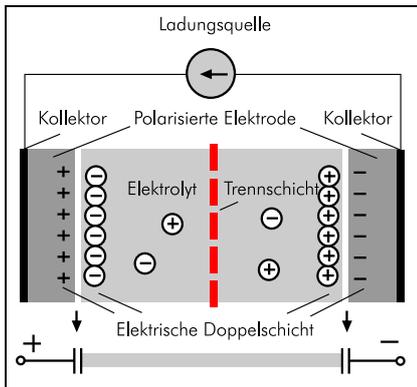
Innovative Alternative zur Energiespeicherung auf Batteriebasis

**Passive Bauelemente, insbesondere Kondensatoren, unterliegen heute einer fortlaufenden Weiterentwicklung und leisten somit einen unverzichtbaren Beitrag zum technischen Fortschritt in der Elektronik. Täglich nutzen wir innovative Lösungen wobei immer häufiger Funktionen durch Elektronik kontrolliert, gesteuert oder sogar erst ermöglicht werden.**

Eine der jüngsten Innovationen im Bereich der passiven Bauelemente ist der elektrochemische Doppelschicht-Kondensator.

Aufbauend auf dem Helmholtzschen Prinzip der Energiespeicherung in der elektrochemischen Doppelschicht von Elektrolyt-systemen speichert er Energien von mehreren tausend Joule, was mit der gespeicherten Energie kleinerer Batterien vergleichbar ist.

### Konstruktionsprinzip



Konstruktionsprinzip von Doppelschicht-Kondensatoren

Der technische Aufbau eines Doppelschicht-Kondensators kann vereinfacht als Plattenkondensator verstanden werden, bei dem es hauptsächlich darauf ankommt, die Elektroden mit größter Oberfläche auszulegen. Als Elektrolyt, das sich als leitende Flüssigkeit zwischen den Elektroden befindet, wird in wässrigem oder organischem Lösungsmittel gelöstes Leitsalz eingesetzt. Bei Anlegen einer Spannung werden dissoziierte Moleküle des Elektrolyts mit einem Abstand von ein paar Angström als Kationen bzw. Anionen an die kohlebeschichteten Elektrodenoberflächen angelagert und erzeugen die sogenannte Doppelschicht. Eine durchlässige Membrane, Separator genannt, verhindert dabei als Trennschicht einen Kurzschluss zwischen den Elektroden. Die enorme

Oberfläche der Elektrode schlägt sich in einer sehr großen Kapazitätsausbeute nieder.

### Kaskadierte PowerBlock Module

Mehrere Doppelschicht-Kondensatoren können durch Reihen- oder Parallelschaltung (Kaskadierung) zu riesigen Kapazitäten gewünschter Nennspannung aufgebaut werden. Bei der Kaskadierung darf die Nennspannung der einzelnen Zellen jedoch nicht überschritten werden (Zersetzung des Elektrolyts!). Serienschaltungen müssen daher generell symmetriert werden, da eine eventuell temperaturbedingt leicht unterschiedliche Alterung der Einzelzellen mit der Zeit unterschiedliche Kapazitäten und somit unterschiedliche Spannungsabfälle an der Zelle zur Folge haben kann. Die Symmetrierung wird werksseitig in das Modul eingebaut. Sie kann dort, wo man zusätzliche Verluste als Kettenstrom durch die Widerstände von der Anwendungsseite her tolerieren kann, passiv und kostengünstig durch einfache Widerstände geschehen. Sie kann auch aktiv geschehen, indem man die einzelnen Zellen individuell mittels einer Referenzquelle auf Potential hält. D.h. bei beginnen-

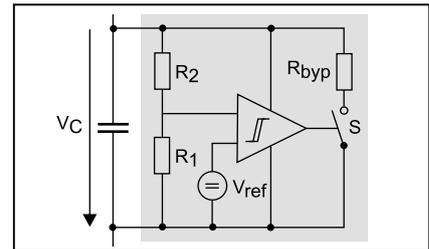
der Überladung der Einzelzellen, was mittels einer Komparatorschaltung erkannt wird, wird über einen Bypass-Widerstand eine individuelle Entladung eingeleitet.

### Passive Symmetrierung:

Ohne Widerstand:  $U$  umgekehrt proportional zu  $C$  - lokale Überspannung kann schnell entstehen.  
Mit Widerstand:  $U$  proportional zu  $R$  - Spannung ist fixiert.

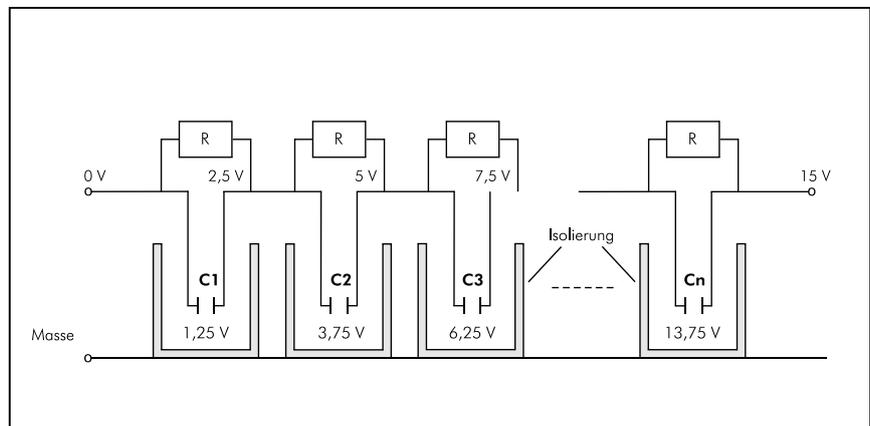
### Aktive Symmetrierung:

Komparator vergleicht Spannungsabfall am Kondensator mit Referenzquelle und öffnet Schalter zur Entladung über Bypasswiderstand bis die Überspannung abgebaut ist. Ein aktiver Ausgleich erfolgt weitgehend verlustfrei; im Wesentlichen bleibt nur der Leckstrom der Zellen übrig.



### Vorteile im Vergleich zu anderen Energiespeicher-Lösungen

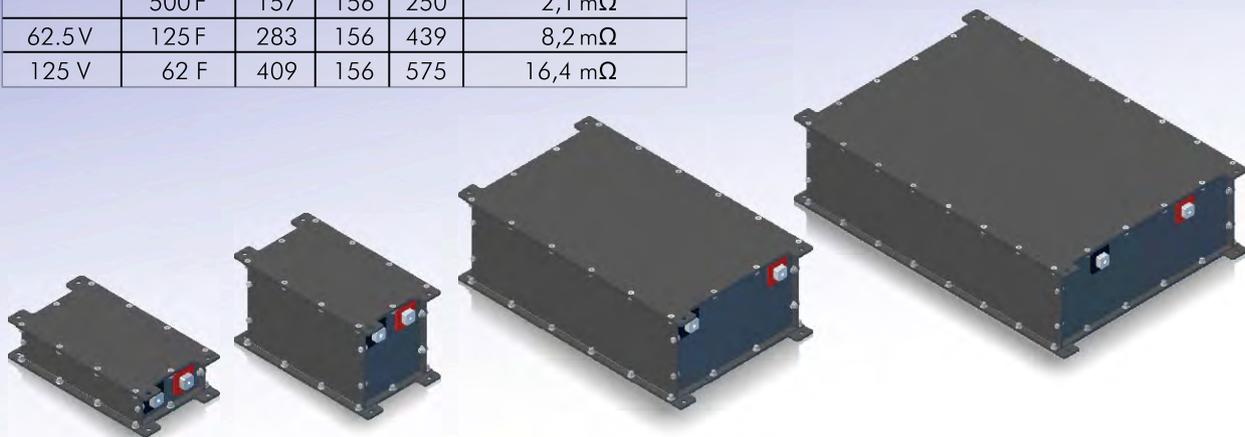
Im Allgemeinen werden Doppelschicht-Kondensatoren zur Spannungsstützung, zur



Ohne Widerstand:  $U$  umgekehrt proportional zu  $C$  - lokale Überspannung kann entstehen  
Mit Widerstand:  $U$  proportional zu  $R$  - Spannung ist fixiert

### Standard WIMA PowerBlock Module

U <sub>R</sub>	C <sub>N</sub>	Abmessungen			Max. ESR <sub>DC</sub> , initial
		W	H	L	
16V	105 F	157	69	250	5,2 mΩ
	500 F	157	156	250	2,1 mΩ
62.5V	125 F	283	156	439	8,2 mΩ
125 V	62 F	409	156	575	16,4 mΩ



schnellen Bereitstellung elektrischer Energie, z.B. zur Deckung von Leistungsspitzenbedarf, oder zur Schonung von Batterien eingesetzt, die dann kleiner entworfen werden können, da der Kondensator die Stromspitzen abfedert. Die typische Anwendung ist die schnelle Bereitstellung von mehreren 100 A bis 1000 A im Gleichstrombereich. Der PowerBlock auf Basis von Doppelschicht-Kondensatoren vereint somit die Vorteile des Kondensators als schnellen Stromlieferanten mit dem der Batterie als nennenswerten Energiespeicher. Im Gegensatz zur Energiespeicherung in einer Batterie ist die Ladespannung ein Maß für den Energieinhalt. Plötzliche Spannungszusammenbrüche kommen daher bei einem PowerBlock nicht vor. Weitere Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Batterie- oder Akkulösungen sind die Wartungsfreiheit und das verhältnismäßig niedrige Gewicht. Somit sind PowerBlocks für eine Verwendung in isolierten Systemen, z.B. in unzugänglichen Gebieten, geradezu prädestiniert, zumal sie auch gegen hohe Temperaturschwankungen resistent sind. Bei sachgerechter Anwendung erreichen sie eine Lebensdauer von mehr als 10 Jahren und verkraften problemlos über 1 000 000 Lade-/Entladezyklen, wobei der Wirkungsgrad deutlich über 90% liegt. Die Gefahr einer Zerstörung durch Tiefentladung -wie bei anderen Speichermedien- ist beim PowerBlock ausgeschlossen.

### Anwendungsgebiete von WIMA PowerBlock Modulen

#### Motorstart

WIMA PowerBlock Module ersetzen, schonen oder stützen herkömmliche Batterien beim zuverlässigen Starten von großen Dieselmotoren z.B. in:

- LKWs, Bau-, Erdbewegungs- und Landwirtschaftsmaschinen
- Bussen und Bahnen
- Schiffen
- Generatoren
- usw.

Beim Starten von großen Dieselaggregaten ist der Energiebedarf sehr hoch. Durch den Einsatz von WIMA PowerBlock Modulen kann die Batterie kleiner und leichter ausgelegt werden, was zu einer signifikanten Reduzierung der Treibstoffkosten und des Emissionsausstosses führt.

#### Bahntechnik

WIMA PowerBlock Module speichern Bremsenergie und stellen sie umgehend zum Starten, Beschleunigen oder zur Spitzenlast-Abdeckung zur Verfügung in z.B.:

- Lokomotiven
- Straßenbahnen
- U-Bahnen
- usw.

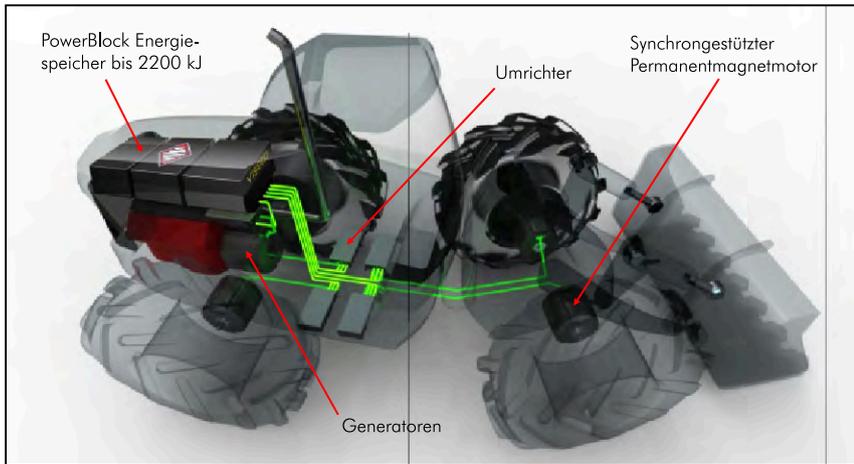
Der Einsatz von PowerBlock Modulen als Energiespeicher erhöht die Effizienz und Lebensdauer der Transportsysteme, spart Gewicht und Wartungskosten und ist zudem umweltfreundlich.



#### Hybrid-/Schwerlast-Anwendung

WIMA PowerBlock Module in Hybridantrieben unterstützen Dieselmotoren bei schnellen und häufigen Lastwechseln in z.B.:

- Stadtbussen
- Baumaschinen
- Land- und Forstmaschinen
- Gabelstapler
- Lastenkräne
- usw.



VISEDO Hybrid-Antriebskonzept für Radlader mit WIMA PowerBlock Energiespeicher

Der Einsatz von PowerBlock Modulen als Energiespeicher führt zu wesentlichen Einsparungen beim Treibstoffverbrauch und reduziert die Abgas- und Lärmemission erheblich.

## Führerlose Transportsysteme (FTS)

WIMA PowerBlock Module dienen als aufladbare oder austauschbare Energiespeicher in autarken, fahrerlosen Transportsystemen (FTS) in z.B.:

- Lager- und Distributionsumgebungen
- Produktionsanlagen
- Intralogistiksystemen
- usw.

Der Einsatz von PowerBlock Modulen als Energiespeicher spart Gewicht, reduziert Wartungskosten und erhöht die Effizienz und Lebensdauer der Transportsysteme.

## Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

Kaskadierte WIMA PowerBlock Module werden in der Notstromversorgung eingesetzt in z.B.:

- Krankenhäuser
- Telekommunikationssystemen
- Ölförderanlagen
- Gasförderanlagen
- usw.

Durch die zuverlässige Überbrückung von kurzfristigen Stromausfällen werden kostenintensive Systemabstürze vermieden.



Hochstromquelle basierend auf WIMA PowerBlock Modulen

## Windkraftanlagen

WIMA PowerBlock Module kommen in Windkraftanlagen in netzunabhängig ausgelegten Antrieben zum Einsatz, z.B. in der:

- Schlupfsteuerung
- Anstellwinkeländerung
- Rotationsgeschwindigkeitsregelung
- usw.

Durch die großen Temperaturschwankungen in der Gondel sind die Anforderungen an diese Energiespeicher äußerst hoch. Aufgrund ihres im Vergleich zu Batterielösungen geringen Gewichts, der Wartungsfreiheit und der hohen Lebensdauer können WIMA PowerBlock Module auf Basis von Doppelschicht-Kondensatoren die Wirtschaftlichkeit dieser Systeme deutlich verbessern.

## Kundenspezifische Lösungen WIMA Expertise

WIMA verfügt über eine langjährige Erfahrung im Bau von kundenspezifischen Energiespeicher-Modulen auf Basis von Doppelschicht-Kondensatoren. Individuelle Lösungen werden in Abstimmung mit den Anwendern geplant und durchgeführt. Die Vorteile für unsere Kunden:

- Hohe Expertise aufgrund 10-jähriger Fertigungs- und Felderfahrung
- Individuelles Design in Bezug auf
  - Umgebung
  - Platzverhältnisse
  - Fixierung
  - Anschlußmöglichkeiten
- Flexible Kapazität oder Spannung durch serielle oder parallele Verschaltung von Einzelzellen mit 350 F bis 3000 F
- Laserbasiertes, sicheres Verschweißen der Einzelzellen
- Robuster, vibrationsresistenter Aufbau gemäß IP-25 bis IP-69 K bei Bedarf
- Diverse technische Optionen, wie z.B.
  - Temperaturüberwachung
  - Überspannungssignal
  - Spannungsüberwachung
  - Industriestecker/CAN-Stecker
  - An die Anwendung angepasste Kühlung
  - Anwendungsspezifische Schutzklasse
- Pulsstrom-, Langzeit- und Spannungstests gemäß IEC 62576 oder DIN EN 62391-1
- Fertigung von Prototypen und Kleinserien
- Anschlußfertige Auslieferung.

## Kundenspezifische Lösungen: Hybridisierung von Dieselmotoren

Noch sind Bau-, Land- oder Forstmaschinen Domänen von Diesel- und Hydraulikantrieben. Dabei drängt sich ihre Hybridisierung förmlich auf.

Fast alle Bau-, Land- und Forstmaschinen, Hafenkräne, Gabelstapler und Stadtbusse schinden ihre Dieselmotoren in einem Stakkato aus Vollast und Leerlauf und treiben nebenher die schweren Fahrzeuge an. Werden die häufigen Lastspitzen elektronisch abgefedert, sinken Kosten, Verbrauch sowie Abgas- und Lärmemission deutlich. Die EU hat die Grenzwerte für Rußpartikelfilter, Stickoxide und Kohlenwasserstoffe für Offroad seit 2001 drastisch gesenkt: Waren

damals jeweils einige Gramm der Luftschadstoffe pro Kilowattstunde erlaubt, sinken die Werte ab 2014 mit der finalen Tier-4-Stufe auf Zehntel und Hundertstel Gramm.

Effizientere Antriebslösungen müssen also her. Diese können mit Hilfe von WIMA PowerBlock Modulen als Energiespeicher realisiert werden.



Beispiel 1: Parallel-Hybrid-Prallbrecher von Rockster.

Durch die hybride Lösung arbeitet der Dieselmotor konstant bei optimaler Drehzahl um den Generator für den E-Motor anzutreiben. Die Lastspitzen werden durch WIMA PowerBlock-Speicher abgefedert. Die Komponenten sind wassergekühlt und entsprechen den hohen Anforderungen der Einsatzbedingungen. Sie sind speziell für die Verwendung in mobilen Arbeitsmaschinen konzipiert und dementsprechend gegen Staub, Schmutz und Wasser geschützt sowie resistent gegen Vibrationen und starke Temperaturschwankungen.

Beispiel 2: Radlader mit VISEDOR Hybridantrieb. Größere Radlader haben Dieselmotoren mit Leistungen um 300 kW. Diese treiben sowohl Räder als auch Hydraulik an und laufen aufgrund der Doppelfunktion selten im optimalen Kennfeld - zumal Radlader mehr rangieren als längere Strecken zu fahren. Dafür sind Dieselmotoren aber eigentlich zu träge. Elektromotoren liefern aus dem Stand binnen Millisekunden volles Drehmoment, fahren Lastwechsel effizienter und erlauben es bei exakterer Ansteuerung, die Traktion so zu dosieren, dass die Räder auch auf matschigen Böden nicht durchdrehen. Und das alles fast geräuschlos, was Fahrer, Arbeiter und Anwohner gleichermaßen entlastet. Ein Radlader, dessen Dieselmotor statt 300 nur 120 kW leistet, könnte diese Vorteile nutzen. Er läuft bei nahezu konstanter Drehzahl und treibt so einen 125-kW-Generator an, der Wechselstrom erzeugt. Ein 300-A-Umrichter wandelt diesen in Gleichstrom für vier radnahe 75-kW-Elektromotoren um, die die Räder antreiben und regenerativ bremsen. Ihre Steuerung übernimmt ein 200-A-Inverter, der auch gleich die zurückgewonnene Bremsenergie in Richtung

WIMA PowerBlock-Speichermodule mit einem Megajoule Kapazität leitet. Kundenprojekte konnten auf diese Weise schon Verbrauchsvorteile um 25 Prozent bewirken. Da große Baumaschinen, Hafenkranne oder Landmaschinen oft 20 Liter pro Stunde verbrauchen, summiert sich die Einsparung bei 4000 Betriebsstunden so auf 20 000 Liter Diesel, und die CO<sub>2</sub>-

Reduktion beträgt knapp 53 Tonnen jährlich.

So amortisiert sich die Hybridisierung binnen zwei bis vier Jahren, denn im Vergleich zu Autos gibt es einen klaren

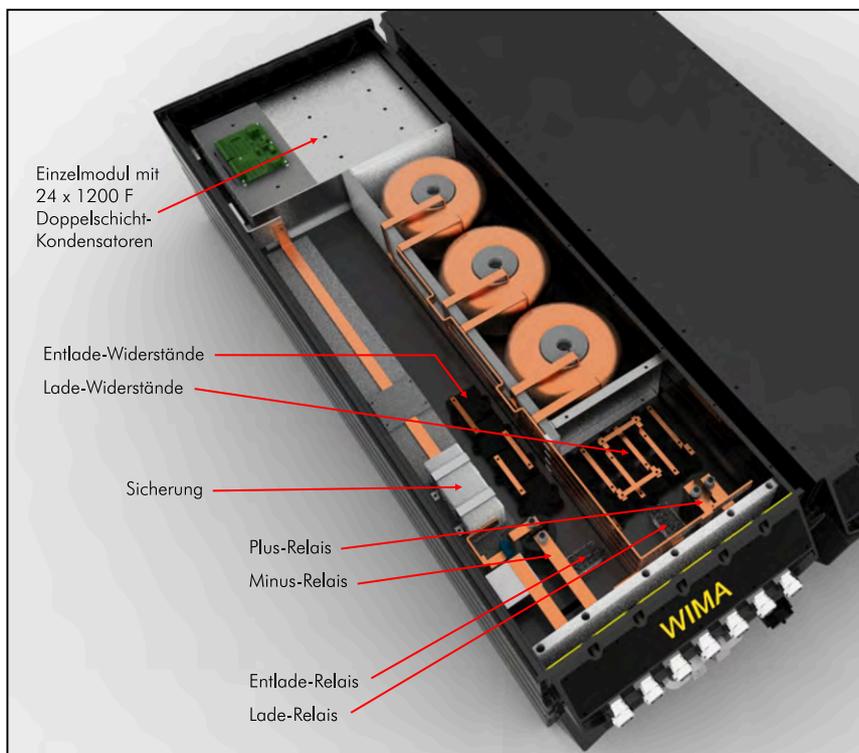
Vorteil: Weil es im Betrieb mobiler Maschinen viele kurze Leistungspeaks gibt, puffern günstige Kondensatoren statt teurer Batterien den Strom. Das macht die Hybride erschwinglicher und schont die Umwelt. Da nahezu wartungsfreie Elektromotoren die dynamischen Lasten übernehmen, sinken auch die Wartungskosten.

Wegen der heftigen Leistungspeaks und widrigen Umweltbedingungen stellt die Hybridisierung mobiler Maschinen hohe Ansprüche an die Komponenten die nach

den hohen IP-Standards gegen Staub, Dreck und Wasser gekapselt werden müssen und einem Vibrationstest mit einer Beschleunigung von 10 G und einem Stoßtest mit 50 G unterliegen.

Das Design der WIMA PowerBlock Speichermodule wurde von Anfang an an den Erfordernissen mobiler Leistungsanwendungen ausgerichtet:

- Modularer Aufbau für die flexible Anpassung an die Erfordernisse der Applikation
- Entwickelt speziell für die in schweren Industriefahrzeugen und Bussen typischen hohen Lade-/Entladezyklen
- Kühlung mit reinem Wasser oder Wasser/Glycol Mischung
- Temperaturbereich von -40...+65 °C
- Umhüllung der Klasse IP-69 für erhöhte Zuverlässigkeit
- Effizienzrate bis zu 97%
- Hohe zulässige Umgebungstemperatur und lange Betriebszeit >90 000 h
- CMS (Capacitor Management System) mit Kontroll-, Sicherungs-, Überwachungs- und Kommunikationsfunktion (CANopen, SAE J-1939)
- Benutzerfreundliche Wartung und Service-Schnittstelle.



Konzept eines Energiespeichers für die Hybridisierung eines Dieselmotors

## Kundenspezifische Lösungen: Leistungsversorgungs- Stationen

Hochstromquellen, die als Prüfeinrichtungen oder zur Umformung in der Metallurgie benötigt werden, können neuerdings mit bisher nicht für möglich gehaltenen Eigenschaften vorteilhaft mit WIMA PowerBlocks aufgebaut werden. Der niedrige Innenwiderstand der Doppelschicht-Kondensatoren, die von WIMA in Modulen zusammengestellt angeboten werden, prädestiniert höchste Stoßströme für den Sekundenbereich.

Bild 1 zeigt einen Aufbau für eine Entladung ab 230 V mit 3000 A für 1,5 Sekunden. Vier Module mit jeweils 100 F/ 56 V stehen senkrecht und parallel verschaltet im Fußbereich des Schrankes und repräsentieren zusammen 25 F. Der Innenwiderstand dieser Anordnung liegt bei unter 33 mΩ. Die Anlage ist mit einem kupfernen Anschlußquerschnitt von 150 mm<sup>2</sup> versehen. Zur Ladung findet ein kundenseitiges, kommerziell erhältliches Ladegerät mit Strombegrenzung Verwendung. Die Modulgehäuse selbst sind geerdet. Für Servicezwecke im Schrankaufbau ist die Anlage zusätzlich mit einer internen Entladevorrichtung ausgestattet. Diese Vorrichtung besteht aus einem Leistungs-FET-Schalter, der beim Abschalten der Haltespannung am Schalter an der Schranktür einen Entladestrom von ca. 10 A aktiviert. Die Entladekonstante beträgt ca. 8 Minuten. Eine Spannungsanzeige signalisiert den ordnungsgemäßen Ladezustand nach außen.

Die Module können nach Kundenwunsch sowohl aktiv als auch passiv symmetriert sein. Ein Diagnosesignal bei Überspannung oder Übertemperatur kann zur Verfügung gestellt werden.

### Schematischer Aufbau einer Stromquelle mit 137 F und 600 V Nennspannung

Bei Bild 2 handelt es sich um einen Energiespeicher, bei dem 5 Stück 62,5 F / 120 V Module in Serie zu einem Rack von 600 V verschaltet werden. Um die hohe Kapazität zu erreichen, werden 11 Racks parallel verschaltet. Mit diesem Aufbau können in 20 s. 600 kW Leistung zur Verfügung gestellt werden. Bei der Konstruktion des Energiespeichers wurde ein besonderes Augenmerk gelegt auf:



Bild 1: Stromquelle mit 25 F und 230 V Nennspannung

- Servicefreundlichkeit (schneller, einfacher Austausch von einzelnen Modulen innerhalb von Minuten)
- Sicherheit (Strom-/Isolationsüberwachung, Einbau von Sicherungen, usw.)
- Überwachung der einzelnen Stränge und Zellen (Temperatur, Spannung)
- kompakte Bauweise.

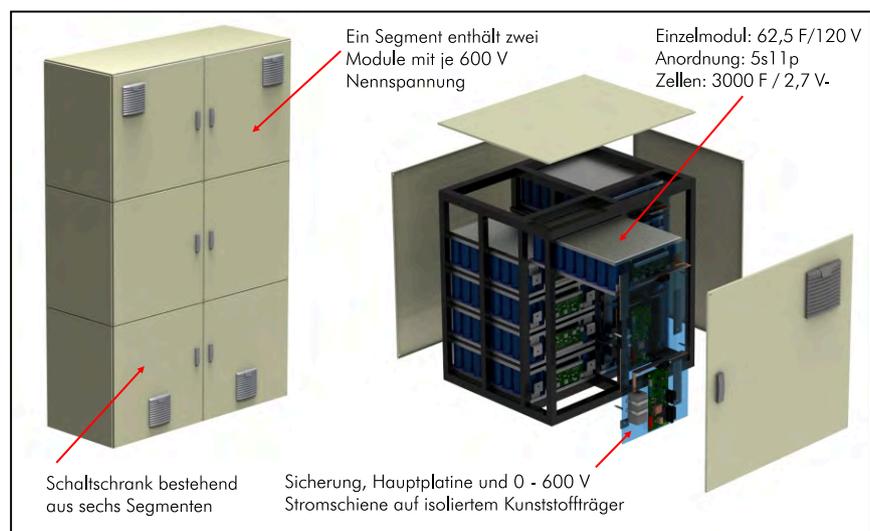
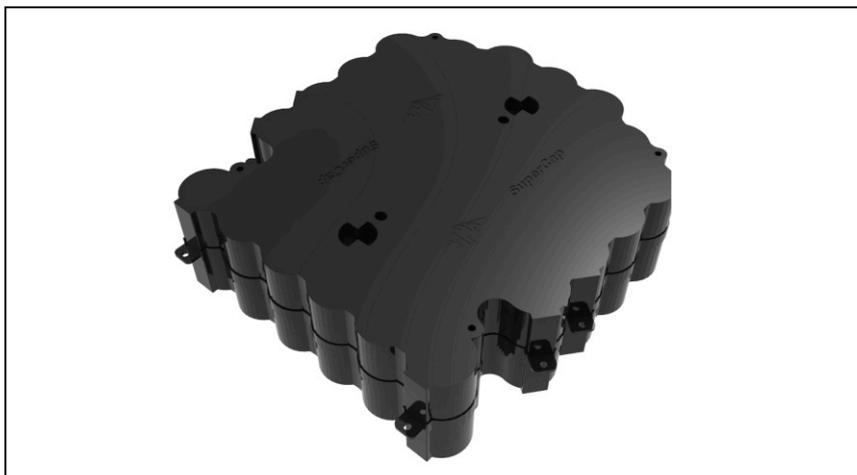


Bild 2: Stromquelle mit 137 F und 600 V Nennspannung

## Kundenspezifische Lösungen: Start von Dieselmotoren oder Mikroturbinen

Der Start von V16- oder V24-Zylindermotoren (6000 kW), beispielsweise für den Antrieb des Generators dieselektrischer Bahnen oder der Start eines Schiffsdiesels erfordert hohe Ströme. 1300 A sind hier durchaus üblich (im Losbrechmoment sogar deutlich höher). Oft wird die Kurbelwelle durch zwei Anlasser (z.B. je 7 kW mit Zwangsabschaltung nach 9 s für 2 min) von beiden Seiten gedreht, um eine Torsion der großen Masse zu verhindern. Hier ersetzen WIMA PowerBlock Module aufgrund ihrer signifikanten Vorteile in puncto Wartungs-



Pitch-Antrieb für Windkraftanlagen mit 14 F und 165 V Nennspannung

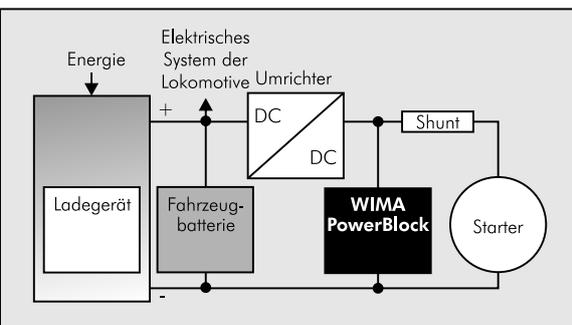
Das Kondensatormodul wiegt in etwa nur 1/10 der herkömmlichen BatterieLösung und erlaubt durch die Mitnahme von zusätzlichem Treibstoff eine bis zu 25% höhere Reichweite.

### Rekuperation von Bremsenergie

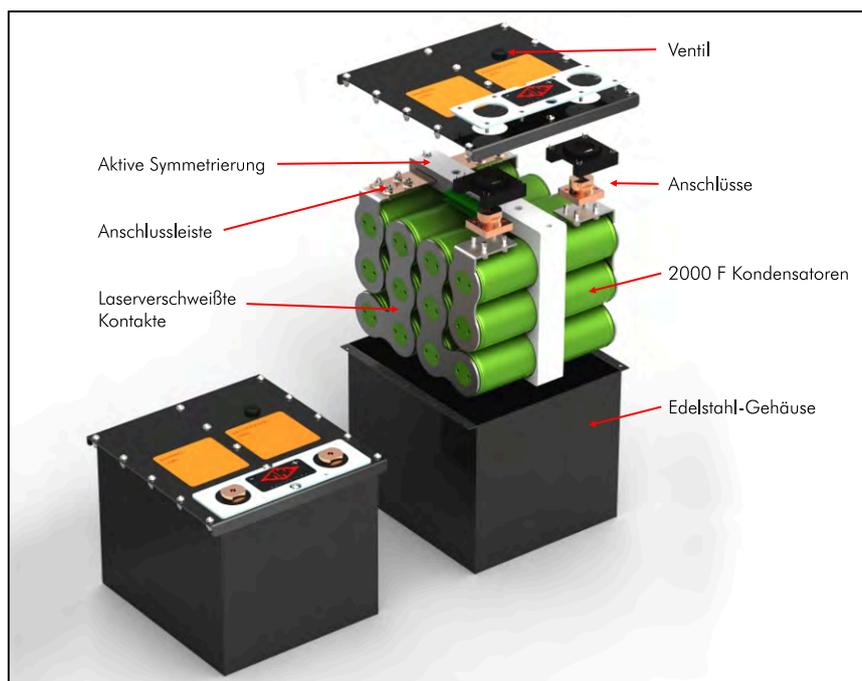
Beim Bremsen wird in der Regel sehr viel kinetische Energie freigesetzt. Die kurzzeitig anfallenden, sehr hohen Ströme können mit Hilfe der PowerBlock Module gespeichert und bei Bedarf wieder zur Verfügung gestellt werden.

## Kundenspezifische Lösungen: Schlupfsteuerung in der Windkraft

In größeren Windkraftanlagen kommt eine Schlupfsteuerung (sog. Pitch-Control) für jedes Rotorblatt zum Einsatz. Diese ändert den Anstellwinkel und beeinflusst so die Rotationsgeschwindigkeit. Bei zu starken Winden werden z.B. die Rotorblätter in den Wind gedreht um den Vortrieb vollständig wegzunehmen. Die Pitch-Antriebe sind netzunabhängig ausgelegt. Nicht hydraulisch arbeitende Pitch-Systeme nutzen die in Batterien oder besser Doppelschicht-Kondensatoren-Modulen gespeicherte elektrische Energie. Die Anforderungen an die Speicher sind hoch. Über Winter herrschen in den Gondeln oft Temperaturen um die  $-40^{\circ}\text{C}$  und im Sommer werden bei Betrieb schnell über  $+60^{\circ}\text{C}$  erreicht. Die für das Losbrechmoment zum Beispiel von 3 kW-Motoren nötige Stromstärke von über 200 A macht den Batterien unter den beschriebenen Bedingungen große Probleme. Hier punkten WIMA PowerBlock Speicher mit besserer Leistung hinsichtlich Lebensdauer, Wartungszyklen und Gewicht.



freiheit, Lebensdauer und Gewicht immer häufiger die bisher üblichen Starterbatterien.



Aufbaukonzept eines Motorstarters mit 333 F und 28 V Nennspannung

### Fazit:

WIMA PowerBlocks sind zukunftsweisende Bauelemente die für viele Anforderungen moderner Elektronik individuelle Lösungsansätze bieten. Sie werden ausschließlich in Deutschland gefertigt und bieten ein hohes Maß an Flexibilität in Design und Performance. Echtes "Made in Germany".



## Operational Data of PowerBlocks Betriebsdaten für PowerBlocks

### BASIC DATA / BASIS DATEN

Company name / Firma:   
Address / Adresse:   
Person responsible / Sachbearbeiter:   
Contact information / Kontaktdaten:

Application / Anwendung:   
Potential quantity p.a. / Bedarfsvorschau p.a.:   
Start of project / Projektanlauf:

### TECHNICAL DATA / TECHNISCHE DATEN

Rated voltage / Betriebsspannung:  $U_{max}$   [V]       $U_{min}$   [V]  
Rated current / Betriebsstrom:  $I_N$   [A]  
Max. pulse current / Max. Pulsstrom:  $I_p$   [A]  
Energy required / Energiebedarf:  $E$   [A]  
Charge time / Ladedauer:  $t$   [s]  
Discharge time / Entladedauer:  $t$   [s]  
Ambient temperature / Umgebungstemperatur:  $T$   [°C]  
Max. operating temperature / Betriebstemperatur:  $T$   [°C]  
Life time expectation / Nutzungsdauer:  $t$   [h]

Max. number of charge/discharge cycles:  (per sec.  per min.  per hour   
Max. Anzahl der Lade- und Entladezyklen (pro Sek. pro Min. Pro Stunde)

Balancing / Zellensymmetrierung: Passive  Active

Requested delivery version: Module  Rack   
Lieferausführung

Max. size available / Max. verfügbarer Platz:  x  x  [mm]

Special requirements: (Temperature monitoring unit, fuses, etc.)  
Besondere Anforderungen (Temperaturüberwachung, el. Sicherungssysteme etc.)

Date / Datum: