



GRIDCON<sup>®</sup> STATCOM

BLINDLEISTUNGSKOMPENSATION  
MIT HÖCHSTER REGELDYNAMIK.

[WWW.REINHAUSEN.COM](http://WWW.REINHAUSEN.COM)





# GRIDCON® STATCOM: FÜR EINE OPTIMALE BLINDLEISTUNGSREGELUNG IN VERTEILUNGSNETZEN.

Effiziente Netzstabilisierung und Lastflussoptimierung für höchste Ansprüche.

Aktuell unterliegt der Energiemarkt signifikanten Veränderungen, was die Anforderungen an Deregulierung und Liberalisierung, wie auch den daraus entstehenden Anspruch nach Einbindung neuer Energieressourcen und effizienten Maßnahmen zur Regelung der Energieflüsse angeht.

Zudem bilden globale Klimaschutzforderungen und die damit einhergehende Notwendigkeit der effektiven CO<sub>2</sub>-Reduzierung, treibende Faktoren für den Umbau klassischer Netzstrukturen. Ziel sind innovative Verteilungsnetze mit dynamischer Lastfluss-Regelung auf verschiedenen Ebenen.

Als weltweiter Systemintegrator bietet die Maschinenfabrik Reinhausen (MR) ein breites Spektrum an kunden- und applikationsspezifischen Lösungen, um die mit der Schaffung und dem Betrieb innovativer Verteilungsnetze verbundenen Herausforderungen erfolgreich zu meistern.

GRIDCON® STATCOM stellt dabei eine leistungsfähige Plattform dar: sie ermöglicht eine effiziente Realisierung spannungsstabilisierender und lastflussoptimierender Maßnahmen, mit hohen Anforderungen an die Regeldynamik, in öffentlichen wie auch industriellen Verteilungsnetzen. GRIDCON® STATCOM-Systeme basieren auf einer skalierbaren Leistungselektronikplattform mit 3-Level IGBT Umrichtern und ermöglichen damit innovative Lösungsansätze für dynamische Regelaufgaben in den Verteilungsnetzen.

## Umfangreicher Kundennutzen

Die GRIDCON® STATCOM-Systemarchitektur wurde entwickelt, um mit einem modularen Lösungsansatz das Übertragungsverhalten in Verteilungsnetzen zu optimieren und somit einen hohen Kundennutzen zu generieren. Dazu gehören:

- Reduzierung der Betriebskosten durch dynamische Verbesserung des Leistungsfaktors am Netzan-schlusspunkt und somit Einhaltung von vertraglich geregelten Anschlussbedingungen
- Verbesserung der Netzstabilität durch dynamische Bereitstellung induktiver als auch kapazitiver Regelleistung
- Verbesserung der Spannungsstabilität durch innovative Spannungsregelalgorithmen
- Betriebsverhalten mit hoher Regeldynamik bei gleichzeitig geringen Betriebsverlusten
- Geringe Emission von Oberschwingungsströmen durch aktive Eigenkompensation
- Bereitstellung kosteneffizienter Lösungen durch reduzierten Engineering- und Fertigungsaufwand
- Standardisierte und modulare Systemarchitektur bietet kunden- und applikationsspezifische Lösungen

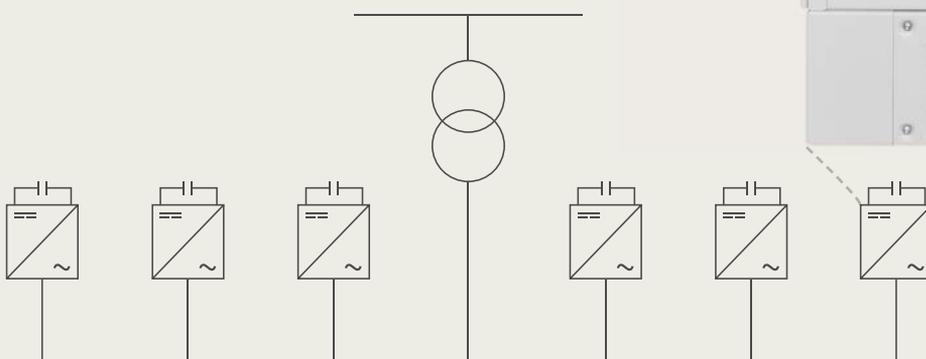
# GRIDCON® STATCOM-SYSTEMKONZEPT.

Über einen Koppeltransformator (ausgeführt als 2- oder 3-Wicklungstransformator) können die Anschlussspannungen der GRIDCON® STATCOM-Systeme flexibel an jede Mittelspannungsebene angepasst werden.

Es können bis zu zwei individuelle STATCOM-Systeme mit jeweils bis zu  $\pm 3600$  kVAr über einen gemeinsamen Dreiwicklungstransformator angeschlossen werden. Somit ist jede gewünschte Leistung in 600 kVAr Schritten bis  $\pm 7200$  kVAr realisierbar.

Um die optimale Skalierbarkeit des Systems zu gewährleisten, ist auch die Controller-Plattform modular aufgebaut. Jedes System verfügt über einen zentralen Control Computer (CCU), der mit einem oder mehreren abgesetzten Messeinheiten (MIO) zur Erfassung der Netz- oder Lastgrößen (Spannung, Strom) ausgestattet werden kann.

**4 x IPU = 1 x Powermodul**  
**6 x Powermodul = STATCOM**



Typisches Übersichtsschaltbild eines GRIDCON® STATCOM-Systems – es beinhaltet 1 bis maximal 6 Powermodule

GRIDCON® STATCOM ist modular aufgebaut. Es basiert auf IGBT-Leistungseinheiten (IPU) mit einem Bemessungsstrom von 125 A und einer Bemessungsspannung von 690 V. Diese werden in Schaltschränken zu Leistungseinheiten (Powermodule) mit  $\pm 600$  kVAr zusammengefasst, wovon bis zu sechs zu einem Gesamtsystem mit einer Leistung von  $\pm 3600$  kVAr kombiniert werden. Eine integrierte Schaltschrankeinheit mit Leistungsschalter vervollständigt das System.



Separater Lüfter für die Kühlung der Peripheriebauteile, Schutzart bis IP54 möglich

IPU IGBT Einheit mit autonomer Regelung und Selbstüberwachung

Lüfterschublade für einen einfachen Austausch der Hauptlüfter

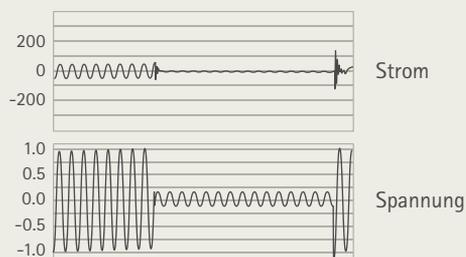
Hinter dem Anschlussraum: geschotteter Lüftungskanal ohne spannungsführende Bauteile für die Hauptkühlung der IGBTs, Luftzufuhr erfolgt durch Boden / Sockel

### Overvoltage Ride Through

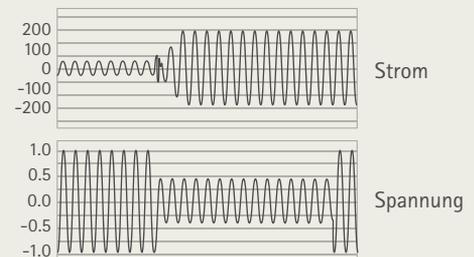
$U_{bus} = 1,10$  pu (dauernd);  $U_{bus} = 1,15$  pu (maximal 30 sek + settling time)

### Fault Ride Through

Das GRIDCON® STATCOM-System durchfährt Fehler, ohne sich vom Netz zu trennen



$0 \leq U_{bus} < 0,2$  pu:  $I_{statcom} = 0$  (250 ms)



$U_{bus} > 0,2$  pu:  $I_{statcom} > 0$  dauernd

# BREITES ANWENDUNGSSPEKTRUM IN VIELFÄLTIGEN INDUSTRIEN.

GRIDCON® STATCOM-Systeme ermöglichen die Bereitstellung dynamischer Grundschiebungsbindleistung (kapazitiv und induktiv) in einem weiten Leistungsbereich, angepasst auf die jeweilige Kundenapplikation.

## Dynamische Blindleistungsregelung und Spannungsstabilisierung



WALZWERKE



OFFSHORE-TECHNOLOGIE



BAHNSTROM-VERSORGUNG



BERGBAU



WIND- UND PV-PARKS



PAPIERINDUSTRIE



TESTFELDER



LOGISTIK

Der Einsatz von GRIDCON® STATCOM-Systemen bedarf immer einer kundenspezifischen Untersuchung des Einsatzfalles sowie der Durchführung einer Netzstudie zum dynamischen Regelverhalten innerhalb der jeweiligen Kundenapplikation.

MR verfügt mit einer eigenen Entwicklungsabteilung und einem internen Kompetenzteam für leistungselektronische Applikationen über die notwendigen Ressourcen, STATCOM-Systeme kundenspezifisch auszulegen und in die jeweilige Applikation zu integrieren.

## Weitere Anwendungen

- Stabilisierung von schwachen Systemspannungen
- Reduzierte Übertragungsverluste
- Erhöhung der Übertragungskapazität
- Reduktion von Spannungsschwankungen
- Verbesserter Leistungsfaktor
- Reduktion von Oberschwingungsströme
- Vermeidung von Flicker
- Spannungsstabilisierung während und nach Netzfehlern

# JEDERZEIT EINSATZBEREIT – GRIDCON® STATCOM IM OFFSHORE-BETRIEB.

Die schon entdeckten und weiterhin vermuteten Öl- und Gasvorkommen im Arabischen Golf gehören zu den weltweit größten Reserven fossiler Energieträger. Mit drei Mega-Projekten beteiligt sich Saudi Arabien an der Erschließung und folgenden Förderung – eines dieser Projekte ist die Entwicklung und Implementierung des AL WASIT Gas Programmes. Im Rahmen dieses Programmes hat Saudi Aramco, die größte Erdölfördergesellschaft der Welt, zwei neue Gasfelder erschlossen, HASBAH und ARABIYAH. Diese bilden die Basis für das Al-Wasit Gas Programm als ein strategisches Regierungsprojekt zur Steigerung der geförderterten Erdgasmenge.

Um die Gasfelder wirtschaftlich nutzen zu können, wurden zwei Produktions-Plattformen gebaut und in Betrieb genommen. Die Energieversorgung für die im Arabischen Golf liegenden beiden Produktionsplattformen erfolgt über Seekabelverbindungen. Aufgrund der Länge der Seekabelverbindung beeinflusst die resultierende Kabelkapazität signifikant den Lastfluss zwischen dem Onshore-Umspannwerk und den Offshore-Plattformen und damit auch das Spannungsprofil.

Es galt also, eine Lösung zur dynamischen Spannungshaltung zu finden. Dafür holte Saudi Aramco die Profis von MR ins Boot. Gemeinsam entwickelten beide Partner in einem ausführlichen Design-Prozess, der über ein Jahr dauerte, eine passende Lösung: GRIDCON® STATCOM.

Durch die Fähigkeit, Blindleistung schnell zu kompensieren und die Spannung dynamisch zu stabilisieren, ermöglicht GRIDCON® STATCOM einen sicheren und stabilen Betrieb der kundenspezifischen Technologie auf den Plattformen, sowohl im Normalbetrieb als auch in Sonderbetriebsmodi (z. B. Inselbetrieb).

## Modulares Lösungskonzept

Dank des modularen Lösungskonzepts können die GRIDCON® STATCOM-Anlagen kompakt in geeignete Container eingebaut werden. Darüber hinaus bietet der modulare Lösungsansatz die Möglichkeit, Redundanzforderungen aus der Kundenapplikation zu realisieren und Serviceaufwände zu reduzieren. Insbesondere bei Anwendungen mit der Forderung nach einer hohen Zuverlässigkeit ist dies ein entscheidender Aspekt.



Kurze Design- und Lieferzeiten sind ein weiterer Vorteil des modularen Konzepts. Durch die Nutzung von standardisierten IGBT Units in einem standardisierten Schranksystem konnten die Aufwände im technischen Planungs- und Konstruktionsprozess signifikant reduziert werden. Das erlaubt, von Planungsbeginn bis zu den Werksabnahmen, eine geradlinige Projektabwicklung in einem engen Zeitplan.

Um die Leistungsfähigkeit der GRIDCON® STATCOM-Systeme zu testen und unter realitätsnahen Bedingungen zu optimieren, wurde eigens ein vollständiges 13,8 kV-Labornetz mit Erzeugung und variablem Verbrauch aufgebaut. Vorab durchgeführte Simulationen des stationären und dynamischen Betriebsverhaltens mit einem Echtzeitnetzsimulator (RTDS) lieferten die Vorgaben für den Integrationstest.

Die Übergabe der auf einer Werft in Indonesien in die Plattform integrierten Anlagen erfolgte im Juni 2015 nach erfolgreicher Offshore-Inbetriebsetzung am Bestimmungsort im Arabischen Golf.

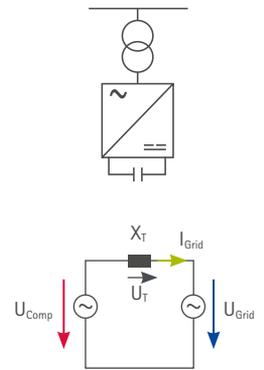
# ÜBERZEUGENDE TECHNIK – ZUVERLÄSSIGE LEISTUNG.

## Betriebszustände

GRIDCON® STATCOM-Systeme basieren auf einem Wechselrichter als Spannungsquelle (VSC), der über eine Induktivität und einen Transformator an das Netz angeschlossen wird. Ist das STATCOM-System im Betrieb, können zwei generelle Betriebszustände unterschieden werden. In beiden Fällen wird die Netzspannung zu  $U_{Grid} = const$  angenommen:

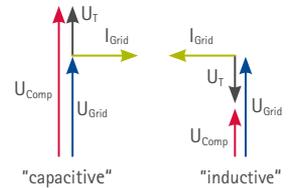
### Kapazitiver Betrieb:

- ▮ Vektor  $U_{comp} > U_{Grid}$  bedeutet: Vektor  $U_T$  zeigt in die gleiche Richtung wie Vektor  $U_{Comp}$
- ▮ Strom  $I_{Grid}$  fließt (nach der Abbildung) in positive Richtung
- ▮ Das STATCOM-System speist kapazitiven Strom in das Netz ein
- ▮ Die Spannung wird angehoben



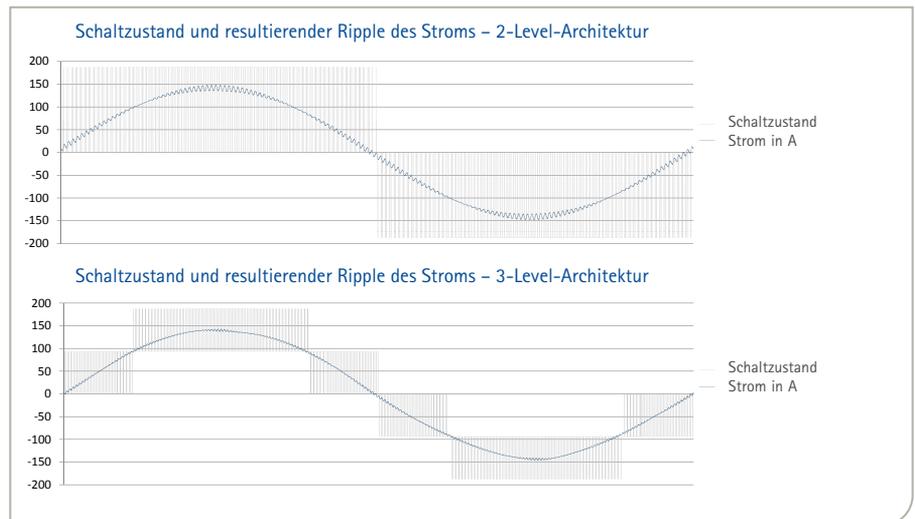
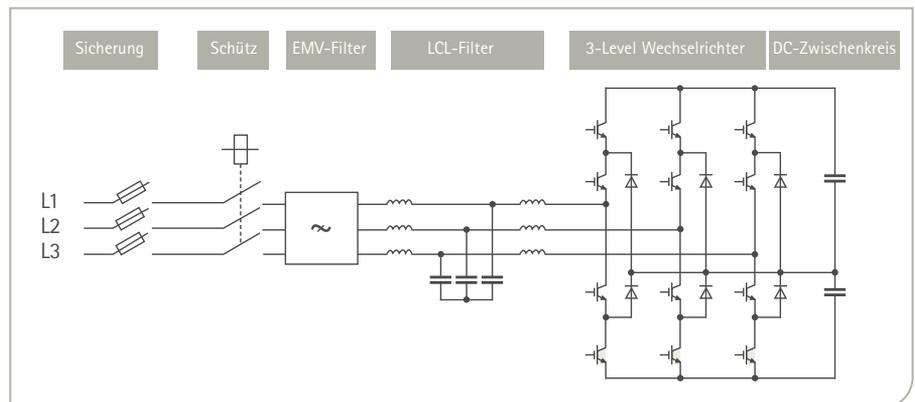
### Induktiver Betrieb

- ▮ Vektor  $U_{comp} < U_{Grid}$  bedeutet: Vektor  $U_T$  zeigt in entgegengesetzte Richtung zu  $U_{Comp}$
- ▮ Strom  $I_{Grid}$  fließt (nach der Abbildung) in negative Richtung
- ▮ Das STATCOM-System speist induktiven Strom in das Netz ein
- ▮ Die Spannung wird abgesenkt



## 3-Level-Technologie

Die 3-Level-Schaltung der GRIDCON® STATCOM-Systeme basiert auf zwölf IGBTs, die konventionelle 2-Level-Ausführung hingegen besteht aus lediglich sechs. Durch die spezielle Verschaltung halbiert sich die Spannungsbelastung der Leistungshalbleiter. Dies führt einerseits zu geringeren Verlusten und ermöglicht andererseits den Einsatz in Netzen mit höherer Zwischenkreisspannung. Außerdem lassen sich höhere Scheitelströme generieren, was eine Voraussetzung für die Filterung von Oberschwingungen mit hoher Bandbreite ist. Ein weiterer Vorteil der 3-Level-Technologie liegt in der geringeren Welligkeit (engl. ripple) des Ausgangsstroms im Vergleich zur 2-Level-Architektur. Aufgrund des geteilten Zwischenkreises und der höheren Anzahl an IGBTs ergibt sich ein zusätzlicher dritter Schaltzustand am Ausgang. Durch diesen lassen sich bei gleicher Schaltfrequenz die Netz- und EMV-Filter kompakter ausführen und somit Verluste reduzieren.





# TECHNISCHE DATEN.

Technische Daten	GRIDCON® STATCOM				
Bemessungsspannung	3 kV - 35 kV mit Anpasstrafo				
Netzfrequenz	50 Hz / 60 Hz				
Regelfunktionen	Spannungsregelung Blindleistungsregelung				
Zusätzliche Funktionen	Optionale ACF-Funktionalität (2.-51. Harmonische (50 Hz) / 2.-41. Harmonische (60 Hz))				
Verlustleistung für Aktivteil	< 2,1 % der Kompensationsleistung maximal, < 1,8 % im typ. Betrieb, < 0,4 % im Leerlauf, < 100 W im Standby				
Schaltfrequenz	10 kHz (verlustarme Ausführung)				
Steuerung	Interner Control-Computer mit zwei digitalen Signalprozessoren				
Systemsetup und Anzeige	Über HMI mit grafischem Display oder internen Webserver (TCP/IP) und PC – keine zusätzliche Software notwendig				
Reaktionszeit	Applikationsabhängig, typisch 10 - 40 ms				
Schnittstellen	Ethernet (TCP/IP) Diverse Feldbussysteme (unter anderem Profibus, Modbus) Digitales E/A-Interface (potenzialfrei, konfigurierbar) für Statusmeldungen				
Messwandler	Messung Netz/Last: 3-phasige Spannungsmessung 2- oder 3-phasige Strommessung  Messung STATCOM: 2- oder 3-phasige Strommessung				
Wechselrichter	3-Level IGBT mit Spannungszwischenkreis (DC-Folienkondensatoren)				
Farbgebung	Standard: RAL 7035 Lichtgrau (andere Farben und Ausführungen auf Anfrage)				
Abmessungen (ca. B x T x H)	Powermodul: 800 x 800 x 2000 mm 800 x 800 x 2200 mm mit optionalem Sockel  STATCOM (Aktivteil) 2 Powermodule 1200 kvar 2200x800x2000 einschließlich 3 Powermodule 1800 kvar 3000x800x2000 Kabeleinspeisung 4 Powermodule 2400 kvar 3800x800x2000 5 Powermodule 3000 kvar 4600x800x2000 6 Powermodule 3600 kvar 5400x800x2000				
Kühlung	Standard: Luftkühlung mit drehzahlgeregelten Lüftern Optional: Flüssigkeitskühlung mit Anschluss an externes Kühlsystem über Wärmetauschereinheit				
IP Schutzart	Standard: IP20 Optional: IP21 .. IP54				
Umgebungsbedingungen	Maximale Umgebungstemperatur ohne Leistungsreduzierung: 40° C Empfohlene Umgebungstemperatur im Dauerbetrieb: < 25° C Minimale Betriebstemperatur: 0° C, relative Feuchtigkeit: maximal 95% Transport / Lagerung: -20° C .. 70° C				
Anzahl Powermodule	2	3	4	5	6
Kompensationsleistung	1200 kvar	1800 kvar	2400 kvar	3000 kvar	3600 kvar
Bemessungsstrom (690 V)	1000 A	1500 A	2000 A	2500 A	3000 A
Gewicht	ca. 1700 kg	ca. 2400 kg	ca. 3100 kg	ca. 3880 kg	ca. 4500 kg
Erweiterbarkeit	2-Wicklungstransformator: bis zu 6 Powermodule 3-Wicklungstransformator: bis zu 2x 6 Powermodule				
EMV-Klasse	EN 55011, Klasse A1 (Industrie-Umgebung)				
Normen	EN 50178, EN 61439-1, EN 61439-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 55011				

# MEHR LEISTUNG – MEHR WERT.

GRIDCON® STATCOM – Dynamische Blindleistungskompensation für die Anforderungen von morgen.



## Für jede Anwendung die passende Lösung

- Umsetzung kundenspezifischer Lösungen
- Modularer Systemansatz ermöglicht eine Skalierung der Leistung bis 7,2 Mvar
- Umfangreiche Kommunikationsschnittstellen (MODBUS, Profibus, IEC 61850) zum Austausch von Informationen mit Leittechnik auf Kundenseite
- Kompakte Bauweise für hohe Installationsvielfalt (Innenraum, Container)
- Kombinationen mit passiven Systemen zur Anlagenoptimierung sind möglich



## Maximal zuverlässig und stabil

- Redundanz auf verschiedenen Ebenen (Powermodul, Einzel-IPUs)
- Fehler mit einer Dauer von bis zu 250 msec führen nicht zur Abschaltung des STATCOMs (Fault Ride Through)
- Volle Dynamik auch bei deutlicher Unterschreitung der Netzspannung bis 20 % der Nennspannung (Fault Ride Through)
- Einhaltung der EMV-Anforderungen für Industrie-Umgebungen (EN 55011)



## Niedrige Lebenszykluskosten

- Außerordentlich geringe Verluste halten den Energieverbrauch niedrig und reduzieren darüber hinaus den Aufwand für die Klimatisierung
- Die garantierte Verfügbarkeit von Ersatzteilen stellt eine lange Nutzungsdauer der Geräte sicher
- Lange, unterbrechungsfreie Betriebsdauer dank hochwertiger Leistungselektronik-komponenten



## Service- und bedienungsfreundlich

- Umfassender MR-Service: Inbetriebnahme, Anlagenmodernisierung inklusive Systemberatung sowie diverse Schulungsangebote im hauseigenen Technologiezentrum für Leistungselektronik
- Kurzfristige vor Ort-Unterstützung dank globalem MR-Standortnetzwerk
- Integrierter Webserver erlaubt Standort unabhängigen Zugriff auf umfangreiche Status- und Serviceinformationen
- Kundenspezifisches Bedienerinterface über SPS-basierte Anlagensteuerung
- Einfacher Service an Einzelkomponenten durch modularen Systemansatz
- Dauerhafte Flexibilität durch eigenständige Parametrierung für neue oder geänderte Aufgaben

**NIEDERSPANNUNGSLÖSUNGEN:**

**Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**

Power Quality Berlin  
Urban Tech Republic | Gebäude H / ZKSI  
Flughafen Tegel 1  
13405 Berlin, Germany  
Phone: +49 30 330915-0  
E-mail: support.pq@reinhausen.com

**MITTELSPANNUNGSLÖSUNGEN:**

**Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**

Power Quality Erfurt  
Gustav-Weißkopf-Str. 4, 1. Stock  
99092 Erfurt, Germany  
Phone: +49 361 3010 3-0  
E-mail: support.pq@reinhausen.com

**Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**

Falkensteinstrasse 8  
93059 Regensburg, Germany  
Phone: +49 941 4090-0  
E-mail: info@reinhausen.com

[www.reinhausen.com](http://www.reinhausen.com)

Please note:

The data in our publications may differ from  
the data of the devices delivered. We reserve  
the right to make changes without notice.

IN5040625/00 DE – GRIDCON® STATCOM –

F0339600 – 09/23 – uw

©Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2016

THE POWER BEHIND POWER.

