



Betriebsanleitung GRIDCON[®] ACF Building



Dokument Nr. PQ-01-12-21-BA
Revision 01
08.03.2016

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH
Power Quality

Wiebestr. 46
10553 Berlin, Germany
www.reinhausen.com

Telefon: +49 30 330915 -0
Fax: +49 30 330915 -25
E-mail: support.pqm@reinhausen.com

Änderungsliste

Revision	Name / Datum	Kapitel	Änderungen
02			
01	Exner, Frey /08.03.2016	Alle	Erstveröffentlichung deutsche Version

© 2016 Maschinenfabrik Reinhausen GmbH (MR)

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokumentes, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- und Geschmacksmustereintragung vorbehalten. Nach Redaktionsschluss der vorliegenden Dokumentation können sich am Produkt Änderungen ergeben haben. Änderungen der technischen Daten bzw. Konstruktionsänderungen sowie Änderungen des Lieferumfanges bleiben ausdrücklich vorbehalten. Grundsätzlich sind die bei der Abwicklung der jeweiligen Angebote und Aufträge übermittelten Informationen und getroffenen Vereinbarungen verbindlich. Die Originalbetriebsanleitung wurde in deutscher Sprache erstellt.

MR behält sich das Recht vor, dieses Dokument jederzeit und ohne Ankündigungen für bisherige und künftige Benutzer zu ändern.

1	Hinweise zu diesem Dokument.....	5
1.1	Anwendungsbereich	5
1.2	Zugehörige Dokumente.....	5
1.3	In diesem Dokument verwendete Symbole.....	5
2	Technische Details.....	6
2.1	Normen	6
2.2	Technische Daten	7
3	Allgemeines	9
3.1	Allgemeine Sicherheitshinweise.....	9
3.2	Die fünf Sicherheitsregeln	10
3.3	Unbeabsichtigter Start	10
3.4	Produktidentifikation.....	10
3.5	Produktvarianten	10
4	Aktivfilter Überblick	11
4.1	Allgemein.....	11
4.2	Funktionsprinzip.....	11
5	Aufbau GRIDCON® ACF BUILDING.....	12
5.1	Hauptkomponenten	13
5.1.1	IGBT Leistungsmodul (IPU).....	13
5.1.2	Regelcomputer (CCU)	14
5.1.3	Mess –und Ein-/Ausgabe- Modul (MIO)	14
5.1.4	Klemmleiste	15
5.1.5	Hauptschalter S1	15
5.1.6	24 V DC Netzteil T3	15
5.1.7	Überstromschutzeinrichtungen für interne Haupt- (Q1..Q5) und Hilfsstromkreise (Q01 und F21..26).....	15
5.1.8	Touchpanel (HMI)	15
5.1.9	Netzanschluss X0	15
5.2	Kompatibilität mit passiven Kompensationsanlagen	15
5.3	Kommunikationsarchitektur	16
5.3.1	Interne Kommunikationsarchitektur	16
5.3.2	Externe Kommunikationsarchitektur.....	17
5.4	Regelungsverfahren Closed Loop / Open Loop.....	18
6	Installation	19
6.1	Transport- und Lagerbedingungen.....	19

6.1.1	Entfernen des Transportschutzes.....	19
6.1.2	Heben und Transport des Aktivfilters	20
6.2	GRIDCON® ACF BUILDING – mechanische Abmessungen	21
6.3	Umgebungsbedingungen	22
6.4	Einsatz in Höhen > 2000 m	22
6.5	Aufstellung/ Kühlung	23
6.6	Abstände zu Wänden/ anderen Anlagen	23
6.7	Kühlung	24
7	Elektrischer Anschluss	25
7.1	Anschluss des Aktivfilters.....	25
7.2	Netzanschluss X0	26
7.3	Zuleitungen des Netzes.....	27
7.4	Überstromschutz der IPU's.....	28
7.5	Stromwandler	28
7.5.1	Auswahl und Anordnung der Stromwandler	28
7.5.2	Spezifikation der Stromwandler	28
7.5.3	Anschluss der Stromwandler	28
7.5.4	Digitale Ein- und Ausgänge	30
8	Inbetriebnahme und Betrieb	31
8.1	Schließen der Sicherungslasttrenner Q1...Q5	31
8.2	Schließen der Sicherung -Q01	31
8.3	Schließen des Schalters S1	31
8.4	Touchpanel.....	31
9	Wartung	32
9.1	Wartungshinweise	32
9.2	Wartungsplan	32
10	Demontage und Entsorgung.....	33
10.1	Lebensdauer	33
10.2	Demontage	33
10.3	Entsorgung.....	33

1 Hinweise zu diesem Dokument

Der Text kann Abkürzungen enthalten. Diese Abkürzungen werden beim ersten Erscheinen voll ausgeschrieben und im Klammersausdruck als Abkürzung dargestellt.

Z.B.: IGBT Power Unit (IPU).

1.1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die Hardware der Aktivfilter Produktreihe GRIDCON® ACF BUILDING Aktivfilter.

1.2 Zugehörige Dokumente

Dokument Nr.	Dokumente
PQ-01-12-02-BA	Bedienungsanleitung Software für GRIDCON® ACF

1.3 In diesem Dokument verwendete Symbole

Die folgenden Symbole werden in dieser Anleitung verwendet:






	WARNUNG: Weist auf besondere Gefahren für Leib und Leben hin. Ein Nichtbeachten dieser Hinweise kann zu schwersten Verletzungen oder Tod führen
	ACHTUNG: Weist auf Gefahren für das Gerät oder andere Sachwerte des Betreibers hin. Ferner können Gefahren für Leib und Leben nicht ausgeschlossen werden.
	Brandgefahr
	Kippgefahr
	Dieser Hinweis enthält wichtige Information für den bestimmungsgemäßen Gebrauch des Aktivfilters.

Tabelle 1-1: Symbole

2 Technische Details

2.1 Normen

Das Produkt erfüllt folgende Normen:

Normenbeschreibung	Normen
Elektromagnetische Verträglichkeit	EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6, EN 61000-4-8, EN 61000-4-11, EN 61000-6-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4 und EN 55011
Niederspannungs-Schaltgerätekombination	EN 61439-1, EN 61439-2
Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln	EN 50178
Schutzklasse	IP20 nach EN 60529 (luftgekühlt)
Zulassungszeichen: CE-Kennzeichnung	2006/95/EC

Tabelle 2-1: Normen

2.2 Technische Daten

Technische Daten	GRIDCON® ACF Building
Bemessungsspannung	400 V (max. 415V) ± 10%
Netzfrequenz	50 Hz / 60 Hz
Scheitelstrom	2 x Bemessungsstrom
Anschluss	3-Phasen + PE + N / PEN, Neutralleiteranschluss ist erforderlich (Netz Topologie: TN)
Kompensation	3-Leiter Betrieb: Außenleiter symmetrische und unsymmetrische (Mit- und Gegen-System) 4-Leiter Betrieb: Zusätzlich Neutral Leiter (Mit-,Gegen- und Null-System)
Kompensation	1 st .. 51 st Harmonisch (50 Hz) // 1 st .. 41 st Harmonische (60 Hz) Alle Harmonischen können gleichzeitig gefiltert werden
Zusätzliche Funktionen	Festkompensation (Qref) Dynamische Cosinus Phi Regelung (PFC) Wirk- Blindleistungssymmetrierung (bis zu 50% des Nennstromes) Spannungsstabilisierung über Q(U)-Regelung (Vref) Flickerkompensation Neutral Leiter Entlastung
Verlustleistung	< 2.6 % Kompensationsleistung maximal, < 2.3 % im typischen Betrieb, < 0.8 % im Leerlauf, < 100 W im Standby
Schaltfrequenz	20 KHz (verlustarme Version)
Steuerung	Interner Control-Computer mit zwei digitalen Signalprozessoren
Gerätesetup und Anzeige	Über Touchpanel mit grafischem Display, eingebaut in Tür oder internen Webserver (TCP / IP) und PC – keine zusätzliche Software notwendig
Reaktionszeit	<<1 ms
Schnittstellen	Ethernet (TCP/IP) Verschiedenen Feldbussysteme über Optional Anybus Steck- Modul (z.B. Profibus, Modbus) 4 x digitale Ausgänge: 250 VAC (3 A) / 110 VDC (0.7 A) / 24 VDC (1 A), potentialfrei und parametrierbar 4 x digitale Eingänge: 24 VDC (10 mA), parametrierbar
Stromwandler	xx/5 A oder xx/1 A (parametrierbar), 15 VA, Klasse 1 oder besser empfohlen (nicht enthalten)
Wechselrichter	3-level IGBT mit Spannungszwischenkreis (Elektrolytkondensatoren)
Farbgebung	Standard: RAL 7035 Lichtgrau (andere Farben und Ausführungen auf Anfrage)
Abmessungen (ca. B x T x H)	600 x 600 x 1800 mm
Kühlung	Luftkühlung mit drehzahlgeregelten Lüftern
Umgebungsbedingung	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
IP Schutzart	Standard: IP20, optional: IP21
Überspannungskategorie	CAT III, 300V

Technical Data	GRIDCON® ACF Building				
Anzahl Module	1	2	3	4	5
Kompensationsleistung	42 kvar	83 kvar	125 kvar	166 kvar	208 kvar
Phasennennstrom	60 A	120 A	180 A	240 A	300 A
Neutralleiter Nennstrom	180 A	360 A	540 A	720 A	900 A
Luftstrom Verhältnis	ca. 500 m3/h	ca. 1000 m3/h	ca. 1500 m3/h	ca. 2000 m3/h	ca. 2500 m3/h
Gewicht	ca. 225 kg	ca. 285 kg	ca. 345 kg	ca. 405 kg	ca. 465 kg
Erweiterbarkeit	Bis maximal 5 Module (208 kvar, 300 A)				
EMC Klasse	Standard: EN 55011, Klasse A1 (Industrie-Umgebung), optional: Klasse B (Wohnbereich)				
Normen	EN 50178, EN 61439-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 55011				







Tabelle 2-2: Technische Daten GRIDCON® ACF BUILDING

3 Allgemeines

3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Bitte lesen Sie vor der Installation die Betriebsanleitung sorgfältig durch. In der Betriebsanleitung wird erklärt, wie man das Produkt sicher zu betreiben hat. Vor allem die unten dargestellten Hinweise warnen vor möglichen Gefahrenquellen und geben wichtige Informationen bezüglich des bestimmungsgemäßen Gebrauchs des Aktivfilters. Diese Hinweise sind zu beachten. Vorrangig sind die jeweils anwendbaren, anerkannten Regeln der Technik, sowie die Unfallverhütungsvorschriften und ggf. betriebsinterne Vorschriften in der jeweils aktuellsten Fassung zu beachten.

Wichtige Informationen:

	<p>ACHTUNG: Alle Personen, die Arbeiten am Gerät durchführen, müssen aufgrund Ihrer fachlichen Kenntnisse und Erfahrungen ausreichend qualifiziert sein sowie Kenntnis dieser Betriebsanleitung haben. Qualifiziertes Personal im Sinne dieser Anleitung bzw. der Warnhinweise auf dem Produkt selbst sind Personen, die mit Aufstellung, Montage, Inbetriebsetzung und Betrieb des Produktes vertraut sind und über die ihrer Tätigkeit entsprechenden Qualifikationen verfügen, wie z.B. Ausbildung und Unterweisung bzw. Berechtigung, Stromkreise und Geräte/Systeme gemäß den Standards der Sicherheitstechnik ein- und auszuschalten, zu erden und zu kennzeichnen, Ausbildung oder Unterweisung gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Pflege und Gebrauch angemessener Sicherheitsausrüstung, Schulung in erster Hilfe. Bei Fehlbedienung oder Missbrauch drohen Gefahren für Leib und Leben, das Gerät und andere Sachwerte des Betreibers sowie die Funktion des Gerätes. Das Gerät darf nur bestimmungsgemäß verwendet werden. Eigenmächtig und unsachgemäß durchgeführte Arbeiten an dem Gerät sowie insbesondere Manipulationen an anlageninternen Schutzfunktionen sind verboten!</p>
	<p>ACHTUNG: Es ist sicherzustellen, dass vor Arbeiten an Stromwandlerkreisen der Sekundärkreis des Stromwandlers kurzgeschlossen ist. Der Stromwandlerkreis darf auf gar keinen Fall offen betrieben werden, da dies zu Sach- und Personenschäden führen kann.</p>
	<p>ACHTUNG: Da die Spannung im Zwischenkreiskondensator über 1000 V betragen kann, muss bei Arbeiten an der Anlage eine Entladezeit von 20 min abgewartet werden. Danach ist mit einem passenden Messinstrument die Spannungsfreiheit zu prüfen. Andernfalls kann es zu schwerwiegenden Körperverletzungen und sogar zum Tod führen.</p>
	<p>Bitte beachten Sie unbedingt die einschlägigen Brandschutzvorschriften. Ein Nichtbeachten dieser Hinweise kann zu schwersten Verletzungen oder Tod führen.</p>
	<p>WARNUNG: Bitte beachten Sie zu Ihrer eigenen Sicherheit unbedingt die lokal gültigen Normen und Vorschriften sowie die anerkannten Regeln der Technik. Ein Nichtbeachten dieser Hinweise kann zu schwersten Verletzungen oder Tod führen.</p>
	<p>ACHTUNG: Diese Betriebsanleitung ist mit großer Sorgfalt erstellt worden, trotzdem kann für die Fehlerfreiheit der Betriebsanleitung sowie für Schäden, die durch die Benutzung des Handbuchs entstehen, von MR keine Haftung übernommen werden. Wir sind bestrebt, uns bekannt gewordene Fehler so schnell wie möglich zu beheben.</p>

3.2 Die fünf Sicherheitsregeln

Vor Beginn der Arbeiten sind folgende Regeln zu befolgen:


	Schritt	Regel
	1	Freischalten
	2	Gegen Wiedereinschalten sichern
	3	Spannungsfreiheit feststellen
	4	Erden und Kurzschließen
	5	Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Tabelle 3-1: Fünf Sicherheitsregeln

3.3 Unbeabsichtigter Start

Ist das Aktivfilter mit dem Netz verbunden, kann das Gerät mit digitalen Befehlen, Busbefehlen, Verweisen oder über das Bedienteil gestartet/gestoppt werden.

- | Trennen Sie die Einheit vom Netz, wenn die persönliche Sicherheit das Vermeiden eines unbeabsichtigten Starts erforderlich macht.
- | Schalten Sie stets den Hauptschalter AUS, wenn Sie unbeabsichtigten Start vermeiden möchten.

3.4 Produktidentifikation

Das Produkt Identifikationsschild befindet sich in der Schranktür. Denken Sie daran, dass Sie vor der Installation und Inbetriebnahme überprüfen, ob die angegebenen technischen Daten mit Ihrem Netz übereinstimmen.

3.5 Produktvarianten

Folgende Produktvarianten sind vorhanden und werden in dieser Betriebsanleitung behandelt:

Produktbezeichnung: Aktivfilter GRIDCON® ACF BUILDING	
GRIDCON® ACF BUILDING 4W- 400 V / 5x60 A – PQ4 – IP21	
	Sonstiges: IP21 – erhöhter Schutzgrad 2xMIO – zwei getrennte Messstellen mod – sonstige Abweichungen, z.B. Farbe
	PQ4: Vier Geräte-Generation (3- Level/DSC/Bus/etc.)
	Anzahl der Module und deren Effektivstrom
	Nennwert der Betriebsspannung
	Anschlussvariante 4W – Ausführung als Vier-Leiter –Gerät (mit N-Leiter-Kompensation)

Tabelle 3-2: Produktbezeichnung

4 Aktivfilter Überblick

4.1 Allgemein

Das GRIDCON® ACF BUILDING Aktivfilter dient der Verbesserung der Netzspannungsqualität. Diese Verbesserung wird durch die aktive Kompensation/ Filterung der Blindleistung (Grundschwungs-, Unsymmetrie oder Verzerrungsblindleistung) erreicht. Das Aktivfilter wirkt in Ihrem Netz als geregelte Stromquelle, die es erlaubt, Strom in beliebiger Frequenz, Phasenlage und Amplitude in das Netz einzuspeisen. Verschiebungsblindleistung, Oberschwingungen und Unsymmetrien werden durch das Prinzip der Auslöschung aktiv kompensiert. In der optionalen Vierleiterausführung ist dies auch im Neutralleiter möglich.

Typische Anwendungsbereiche sind Netze mit:

- | hohe Oberschwingungsbelastung
- | Oberschwingungsströmen auf dem Neutralleiter
- | unsymmetrischer Belastung
- | schnell wechselnden Lasten
- | Flickerbelastung

4.2 Funktionsprinzip

Das GRIDCON® ACF BUILDING Aktivfilter stellt eine gesteuerte Stromquelle dar. Diese erzeugt einen gegenphasigen Kompensationsstrom zu den verbraucherseitig emittierten Oberschwingungen. Die Oberschwingungen werden hierdurch in Richtung des Netzes ausgelöscht. Zusätzlich können auch Grundschwungsströme beliebiger Phasenlage eingespeist werden und so induktiv oder kapazitive Verschiebungsblindleistung kompensiert werden. Eine Symmetrierung der Außenleiter ist hierdurch ebenfalls möglich.

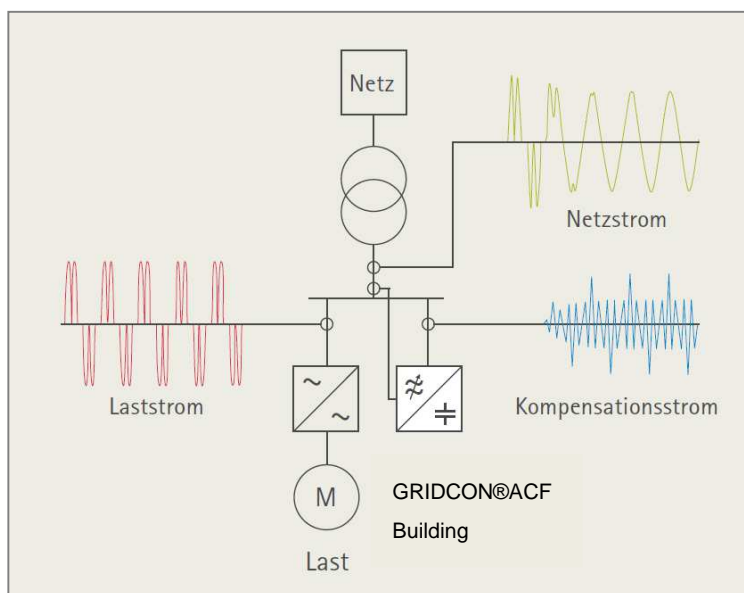


Abb. 4-1: Funktionsprinzip

5 Aufbau GRIDCON® ACF BUILDING

Dieser Abschnitt beschreibt die Hauptkomponenten des Aktiv Filters. Jedes IGBT Leistungsmodul ist im Schrank mit allen wichtigen Funktionen und Komponenten.

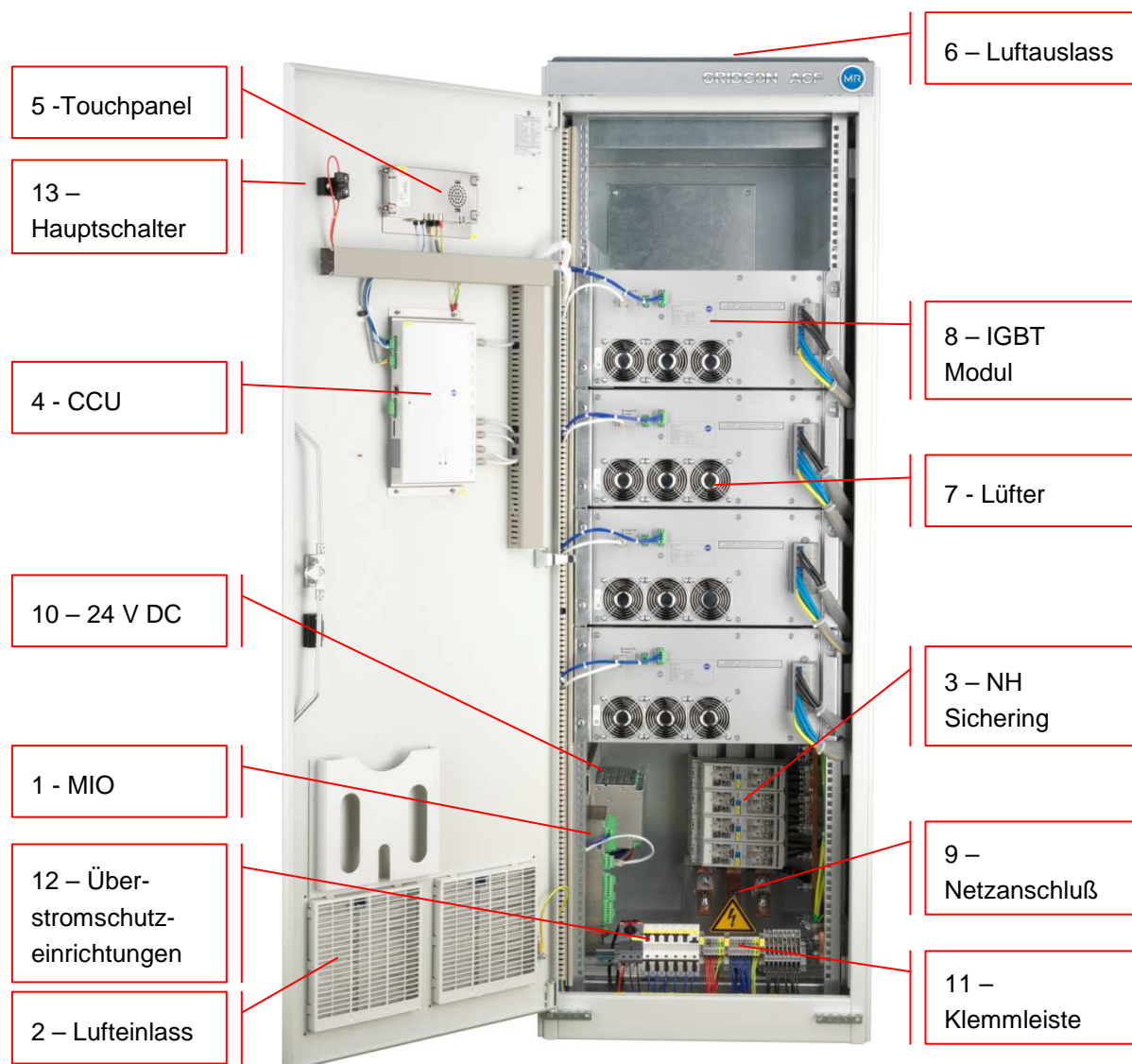


Abb. 5-1: Hauptkomponenten

Nummer	Bezeichnung
1.	Mess- und I/O- Modul (MIO)
2.	Lufteinlass
3.	NH 000 Sicherungslasttrennschalter
4.	Regelcomputer (CCU)
5.	Touchpanel
6.	Luftauslass
7.	Lüfter für Leistungsmodule (IGBT Modul)
8.	IGBT Leistungsmodul (IPU)
9.	Netzanschluss / Sammelschiene
10.	24 V DC Stromversorgung
11.	Klemmleiste
12.	Überstromschutzeinrichtungen (Leitungsschutzschalter)
13.	Hauptschalter

Table 5-1: Legende der Hauptkomponenten GRIDCON® ACF BUILDING

5.1 Hauptkomponenten

5.1.1 IGBT Leistungsmodul (IPU)

Das Leistungsmodul besteht aus einem IGBT-Wechselrichter mit DC-Zwischenkreiskondensatoren inkl. Filterschaltungen (EMC- und LCL-Filter). Außerdem sind Überstromschutzeinrichtungen extern des IPU Moduls im Schaltschrank zum Halbleiter- und Leitungsschutz angeordnet. Die Funktion der IPU ist es, den Kompensationsstrom zu erzeugen.



Abb.. 5-2: IGBT Leistungsmodul (IPU)

5.1.2 Regelcomputer (CCU)

Die CCU verarbeitet die Mess- und Regelaufgaben mit Hilfe eines speziellen digitalen Signalprozessors. Die CCU hat die Funktionen Kommunikation, Messung, Regelung, Schutz und Ansteuerung der Leistungseinheiten. Der Betriebsstatus des Computers wird über Leuchtdioden signalisiert. Es gibt 2 LED Leuchten auf der Frontplatte, welchen die 24 V Versorgung, die 3,3 V Spannung und Status/Fehler anzeigen.

5.1.3 Mess –und Ein-/Ausgabe- Modul (MIO)

Abgesetztes Modul zur Messung der Netzspannungen und –ströme. Weiterhin sind die digitalen Ein- und Ausgänge sowie die Umgebungstemperaturmessung in diesem Modul untergebracht. Das MIO kann auch außerhalb des Standardschranksystems angeschlossen werden. Wird der Anschluss außerhalb erwünscht, dann wenden Sie sich bitte an MR.



Abb. 5-3: Mess – und Ein- /Ausgabe- Modul (MIO)

5.1.4 Klemmleiste

Die Klemmleiste X6 dient dem Anschluss der externen Stromwandler.

5.1.5 Hauptschalter S1

Der Hauptschalter ist für das Zuschalten der 230 V Steuerspannungsversorgung des Filters da.

5.1.6 24 V DC Netzteil T3

Mit dem 24 VDC, 40 A Netzteil wird die Steuerspannung auf 24 VDC transformiert und gleichgerichtet.

5.1.7 Überstromschutzeinrichtungen für interne Haupt- (Q1..Q5) und Hilfsstromkreise (Q01 und F21..26)

Die Überstromschutzeinrichtungen für die internen Hauptstromkreise (Q1..Q5) schützen die IPU's im Fehlerfall. Diese Überstromschutzeinrichtungen bestehen aus NH000 80 A/AC 500 V gG (max. Verlustleistung je NH Sicherung $P_N=7.5W$).

Zum Schutz der Steuerstromkreise ist im Schaltschranksystem ein Motorschutzschalter (Q01) enthalten. Q01 schützt die Steuerspannung des 24V DC Netztes.

Die Leitungsschutzschalter F21 bis F26 sind zum Schutz der einzelnen 24 V DC Verbraucher.

5.1.8 Touchpanel (HMI)

Über das Touchpanel (Human-Machine-Interface - HMI) lässt sich das GRIDCON® ACF BUILDING bedienen. Das Gerät kann auch identisch über einen Webserver mittels Ethernet-Schnittstelle bedient werden.

5.1.9 Netzanschluss X0

Die IGBT-Leistungsmodule (IPU) sind mit der Sammelschiene im unteren Bereich des Schrankes verbunden. Über die gekennzeichneten Anschlusspunkte der Klemme X0 erfolgt der Netzanschluss. Bitte beachten Sie die beim Anschluss die Hinweise in Kapitel 7.1.

5.2 Kompatibilität mit passiven Kompensationsanlagen

Unverdrosselte Kompensationsanlagen dürfen **nicht** im gleichen Netzabschnitt mit dem GRIDCON® ACF BUILDING Aktivfilter betrieben werden. Verdrosselte Kompensationsanlagen müssen mit mindestens $p=5,67\%$ verdrosselt sein. Es ist dabei zu beachten, dass die Harmonischen, die vom Aktivfilter kompensiert werden, oberhalb der Abstimmungsfrequenzen der passiven Kompensationsanlage liegen müssen. Bei abgestimmten Filterkreisen sind zusätzliche Vorkehrungen zu treffen um Wechselwirkungen zwischen passiven und aktiven Filtern zu verhindern. Wenden Sie sich für weitere Informationen an MR.

5.3 Kommunikationsarchitektur

5.3.1 Interne Kommunikationsarchitektur

Die interne Kommunikation erfolgt über DSC - Distributed Synchronous Control® (DSC), welche für die Kommunikation aller Komponenten zuständig ist. Mittels der 10 vorhandenen DSC-Ports wird der CCU mit MIO, IPU und weiteren CCUs verbunden. Der hardwaremäßige Anschluss erfolgt mit RJ 45 Steckern. Die Bedienung des Aktivfilters GRIDCON® ACF BUILDING erfolgt über das Touchpanel. Das Touchpanel und der CCU kommunizieren über RS 485-Bus.

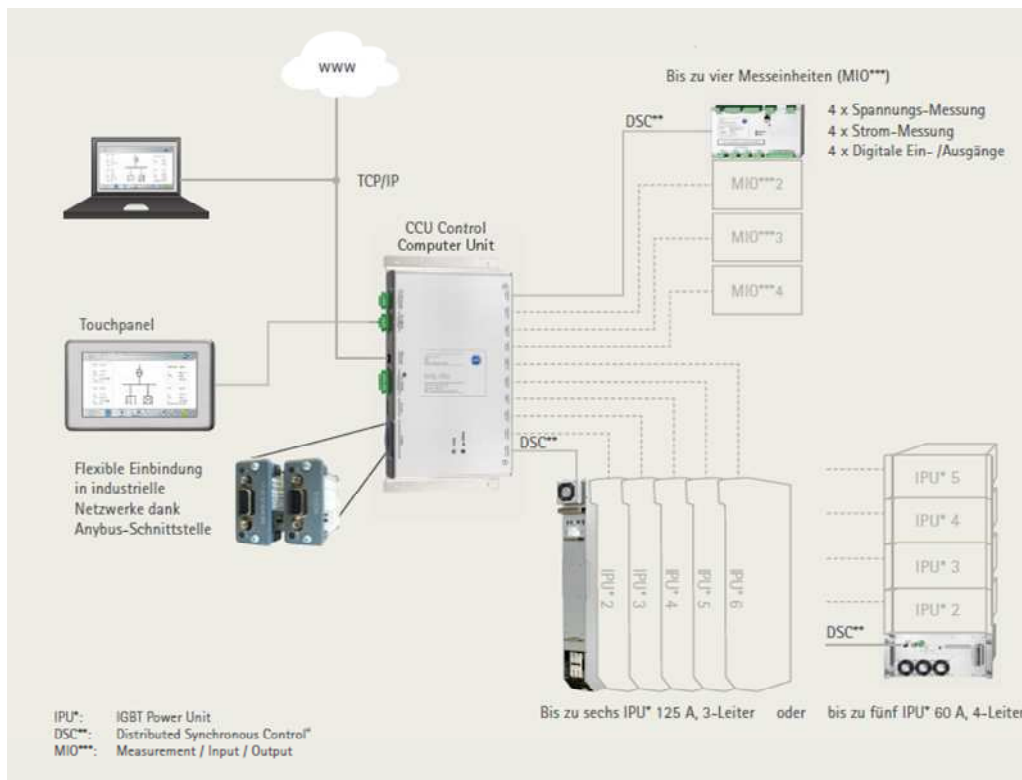


Abb. 5-4: Interne Kommunikationsarchitektur

5.3.2 Externe Kommunikationsarchitektur

Für die externe Kommunikation ist eine TCP/IP Ethernet Schnittstelle an der CCU vorhanden. Über diese Schnittstelle kann auf den internen Webserver des GRIDCON® ACF BUILDING Aktivfilters zugegriffen werden. Die Bedienung erfolgt in diesem Fall über die Weboberfläche des Filters. Optional kann das GRIDCON® ACF BUILDING über ein Anybus Modul erweitert werden. Hierdurch kann der Anschluss an verschiedenste Bussysteme, wie z. B Profibus, realisiert werden. Die Bussysteme, die über den Anybus Steckplatz optional verfügbar sind, sind nicht im Standard-Lieferumfang enthalten. Zur Beschaffung und softwareseitigen Integration eines Anybus-Moduls wenden Sie sich an Ihren Kundenbetreuer.

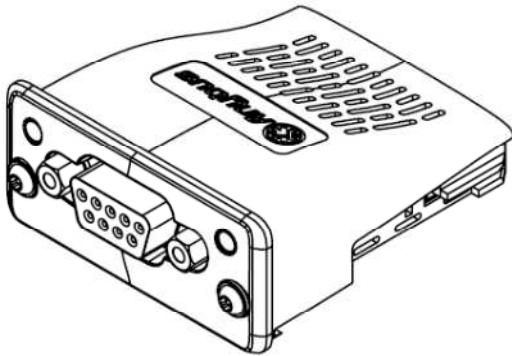


Abb. 5-5: Externe Kommunikationsarchitektur: Optionales Anybus-Steckmodul

5.4 Regelungsverfahren Closed Loop / Open Loop

Das Aktivfilter kann in zwei Varianten der Messverschaltung genutzt werden:

Closed-loop Regelverfahren:

- | Die Stromwandler sind vor dem elektrischen Verknüpfungspunkt von Last und Filter in Richtung des übergeordneten Netzes angeordnet. Durch diese Anordnung kann das Filter seine eigene Wirkung im Netz messen (Rückkopplung) und somit interne und externe Störeinflüsse (z. B. Ungenauigkeiten des Stromwandlers) ausregeln. Es handelt sich um einen geschlossenen Regelkreis (closed loop), siehe Abb. 5-66. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der hohen Ausregelgenauigkeit und flexiblen Anpassung an geänderte Lastverhältnisse. Es können sehr große Netzabschnitte mit vielen unterschiedlichen Lasten kompensiert werden, da nur eine Messung z.B. an der Einspeisung der Verteilung notwendig ist

Open-loop Regelverfahren:

- | Die Stromwandler sind vor der individuellen Last angeordnet. Hierdurch arbeitet das Filter als Stromquelle im „gesteuerten Betrieb“, d. h. es misst nur den Laststrom und speist die entgegengesetzten Oberschwingungsströme bzw. Grundschwingung ins Netz. Es erfolgt keine Rückkopplung (open loop) der Wirkung, somit ist dieses Verfahren direkt vom Fehler des Wandlers abhängig, siehe Abb. 5-6.

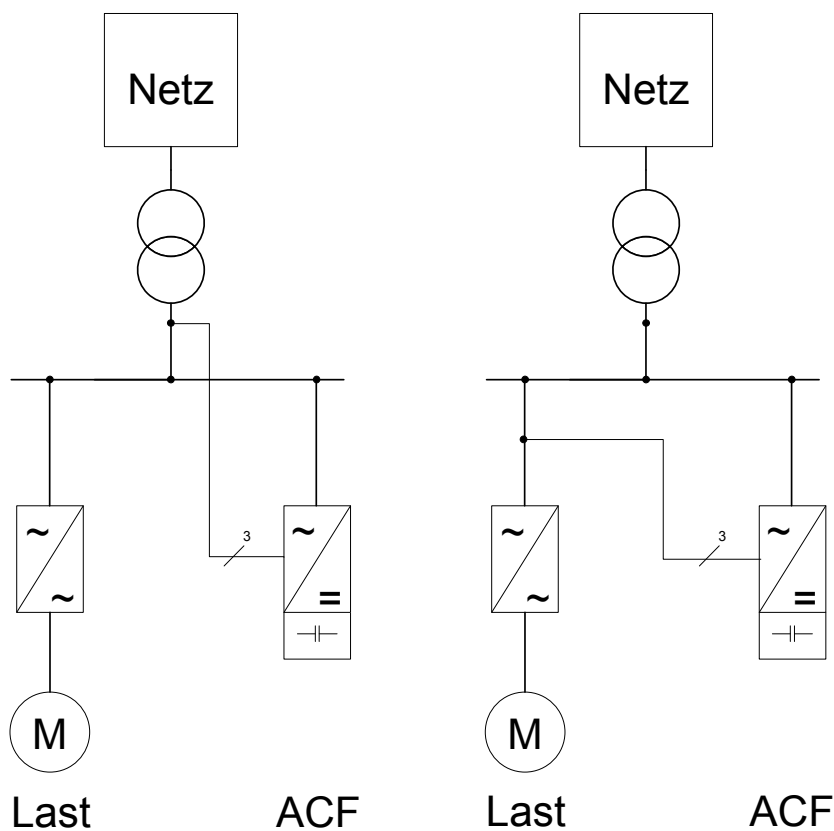


Abb. 5-6: Closed-loop Regelung

Open-loop Regelung

6 Installation

Dieses Kapitel umfasst die mechanischen und elektrischen Installationen.



WARNUNG: Lebensgefahr durch Kurzschlüsse und Stromschlag.
Arbeiten nur im spannungsfreien Zustand durchführen!

6.1 Transport- und Lagerbedingungen

Vor dem Auspacken des Aktivfilters wird empfohlen, diesen möglichst nahe dem Aufstellungsort zu platzieren, um transportbedingte Beschädigungen zu vermeiden. Benutzen Sie bitte die Lieferverpackungen, die von MR vorgesehen ist.

6.1.1 Entfernen des Transportschutzes

Bitte achten Sie vor dem Entfernen des Transportschutzes darauf, ob die Verpackung nicht beschädigt ist, die Lieferung komplett ist und die evtl. vorhandenen Schock-Indikatoren nicht ausgelöst haben. Weiterhin muss beim Transport des Aktivfilters beachtet werden, dass das Aktivfilter bis zu 465 kg wiegen kann.



HINWEIS: Eine beschädigte Verpackung kann auf einen unsachgemäßen Transport hindeuten, der auch Schäden im Inneren der Einheit verursacht hat.

6.1.2 Heben und Transport des Aktivfilters

Beim Heben und Transport des Aktivfilters muss das Gewicht beachtet werden. Das Filter darf nur mit hierfür zugelassenem Hebwerkzeug bewegt werden. Verwenden Sie ausschließlich die Transportösen an der Oberseite des Schranksystems als Anschlagpunkte. Beim Heben mit Seilzug muss der Seilzug-Winkel mindestens 60° betragen (Tabelle. 6-1).



HINWEIS: Das Aktivfilter darf nur aufrecht transportiert werden. Beachten Sie, dass die Anlage kopflastig sein kann.



WARNUNG: Bitte achten Sie darauf, dass das Aktivfilterschrank auf stabilen Untergrund steht und dass keine Lasten oder Kräfte den Aktivfilter zum Kippen bringen.

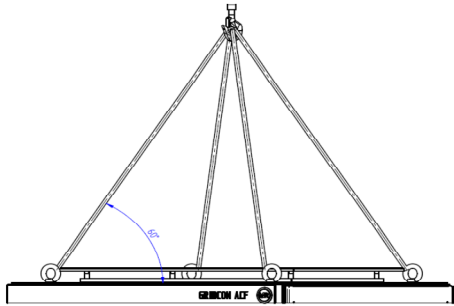
Bezeichnung	Wert	Bemerkung
Gewichtslast	Min 4570 N oder min. Tragfähigkeit 750Kg	Wähle passende Hebemittel
Seilzug-Winkel	Min 60°	

Tabelle. 6-1: Transportbeispiel mit Seilzug

6.2 GRIDCON® ACF BUILDING – mechanische Abmessungen

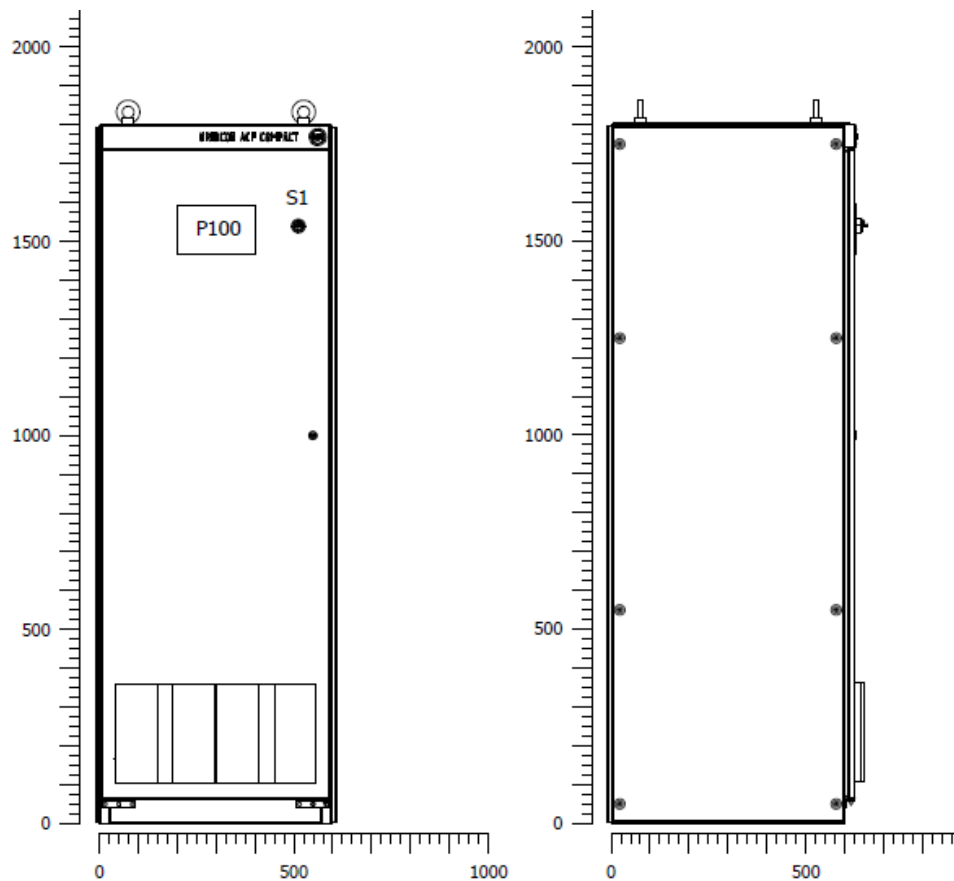


Abb. 6-2: Schrank: Abmessungen

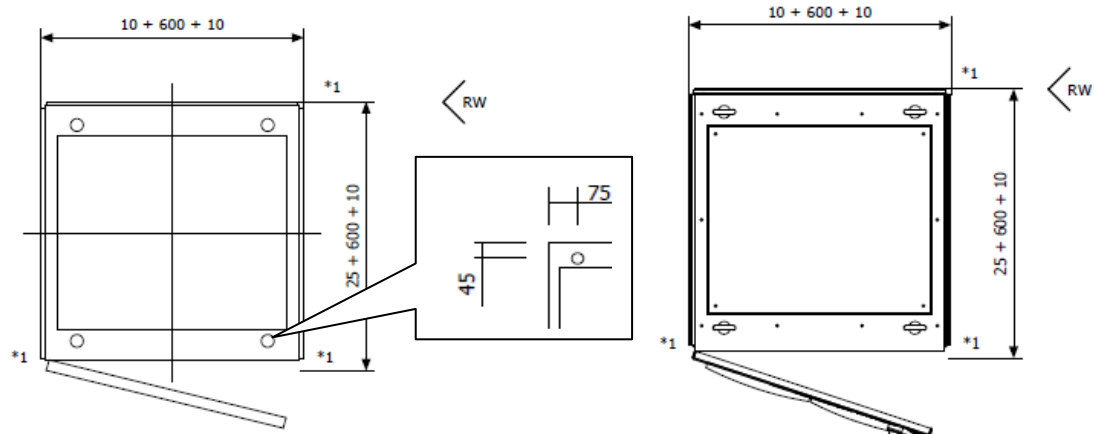


Abb. 6-3: Schrank: Ansicht von unten

Abb. 6-4: Schrank: Ansicht von oben

6.3 Umgebungsbedingungen

Schwingungsprüfung	EN 60068-2-6
Relative Luftfeuchtigkeit	Max. 95 % (IEC 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) während des Betriebs
Umgebungstemperatur mit vollem Ausgangsstrom (kurzzeitig $t < 2h$)	Max. 40 °C
Umgebungstemperatur bei vollem Ausgangsstrom ($t > 24$ Stunden)	Max. 35 °C 25° C empfohlener Jahresmittelwert
Mindestumgebungstemperatur bei Betrieb	0 °C
Temperatur bei Lagerung/Transport	-20 °C bis +70 °C
Max. Höhe über N. N. ohne Reduzierung	2000 m

Table 6-1: Umgebungsbedingungen

6.4 Einsatz in Höhen > 2000 m

Aufgrund der begrenzten Isolationsfestigkeit ergibt sich mit steigender Höhe eine Reduktion der zulässigen Betriebsspannungen des Filters:

Höhe in m über Meeresspiegel	U_{max}	Überspannungs-Kategorie
Bis zu 2000	1.1 pu	CAT III, 300 V
Bis zu 3000	1.1 pu	CAT II, 300 V

Tabelle 6-2: Einsatz in Höhen Überspannungs-Kategorie

Die maximale Einsatzhöhe ohne Reduktion der Ausgangsleistung beträgt 2000 m. Bei einem Betreiben höher als 2000 m, ändert sich die Überspannungs-Kategorie von CAT III auf CAT II. Der Betreiber ist verantwortlich für die Installation passender Überspannungsableiter am Anschlusspunkt.


Der Kühlungseffekt des Systems wird mit zunehmender Höhe reduziert. Aus diesem Grund ist eine thermische Reduzierung der Ausgangsleistung bei einer Höhe von mehr als 2000 m zu erwarten. Siehe Tabelle 6-3

Höhe in m über Meeresspiegel	Druck	I_N in A bei $\theta_{max} = 35^\circ C$	I_N in A bei $\theta_{max} = 25^\circ C$
2000	800 hPa	60	60
3000	700 hPa	50	60

Tabelle 6-3: Einsatz in Höhen

6.5 Aufstellung/ Kühlung

Stellen Sie das Filter nur auf einen festen, tragfähigen Untergrund auf. Das Filter ist für die Montage auf einen offenen Doppelboden vorgesehen, um über diesen mit Kühlluft versorgt zu werden.

	ACHTUNG: Es ist auf eine ausreichende Belüftung zu achten, um die Verlustleistung abzuführen.
---	---

Der notwendige Kühlluftstrom ist von der Anzahl der installierten Leistungsmodule, Betriebsbedingungen und der Lastwechsel abhängig. Die folgende Tabelle gibt die maximal benötigte Fördermenge nach Modellen an.

Produktvarianten	Maximale thermische Verlustleistung bei P_N , U_N	Volumenstrom Kühlluft
GRIDCON® ACF BUILDING -4W-400 V/1x60-PQ4	1100 W	500 m³/h
GRIDCON® ACF BUILDING -4W-400 V/2x60-PQ4	2200 W	1000 m³/h
GRIDCON® ACF BUILDING -4W-400 V/3x60-PQ4	3200 W	1500 m³/h
GRIDCON® ACF BUILDING -4W-400 V/4x60-PQ4	4300 W	2000 m³/h
GRIDCON® ACF BUILDING -4W-400 V/5x60-PQ4	5500 W	2500 m³/h

Tabelle 6-4: Luftstrombedingungen

6.6 Abstände zu Wänden/ anderen Anlagen

Das Aktivfilter muss so platziert sein, dass der Mindestabstand eingehalten wird (Tabelle 6-5)

Seite	Rückwand	Decke
----		20 cm

Tabelle 6-5: Abstände

Bitte beachten Sie ebenfalls den Freiraum im Schwenkbereich der Tür.

6.7 Kühlung

Das Aktivfilter wird über eine erzwungene Luftströmung gekühlt.

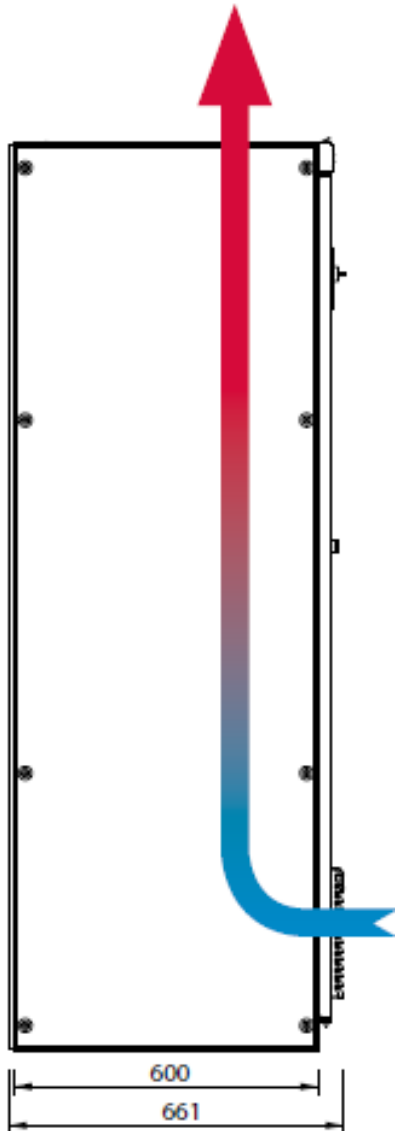


Abb. 6-5: Schrank-Kühlkonzept ohne Sockel (Seitenansicht)



ACHTUNG: Stellen Sie sicher, dass die Lufteintrittsöffnungen nicht verdeckt sind. Die Luft zum kühlen darf keine leitenden oder ätzenden Gase enthalten. Vergewissern Sie sich, dass keine Filtermatten an dem Lufteinlass verbaut sind, falls doch verringert sich dadurch die benötigte Luftströmung und es kann dazu führen, dass das aktive Filter die Ausgangsleistung reduziert.

7 Elektrischer Anschluss

Übersicht der Anschlusspunkte und angeschlossenen Geräte:

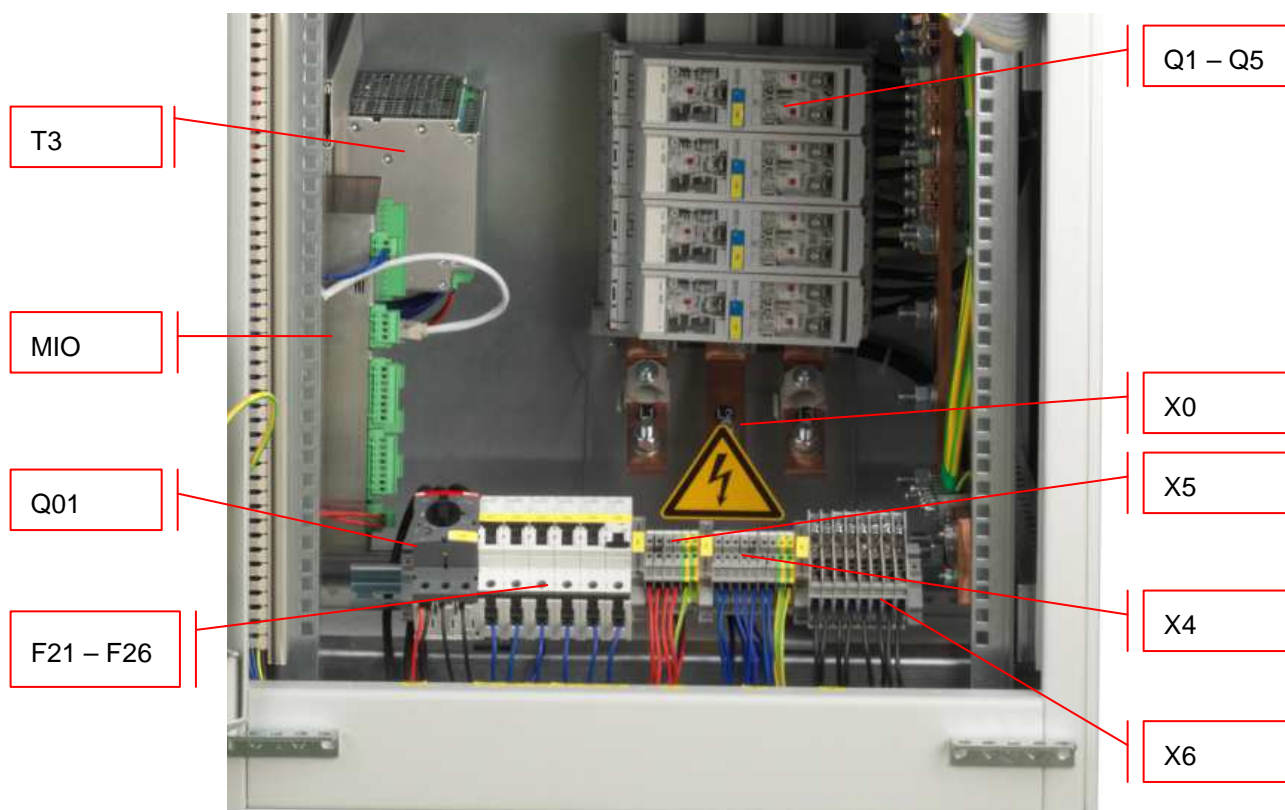


Abb. 7-1: Anschlusspunkte und angeschlossene Geräte GRIDCON® ACF BUILDING

Bezeichnung	Beschreibung
X0	Netzanschluss (L1;L2;L3;N;PE)
X4	Reihen клемmen 24V DC
X5	PE Reihen клемmen 230V AC
X6	Stromwandler клемmen
Q1..Q5	4 × NH Sicherungslasttrennschalter (3-polig)
Q01	1 × Motorschutzschalter
F21..F26	6 × Leistungsschalter
T3	24 V DC Netzgerät
MIO	Messmodul mit digitalen Ein-/ Ausgängen

Tabelle 7-1: Legende der Anschlusspunkte und angeschlossenen Geräte GRIDCON® ACF BUILDING

7.1 Anschluss des Aktivfilters

Das Aktivfilter besitzt den Sammelschienenanschluss X0 sowie die Klemmleiste X6 für die Stromwandler und X4 für die Kommunikationsleitungen (Abb. 7-1).

7.2 Netzanschluss X0

Vor dem Anschließen vergewissern Sie sich, dass alle Sicherungslasttrenner Q1 bis Q5 geöffnet sind und der Schalter S1 in die Position „off“ gestellt ist.



WARNUNG: Die Sicherungslasttrenner nur im Lastfreien-Zustand öffnen.

Der Netzanschluss X0 befindet sich im unteren, rechten Bereich des Schrankes. Der Anschluss liegt berührungsgeschützt hinter einer Kunststoffabdeckung.

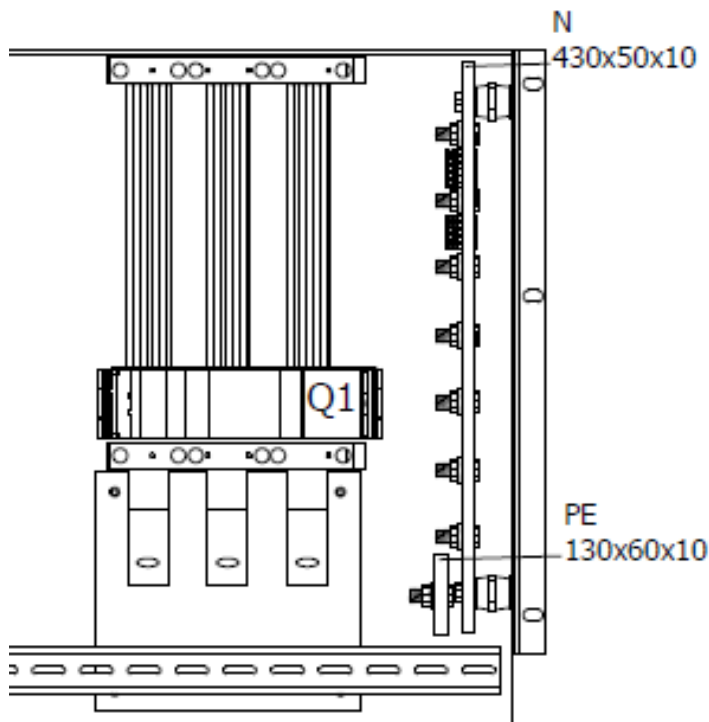


Abb. 7-2: Stromwandlerspezifikation

Der folgende Arbeitsablauf sollte beachtet werden:

- | Sicherungslasttrenner Q1 bis Q5 öffnen
- | Entfernen Sie den Berührungsschutz
- | Öffnen der Leitungseinführung
- | Einführen der Leitungen
- | Montage der Leitungen am Anschlusspunkt Anzugsmomente: M10=40 Nm, M12=70 Nm
- | Leitungsabfang montieren
- | Leitungseinführung abdichten
- | Berührungsschutz montieren



WARNUNG: Bei der Montage der Netzleitungen an das Aktivfilter müssen die Überstromschutzeinrichtungen (Q1..5) und Q01 geöffnet sein. Nach dem Betrieb des Aktivfilters muss eine Entladezeit von 20 Minuten abgewartet werden um den DC-Zwischenkreiskondensator auf ungefährliche Spannungen zu entladen. Die Spannungsfreiheit ist zu prüfen, bevor Arbeiten am Netzanschluss durchgeführt werden dürfen. Ein Nichtbeachten dieser Hinweise kann zu schwersten Verletzungen oder Tod führen.

Die Schutz- und ggf. Neutraleiter (PE/-N) müssen ebenfalls an die entsprechenden Anschlüsse von X0 angeschlossen werden. Der Mindestquerschnitt richtet sich nach den jeweiligen VDE-Vorschriften. Bei einem TN-S Anschluss ist die Sammelschienenbrücke zwischen PE und N zu entfernen.



WARNUNG: Der Neutraleiter (N) muss immer ausgelegt sein für den 3-fachen Neutraleiterstrom. Ist dies nicht möglich, so muss dieser Neutraleiterstrom überwacht werden.



WARNUNG: Phasenlage ist zu prüfen. Der Schutzleiter (PE) muss an die PE Kupferschiene angeschlossen werden. Beachten Sie die Trennung von PE und N-Leiter im TN-S Netz.

7.3 Zuleitungen des Netzes

Damit die Zuleitungen des Netzes zum Aktivfilter aufgrund des Skin效ektes nicht überlastet werden, gibt MR Empfehlungen bezüglich der Strombelastbarkeit der Leiter. Es wird empfohlen, die Zuleitungen für das 1,2-fache des Bemessungsstromes auszulegen. Um die Montage zu vereinfachen empfehlen wir den Einsatz von parallel verlegten Einzelleitungen. Die unverbindlichen Empfehlungen entnehmen Sie Tabelle 7-2, unter Berücksichtigung der jeweiligen Normen und ggf. abweichender Einsatz- und Verlegeart.

** IEC 60364-5-52

Produktvarianten	Kompensations-Strom (Effektivstrom)	Empfohlene Vorsicherung [A]	Empfohlener Leiterquerschnitt [mm²] je Phase / neutral
GRIDCON® ACF BUILDING -4W- 400 V/1x60-PQ4	60Aeff	100	35 / 70 oder 2x35
GRIDCON® ACF BUILDING -4W- 400 V/2x60-PQ4	120Aeff	160	70 / 2x70
GRIDCON® ACF BUILDING -4W- 400 V/3x60-PQ4	180Aeff	315	120 / 3x70
GRIDCON® ACF BUILDING -4W- 400 V/4x60-PQ4	240Aeff	400	2 x 95 / 3 x 120
GRIDCON® ACF BUILDING -4W- 400 V/5x60-PQ4	300Aeff	500	2x120 / 4x120

Tabelle 7-2: Strombelastbarkeit der Leistung

7.4 Überstromschutz der IPU's

Die Leistungsmodule (IPUs) sind mit NH000 80A gG abgesichert. Es dürfen nur typgleiche Sicherungseinsätze verwendet werden. Zum Schutz der Sammelschiene und Zuleitungen muss eine externe kurzschlussbegrenzende Überstromschutzeinrichtung wie z.B. Leistungsschalter oder Schmelzeinsätze vorhanden sein. Der zu erwartende Kurzschlussstrom darf die Stromtragfähigkeit der Sammelschiene von 39 kA / 1s nicht überschreiten.



HINWEIS: Sicherungseinsätze dürfen nur durch Einsätze mit gleichen Bemessungsdaten ersetzt werden, den jeweiligen Typ finden Sie in der Stückliste des Schaltungsbuches.
NH000 80 A/AC 500 V gG (max. Verlustleistung je NH Sicherung $P_N=7.5W$).

7.5 Stromwandler

Die korrekte Platzierung und Zuordnung der netzseitigen Stromwandler sowie die richtige Stromflussrichtung sind entscheidend für die Funktion des GRIDCON® ACF BUILDING, siehe Abschnitt 5.4. Die Zuordnung der Stromwandler zu den Messeingängen kann per Software geändert werden. Details hierzu entnehmen Sie bitte der Bedienungsanleitung Software für GRIDCON® ACF.

7.5.1 Auswahl und Anordnung der Stromwandler

Mindestens drei Stromwandler sind erforderlich für einen Vier-Leiter-Betrieb. Mehrere Strommessungen derselben Phase innerhalb eines verbundenen elektrischen Netzes können intern zu einer Messung aufsummiert werden.

7.5.2 Spezifikation der Stromwandler

Bei der Montage der Stromwandler ist auf die technischen Daten des Wandlers zu achten:

Merkmal	Spezifikation des Stromwandlers
Genauigkeitsklasse	1.0 (oder besser)
Primärstrom	Muss anhand des maximal auftretenden Stroms (inklusive Oberschwingungen und Transienten) ausgewählt werden.
Sekundärstrom	1 A oder 5 A
Ausgangsleistung	Mindestens 15 VA Eingangsbürde

Tabelle 7-3: Stromwandlerspezifikation

Die Ausgangsleistung des Stromwandlers ist in Abhängigkeit von der Leitungslänge/ Querschnitt des Stromwandlerkreises und der Eingangsbürde des GRIDCON® ACF BUILDING von 0,5 VA zu berechnen.

Die Leitung sollte mindestens für den kontinuierlichen zweifachen sekundären Nennstrom des Stromwandlers bei Umgebungstemperatur ausgelegt sein.

7.5.3 Anschluss der Stromwandler

Die Stromwandler sind über die Klemmleiste X6 am GRIDCON® ACF BUILDING Aktivfilter anzuschließen.



WARNUNG: Beachten Sie, dass der Sekundärstromkreis des Stromwandlers, bei Montagearbeiten immer kurzgeschlossen sein muss. Dieser Sekundärstromkreis darf unter gar keinen Umständen geöffnet werden. Ein Nichtbeachten dieser Hinweise kann zu schwersten Verletzungen oder zum Tod führen

Es ist darauf zu achten, dass die Zuordnung der Stromwandler der Phasenzuordnung der Spannungsmessung entspricht. Es ist darauf zu achten, dass k und I nicht vertauscht sind.



HINWEIS: Im Fall von vertauschten k und I Anschlüssen der Stromwandler kann das Stromsignal invertiert werden durch Eingabe eines negativen Primärstroms in den Software-Einstellungen des entsprechenden Strom-Messeingangs der MIO.

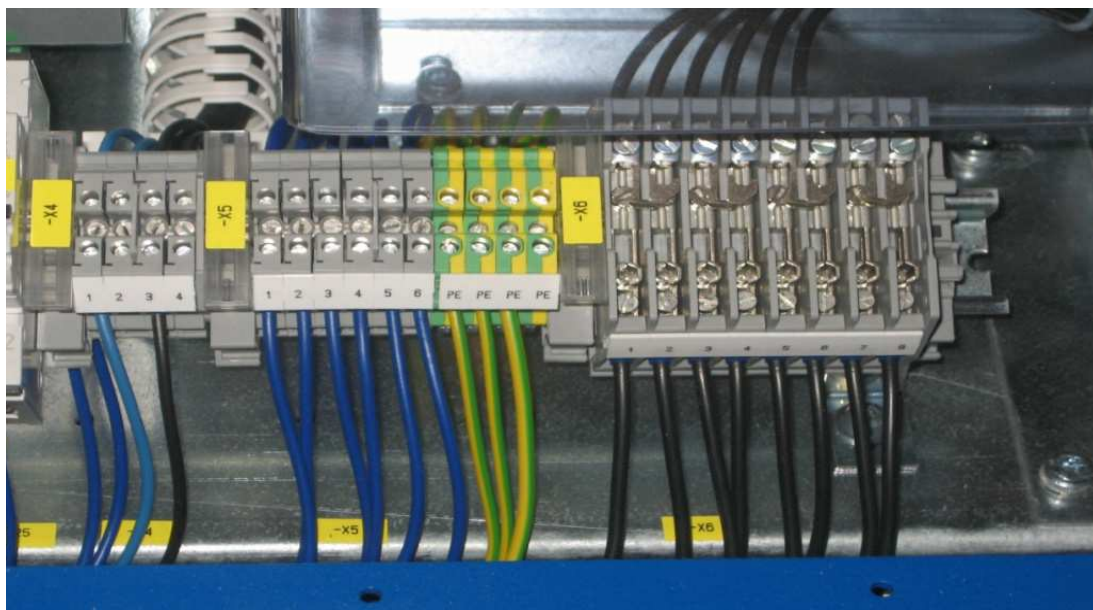


Abb. 7-3: Stromwandlerklemmen für Anschluss der Stromwandler

Anschlussklemmen für Stromwandler X6	Standard Zuordnung bei Vier-Leiter-Betrieb
X6:01	k (L1)
X6:02	I (L1)
X6:03	k (L2)
X6:04	I (L2)
X6:05	k (L3)
X6:06	I (L3)
X6:07	k
X6:08	I

Tabelle 7-4: Anschlussklemmen für Stromwandler

7.5.4 Digitale Ein- und Ausgänge

Die digitalen Ein- und Ausgänge (DI / DO) werden direkt an den Klemmen X2 / X3 der MIO angeschlossen. Die Funktionen der einzelnen DI / DO werden per Software eingestellt. Details entnehmen Sie bitte der Betriebsanleitung Software GRIDCON® ACF BUILDING.

Digitale Ausgänge		Digitale Eingänge	
DO 1 Relais NO/NC	X2:1	DI 1 -DC (GND)	X3:1
DO 1 Relais COM	X2:2	DI 1 +24 V DC	X3:2
DO 2 Relais NO/NC	X2:3	DI 2 -DC (GND)	X3:3
DO 2 Relais COM	X2:4	DI 2 +24 V DC	X3:4
DO 3 Relais NO/NC	X2:5	DI 3 -DC (GND)	X3:5
DO 3 Relais COM	X2:6	DI 3 +24 V DC	X3:6
DO 4 Relais NO/NC	X2:7	DI 4 -DC (GND)	X3:7
DO 4 Relais COM	X2:8	DI 4 +24 V DC	X3:8

Tabelle 7-5: Klemmenbelegung der digitalen Ein- und Ausgänge (DI / DO)

Bitte beachten Sie die Einhaltung der folgenden Nenndaten der digitalen Ein- und Ausgänge.

Nenndaten der digitalen Ausgänge (DO) – Ausführung als potentialfreie Relaiskontakte:
250 V AC (3 A) / 110 V DC (0.7 A) / 24 V DC (1 A)

Nenndaten der digitalen Eingänge (DI) – Ausführung als Optokoppler:
24 V DC (10 mA)

8 Inbetriebnahme und Betrieb

Vor der Inbetriebnahme bitte überprüfen:

- | Ob die Netzanschlüsse L1, L2, L3 und an die richtigen Kupferschienenanschlüsse angeschlossen sind.
- | Ob die Stromwandler an die richtigen Klemmen angeschlossen sind. Dabei sollen Einbauort, Phasenzuordnung und Stromflussrichtung stimmen

Das System wird über das Touchpanel in der Fronttür konfiguriert, in Betrieb genommen und betrieben.

8.1 Schließen der Sicherungslasttrenner Q1...Q5

Wenn alle vorherigen Kontrollen erfolgreich durchgeführt wurden, kann die Hauptsicherungen Q1 bis Q5 geschlossen werden.

8.2 Schließen der Sicherung -Q01

Durch betätigen des Motorschutzschalters Q01 werden die Hilfsstromkreise über den Steuertransformator und das 24 VDC-Netzteil eingeschaltet.

8.3 Schließen des Schalters S1

Wenn alle vorherigen Kontrollen erfolgreich durchgeführt wurden, kann der Schalter S1 eingeschaltet werden. Stellen Sie sicher, dass die Hauptsicherung Q1 angeschlossen ist, bevor Sie S1 schließen. Überprüfen Sie, dass:

- | der Control-Computer korrekt startet
- | die 24VDC PSU korrekt arbeitet
- | die Lüfter korrekt starten (Lüfter erhöht kurzzeitig seine Drehzahl)
- | das Touchpanel aufleuchtet und arbeitet

8.4 Touchpanel

Das Touchpanel Bedienfeld ermöglicht das einfache Setzen von Parametern, das Kontrollieren der Betriebszustände genauso wie die Darstellung der Messungen und des Systemstatus während des Betriebs.

Die Auswahl der System und Filtereinstellungen erfolgt durch die Menü-Struktur. Parametrieren Sie zur Inbetriebnahme jeden einzelnen Unterpunkt der Menüs SYSTEM und REGELUNG starten Sie erst danach das Filter.



WARNUNG: Eine Fehlparametrierung kann zu Instabilitäten und Fehlern sowie Schäden in der elektrischen Anlage führen

9 Wartung

9.1 Wartungshinweise

Für eine lange Lebensdauer des Aktivfilters sind regelmäßige Wartungsarbeiten nach Wartungsplan erforderlich. Zusätzlich ist eine regelmäßige Reinigung des Filtersystems notwendig.



WARNUNG: Wartungsarbeiten dürfen nur durchgeführt werden, wenn das GRIDCON® ACF BUILDING Aktivfilter freigeschaltet ist. Elektrostatische Aufladungen sind zu vermeiden, da die Leistungselektronik ziemlich empfindlich ist. Staub und vor allem leitfähiger Staub können die Leistungselektronik zerstören. Ein Nichtbeachten dieser Hinweise kann zu schwersten Verletzungen oder Tod führen.

Bei Nichteinhalten oder bei falscher Durchführung der Wartungsmaßnahmen erlischt die Gewährleistung.



HINWEIS: Das Aktivfilter gibt die Serviceintervalle über den eingebauten Betriebsstundenzähler vor.
In jedem Fall sind Inspektionen wie in Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschrieben in Intervallen von längstens 12 Monaten durchzuführen.

9.2 Wartungsplan

Die Anlage muss unter Beachtung der 5 Sicherheitsregeln freischaltet werden, bevor Wartungsarbeiten erfolgen. Diese Kontrollen sollten jährlich erfolgen.

- | Allgemeine Sichtkontrolle
- | Ersatzteile und Zubehör prüfen, ob es vollständig und in gutem Zustand ist
- | Anlage von innen und außen von groben Verschmutzungen reinigen, Anschlüsse kontrollieren, Schrauben auf festen Sitz überprüfen, Schrauben an Kontaktstellen nachziehen
- | Untersuchung der Schaltgeräte auf Schmauchspuren und Verschmutzung Untersuchung der Anlage auf Schmauchspuren und Kriechwegbildung
- | Überprüfung der Überstromschutzgeräte auf Auslösung und festen Sitz
- | Lüfter auf Funktion überprüfen und ggf. reinigen, Lüfter müssen alle 2-3 Jahren getauscht werden
- | Lüftungsöffnungen des Kompensationsschranks reinigen, Filtermatten (wenn vorhanden) prüfen und ggf. austauschen
- | Funktionen prüfen und die Anlage wieder in Betrieb nehmen

Sollten Mängel in den Komponenten festgestellt werden, ist die Ursache zu ermitteln und die betroffenen Komponenten sind auszutauschen. Der Staub im Schaltschrank ist mit Druckluft zu entfernen.



HINWEIS: Bei stark staubhaltiger Umgebung sollten Wartungsarbeiten in kürzeren Intervallen durchgeführt werden.

10 Demontage und Entsorgung

10.1 Lebensdauer

Die Anlagen haben eine mittlere Lebensdauer von 10 Jahren. Die mechanischen Betriebsmittel wie z.B. Schütze und Lüfter sind je nach Umgebungs- und Netzbedingungen unterschiedlich belastet und müssen ggf. früher ersetzt werden. Die Lüfter sollten bei Dauerbetrieb nach 2-3 Jahren ausgetauscht werden.

10.2 Demontage

Demontieren Sie die Anlage in umgekehrter Reihenfolge des Installationsvorganges.

10.3 Entsorgung

Trennen Sie die vorhandenen Rohstoffe der Anlage nach Entsorgungstyp und Werkstoff. Die kupferhaltigen Bestandteile wie z. B. Sammelschienen und Leitungen können verwertet werden. Die Betriebsmittel wie Schütze, Sicherungen, Kondensatoren, Regler und Klemmen sind als Elektroschrott zu entsorgen, diese Bestandteile dürfen nicht im Hausmüll entsorgt werden, da sie Schwermetalle in geringen Mengen durch bleihaltiges Lot oder Halogenverbindungen sowie PVC enthalten können. Das Gehäuse und die Montageplatten der Anlage können als Metallschrott verwertet werden.