

CT-310-6

Modbus Dokumentation

Deutsch 2

Modbus Documentation

English..... 98

CM-RC

CM-SW

SE-i1

CSV.

ECOSTAR

ECOLITE

VARIPACK

PDF Download // 07.2025

Änderungen vorbehalten
Subject to change

BITZER Kühlmaschinenbau GmbH
Peter-Schaufler-Platz 1 // 71065 Sindelfingen // Germany
Tel +49 7031 932-0 // Fax +49 7031 932-147
bitzer@bitzer.de // www.bitzer.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	4
2 Sicherheit	4
3 CM-RC-01	5
3.1 Modbus Einführung	5
3.2 Steuerung des Verdichters über Modbus.....	11
3.3 Modbus Alarmbehandlung	13
3.4 Einsatzgrenzen	16
4 CM-RC-02	18
4.1 Modbus Einführung	18
4.2 Steuerung des Verdichters über Modbus.....	23
4.3 Modbus Alarmbehandlung	26
4.4 Einsatzgrenzen	28
5 CM-SW-01.....	31
5.1 Modbus Einführung	31
5.2 Steuerung des Verdichters über Modbus.....	35
5.3 Modbus Alarmbehandlung	38
5.4 Einsatzgrenzen	41
6 SE-i1	43
6.1 Modbus Einführung	43
6.2 Überwachung des Verdichters über Modbus	47
6.3 Modbus Alarmbehandlung	49
6.4 Einsatzgrenzen	51
7 CSV.-Serie	53
7.1 Modbus Einführung	53
7.2 Steuerung des Verdichters über Modbus.....	57
7.3 Modbus Alarmbehandlung	60
7.4 Einsatzgrenzen	62
8 ECOSTAR.....	64
8.1 Modbus Einführung	64
8.2 Modbus Alarmbehandlung	68
9 ECOLITE mit Regler	69
9.1 Modbus Einführung	69
10 ECOLITE mit CM-RC-02	73
10.1 Modbus Einführung	73
10.2 Steuerung des Verdichters über Modbus.....	79
10.3 Modbus Alarmbehandlung	83
10.4 Einsatzgrenzen	85
11 VARIPACK FDU .. FKU.....	87

11.1 Modbus Einführung	87
12 VARIPACK FM .. FS ..	91
12.1 Modbus Einführung	91
12.2 Steuerung des Verdichters über Modbus.....	95

1 Einleitung

Viele BITZER Verdichter und Verflüssigungssätze können mit der BEST SOFTWARE bedient werden. Dieses Dokument beschreibt die Funktionen des zugehörigen Modbus-Protokolls, die empfohlene Kabelführung und Konfiguration sowie mögliche Alarne, z.B. wenn sich der Verdichter seiner Einsatzgrenze nähert.

Alle Informationen finden sich auch in der BEST SOFTWARE: Verdichter oder Gerät wählen > Dokumentation > Modbus.

Zusätzlich folgende technische Dokumente beachten

- KT-230: Technische Information Verdichtermodul CM-RC-01 für Hubkolbenverdichter
- KT-240: Technische Information Verdichtermodul CM-RC-02 für Hubkolbenverdichter
- ST-150: Verdichtermodul CM-SW-01 für Schraubenverdichter
- CT-110: Technische Information Schutz- und Überwachungsgerät SE-i1
- ST-160: Technische Information Kompaktschraubenverdichter mit integriertem Frequenzumrichter CSV.
- KB-203: Betriebsanleitung ECOSTAR - Luftgekühlte Verflüssigungssätze
- KB-206: Betriebsanleitung ECOLITE - Luftgekühlte Verflüssigungssätze
- CB-110 und CB-111: Betriebsanleitungen VARIPACK - externe BITZER Frequenzumrichter
- CT-311: Installationsanleitung für den BITZER Netzkoppler

2 Sicherheit

Autorisiertes Fachpersonal

Sämtliche Arbeiten an den Produkten und den Anlagen, in die sie eingebaut werden oder sind, dürfen nur von Fachpersonal ausgeführt werden, das in allen Arbeiten ausgebildet und unterwiesen wurde. Für die Qualifikation und Sachkunde des Fachpersonals gelten die jeweils landesüblichen Vorschriften und Richtlinien.

Restrisiken

Von den Produkten, dem elektronischen Zubehör und weiteren Bauteilen können unvermeidbare Restrisiken ausgehen. Jede Person, die daran arbeitet, muss deshalb dieses Dokument sorgfältig lesen! Es gelten zwingend

- die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Normen,
- die allgemein anerkannten Sicherheitsregeln,
- die EU-Richtlinien,
- nationale Vorschriften und Sicherheitsnormen.

Je nach Land kommen unterschiedliche Normen beim Einbau des Produkts zur Anwendung, beispielsweise: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL-Normen.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Arbeiten an Anlagen und deren Bauteilen: Arbeitsschutzschuhe, Schutzkleidung und Schutzbrille tragen. Zusätzlich Kälteschutzhandschuhe tragen bei Arbeiten am offenen Kältekreislauf und an Bauteilen, die Kältemittel enthalten können.



Abb. 1: Persönliche Schutzausrüstung tragen!



WARNUNG

Gefahr von elektrischem Schlag!

Vor allen Arbeiten an der Anlagenelektrik: Hauptschalter ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern!

Zusätzlich zu den in diesem Dokument aufgeführten Sicherheitshinweisen unbedingt auch die Hinweise und Restgefahren in den jeweiligen Betriebsanleitungen beachten!

3 CM-RC-01

3.1 Modbus Einführung

Das CM-RC-01 und das CM-SW-01 haben eine eingebaute Modbus-RTU-Schnittstelle (CN14), die die Überwachung und Steuerung des Verdichters ermöglicht. Die Schnittstelle wird gemeinsam genutzt für den Anschluss des Feldbus (Modbus) oder des BEST Schnittstellenkonverters. Wenn der Feldbus angeschlossen ist, können die Betriebsparameter weiterhin mit der BEST SOFTWARE per Bluetooth überwacht werden.

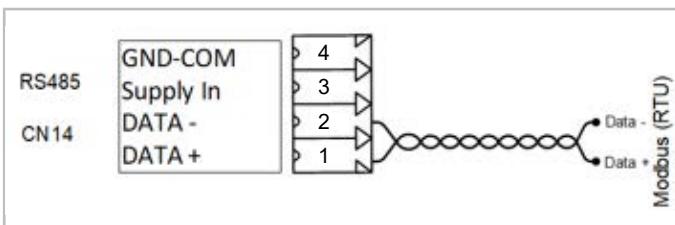


Abb. 2: Klemmen der Modbus-Schnittstelle von CM-RC-01 und CM-SW-01

Konfiguration der Modbus Kommunikationsparameter

Die Konfiguration und Voreinstellungen finden sich in BEST unter "Konfiguration" in der Parametergruppe "Modbus".

Die Parametrierung kann über BEST oder per Modbus erfolgen. Wenn Modbus verwendet wird, um Modbus-Kommunikationsparameter wie Adresse, Baudrate oder Parität zu ändern, ändert dies nicht sofort die Kommunikation: Die neue Konfiguration wird erst nach dem Aus- und Wiedereinschalten des Moduls aktiv.

Verwendete Datentypen und Skalierung

Datentypen:

- uint8: 8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- int16: 16-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint16: 16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- uint32: 32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- string: Zeichenfolge

Skalierung der Werte:

- Skala 1: Der Wert ist der exakte Wert.
- Skala 10:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 10 multipliziert werden, d.h. 12,3 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 10 geteilt werden, d.h. 123 --> 12,3
- Skala 100:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 100 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 100 geteilt werden, d.h. 123 --> 1,23

32-Bit-Werte lesen und schreiben

32-Bit-Werte müssen als zwei aufeinander folgende Modbus-Register gelesen und geschrieben werden (Anzahl Register = 2).

Während Modbus.org spezifiziert hat, dass 16-Bit-Werte mit dem höchstwertigen Byte zuerst übertragen werden ("most significant byte first" oder "big endian byte order"), gibt es keinen Standard zur Anordnung der "Word", die bei 32-Bit-Werten oder Zeichenfolgen mit 2 oder mehr Registern ins Spiel kommen.

Dieses Gerät überträgt 32-Bit-Werte mit dem niedwertigsten "Word" zuerst ("least significant word first" oder "little endian word order").

In der folgenden Tabelle ist dies beispielhaft für die Zahl **123456789** dargestellt, der die Hexadezimalzahl **75BCD15** entspricht.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binär	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadezimal	CD	15	07	5B

Zeichenfolgen per Modbus lesen

Mittels eines Byte lässt sich ASCII codiert ein Zeichen übertragen. Ein "Word" bzw. Register ermöglicht somit, zwei Zeichen zu übertragen.

Um längere Zeichenketten übermitteln zu können, werden daher meist mehrere Register für den string-Datentyp genutzt.

Die Zahl der zu lesenden Register ist in "Anzahl Register" aufgeführt.

Die Zeichenfolgen werden von links nach rechts übertragen und immer mit dem **höchstwertigsten "Word"** ("most significant word first" oder "big endian word order") **und dem niedwertigsten Byte** ("least significant byte first" oder "little endian byte order") zuerst.

In der folgenden Tabelle ist dies für beispielhaft für die Zeichenfolge **ABCD** dargestellt, die in einem String mit 3 Registern zur Verfügung gestellt wird.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binär	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadezimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus-Funktionscodes

Die folgenden Funktionscodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

Alle Input-Register (I) können auch als Holding-Register (H) gelesen werden.

Modbus-Ausnahmecodes

Die folgenden Ausnahmecodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Code	Name	Bedeutung
01	Illegal function	Der Funktionscode ist nicht gültig.
02	Illegal data address	Das angegebene Register ist nicht gültig.
03	Illegal data value	Der Wert ist nicht zulässig.
04	Server device failure	Unbehebbarer Fehler im Server-Gerät.

Empfehlungen zur Kabelführung

- Es muss ein abgeschirmtes Kabel mit paarweise miteinander verdrillten Adern verwendet werden, das für die RS485-Kommunikation geeignet ist und eine nominelle Impedanz von 100 .. 130 Ω aufweist. Die beiden Signaldrähte müssen sich im gleichen Adernpaar befinden.
- Die Verdrahtungstopologie muss als "Daisy Chain" (Reihenschaltung) mit 120 Ω Abschlusswiderständen an jedem Ende der Busleitung erfolgen. Da dieses IQ Produkt keinen integrierten Abschlusswiderstand hat, muss dieser extern hinzugefügt werden.
- Die maximale Kabellänge des Modbus-Kabels ist abhängig von der verwendeten Baudrate und der Anzahl der Geräte.
- Das Modbus-Kabel sollte so verlegt werden, dass der Einfluss der Leistungskabel minimiert wird. Bei Kreuzung von Leistungskabeln sollte ein 90°-Winkel erreicht werden. Parallel verlaufende Modbus- und Leistungskabel sollten durch einen möglichst großen angemessenen Abstand getrennt werden, ca. 20 .. 25 cm. Alternativ kann ein geerdetes Schirmblech oder ein geerdetes Metallrohr verwendet werden.
- An einem Modbus-Strang sollten max. 10 IQ Produkte angeschlossen sein. Sind andere Geräte an denselben Modbus-Strang angeschlossen, muss die maximale Stromaufnahme dieser anderen Geräte beachtet werden. Der Vorspannungswiderstand des gesamten Strangs sollte mindestens 450 Ohm betragen. Dieses IQ Produkt hat einen Vorspannungswiderstand von 10 kOhm (→ 1 kOhm bei 10 Geräten).
- Dieses IQ Produkt hat keine galvanische Isolierung an der RS485 Schnittstelle. Daher **müssen** Module, die direkt über den RS485-Bus verbunden sind, das gleiche PE-Massepotential haben.
 - IQ Produkte, die sich auf unterschiedliche Massepotenziale beziehen, müssen über einen geeigneten galvanisch getrennten Repeater an den RS485 angeschlossen werden, oder nur an Geräte mit isolierter RS485-

Schnittstelle. Unterschiedliche Potenziale auf der Bus-Leitung können zu Fehlfunktionen oder Beschädigungen der Elektronik führen.

- Nur Data+ und Data- sollten angeschlossen werden. Die GND-Leitung sollte nicht zwischen den Modulen angeschlossen werden, da dies einen unerwünschten Erdstrom in der Kommunikationsleitung verursachen kann. Der GND-Pin kann jedoch für den unsymmetrischen Anschluss der Abschirmung verwendet werden, wenn keine bessere Möglichkeit für den Anschluss der Abschirmung verfügbar ist.
- Die Abschirmung darf nur an einem Ende des Busses angeschlossen werden, um unerwünschte Erdströme in der Abschirmung zu vermeiden. Die Abschirmung muss jedoch über die gesamte Bus-Länge ununterbrochen sein, außer bei galvanisch getrennten Repeatern.
- Im Falle eines isolierten Client-Geräts und eines nicht isolierten Server-Geräts oder umgekehrt wird empfohlen, die Abschirmung am Ende ohne Isolierung anzuschließen.
- Wenn keines der Geräte isoliert ist, sollte die Abschirmung an das Client-Gerät angeschlossen werden. Wenn alle Geräte isoliert sind, spielt es keine Rolle, an welchem Ende die Abschirmung angeschlossen ist - sie sollte jedoch nicht an den GND-Pin der RS485-Schnittstelle angeschlossen werden.

Siehe folgende Beispiele zur Kabelführung:

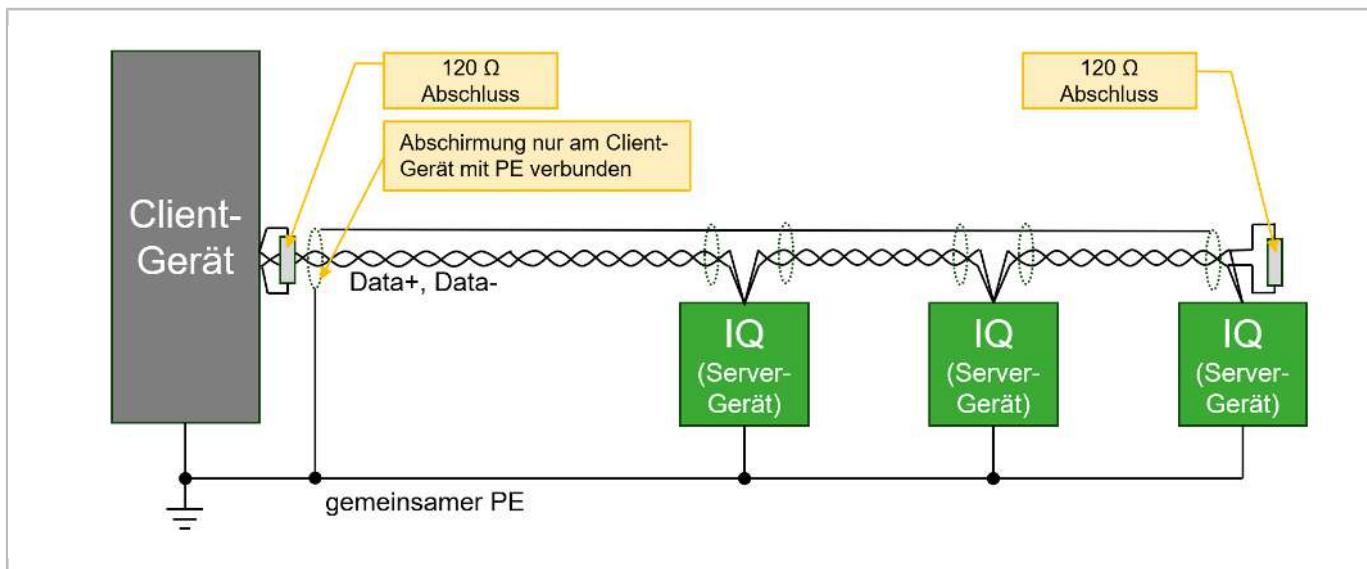


Abb. 3: Geräte mit gleichem Massepotenzial

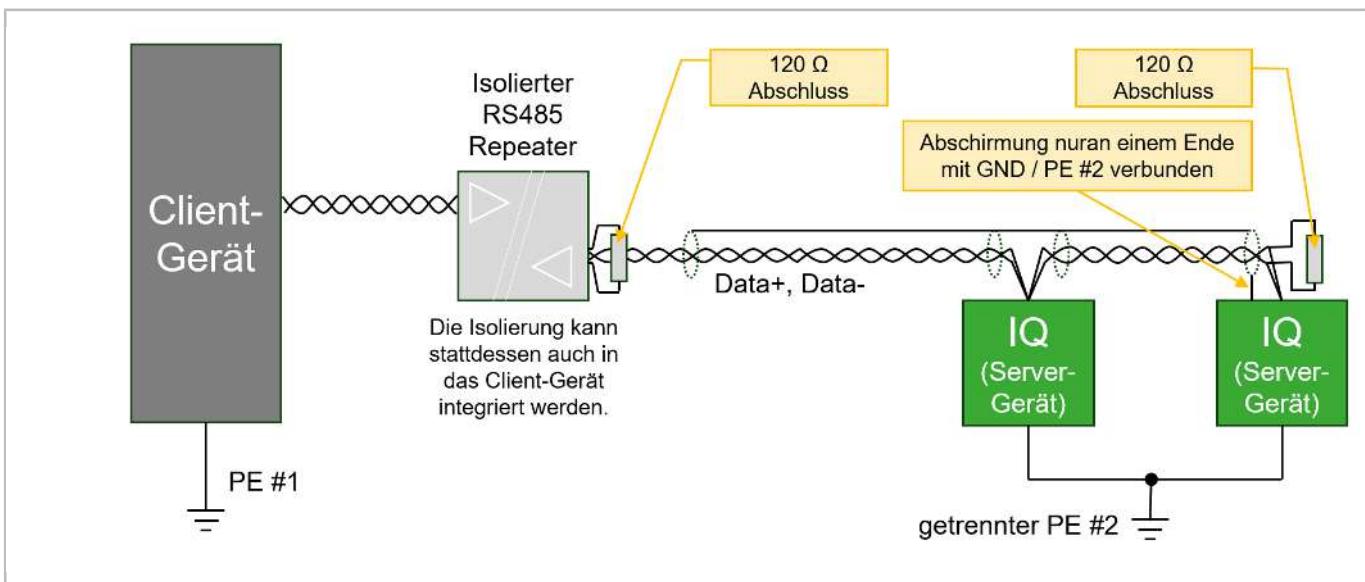


Abb. 4: Client-Gerät mit abweichendem Massepotenzial oder isolierter Schnittstelle

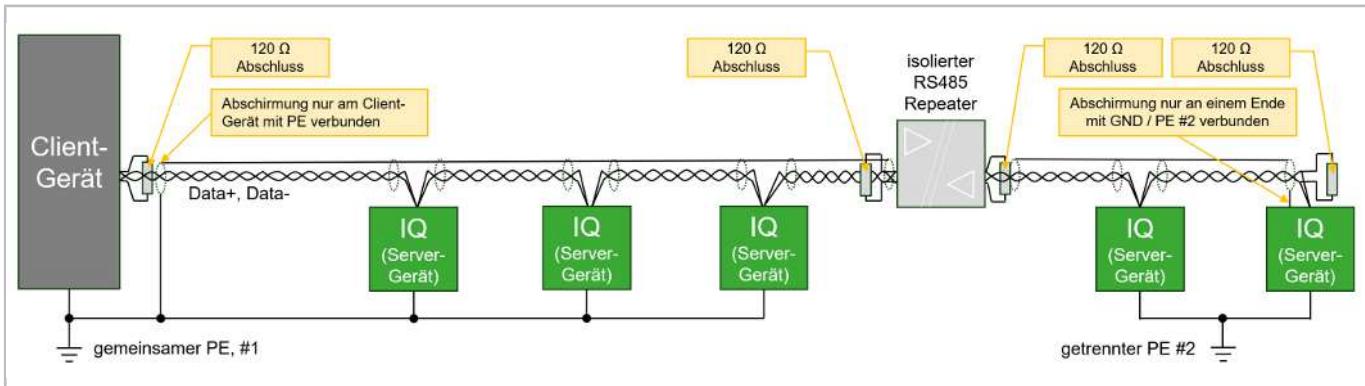


Abb. 5: Geräte mit unterschiedlichen Massepotenzialen, die durch einen isolierten RS485-Repeater getrennt sind

Modbus TCP/IP

Falls Modbus TCP/IP erforderlich ist oder gegenüber Modbus RTU bevorzugt wird, kann ein Modbus RTU <-> TCP/IP Konverter verwendet werden. Es gibt Gateways auf dem Markt, die die Modbus Kommunikation 1:1 übersetzen, ohne dass die einzelnen Protokolle / Register im Gateway selbst konfiguriert werden müssen. Ein Produkt, das BITZER erfolgreich getestet hat, ist "RS485 TO POE ETH (B)" von Waveshare. Im Vergleich zur Standardversion "RS485 TO ETH (B)" bietet die POE Version eine zusätzliche galvanische Isolierung der Signale und der Netzversorgung. Nachdem die Geräte als Modbus RTU <-> TCP/IP Konverter konfiguriert sind, können mehrere IQ Produkte am Modbus TCP/IP verfügbar gemacht werden.

Im Einzelnen müssen die folgenden Einstellungen im "VirCom" vorgenommen werden:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternativ kann eine feste IP Adresse gegeben werden)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baudrate, Datenbits, Parität, Stopbits: Müssen identisch sein zu den Kommunikationseinstellungen der angeschlossenen IQ Produkte.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol

- Weitere fortgeschrittene Einstellungen: Bei der Konfiguration des Geräts über das „VirCom“-Tool werden die Speicherfunktion (Modbus Gateway Type = Auto Query Storage Type) und die Multi-Host-Unterstützung (Enable RS485 Multi-Host) automatisch aktiviert. Die Speicherfunktion verbessert die Leistung für Modbus TCP/IP-Abfragen, und die Multi-Host-Funktion ermöglicht den Anschluss von mehr als einem Modbus TCP/IP-Client-Gerät.

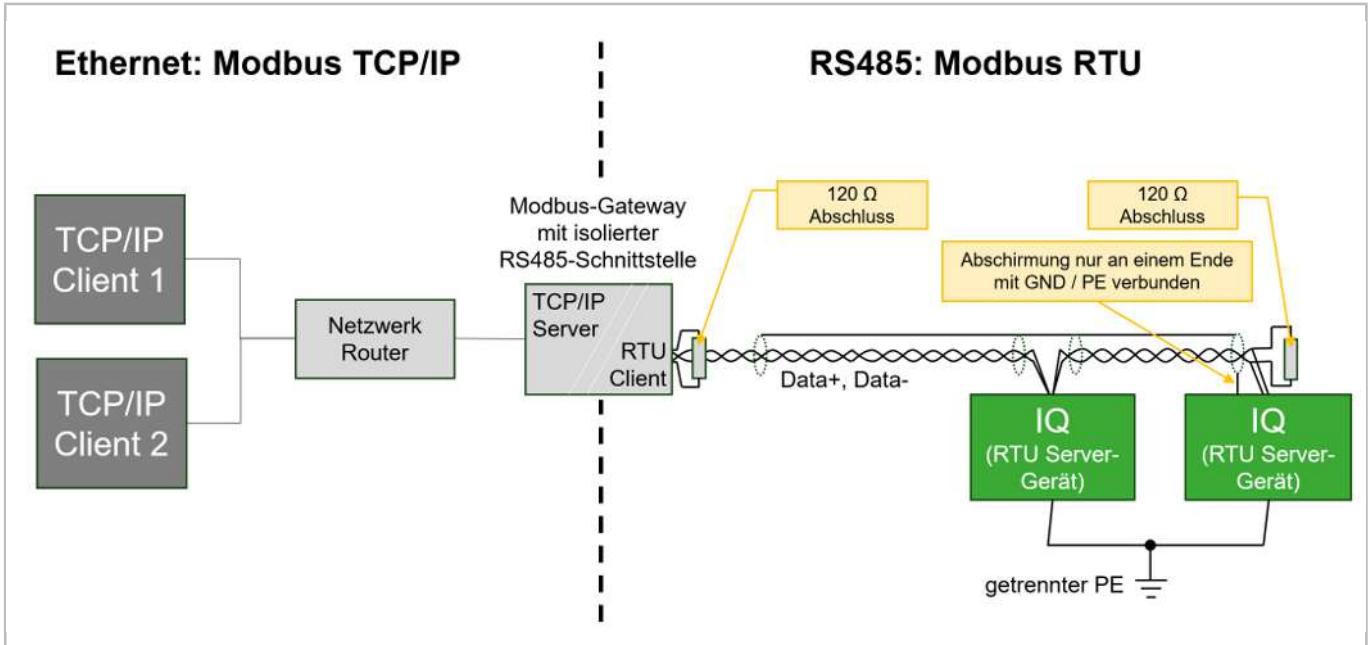


Abb. 6: Ethernet mit Modbus TCP/IP und RS485 mit Modbus RTU

3.2 Steuerung des Verdichters über Modbus

Der Verdichter kann per Modbus überwacht und gesteuert werden.

Soll der Verdichter über Modbus gesteuert werden, muss der Parameter "Modbus-Steuerung" auf "Modbus direkt" eingestellt werden. Ist das Gateway für das BITZER Digital Network (BDN, Zugang über [myBITZER](#)) zwischen Anlagensteuerung und IQ MODUL geschaltet, muss "Modbus-Steuerung" auf "Modbus über BDN-Gateway" eingestellt werden. Standardmäßig ist "Modbus-Steuerung" auf "Deaktiviert" eingestellt, wodurch der Verdichter nur über digitale/analoge Signale gesteuert werden kann.

Wenn die Modbus-Steuerung aktiviert ist, werden die Sollwerte der unterschiedlich Schnittstellen (analoger Sollwert und serieller Sollwert) zusammengeführt, und der resultierende "Sollwert" kann über die Modbus-Schnittstelle gelesen werden. Der Sollwert ist auf 100% begrenzt, auch wenn die Summe der Sollwerte >100% betragen kann.

Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion

Wenn die Modbus-Kommunikation unterbrochen wird, kann das IQ-MODUL über die Parameter "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion" und "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitung" für unterschiedliche Reaktionen auf diese Unterbrechung konfiguriert werden.

Konfigurationsmöglichkeiten für die Zeitüberschreitungsfunktion:

- Keine --> Nichts tun (wenn der Verdichter in Betrieb ist, wird dieser fortgesetzt)
- Stopp --> Verdichter anhalten
- Störung --> Verdichter anhalten und Störungsalarm "11-00 Zeitüberschreitung: Serielle Steuerung" auslösen

Jedes empfangene Modbus-Telegramm setzt die Zeitüberschreitungsfunktion zurück.

Serielles Steuerwort

Das serielle Steuerwort wird über das Modbus Holding Register **110** gesetzt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serielles Steuerwort	keine	uint16		110(H)	1

Bit-Definition des seriellen Steuerwortes:

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 2	Reserviert	Sollte auf 1 gesetzt werden (für Kompatibilität mit der CSV)
3	Betrieb freigeben	Muss auf 1 gesetzt werden
4 .. 5	Reserviert	Sollte auf 1 gesetzt werden (für Kompatibilität mit der CSV)
6	Anlauf	Anlaufbefehl 0 = Stopp 1 = Anlauf aktiv
7	Reset	Alarm-Reset-Befehl ist aktiv, wenn Bit von 0 auf 1 gesetzt wird (positiv flankengetriggert).
8 .. 9	Reserviert	
10	Daten gültig	Muss auf 1 gesetzt werden, um den Regler anzuweisen, das serielle Steuerwort zu akzeptieren. <ul style="list-style-type: none"> • 0 = Sowohl das serielle Steuerwort als auch der serielle Sollwert werden ignoriert. Das heißt, wenn der Startbefehl kurz vor dem Setzen des Datengültigkeitsbits auf "0" aktiv war, bleibt der Befehl solange aktiv, bis das Datengültigkeitsbit auf "1" und das Startbit auf "0" gesetzt wird. • 1 = Das serielle Steuerwort und der serielle Sollwert werden übernommen. Im resultierenden Steuerwort (102 (I)) wird dieses Bit immer gesetzt sein.

Bit	Funktion	Beschreibung								
11 .. 15	Reserviert									

Beispiele für serielle Steuerwort-Setups:

Befehl	Hexa-dezimaler Wert	Dezimaler Wert	Binär								
			Reserviert	Daten gültig	Reserviert	Reset	Start	Reserviert	Betrieb freigeben	Reserviert	
Kein Befehl / Stopp	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Anlauf	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

Der Neutralwert des Steuerworts ist 43F hex (= 1087 dez = 10000111111 binär).

Um den Verdichter anlaufen zu lassen, muss das Steuerwort 47F hex (= 1151 dez = 10001111111 binär) sein.

Serieller Sollwert

Der serielle Sollwert wird über das Modbus-Halterregister **111** eingestellt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serieller Sollwert	%	int16	100	111(H)	1

Statuswort

Der aktuelle Betriebszustand des IQ-MODULS kann über das Modbus-Input-Register **103** eingesehen werden.

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Statuswort	keine	uint16	1	103(I)	1

Bit-Definitionen des Statusworts

Bit	Funktion	Beschreibung								
0 .. 1	Nicht verwendet									
2	Betrieb freigegeben	0 = Der Verdichter ist nicht betriebsbereit. 1 = Der Verdichter ist ohne Berücksichtigung der empfohlenen Stillstands- und Anlaufverzögerungen betriebsbereit. Beim Anlaufen des Verdichters kann ein Warnungsalarm (30-22, 30-24 oder 30-26) erscheinen. <ul style="list-style-type: none"> • Keine Störung (Bit 3 = 0) • Eingang der Sicherheitskette aktiviert (CN2:3 Relais C mit Strom versorgt) • Falls der Parameter "Modbus-Steuerung" nicht "Deaktiviert" ist <ul style="list-style-type: none"> – Betrieb ist freigegeben (Bit 3 des seriellen Steuerworts auf 1 gesetzt) 								
3	Störung	0 = Kein Störungsalarm 1 = Ein Störungsalarm ist aktiv. Der Verdichter wird angehalten.								
4 .. 6	Nicht verwendet									
7	Warnung	0 = Kein Warnungsalarm 1 = Ein Warnungsalarm ist aktiv								

Bit	Funktion	Beschreibung
8	Auf Sollwert	0 = Verdichter läuft in der Rampe oder läuft nicht 1 = Verdichter läuft am Sollwert
9	Nicht verwendet	
10	Begrenzer aktiv	0 = Keine Begrenzerfunktion ist aktiv. 1 = Ein Begrenzer regelt aktiv den Sollwert, um den Verdichter in Betrieb zu halten (reduziert das Risiko eines Störungsstopps).
11	In Betrieb	0 = Verdichter ist nicht in Betrieb 1 = Verdichter ist in Betrieb <ul style="list-style-type: none"> • Direkt-, Stern-Dreieck-, PW-Anlauf: Motoranlauf abgeschlossen (K1/K2-Steuerung) • Frequenzumrichter, Softstarter: Beim Schließen des Starteingangs wird der Betrieb angenommen.
12	Anlauf aktiv	0 = Verdichteranlauf ist nicht aktiv 1 = Verdichteranlauf ist aktiv. Dazu gehören die Aktivierung des Softstarters, der Vorlauf des Verflüssigers und des Zusatzventilators sowie der Anlaufvorgang der Motoranlauffunktion (Stern-/Dreieck- und Teilwicklungsschützsteuerung). <ul style="list-style-type: none"> • Betrieb freigegeben (Bit 2 = 1) • Keine Störung (Bit 3 = 0) • Anlaufbefehl gegeben (über Digitaleingang Start oder Modbus) • Falls Sollwert-Steuercharakteristik = "0 .. Max": Sollwert > 1%
13	Kritisch	0 = Kein kritischer Alarm 1 = Ein kritischer Alarm ist aktiv
14 .. 15	Nicht verwendet	

3.3 Modbus Alarmbehandlung

Alarmliste

Die Alarmliste ermöglicht das Auslesen der aktuellen Alarne inklusive Warnungen, kritischen Ereignissen und Störungen. Dadurch können zum einen die tatsächlichen Alarne angezeigt werden, zum anderen liefert es die Grundlage dafür, dass die Anlagensteuerung Gegenmaßnahmen ergreifen kann, um eine Verdichterstörung zu vermeiden.

Wenn das Modul aus- und wieder eingeschaltet wird oder ein Reset-Befehl gegeben wird, werden die inaktiven Alarne aus der Liste gelöscht. Die Alarmliste ist identisch und wird von den IQ Produkten CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 gemeinsam genutzt.

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
11100 (I)	Aktive Alarne	Zahl der aktiven Alarne	uint16
11101 (I)	Nicht gelöschte Alarne	Zahl der aufgeführten Alarne, die noch nicht gelöscht sind	uint16
11102 (I)	Höchste Alarmstufe	Höchste Stufe eines aufgeführten Alarms 0 = Keiner 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 3 = Gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden)	uint8

Register	Name	Beschreibung	Typ
11103 (I)	Höchste aktive Alarmstufe	Höchste Stufe eines aktiven Alarms 0 = Keine 8 = Warnung 16 = Kritisch 32 = Störung	uint8
11104 (I)	Gerät gesperrt	Wenn gesperrt, wartet das Gerät auf externen Reset-Befehl oder Neustart. 0 = Nein 1 = Ja	uint8
11105 (I)	Störungs-Reset-Level	Nötiges Reset-Level zum Löschen eines aktiven Alarms 0 = NA 1 = Auto 2 = Zeitgesteuert 3 = Extern 4 = Neustart	uint8
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	<p>Alarne sind in der Alarmliste nach Schweregrad geordnet: Alarm 1 ist der höchste, Alarm 10 der niedrigste Wert.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 .. 9 (binär zu dezimal): Indexnummer, für Übertragung in Alarmtexte siehe in der BEST SOFTWARE unter "Produkt" --> "Dokumentation" --> "Alarne". Die Tabelle kann als csv-Datei exportiert werden über die Schaltfläche "Exportieren..." im Menü oben ganz rechts. Bit 10 .. 12 (binär zu dezimal): Alarmschwere 3 = Warnung 4 = Kritisch 5 = Störung Bit 13: Reserviert Bit 14 .. 15 (binär zu dezimal): Alarmzustand 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 3 = Gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden) <p>Excel-Tool zur Dekodierung: Ein Excel-Tool, das die über Modbus empfangenen Alarmwerte dekodiert und Schritt für Schritt visualisiert, kann hier heruntergeladen werden.</p>	uint16

Alarmschwere

Es gibt die folgenden Alarmtypen:

Störung :

Wird ein Störungsalarm erkannt, öffnet das Gerät die Relais für die Motorkontakte und stoppt den Verdichtermotor.

Kritisch :

Wird ein kritischer Alarm erkannt, kann der Betrieb fortgesetzt werden, aber nur für begrenzte Zeit oder mit eingeschränkter Leistung.

Warnung :

Eine Warnung wird signalisiert, wenn der Zustand möglicherweise Aufmerksamkeit erfordert, aber nicht schwerwiegend genug ist, um den Betrieb des Verdichters zu stoppen. Er läuft weiter.

Art der Alarmrücksetzung

Auto:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Zeitgesteuert:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden und die konfigurierbare Zeit "Intervall für zeitgesteuerte Resets" abgelaufen ist.
- Durch einen manuellen Reset-Befehl kann die zeitlich festgelegte Intervallzeit aufgehoben werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.
- Wiederholte zeitgesteuerte Resets werden begrenzt durch die externen Reset-Fehler "10-00 Zu viele identische zeitgesteuerte Resets innerhalb von 24 Stunden" und "10-01 Zu viele zeitgesteuerte Resets innerhalb einer Stunde".

Extern:

- Im Falle einer externen Reset-Störung muss die Anlage vor dem Entriegeln überprüft werden.
- Die Störung muss durch einen Reset-Befehl zurückgesetzt werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Neustart:

- Das Gerät muss aus- und wieder eingeschaltet werden (Neustart), um die Störung zurückzusetzen.

Möglichkeiten für einen Reset-Befehl

Das Modul kann auf verschiedene Arten entriegelt werden:

- mit einem Modbus-Befehl (in der BEST SOFTWARE unter "Dokumentation" --> "Modbus" --> Registerkarte "Steuer- und Statuswort" --> "Serielles Steuerwort" - dies geht auch, wenn die Modbus-Steuerung nicht aktiviert ist).
- mit der BEST SOFTWARE im Menü "Alarme" --> "Zurücksetzen".
- Spannungsversorgung (L/N) mind. 5 s trennen.



HINWEIS

Verdichterschaden!

Wiederholtes Zurücksetzen von externen Reset-Fehlern kann zum Ausfall des Verdichters führen, wenn die Ursache nicht behoben wird.

3.4 Einsatzgrenzen

Einleitung

Die IQ Produkte CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 verfügen über eine Einsatzgrenzüberwachung. Sie schützt den Verdichter vor extremen Betriebsbedingungen, ermöglicht aber auch den Empfang von Warnungen über Modbus, wenn sich der Betriebspunkt der Einsatzgrenze nähert. Bei Berücksichtigung der Warnungen kann die übergeordnete Anlagensteuerung Gegenmaßnahmen ergreifen und so einen Verdichterstopp vermeiden.

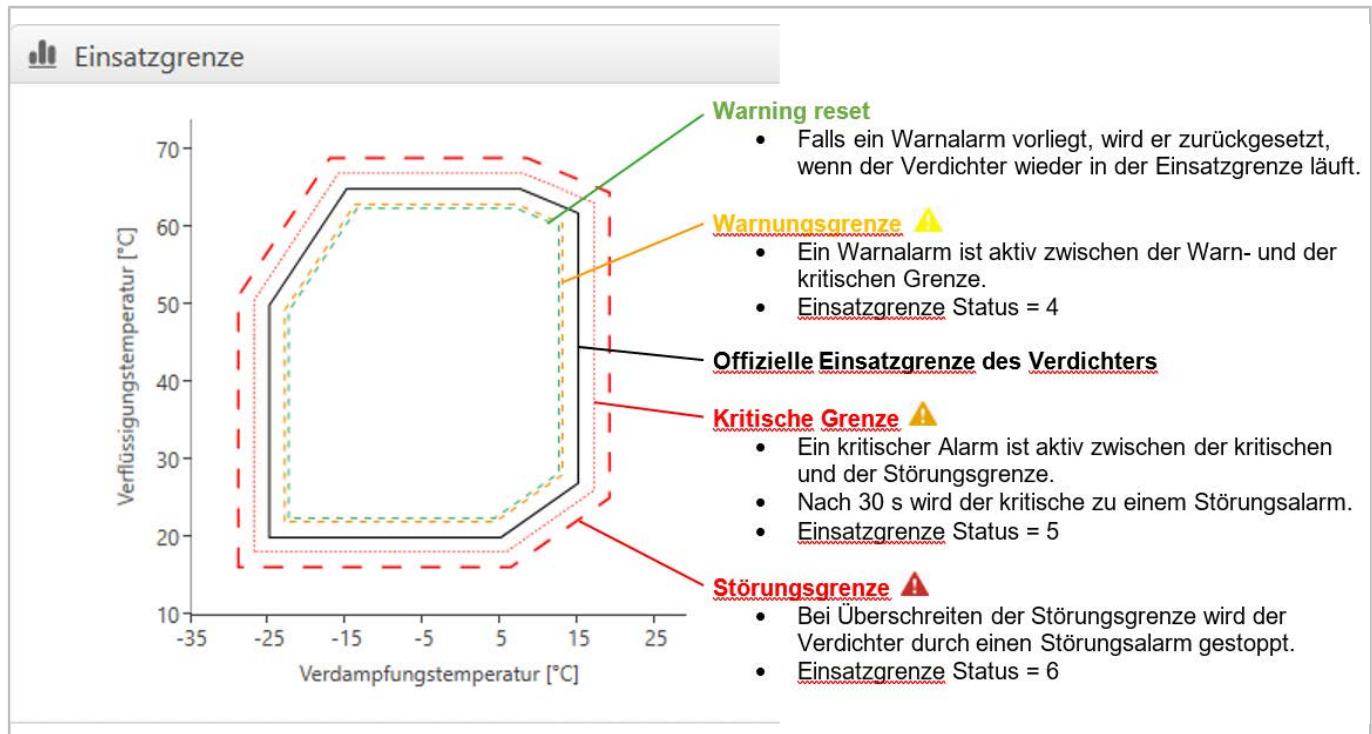


Abb. 7: Beispielhafte Einsatzgrenzen mit Legende

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
12005 (I)	Status	Status der Einsatzgrenze 0 = Verdichter gestoppt 1 = Verdichter läuft an (Einsatzgrenzüberwachung für 120 s deaktiviert) 2 = Verdichter läuft in der Einsatzgrenze (innerhalb der grünen gestrichelten Linie) 3 = Verdichter hält an (Einsatzgrenzüberwachung deaktiviert) 4 = Einsatzgrenzen-Warnung ist aktiv 5 = Einsatzgrenze kritisch ist aktiv 6 = Einsatzgrenzen-Störung ist aktiv	uint8
12006 (I)	Zone	Zone, in der der Verdichter momentan läuft - oder, falls eine Störung aktiv ist, in welcher Zone der Betriebspunkt war, als die Störung gemeldet wurde. 0 = Innerhalb der Einsatzgrenze (grüne gestrichelte Linie) 1 = Niedrige Verdampfung, niedrige Verflüssigung 2 = Niedrige Verdampfung 3 = Niedrige Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 4 = Hohe Verflüssigung / Hochdruck 5 = Hohe Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 6 = Hohe Verdampfung 7 = Hohe Verdampfung, niedrige Verflüssigung 8 = Niedrige Verflüssigung	uint8

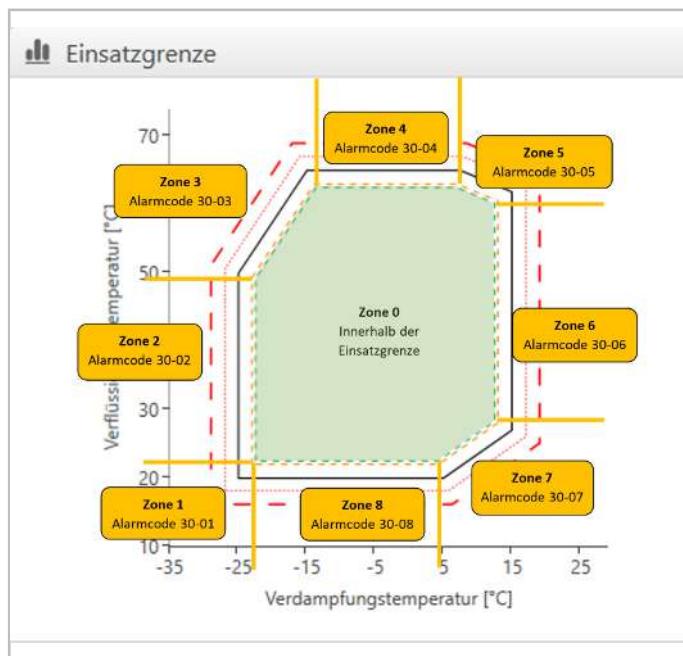


Abb. 8: Zonen der Einsatzgrenze

SST: Verdampfungstemperatur ("saturated suction temperature")

SDT: Verflüssigungstemperatur ("saturated discharge temperature")

4 CM-RC-02

4.1 Modbus Einführung

Das CM-RC-02 verfügt über zwei RS485-Ports:

- Die Schnittstelle an **CN1** fungiert als **Server-Gerät** und kann zur Anbindung des Feldbus (Modbus RTU), des BITZER Digital Network (BDN) Gateways oder der BEST SOFTWARE über den BEST Schnittstellenkonverter genutzt werden. Bei angeschlossenem Feldbus können die Betriebsparameter weiterhin mit der BEST SOFTWARE per Bluetooth überwacht werden. Wenn das BDN-Gateway angeschlossen ist, kann der Feldbus an das BDN-Gateway angeschlossen werden. Die Kommunikation wird dabei über das BDN-Gateway geleitet. Die Feldbusintegration bzw. -kommunikation funktioniert auf die gleiche Weise wie beim direkten Anschluss des Feldbus an das CM-RC-02. Diese Modbus-Dokumentation beschreibt die Integration des CM-RC-02 als Feldbusgerät in übergeordnete Steuerungen oder Überwachungssysteme.
- Die Schnittstelle an **CN2** fungiert als **Client-Gerät** und ist für den IQ-Bus (zur Verbindung von CM-RC-02-Geräten) oder den Anschluss des VARIPACK Frequenzumrichters vorgesehen. Diese Schnittstelle wird hier nicht weiter beschrieben.

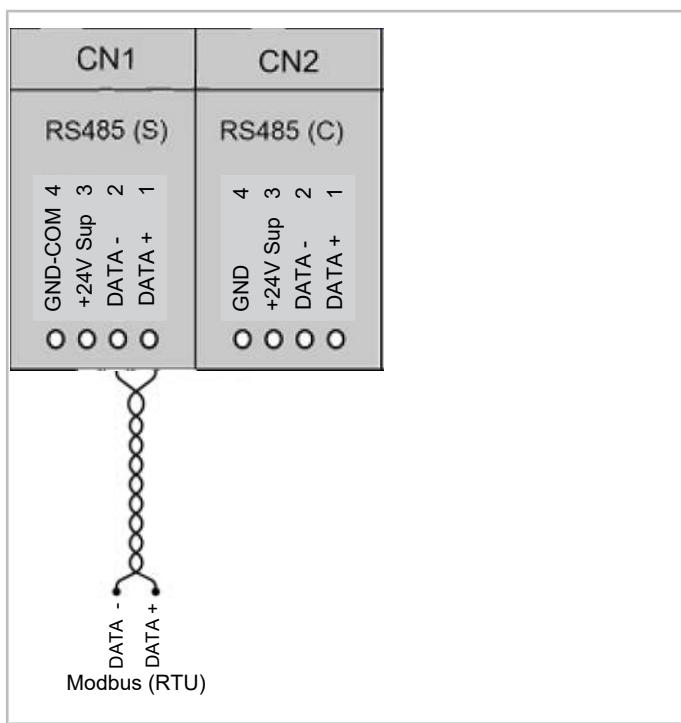


Abb. 9: Anschlüsse der Modbus-Schnittstelle des CM-RC-02

Konfiguration der Modbus Kommunikationsparameter

Die Konfiguration und Voreinstellungen finden sich in BEST unter "Konfiguration" in der Parametergruppe "Modbus".

Die Parametrierung kann über BEST oder per Modbus erfolgen. Wenn Modbus verwendet wird, um Modbus-Kommunikationsparameter wie Adresse, Baudrate oder Parität zu ändern, ändert dies nicht sofort die Kommunikation: Die neue Konfiguration wird erst nach dem Aus- und Wiedereinschalten des Moduls aktiv.

Verwendete Datentypen und Skalierung

Datentypen:

- uint8: 8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- int16: 16-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen

- uint16: 16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- uint32: 32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- string: Zeichenfolge

Skalierung der Werte:

- Skala 1: Der Wert ist der exakte Wert.
- Skala 10:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 10 multipliziert werden, d.h. 12,3 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 10 geteilt werden, d.h. 123 --> 12,3
- Skala 100:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 100 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 100 geteilt werden, d.h. 123 --> 1,23

32-Bit-Werte lesen und schreiben

32-Bit-Werte müssen als zwei aufeinander folgende Modbus-Register gelesen und geschrieben werden (Anzahl Register = 2).

Während Modbus.org spezifiziert hat, dass 16-Bit-Werte mit dem höchstwertigen Byte zuerst übertragen werden ("most significant byte first" oder "big endian byte order"), gibt es keinen Standard zur Anordnung der "Word", die bei 32-Bit-Werten oder Zeichenfolgen mit 2 oder mehr Registern ins Spiel kommen.

Dieses Gerät überträgt 32-Bit-Werte mit dem niedlerwertigsten "Word" zuerst ("least significant word first" oder "little endian word order").

In der folgenden Tabelle ist dies beispielhaft für die Zahl **123456789** dargestellt, der die Hexadezimalzahl **75BCD15** entspricht.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binär	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadezimal	CD	15	07	5B

Zeichenfolgen per Modbus lesen

Mittels eines Byte lässt sich ASCII codiert ein Zeichen übertragen. Ein "Word" bzw. Register ermöglicht somit, zwei Zeichen zu übertragen.

Um längere Zeichenketten übermitteln zu können, werden daher meist mehrere Register für den string-Datentyp genutzt.

Die Zahl der zu lesenden Register ist in "Anzahl Register" aufgeführt.

Die Zeichenfolgen werden von links nach rechts übertragen und immer mit dem **höchstwertigsten "Word"** ("most significant word first" oder "big endian word order") **und dem niedlerwertigsten Byte** ("least significant byte first" oder "little endian word order") zuerst.

In der folgenden Tabelle ist dies für beispielhaft für die Zeichenfolge **ABCD** dargestellt, die in einem String mit 3 Registern zur Verfügung gestellt wird.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
Binär	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadezimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus-Funktionscodes

Die folgenden Funktionscodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

Alle Input-Register (I) können auch als Holding-Register (H) gelesen werden.

Modbus-Ausnahmecodes

Die folgenden Ausnahmecodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Code	Name	Bedeutung
01	Illegal function	Der Funktionscode ist nicht gültig.
02	Illegal data address	Das angegebene Register ist nicht gültig.
03	Illegal data value	Der Wert ist nicht zulässig.
04	Server device failure	Unbehebbarer Fehler im Server-Gerät.

Empfehlungen zur Kabelführung

- Es muss ein abgeschirmtes Kabel mit paarweise miteinander verdrillten Adern verwendet werden, das für die RS485-Kommunikation geeignet ist und eine nominelle Impedanz von 100 .. 130 Ω aufweist. Die beiden Signaldrähte müssen sich im gleichen Adernpaar befinden.
- Die Verdrahtungstopologie muss als "Daisy Chain" (Reihenschaltung) mit 120 Ω Abschlusswiderständen an jedem Ende der Busleitung erfolgen. Das CM-RC-02 hat für seine RS485-Schnittstellen integrierte Abschlusswiderstände, die durch eine Schaltbrücke aktiviert werden können. Der Abschlusswiderstand für die RS485 (S)-Schnittstelle kann über die Schaltbrücke CN5 aktiviert und deaktiviert werden.
 - Schaltbrücke an Position 1 - 2: Abschlusswiderstand deaktiviert (werkseitig)
 - Schaltbrücke an Position 2 - 3: Abschlusswiderstand aktiviert
- Die maximale Kabellänge des Modbus-Kabels ist abhängig von der verwendeten Baudrate und der Anzahl der Geräte.
- Das Modbus-Kabel sollte so verlegt werden, dass der Einfluss der Leistungskabel minimiert wird. Bei Kreuzung von Leistungskabeln sollte ein 90°-Winkel erreicht werden. Parallel verlaufende Modbus- und Leistungskabel

sollten durch einen möglichst großen angemessenen Abstand getrennt werden, ca. 20 .. 25 cm. Alternativ kann ein geerdetes Schirmblech oder ein geerdetes Metallrohr verwendet werden.

- An einem Modbus-Strang sollten max. 10 IQ Produkte angeschlossen sein. Sind andere Geräte an denselben Modbus-Strang angeschlossen, muss die maximale Stromaufnahme dieser anderen Geräte beachtet werden. Der Vorspannungswiderstand des gesamten Strangs sollte mindestens 450 Ohm betragen. Dieses IQ Produkt hat einen Vorspannungswiderstand von 10 kOhm (→ 1 kOhm bei 10 Geräten).
- Dieses IQ Produkt hat keine galvanische Isolierung an der RS485 Schnittstelle. Daher **müssen** Module, die direkt über den RS485-Bus verbunden sind, das gleiche PE-Massepotential haben.
 - IQ Produkte, die sich auf unterschiedliche Massepotenziale beziehen, müssen über einen geeigneten galvanisch getrennten Repeater an den RS485 angeschlossen werden, oder nur an Geräte mit isolierter RS485-Schnittstelle. Unterschiedliche Potenziale auf der Bus-Leitung können zu Fehlfunktionen oder Beschädigungen der Elektronik führen.
 - Nur Data+ und Data- sollten angeschlossen werden. Die GND-Leitung sollte nicht zwischen den Modulen angeschlossen werden, da dies einen unerwünschten Erdstrom in der Kommunikationsleitung verursachen kann. Der GND-Pin kann jedoch für den unsymmetrischen Anschluss der Abschirmung verwendet werden, wenn keine bessere Möglichkeit für den Anschluss der Abschirmung verfügbar ist.
- Die Abschirmung darf nur an einem Ende des Busses angeschlossen werden, um unerwünschte Erdströme in der Abschirmung zu vermeiden. Die Abschirmung muss jedoch über die gesamte Bus-Länge ununterbrochen sein, außer bei galvanisch getrennten Repeatern.
 - Im Falle eines isolierten Client-Geräts und eines nicht isolierten Server-Geräts oder umgekehrt wird empfohlen, die Abschirmung am Ende ohne Isolierung anzuschließen.
 - Wenn keines der Geräte isoliert ist, sollte die Abschirmung an das Client-Gerät angeschlossen werden. Wenn alle Geräte isoliert sind, spielt es keine Rolle, an welchem Ende die Abschirmung angeschlossen ist - sie sollte jedoch nicht an den GND-Pin der RS485-Schnittstelle angeschlossen werden.

Siehe folgende Beispiele zur Kabelführung:

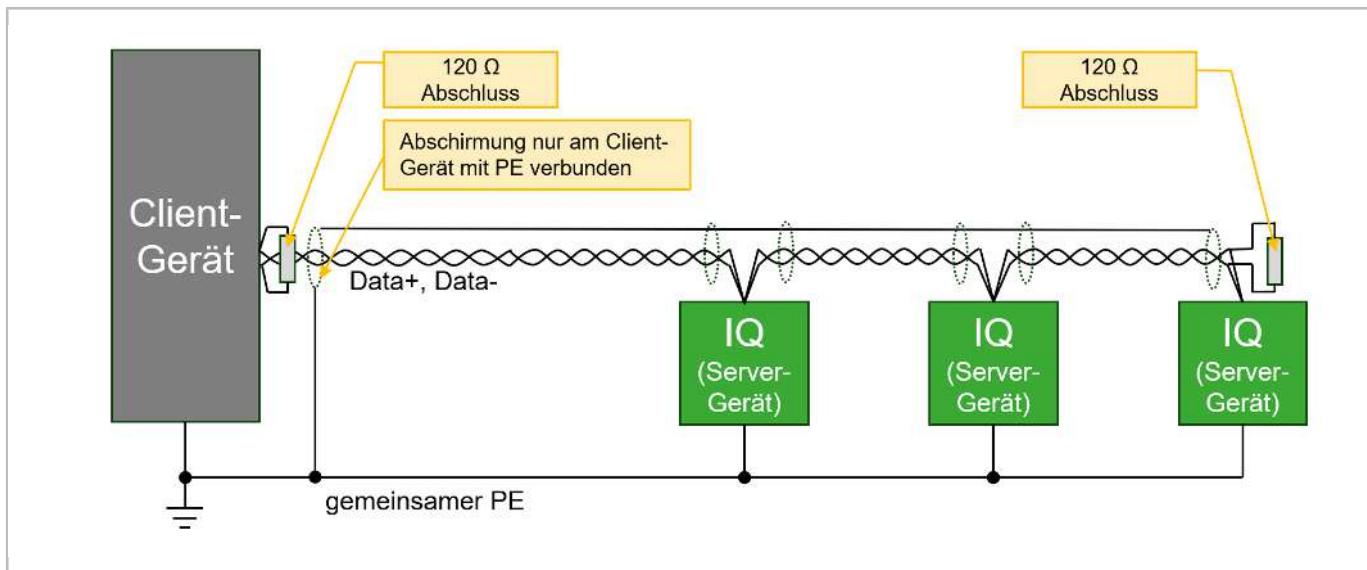


Abb. 10: Geräte mit gleichem Massepotential

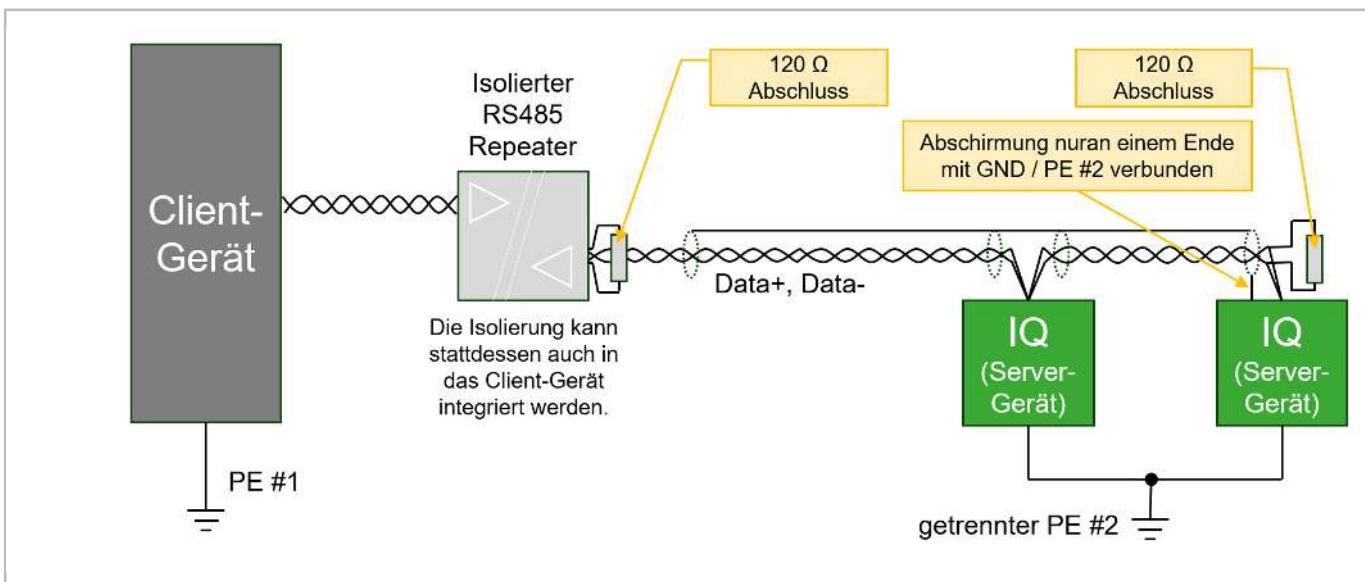


Abb. 11: Client-Gerät mit abweichendem Massepotenzial oder isolierter Schnittstelle

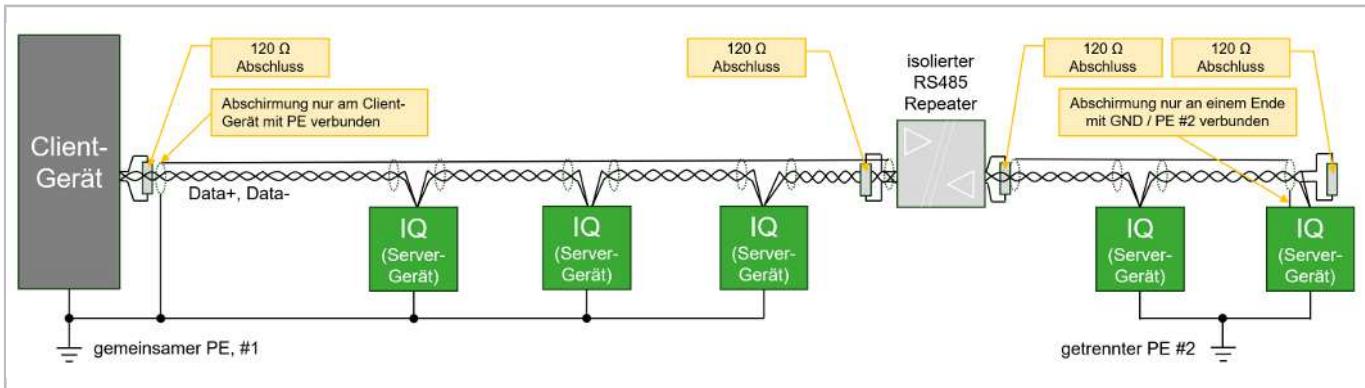


Abb. 12: Geräte mit unterschiedlichen Massepotenzialen, die durch einen isolierten RS485-Repeater getrennt sind

Modbus TCP/IP

Falls Modbus TCP/IP erforderlich ist oder gegenüber Modbus RTU bevorzugt wird, kann ein Modbus RTU <-> TCP/IP Konverter verwendet werden. Es gibt Gateways auf dem Markt, die die Modbus Kommunikation 1:1 übersetzen, ohne dass die einzelnen Protokolle / Register im Gateway selbst konfiguriert werden müssen. Ein Produkt, das BITZER erfolgreich getestet hat, ist "RS485 TO POE ETH (B)" von Waveshare. Im Vergleich zur Standardversion "RS485 TO ETH (B)" bietet die POE Version eine zusätzliche galvanische Isolierung der Signale und der Netzversorgung. Nachdem die Geräte als Modbus RTU <-> TCP/IP Konverter konfiguriert sind, können mehrere IQ Produkte am Modbus TCP/IP verfügbar gemacht werden.

Im Einzelnen müssen die folgenden Einstellungen im "VirCom" vorgenommen werden:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternativ kann eine feste IP Adresse gegeben werden)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baudrate, Datenbits, Parität, Stopbits: Müssen identisch sein zu den Kommunikationseinstellungen der angeschlossenen IQ Produkte.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol

- Weitere fortgeschrittene Einstellungen: Bei der Konfiguration des Geräts über das „VirCom“-Tool werden die Speicherfunktion (Modbus Gateway Type = Auto Query Storage Type) und die Multi-Host-Unterstützung (Enable RS485 Multi-Host) automatisch aktiviert. Die Speicherfunktion verbessert die Leistung für Modbus TCP/IP-Abfragen, und die Multi-Host-Funktion ermöglicht den Anschluss von mehr als einem Modbus TCP/IP-Client-Gerät.

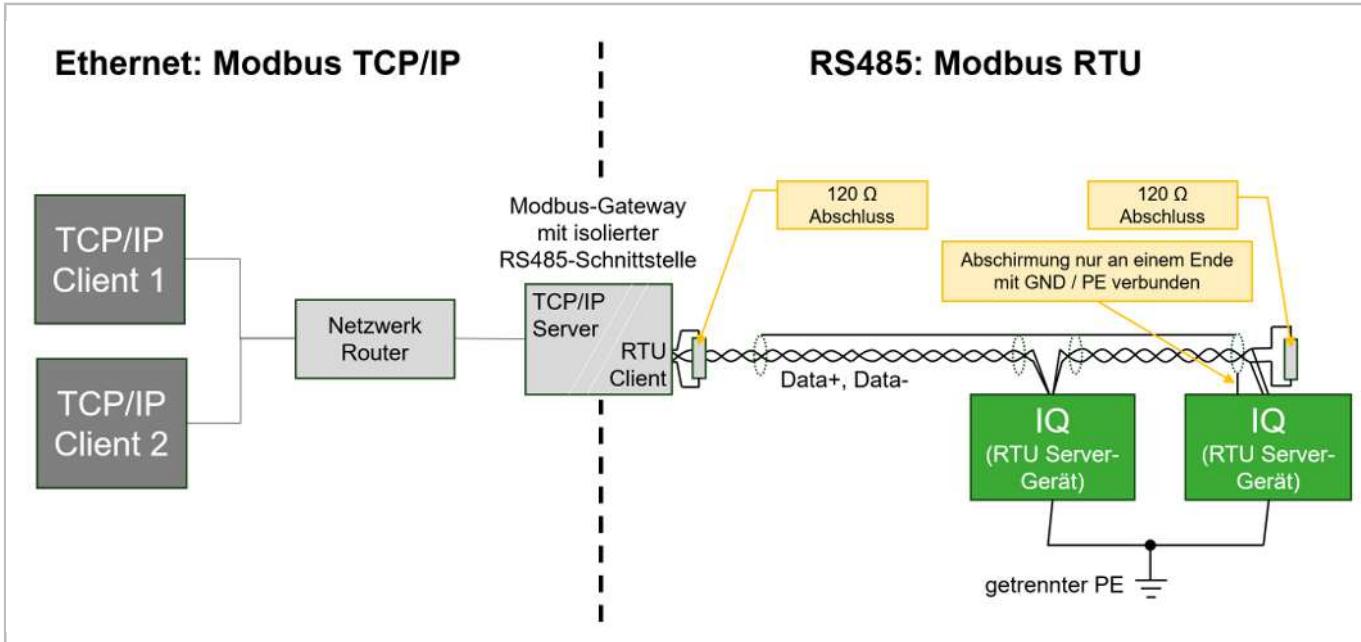


Abb. 13: Ethernet mit Modbus TCP/IP und RS485 mit Modbus RTU

4.2 Steuerung des Verdichters über Modbus

Der Verdichter kann per Modbus überwacht und gesteuert werden.

Soll der Verdichter über Modbus gesteuert werden, muss der Parameter "Modbus-Steuerung" auf "Modbus direkt" eingestellt werden. Ist das Gateway für das BITZER Digital Network (BDN, Zugang über [myBITZER](#)) zwischen Anlagensteuerung und IQ MODUL geschaltet, muss "Modbus-Steuerung" auf "Modbus über BDN-Gateway" eingestellt werden. Standardmäßig ist "Modbus-Steuerung" auf "Deaktiviert" eingestellt, wodurch der Verdichter nur über digitale/analoge Signale gesteuert werden kann.

Wenn die Modbus-Steuerung aktiviert ist, werden die Sollwerte der unterschiedlich Schnittstellen (analoger Sollwert und serieller Sollwert) zusammengeführt, und der resultierende "Sollwert" kann über die Modbus-Schnittstelle gelesen werden. Der Sollwert ist auf 100% begrenzt, auch wenn die Summe der Sollwerte >100% betragen kann.

Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion

Wenn die Modbus-Kommunikation unterbrochen wird, kann das IQ-MODUL über die Parameter "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion" und "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitung" für unterschiedliche Reaktionen auf diese Unterbrechung konfiguriert werden.

Konfigurationsmöglichkeiten für die Zeitüberschreitungsfunktion:

- Keine --> Nichts tun (wenn der Verdichter in Betrieb ist, wird dieser fortgesetzt)
- Stopp --> Verdichter anhalten
- Störung --> Verdichter anhalten und Störungsalarm "11-00 Zeitüberschreitung: Serielle Steuerung" auslösen

Jedes empfangene Modbus-Telegramm setzt die Zeitüberschreitungsfunktion zurück.

Serielles Steuerwort

Das serielle Steuerwort wird über das Modbus Holding Register **110** gesetzt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serielles Steuerwort	keine	uint16		110(H)	1

Bit-Definition des seriellen Steuerwortes:

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 2	Reserviert	Sollte auf 1 gesetzt werden (für Kompatibilität mit der CSV)
3	Betrieb freigeben	<p>0 = Betrieb nicht freigegeben 1 = Verdichter für den Betrieb freigegeben</p> <p>Dies kann hauptsächlich zum Aufheben der externen Freigabe über Modbus im Fall "Operating mode" = "System control" verwendet werden. Andernfalls muss das Bit auf 1 gesetzt werden.</p>
4 .. 5	Reserviert	Sollte auf 1 gesetzt werden (für Kompatibilität mit der CSV)
6	Anlauf	<p>Anlaufbefehl 0 = Stopp 1 = Anlauf aktiv</p>
7	Reset	Alarm-Reset-Befehl ist aktiv, wenn Bit von 0 auf 1 gesetzt wird (positiv flankengetriggert).
8 .. 9	Reserviert	
10	Daten gültig	<p>Muss auf 1 gesetzt werden, um den Regler anzusehen, das serielle Steuerwort zu akzeptieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 = Sowohl das serielle Steuerwort als auch der serielle Sollwert werden ignoriert. Das heißt, wenn der Startbefehl kurz vor dem Setzen des Datengültigkeitsbits auf "0" aktiv war, bleibt der Befehl solange aktiv, bis das Datengültigkeitsbit auf "1" und das Startbit auf "0" gesetzt wird. • 1 = Das serielle Steuerwort und der serielle Sollwert werden übernommen. <p>Im resultierenden Steuerwort (102 (I)) wird dieses Bit immer gesetzt sein.</p>
11 .. 15	Reserviert	

Beispiele für serielle Steuerwort-Setups:

Befehl	Hexadezimaler Wert	Dezimaler Wert	Binär								
			Reserviert	Daten gültig	Reserviert	Reset	Start	Reserviert	Betrieb freigegeben	Reserviert	
Kein Befehl / Stopp	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Anlauf	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

Der Neutralwert des Steuerworts ist 43F hex (= 1087 dez = 10000111111 binär).

Um den Verdichter anlaufen zu lassen, muss das Steuerwort 47F hex (= 1151 dez = 10001111111 binär) sein.

Serieller Sollwert

Der serielle Sollwert wird über das Modbus-Halterregister **111** eingestellt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serieller Sollwert	%	int16	100	111(H)	1

Statuswort

Der aktuelle Betriebszustand des IQ-MODULS kann über das Modbus-Input-Register **103** eingesehen werden.

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Statuswort	keine	uint16	1	103(I)	1

Bit-Definitionen des Statusworts

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 1	Nicht verwendet	
2	Betrieb freigegeben	<p>0 = Der Verdichter ist nicht betriebsbereit. 1 = Der Verdichter ist ohne Berücksichtigung der empfohlenen Stillstands- und Anlaufverzögerungen betriebsbereit. Beim Anlaufen des Verdichters kann ein Warnungsalarm (30-22, 30-24 oder 30-26) erscheinen.</p> <ul style="list-style-type: none"> Keine Störung (Bit 3 = 0) Eingang der Sicherheitskette aktiviert (CN10: Safety In mit Strom versorgt) Falls der Parameter "Modbus-Steuerung" nicht "Deaktiviert" ist <ul style="list-style-type: none"> Betrieb ist freigegeben (Bit 3 des seriellen Steuerworts auf 1 gesetzt) Falls Parameter "Betriebsmodus" = "Anlagenregelmodus" <ul style="list-style-type: none"> Parameter "Anlagen-Betriebsmodus" = Ein Externe Freigabe gegeben (CN3: Start/Stop aktiviert)
3	Störung	<p>0 = Kein Störungsalarm 1 = Ein Störungsalarm ist aktiv. Der Verdichter wird angehalten.</p>
4 .. 6	Nicht verwendet	
7	Warnung	<p>0 = Kein Warnungsalarm 1 = Ein Warnungsalarm ist aktiv</p>
8	Auf Sollwert	<p>0 = Verdichter läuft in der Rampe oder läuft nicht 1 = Verdichter läuft am Sollwert</p>
9	Nicht verwendet	
10	Begrenzer aktiv	<p>0 = Keine Begrenzerfunktion ist aktiv. 1 = Ein Begrenzer regelt aktiv den Sollwert, um den Verdichter in Betrieb zu halten (reduziert das Risiko eines Störungsstopps).</p>
11	In Betrieb	<p>0 = Verdichter ist nicht in Betrieb 1 = Verdichter ist in Betrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> Direkt-, Stern-Dreieck-, PW-Anlauf: Motoranlauf abgeschlossen (K1/K2-Steuerung) VARIPACK über Modbus verbunden: VARIPACK meldet zurück, dass der Verdichter läuft Frequenzumrichter, Softstarter: Beim Schließen des Starteingangs wird der Betrieb angenommen.

Bit	Funktion	Beschreibung
12	Anlauf aktiv	<p>0 = Verdichteranlauf ist nicht aktiv 1 = Verdichteranlauf ist aktiv. Dazu gehören die Aktivierung des Softstarters, der Vorlauf des Verflüssigers und des Zusatzventilators sowie der Anlaufvorgang der Motoranlauffunktion (Stern-/Dreieck- und Teilwicklungsschützsteuerung).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betrieb freigegeben (Bit 2 = 1) • Keine Störung (Bit 3 = 0) • "Betriebsmodus" = "Verdichterbetriebsmodus" <ul style="list-style-type: none"> – Anlaufbefehl gegeben (über Digitaleingang Start oder Modbus) – Falls Sollwert-Steuercharakteristik = "0 .. Max": Sollwert > 1% • "Betriebsmodus" = "Anlagenregelmodus" <ul style="list-style-type: none"> – Die Kälteleistungsregelung fordert einen Verdichteranlauf. – Das empfohlene Anlauf-Anlauf-Intervall und die Stopp-Anlauf-Zeit werden heruntergezählt und die max. Anläufe pro Stunde wurden nicht überschritten (siehe Parameter "Verbleibende Zeit für Kurzschlusschutz").
13	Kritisch	<p>0 = Kein kritischer Alarm 1 = Ein kritischer Alarm ist aktiv</p>
14	Betriebsbereit (verfügbar mit Firmware-Versionen ab 2.0.12.0)	<p>0 = Nicht betriebsbereit 1 = Betriebsbereit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betrieb freigegeben (Bit 2 = 1) • Verbleibende Zeit zum Schutz vor Pendelbetrieb ist abgelaufen
15	Nicht verwendet	

4.3 Modbus Alarmbehandlung

Alarmliste

Die Alarmliste ermöglicht das Auslesen der aktuellen Alarne inklusive Warnungen, kritischen Ereignissen und Störungen. Dadurch können zum einen die tatsächlichen Alarne angezeigt werden, zum anderen liefert es die Grundlage dafür, dass die Anlagensteuerung Gegenmaßnahmen ergreifen kann, um eine Verdichterstörung zu vermeiden.

Wenn das Modul aus- und wieder eingeschaltet wird oder ein Reset-Befehl gegeben wird, werden die inaktiven Alarne aus der Liste gelöscht. Die Alarmliste ist identisch und wird von den IQ Produkten CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 gemeinsam genutzt.

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
11100 (I)	Aktive Alarne	Zahl der aktiven Alarne	uint16
11101 (I)	Nicht gelöschte Alarne	Zahl der aufgeführten Alarne, die noch nicht gelöscht sind	uint16
11102 (I)	Höchste Alarmstufe	Höchste Stufe eines aufgeführten Alarms 0 = Keiner 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 3 = Gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden)	uint8

Register	Name	Beschreibung	Typ
11103 (I)	Höchste aktive Alarmstufe	Höchste Stufe eines aktiven Alarms 0 = Keine 8 = Warnung 16 = Kritisch 32 = Störung	uint8
11104 (I)	Gerät gesperrt	Wenn gesperrt, wartet das Gerät auf externen Reset-Befehl oder Neustart. 0 = Nein 1 = Ja	uint8
11105 (I)	Störungs-Reset-Level	Nötiges Reset-Level zum Löschen eines aktiven Alarms 0 = NA 1 = Auto 2 = Zeitgesteuert 3 = Extern 4 = Neustart	uint8
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	<p>Alarne sind in der Alarmliste nach Schweregrad geordnet: Alarm 1 ist der höchste, Alarm 10 der niedrigste Wert.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 .. 9 (binär zu dezimal): Indexnummer, für Übertragung in Alarmtexte siehe in der BEST SOFTWARE unter "Produkt" --> "Dokumentation" --> "Alarne". Die Tabelle kann als csv-Datei exportiert werden über die Schaltfläche "Exportieren..." im Menü oben ganz rechts. Bit 10 .. 12 (binär zu dezimal): Alarmschwere 3 = Warnung 4 = Kritisch 5 = Störung Bit 13: Reserviert Bit 14 .. 15 (binär zu dezimal): Alarmzustand 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 3 = Gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden) <p>Excel-Tool zur Dekodierung: Ein Excel-Tool, das die über Modbus empfangenen Alarmwerte dekodiert und Schritt für Schritt visualisiert, kann hier heruntergeladen werden.</p>	uint16

Alarmschwere

Es gibt die folgenden Alarmtypen:

Störung :

Wird ein Störungsalarm erkannt, öffnet das Gerät die Relais für die Motorkontakte und stoppt den Verdichtermotor.

Kritisch :

Wird ein kritischer Alarm erkannt, kann der Betrieb fortgesetzt werden, aber nur für begrenzte Zeit oder mit eingeschränkter Leistung.

Warnung :

Eine Warnung wird signalisiert, wenn der Zustand möglicherweise Aufmerksamkeit erfordert, aber nicht schwerwiegend genug ist, um den Betrieb des Verdichters zu stoppen. Er läuft weiter.

Art der Alarmrücksetzung

Auto:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Zeitgesteuert:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden und die konfigurierbare Zeit "Intervall für zeitgesteuerte Resets" abgelaufen ist.
- Durch einen manuellen Reset-Befehl kann die zeitlich festgelegte Intervallzeit aufgehoben werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.
- Wiederholte zeitgesteuerte Resets werden begrenzt durch die externen Reset-Fehler "10-00 Zu viele identische zeitgesteuerte Resets innerhalb von 24 Stunden" und "10-01 Zu viele zeitgesteuerte Resets innerhalb einer Stunde".

Extern:

- Im Falle einer externen Reset-Störung muss die Anlage vor dem Entriegeln überprüft werden.
- Die Störung muss durch einen Reset-Befehl zurückgesetzt werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Neustart:

- Das Gerät muss aus- und wieder eingeschaltet werden (Neustart), um die Störung zurückzusetzen.

Möglichkeiten für einen Reset-Befehl

Das Modul kann auf verschiedene Arten entriegelt werden:

- mit einem Modbus-Befehl (in der BEST SOFTWARE unter "Dokumentation" --> "Modbus" --> Registerkarte "Steuer- und Statuswort" --> "Serielles Steuerwort" - dies geht auch, wenn die Modbus-Steuerung nicht aktiviert ist).
- mit der BEST SOFTWARE im Menü "Alarme" --> "Zurücksetzen".
- Spannungsversorgung (L/N) mind. 5 s trennen.



HINWEIS

Verdichterschaden!

Wiederholtes Zurücksetzen von externen Reset-Fehlern kann zum Ausfall des Verdichters führen, wenn die Ursache nicht behoben wird.

4.4 Einsatzgrenzen

Einleitung

Die IQ Produkte CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 verfügen über eine Einsatzgrenzüberwachung. Sie schützt den Verdichter vor extremen Betriebsbedingungen, ermöglicht aber auch den Empfang von Warnungen über Modbus, wenn sich der Betriebspunkt der Einsatzgrenze nähert. Bei Berücksichtigung der Warnungen kann die übergeordnete Anlagensteuerung Gegenmaßnahmen ergreifen und so einen Verdichterstopp vermeiden.

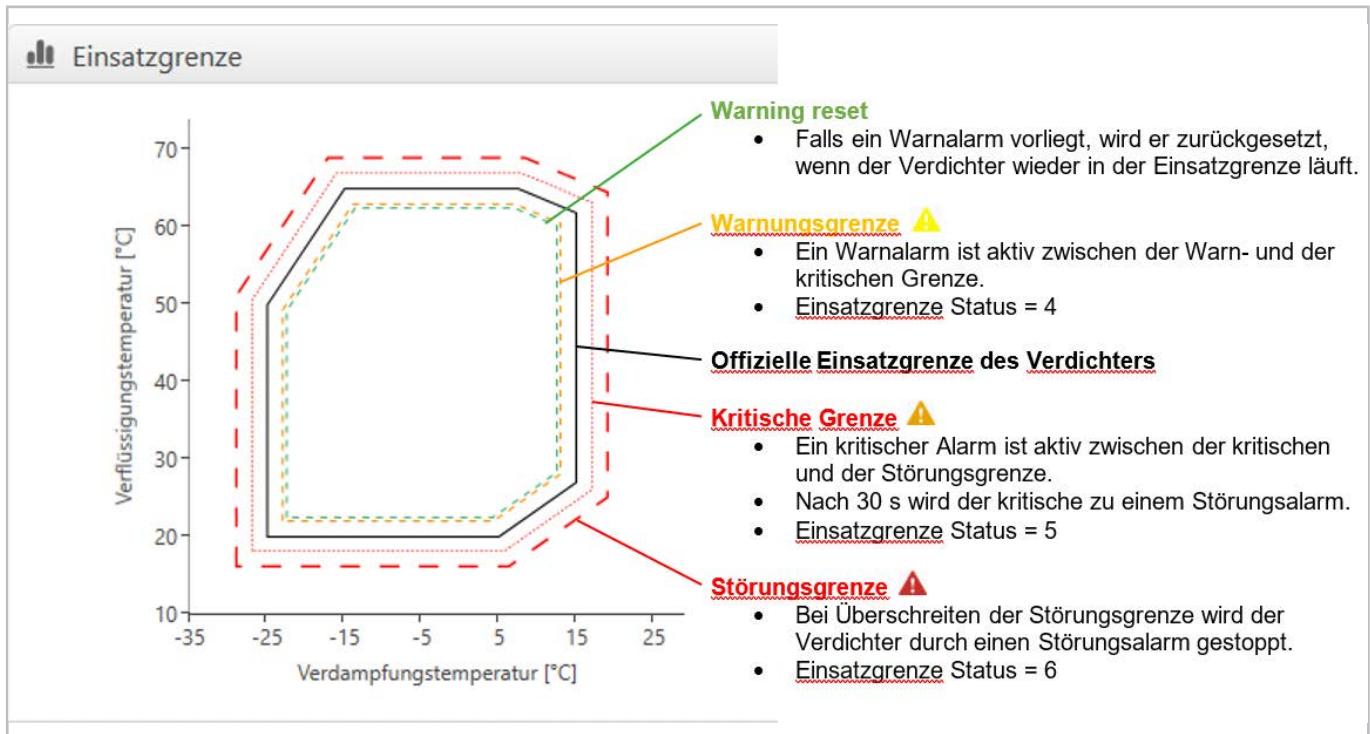


Abb. 14: Beispielhafte Einsatzgrenzen mit Legende

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
12005 (I)	Status	Status der Einsatzgrenze 0 = Verdichter gestoppt 1 = Verdichter läuft an (Einsatzgrenzüberwachung für 120 s deaktiviert) 2 = Verdichter läuft in der Einsatzgrenze (innerhalb der grünen gestrichelten Linie) 3 = Verdichter hält an (Einsatzgrenzüberwachung deaktiviert) 4 = Einsatzgrenzen-Warnung ist aktiv 5 = Einsatzgrenze kritisch ist aktiv 6 = Einsatzgrenzen-Störung ist aktiv 10 = Überwachung deaktiviert	uint8
12006 (I)	Zone	Zone, in der der Verdichter momentan läuft - oder, falls eine Störung aktiv ist, in welcher Zone der Betriebspunkt war, als die Störung gemeldet wurde. 0 = Innerhalb der Einsatzgrenze (grüne gestrichelte Linie) 1 = Niedrige Verdampfung, niedrige Verflüssigung 2 = Niedrige Verdampfung 3 = Niedrige Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 4 = Hohe Verflüssigung / Hochdruck 5 = Hohe Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 6 = Hohe Verdampfung 7 = Hohe Verdampfung, niedrige Verflüssigung 8 = Niedrige Verflüssigung 10 = Überwachung deaktiviert	uint8

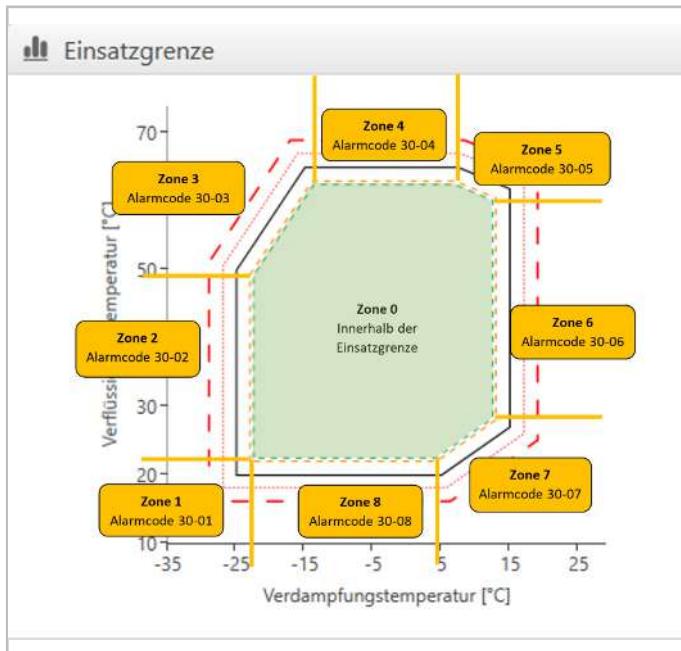


Abb. 15: Zonen der Einsatzgrenze

SST: Verdampfungstemperatur ("saturated suction temperature")

SDT: Verflüssigungstemperatur ("saturated discharge temperature")

5 CM-SW-01

5.1 Modbus Einführung

Das CM-RC-01 und das CM-SW-01 haben eine eingebaute Modbus-RTU-Schnittstelle (CN14), die die Überwachung und Steuerung des Verdichters ermöglicht. Die Schnittstelle wird gemeinsam genutzt für den Anschluss des Feldbus (Modbus) oder des BEST Schnittstellenkonverters. Wenn der Feldbus angeschlossen ist, können die Betriebsparameter weiterhin mit der BEST SOFTWARE per Bluetooth überwacht werden.

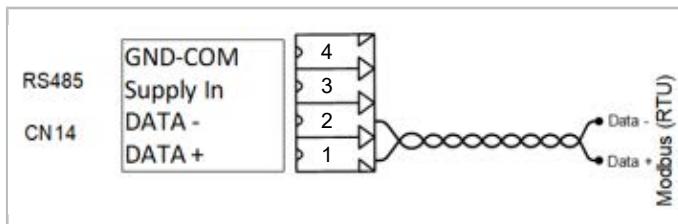


Abb. 16: Klemmen der Modbus-Schnittstelle von CM-RC-01 und CM-SW-01

Konfiguration der Modbus Kommunikationsparameter

Die Konfiguration und Voreinstellungen finden sich in BEST unter "Konfiguration" in der Parametergruppe "Modbus".

Die Parametrierung kann über BEST oder per Modbus erfolgen. Wenn Modbus verwendet wird, um Modbus-Kommunikationsparameter wie Adresse, Baudrate oder Parität zu ändern, ändert dies nicht sofort die Kommunikation: Die neue Konfiguration wird erst nach dem Aus- und Wiedereinschalten des Moduls aktiv.

Verwendete Datentypen und Skalierung

Datentypen:

- uint8: 8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- int16: 16-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint16: 16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- uint32: 32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- string: Zeichenfolge

Skalierung der Werte:

- Skala 1: Der Wert ist der exakte Wert.
- Skala 10:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 10 multipliziert werden, d.h. 12,3 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 10 geteilt werden, d.h. 123 --> 12,3
- Skala 100:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 100 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 100 geteilt werden, d.h. 123 --> 1,23

32-Bit-Werte lesen und schreiben

32-Bit-Werte müssen als zwei aufeinander folgende Modbus-Register gelesen und geschrieben werden (Anzahl Register = 2).

Während Modbus.org spezifiziert hat, dass 16-Bit-Werte mit dem höchstwertigen Byte zuerst übertragen werden ("most significant byte first" oder "big endian byte order"), gibt es keinen Standard zur Anordnung der "Word", die bei 32-Bit-Werten oder Zeichenfolgen mit 2 oder mehr Registern ins Spiel kommen.

Dieses Gerät überträgt 32-Bit-Werte mit dem niederwertigsten "Word" zuerst ("least significant word first" oder "little endian word order").

In der folgenden Tabelle ist dies beispielhaft für die Zahl **123456789** dargestellt, der die Hexadezimalzahl **75BCD15** entspricht.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binär	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadezimal	CD	15	07	5B

Zeichenfolgen per Modbus lesen

Mittels eines Byte lässt sich ASCII codiert ein Zeichen übertragen. Ein "Word" bzw. Register ermöglicht somit, zwei Zeichen zu übertragen.

Um längere Zeichenketten übermitteln zu können, werden daher meist mehrere Register für den string-Datentyp genutzt.

Die Zahl der zu lesenden Register ist in "Anzahl Register" aufgeführt.

Die Zeichenfolgen werden von links nach rechts übertragen und immer mit dem **höchstwertigsten "Word"** ("most significant word first" oder "big endian word order") **und dem niederwertigsten Byte** ("least significant byte first" oder "little endian byte order") zuerst.

In der folgenden Tabelle ist dies für beispielhaft für die Zeichenfolge **ABCD** dargestellt, die in einem String mit 3 Registern zur Verfügung gestellt wird.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binär	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadezimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus-Funktionscodes

Die folgenden Funktionscodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

Alle Input-Register (I) können auch als Holding-Register (H) gelesen werden.

Modbus-Ausnahmecodes

Die folgenden Ausnahmecodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Code	Name	Bedeutung
01	Illegal function	Der Funktionscode ist nicht gültig.
02	Illegal data address	Das angegebene Register ist nicht gültig.
03	Illegal data value	Der Wert ist nicht zulässig.
04	Server device failure	Unbehebbarer Fehler im Server-Gerät.

Empfehlungen zur Kabelführung

- Es muss ein abgeschirmtes Kabel mit paarweise miteinander verdrillten Adern verwendet werden, das für die RS485-Kommunikation geeignet ist und eine nominelle Impedanz von $100 \dots 130 \Omega$ aufweist. Die beiden Signaldrähte müssen sich im gleichen Adernpaar befinden.
- Die Verdrahtungstopologie muss als "Daisy Chain" (Reihenschaltung) mit 120Ω Abschlusswiderständen an jedem Ende der Busleitung erfolgen. Da dieses IQ Produkt keinen integrierten Abschlusswiderstand hat, muss dieser extern hinzugefügt werden.
- Die maximale Kabellänge des Modbus-Kabels ist abhängig von der verwendeten Baudrate und der Anzahl der Geräte.
- Das Modbus-Kabel sollte so verlegt werden, dass der Einfluss der Leistungskabel minimiert wird. Bei Kreuzung von Leistungskabeln sollte ein 90° -Winkel erreicht werden. Parallel verlaufende Modbus- und Leistungskabel sollten durch einen möglichst großen angemessenen Abstand getrennt werden, ca. $20 \dots 25$ cm. Alternativ kann ein geerdetes Schirmblech oder ein geerdetes Metallrohr verwendet werden.
- An einem Modbus-Strang sollten max. 10 IQ Produkte angeschlossen sein. Sind andere Geräte an denselben Modbus-Strang angeschlossen, muss die maximale Stromaufnahme dieser anderen Geräte beachtet werden. Der Vorspannungswiderstand des gesamten Strangs sollte mindestens 450Ω betragen. Dieses IQ Produkt hat einen Vorspannungswiderstand von $10 \text{ k}\Omega$ ($\rightarrow 1 \text{ k}\Omega$ bei 10 Geräten).
- Dieses IQ Produkt hat keine galvanische Isolierung an der RS485 Schnittstelle. Daher **müssen** Module, die direkt über den RS485-Bus verbunden sind, das gleiche PE-Massepotential haben.
 - IQ Produkte, die sich auf unterschiedliche Massepotenziale beziehen, müssen über einen geeigneten galvanisch getrennten Repeater an den RS485 angeschlossen werden, oder nur an Geräte mit isolierter RS485-Schnittstelle. Unterschiedliche Potenziale auf der Bus-Leitung können zu Fehlfunktionen oder Beschädigungen der Elektronik führen.
 - Nur Data+ und Data- sollten angeschlossen werden. Die GND-Leitung sollte nicht zwischen den Modulen angeschlossen werden, da dies einen unerwünschten Erdstrom in der Kommunikationsleitung verursachen kann. Der GND-Pin kann jedoch für den unsymmetrischen Anschluss der Abschirmung verwendet werden, wenn keine bessere Möglichkeit für den Anschluss der Abschirmung verfügbar ist.
- Die Abschirmung darf nur an einem Ende des Busses angeschlossen werden, um unerwünschte Erdströme in der Abschirmung zu vermeiden. Die Abschirmung muss jedoch über die gesamte Bus-Länge ununterbrochen sein, außer bei galvanisch getrennten Repeatern.
 - Im Falle eines isolierten Client-Geräts und eines nicht isolierten Server-Geräts oder umgekehrt wird empfohlen, die Abschirmung am Ende ohne Isolierung anzuschließen.
 - Wenn keines der Geräte isoliert ist, sollte die Abschirmung an das Client-Gerät angeschlossen werden. Wenn alle Geräte isoliert sind, spielt es keine Rolle, an welchem Ende die Abschirmung angeschlossen ist - sie sollte jedoch nicht an den GND-Pin der RS485-Schnittstelle angeschlossen werden.

Siehe folgende Beispiele zur Kabelführung:

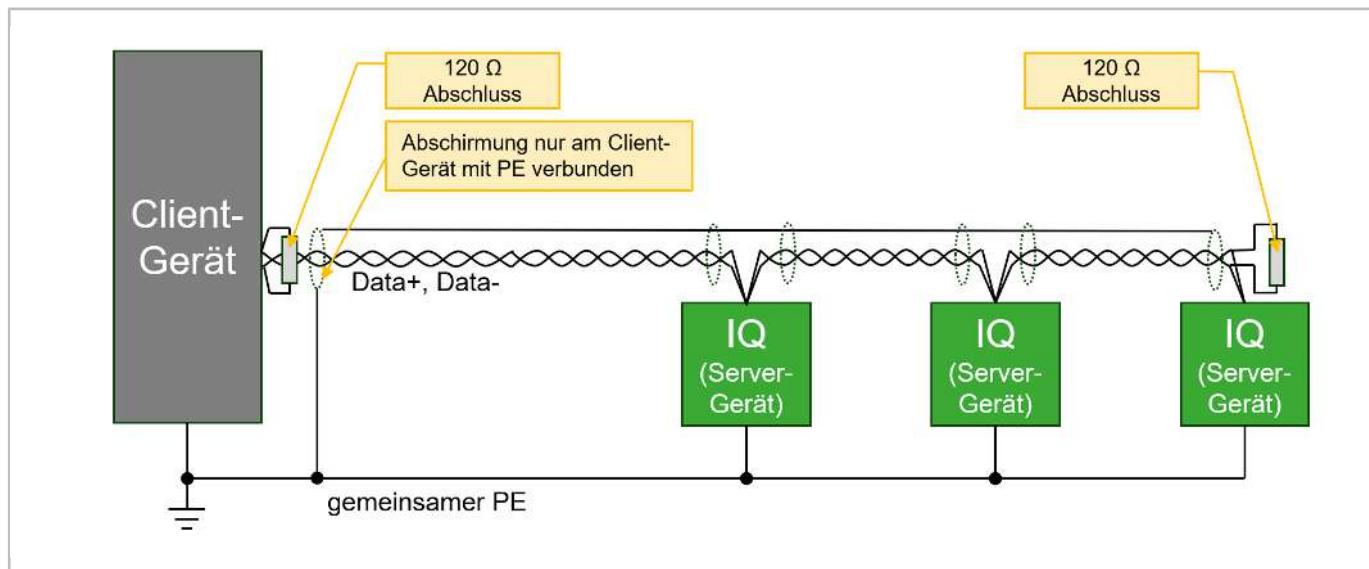


Abb. 17: Geräte mit gleichem Massepotential

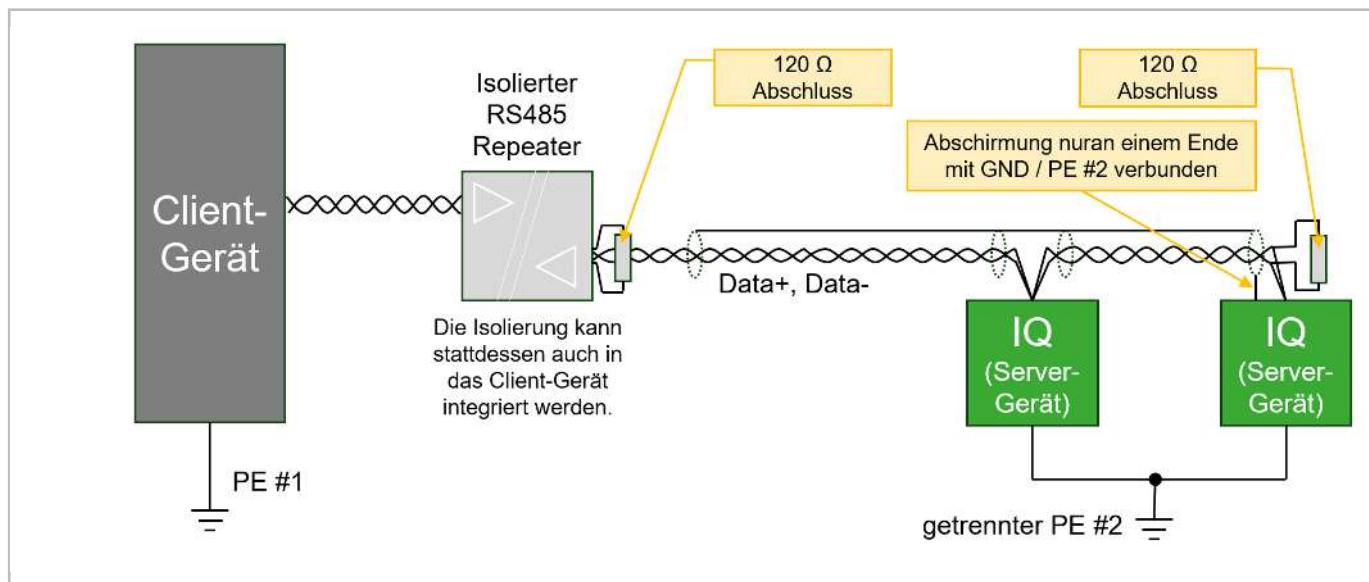


Abb. 18: Client-Gerät mit abweichendem Massepotential oder isolierter Schnittstelle

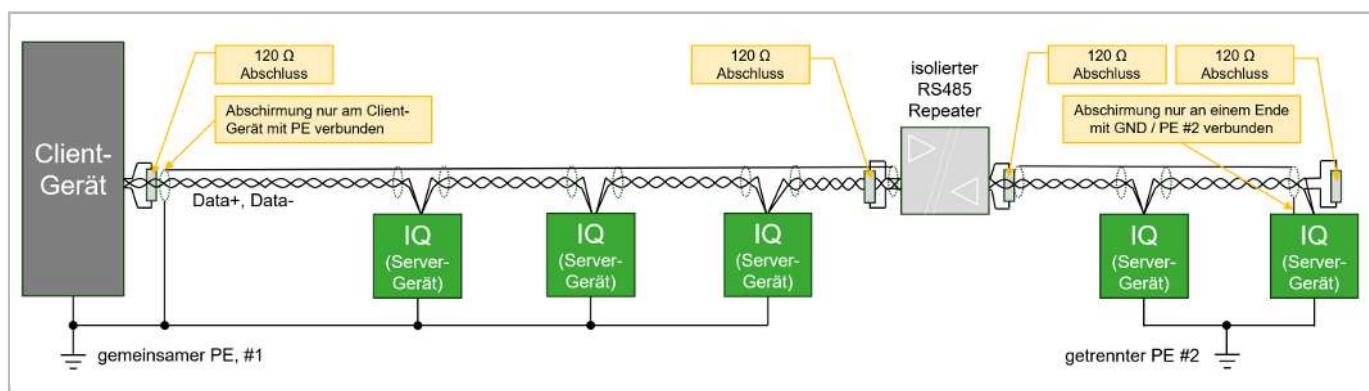


Abb. 19: Geräte mit unterschiedlichen Massepotentialen, die durch einen isolierten RS485-Repeater getrennt sind

Modbus TCP/IP

Falls Modbus TCP/IP erforderlich ist oder gegenüber Modbus RTU bevorzugt wird, kann ein Modbus RTU <-> TCP/IP Konverter verwendet werden. Es gibt Gateways auf dem Markt, die die Modbus Kommunikation 1:1 übersetzen, ohne dass die einzelnen Protokolle / Register im Gateway selbst konfiguriert werden müssen. Ein Produkt, das BITZER erfolgreich getestet hat, ist "RS485 TO POE ETH (B)" von Waveshare. Im Vergleich zur Standardversion "RS485 TO ETH (B)" bietet die POE Version eine zusätzliche galvanische Isolierung der Signale und der Netzversorgung. Nachdem die Geräte als Modbus RTU <-> TCP/IP Konverter konfiguriert sind, können mehrere IQ Produkte am Modbus TCP/IP verfügbar gemacht werden.

Im Einzelnen müssen die folgenden Einstellungen im "VirCom" vorgenommen werden:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternativ kann eine feste IP Adresse gegeben werden)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baudrate, Datenbits, Parität, Stopbits: Müssen identisch sein zu den Kommunikationseinstellungen der angeschlossenen IQ Produkte.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - Weitere fortgeschrittene Einstellungen: Bei der Konfiguration des Geräts über das „VirCom“-Tool werden die Speicherfunktion (Modbus Gateway Type = Auto Query Storage Type) und die Multi-Host-Unterstützung (Enable RS485 Multi-Host) automatisch aktiviert. Die Speicherfunktion verbessert die Leistung für Modbus TCP/IP-Abfragen, und die Multi-Host-Funktion ermöglicht den Anschluss von mehr als einem Modbus TCP/IP-Client-Gerät.

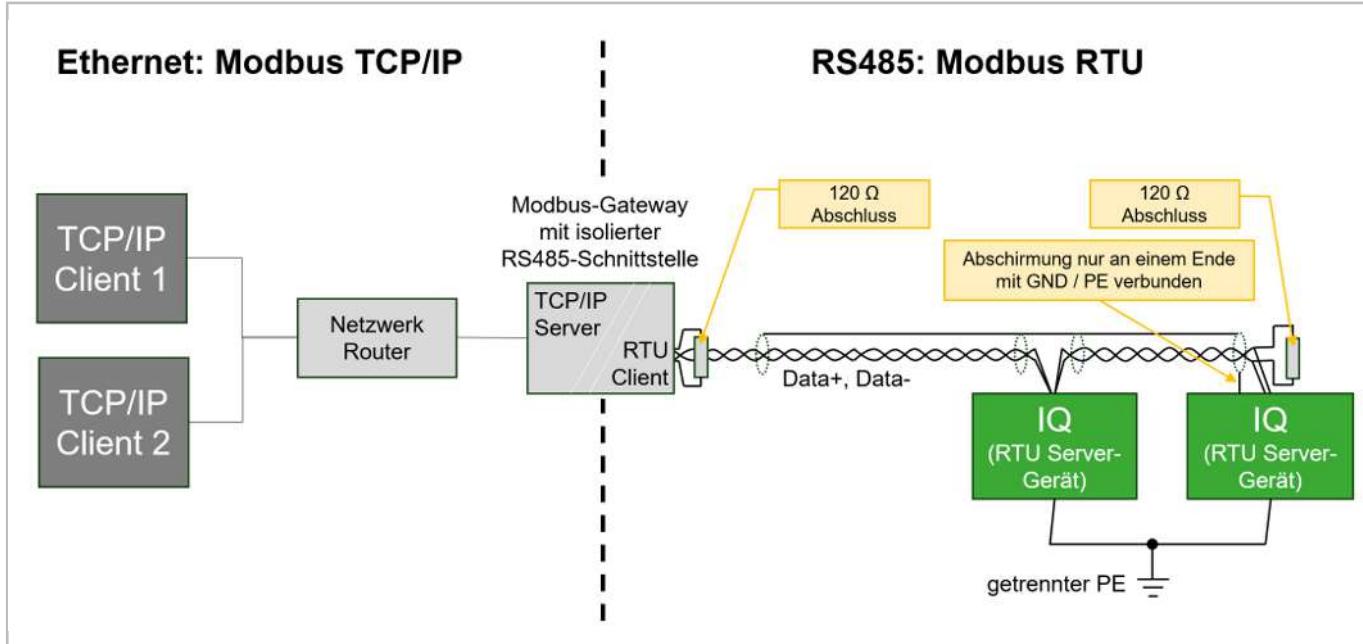


Abb. 20: Ethernet mit Modbus TCP/IP und RS485 mit Modbus RTU

5.2 Steuerung des Verdichters über Modbus

Der Verdichter kann per Modbus überwacht und gesteuert werden.

Soll der Verdichter über Modbus gesteuert werden, muss der Parameter "Modbus-Steuerung" auf "Modbus direkt" eingestellt werden. Ist das Gateway für das BITZER Digital Network (BDN, Zugang über [myBITZER](#)) zwischen Anlagensteuerung und IQ MODUL geschaltet, muss "Modbus-Steuerung" auf "Modbus über BDN-Gateway" einge-

stellt werden. Standardmäßig ist "Modbus-Steuerung" auf "Deaktiviert" eingestellt, wodurch der Verdichter nur über digitale/analoge Signale gesteuert werden kann.

Wenn die Modbus-Steuerung aktiviert ist, werden die Sollwerte der unterschiedlichen Schnittstellen (analoger Sollwert und serieller Sollwert) zusammengeführt, und der resultierende "Sollwert" kann über die Modbus-Schnittstelle gelesen werden. Der Sollwert ist auf 100% begrenzt, auch wenn die Summe der Sollwerte >100% betragen kann.

Serielles Steuerwort

Das serielle Steuerwort wird über das Modbus Holding Register **110** gesetzt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serielles Steuerwort	keine	uint16		110(H)	1

Bit-Definition des seriellen Steuerwortes:

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 2	Reserviert	Sollte auf 1 gesetzt werden (für Kompatibilität mit der CSV)
3	Betrieb freigeben	Muss auf 1 gesetzt werden
4 .. 5	Reserviert	Sollte auf 1 gesetzt werden (für Kompatibilität mit der CSV)
6	Anlauf	Anlaufbefehl 0 = Stopp 1 = Anlauf aktiv
7	Reset	Alarm-Reset-Befehl ist aktiv, wenn Bit von 0 auf 1 gesetzt wird (positiv flankengetriggert).
8 .. 9	Reserviert	
10	Daten gültig	Muss auf 1 gesetzt werden, um den Regler anzuweisen, das serielle Steuerwort zu akzeptieren. <ul style="list-style-type: none"> 0 = Sowohl das serielle Steuerwort als auch der serielle Sollwert werden ignoriert. Das heißt, wenn der Startbefehl kurz vor dem Setzen des Datengültigkeitsbits auf "0" aktiv war, bleibt der Befehl solange aktiv, bis das Datengültigkeitsbit auf "1" und das Startbit auf "0" gesetzt wird. 1 = Das serielle Steuerwort und der serielle Sollwert werden übernommen. Im resultierenden Steuerwort (102 (I)) wird dieses Bit immer gesetzt sein.
11 .. 15	Reserviert	

Beispiele für serielle Steuerwort-Setups:

Befehl	Hexa-dezimaler Wert	Dezi-maler Wert	Binär								
			Reserviert	Daten gültig	Reserviert	Reset	Start	Reserviert	Betrieb freigeben	Reserviert	
Kein Befehl / Stopp	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Anlauf	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

Der Neutralwert des Steuerworts ist 43F hex (= 1087 dez = 10000111111 binär).

Um den Verdichter anlaufen zu lassen, muss das Steuerwort 47F hex (= 1151 dez = 10001111111 binär) sein.

Serieller Sollwert

Der serielle Sollwert wird über das Modbus-Halterregister **111** eingestellt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serieller Sollwert	%	int16	100	111(H)	1

Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion

Wenn die Modbus-Kommunikation unterbrochen wird, kann das IQ-MODUL über die Parameter "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion" und "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitung" für unterschiedliche Reaktionen auf diese Unterbrechung konfiguriert werden.

Konfigurationsmöglichkeiten für die Zeitüberschreitungsfunktion:

- Keine --> Nichts tun (wenn der Verdichter in Betrieb ist, wird dieser fortgesetzt)
 - Stopp --> Verdichter anhalten
 - Störung --> Verdichter anhalten und Störungsalarm "11-00 Zeitüberschreitung: Serielle Steuerung" auslösen
- Jedes empfangene Modbus-Telegramm setzt die Zeitüberschreitungsfunktion zurück.

Statuswort

Der aktuelle Betriebszustand des IQ-MODULS kann über das Modbus-Input-Register **103** eingesehen werden.

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Statuswort	keine	uint16	1	103(I)	1

Bit-Definitionen des Statusworts

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 1	Nicht verwendet	
2	Betrieb freigegeben	<p>0 = Der Verdichter ist nicht betriebsbereit. 1 = Der Verdichter ist ohne Berücksichtigung der empfohlenen Stillstands- und Anlaufverzögerungen betriebsbereit. Beim Anlaufen des Verdichters kann ein Warnungsalarm (30-22, 30-24 oder 30-26) erscheinen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine Störung (Bit 3 = 0) • Eingang der Sicherheitskette aktiviert (CN2:3 Relais C mit Strom versorgt) • Falls der Parameter "Modbus-Steuerung" nicht "Deaktiviert" ist <ul style="list-style-type: none"> – Betrieb ist freigegeben (Bit 3 des seriellen Steuerworts auf 1 gesetzt)
3	Störung	<p>0 = Kein Störungsalarm 1 = Ein Störungsalarm ist aktiv. Der Verdichter wird angehalten.</p>
4 .. 6	Nicht verwendet	
7	Warnung	<p>0 = Kein Warnungsalarm 1 = Ein Warnungsalarm ist aktiv</p>
8	Auf Sollwert	<p>0 = Verdichter läuft in der Rampe oder läuft nicht 1 = Verdichter läuft am Sollwert</p>
9 .. 10	Nicht verwendet	
11	in Betrieb	<p>0 = Verdichter ist nicht in Betrieb 1 = Verdichter ist in Betrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mit Phasenüberwachung: Es wurde eine Motorphasenfrequenz erkannt.

Bit	Funktion	Beschreibung
		<ul style="list-style-type: none"> Keine Phasenüberwachung: Motoranlauf abgeschlossen (K1/K2-Steuerung).
12	Anlauf aktiv	<p>0 = Verdichteranlauf ist nicht aktiv 1 = Verdichteranlauf ist aktiv. Dazu gehört der Anlaufvorgang der Motoranlauffunktion (Stern-/Dreieck- und Teilwicklungsschützansteuerung).</p> <ul style="list-style-type: none"> Betrieb freigegeben (Bit 2 = 1) Keine Störung (Bit 3 = 0) Anlaufbefehl gegeben (über Digitaleingang Start oder Modbus) Falls Sollwert-Steuercharakteristik = "0 .. Max": Sollwert >1%
13	Kritisch	<p>0 = Kein kritischer Alarm 1 = Ein kritischer Alarm ist aktiv</p>
14 .. 15	Nicht verwendet	

5.3 Modbus Alarmbehandlung

Alarmliste

Die Alarmliste ermöglicht das Auslesen der aktuellen Alarme inklusive Warnungen, kritischen Ereignissen und Störungen. Dadurch können zum einen die tatsächlichen Alarne angezeigt werden, zum anderen liefert es die Grundlage dafür, dass die Anlagensteuerung Gegenmaßnahmen ergreifen kann, um eine Verdichterstörung zu vermeiden.

Wenn das Modul aus- und wieder eingeschaltet wird oder ein Reset-Befehl gegeben wird, werden die inaktiven Alarne aus der Liste gelöscht. Die Alarmliste ist identisch und wird von den IQ Produkten CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 gemeinsam genutzt.

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
11100 (I)	Aktive Alarne	Zahl der aktiven Alarne	uint16
11101 (I)	Nicht gelöschte Alarne	Zahl der aufgeführten Alarne, die noch nicht gelöscht sind	uint16
11102 (I)	Höchste Alarmstufe	Höchste Stufe eines aufgeführten Alarms 0 = Keiner 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 3 = Gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden)	uint8
11103 (I)	Höchste aktive Alarmstufe	Höchste Stufe eines aktiven Alarms 0 = Keine 8 = Warnung 16 = Kritisch 32 = Störung	uint8
11104 (I)	Gerät gesperrt	Wenn gesperrt, wartet das Gerät auf externen Reset-Befehl oder Neustart. 0 = Nein 1 = Ja	uint8
11105 (I)	Störungs-Reset-Level	Nötiges Reset-Level zum Löschen eines aktiven Alarms 0 = NA 1 = Auto 2 = Zeitgesteuert	uint8

Register	Name	Beschreibung	Typ
		3 = Extern 4 = Neustart	
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	Alarne sind in der Alarmliste nach Schweregrad geordnet: Alarm 1 ist der höchste, Alarm 10 der niedrigste Wert. <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 .. 9 (binär zu dezimal): Indexnummer, für Übertragung in Alarmtexte siehe in der BEST SOFTWARE unter "Produkt" --> "Dokumentation" --> "Alarne". Die Tabelle kann als csv-Datei exportiert werden über die Schaltfläche "Exportieren..." im Menü oben ganz rechts. Bit 10 .. 12 (binär zu dezimal): Alarmschwere 3 = Warnung 4 = Kritisch 5 = Störung Bit 13: Reserviert Bit 14 .. 15 (binär zu dezimal): Alarmzustand 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 3 = Gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden) <p>Excel-Tool zur Dekodierung: Ein Excel-Tool, das die über Modbus empfangenen Alarmwerte dekodiert und Schritt für Schritt visualisiert, kann hier heruntergeladen werden. </p>	uint16

Alarmschwere

Es gibt die folgenden Alarmtypen:

Störung

Wird ein Störungsalarm erkannt, öffnet das Gerät die Relais für die Motorkontakte und stoppt den Verdichtermotor.

Kritisch

Wird ein kritischer Alarm erkannt, kann der Betrieb fortgesetzt werden, aber nur für begrenzte Zeit oder mit eingeschränkter Leistung.

Warnung

Eine Warnung wird signalisiert, wenn der Zustand möglicherweise Aufmerksamkeit erfordert, aber nicht schwerwiegend genug ist, um den Betrieb des Verdichters zu stoppen. Er läuft weiter.

Art der Alarmrücksetzung

Auto:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Zeitgesteuert:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden und die konfigurierbare Zeit "Intervall für zeitgesteuerte Resets" abgelaufen ist.
- Durch einen manuellen Reset-Befehl kann die zeitlich festgelegte Intervallzeit aufgehoben werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.
- Wiederholte zeitgesteuerte Resets werden begrenzt durch die externen Reset-Fehler "10-00 Zu viele identische zeitgesteuerte Resets innerhalb von 24 Stunden" und "10-01 Zu viele zeitgesteuerte Resets innerhalb einer Stunde".

Extern:

- Im Falle einer externen Reset-Störung muss die Anlage vor dem Entriegeln überprüft werden.
- Die Störung muss durch einen Reset-Befehl zurückgesetzt werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Neustart:

- Das Gerät muss aus- und wieder eingeschaltet werden (Neustart), um die Störung zurückzusetzen.

Möglichkeiten für einen Reset-Befehl

Das Modul kann auf verschiedene Arten entriegelt werden:

- mit einem Modbus-Befehl (in der BEST SOFTWARE unter "Dokumentation" --> "Modbus" --> Registerkarte "Steuer- und Statuswort" --> "Serielles Steuerwort" - dies geht auch, wenn die Modbus-Steuerung nicht aktiviert ist).
- mit der BEST SOFTWARE im Menü "Alarne" --> "Zurücksetzen".
- Spannungsversorgung (L/N) mind. 5 s trennen.



HINWEIS

Verdichterschaden!

Wiederholtes Zurücksetzen von externen Reset-Fehlern kann zum Ausfall des Verdichters führen, wenn die Ursache nicht behoben wird.

5.4 Einsatzgrenzen

Einleitung

Die IQ Produkte CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 verfügen über eine Einsatzgrenzüberwachung. Sie schützt den Verdichter vor extremen Betriebsbedingungen, ermöglicht aber auch den Empfang von Warnungen über Modbus, wenn sich der Betriebspunkt der Einsatzgrenze nähert. Bei Berücksichtigung der Warnungen kann die übergeordnete Anlagensteuerung Gegenmaßnahmen ergreifen und so einen Verdichterstopp vermeiden.

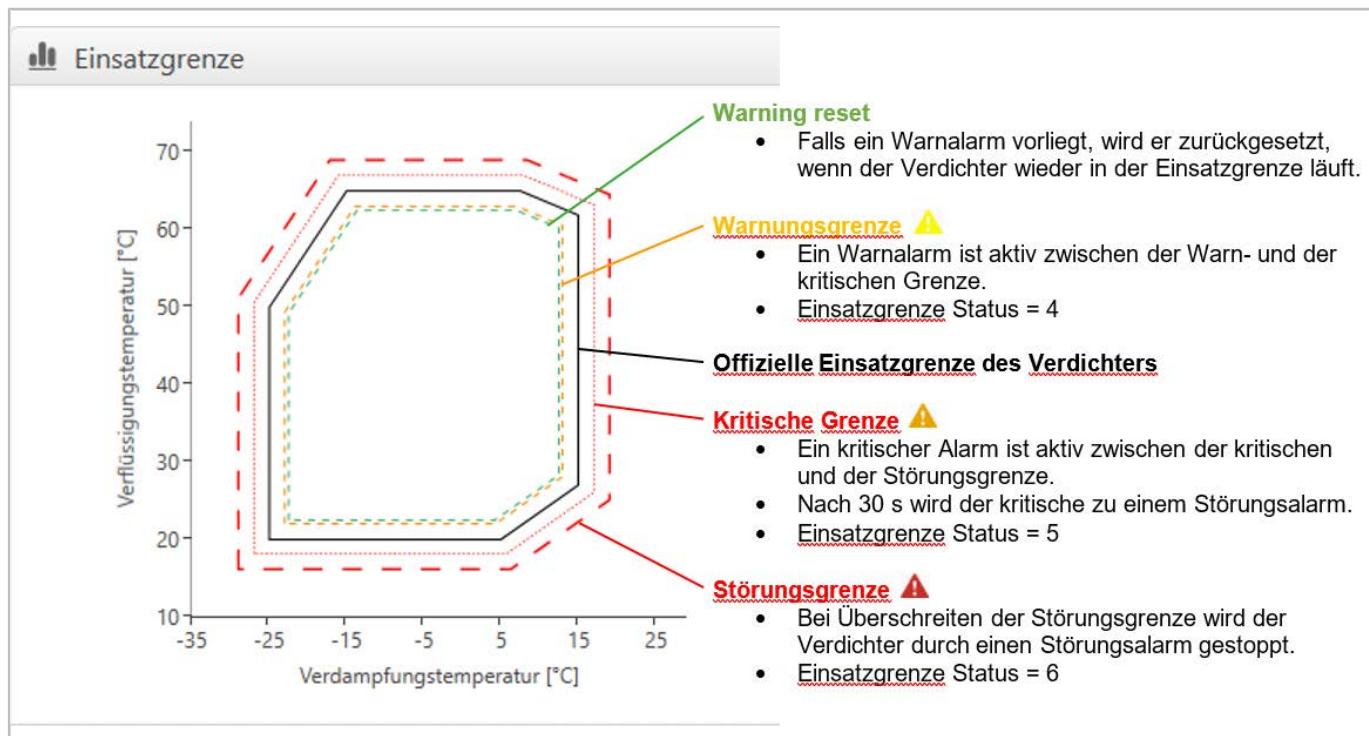


Abb. 21: Beispielhafte Einsatzgrenzen mit Legende

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
12005 (I)	Status	Status der Einsatzgrenze 0 = Verdichter gestoppt 1 = Verdichter läuft an (Einsatzgrenzüberwachung für 120 s deaktiviert) 2 = Verdichter läuft in der Einsatzgrenze (innerhalb der grünen gestrichelten Linie) 3 = Verdichter hält an (Einsatzgrenzüberwachung deaktiviert) 4 = Einsatzgrenzen-Warnung ist aktiv 5 = Einsatzgrenze kritisch ist aktiv 6 = Einsatzgrenzen-Störung ist aktiv	uint8
12006 (I)	Zone	Zone, in der der Verdichter momentan läuft - oder, falls eine Störung aktiv ist, in welcher Zone der Betriebspunkt war, als die Störung gemeldet wurde. 0 = Innerhalb der Einsatzgrenze (grüne gestrichelte Linie) 1 = Niedrige Verdampfung, niedrige Verflüssigung 2 = Niedrige Verdampfung 3 = Niedrige Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 4 = Hohe Verflüssigung / Hochdruck 5 = Hohe Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck	uint8

Register	Name	Beschreibung	Typ
		6 = Hohe Verdampfung 7 = Hohe Verdampfung, niedrige Verflüssigung 8 = Niedrige Verflüssigung	

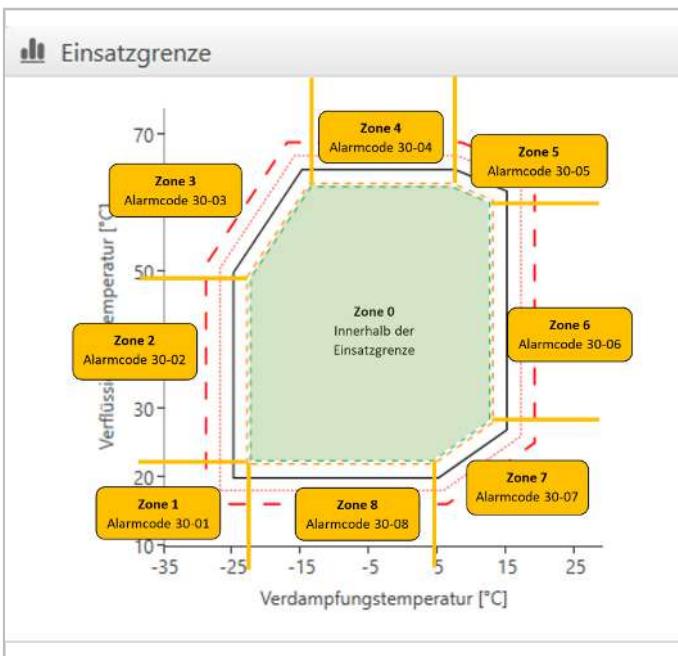


Abb. 22: Zonen der Einsatzgrenze
 SST: Verdampfungstemperatur ("saturated suction temperature")
 SDT: Verflüssigungstemperatur ("saturated discharge temperature")

6 SE-i1

6.1 Modbus Einführung

Das SE-i1 hat eine eingebaute Modbus-RTU-Schnittstelle (COM1), die die Überwachung des Verdichters ermöglicht.



Abb. 23: Klemmen der Modbus-Schnittstelle des SE-i1.

Konfiguration der Modbus Kommunikationsparameter

Die Konfiguration und Voreinstellungen finden sich in BEST unter "Konfiguration" in der Parametergruppe "Modbus".

Die Parametrierung kann über BEST oder Modbus erfolgen. Wenn Modbus verwendet wird, um Modbus-Kommunikationsparameter wie Adresse, Baudrate oder Parität zu ändern, ändert dies nicht sofort die Kommunikation: Die neue Konfiguration wird erst bei Stromversorgung des Moduls aktiv.

Verwendete Datentypen und Skalierung

Datentypen:

- uint8: 8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- int16: 16-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint16: 16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- uint32: 32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- string: Zeichenfolge

Skalierung der Werte:

- Skala 1: Der Wert ist der exakte Wert.
- Skala 10:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 10 multipliziert werden, d.h. 12,3 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 10 geteilt werden, d.h. 123 --> 12,3
- Skala 100:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 100 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 100 geteilt werden, d.h. 123 --> 1,23

32-Bit-Werte lesen und schreiben

32-Bit-Werte müssen als zwei aufeinander folgende Modbus-Register gelesen und geschrieben werden (Anzahl Register = 2).

Während Modbus.org spezifiziert hat, dass 16-Bit-Werte mit dem höchstwertigen Byte zuerst übertragen werden

("most significant byte first" oder "big endian byte order"), gibt es keinen Standard zur Anordnung der "Word", die bei 32-Bit-Werten oder Zeichenfolgen mit 2 oder mehr Registern ins Spiel kommen.

Dieses Gerät überträgt 32-Bit-Werte mit dem niedrigerwertigsten "Word" zuerst ("least significant word first" oder "little endian word order").

In der folgenden Tabelle ist dies beispielhaft für die Zahl **123456789** dargestellt, der die Hexadezimalzahl **75BCD15** entspricht.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binär	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadezimal	CD	15	07	5B

Zeichenfolgen per Modbus lesen

Mittels eines Byte lässt sich ASCII codiert ein Zeichen übertragen. Ein "Word" bzw. Register ermöglicht somit, zwei Zeichen zu übertragen.

Um längere Zeichenketten übermitteln zu können, werden daher meist mehrere Register für den string-Datentyp genutzt.

Die Zahl der zu lesenden Register ist in "Anzahl Register" aufgeführt.

Die Zeichenfolgen werden von links nach rechts übertragen und immer mit dem **höchstwertigsten "Word"** ("most significant word first" oder "big endian word order") **und dem niedrigerwertigsten Byte** ("least significant byte first" oder "little endian byte order") zuerst.

In der folgenden Tabelle ist dies für beispielhaft für die Zeichenfolge **ABCD** dargestellt, die in einem String mit 3 Registern zur Verfügung gestellt wird.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binär	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadezimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus-Funktionscodes

Die folgenden Funktionscodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

Alle Input-Register (I) können auch als Holding-Register (H) gelesen werden.

Modbus-Ausnahmecodes

Die folgenden Ausnahmecodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Code	Name	Bedeutung
01	Illegal function	Der Funktionscode ist nicht gültig.
02	Illegal data address	Das angegebene Register ist nicht gültig.
03	Illegal data value	Der Wert ist nicht zulässig.
04	Server device failure	Unbehebbarer Fehler im Server-Gerät.

Empfehlungen zur Kabelführung

- Es muss ein abgeschirmtes Kabel mit paarweise miteinander verdrillten Adern verwendet werden, das für die RS485-Kommunikation geeignet ist und eine nominelle Impedanz von $100 \dots 130 \Omega$ aufweist. Die beiden Signaldrähte müssen sich im gleichen Adernpaar befinden.
- Die Verdrahtungstopologie muss als "Daisy Chain" (Reihenschaltung) mit 120Ω Abschlusswiderständen an jedem Ende der Busleitung erfolgen. Da dieses IQ Produkt keinen integrierten Abschlusswiderstand hat, muss dieser extern hinzugefügt werden.
- Die maximale Kabellänge des Modbus-Kabels ist abhängig von der verwendeten Baudrate und der Anzahl der Geräte.
- Das Modbus-Kabel sollte so verlegt werden, dass der Einfluss der Leistungskabel minimiert wird. Bei Kreuzung von Leistungskabeln sollte ein 90° -Winkel erreicht werden. Parallel verlaufende Modbus- und Leistungskabel sollten durch einen möglichst großen angemessenen Abstand getrennt werden, ca. $20 \dots 25$ cm. Alternativ kann ein geerdetes Schirmblech oder ein geerdetes Metallrohr verwendet werden.
- An einem Modbus-Strang sollten max. 10 IQ Produkte angeschlossen sein. Sind andere Geräte an denselben Modbus-Strang angeschlossen, muss die maximale Stromaufnahme dieser anderen Geräte beachtet werden. Der Vorspannungswiderstand des gesamten Strangs sollte mindestens 450Ω betragen. Dieses IQ Produkt hat einen Vorspannungswiderstand von $10 \text{ k}\Omega$ ($\rightarrow 1 \text{ k}\Omega$ bei 10 Geräten).
- Dieses IQ Produkt hat keine galvanische Isolierung an der RS485 Schnittstelle. Daher **müssen** Module, die direkt über den RS485-Bus verbunden sind, das gleiche PE-Massepotential haben.
 - IQ Produkte, die sich auf unterschiedliche Massepotenziale beziehen, müssen über einen geeigneten galvanisch getrennten Repeater an den RS485 angeschlossen werden, oder nur an Geräte mit isolierter RS485-Schnittstelle. Unterschiedliche Potenziale auf der Bus-Leitung können zu Fehlfunktionen oder Beschädigungen der Elektronik führen.
 - Nur Data+ und Data- sollten angeschlossen werden. Die GND-Leitung sollte nicht zwischen den Modulen angeschlossen werden, da dies einen unerwünschten Erdstrom in der Kommunikationsleitung verursachen kann. Der GND-Pin kann jedoch für den unsymmetrischen Anschluss der Abschirmung verwendet werden, wenn keine bessere Möglichkeit für den Anschluss der Abschirmung verfügbar ist.
- Die Abschirmung darf nur an einem Ende des Busses angeschlossen werden, um unerwünschte Erdströme in der Abschirmung zu vermeiden. Die Abschirmung muss jedoch über die gesamte Bus-Länge ununterbrochen sein, außer bei galvanisch getrennten Repeatern.
 - Im Falle eines isolierten Client-Geräts und eines nicht isolierten Server-Geräts oder umgekehrt wird empfohlen, die Abschirmung am Ende ohne Isolierung anzuschließen.
 - Wenn keines der Geräte isoliert ist, sollte die Abschirmung an das Client-Gerät angeschlossen werden. Wenn alle Geräte isoliert sind, spielt es keine Rolle, an welchem Ende die Abschirmung angeschlossen ist - sie sollte jedoch nicht an den GND-Pin der RS485-Schnittstelle angeschlossen werden.

Siehe folgende Beispiele zur Kabelführung:

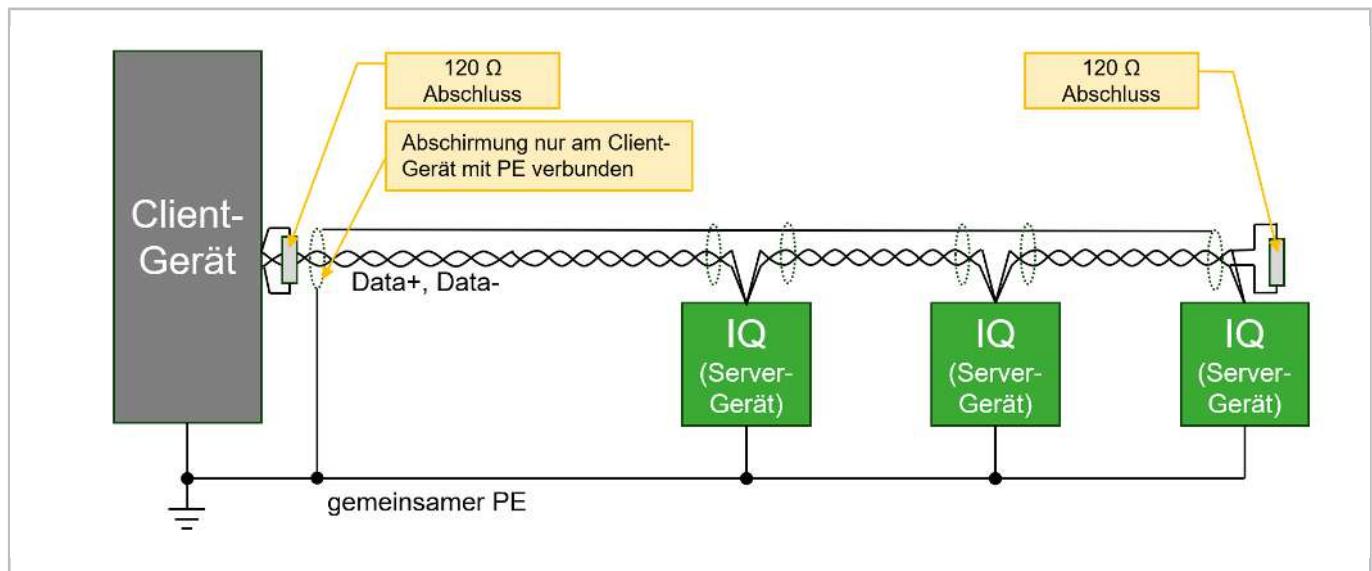


Abb. 24: Geräte mit gleichem Massepotential

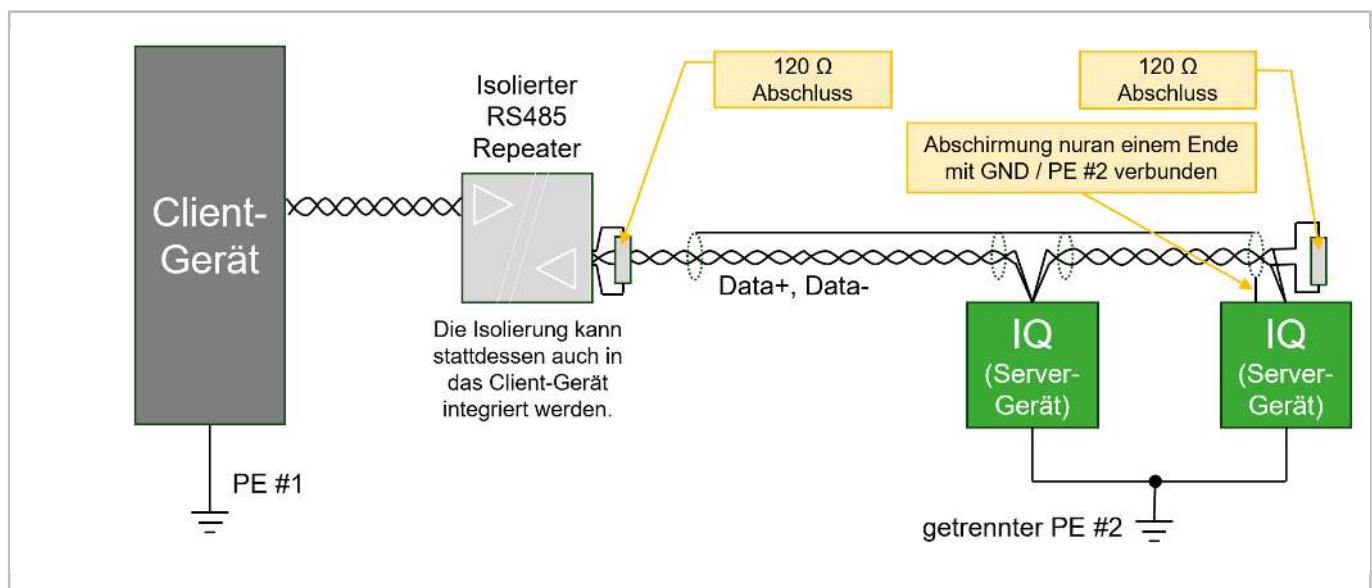


Abb. 25: Client-Gerät mit abweichendem Massepotential oder isolierter Schnittstelle

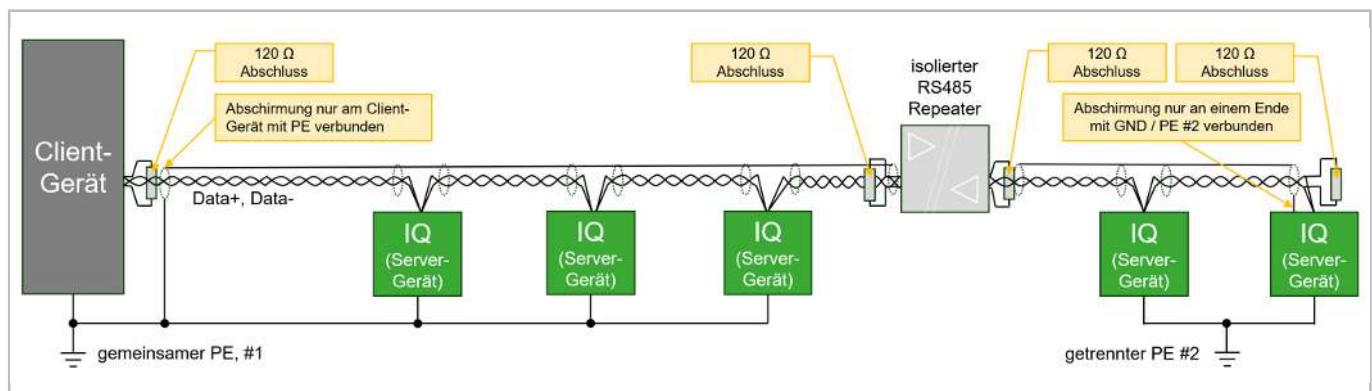


Abb. 26: Geräte mit unterschiedlichen Massepotentialen, die durch einen isolierten RS485-Repeater getrennt sind

Modbus TCP/IP

Falls Modbus TCP/IP erforderlich ist oder gegenüber Modbus RTU bevorzugt wird, kann ein Modbus RTU <-> TCP/IP Konverter verwendet werden. Es gibt Gateways auf dem Markt, die die Modbus Kommunikation 1:1 übersetzen, ohne dass die einzelnen Protokolle / Register im Gateway selbst konfiguriert werden müssen. Ein Produkt, das BITZER erfolgreich getestet hat, ist "RS485 TO POE ETH (B)" von Waveshare. Im Vergleich zur Standardversion "RS485 TO ETH (B)" bietet die POE Version eine zusätzliche galvanische Isolierung der Signale und der Netzversorgung. Nachdem die Geräte als Modbus RTU <-> TCP/IP Konverter konfiguriert sind, können mehrere IQ Produkte am Modbus TCP/IP verfügbar gemacht werden.

Im Einzelnen müssen die folgenden Einstellungen im "VirCom" vorgenommen werden:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternativ kann eine feste IP Adresse gegeben werden)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baudrate, Datenbits, Parität, Stopbits: Müssen identisch sein zu den Kommunikationseinstellungen der angeschlossenen IQ Produkte.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - Weitere fortgeschrittene Einstellungen: Bei der Konfiguration des Geräts über das „VirCom“-Tool werden die Speicherfunktion (Modbus Gateway Type = Auto Query Storage Type) und die Multi-Host-Unterstützung (Enable RS485 Multi-Host) automatisch aktiviert. Die Speicherfunktion verbessert die Leistung für Modbus TCP/IP-Abfragen, und die Multi-Host-Funktion ermöglicht den Anschluss von mehr als einem Modbus TCP/IP-Client-Gerät.

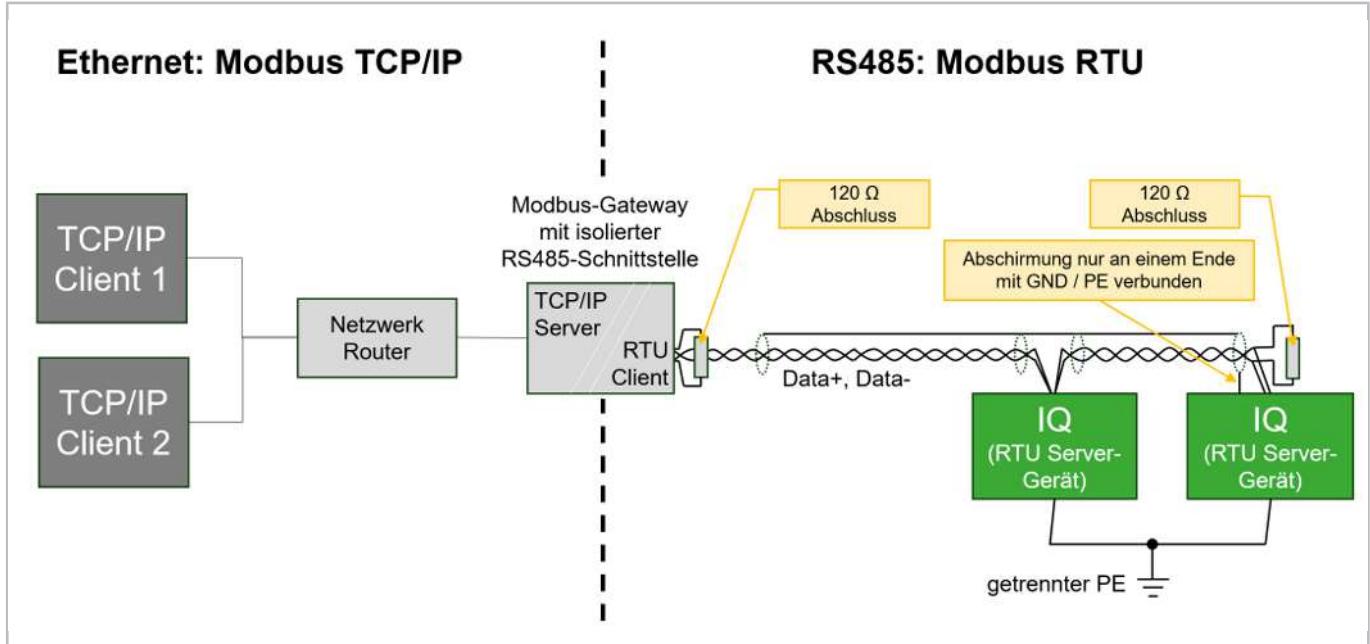


Abb. 27: Ethernet mit Modbus TCP/IP und RS485 mit Modbus RTU

6.2 Überwachung des Verdichters über Modbus

Der Verdichter kann per Modbus überwacht werden.

Serielles Steuerwort

Das serielle Steuerwort wird über das Modbus Holding Register **110** gesetzt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serielles Steuerwort	keine	uint16		110(H)	1

Bit-Definition des seriellen Steuerwortes:

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 6	Reserviert	
7	Reset	Störungs-Reset-Befehl ist aktiv, wenn Bit von 0 auf 1 gesetzt wird (positiv flankengetriggert).
8 .. 9	Reserviert	
10	Daten gültig	Muss auf 1 gesetzt werden, um den Regler anzugeben, das serielle Steuerwort zu akzeptieren. Im resultierenden Steuerwort (102 (I)) wird dieses Bit immer gesetzt sein.
11 .. 15	Reserviert	

Beispiele für serielle Steuerwort-Setups:

Befehl	Hexa-dezimale Wert	Dezimaler Wert	Binär								
			Reserviert	Daten gültig	Reserviert	Reset	Start	Reserviert	Betrieb freigeben	Reserviert	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

Statuswort

Der aktuelle Betriebszustand des SE-i1 kann über das Modbus-Input-Register **103** eingesehen werden.

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Statuswort	keine	uint16	1	103(I)	1

Bit-Definitionen des Statusworts

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 2	Nicht verwendet	
3	Störung	0 = Kein Störungsalarm 1 = Ein Störungsalarm ist aktiv. Der Verdichter wird angehalten
4 .. 6	Nicht verwendet	
7	Warnung	0 = Kein Warnungsalarm 1 = Ein Warnungsalarm ist aktiv
8 .. 10	Nicht verwendet	
11	In Betrieb	0 = Verdichter ist nicht in Betrieb 1 = Verdichter ist in Betrieb
12	Nicht verwendet	
13	Kritisch	0 = Kein kritischer Alarm 1 = Ein kritischer Alarm ist aktiv
14 .. 15	Nicht verwendet	

6.3 Modbus Alarmbehandlung

Alarmliste

Die Alarmliste ermöglicht das Auslesen der aktuellen Alarne inklusive Warnungen, kritischen Ereignissen und Störungen. Dadurch können zum einen die tatsächlichen Alarne angezeigt werden, zum anderen liefert es die Grundlage dafür, dass die Anlagensteuerung Gegenmaßnahmen ergreifen kann, um eine Verdichterstörung zu vermeiden.

Wenn das Modul aus- und wieder eingeschaltet wird oder ein Reset-Befehl gegeben wird, werden die inaktiven Alarne aus der Liste gelöscht. Die Alarmliste ist identisch und wird von den IQ Produkten CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 gemeinsam genutzt.

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
11100 (I)	Aktive Alarne	Zahl der aktiven Alarne	uint16
11101 (I)	Nicht gelöschte Alarne	Zahl der aufgeführten Alarne, die noch nicht gelöscht sind	uint16
11102 (I)	Höchste Alarmstufe	Höchste Stufe eines aufgeführten Alarms 0 = Keiner 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 3 = Gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden)	uint8
11103 (I)	Höchste aktive Alarmstufe	Höchste Stufe eines aktiven Alarms 0 = Keine 8 = Warnung 16 = Kritisch 32 = Störung	uint8
11104 (I)	Gerät gesperrt	Wenn gesperrt, wartet das Gerät auf externen Reset-Befehl oder Neustart. 0 = Nein 1 = Ja	uint8
11105 (I)	Störungs-Reset-Level	Nötiges Reset-Level zum Löschen eines aktiven Alarms 0 = NA 1 = Auto 2 = Zeitgesteuert 3 = Extern 4 = Neustart	uint8
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	Alarne sind in der Alarmliste nach Schweregrad geordnet: Alarm 1 ist der höchste, Alarm 10 der niedrigste Wert. <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 .. 9 (binär zu dezimal): Indexnummer, für Übertragung in Alarmtexte siehe in der BEST SOFTWARE unter "Produkt" --> "Dokumentation" --> "Alarne". Die Tabelle kann als csv-Datei exportiert werden über die Schaltfläche "Exportieren..." im Menü oben ganz rechts. Bit 10 .. 12 (binär zu dezimal): Alarmschwere 3 = Warnung 4 = Kritisch 5 = Störung Bit 13: Reserviert Bit 14 .. 15 (binär zu dezimal): Alarmzustand 1 = Inaktiv 	uint16

Register	Name	Beschreibung	Typ
		<p>2 = Aktiv 3 = Gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden)</p> <p>Excel-Tool zur Dekodierung: Ein Excel-Tool, das die über Modbus empfangenen Alarmwerte dekodiert und Schritt für Schritt visualisiert, kann <u>hier</u> heruntergeladen werden.</p>	

Alarmschwere

Es gibt die folgenden Alarmtypen:

Störung :

Wird ein Störungsalarm erkannt, öffnet das Gerät die Relais für die Motorkontakte und stoppt den Verdichtermotor.

Kritisch :

Wird ein kritischer Alarm erkannt, kann der Betrieb fortgesetzt werden, aber nur für begrenzte Zeit oder mit eingeschränkter Leistung.

Warnung :

Eine Warnung wird signalisiert, wenn der Zustand möglicherweise Aufmerksamkeit erfordert, aber nicht schwerwiegend genug ist, um den Betrieb des Verdichters zu stoppen. Er läuft weiter.

Art der Alarmrücksetzung

Auto:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Zeitgesteuert:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden und die konfigurierbare Zeit "Intervall für zeitgesteuerte Resets" abgelaufen ist.
- Durch einen manuellen Reset-Befehl kann die zeitlich festgelegte Intervallzeit aufgehoben werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.
- Wiederholte zeitgesteuerte Resets werden begrenzt durch die externen Reset-Fehler "10-00 Zu viele identische zeitgesteuerte Resets innerhalb von 24 Stunden" und "10-01 Zu viele zeitgesteuerte Resets innerhalb einer Stunde".

Extern:

- Im Falle einer externen Reset-Störung muss die Anlage vor dem Entriegeln überprüft werden.
- Die Störung muss durch einen Reset-Befehl zurückgesetzt werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Neustart:

- Das Gerät muss aus- und wieder eingeschaltet werden (Neustart), um die Störung zurückzusetzen.

Möglichkeiten für einen Reset-Befehl

Das Modul kann auf verschiedene Arten entriegelt werden:

- mit einem Modbus-Befehl (in der BEST SOFTWARE unter "Dokumentation" --> "Modbus" --> Registerkarte "Steuer- und Statuswort" --> "Serielles Steuerwort" - dies geht auch, wenn die Modbus-Steuerung nicht aktiviert ist).
- mit der BEST SOFTWARE im Menü "Alarne" --> "Zurücksetzen".
- Spannungsversorgung (L/N) mind. 5 s trennen. Falls der BEST Schnittstellenkonverter angeschlossen ist, muss dieser gelöst werden, da er auch die Anschlussspannung für das Modul zu Kommunikationszwecken bereitstellt.

HINWEIS

Verdichterschaden!

Wiederholtes Zurücksetzen von externen Reset-Fehlern kann zum Ausfall des Verdichters führen, wenn die Ursache nicht behoben wird.

6.4 Einsatzgrenzen

Einleitung

Die IQ Produkte CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 verfügen über eine Einsatzgrenzüberwachung. Sie schützt den Verdichter vor extremen Betriebsbedingungen, ermöglicht aber auch den Empfang von Warnungen über Modbus, wenn sich der Betriebspunkt der Einsatzgrenze nähert. Bei Berücksichtigung der Warnungen kann die übergeordnete Anlagensteuerung Gegenmaßnahmen ergreifen und so einen Verdichterstopp vermeiden.

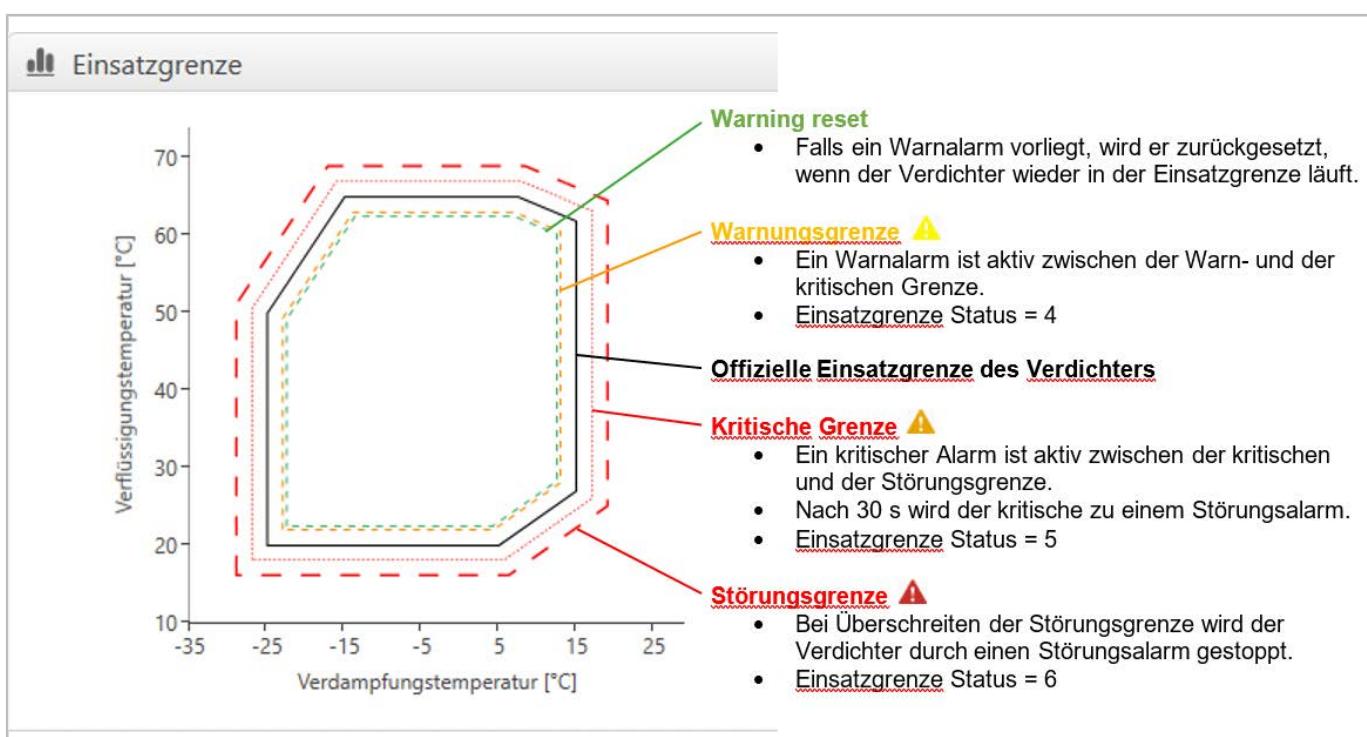


Abb. 28: Beispielhafte Einsatzgrenzen mit Legende

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
12005 (I)	Status	Status der Einsatzgrenze 0 = Verdichter gestoppt 1 = Verdichter läuft an (Einsatzgrenzüberwachung für 120 s deaktiviert) 2 = Verdichter läuft in der Einsatzgrenze (innerhalb der grünen gestrichelten Linie) 3 = Verdichter hält an (Einsatzgrenzüberwachung deaktiviert) 4 = Einsatzgrenzen-Warnung ist aktiv 5 = Einsatzgrenze kritisch ist aktiv 6 = Einsatzgrenzen-Störung ist aktiv	uint8
12006 (I)	Zone	Zone, in der der Verdichter momentan läuft - oder, falls eine Störung aktiv ist, in welcher Zone der Betriebspunkt war, als die Störung gemeldet wurde.	uint8

Register	Name	Beschreibung	Typ
		0 = Innerhalb der Einsatzgrenze (grüne gestrichelte Linie) 1 = Niedrige Verdampfung, niedrige Verflüssigung 2 = Niedrige Verdampfung 3 = Niedrige Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 4 = Hohe Verflüssigung / Hochdruck 5 = Hohe Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 6 = Hohe Verdampfung 7 = Hohe Verdampfung, niedrige Verflüssigung 8 = Niedrige Verflüssigung	

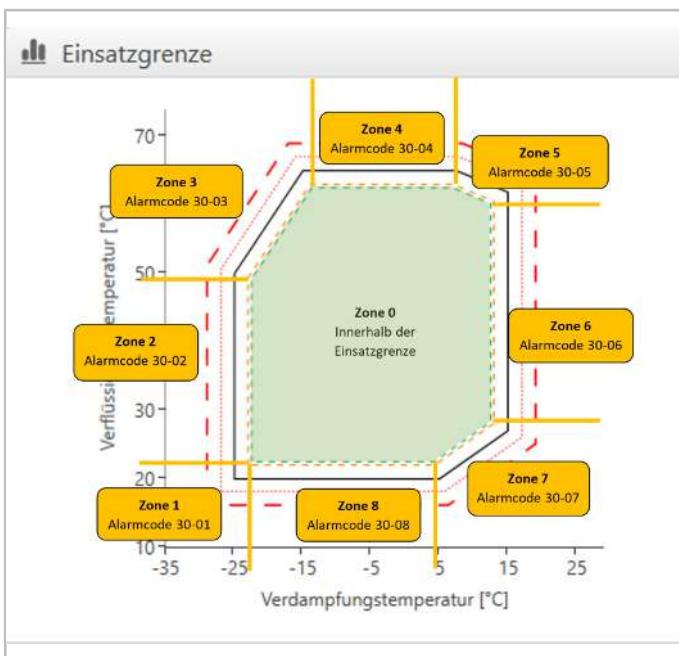


Abb. 29: Zonen der Einsatzgrenze

SST: Verdampfungstemperatur ("saturated suction temperature")

SDT: Verflüssigungstemperatur ("saturated discharge temperature")

7 CSV.-Serie

7.1 Modbus Einführung

Die CSV hat eine eingebaute Modbus-RTU-Schnittstelle (X07), die die Überwachung und Steuerung der CSV ermöglicht.

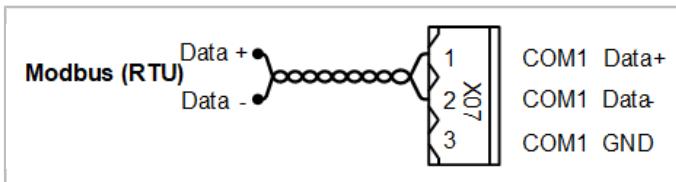


Abb. 30: Klemmen der Modbus-Schnittstelle der CSV

Konfiguration der Modbus Kommunikationsparameter

Die Konfiguration und Voreinstellungen finden sich in BEST unter "Konfiguration" in der Parametergruppe "Modbus".

Die Parametrierung kann über BEST oder per Modbus erfolgen. Wenn Modbus verwendet wird, um Modbus-Kommunikationsparameter wie Adresse, Baudrate oder Parität zu ändern, ändert dies nicht sofort die Kommunikation: Die neuen Kommunikationseinstellungen können

- entweder durch Senden des Befehls "2" an das Holding-Register 65408 aktiviert werden
- oder durch einen Neustart des CSV-Frequenzumrichters (Anschlussspannung aus- und einschalten, dabei vor dem Wiedereinschalten der Anschlussspannung mindestens so lange warten, bis die LEDs auf der Steuerkarte erloschen sind).

Verwendete Datentypen und Skalierung

Datentypen:

- uint8: 8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- int16: 16-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint16: 16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- uint32: 32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- string: Zeichenfolge

Skalierung der Werte:

- Skala 1: Der Wert ist der exakte Wert.
- Skala 10:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 10 multipliziert werden, d.h. 12,3 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 10 geteilt werden, d.h. 123 --> 12,3
- Skala 100:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 100 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 100 geteilt werden, d.h. 123 --> 1,23

32-Bit-Werte lesen und schreiben

32-Bit-Werte müssen als zwei aufeinander folgende Modbus-Register gelesen und geschrieben werden (Anzahl Register = 2).

Während Modbus.org spezifiziert hat, dass 16-Bit-Werte mit dem höchstwertigen Byte zuerst übertragen werden

("most significant byte first" oder "big endian byte order"), gibt es keinen Standard zur Anordnung der "Word", die bei 32-Bit-Werten oder Zeichenfolgen mit 2 oder mehr Registern ins Spiel kommen.

Dieses Gerät überträgt 32-Bit-Werte mit dem niedrigerwertigsten "Word" zuerst ("least significant word first" oder "little endian word order").

In der folgenden Tabelle ist dies beispielhaft für die Zahl **123456789** dargestellt, der die Hexadezimalzahl **75BCD15** entspricht.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binär	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadezimal	CD	15	07	5B

Zeichenfolgen per Modbus lesen

Mittels eines Byte lässt sich ASCII codiert ein Zeichen übertragen. Ein "Word" bzw. Register ermöglicht somit, zwei Zeichen zu übertragen.

Um längere Zeichenketten übermitteln zu können, werden daher meist mehrere Register für den string-Datentyp genutzt.

Die Zahl der zu lesenden Register ist in "Anzahl Register" aufgeführt.

Die Zeichenfolgen werden von links nach rechts übertragen und immer mit dem **höchstwertigsten "Word"** ("most significant word first" oder "big endian word order") **und dem niedrigerwertigsten Byte** ("least significant byte first" oder "little endian byte order") zuerst.

In der folgenden Tabelle ist dies für beispielhaft für die Zeichenfolge **ABCD** dargestellt, die in einem String mit 3 Registern zur Verfügung gestellt wird.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binär	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadezimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus-Funktionscodes

Die folgenden Funktionscodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)	Anmerkungen
Read holding registers (H)	03	03	
Read input register (I)	04	04	
Write single register (H)	06	06	
Diagnostics	08	08	Unterfunktionen (nicht alle geben einen Wert zurück) 0, 10 .. 18 & 20 (dezimal) 0, 0A .. 12, 14 (hexadezimal)
Get comm event counter	0B	11	
Write multiple registers (H)	10	16	

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)	Anmerkungen
Read/write multiple registers (H)	17	23	

Alle Eingaberegister können auch als Halteregister gelesen werden.

Modbus-Ausnahmecodes

Die folgenden Ausnahmecodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Code	Name	Bedeutung
01	Illegal function	Der Funktionscode ist nicht gültig.
02	Illegal data address	Das angegebene Register ist nicht gültig.
03	Illegal data value	Der Wert ist nicht zulässig.
04	Server device failure	Unbehebbarer Fehler im Server-Gerät.

Fehlersuche

Die CSV selbst hat zusätzlich mehrere Modbus-Kommunikationsdiagnoseparameter, die bei der Fehlersuche bei Kommunikationsproblemen hilfreich sein können. Diese finden sich in BEST unter Überwachung --> Modbus.

Empfehlungen zur Kabelführung

- Es muss ein abgeschirmtes Kabel mit paarweise miteinander verdrillten Adern verwendet werden, das für die RS485-Kommunikation geeignet ist und eine nominelle Impedanz von 100 .. 130 Ω aufweist. Die beiden Signaldrähte müssen sich im gleichen Adernpaar befinden.
- Die Verdrahtungstopologie muss als "Daisy Chain" (Reihenschaltung) mit 120 Ω Abschlusswiderständen an jedem Ende der Busleitung erfolgen. Die CSV hat einen kleinen Schalter oberhalb der Klemmleiste, mit dem der jeweilige Abschlusswiderstand ein- oder ausgeschaltet werden kann.
 - Schalter in oberer Position: Abschlusswiderstand ist nicht gesetzt (Werkseinstellung).
 - Schalter in unterer Position: Abschlusswiderstand ist angeschlossen (gesetzt).
- Die maximale Kabellänge des Modbus-Kabels ist abhängig von der verwendeten Baudrate und der Anzahl der Geräte.
- Das Modbus-Kabel sollte so verlegt werden, dass der Einfluss der Leistungskabel minimiert wird. Bei Kreuzung von Leistungskabeln sollte ein 90°-Winkel erreicht werden. Parallel verlaufende Modbus- und Leistungskabel sollten durch einen möglichst großen angemessenen Abstand getrennt werden, ca. 20 .. 25 cm. Alternativ kann ein geerdetes Schirmblech oder ein geerdetes Metallrohr verwendet werden.
- An einem Modbus-Strang sollten max. 10 IQ Produkte angeschlossen sein. Sind andere Geräte an denselben Modbus-Strang angeschlossen, muss die maximale Stromaufnahme dieser anderen Geräte beachtet werden.
- Die CSV und der VARIPACK der 1. Generation haben eine galvanisch getrennte RS485-Schnittstelle.
- Die Abschirmung darf nur an einem Ende des Busses angeschlossen werden (bevorzugt am Client-Gerät), um unerwünschte Erdströme in der Abschirmung zu vermeiden. Nur Data+ und Data- müssen angeschlossen werden. COM1 GND kann angeschlossen werden, wenn dies für das Client-Gerät erforderlich ist. Die Abschirmung muss jedoch über die gesamte Bus-Länge ununterbrochen sein.

Siehe folgendes Beispiel zur Kabelführung:

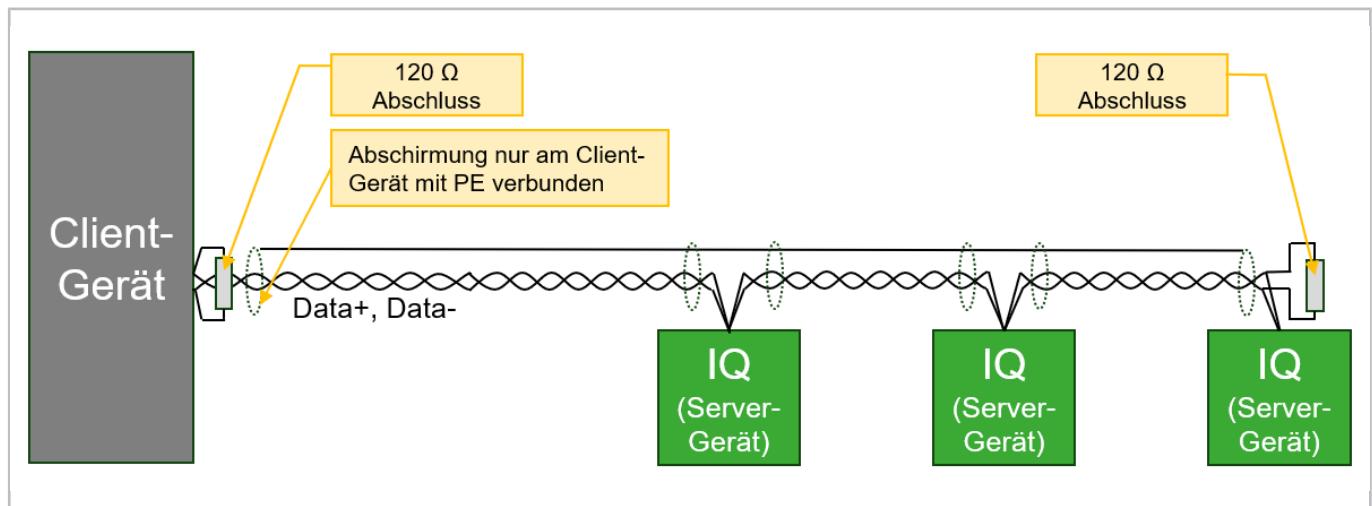


Abb. 31: Empfohlene Kabelführung für die CSV

Modbus TCP/IP

Falls Modbus TCP/IP erforderlich ist oder gegenüber Modbus RTU bevorzugt wird, kann ein Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP Konverter verwendet werden. Es gibt Gateways auf dem Markt, die die Modbus Kommunikation 1:1 übersetzen, ohne dass die einzelnen Protokolle / Register im Gateway selbst konfiguriert werden müssen. Ein Produkt, das BITZER erfolgreich getestet hat, ist "RS485 TO POE ETH (B)" von Waveshare. Im Vergleich zur Standardversion "RS485 TO ETH (B)" bietet die POE Version eine zusätzliche galvanische Isolierung der Signale und der Netzversorgung. Nachdem die Geräte als Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP Konverter konfiguriert sind, können mehrere IQ Produkte am Modbus TCP/IP verfügbar gemacht werden.

Im Einzelnen müssen die folgenden Einstellungen im "VirCom" vorgenommen werden:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternativ kann eine feste IP Adresse gegeben werden)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baudrate, Datenbits, Parität, Stopbits: Müssen identisch sein zu den Kommunikationseinstellungen der angeschlossenen IQ Produkte.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - Weitere fortgeschrittene Einstellungen: Bei der Konfiguration des Geräts über das „VirCom“-Tool werden die Speicherfunktion (Modbus Gateway Type = Auto Query Storage Type) und die Multi-Host-Unterstützung (Enable RS485 Multi-Host) automatisch aktiviert. Die Speicherfunktion verbessert die Leistung für Modbus TCP/IP-Abfragen, und die Multi-Host-Funktion ermöglicht den Anschluss von mehr als einem Modbus TCP/IP-Client-Gerät.

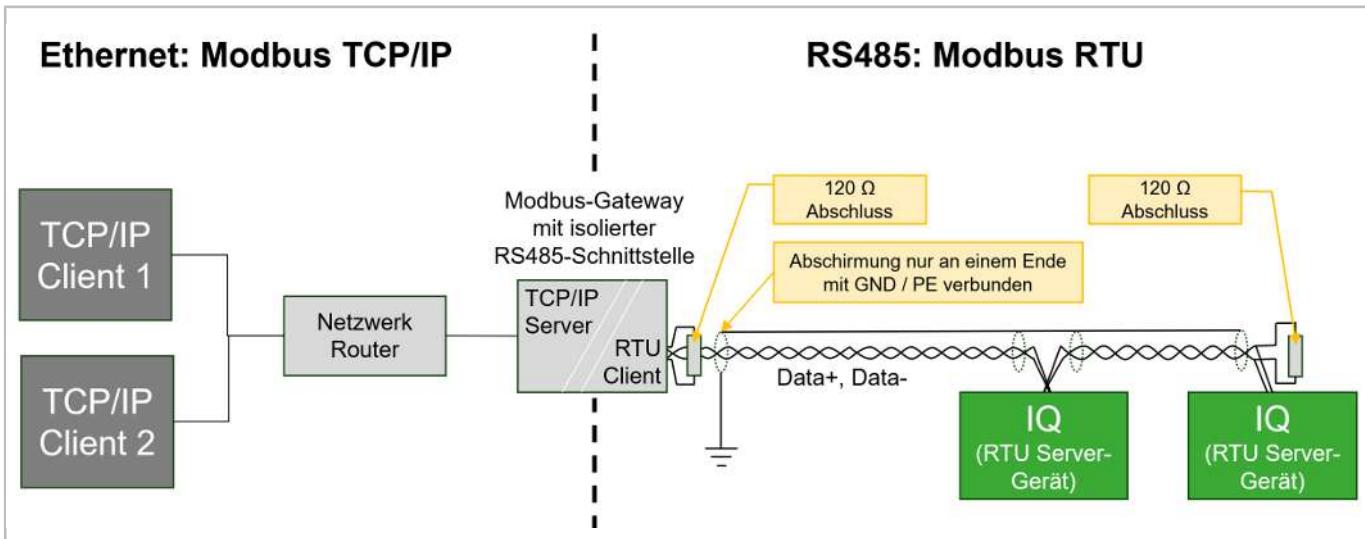


Abb. 32: Ethernet mit Modbus TCP/IP und RS485 mit Modbus RTU (für CSV)

7.2 Steuerung des Verdichters über Modbus

Der Verdichter kann per Modbus überwacht und gesteuert werden.

Standardmäßig ist der Parameter "Modbus-Steuerung" auf "COM1" gestellt, wodurch der Verdichter auch über digitale/analoge Signale gesteuert werden kann, wenn keine Befehle über COM1 vorliegen. Die Befehle der unterschiedlichen Schnittstellen werden zusammengeführt, und das resultierende "Steuerwort" kann über die Modbus-Schnittstelle gelesen werden. Der Anlaufbefehl kann entweder über den digitalen Eingang oder über Modbus erfolgen. Der Sollwert von Analogeingang und Modbus wird aufsummiert. Der Sollwert ist auf 100% begrenzt, auch wenn die Summe der Sollwerte > 100 % betragen kann.

Serielles Steuerwort

Das serielle Steuerwort wird über das Modbus Holding Register **110** gesetzt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serielles Steuerwort	keine	uint16		110(H)	1

Bit-Definition des seriellen Steuerwortes:

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 2	Reserviert	Muss auf 1 gesetzt werden
3	Betrieb freigeben	Betrieb freigeben 0 = Motor-Aus (Coast) 1 = Freigegeben
4 .. 5	Reserviert	Muss auf 1 gesetzt werden
6	Anlauf	Anlaufbefehl 0 = Stopp 1 = Anlauf aktiv
7	Reset	Fehler-Reset-Befehl ist aktiv, wenn Bit von 0 auf 1 gesetzt wird (positiv flankengetriggert).
8 .. 9	Reserviert	
10	Daten gültig	Muss auf 1 gesetzt werden, um den Regler anzuweisen, das serielle Steuerwort zu akzeptieren.

Bit	Funktion	Beschreibung
		<ul style="list-style-type: none"> 0 = Sowohl das serielle Steuerwort als auch der serielle Sollwert werden ignoriert. Das heißt, wenn der Startbefehl kurz vor dem Setzen des Datengültigkeitsbits auf "0" aktiv war, bleibt der Befehl solange aktiv, bis das Daten Gültigkeitsbit auf "1" und das Startbit auf "0" gesetzt wird. 1 = Das serielle Steuerwort und der serielle Sollwert werden übernommen. Im resultierenden Steuerwort (102 (I)) wird dieses Bit immer gesetzt sein.
11 .. 15	Reserviert	

Beispiele für serielle Steuerwort-Setups:

Befehl	Hexa-dezimaler Wert	Dezimaler Wert	Binär	Reserviert	Daten gültig	Reserviert	Reset	Start	Reserviert	Betrieb freigeben	Reserviert
Motor-Aus (Coast)	437	1079	00000	1	00	0	0	11	0	111	
Kein Befehl / Stopp	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Anlauf	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

Der Neutralwert des Steuerworts ist 43F hex (= 1087 dez = 10000111111 binär).

Um den Verdichter anlaufen zu lassen, muss das Steuerwort 47F hex (= 1151 dez = 10001111111 binär) sein.

Der aktuelle Betriebszustand des CSV ist im Statuswort (102 (I)) ersichtlich.

Serieller Sollwert

Der serielle Sollwert wird über das Modbus-Halterregister **111** eingestellt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serieller Sollwert	%	int16	100	111(H)	1

Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion

Wenn die Modbus-Kommunikation unterbrochen wird, kann die CSV über die Parameter "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion" und "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitung" für unterschiedliche Reaktionen auf diese Unterbrechung konfiguriert werden.

Konfigurationsmöglichkeiten für die Zeitüberschreitungsfunktion:

- Keine --> Nichts tun (wenn der Verdichter in Betrieb ist, wird dieser fortgesetzt)
- Stopp --> Verdichter anhalten
- Störung --> Verdichter anhalten und Fehleralarm "11-00 Zeitüberschreitung: Serielle Steuerung" auslösen

Jedes empfangene Modbus-Telegramm setzt die Zeitüberschreitungsfunktion zurück.

Statuswort

Der aktuelle Betriebszustand der CSV kann über das Modbus-Input-Register **103** eingesehen werden.

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Statuswort	keine	uint16	1	103(I)	1

Bit-Definitionen des Statusworts

Bit	Funktion	Beschreibung
0	Nicht verwendet	
1	Frequenzumrichter bereit	Frequenzumrichter ist bereit 0 = Frequenzumrichter ist nicht bereit 1 = Frequenzumrichter ist bereit (Netzversorgung ist gegeben, Einschalten des Frequenzumrichters ist abgeschlossen.)
2	Betrieb freigegeben (verfügbar mit Firmware-Versionen > 2.22)	0 = CSV ist nicht bereit für Betrieb. 1 = CSV ist bereit für Betrieb, aber der Anlauf kann verzögert werden durch das Anlauf-zu-Anlauf-Intervall. <ul style="list-style-type: none"> • Frequenzumrichter ist bereit (Bit 1 = 1) • Keine Störung (Bit 3 = 0) • Kein Motor-Aus-Befehl (entweder über Digitaleingang DI2, falls aktiviert, oder Modbus)
3	Störung	0 = Kein Störungsalarm 1 = Ein Störungsalarm ist aktiv. Der Verdichter wird angehalten.
4 .. 5	Nicht verwendet	
6	Anlauf verhindert	0 = Verdichteranlauf ist freigegeben <ul style="list-style-type: none"> • Betrieb freigegeben (Bit 2 = 1) • Anlaufbefehl gegeben (über Digitaleingang DI2 oder Modbus) • Sollwert >1% 1 = Verdichteranlauf ist verhindert
7	Warnung	0 = Kein Warnungsalarm 1 = Ein Warnungsalarm ist aktiv
8	Auf Sollwert	0 = Verdichter läuft in der Rampe oder läuft nicht 1 = Verdichter läuft am Sollwert
9	Nicht verwendet	
10	Begrenzer aktiv	0 = Keine Begrenzerfunktion ist aktiv. 1 = Ein Begrenzer regelt aktiv den Sollwert, um den Verdichter in Betrieb zu halten (reduziert das Risiko eines Störungsstopps).
11	In Betrieb	0 = Verdichter ist nicht in Betrieb 1 = Verdichter ist in Betrieb
12	Anlauf aktiv	0 = Verdichteranlauf ist nicht aktiv 1 = Verdichteranlauf ist aktiv <ul style="list-style-type: none"> • Anlauf freigegeben (Bit 6 = 0) • Anlauf-zu-Anlauf-Intervall ist abgelaufen
13	Kritisch	0 = Kein kritischer Alarm 1 = Ein kritischer Alarm ist aktiv
14 .. 15	Nicht verwendet	

7.3 Modbus Alarmbehandlung

Die CSV enthält eine Alarmliste und ein Störungsprotokoll.

Alarmliste

Die Alarmliste ist seit der Firmware-Version 2.21 der CSV über Modbus verfügbar und erlaubt, die aktuellen Alarme einschließlich Warnungen, kritischer Zustände und Störungen auszulesen. Sie ermöglicht damit einerseits die Anzeige der aktuellen Alarme, andererseits kann der Anlagenregler reagieren, um einen Verdichterfehler zu vermeiden.

Wenn der Frequenzumrichter ausgeschaltet wird oder einen Reset-Befehl bekommt, werden die inaktiven Alarme aus der Liste gelöscht. Die Alarmliste ist identisch bei allen IQ Produkten (CSV, CM-RC, CM-SW und SE-i1).

Register	Name	Beschreibung	Typ
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	<p>Alarne sind in der Alarmliste nach Schweregrad geordnet: Alarm 1 ist der höchste, Alarm 10 der niedrigste Wert.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 .. 9 (binär zu dezimal): Indexnummer, für Übertragung in Alarmtexte siehe in BEST SOFTWARE unter "Produkt" --> "Dokumentation" --> "Alarme". Die Tabelle kann als csv-Datei exportiert werden über die Schaltfläche "Exportieren..." im Menü oben ganz rechts. Bit 10 .. 12 (binär zu dezimal): Alarmschwere 3 = Warnung 4 = Kritisch 5 = Störung Bit 13: Reserviert Bit 14 .. 15 (binär zu dezimal): Alarmzustand 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 3 = gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden) <p>Excel-Tool zur Dekodierung: Ein Excel-Tool, das die über Modbus empfangenen aktuellen Alarmwerte dekodiert und Schritt für Schritt visualisiert, kann hier heruntergeladen werden.</p>	uint16

Störungsprotokoll

Das Störungsprotokoll enthält die 10 zuletzt erkannten unterschiedlichen Störungen. Ein Störungszustand kann mehrmals erkannt werden, und die Zahl der Störungen wird gespeichert. Wenn eine neue Störung erkannt wird, wird sie im Störungsprotokoll 1 gespeichert. Ist dort eine Störung vorhanden, wird sie in Störungsprotokoll 2 geschoben usw. Ist eine Störung im Störungsprotokoll 10 vorhanden, wird sie gelöscht.

Die Störungsprotokollgruppe enthält Informationen über den Alarmcode der Störung, die Häufigkeit der spezifischen Störung (310X2), das Datum (310X3 und 310X4) und die Uhrzeit (310X5) des letzten Auftretens der Störung.

Die Störungsprotokolle 1 .. 10 sind gleich aufgebaut, aber die Modbus-Register erhöhen sich um 10 von einem zum nächsten Eintrag.

Register	Name	Beschreibung	Typ
31000 (I)	Alarmcode 1 (*)	Alarmcode des 1. Alarms im Störungsprotokoll	uint16
310X2 (I)	Störungszähler	Häufigkeit der aufgetretenen Störung	uint16

Register	Name	Beschreibung	Typ
310X3 (I)	Jahr	Jahr, in dem die Störung zuletzt aufgetreten ist	uint16
310X4 (I)	Monat und Tag	Monat und Tag, an dem die Störung zuletzt aufgetreten ist: Bit 0 .. 7: Tag des Monats Bit 8 .. 15: Monat	uint16
310X5 (I)	Stunde und Minute	Stunde und Minute, in der die Störung zuletzt aufgetreten ist: Bit 0 .. 7: Minute Bit 8 .. 15: Stunde	uint16

Tab. 1: (*): Liegt ein aktives Störungsbit im Störungswort vor, enthält das Störungsprotokoll 1 den letzten Alarmeintrag.

Alarmschwere

Es gibt die folgenden Alarmtypen:

Störung !:

Wird ein Störungsalarm erkannt, stoppt die CSV und gibt den Verdichtermotor frei.

Kritisch !:

Wird ein kritischer Alarm erkannt, kann der Betrieb fortgesetzt werden, aber nur für begrenzte Zeit oder mit eingeschränkter Leistung.

Warnung !:

Eine Warnung wird signalisiert, wenn der Zustand möglicherweise Aufmerksamkeit erfordert, aber nicht schwerwiegend genug ist, um den Betrieb des Verdichters zu stoppen. Er läuft weiter.

Art der Alarmrücksetzung

Auto:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Zeitgesteuert:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden und die konfigurierbare Zeit "Intervall für zeitgesteuerte Resets" abgelaufen ist.
- Durch einen manuellen Reset-Befehl kann die zeitlich festgelegte Intervallzeit aufgehoben werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.
- Wiederholte zeitgesteuerte Resets werden begrenzt durch die externen Reset-Fehler "10-00 Zu viele identische zeitgesteuerte Resets innerhalb von 24 Stunden" und "10-01 Zu viele zeitgesteuerte Resets innerhalb einer Stunde".

Extern:

- Im Falle einer externen Reset-Störung muss die Anlage vor dem Entriegeln überprüft werden.
- Die Störung muss durch einen Reset-Befehl zurückgesetzt werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Neustart:

- Das Gerät muss aus- und wieder eingeschaltet werden (Neustart), um die Störung zurückzusetzen.

Möglichkeiten für einen Reset-Befehl

Die CSV kann auf verschiedene Arten entriegelt werden:

- Mit einem Modbus-Befehl (in der BEST SOFTWARE unter "Dokumentation" --> "Modbus" --> Registerkarte "Steuer- und Statuswort" --> "Serielles Steuerwort" - dies geht auch, wenn die Modbus-Steuerung nicht aktiviert ist).
- Mit der BEST SOFTWARE im Menü "Alarme" --> "Zurücksetzen".
- Durch Aktivieren des Digitaleingangs DI3.
- Ausschalten des Frequenzumrichters durch Unterbrechung der Netzversorgung für mind. 140 s. BEST Schnittstellenkonverter lösen, falls er angeschlossen ist, da sonst die Steuerkarte durch den Schnittstellenkonverter mit Strom versorgt wird.

HINWEIS

Verdichterschaden!

Wiederholtes Zurücksetzen von externen Reset-Fehlern kann zum Ausfall des Verdichters führen, wenn die Ursache nicht behoben wird.

7.4 Einsatzgrenzen

Einleitung

Die IQ Produkte CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 verfügen über eine Einsatzgrenzüberwachung. Sie schützt den Verdichter vor extremen Betriebsbedingungen, ermöglicht aber auch den Empfang von Warnungen über Modbus, wenn sich der Betriebspunkt der Einsatzgrenze nähert. Bei Berücksichtigung der Warnungen kann die übergeordnete Anlagensteuerung Gegenmaßnahmen ergreifen und so einen Verdichterstopp vermeiden.

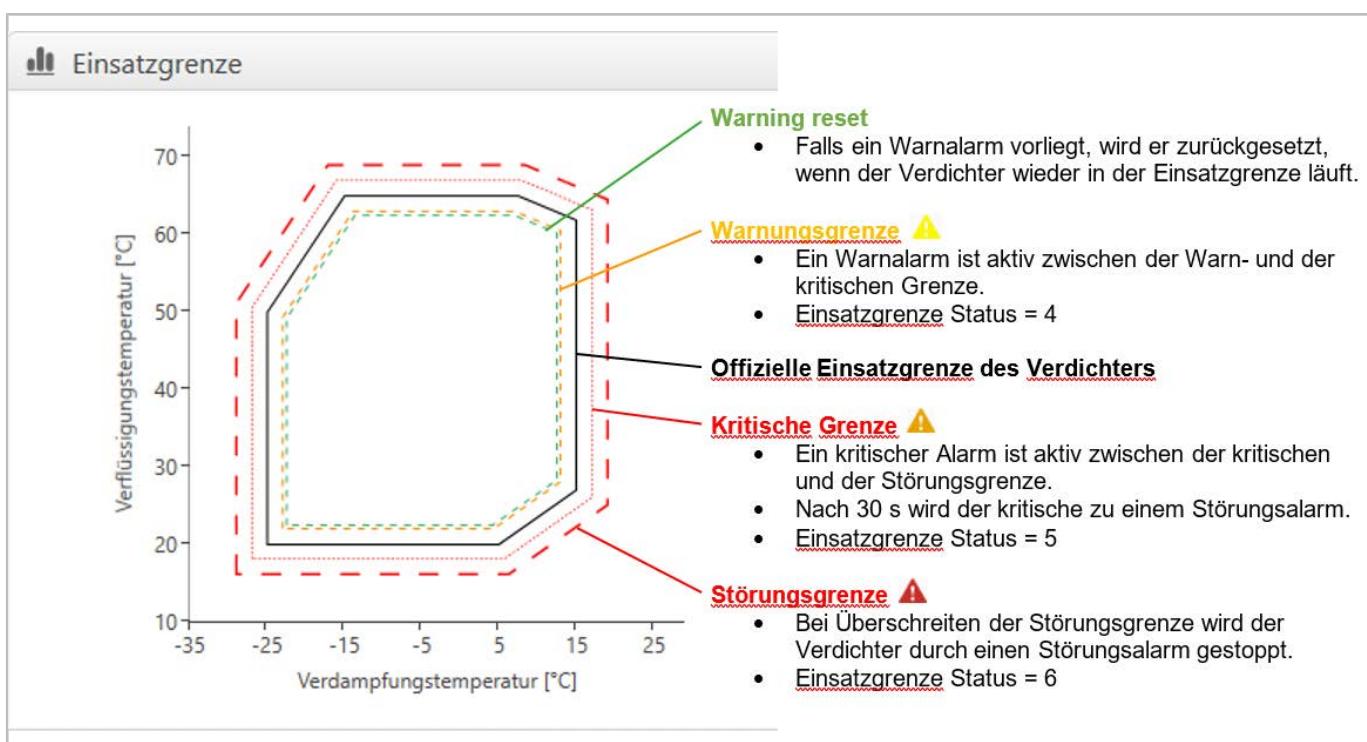


Abb. 33: Beispielhafte Einsatzgrenzen mit Legende

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
12005 (I)	Status	Status der Einsatzgrenze 0 = Verdichter gestoppt	uint8

Register	Name	Beschreibung	Typ
		1 = Verdichter läuft an (Einsatzgrenzüberwachung für 120 s deaktiviert) 2 = Verdichter läuft in der Einsatzgrenze (innerhalb der grünen gestrichelten Linie) 3 = Verdichter hält an (Einsatzgrenzüberwachung deaktiviert) 4 = Einsatzgrenzen-Warnung ist aktiv 5 = Einsatzgrenze kritisch ist aktiv 6 = Einsatzgrenzen-Störung ist aktiv 7 = Modus Abtauung ist aktiv	
12006 (I)	Zone	Zone, in der der Verdichter momentan läuft - oder, falls eine Störung aktiv ist, in welcher Zone der Betriebspunkt war, als die Störung gemeldet wurde. 0 = Innerhalb der Einsatzgrenze (grüne gestrichelte Linie) 1 = Niedrige Verdampfung, niedrige Verflüssigung 2 = Niedrige Verdampfung 3 = Niedrige Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 4 = Hohe Verflüssigung / Hochdruck 5 = Hohe Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 6 = Hohe Verdampfung 7 = Hohe Verdampfung, niedrige Verflüssigung 8 = Niedrige Verflüssigung	uint8

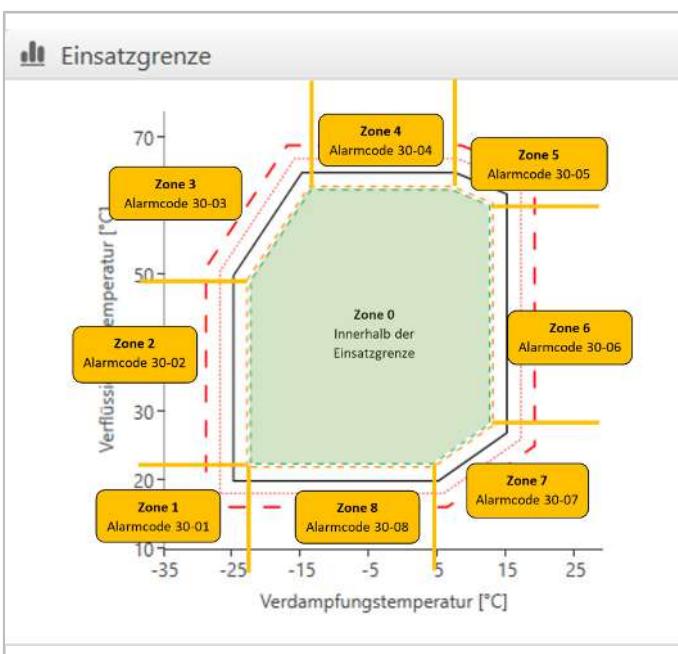


Abb. 34: Zonen der Einsatzgrenze

SST: Verdampfungstemperatur ("saturated suction temperature")

SDT: Verflüssigungstemperatur ("saturated discharge temperature")

8 ECOSTAR

8.1 Modbus Einführung

Der ECOSTAR Regler hat insgesamt 3 eingebaute Modbus-RTU-Schnittstellen.

1. CN7 A1/B1: VARISPEED Frequenzumrichter

Diese Schnittstelle ist für den VARISPEED oder VARIPACK Frequenzumrichter vorgesehen, ab Werk verdrahtet und wird nicht weiter beschrieben.

2. CN7 A2/B2: externes Display oder Netzwerkbetrieb

Diese Schnittstelle ist für das optional erhältliche externe Display und/oder den Netzwerkbetrieb vorgesehen.

Externes Display (LUP200)

Das Display wird beim Anschließen automatisch erkannt. Es wird ein geschirmtes Twisted-Pair-Kabel empfohlen.

ECOSTAR Netzwerkbetrieb

Der Netzwerkbetrieb kann genutzt werden, wenn 2 .. 4 ECOSTAR im Raumtemperaturbetrieb für einen Kühlraum verwendet werden.

Mit der BEST SOFTWARE oder dem Web-Interface müssen die Regler für Client- und Server-Gerät definiert werden. Die Haupteinstellungen des Client-Geräts werden automatisch auf die Server-Geräte übertragen. Anschließend können alle ECOSTAR über den Client-Gerät-Regler mit BEST oder der Web-Oberfläche überwacht werden.

Kabelführung:

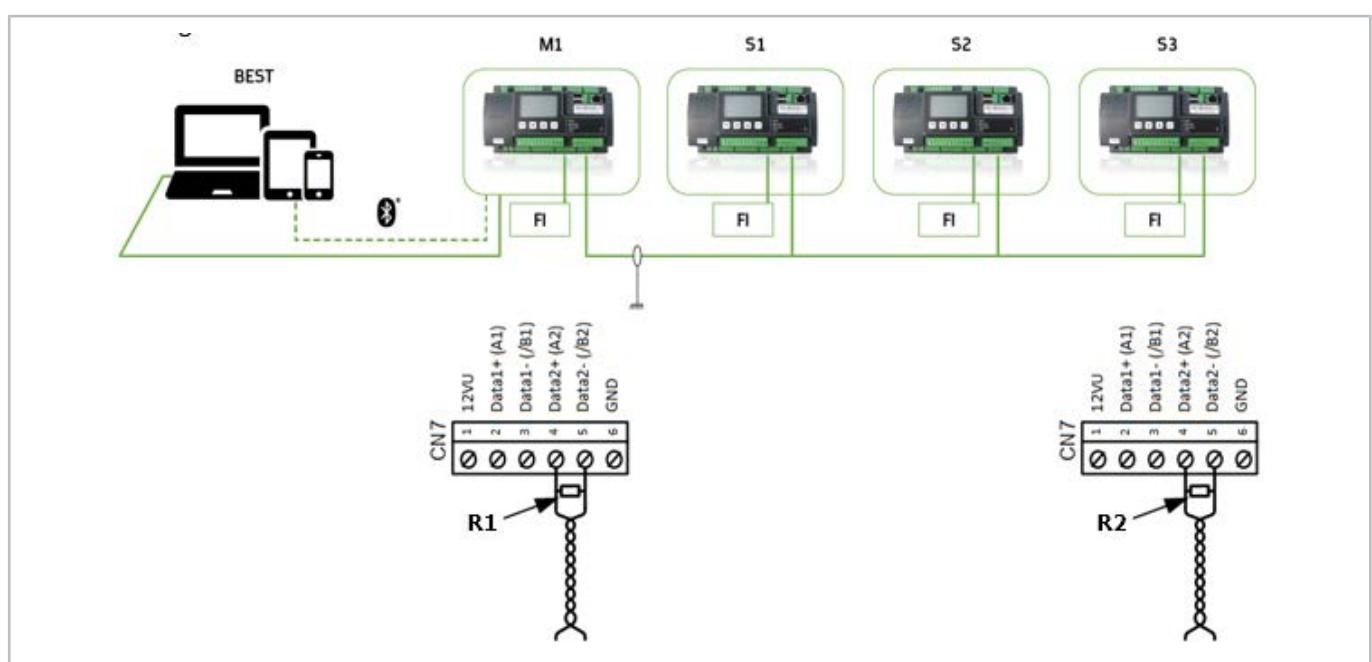


Abb. 35: Kabelführung mehrerer ECOSTAR für den gemeinsamen Betrieb im Netzwermodus.

M1: ECOSTAR definiert als Client-Gerät

S1, S2, S3: ECOSTAR, betrieben als Server-Geräte

R1, R2: 120-Ohm-Abschlusswiderstände an jedem Ende des Modbus-Kabels

3. Port zwischen dem Ethernet- und dem USB-Stecker: Übergeordneter Anlagenregler oder Gebäudeleitsystem

Diese Schnittstelle ermöglicht die Überwachung des Verflüssigungssatzes sowie Parameteränderungen über einen übergeordneten Regler oder ein Gebäudem Managementsystem.

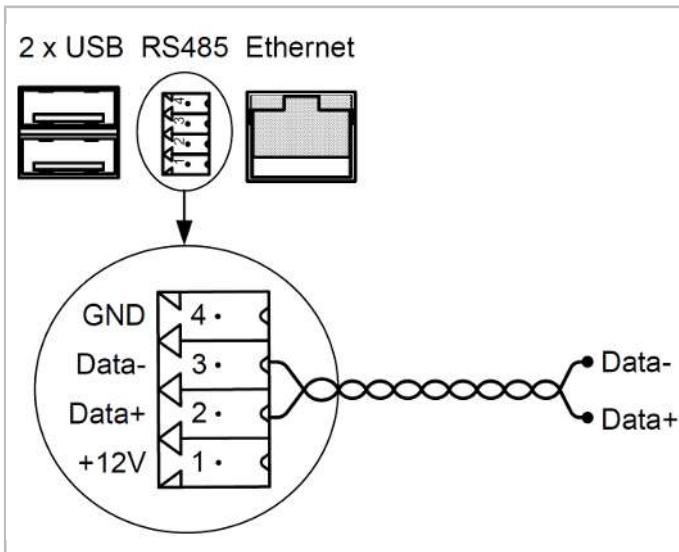


Abb. 36: Klemmen der Modbus-Schnittstelle des ECOSTAR Reglers.

Konfiguration der Modbus Kommunikationsparameter

Die Konfiguration und Voreinstellungen finden sich in BEST unter "Konfiguration" in der Parametergruppe "Kommunikation". Die Parametrierung kann über BEST mittels Mini-USB-Kabel oder Bluetooth erfolgen. Die Änderung der Kommunikationsparameter ändert sofort die Kommunikation.

Verwendete Datentypen und Skalierung

Datentypen:

- uint8: 8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- int16: 16-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint16: 16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen

Skalierung der Werte:

- Skala 1: Der Wert ist der exakte Wert.
- Skala 100:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 100 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 100 geteilt werden, d.h. 123 --> 1,23

Modbus Funktionscodes

Die folgenden Funktionscodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)	Anmerkungen
Read holding registers (H)	03	03	
Read input register (I)	04	04	
Write multiple registers (H)	10	16	
Read/write multiple registers (H)	17	23	Kann auch zum Schreiben einzelner Register verwendet werden.

Alle Eingaberegister können auch als Halteregister gelesen werden.

Modbus-Ausnahmecodes

Die folgenden Ausnahmecodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Code	Name	Bedeutung
01	Illegal function	Der Funktionscode ist nicht gültig.
02	Illegal data address	Das angegebene Register ist nicht gültig.
03	Illegal data value	Der Wert ist nicht zulässig.

Empfehlungen zur Kabelführung

- Es muss ein abgeschirmtes Kabel mit paarweise miteinander verdrillten Adern verwendet werden, das für die RS485-Kommunikation geeignet ist und eine nominelle Impedanz von 100 .. 130 Ω aufweist. Die beiden Signaldrähte müssen sich im gleichen Adernpaar befinden.
- Die Verdrahtungstopologie muss als "Daisy Chain" (Reihenschaltung) mit 120 Ω Abschlusswiderständen an jedem Ende der Busleitung erfolgen. Da dieses IQ Produkt keinen integrierten Abschlusswiderstand hat, muss dieser extern hinzugefügt werden.
- Die maximale Kabellänge des Modbus-Kabels ist abhängig von der verwendeten Baudrate und der Anzahl der Geräte.
- Das Modbus-Kabel sollte so verlegt werden, dass der Einfluss der Leistungskabel minimiert wird. Bei Kreuzung von Leistungskabeln sollte ein 90°-Winkel erreicht werden. Parallel verlaufende Modbus- und Leistungskabel sollten durch einen möglichst großen angemessenen Abstand getrennt werden, ca. 20 .. 25 cm. Alternativ kann ein geerdetes Schirmblech oder ein geerdetes Metallrohr verwendet werden.
- An einem Modbus-Strang sollten max. 10 IQ Produkte angeschlossen sein. Sind andere Geräte an denselben Modbus-Strang angeschlossen, muss die maximale Stromaufnahme dieser anderen Geräte beachtet werden. Der Vorspannungswiderstand des gesamten Strangs sollte mindestens 450 Ohm betragen. Dieses IQ Produkt hat einen Vorspannungswiderstand von 10 kOhm (=> 1 kOhm bei 10 Geräten).
- Dieses IQ Produkt hat keine galvanische Isolierung an der RS485 Schnittstelle. Daher **müssen** Module, die direkt über den RS485-Bus verbunden sind, das gleiche PE-Massepotential haben.
 - IQ Produkte, die sich auf unterschiedliche Massepotenziale beziehen, müssen über einen geeigneten galvanisch getrennten Repeater an den RS485 angeschlossen werden, oder nur an Geräte mit isolierter RS485-Schnittstelle. Unterschiedliche Potenziale auf der Bus-Leitung können zu Fehlfunktionen oder Beschädigungen der Elektronik führen.
 - Nur Data+ und Data- sollten angeschlossen werden. Die GND-Leitung sollte nicht zwischen den Modulen angeschlossen werden, da dies einen unerwünschten Erdstrom in der Kommunikationsleitung verursachen kann. Der GND-Pin kann jedoch für den unsymmetrischen Anschluss der Abschirmung verwendet werden, wenn keine bessere Möglichkeit für den Anschluss der Abschirmung verfügbar ist.
- Die Abschirmung darf nur an einem Ende des Busses angeschlossen werden, um unerwünschte Erdströme in der Abschirmung zu vermeiden. Die Abschirmung muss jedoch über die gesamte Bus-Länge ununterbrochen sein, außer bei galvanisch getrennten Repeatern.
 - Im Falle eines isolierten Client-Geräts und eines nicht isolierten Server-Geräts oder umgekehrt wird empfohlen, die Abschirmung am Ende ohne Isolierung anzuschließen.
 - Wenn keines der Geräte isoliert ist, sollte die Abschirmung an das Client-Gerät angeschlossen werden. Wenn alle Geräte isoliert sind, spielt es keine Rolle, an welchem Ende die Abschirmung angeschlossen ist - sie sollte jedoch nicht an den GND-Pin der RS485-Schnittstelle angeschlossen werden.

Siehe folgende Beispiele zur Kabelführung:

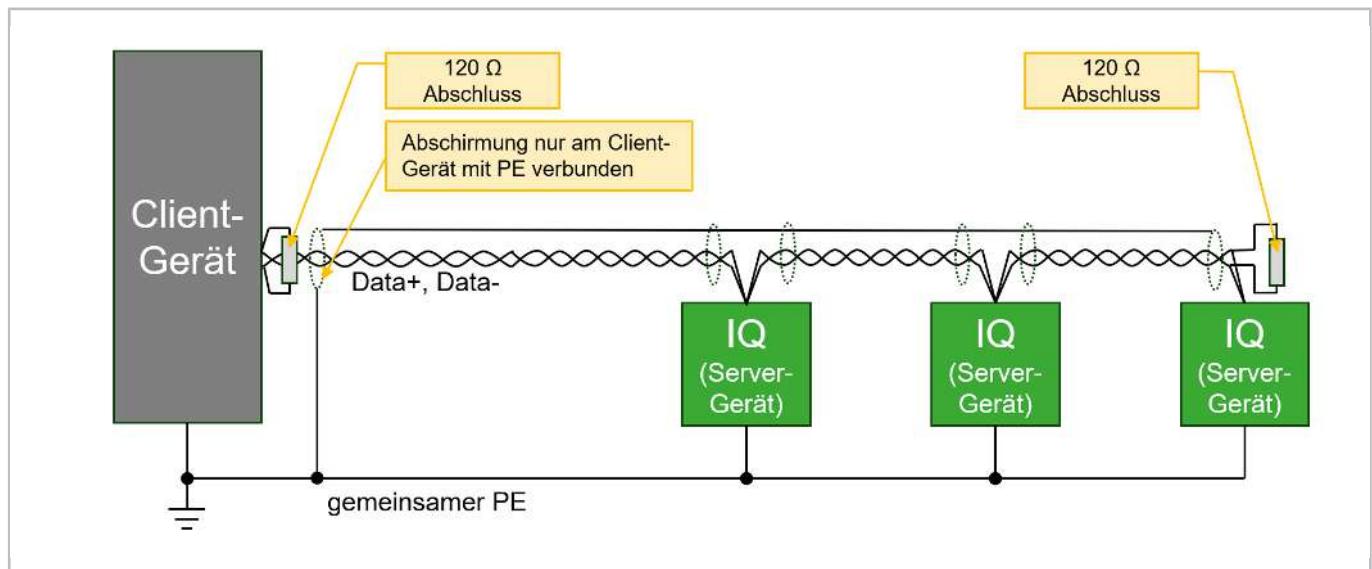


Abb. 37: Geräte mit gleichem Massepotential

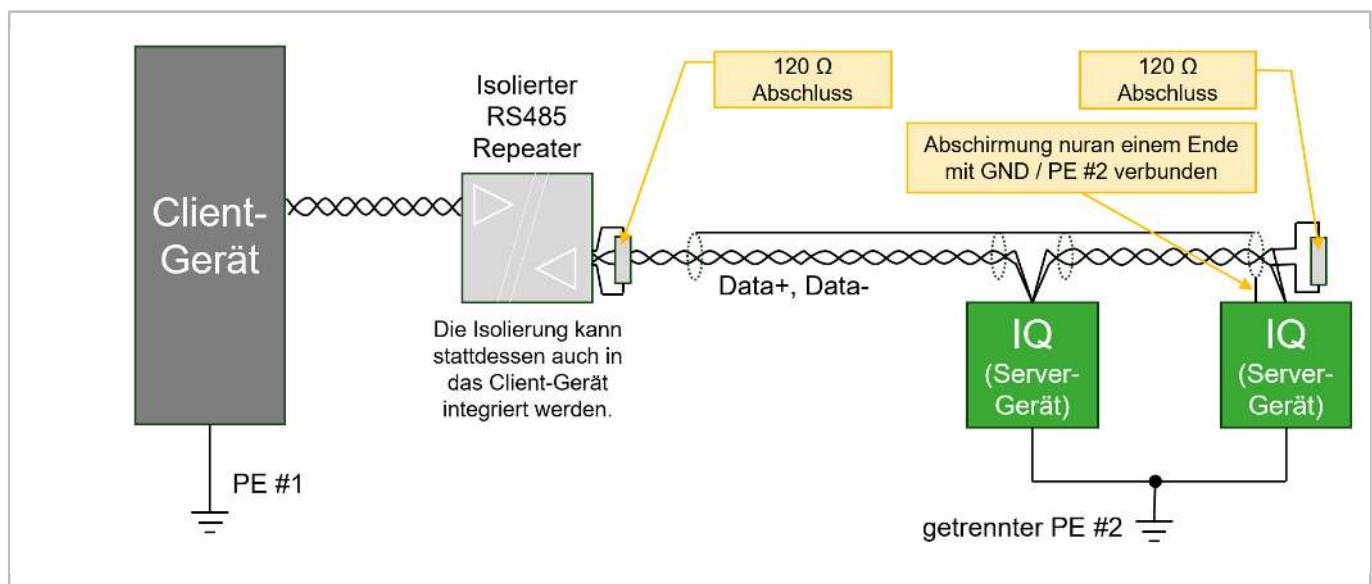


Abb. 38: Client-Gerät mit abweichendem Massepotential oder isolierter Schnittstelle

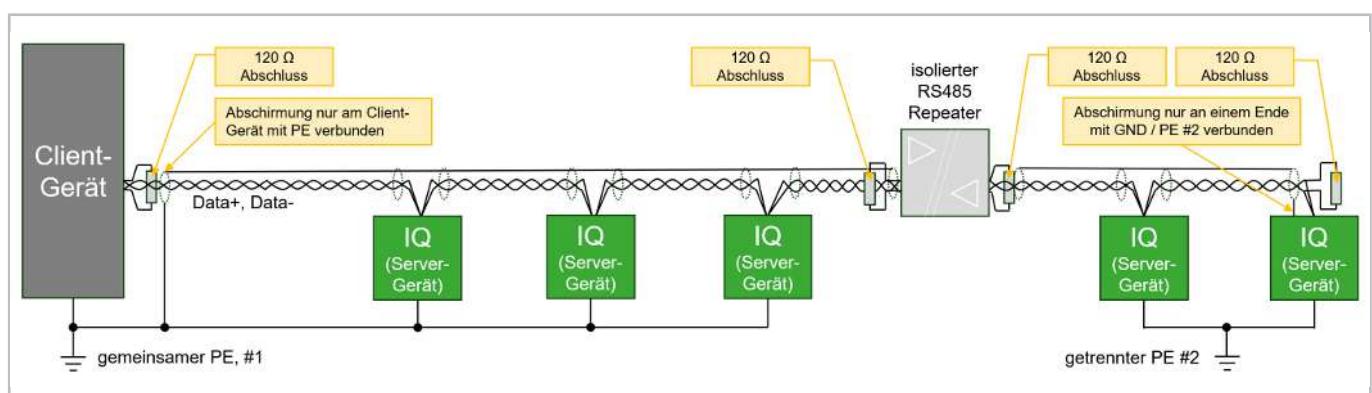


Abb. 39: Geräte mit unterschiedlichen Massepotentialen, die durch einen isolierten RS485-Repeater getrennt sind

8.2 Modbus Alarmbehandlung

Kurze Schritt-für-Schritt-Anleitung zum Erstellen einer Alarmliste wie in BEST

- Zahl der Alarne 1600 (I) auslesen.
0 --> Kein Alarm
>0 --> Zahl der Alarne
- Je nach Zahl der Alarne Register 1604 (I) .. 1619 (I) auslesen.
 - Bit 0 .. 9 liefert die Indexnummer der Alarne, die in der BEST SOFTWARE unter "Produkt" --> "Dokumentation" --> "Alarne" aufgelistet sind.
 - Bit 10 .. 12 liefert die Schwere.
 - Bit 15 liefert den Alarmstatus.

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
1600 (I)	Aktive und inaktive Alarne	Zahl der aktiven und inaktiven Alarne	uint16
1601 (I)	Aktive Alarme	Zahl der aktiven Alarme	uint16
1602 (I)	Höchste Alarmstufe	Höchste Stufe eines aufgeführten Alarms 0 = Keine 4 = Warnung 5 = Kritisch	uint16
1603 (H)	Alarm Reset	Alarm-Reset-Befehl 65535 = alle zurücksetzbaren Alarne zurücksetzen	uint16
1604 (I) .. 1619 (I)	Alarm 1 .. 16	Alarne sind in der Alarmliste nach Schweregrad geordnet: Alarm 1 ist der höchste, Alarm 16 der niedrigste Wert. <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0 .. 9 (binär zu dezimal): Indexnummer, für Übertragung in Alarntexte siehe in der BEST SOFTWARE unter "Produkt" --> "Dokumentation" --> "Alarne". Die Tabelle kann als csv-Datei exportiert werden über die Schaltfläche "Exportieren..." im Menü oben ganz rechts. • Bit 10 .. 12 (binär zu dezimal): Alarmschwere 3 = Warnung 4 = Kritisch • Bit 13 .. 14: Reserviert • Bit 15 (binär zu dezimal): Alarmzustand 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 	uint16

Alarmschwere

Es gibt die folgenden Alarmtypen:

Kritisch !:

Die Definition eines kritischen Alarms für den ECOSTAR unterscheidet sich von denen für andere IQ Produkte!
Wird ein kritischer Alarmzustand erkannt, öffnet das Gerät das Hauptschütz und stoppt den Verdichtermotor.

Warnung !:

Eine Warnung wird signalisiert, wenn der Zustand möglicherweise Aufmerksamkeit erfordert, aber nicht schwerwiegend genug ist, um den Betrieb des Verdichters zu stoppen. Er läuft weiter.

9 ECOLITE mit Regler

9.1 Modbus Einführung

Der ECOLITE Regler hat eine eingebaute Modbus-RTU-Schnittstelle (11), die im Allgemeinen für BEST gedacht ist. Es ist aber auch möglich, diese Schnittstelle für Feldbus-Zwecke zu nutzen. Sie ermöglicht die Überwachung des Verflüssigungssatzes sowie Parameteränderungen über eine übergeordnete Steuerung oder ein Gebäudemagementsystem. Da der ECOLITE Regler jedoch nicht erkennen kann, ob der BEST Schnittstellenkonverter oder ein anderes Gerät angeschlossen ist, ist die Kommunikation mit BEST nicht mehr möglich, wenn die Modbus-Kommunikationsparameter gegenüber den Standardeinstellungen geändert wurden.

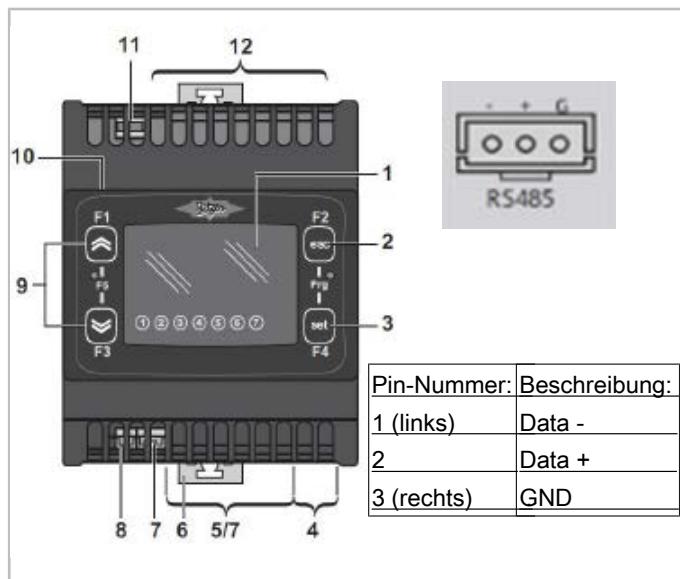


Abb. 40: Klemmen der Modbus-Schnittstellenbuchse des ECOLITE Reglers.
Ein Kabel mit MOLEX-Stecker kann unter der Teilenr. 344 117 10 bestellt werden.

Konfiguration der Modbus Kommunikationsparameter

Standardeinstellungen:

- Modbus-Adresse: 1
- Baudrate: 19200
- Parität: gerade
- Stoppbits: 1 (nicht konfigurierbar)

Die Modbus-Kommunikationsparameter können über das Tastenfeld des Reglers geändert werden:

- Menü Modbus-Kommunikationsparameter (CF) aufrufen
 - F1 + F3 drücken --> FREE
 - F2 + F4 drücken --> Par (am rechten unteren Ende ist "ABC" gezeigt)
 - F4 drücken --> CF
 - F4 drücken --> CF30
- Kommunikationseinstellungen ändern
(F1/F3 drücken, um sich zwischen den Parametern auf- und abwärts zu bewegen; F4 drücken, um den Parameter zu betreten/verlassen)
 - CF30 = Adresse: 1 .. 255

- CF31 = Baudrate:
 - 3 = 9600
 - 4 = 19200
- CF32 = Parität
 - 1 = gerade
 - 2 = keine
 - 3 = ungerade
- Regler aus- und einschalten, um die neuen Kommunikationseinstellungen zu aktivieren.

Wenn die Kommunikationsparameter gegenüber dem Standard geändert werden, ist die Kommunikation mit der BEST SOFTWARE nicht mehr möglich!

Verwendete Datentypen und Skalierung

Datentypen:

- uint8: 8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- int16: 16-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint16: 16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- uint32: 32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen

Skalierung der Werte:

- Skala 1: Der Wert ist der exakte Wert.
- Skala 10:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 10 multipliziert werden, d.h. 12,3 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 10 geteilt werden, d.h. 123 --> 12,3
- Skala 100:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 100 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 100 geteilt werden, d.h. 123 --> 1,23
- Skala 1000:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 1000 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 1230
 - Ein empfangener Wert muss durch 1000 geteilt werden, d.h. 1230 --> 1,23

32-Bit-Werte lesen und schreiben

32-Bit-Werte müssen als zwei aufeinander folgende Modbus-Register gelesen und geschrieben werden (Anzahl Register = 2).

Während Modbus.org spezifiziert hat, dass 16-Bit-Werte mit dem höchstwertigen Byte zuerst übertragen werden ("most significant byte first" oder "big endian byte order"), gibt es keinen Standard zur Anordnung der "Word", die bei 32-Bit-Werten oder Zeichenfolgen mit 2 oder mehr Registern ins Spiel kommen.

Dieses Gerät überträgt 32-Bit-Werte mit dem niedwertigsten "Word" zuerst ("least significant word first" oder "little endian word order").

In der folgenden Tabelle ist dies beispielhaft für die Zahl **123456789** dargestellt, der die Hexadezimalzahl **75BCD15** entspricht.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17

	Register X		Register X+1	
	Word 0	Word 1	Word 1	Word 1
Binär	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadezimal	CD	15	07	5B

Modbus-Funktionscodes

Die folgenden Funktionscodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

Alle Input-Register (I) können auch als Holding-Register (H) gelesen werden.



HINWEIS

Defekt des Reglers!

Kontinuierliches Schreiben von Parametern kann zu einem Verschleiß des EEPROMs führen, da viele Parameter direkt in das EEPROM geschrieben werden, auch wenn sie ihren Wert nicht ändern. Zyklisches Schreiben von Parametern vermeiden.

Modbus-Ausnahmecodes

Die folgenden Ausnahmecodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Code	Name	Bedeutung
01	Illegal function	Der Funktionscode ist nicht gültig.
02	Illegal data address	Das angegebene Register ist nicht gültig.
03	Illegal data value	Der Wert ist nicht zulässig.
04	Server device failure	Unbehebbarer Fehler im Server-Gerät.

Empfehlungen zur Kabelführung

- Es muss ein abgeschirmtes Kabel mit paarweise miteinander verdrillten Adern verwendet werden, das für die RS485-Kommunikation geeignet ist und eine nominelle Impedanz von 100 .. 130 Ω aufweist. Die beiden Signaldrähte müssen sich im gleichen Adernpaar befinden.
- Die Verdrahtungstopologie muss als "Daisy Chain" (Reihenschaltung) mit 120 Ω Abschlusswiderständen an jedem Ende der Busleitung erfolgen. Da dieses IQ Produkt keinen integrierten Abschlusswiderstand hat, muss dieser extern hinzugefügt werden.
- Die maximale Kabellänge des Modbus-Kabels ist abhängig von der verwendeten Baudrate und der Anzahl der Geräte.

- Das Modbus-Kabel sollte so verlegt werden, dass der Einfluss der Leistungskabel minimiert wird. Bei Kreuzung von Leistungskabeln sollte ein 90°-Winkel erreicht werden. Parallel verlaufende Modbus- und Leistungskabel sollten durch einen möglichst großen angemessenen Abstand getrennt werden, ca. 20 .. 25 cm. Alternativ kann ein geerdetes Schirmblech oder ein geerdetes Metallrohr verwendet werden.
- An einem Modbus-Strang sollten max. 10 IQ Produkte angeschlossen sein. Sind andere Geräte an denselben Modbus-Strang angeschlossen, muss die maximale Stromaufnahme dieser anderen Geräte beachtet werden.
- Dieses IQ Produkt hat keine galvanische Isolierung an der RS485 Schnittstelle. Daher **müssen** Module, die direkt über den RS485-Bus verbunden sind, das gleiche PE-Massepotential haben.
 - IQ Produkte, die sich auf unterschiedliche Massepotenziale beziehen, müssen über einen geeigneten galvanisch getrennten Repeater an den RS485 angeschlossen werden, oder nur an Geräte mit isolierter RS485-Schnittstelle. Unterschiedliche Potenziale auf der Bus-Leitung können zu Fehlfunktionen oder Beschädigungen der Elektronik führen.
 - Nur Data+ und Data- sollten angeschlossen werden. Die GND-Leitung sollte nicht zwischen den Modulen angeschlossen werden, da dies einen unerwünschten Erdstrom in der Kommunikationsleitung verursachen kann. Der GND-Pin kann jedoch für den unsymmetrischen Anschluss der Abschirmung verwendet werden, wenn keine bessere Möglichkeit für den Anschluss der Abschirmung verfügbar ist.
- Die Abschirmung darf nur an einem Ende des Busses angeschlossen werden, um unerwünschte Erdströme in der Abschirmung zu vermeiden. Die Abschirmung muss jedoch über die gesamte Bus-Länge ununterbrochen sein, außer bei galvanisch getrennten Repeatern.
 - Im Falle eines isolierten Client-Geräts und eines nicht isolierten Server-Geräts oder umgekehrt wird empfohlen, die Abschirmung am Ende ohne Isolierung anzuschließen.
 - Wenn keines der Geräte isoliert ist, sollte die Abschirmung an das Client-Gerät angeschlossen werden. Wenn alle Geräte isoliert sind, spielt es keine Rolle, an welchem Ende die Abschirmung angeschlossen ist - sie sollte jedoch nicht an den GND-Pin der RS485-Schnittstelle angeschlossen werden.

Siehe folgende Beispiele zur Kabelführung:

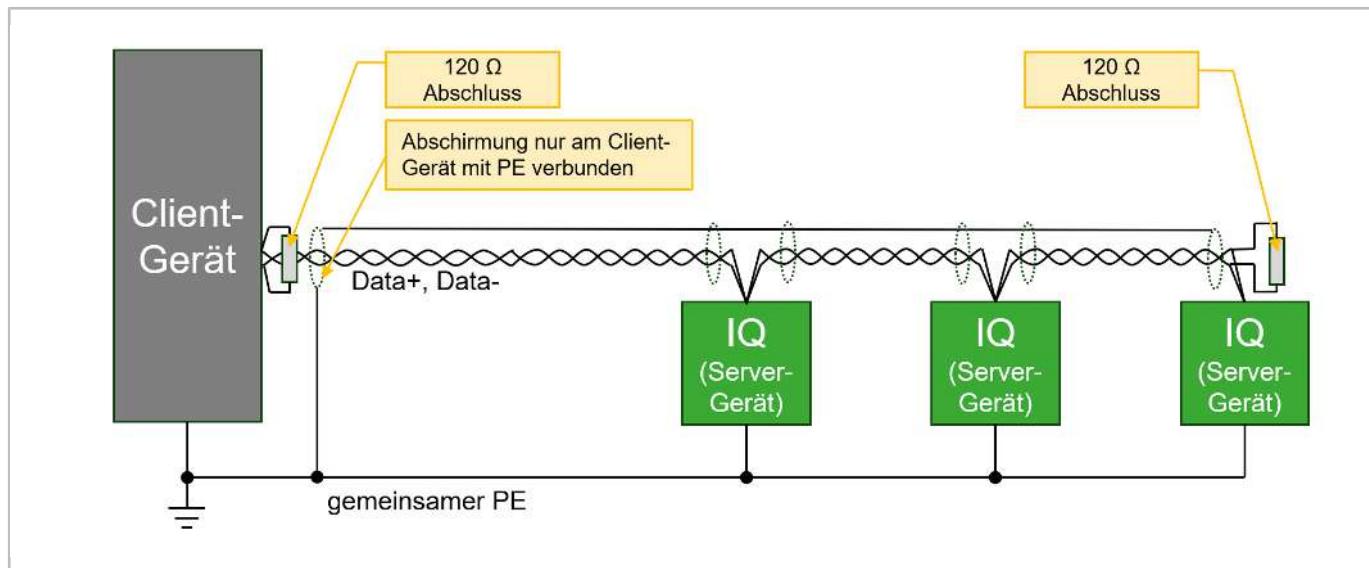


Abb. 41: Geräte mit gleichem Massepotential

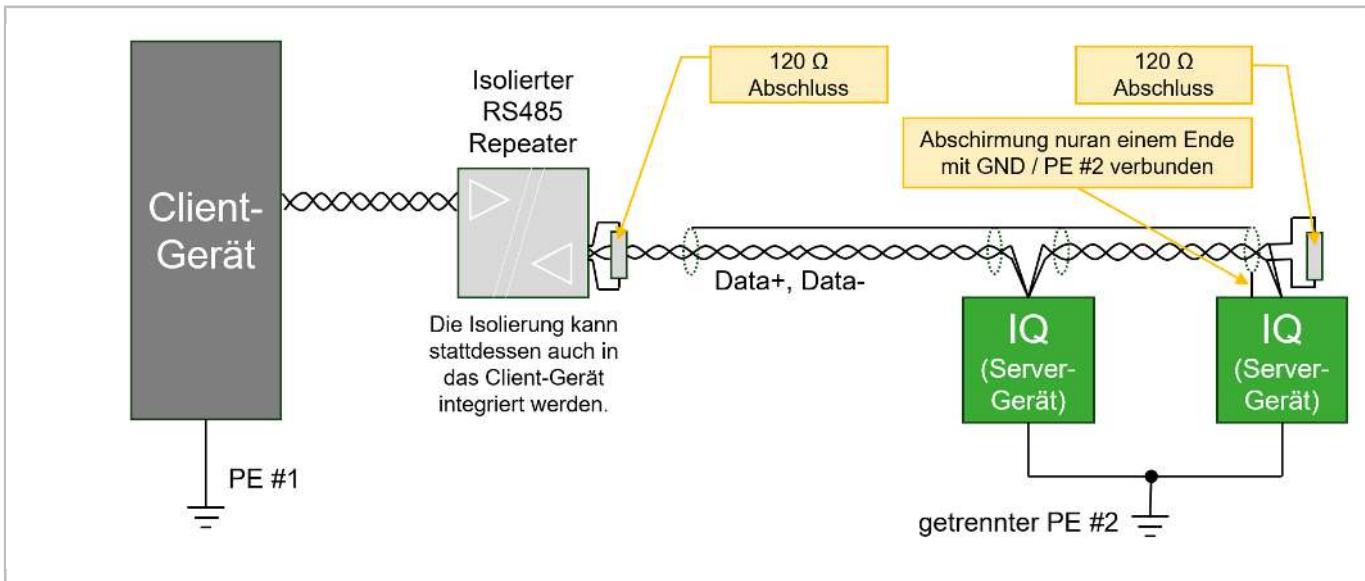


Abb. 42: Client-Gerät mit abweichendem Massepotenzial oder isolierter Schnittstelle

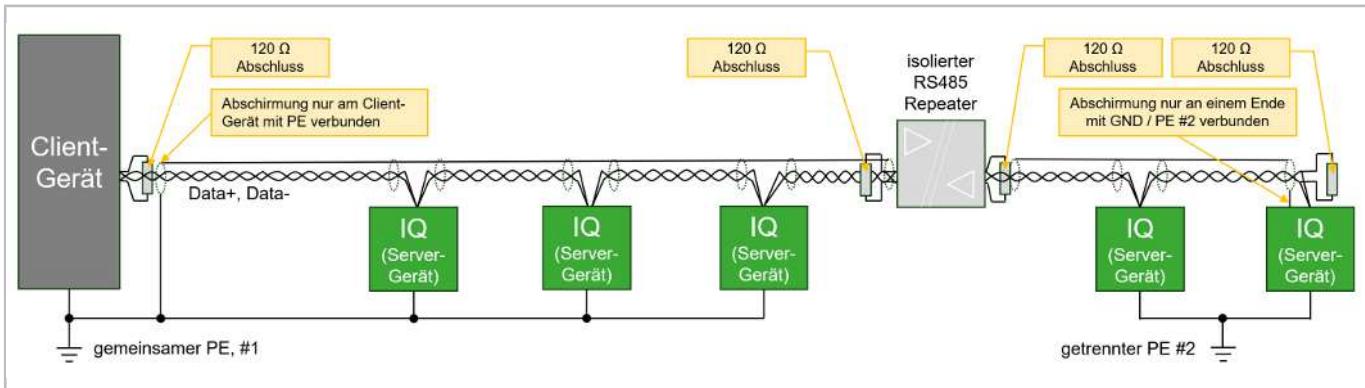


Abb. 43: Geräte mit unterschiedlichen Massepotenzialen, die durch einen isolierten RS485-Repeater getrennt sind

10 ECOLITE mit CM-RC-02

10.1 Modbus Einführung

Das CM-RC-02 verfügt über zwei RS485-Ports:

- Die Schnittstelle an **CN1** fungiert als **Server-Gerät** und kann zur Anbindung des Feldbus (Modbus RTU), des BITZER Digital Network (BDN) Gateways oder der BEST SOFTWARE über den BEST Schnittstellenkonverter genutzt werden. Bei angeschlossenem Feldbus können die Betriebsparameter weiterhin mit der BEST SOFTWARE per Bluetooth überwacht werden. Wenn das BDN-Gateway angeschlossen ist, kann der Feldbus an das BDN-Gateway angeschlossen werden. Die Kommunikation wird dabei über das BDN-Gateway geleitet. Die Feldbusintegration bzw. -kommunikation funktioniert auf die gleiche Weise wie beim direkten Anschluss des Feldbus an das CM-RC-02. Diese Modbus-Dokumentation beschreibt die Integration des CM-RC-02 als Feldbusgerät in übergeordnete Steuerungen oder Überwachungssysteme.
- Die Schnittstelle an **CN2** fungiert als **Client-Gerät** und ist für den IQ-Bus (zur Verbindung von CM-RC-02-Geräten) oder den Anschluss des VARIPACK Frequenzumrichters vorgesehen. Diese Schnittstelle wird hier nicht weiter beschrieben.

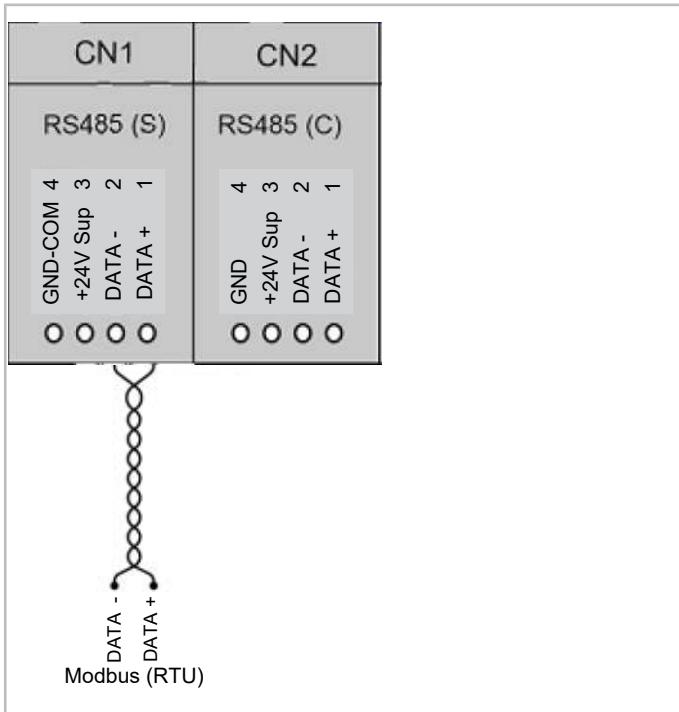


Abb. 44: Anschlüsse der Modbus-Schnittstelle des CM-RC-02

Konfiguration der Modbus Kommunikationsparameter

Die Konfiguration und Voreinstellungen finden sich in BEST unter "Konfiguration" in der Parametergruppe "Modbus".

Die Parametrierung kann über BEST oder per Modbus erfolgen. Wenn Modbus verwendet wird, um Modbus-Kommunikationsparameter wie Adresse, Baudrate oder Parität zu ändern, ändert dies nicht sofort die Kommunikation: Die neue Konfiguration wird erst nach dem Aus- und Wiedereinschalten des Moduls aktiv.

Verwendete Datentypen und Skalierung

Datentypen:

- uint8: 8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- int16: 16-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint16: 16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- uint32: 32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- string: Zeichenfolge

Skalierung der Werte:

- Skala 1: Der Wert ist der exakte Wert.
- Skala 10:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 10 multipliziert werden, d.h. 12,3 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 10 geteilt werden, d.h. 123 --> 12,3
- Skala 100:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 100 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 100 geteilt werden, d.h. 123 --> 1,23

32-Bit-Werte lesen und schreiben

32-Bit-Werte müssen als zwei aufeinander folgende Modbus-Register gelesen und geschrieben werden (Anzahl Register = 2).

Während Modbus.org spezifiziert hat, dass 16-Bit-Werte mit dem höchstwertigen Byte zuerst übertragen werden ("most significant byte first" oder "big endian byte order"), gibt es keinen Standard zur Anordnung der "Word", die bei 32-Bit-Werten oder Zeichenfolgen mit 2 oder mehr Registern ins Spiel kommen.

Dieses Gerät überträgt 32-Bit-Werte mit dem niedrigwertigsten "Word" zuerst ("least significant word first" oder "little endian word order").

In der folgenden Tabelle ist dies beispielhaft für die Zahl **123456789** dargestellt, der die Hexadezimalzahl **75BCD15** entspricht.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binär	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadezimal	CD	15	07	5B

Zeichenfolgen per Modbus lesen

Mittels eines Byte lässt sich ASCII codiert ein Zeichen übertragen. Ein "Word" bzw. Register ermöglicht somit, zwei Zeichen zu übertragen.

Um längere Zeichenketten übermitteln zu können, werden daher meist mehrere Register für den string-Datentyp genutzt.

Die Zahl der zu lesenden Register ist in "Anzahl Register" aufgeführt.

Die Zeichenfolgen werden von links nach rechts übertragen und immer mit dem **höchstwertigsten "Word"** ("most significant word first" oder "big endian word order") **und dem niedrigwertigsten Byte** ("least significant byte first" oder "little endian byte order") zuerst.

In der folgenden Tabelle ist dies für beispielhaft für die Zeichenfolge **ABCD** dargestellt, die in einem String mit 3 Registern zur Verfügung gestellt wird.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binär	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadezimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus-Funktionscodes

Die folgenden Funktionscodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

Alle Input-Register (I) können auch als Holding-Register (H) gelesen werden.

Modbus-Ausnahmecodes

Die folgenden Ausnahmecodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Code	Name	Bedeutung
01	Illegal function	Der Funktionscode ist nicht gültig.
02	Illegal data address	Das angegebene Register ist nicht gültig.
03	Illegal data value	Der Wert ist nicht zulässig.
04	Server device failure	Unbehebbarer Fehler im Server-Gerät.

Empfehlungen zur Kabelführung

- Es muss ein abgeschirmtes Kabel mit paarweise miteinander verdrillten Adern verwendet werden, das für die RS485-Kommunikation geeignet ist und eine nominelle Impedanz von 100 .. 130 Ω aufweist. Die beiden Signaldrähte müssen sich im gleichen Adernpaar befinden.
- Die Verdrahtungstopologie muss als "Daisy Chain" (Reihenschaltung) mit 120 Ω Abschlusswiderständen an jedem Ende der Busleitung erfolgen. Das CM-RC-02 hat für seine RS485-Schnittstellen integrierte Abschlusswiderstände, die durch eine Schaltbrücke aktiviert werden können. Der Abschlusswiderstand für die RS485 (S)-Schnittstelle kann über die Schaltbrücke CN5 aktiviert und deaktiviert werden.
 - Schaltbrücke an Position 1 - 2: Abschlusswiderstand deaktiviert (werkseitig)
 - Schaltbrücke an Position 2 - 3: Abschlusswiderstand aktiviert
- Die maximale Kabellänge des Modbus-Kabels ist abhängig von der verwendeten Baudrate und der Anzahl der Geräte.
- Das Modbus-Kabel sollte so verlegt werden, dass der Einfluss der Leistungskabel minimiert wird. Bei Kreuzung von Leistungskabeln sollte ein 90°-Winkel erreicht werden. Parallel verlaufende Modbus- und Leistungskabel sollten durch einen möglichst großen angemessenen Abstand getrennt werden, ca. 20 .. 25 cm. Alternativ kann ein geerdetes Schirmblech oder ein geerdetes Metallrohr verwendet werden.
- An einem Modbus-Strang sollten max. 10 IQ Produkte angeschlossen sein. Sind andere Geräte an denselben Modbus-Strang angeschlossen, muss die maximale Stromaufnahme dieser anderen Geräte beachtet werden. Der Vorspannungswiderstand des gesamten Strangs sollte mindestens 450 Ohm betragen. Dieses IQ Produkt hat einen Vorspannungswiderstand von 10 kOhm (→ 1 kOhm bei 10 Geräten).
- Dieses IQ Produkt hat keine galvanische Isolierung an der RS485 Schnittstelle. Daher **müssen** Module, die direkt über den RS485-Bus verbunden sind, das gleiche PE-Massepotential haben.
 - IQ Produkte, die sich auf unterschiedliche Massepotenziale beziehen, müssen über einen geeigneten galvanisch getrennten Repeater an den RS485 angeschlossen werden, oder nur an Geräte mit isolierter RS485-Schnittstelle. Unterschiedliche Potenziale auf der Bus-Leitung können zu Fehlfunktionen oder Beschädigungen der Elektronik führen.
 - Nur Data+ und Data- sollten angeschlossen werden. Die GND-Leitung sollte nicht zwischen den Modulen angeschlossen werden, da dies einen unerwünschten Erdstrom in der Kommunikationsleitung verursachen

kann. Der GND-Pin kann jedoch für den unsymmetrischen Anschluss der Abschirmung verwendet werden, wenn keine bessere Möglichkeit für den Anschluss der Abschirmung verfügbar ist.

- Die Abschirmung darf nur an einem Ende des Busses angeschlossen werden, um unerwünschte Erdströme in der Abschirmung zu vermeiden. Die Abschirmung muss jedoch über die gesamte Bus-Länge ununterbrochen sein, außer bei galvanisch getrennten Repeatern.
 - Im Falle eines isolierten Client-Geräts und eines nicht isolierten Server-Geräts oder umgekehrt wird empfohlen, die Abschirmung am Ende ohne Isolierung anzuschließen.
 - Wenn keines der Geräte isoliert ist, sollte die Abschirmung an das Client-Gerät angeschlossen werden. Wenn alle Geräte isoliert sind, spielt es keine Rolle, an welchem Ende die Abschirmung angeschlossen ist - sie sollte jedoch nicht an den GND-Pin der RS485-Schnittstelle angeschlossen werden.

Siehe folgende Beispiele zur Kabelführung:

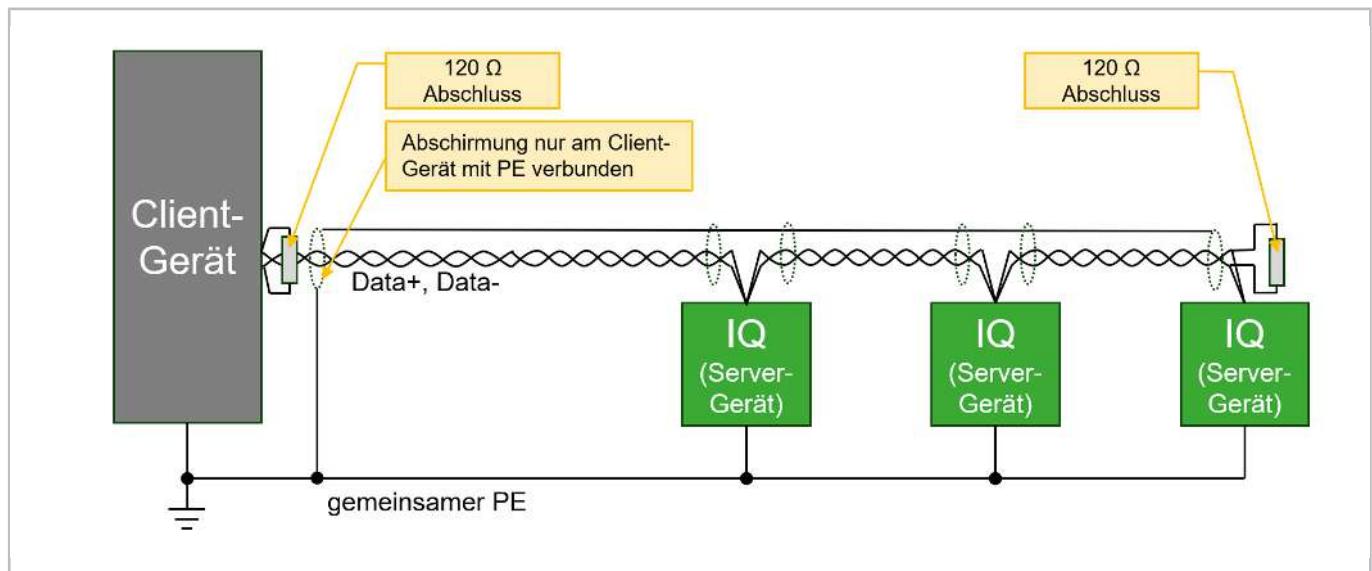


Abb. 45: Geräte mit gleichem Massepotential

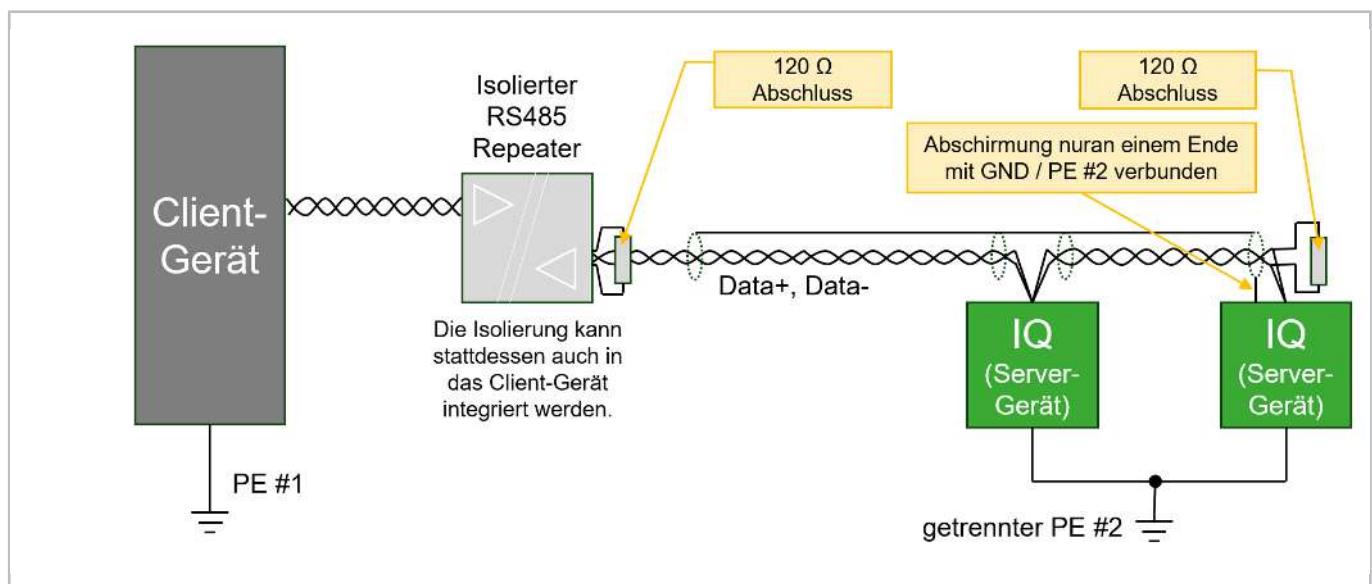


Abb. 46: Client-Gerät mit abweichendem Massepotential oder isolierter Schnittstelle

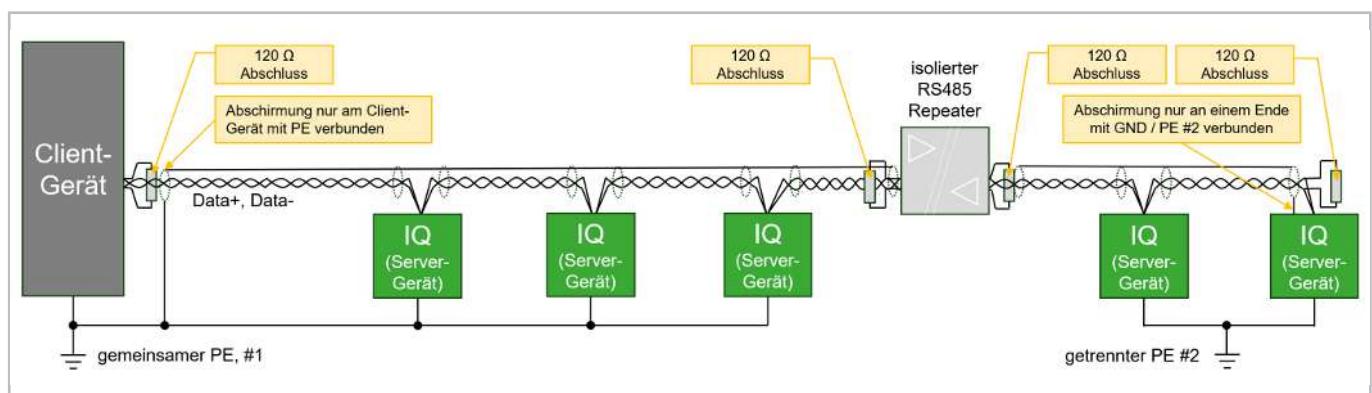


Abb. 47: Geräte mit unterschiedlichen Massepotentialen, die durch einen isolierten RS485-Repeater getrennt sind

Modbus TCP/IP

Falls Modbus TCP/IP erforderlich ist oder gegenüber Modbus RTU bevorzugt wird, kann ein Modbus RTU <-> TCP/IP Konverter verwendet werden. Es gibt Gateways auf dem Markt, die die Modbus Kommunikation 1:1 übersetzen, ohne dass die einzelnen Protokolle / Register im Gateway selbst konfiguriert werden müssen. Ein Produkt, das BITZER erfolgreich getestet hat, ist "RS485 TO POE ETH (B)" von Waveshare. Im Vergleich zur Standardversion "RS485 TO ETH (B)" bietet die POE Version eine zusätzliche galvanische Isolierung der Signale und der Netzversorgung. Nachdem die Geräte als Modbus RTU <-> TCP/IP Konverter konfiguriert sind, können mehrere IQ Produkte am Modbus TCP/IP verfügbar gemacht werden.

Im Einzelnen müssen die folgenden Einstellungen im "VirCom" vorgenommen werden:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternativ kann eine feste IP Adresse gegeben werden)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baudrate, Datenbits, Parität, Stopbits: Müssen identisch sein zu den Kommunikationseinstellungen der angeschlossenen IQ Produkte.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - Weitere fortgeschrittene Einstellungen: Bei der Konfiguration des Geräts über das „VirCom“-Tool werden die Speicherfunktion (Modbus Gateway Type = Auto Query Storage Type) und die Multi-Host-Unterstützung (Enable RS485 Multi-Host) automatisch aktiviert. Die Speicherfunktion verbessert die Leistung für Modbus TCP/IP-Abfragen, und die Multi-Host-Funktion ermöglicht den Anschluss von mehr als einem Modbus TCP/IP-Client-Gerät.

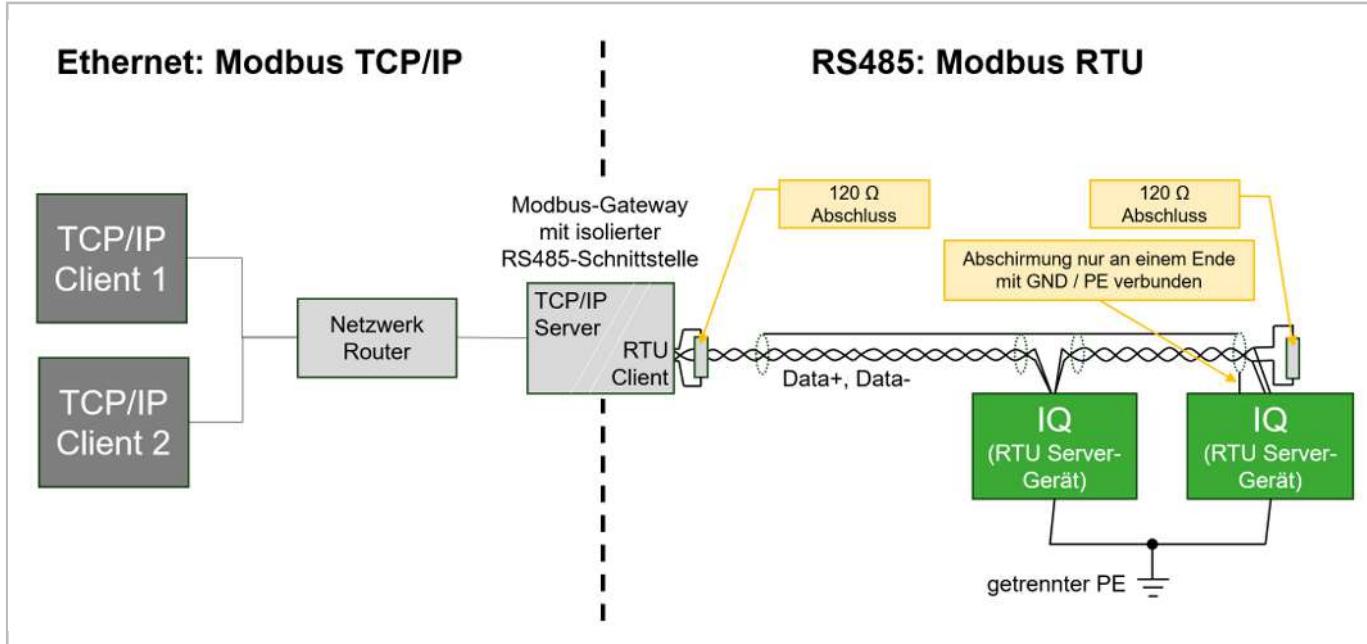


Abb. 48: Ethernet mit Modbus TCP/IP und RS485 mit Modbus RTU

10.2 Steuerung des Verdichters über Modbus

Regelmodus "Verdampfungstemperatur" und "Raumtemperatur"

Das IQ MODUL CM-RC-02 regelt selbstständig die jeweilige Temperatur, startet und stoppt den Verdichter und passt dessen Leistung an.

In diesen Regelmodi haben die Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion, das serielle Steuerwort und der serielle Sollwert keinen Einfluss.

Regelmodus "Extern: Modbus direkt" und "Extern: Modbus über BDN Gateway"

Mit den Regelmodi "Extern: ..." können Anlauf und Stopp des Verdichters sowie seine Leistung durch externe Signale vorgegeben werden.

- Soll der Verdichter über Modbus gesteuert werden, muss der Regelmodus "Extern: Modbus direkt" gewählt werden.
- Ist der Netzkoppler ("Gateway") für das BITZER DIGITAL NETWORK (BDN, Zugang über myBITZER) zwischen Anlagensteuerung und IQ MODUL CM-RC-02 geschaltet, muss "Extern: Modbus über BDN-Gateway" gewählt werden. Siehe dazu auch:
 - [CT-311: Installationsanleitung für den BITZER Netzkoppler](#)

Wenn die Modbus-Steuerung aktiviert ist, werden die Sollwerte der unterschiedlich Schnittstellen (analoger Sollwert und serieller Sollwert) zusammengeführt, und der resultierende "Sollwert" kann über die Modbus-Schnittstelle gelesen werden. Der Sollwert ist auf 100% begrenzt, auch wenn die Summe der Sollwerte >100% betragen kann.

Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion

Wenn die Modbus-Kommunikation unterbrochen wird, kann das IQ-MODUL über die Parameter "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion" und "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitung" für unterschiedliche Reaktionen auf diese Unterbrechung konfiguriert werden.

Konfigurationsmöglichkeiten für die Zeitüberschreitungsfunktion:

- Keine --> Nichts tun (wenn der Verdichter in Betrieb ist, wird dieser fortgesetzt)
 - Stopp --> Verdichter anhalten
 - Störung --> Verdichter anhalten und Störungsalarm "11-00 Zeitüberschreitung: Serielle Steuerung" auslösen
- Jedes empfangene Modbus-Telegramm setzt die Zeitüberschreitungsfunktion zurück.

Serielles Steuerwort

Das serielle Steuerwort wird über das Modbus Holding Register **110** gesetzt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serielles Steuerwort	keine	uint16		110(H)	1

Bit-Definition des seriellen Steuerwortes:

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 2	Reserviert	Sollte auf 1 gesetzt werden (für Kompatibilität mit der CSV)
3	Betrieb freigeben	0 = Betrieb nicht freigegeben 1 = Verdichter für den Betrieb freigegeben Dies kann hauptsächlich zum Aufheben der externen Freigabe über Modbus im Fall "Operating mode" = "System control" verwendet werden. Andernfalls muss das Bit auf 1 gesetzt werden.
4 .. 5	Reserviert	Sollte auf 1 gesetzt werden (für Kompatibilität mit der CSV)
6	Anlauf	Anlaufbefehl 0 = Stopp 1 = Anlauf aktiv
7	Reset	Alarm-Reset-Befehl ist aktiv, wenn Bit von 0 auf 1 gesetzt wird (positiv flankengetriggert).

Bit	Funktion	Beschreibung
8 .. 9	Reserviert	
10	Daten gültig	<p>Muss auf 1 gesetzt werden, um den Regler anzusegnen, das serielle Steuerwort zu akzeptieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 = Sowohl das serielle Steuerwort als auch der serielle Sollwert werden ignoriert. Das heißt, wenn der Startbefehl kurz vor dem Setzen des Datengültigkeitsbits auf "0" aktiv war, bleibt der Befehl solange aktiv, bis das Datengültigkeitsbit auf "1" und das Startbit auf "0" gesetzt wird. 1 = Das serielle Steuerwort und der serielle Sollwert werden übernommen. Im resultierenden Steuerwort (102 (I)) wird dieses Bit immer gesetzt sein.
11 .. 15	Reserviert	

Beispiele für serielle Steuerwort-Setups:

Befehl	Hexa-dezimaler Wert	Dezi-maler Wert	Binär								
			Reser-viert	Daten gültig	Reser-viert	Reset	Start	Reser-viert	Betrieb freige-geben	Reser-viert	
Kein Befehl / Stopp	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Anlauf	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

Der Neutralwert des Steuerworts ist 43F hex (= 1087 dez = 10000111111 binär).

Um den Verdichter anlaufen zu lassen, muss das Steuerwort 47F hex (= 1151 dez = 10001111111 binär) sein.

Serieller Sollwert

Der serielle Sollwert wird über das Modbus-Halterregister **111** eingestellt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serieller Sollwert	%	int16	100	111(H)	1

Statuswort

Der aktuelle Betriebszustand des IQ-MODULS kann über das Modbus-Input-Register **103** eingesehen werden.

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Statuswort	keine	uint16	1	103(I)	1

Bit-Definitionen des Statusworts

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 1	Nicht verwendet	
2	Betrieb freigegeben	<p>0 = Der Verdichter ist nicht betriebsbereit. 1 = Der Verdichter ist ohne Berücksichtigung der empfohlenen Stillstands- und Anlaufverzögerungen betriebsbereit. Beim Anlaufen des Verdichters kann ein Warnungsalarm (30-22, 30-24 oder 30-26) erscheinen.</p>

Bit	Funktion	Beschreibung
		<ul style="list-style-type: none"> Keine Störung (Bit 3 = 0) Eingang der Sicherheitskette aktiviert (CN10: Safety In mit Strom versorgt) Falls der Parameter "Modbus-Steuerung" nicht "Deaktiviert" ist <ul style="list-style-type: none"> Betrieb ist freigegeben (Bit 3 des seriellen Steuerworts auf 1 gesetzt) Falls Parameter "Betriebsmodus" = "Anlagenregelmodus" <ul style="list-style-type: none"> Parameter "Anlagen-Betriebsmodus" = Ein Externe Freigabe gegeben (CN3: Start/Stop aktiviert)
3	Störung	<p>0 = Kein Störungsalarm 1 = Ein Störungsalarm ist aktiv. Der Verdichter wird angehalten.</p>
4 .. 6	Nicht verwendet	
7	Warnung	<p>0 = Kein Warnungsalarm 1 = Ein Warnungsalarm ist aktiv</p>
8	Auf Sollwert	<p>0 = Verdichter läuft in der Rampe oder läuft nicht 1 = Verdichter läuft am Sollwert</p>
9	Nicht verwendet	
10	Begrenzer aktiv	<p>0 = Keine Begrenzerfunktion ist aktiv. 1 = Ein Begrenzer regelt aktiv den Sollwert, um den Verdichter in Betrieb zu halten (reduziert das Risiko eines Störungsstopps).</p>
11	In Betrieb	<p>0 = Verdichter ist nicht in Betrieb 1 = Verdichter ist in Betrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> Direkt-, Stern-Dreieck-, PW-Anlauf: Motoranlauf abgeschlossen (K1/K2-Steuerung) VARIPACK über Modbus verbunden: VARIPACK meldet zurück, dass der Verdichter läuft Frequenzumrichter, Softstarter: Beim Schließen des Starteingangs wird der Betrieb angenommen.
12	Anlauf aktiv	<p>0 = Verdichteranlauf ist nicht aktiv 1 = Verdichteranlauf ist aktiv. Dazu gehören die Aktivierung des Softstarters, der Vorlauf des Verflüssigers und des Zusatzventilators sowie der Anlaufvorgang der Motoranlauffunktion (Stern-/Dreieck- und Teilwicklungsschützsteuerung).</p> <ul style="list-style-type: none"> Betrieb freigegeben (Bit 2 = 1) Keine Störung (Bit 3 = 0) "Betriebsmodus" = "Verdichterbetriebsmodus" <ul style="list-style-type: none"> Anlaufbefehl gegeben (über Digitaleingang Start oder Modbus) Falls Sollwert-Steuercharakteristik = "0 .. Max": Sollwert > 1% "Betriebsmodus" = "Anlagenregelmodus" <ul style="list-style-type: none"> Die Kälteleistungsregelung fordert einen Verdichteranlauf. Das empfohlene Anlauf-Anlauf-Intervall und die Stopp-Anlauf-Zeit werden heruntergezählt und die max. Anläufe pro Stunde wurden nicht überschritten (siehe Parameter "Verbleibende Zeit für Kurzschlusschutz").
13	Kritisch	<p>0 = Kein kritischer Alarm 1 = Ein kritischer Alarm ist aktiv</p>

Bit	Funktion	Beschreibung
14	Betriebsbereit (verfügbar mit Firmware-Versionen ab 2.0.12.0)	0 = Nicht betriebsbereit 1 = Betriebsbereit <ul style="list-style-type: none"> • Betrieb freigegeben (Bit 2 = 1) • Verbleibende Zeit zum Schutz vor Pendelbetrieb ist abgelaufen
15	Nicht verwendet	

10.3 Modbus Alarmbehandlung

Alarmliste

Die Alarmliste ermöglicht das Auslesen der aktuellen Alarme inklusive Warnungen, kritischen Ereignissen und Störungen.

Wenn das Modul aus- und wieder eingeschaltet wird oder ein Reset-Befehl gegeben wird, werden die inaktiven Alarme aus der Liste gelöscht. Die Alarmliste ist identisch und wird von den IQ Produkten CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 gemeinsam genutzt.

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
11100 (I)	Aktive Alarme	Zahl der aktiven Alarme	uint16
11101 (I)	Nicht gelöschte Alarme	Zahl der aufgeführten Alarme, die noch nicht gelöscht sind	uint16
11102 (I)	Höchste Alarmstufe	Höchste Stufe eines aufgeführten Alarms 0 = Keiner 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 3 = Gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden)	uint8
11103 (I)	Höchste aktive Alarmstufe	Höchste Stufe eines aktiven Alarms 0 = Keine 8 = Warnung 16 = Kritisch 32 = Störung	uint8
11104 (I)	Gerät gesperrt	Wenn gesperrt, wartet das Gerät auf externen Reset-Befehl oder Neustart. 0 = Nein 1 = Ja	uint8
11105 (I)	Störungs-Reset-Level	Nötiges Reset-Level zum Löschen eines aktiven Alarms 0 = NA 1 = Auto 2 = Zeitgesteuert 3 = Extern 4 = Neustart	uint8
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	Alarme sind in der Alarmliste nach Schweregrad geordnet: Alarm 1 ist der höchste, Alarm 10 der niedrigste Wert. <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0 .. 9 (binär zu dezimal): Indexnummer, für Übertragung in Alarmtexte siehe in der BEST SOFTWARE unter "Produkt" --> "Dokumentation" --> "Alarme". Die Tabelle kann als csv-Datei exportiert werden über die Schaltfläche "Exportieren..." im Menü oben ganz rechts. 	uint16

Register	Name	Beschreibung	Typ
		<ul style="list-style-type: none"> Bit 10 .. 12 (binär zu dezimal): Alarmschwere <ul style="list-style-type: none"> 3 = Warnung 4 = Kritisch 5 = Störung Bit 13: Reserviert Bit 14 .. 15 (binär zu dezimal): Alarmzustand <ul style="list-style-type: none"> 1 = Inaktiv 2 = Aktiv 3 = Gesetzt (Alarmbedingung ist vorhanden) <p>Excel-Tool zur Dekodierung: Ein Excel-Tool, das die über Modbus empfangenen Alarmwerte dekodiert und Schritt für Schritt visualisiert, kann hier heruntergeladen werden.</p>	

Alarmschwere

Es gibt die folgenden Alarmtypen:

Störung ●:

Wird ein Störungsalarm erkannt, öffnet das Gerät die Relais für die Motorkontakte und stoppt den Verdichtermotor.

Kritisch !:

Wird ein kritischer Alarm erkannt, kann der Betrieb fortgesetzt werden, aber nur für begrenzte Zeit oder mit eingeschränkter Leistung.

Warnung !:

Eine Warnung wird signalisiert, wenn der Zustand möglicherweise Aufmerksamkeit erfordert, aber nicht schwerwiegend genug ist, um den Betrieb des Verdichters zu stoppen. Er läuft weiter.

Art der Alarmrücksetzung

Auto:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Zeitgesteuert:

- Die Störung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden und die konfigurierbare Zeit "Intervall für zeitgesteuerte Resets" abgelaufen ist.
- Durch einen manuellen Reset-Befehl kann die zeitlich festgelegte Intervallzeit aufgehoben werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.
- Wiederholte zeitgesteuerte Resets werden begrenzt durch die externen Reset-Fehler "10-00 Zu viele identische zeitgesteuerte Resets innerhalb von 24 Stunden" und "10-01 Zu viele zeitgesteuerte Resets innerhalb einer Stunde".

Extern:

- Im Falle einer externen Reset-Störung muss die Anlage vor dem Entriegeln überprüft werden.
- Die Störung muss durch einen Reset-Befehl zurückgesetzt werden, wenn die Störbedingung nicht mehr vorhanden ist.

Neustart:

- Das Gerät muss aus- und wieder eingeschaltet werden (Neustart), um die Störung zurückzusetzen.

Möglichkeiten für einen Reset-Befehl

Das Modul kann auf verschiedene Arten entriegelt werden:

- mit einem Modbus-Befehl (in der BEST SOFTWARE unter "Dokumentation" --> "Modbus" --> Registerkarte "Steuer- und Statuswort" --> "Serielles Steuerwort" - dies geht auch, wenn die Modbus-Steuerung nicht aktiviert ist).
- mit der BEST SOFTWARE im Menü "Alarme" --> "Zurücksetzen".
- Spannungsversorgung (L/N) mind. 5 s trennen.

HINWEIS

Verdichterschaden!

Wiederholtes Zurücksetzen von externen Reset-Fehlern kann zum Ausfall des Verdichters führen, wenn die Ursache nicht behoben wird.

10.4 Einsatzgrenzen

Einleitung

Die IQ Produkte CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 und SE-i1 verfügen über eine Einsatzgrenzüberwachung. Sie schützt den Verdichter vor extremen Betriebsbedingungen, ermöglicht aber auch den Empfang von Warnungen über Modbus, wenn sich der Betriebspunkt der Einsatzgrenze nähert.

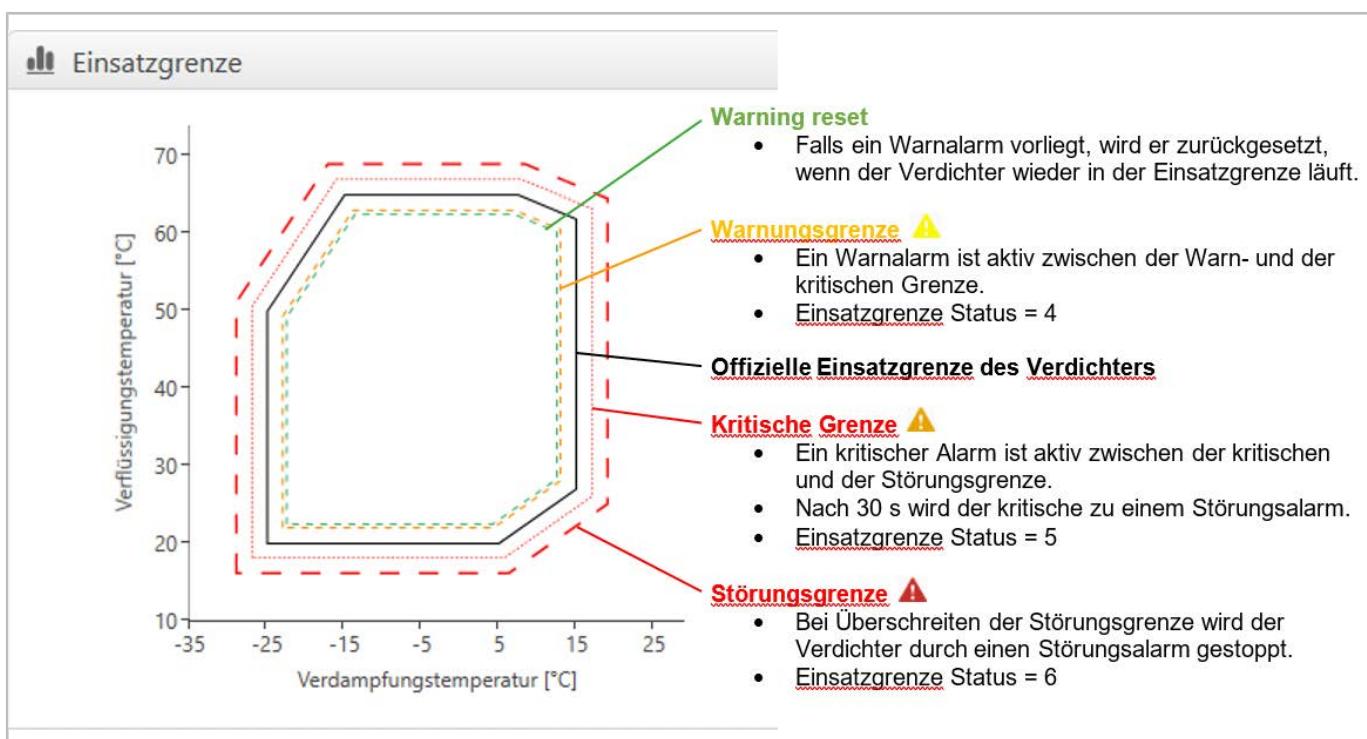


Abb. 49: Beispielhafte Einsatzgrenzen mit Legende

Überblick der relevanten Modbus Register

Register	Name	Beschreibung	Typ
12005 (I)	Status	Status der Einsatzgrenze 0 = Verdichter gestoppt 1 = Verdichter läuft an (Einsatzgrenzüberwachung für 120 s deaktiviert) 2 = Verdichter läuft in der Einsatzgrenze (innerhalb der grünen gestrichelten Linie) 3 = Verdichter hält an (Einsatzgrenzüberwachung deaktiviert) 4 = Einsatzgrenzen-Warnung ist aktiv 5 = Einsatzgrenze kritisch ist aktiv	uint8

Register	Name	Beschreibung	Typ
		6 = Einsatzgrenzen-Störung ist aktiv 10 = Überwachung deaktiviert	
12006 (I)	Zone	Zone, in der der Verdichter momentan läuft - oder, falls eine Störung aktiv ist, in welcher Zone der Betriebspunkt war, als die Störung gemeldet wurde. 0 = Innerhalb der Einsatzgrenze (grüne gestrichelte Linie) 1 = Niedrige Verdampfung, niedrige Verflüssigung 2 = Niedrige Verdampfung 3 = Niedrige Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 4 = Hohe Verflüssigung / Hochdruck 5 = Hohe Verdampfung, hohe Verflüssigung / Hochdruck 6 = Hohe Verdampfung 7 = Hohe Verdampfung, niedrige Verflüssigung 8 = Niedrige Verflüssigung 10 = Überwachung deaktiviert	uint8

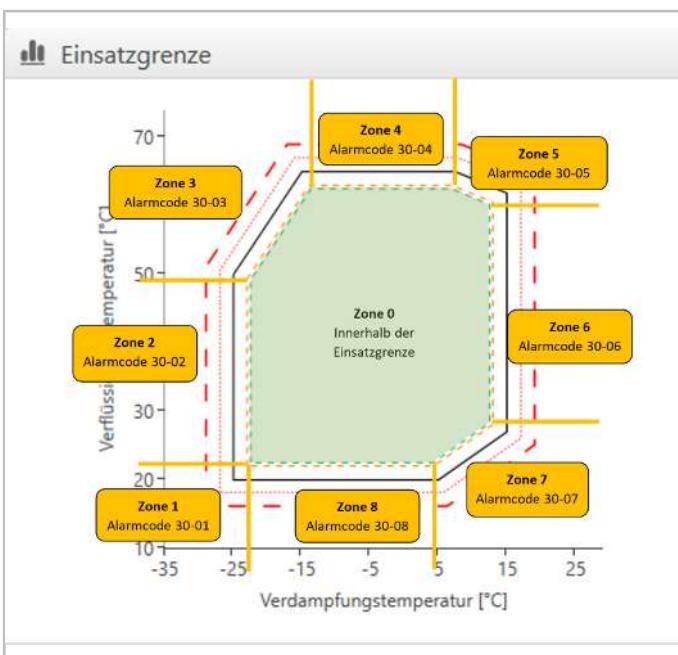


Abb. 50: Zonen der Einsatzgrenze

SST: Verdampfungstemperatur ("saturated suction temperature")

SDT: Verflüssigungstemperatur ("saturated discharge temperature")

11 VARIPACK FDU .. FKU

11.1 Modbus Einführung

Der VARIPACK hat eine eingebaute Modbus-RTU-Schnittstelle (XC3), welche die Überwachung des Frequenzumrichters ermöglicht. Die Schnittstelle kann für den Anschluss des Feldbusses (Modbus) oder des BEST Schnittstellenkonverters genutzt werden. Wenn der Feldbus angeschlossen ist, können die Betriebsparameter mit der BEST SOFTWARE über Ethernet überwacht werden.

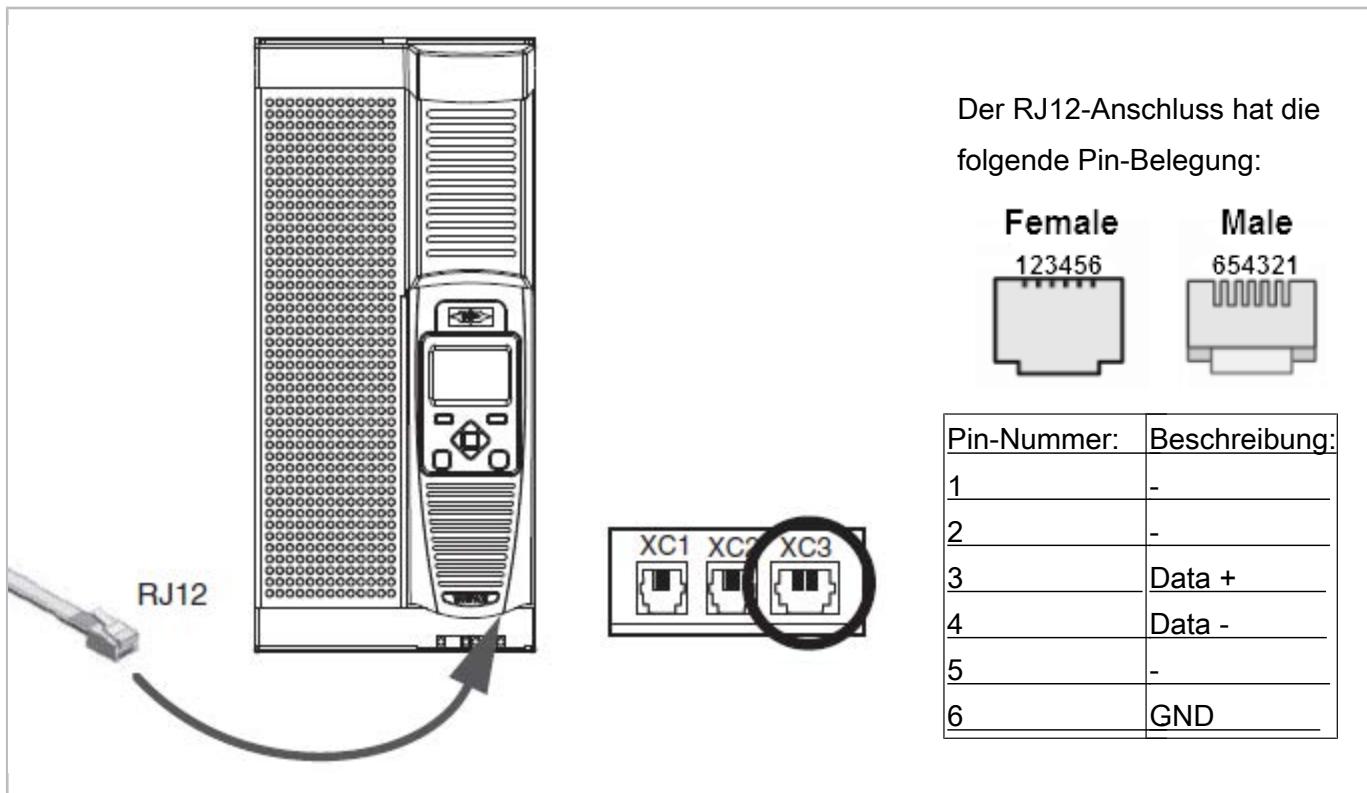


Abb. 51: Klemmen der Modbus-Schnittstellenbuchse des VARIPACK.

Konfiguration der Modbus Kommunikationsparameter

Die Konfiguration und Voreinstellungen finden sich in BEST unter "Konfiguration" in der Parametergruppe "Kommunikation". Die Parametrierung kann über BEST mit dem BEST Schnittstellenkonverter oder Ethernet erfolgen.

Verwendete Datentypen und Skalierung

Datentypen:

- int8: 8-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint8: 8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- int16: 16-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint16: 16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- uint32: 32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- float32: 32-Bit-Fließkommazahl
- string: Zeichenfolge

Skalierung der Werte:

- Skala 1: Der Wert ist der exakte Wert.

- Skala 10:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 10 multipliziert werden, d.h. 12,3 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 10 geteilt werden, d.h. 123 --> 12,3
- Skala 100:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 100 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 100 geteilt werden, d.h. 123 --> 1,23
- Skala 1000:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 1000 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 1230
 - Ein empfangener Wert muss durch 1000 geteilt werden, d.h. 1230 --> 1,23
- Skala 3600:
 - Ein empfangener Wert muss durch 3600 geteilt werden, d.h. 360000 --> 100

32-Bit-Werte lesen und schreiben

32-Bit-Werte müssen als zwei aufeinander folgende Modbus-Register gelesen und geschrieben werden (Anzahl Register = 2).

Während Modbus.org spezifiziert hat, dass 16-Bit-Werte mit dem höchstwertigen Byte zuerst übertragen werden ("most significant byte first" oder "big endian byte order"), gibt es keinen Standard zur Anordnung der "Word", die bei 32-Bit-Werten oder Zeichenfolgen mit 2 oder mehr Registern ins Spiel kommen.

Standardmäßig überträgt der VARIPACK FDU .. FKU 32-Bit-Werte mit dem niedrigwertigsten "Word" zuerst ("least significant word first" oder "little endian word order").

Mittels Parameter kann jedoch auch die Übertragung mit dem höchstwertigen "Word" zuerst aktiviert werden ("most significant word first" oder "big endian word order").

In den folgenden Tabellen ist dies beispielhaft für die Zahl **123456789** dargestellt, der die Hexadezimalzahl **75BCD15** entspricht.

Niedrigwertiges "Word" zuerst:

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binär	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadezimal	CD	15	07	5B

Höchstwertiges "Word" zuerst:

	Register X		Register X+1	
	Word 1		Word 0	
	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0
	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0
Binär	00000111	01011011	11001101	00010101
Hexadezimal	07	5B	CD	15

Zeichenfolgen per Modbus lesen

Mittels eines Byte lässt sich ASCII codiert ein Zeichen übertragen. Ein "Word" bzw. Register ermöglicht somit, zwei Zeichen zu übertragen.

Um längere Zeichenketten übermitteln zu können, werden daher meist mehrere Register für den string-Datentyp

genutzt.

Die Zahl der zu lesenden Register ist in "Anzahl Register" aufgeführt.

Die Zeichenfolgen werden von links nach rechts übertragen und immer mit dem **höchstwertigsten "Word"** ("most significant word first" oder "big endian word order") **und dem niederwertigsten Byte** ("least significant byte first" oder "little endian byte order") zuerst.

In der folgenden Tabelle ist dies für beispielhaft für die Zeichenfolge **ABCD** dargestellt, die in einem String mit 3 Registern zur Verfügung gestellt wird.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binär	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadezimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Sonderfall:

Beim VARIPACK der 1. Generation werden bei Zeichenfolgen die ersten 4 Zeichen doppelt übertragen. Um dies zu umgehen, sollten die ersten beiden Register ignoriert werden.

Dazu sollte gegenüber der Dokumentation die Register-Adresse um 2 erhöht und die Anzahl der Register um 2 reduziert werden.

Modbus-Funktionscodes

Die folgenden Funktionscodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

Alle Input-Register (I) können auch als Holding-Register (H) gelesen werden.

Modbus-Ausnahmecodes

Die folgenden Ausnahmecodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Code	Name	Bedeutung
01	Illegal function	Der Funktionscode ist nicht gültig.
02	Illegal data address	Das angegebene Register ist nicht gültig.
03	Illegal data value	Der Wert ist nicht zulässig.
04	Server device failure	Unbehebbarer Fehler im Server-Gerät.

Empfehlungen zur Kabelführung

- Es muss ein abgeschirmtes Kabel mit paarweise miteinander verdrillten Adern verwendet werden, das für die RS485-Kommunikation geeignet ist und eine nominelle Impedanz von $100 \dots 130 \Omega$ aufweist. Die beiden Signaldrähte müssen sich im gleichen Adernpaar befinden.
- Die Verdrahtungstopologie muss als "Daisy Chain" (Reihenschaltung) mit 120Ω Abschlusswiderständen an jedem Ende der Busleitung erfolgen. Der VARIPACK hat einen kleinen Schalter rechts neben der Schnittstelleneinheit, mit dem der Abschlusswiderstand ein- oder ausgeschaltet werden kann.
 - Schalter in rechter Position: Abschlusswiderstand ist nicht gesetzt (Werkseinstellung).
 - Schalter in linker Position: Abschlusswiderstand ist gesetzt.



- Die maximale Kabellänge des Modbus-Kabels ist abhängig von der verwendeten Baudrate und der Anzahl der Geräte.
- Das Modbus-Kabel sollte so verlegt werden, dass der Einfluss der Leistungskabel minimiert wird. Bei Kreuzung von Leistungskabeln sollte ein 90° -Winkel erreicht werden. Parallel verlaufende Modbus- und Leistungskabel sollten durch einen möglichst großen angemessenen Abstand getrennt werden, ca. $20 \dots 25$ cm. Alternativ kann ein geerdetes Schirmblech oder ein geerdetes Metallrohr verwendet werden.
- An einem Modbus-Strang sollten max. 10 IQ Produkte angeschlossen sein. Sind andere Geräte an denselben Modbus-Strang angeschlossen, muss die maximale Stromaufnahme dieser anderen Geräte beachtet werden. Der Vorspannungswiderstand des gesamten Strangs sollte mindestens 450Ω betragen. Dieses IQ Produkt hat einen Vorspannungswiderstand von $10 \text{ k}\Omega$ ($\rightarrow 1 \text{ k}\Omega$ bei 10 Geräten).
- Die CSV und der VARIPACK der 1. Generation haben eine galvanisch getrennte RS485-Schnittstelle.
- Die Abschirmung darf nur an einem Ende des Busses angeschlossen werden (bevorzugt am Client-Gerät), um unerwünschte Erdströme in der Abschirmung zu vermeiden. Nur Data+ und Data- müssen angeschlossen werden. COM1 GND kann angeschlossen werden, wenn dies für das Client-Gerät erforderlich ist. Die Abschirmung muss jedoch über die gesamte Bus-Länge ununterbrochen sein.

Siehe folgendes Beispiel zur Kabelführung:

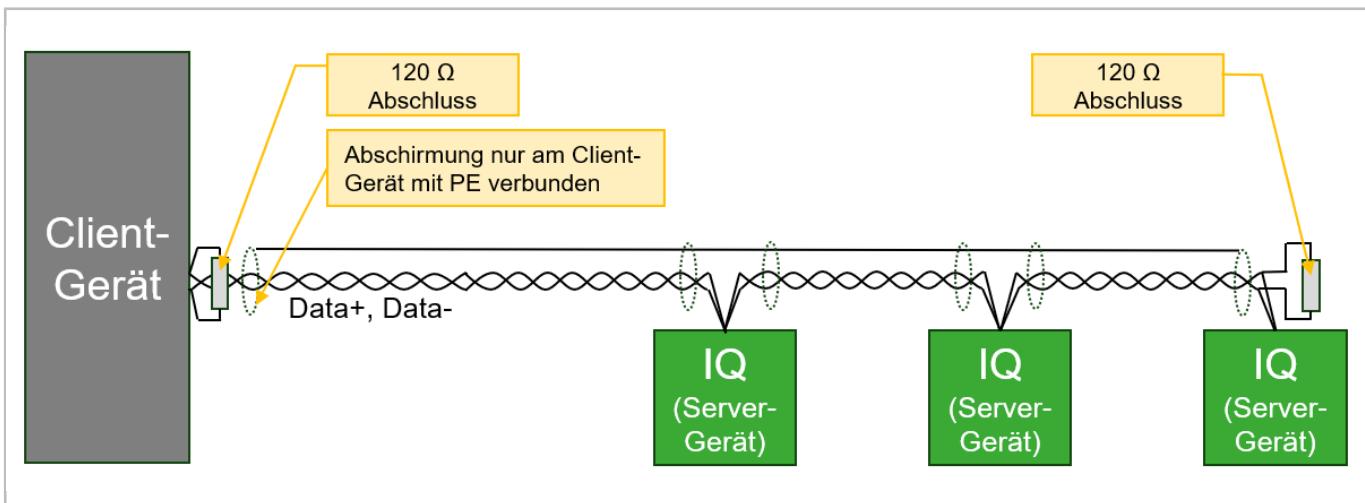


Abb. 52: Empfohlene Kabelführung für VARIPACK FDU .. FKU

12 VARIPACK FM .. FS

12.1 Modbus Einführung

Der VARIPACK hat eine eingebaute Modbus-RTU-Schnittstelle, welche die Überwachung und Steuerung des Verdichters ermöglicht.

Die Modbus-Schnittstelle befindet sich, wie die dedizierte Kommunikationsschnittstelle für die BEST SOFTWARE, an der RJ45-Buchse des Frequenzumrichters (Pin 3, 7 und 8). Während die VARIPACK mit Schutzart IP66 (F.Y) zwei RJ45-Buchsen haben, an denen der BEST Schnittstellenkonverter und Modbus gleichzeitig angeschlossen werden können, haben die VARIPACK mit Schutzart IP55 (F.W) und IP20 (F.U) nur eine RJ45-Buchse. Daher ist bei diesen Typen ein Adapterkabel nötig, um den BEST Schnittstellenkonverter und Modbus parallel anschließen zu können. Bei den F.Y-Frequenzumrichtern sind die beiden RJ45-Buchsen intern gebrückt, sodass beide Buchsen in gleicher Weise und für beide Schnittstellen genutzt werden können.

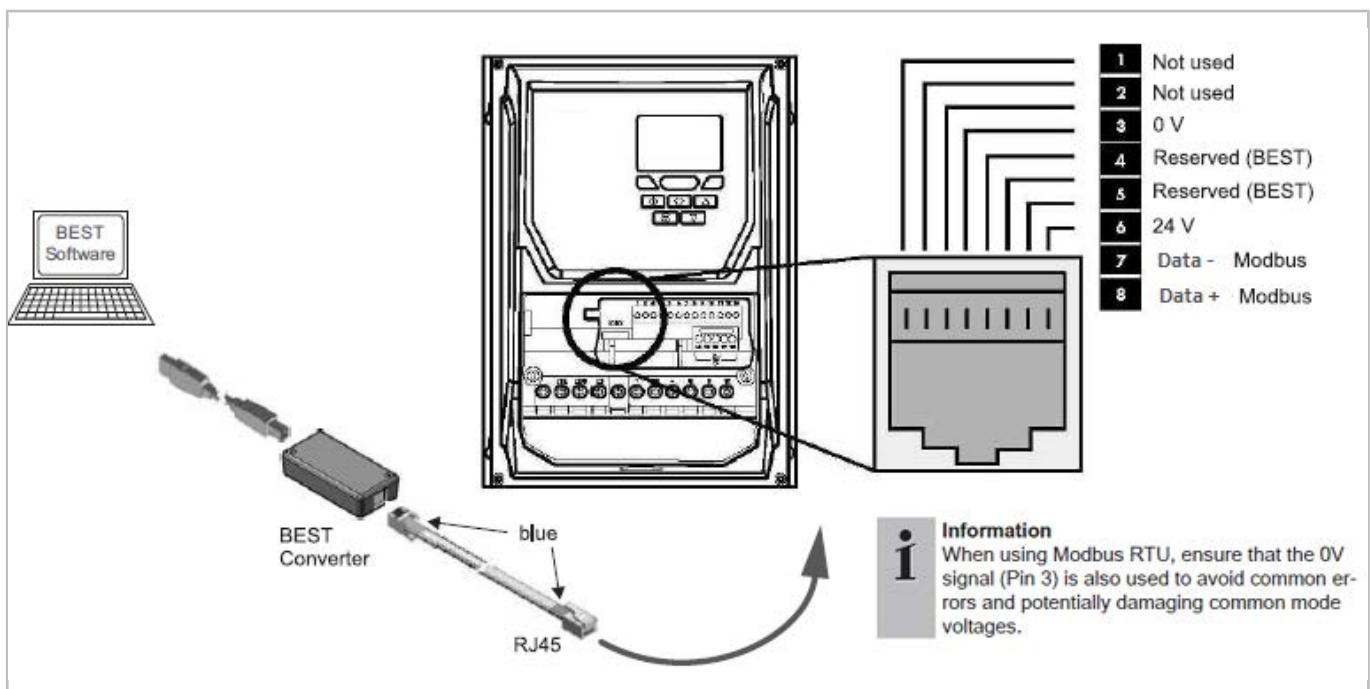


Abb. 53: Klemmen der Modbus-Schnittstellenbuchse des VARIPACK.

Konfiguration der Modbus Kommunikationsparameter

Die Konfiguration und Voreinstellungen finden sich in BEST unter "Konfiguration" in der Parametergruppe "Modbus".

Die Parametrierung kann über BEST, über das Keypad oder Modbus erfolgen. Geänderte Kommunikationsparameter ändern sofort die Kommunikation. Da die Modbus-Adresse auch als Adresse für die Kommunikation der BEST SOFTWARE verwendet wird, wird die Verbindung von BEST unterbrochen, wenn BEST verbunden ist.

Verwendete Datentypen und Skalierung

Datentypen:

- int8: 8-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint8: 8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- int16: 16-Bit-Ganzzahl mit Vorzeichen
- uint16: 16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen
- uint32: 32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen

- string: Zeichenfolge

Skalierung der Werte:

- Skala 1: Der Wert ist der exakte Wert.
- Skala 10:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 10 multipliziert werden, d.h. 12,3 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 10 geteilt werden, d.h. 123 --> 12,3
- Skala 100:
 - Um einen Wert zu übertragen, muss er mit 100 multipliziert werden, d.h. 1,23 --> 123
 - Ein empfangener Wert muss durch 100 geteilt werden, d.h. 123 --> 1,23

32-Bit-Werte lesen und schreiben

32-Bit-Werte müssen als zwei aufeinander folgende Modbus-Register gelesen und geschrieben werden (Anzahl Register = 2).

Während Modbus.org spezifiziert hat, dass 16-Bit-Werte mit dem höchstwertigen Byte zuerst übertragen werden ("most significant byte first" oder "big endian byte order"), gibt es keinen Standard zur Anordnung der "Word", die bei 32-Bit-Werten oder Zeichenfolgen mit 2 oder mehr Registern ins Spiel kommen.

Dieses Gerät überträgt 32-Bit-Werte mit dem niedlerwertigsten "Word" zuerst ("least significant word first" oder "little endian word order").

In der folgenden Tabelle ist dies beispielhaft für die Zahl **123456789** dargestellt, der die Hexadezimalzahl **75BCD15** entspricht.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binär	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadezimal	CD	15	07	5B

Zeichenfolgen per Modbus lesen

Mittels eines Byte lässt sich ASCII codiert ein Zeichen übertragen. Ein "Word" bzw. Register ermöglicht somit, zwei Zeichen zu übertragen.

Um längere Zeichenketten übermitteln zu können, werden daher meist mehrere Register für den string-Datentyp genutzt.

Die Zahl der zu lesenden Register ist in "Anzahl Register" aufgeführt.

Die Zeichenfolgen werden von links nach rechts übertragen und immer mit dem **höchstwertigsten "Word"** ("most significant word first" oder "big endian word order") **und dem niedlerwertigsten Byte** ("least significant byte first" oder "little endian byte order") zuerst.

In der folgenden Tabelle ist dies für beispielhaft für die Zeichenfolge **ABCD** dargestellt, die in einem String mit 3 Registern zur Verfügung gestellt wird.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binär	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadezimal	42	41	44	43	0	0

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	ASCII	B	A	D	C	

Modbus-Funktionscodes

Die folgenden Funktionscodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Funktion	Code (hexadezimal)	Code (dezimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06

Alle Input-Register (I) können auch als Holding-Register (H) gelesen werden.

Modbus-Ausnahmecodes

Die folgenden Ausnahmecodes wurden aus dem Standard-Modbus-Protokoll implementiert:

Code	Name	Bedeutung
01	Illegal function	Der Funktionscode ist nicht gültig.
02	Illegal data address	Das angegebene Register ist nicht gültig.
03	Illegal data value	Der Wert ist nicht zulässig.
06	Device busy	Der Frequenzumrichter ist aufgrund der internen Datenübertragung beschäftigt.

Empfehlungen zur Kabelführung

- Es muss ein abgeschirmtes Kabel mit paarweise miteinander verdrillten Adern verwendet werden, das für die RS485-Kommunikation geeignet ist und eine nominelle Impedanz von 100 .. 130 Ω aufweist. Die beiden Signaldrähte müssen sich im gleichen Adernpaar befinden.
- Die Verdrahtungstopologie muss als "Daisy Chain" (Reihenschaltung) mit 120 Ω Abschlusswiderständen an jedem Ende der Busleitung erfolgen. Da dieses IQ Produkt keinen integrierten Abschlusswiderstand hat, muss dieser extern hinzugefügt werden.
- Die maximale Kabellänge des Modbus-Kabels ist abhängig von der verwendeten Baudrate und der Anzahl der Geräte.
- Das Modbus-Kabel sollte so verlegt werden, dass der Einfluss der Leistungskabel minimiert wird. Bei Kreuzung von Leistungskabeln sollte ein 90°-Winkel erreicht werden. Parallel verlaufende Modbus- und Leistungskabel sollten durch einen möglichst großen angemessenen Abstand getrennt werden, ca. 20 .. 25 cm. Alternativ kann ein geerdetes Schirmblech oder ein geerdetes Metallrohr verwendet werden.
- An einem Modbus-Strang sollten max. 10 IQ Produkte angeschlossen sein. Sind andere Geräte an denselben Modbus-Strang angeschlossen, muss die maximale Stromaufnahme dieser anderen Geräte beachtet werden.
- Die RS485-Schnittstelle des VARIPACK ist von der Strom- bzw. Netzversorgung getrennt, teilt sich aber das 0-V-Potenzial mit der Steuerkarte (Ein- und Ausgänge). Data+, Data- und 0 V sollten zwischen den Geräten verbunden werden. 0 V darf jedoch an keiner Stelle mit Masse verbunden sein.

- Die Abschirmung darf nur an einem Ende des Busses angeschlossen werden, um unerwünschte Erdströme in der Abschirmung zu vermeiden. Die Abschirmung muss jedoch über die gesamte Bus-Länge ununterbrochen sein, außer bei galvanisch getrennten Repeatern.
 - Im Falle eines isolierten Client-Geräts und eines nicht isolierten Server-Geräts oder umgekehrt wird empfohlen, die Abschirmung am Ende ohne Isolierung anzuschließen.
 - Wenn keines der Geräte isoliert ist, sollte die Abschirmung an das Client-Gerät angeschlossen werden. Wenn alle Geräte isoliert sind, spielt es keine Rolle, an welchem Ende die Abschirmung angeschlossen ist - sie sollte jedoch nicht an den GND-Pin der RS485-Schnittstelle angeschlossen werden.

Modbus TCP/IP

Falls Modbus TCP/IP erforderlich ist oder gegenüber Modbus RTU bevorzugt wird, kann ein Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP Konverter verwendet werden. Es gibt Gateways auf dem Markt, die die Modbus Kommunikation 1:1 übersetzen, ohne dass die einzelnen Protokolle / Register im Gateway selbst konfiguriert werden müssen. Ein Produkt, das BITZER erfolgreich getestet hat, ist "RS485 TO POE ETH (B)" von Waveshare. Im Vergleich zur Standardversion "RS485 TO ETH (B)" bietet die POE Version eine zusätzliche galvanische Isolierung der Signale und der Netzversorgung. Nachdem die Geräte als Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP Konverter konfiguriert sind, können mehrere IQ Produkte am Modbus TCP/IP verfügbar gemacht werden.

Im Einzelnen müssen die folgenden Einstellungen im "VirCom" vorgenommen werden:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternativ kann eine feste IP Adresse gegeben werden)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baudrate, Datenbits, Parität, Stopbits: Müssen identisch sein zu den Kommunikationseinstellungen der angeschlossenen IQ Produkte.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - Weitere fortgeschrittene Einstellungen: Bei der Konfiguration des Geräts über das „VirCom“-Tool werden die Speicherfunktion (Modbus Gateway Type = Auto Query Storage Type) und die Multi-Host-Unterstützung (Enable RS485 Multi-Host) automatisch aktiviert. Die Speicherfunktion verbessert die Leistung für Modbus TCP/IP-Abfragen, und die Multi-Host-Funktion ermöglicht den Anschluss von mehr als einem Modbus TCP/IP-Client-Gerät.

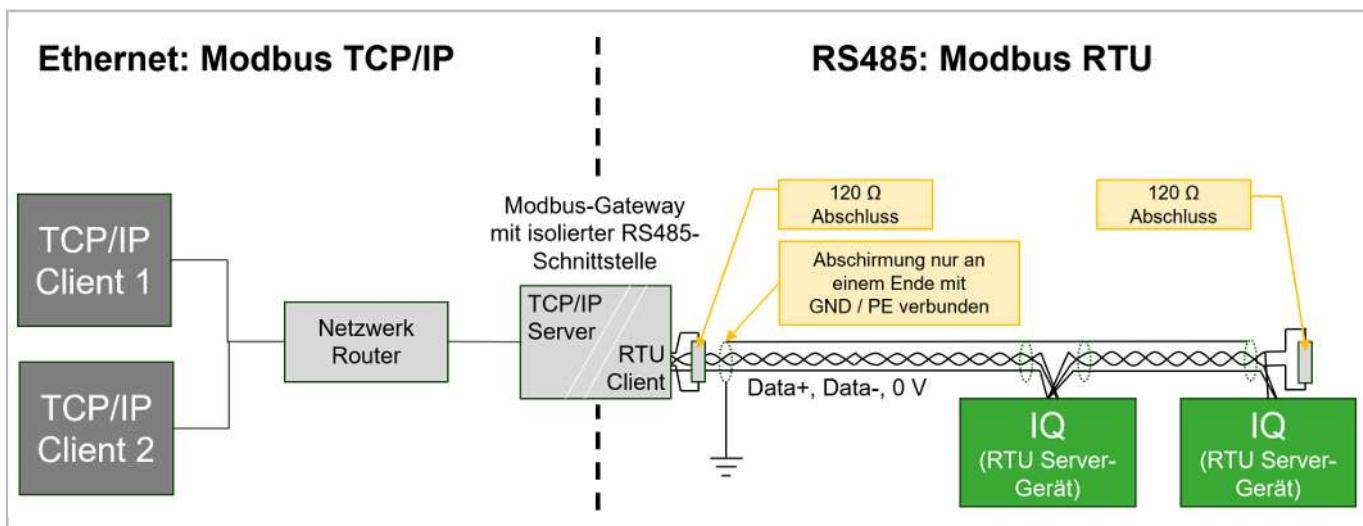


Abb. 54: Ethernet mit Modbus TCP/IP und RS485 mit Modbus RTU für VARIPACK FM .. FS

12.2 Steuerung des Verdichters über Modbus

Der Verdichter kann per Modbus überwacht und gesteuert werden. Soll der Verdichter über Modbus gesteuert werden, muss der Parameter "Betriebsart" auf "Extern: Modbus" eingestellt werden. Während der Anlaufbefehl und der Sollwert dann über Modbus gegeben werden müssen, kann der digitale Eingang "DI2 Force" weiterhin verwendet werden, um den Frequenzumrichter mit der konfigurierten festen Drehzahl zu betreiben.

Serielles Steuerwort

Das serielle Steuerwort wird über das Modbus Holding Register **110** gesetzt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serielles Steuerwort	keine	uint16		110(H)	1

Bit-Definition des seriellen Steuerwortes:

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 2	Reserviert	Sollte auf 1 gesetzt werden (für Kompatibilität mit der CSV)
3	Betrieb freigeben	Betrieb freigeben 0 = Motor-Aus (Coast) 1 = Freigegeben
4 .. 5	Reserviert	Muss auf 1 gesetzt werden
6	Anlauf	Anlaufbefehl 0 = Stopp 1 = Anlauf aktiv
7	Reset	Störungs-Reset-Befehl ist aktiv, wenn Bit von 0 auf 1 gesetzt wird (positiv flankengetriggert).
8 .. 9	Reserviert	
10	Daten gültig	Muss auf 1 gesetzt werden
11 .. 15	Reserviert	

Beispiele für serielle Steuerwort-Setups:

Befehl	Hexa-dezimaler Wert	Dezimaler Wert	Binär								
			Reserviert	Daten gültig	Reserviert	Reset	Start	Reserviert	Betrieb freigeben	Reserviert	
Motor-Aus (Coast)	437	1079	00000	1	00	0	0	11	0	111	
Kein Befehl / Stopp	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Anlauf	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

Um den Verdichter anlaufen zu lassen, muss das Steuerwort 47F hex (= 1151 dez = 10001111111 binär) sein.

Serieller Sollwert

Der serielle Sollwert wird über das Modbus-Halterregister **111** eingestellt:

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Serieller Sollwert	%	int16	100	111(H)	1

Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion

Wenn die Modbus-Kommunikation unterbrochen wird, kann der VARIPACK über die Parameter "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitungsfunktion" und "Modbus-Steuerung Zeitüberschreitung" für unterschiedliche Reaktionen auf diese Unterbrechung konfiguriert werden.

Konfigurationsmöglichkeiten für die Zeitüberschreitungsfunktion:

- Störung
--> Verdichter stoppt mit der Störungsmeldung "50 Modbus-Steuerung: Zeitüberschreitung".
- Stoppe über Rampe, dann Störung
--> Verdichter fährt herunter, stoppt und löst dann Störungsmeldung "50 Modbus-Steuerung: Zeitüberschreitung" aus.
- Stoppe über Rampe, keine Störung
--> Verdichter fährt herunter und stoppt.

Jedes empfangene Modbus-Telegramm setzt die Zeitüberschreitungsfunktion zurück.

Statuswort

Der aktuelle Betriebszustand des VARIPACK kann über das Modbus-Input-Register **103** eingesehen werden.

Parameter	Einheit	Datentyp	Skalierung	Adresse (I/H)	Zahl der Register
Statuswort	keine	uint16	1	103(I)	1

Bit-Definitionen des Statusworts

Bit	Funktion	Beschreibung
0 .. 1	Nicht verwendet	
2	Betrieb freigegeben	0 = STO-Eingang ist offen 1 = STO-Eingang ist geschlossen
3	Störung	0 = Kein Störungsalarm 1 = Ein Störungsalarm ist aktiv. Der Verdichter wird angehalten.
4 .. 7	Nicht verwendet	
8	Auf Sollwert	0 = Verdichter läuft in der Rampe oder läuft nicht 1 = Verdichter läuft am Sollwert
9 .. 10	Nicht verwendet	
11	In Betrieb	0 = Verdichter ist nicht in Betrieb 1 = Verdichter ist in Betrieb
12	Anlauf aktiv	0 = Verdichteranlauf ist nicht aktiv 1 = Verdichteranlauf ist aktiv <ul style="list-style-type: none"> • STO-Eingang aktiviert (Bit 2 = 1) • Keine Störung (Bit 3 = 0) • Anlaufbefehl gegeben (entweder über Digitaleingang Start oder Modbus) • Falls Sollwert-Steuercharakteristik = "0 .. Max": Sollwert >1%
13 .. 15	Nicht verwendet	

Table of contents

1	Introduction	100
2	Safety.....	100
3	CM-RC-01	101
3.1	Modbus introduction.....	101
3.2	Controlling the compressor via Modbus.....	106
3.3	Modbus alarm handling.....	109
3.4	Application limits	111
4	CM-RC-02	113
4.1	Modbus introduction.....	113
4.2	Controlling the compressor via Modbus.....	119
4.3	Modbus alarm handling.....	122
4.4	Application limits	124
5	CM-SW-01.....	127
5.1	Modbus introduction.....	127
5.2	Controlling the compressor via Modbus.....	131
5.3	Modbus alarm handling.....	134
5.4	Application limits	136
6	SE-i1	138
6.1	Modbus introduction.....	138
6.2	Monitoring the compressor via Modbus	142
6.3	Modbus alarm handling.....	145
6.4	Application limits	147
7	CSV. series.....	150
7.1	Modbus introduction.....	150
7.2	Controlling the compressor via Modbus	154
7.3	Modbus alarm handling.....	156
7.4	Application limits	158
8	ECOSTAR.....	161
8.1	Modbus introduction.....	161
8.2	Modbus alarm handling.....	165
9	ECOLITE with controller	166
9.1	Modbus introduction.....	166
10	ECOLITE with CM-RC-02	170
10.1	Modbus introduction.....	170
10.2	Controlling the compressor via Modbus	175
10.3	Modbus alarm handling.....	178
10.4	Application limits	180
11	VARIPACK FDU .. FKU.....	183

11.1 Modbus introduction.....	183
12 VARIPACK FM .. FS.....	187
12.1 Modbus introduction.....	187
12.2 Controlling the compressor via Modbus.....	190

1 Introduction

Many BITZER compressors and condensing units can be controlled with the BEST SOFTWARE. This document describes the functions of the associated Modbus protocol, the recommended arrangement of the wiring and configuration, as well as possible alarms, e.g. when the compressor is approaching its application limits.

All information can also be found in the BEST SOFTWARE: Choose compressor or device > Documentation > Modbus.

Also observe the following technical documents

- KT-230: Technical information Compressor module CM-RC-01 for reciprocating compressors
- KT-240: Technical Information Compressor module CM-RC-02 for reciprocating compressors
- ST-150: Compressor module CM-SW-01 for screw compressors
- CT-110: Technical information Protection and monitoring device SE-i1
- ST-160: Technical information Compact screw compressors with integrated frequency inverter CSV.
- KB-203: Operating instructions ECOSTAR - Air-cooled condensing units
- KB-206: Operating instructions ECOLITE - Air-cooled condensing units
- CB-110 and CB-111: Operating instructions VARIPACK - external BITZER frequency inverters
- CT-311: BITZER Gateway Installation Guide

2 Safety

Authorized staff

All work done on the products and the systems in which they are or will be installed may only be performed by qualified and authorised staff who have been trained and instructed in all work. The qualification and competence of the qualified staff must correspond to the local regulations and guidelines.

Residual risks

The products, electronic accessories and further system components may present unavoidable residual risks. Therefore, any person working on it must carefully read this document! The following are mandatory:

- relevant safety regulations and standards
- generally accepted safety rules
- EU directives
- national regulations and safety standards

Depending on the country, different standards are applied when installing the product, for example: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL standards.

Personal protective equipment

When working on systems and their components: Wear protective work shoes, protective clothing and safety goggles. In addition, wear cold-protective gloves when working on the open refrigeration circuit and on components that may contain refrigerant.



Fig. 1: Wear personal protective equipment!



WARNING

Risk of electric shock!

Before performing any work on the electrical system: Switch off the main switch and secure it against being switched on again!

In addition to the safety references listed in this document, it is essential to observe the references and residual risks in the respective operating instructions!

3 CM-RC-01

3.1 Modbus introduction

The CM-RC-01 and CM-SW-01 have a built-in Modbus RTU interface (CN14), which allows to monitor and control the compressor. The interface is shared for connecting the fieldbus (Modbus) or the BEST converter. When the fieldbus is connected, the operating parameters can still be monitored with the BEST SOFTWARE by using Bluetooth.

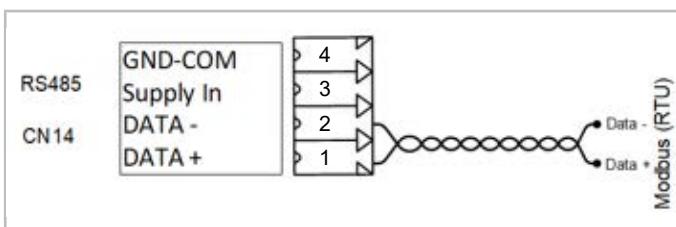


Fig. 2: Terminals of the Modbus interface of the CM-RC-01 and CM-SW-01

Configuration of the Modbus communication parameters

Configuration and default settings can be found in BEST under "Configuration" in the parameter group "Modbus".

Parameters can be set via BEST or Modbus. If Modbus is used for changing the Modbus communication parameters like address, baud rate or parity, it will not result in an immediate change of the communication: The new configuration will be made active by cycling power to the module.

Used data types and scaling

Data types:

- uint8: unsigned 8-bit integer
- int16: signed 16-bit integer
- uint16: unsigned 16-bit integer
- uint32: unsigned 32-bit integer
- string: string

Scaling of the values:

- Scale 1: The value is the exact value
- Scale 10:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 10, i.e. 12.3 --> 123
 - A received value must be divided by 10, i.e. 123 --> 12.3
- Scale 100:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 100, i.e. 1.23 --> 123
 - A received value must be divided by 100, i.e. 123 --> 1.23

Reading and writing 32-bit values

32-bit values must be read and written as two consecutive Modbus registers (register count = 2). While Modbus.org has specified that 16-bit values are transmitted with the most significant byte first (or "big endian byte order"), there is no standard for the order of the words that come into play with 32-bit values or character strings with 2 or more registers.

This device transmits 32-bit values with the least significant word first (or "little endian word order").

The following table shows an example of this procedure for the number **123456789**, which corresponds to the hexadecimal number **75BCD15**.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binary	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadecimal	CD	15	07	5B

Reading string values via Modbus

One byte can be used to transmit one character via ASCII code. One word or register therefore allows two characters to be transmitted.

In order to be able to transmit longer character strings, therefore, usually multiple registers are used for the string data type.

The number of registers to be read is listed in "Number of registers".

The character strings are transferred from left to right and always with **the most significant word and the least significant byte** first (also "big endian word order" and "little endian byte order").

The following table shows an example of this procedure for the character string **ABCD**, which is provided in a string with 3 registers.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binary	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadecimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus function codes

The following function codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Function	Code (hexa-decimal)	Code (decimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

All input registers (I) can also be read as holding registers (H).

Modbus exception codes

The following exception codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Code	Name	Meaning
01	Illegal function	The function code is not valid.
02	Illegal data address	The specified register is not valid.
03	Illegal data value	The value is not allowed.
04	Server device failure	Unrecoverable error in server device.

Wiring recommendations

- The cable must be shielded, twisted pair suitable for RS485 communication with a recommended characteristic impedance of 100 .. 130 Ω . The two signal wires must be in the same pair of wires.
- The wiring topology must be daisy chain with 120 Ω termination resistors at each end of the bus line. As this IQ product has no integrated termination resistor, it must be added externally.
- The maximum possible cable length of the Modbus line depends on the used baud rate and the number of devices.
- The Modbus cable should be routed so that the influence from the power cables is minimized. When crossing power cables, a 90° angle should be achieved. Modbus and power cables that run in parallel should be separated by the largest possible appropriate clearance distance, approximately 20 .. 25 cm. A grounded shield plate or grounded metal duct can be used instead.
- The maximum recommended number of IQ products on one Modbus line is 10 devices. If other equipment is connected to the same Modbus line, the maximum current sourcing of the other equipment must be observed. The total bias resistance of the complete string should be at least 450 Ohm. This IQ product has a bias resistance of 10 kOhm (\rightarrow 1 kOhm with 10 units).
- This IQ product has no galvanic isolation in the RS485 interface. Therefore, modules connected directly by RS485 bus **must** share the same PE ground potential.
 - IQ products that refer to different ground potentials must be connected on RS485 via a suitable galvanic isolated repeater, or only to equipment with an isolated RS485 interface. Different potentials across the bus line can cause the electronics to malfunction or be damaged.
 - Only Data+ and Data- should be connected. GND wire should not be connected between modules since this can cause unwanted ground current in the communication wire. However, the GND pin may be used for single-ended connection of shield when no better possibility for connecting the shield is available.

- The shield must only be connected at one end of the bus to avoid unwanted ground current in shielding. However, the shield must be unbroken along the complete bus length, except across galvanic isolated repeaters.
 - In case of an isolated client device and non isolated server devices or vice versa, it is recommended to connect the shield at the end without isolation.
 - When none of the devices is isolated, the shield should be connected at the client device. When all devices are isolated, it doesn't matter at which end the shield is connected - but it should not be connected to the GND pin of the RS485 interface.

See wiring examples below.

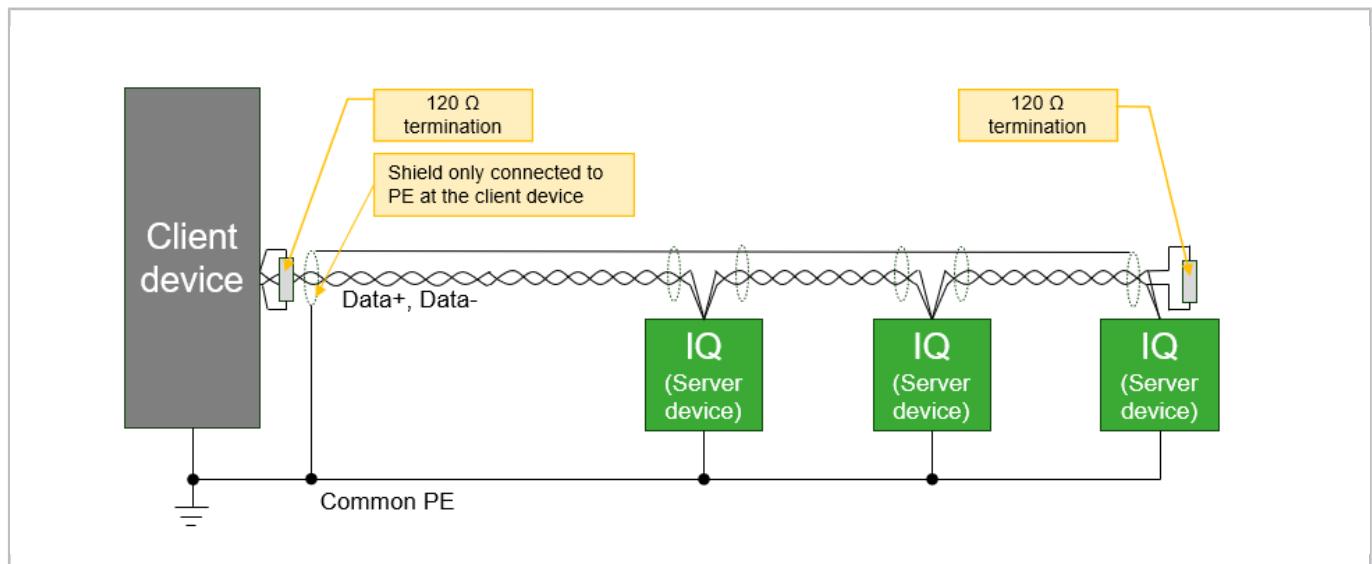


Fig. 3: Devices sharing the same ground potential

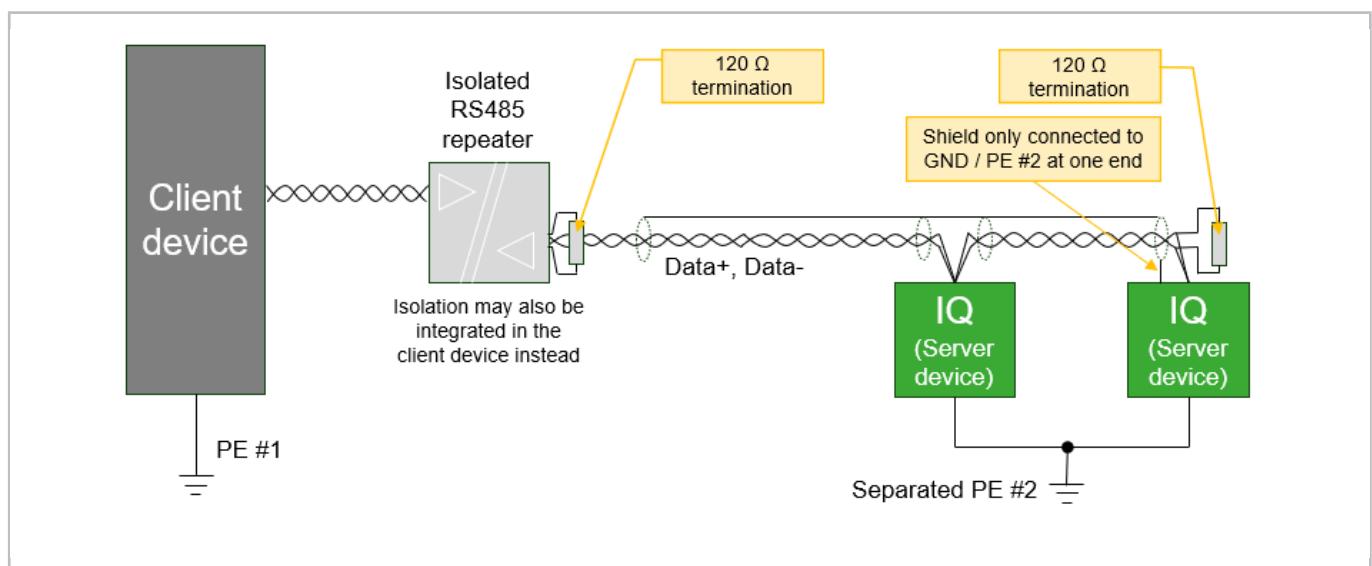


Fig. 4: Client device with different ground potential or isolated interface

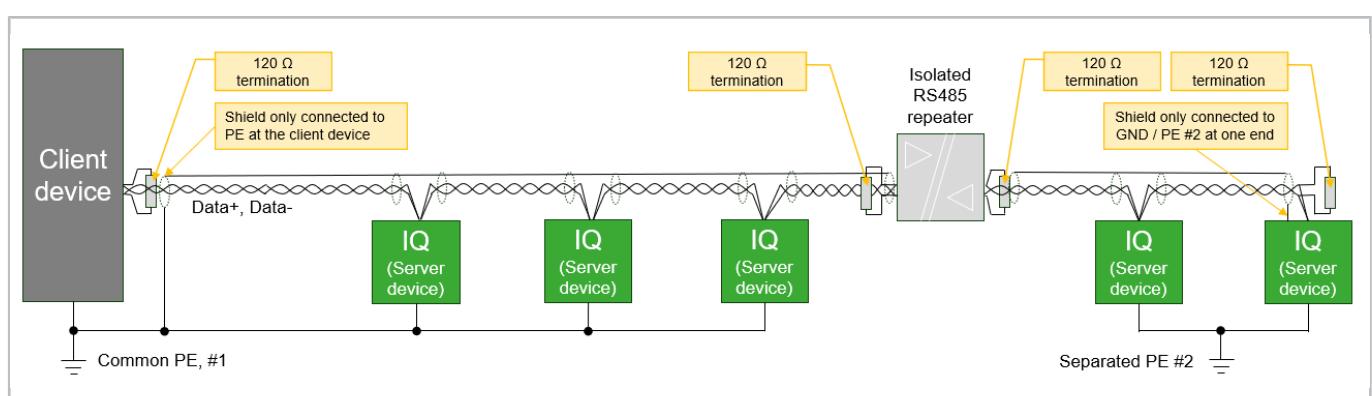


Fig. 5: Devices with different ground potentials separated by an isolated RS485 repeater

Modbus TCP/IP

In case Modbus TCP/IP is required or preferred over Modbus RTU, a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter can be used. Gateways are available on the market which translate the Modbus communication 1:1 without requiring to configure the individual protocols/registers in the gateway itself. One product that underwent successful testing at BITZER is the "RS485 TO POE ETH (B)" by Waveshare. In comparison to the standard version "RS485 TO ETH (B)", the POE version provides additional galvanic isolation of the signals and power supply. After configuring the devices as a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter, multiple IQ products can be made available on Modbus TCP/IP.

In detail, the following settings must be applied by the "VirCom" tool:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternatively provide a fixed IP address)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baud Rate, Data Bits, Parity, Stop Bits: Must be identical to the communication settings of the connected IQ products.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - More Advanced Settings: When configuring the device via the "VirCom" tool, the storage feature (Modbus Gateway Type = Auto query storage type) and multi-host support (Enable RS485 Multi-Host) will automatically be activated. The storage feature will improve the performance for Modbus TCP/IP queries and the multi-host feature allows connecting more than one Modbus TCP/IP client device.

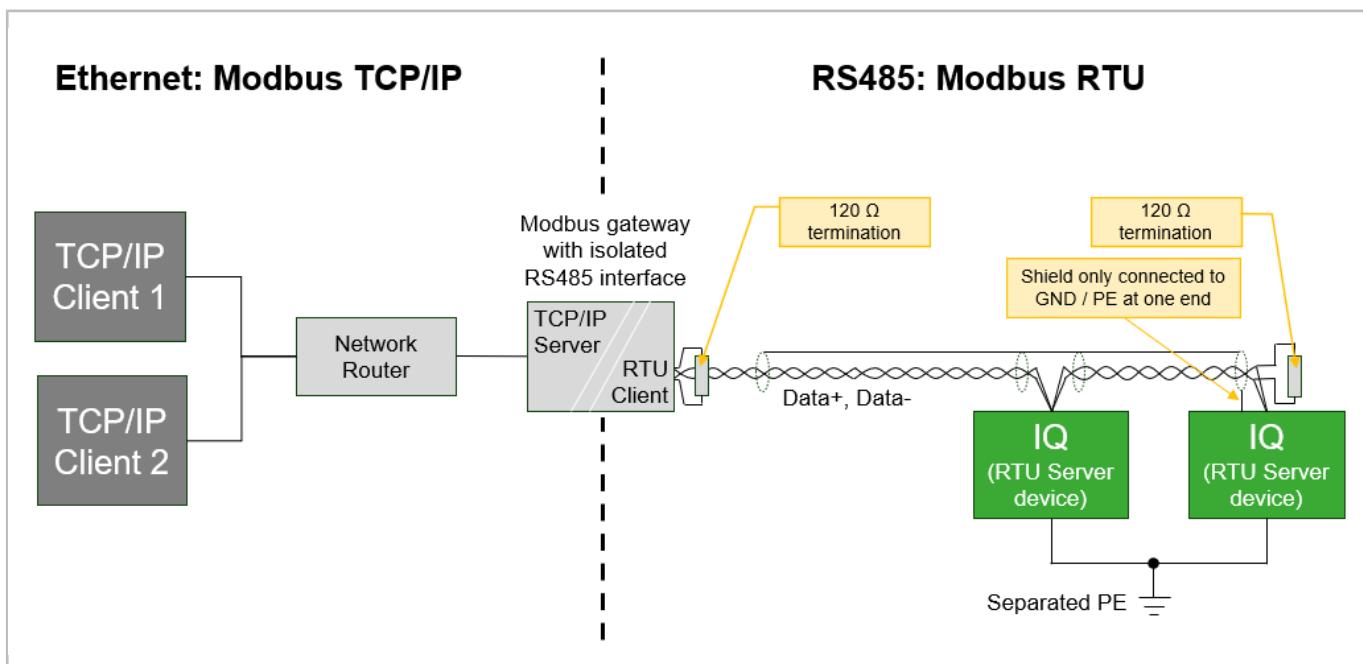


Fig. 6: Ethernet with Modbus TCP/IP and RS485 with Modbus RTU

3.2 Controlling the compressor via Modbus

The compressor can be monitored and controlled via Modbus.

In case the compressor shall be controlled via Modbus, the parameter "Modbus control" must be set to "Modbus directly". If the gateway for the BITZER digital network (BDN, access via [myBITZER](#)) is connected between the system controller and the IQ MODULE, "Modbus control" must be set to "Modbus via BDN Gateway". By default, "Modbus control" is set to "Deactivated", so that the compressor can be controlled via digital/analogue signals only.

When Modbus control is enabled, the setpoints from the different interfaces (analogue setpoint and serial setpoint) are merged and the resulting "Setpoint" can be read via the Modbus interface. The setpoint is limited to 100%, even if the sum of the setpoints may be above 100%.

Modbus control timeout function

If the Modbus communication is interrupted, the IQ MODULE can be configured for different reactions to this interruption by the parameters "Modbus control timeout function" and "Modbus control timeout".

Configuration possibilities for the timeout function:

- None --> Do nothing (if compressor is running, operation will be continued)
- Stop --> Stop the compressor
- Fault --> Stop the compressor and trip with the fault alarm "11-00 Serial Control Timeout"

Any received Modbus telegram resets the timeout function.

Serial control word

The serial control word is set via the Modbus holding register **110**:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial control word	None	uint16		110(H)	1

Bit definition of the serial control word:

Bit	Function	Description
0 .. 2	Reserved	Should be set to 1 (for compatibility to the CSV)
3	Enable operation	Must be set to 1
4 .. 5	Reserved	Should be set to 1 (for compatibility to the CSV)
6	Start	Start command 0 = Stop 1 = Start active
7	Reset	Alarm reset command is active when bit is set from 0 to 1. Positive edge triggered.
8 .. 9	Reserved	
10	Data valid	Must be set to 1 to instruct the controller to accept the serial control word. <ul style="list-style-type: none"> • 0 = The serial control word as well as the serial setpoint are ignored. This means that if the start command was active just before the data valid bit is set to "0" the command remains active until the data valid bit is set to "1" and the start bit is set to "0". • 1 = The serial control word and serial setpoint will be accepted. The resulting control word (I102) will always have this bit set.
11 .. 15	Reserved	

Examples of serial control word setups:

Com-mand	Hexa-decimal value	Decimal value	Binary								
			Re-served	Data valid	Re-served	Reset	Start	Re-served	Enable operat.	Re-served	
No com-mand / Stop	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Start	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

The neutral value of the control word is 43F hex (= 1087 dec = 10000111111 binary).

To start the compressor, the control word must be 47F hex (= 1151 dec = 10001111111 binary).

Serial setpoint

The serial setpoint is set via the Modbus holding register **111**:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial setpoint	%	int16	100	111(H)	1

Status word

The actual status of the IQ MODULE can be seen via the Modbus input register **103**.

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Status word	None	uint16	1	103(I)	1

Status word bit definitions

Bit	Function	Description
0 .. 1	Not used	
2	Operation enabled	<p>0 = The compressor is not ready for operation 1 = The compressor is ready to operate without considering the recommended stillstand and start delays. A warning alarm (30-22, 30-24 or 30-26) might appear when starting the compressor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No fault (Bit 3 = 0) • Safety chain input activated (CN2:3 relay C powered) • In case parameter "Modbus control" is not "Deactivated" – Operation is enabled (Bit 3 of the "Serial Control Word" set to 1)
3	Fault	<p>0 = No fault alarm(s) 1 = A fault alarm is active. The compressor is stopped.</p>
4 .. 6	Not used	
7	Warning	<p>0 = No warning alarm(s) 1 = A warning alarm is active</p>
8	On reference	<p>0 = The compressor is ramping or not running. 1 = The compressor is operating at setpoint.</p>
9	Not used	

Bit	Function	Description
10	Limiter active	0 = No limiter function is active 1 = A limiter is actively regulating the setpoint to keep the compressor in operation (reducing the risk of a fault stop)
11	Running	0 = Compressor is not running 1 = Compressor is running <ul style="list-style-type: none"> • Direct on line, star delta, part winding: motor start completed (K1/K2 control) • Frequency inverter, soft starter: running is assumed when the start input is closed.
12	Start active	0 = Compressor start is not active 1 = Compressor start is active. This includes the activation of the start un-loader, pre-run of the condenser and additional fan as well as start procedure of the motor starter function (star/delta and part winding contactor activation). <ul style="list-style-type: none"> • Operation enabled (Bit 2 = 1) • No fault (Bit 3 = 0) • Start command given (either via digital input start or Modbus) • In case "setpoint control characteristic" = "0 .. Max": setpoint > 1%
13	Critical	0 = No critical alarm(s) 1 = A critical alarm is active
14 .. 15	Not used	

3.3 Modbus alarm handling

Alarm list

The alarm list allows to read out the actual alarms including warnings, criticals and faults. It allows thereby - on the one hand - to display the actual alarms, and on the other it provides the basis for the system controller to react in order to avoid a compressor fault.

When power-cycling the module or providing a reset command, the inactive alarms will be cleared from the list. The alarm list is identical and shared between the IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1.

Overview of the relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
11100 (I)	Active alarms	Number of active alarms	uint16
11101 (I)	Not cleared alarms	Number of listed alarms that has not yet been cleared	uint16
11102 (I)	Highest alarm state	Highest state of any listed alarm 0 = Clear 1 = Inactive 2 = Active 3 = Set (alarm condition is present)	uint8
11103 (I)	Highest active alarm state	Highest severity level of any active alarm 0 = None 8 = Warning 16 = Critical 32 = Fault	uint8

Register	Name	Description	Type
11104 (I)	Device locked	If locked, device is waiting for external reset command or restart 0 = No 1 = Yes	uint8
11105 (I)	Fault reset level	Reset level required to clear any active alarm 0 = NA 1 = Auto 2 = Timed 3 = External 4 = Restart	uint8
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	<p>Alarms are ranked in the alarm list according to severity: alarm 1 is highest ranking, alarm 10 is lowest ranking.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 .. 9 (binary to decimal): Index number, see in BEST SOFTWARE under "Product" --> "Documentation" --> "Alarms" for the translation of index numbers into alarm texts. The table can be exported as csv file via the "Export..." button in the top menu all the way to the right. Bit 10 .. 12 (binary to decimal): Alarm severity 3 = Warning 4 = Critical 5 = Fault Bit 13: Reserved Bit 14 .. 15 (binary to decimal): Alarm state 1 = Inactive 2 = Active 3 = Set (alarm condition is present) <p>Excel tool for decoding: An Excel tool which allows to decode actual alarm values received via Modbus and visualizes the decoding step by step can be downloaded here.</p>	uint16

Alarm severity types

There are the following alarm severity types:

Fault !:

If a fault alarm condition is detected, the device will open the relays for the motor contacts and stop the compressor motor.

Critical !:

If a critical alarm condition is detected, operation may continue but for a limited time or with reduced performance.

Warning !:

A warning is signalled when a condition occurs which may require attention but is not severe enough to stop operation of the compressor. The compressor keeps running.

Alarm reset types

Auto:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present.

Timed:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present and the configurable interval "Timed reset interval" has counted down.

- By providing a manual reset command, the timed reset interval time can be cancelled in case the fault condition is no longer present.
- Repetitive timed reset faults will be limited by the external reset faults "10-00 Too many identical timed reset faults in 24 hours" and "10-01 Too many timed reset faults in 1 hour".

External:

- In case of an external reset fault, the system must be checked before unlocking.
- The fault must be reset by reset command when the fault condition is no longer present.

Restart:

- A power cycle is required to reset the fault.

Possibilities for providing a reset command

The module can be unlocked in various ways:

- With a Modbus command (see in the BEST SOFTWARE under "Documentation" --> "Modbus" --> Tab "Control & Status Word" --> Serial Control Word - this is possible even if Modbus control is not activated).
- With the BEST SOFTWARE in the menu "Alarms" --> "Reset".
- Disconnect the voltage supply (L/N) for at least 5 s.



NOTICE

Compressor damage!

Repeated resetting of external reset faults may lead to breakdown of the compressor if the cause is not resolved.

3.4 Application limits

Introduction

The IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1 are featured by an application limit (= application envelope) protection function. It protects the compressor against excessive operating conditions, but allows also to receive warnings via Modbus when coming close to the individual limits. When taking the warnings into consideration, the superior system controller can take countermeasures and thus avoid a compressor stop.

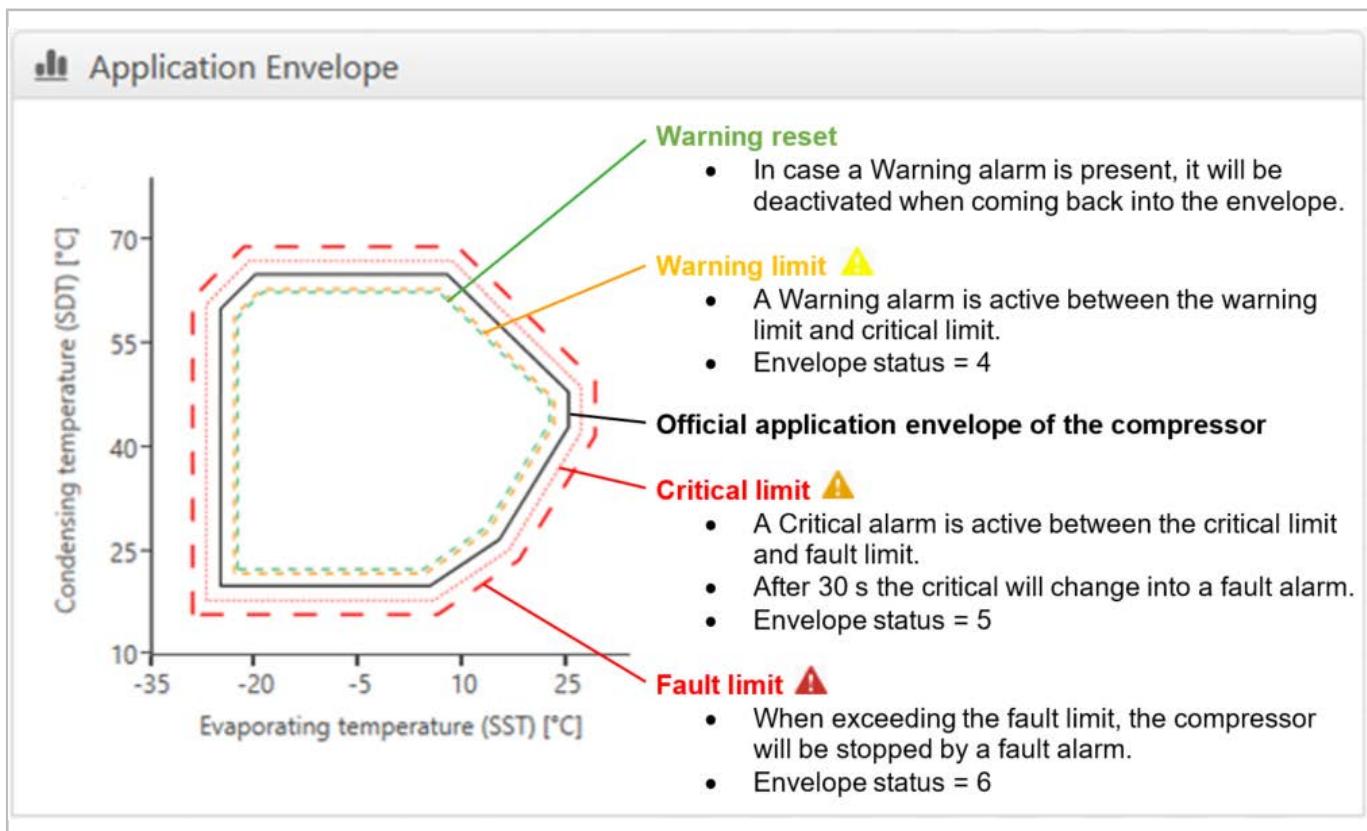


Fig. 7: Exemplary application limits with legend

Overview of relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
12005 (I)	Envelope status	Status of the application limit 0 = Compressor stopped 1 = Compressor starting (application limit protection deactivated for 120 s) 2 = Compressor running within limit (within green dashed line) 3 = Compressor stopping (application limit protection deactivated) 4 = Application limit warning is active 5 = Application limit critical is active 6 = Application limit fault is active	uint8
12006 (I)	Envelope zone	Zone in which the compressor is currently operating — or, if a fault is active, in which zone the operating point was when the fault was set. 0 = Inside application limit (within green dashed line) 1 = Low evaporation, low condensation 2 = Low evaporation 3 = Low evaporation, high condensation / high pressure 4 = High condensation / high pressure 5 = High evaporation, high condensation / high pressure 6 = High evaporation 7 = High evaporation, low condensation 8 = Low condensation	uint8

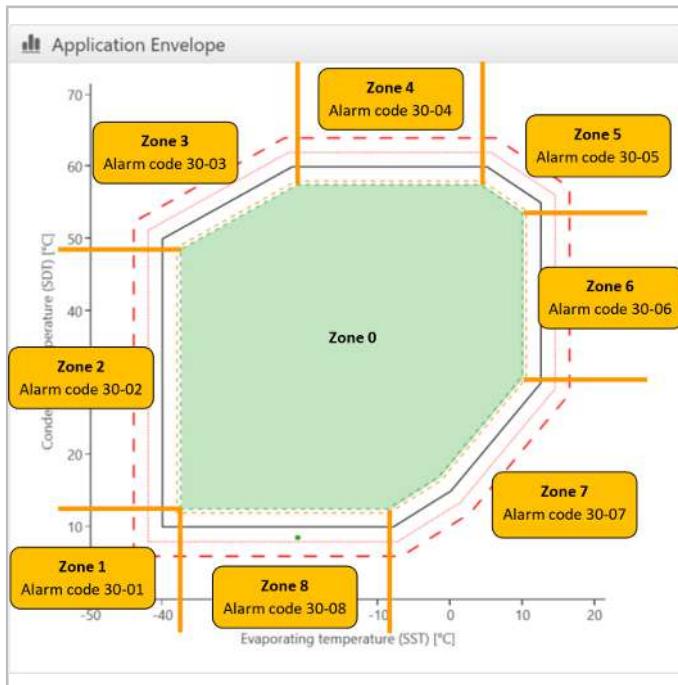


Fig. 8: Application limit zones

SST: Saturated suction temperature = evaporating temperature

SDT: Saturated discharge temperature = condensing temperature

4 CM-RC-02

4.1 Modbus introduction

The CM-RC-02 features two RS485 ports:

- The interface on **CN1** acts as a **server device** and can be used for connecting the fieldbus (Modbus RTU), the BITZER Digital Network (BDN) gateway or the BEST SOFTWARE via the BEST converter. When the fieldbus is connected, the operating parameters can still be monitored with the BEST SOFTWARE using Bluetooth. When the BDN gateway is connected, the fieldbus can be connected to the BDN gateway. The communication will thereby be routed through the BDN gateway. The fieldbus integration or communication respectively works in the same way as when connecting the fieldbus directly to the CM-RC-02. This Modbus documentation describes the integration of the CM-RC-02 as fieldbus device into superior controllers or monitoring systems.
- The interface on **CN2** acts as a **client device** and is dedicated for the IQ bus (connecting CM-RC-02 devices beyond each other) or connecting the VARIPACK frequency inverter. This interface is not further described here.

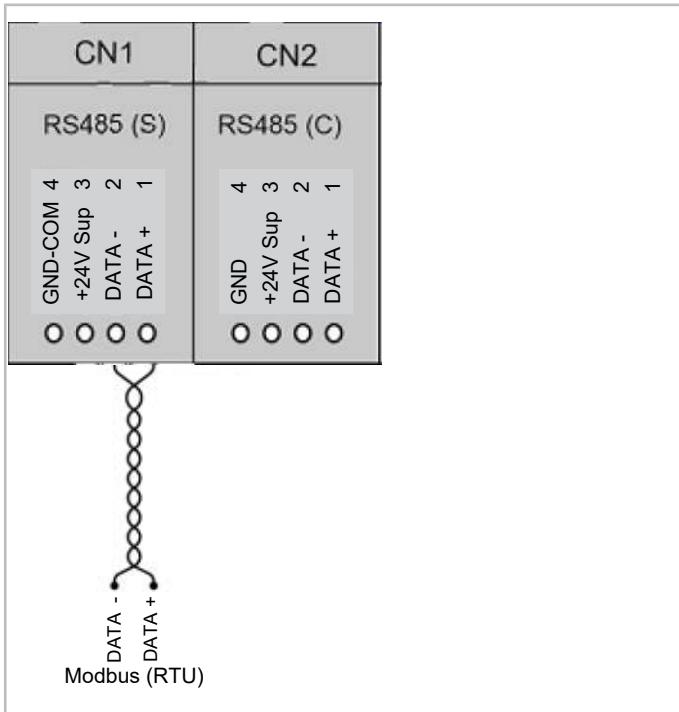


Fig. 9: Terminals of the Modbus interface of the CM-RC-02

Configuration of the Modbus communication parameters

Configuration and default settings can be found in BEST under "Configuration" in the parameter group "Modbus".

Parameters can be set via BEST or Modbus. If Modbus is used for changing the Modbus communication parameters like address, baud rate or parity, it will not result in an immediate change of the communication: The new configuration will be made active by cycling power to the module.

Used data types and scaling

Data types:

- uint8: unsigned 8-bit integer
- int16: signed 16-bit integer
- uint16: unsigned 16-bit integer
- uint32: unsigned 32-bit integer
- string: string

Scaling of the values:

- Scale 1: The value is the exact value
- Scale 10:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 10, i.e. 12.3 --> 123
 - A received value must be divided by 10, i.e. 123 --> 12.3
- Scale 100:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 100, i.e. 1.23 --> 123
 - A received value must be divided by 100, i.e. 123 --> 1.23

Reading and writing 32-bit values

32-bit values must be read and written as two consecutive Modbus registers (register count = 2). While Modbus.org has specified that 16-bit values are transmitted with the most significant byte first (or "big endian byte order"), there is no standard for the order of the words that come into play with 32-bit values or character strings with 2 or more registers.

This device transmits 32-bit values with the least significant word first (or "little endian word order").

The following table shows an example of this procedure for the number **123456789**, which corresponds to the hexadecimal number **75BCD15**.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binary	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadecimal	CD	15	07	5B

Reading string values via Modbus

One byte can be used to transmit one character via ASCII code. One word or register therefore allows two characters to be transmitted.

In order to be able to transmit longer character strings, therefore, usually multiple registers are used for the string data type.

The number of registers to be read is listed in "Number of registers".

The character strings are transferred from left to right and always with **the most significant word and the least significant byte** first (also "big endian word order" and "little endian byte order").

The following table shows an example of this procedure for the character string **ABCD**, which is provided in a string with 3 registers.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binary	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadecimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus function codes

The following function codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Function	Code (hexa-decimal)	Code (decimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

All input registers (I) can also be read as holding registers (H).

Modbus exception codes

The following exception codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Code	Name	Meaning
01	Illegal function	The function code is not valid.
02	Illegal data address	The specified register is not valid.
03	Illegal data value	The value is not allowed.
04	Server device failure	Unrecoverable error in server device.

Wiring recommendations

- The cable must be shielded, twisted pair suitable for RS485 communication with a recommended characteristic impedance of 100 .. 130 Ω . The two signal wires must be in the same pair of wires.
- The wiring topology must be daisy chain with 120 Ω termination resistors at each end of the bus line. The CM-RC-02 has integrated terminating resistors for its RS485 interfaces which can be activated by a connection bridge (jumper). The terminating resistor for the RS485 (S) interface can be activated and deactivated by the jumper CN5.
 - Jumper at position 1 - 2: Termination deactivated (ex factory)
 - Jumper at position 2 - 3: Termination activated
- The maximum possible cable length of the Modbus line depends on the used baud rate and the number of devices.
- The Modbus cable should be routed so that the influence from the power cables is minimized. When crossing power cables, a 90° angle should be achieved. Modbus and power cables that run in parallel should be separated by the largest possible appropriate clearance distance, approximately 20 .. 25 cm. A grounded shield plate or grounded metal duct can be used instead.
- The maximum recommended number of IQ products on one Modbus line is 10 devices. If other equipment is connected to the same Modbus line, the maximum current sourcing of the other equipment must be observed. The total bias resistance of the complete string should be at least 450 Ohm. This IQ product has a bias resistance of 10 kOhm (\rightarrow 1 kOhm with 10 units).
- This IQ product has no galvanic isolation in the RS485 interface. Therefore, modules connected directly by RS485 bus **must** share the same PE ground potential.
 - IQ products that refer to different ground potentials must be connected on RS485 via a suitable galvanic isolated repeater, or only to equipment with an isolated RS485 interface. Different potentials across the bus line can cause the electronics to malfunction or be damaged.
 - Only Data+ and Data- should be connected. GND wire should not be connected between modules since this can cause unwanted ground current in the communication wire. However, the GND pin may be used for single-ended connection of shield when no better possibility for connecting the shield is available.
- The shield must only be connected at one end of the bus to avoid unwanted ground current in shielding. However, the shield must be unbroken along the complete bus length, except across galvanic isolated repeaters.
 - In case of an isolated client device and non isolated server devices or vice versa, it is recommended to connect the shield at the end without isolation.

- When none of the devices is isolated, the shield should be connected at the client device. When all devices are isolated, it doesn't matter at which end the shield is connected - but it should not be connected to the GND pin of the RS485 interface.

See wiring examples below.

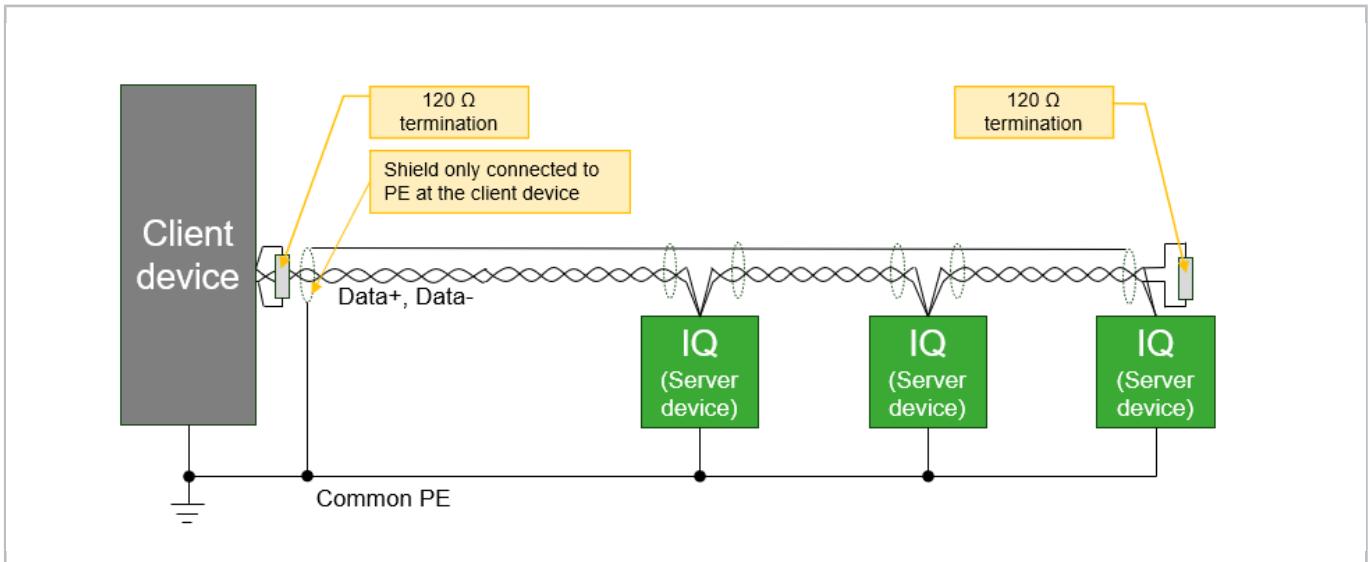


Fig. 10: Devices sharing the same ground potential

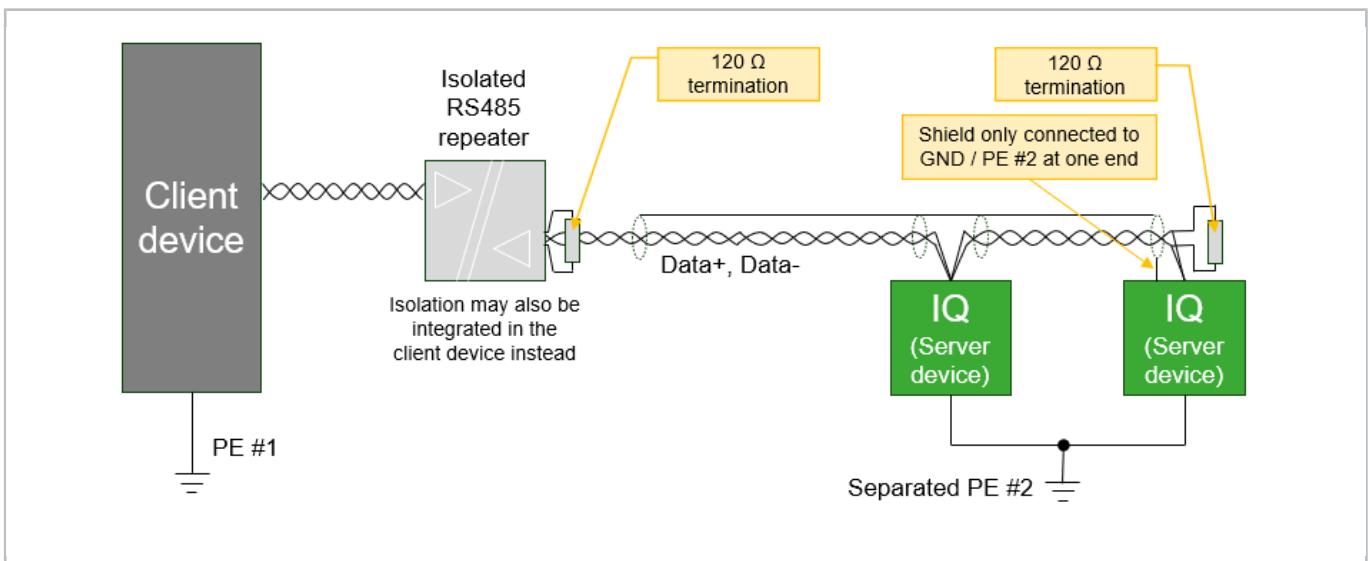


Fig. 11: Client device with different ground potential or isolated interface

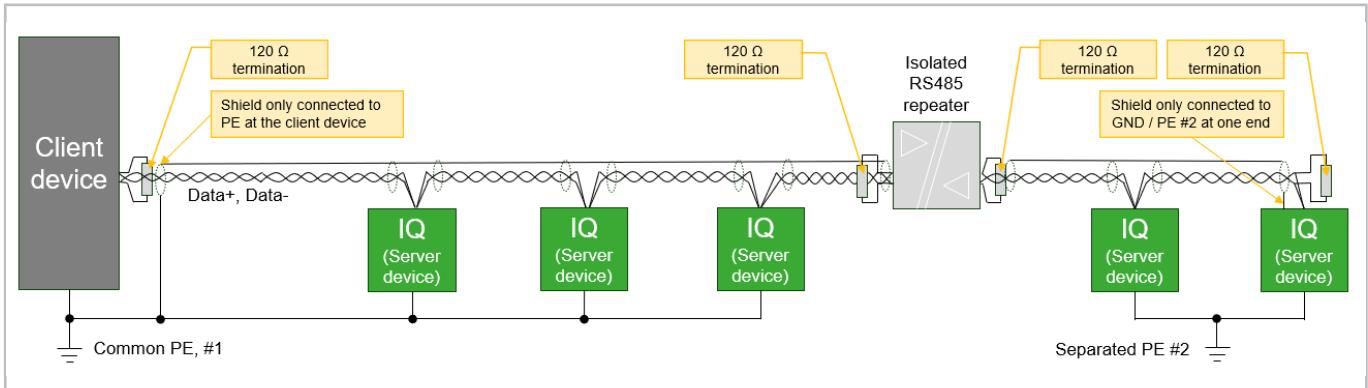


Fig. 12: Devices with different ground potentials separated by an isolated RS485 repeater

Modbus TCP/IP

In case Modbus TCP/IP is required or preferred over Modbus RTU, a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter can be used. Gateways are available on the market which translate the Modbus communication 1:1 without requiring to configure the individual protocols/registers in the gateway itself. One product that underwent successful testing at BITZER is the "RS485 TO POE ETH (B)" by Waveshare. In comparison to the standard version "RS485 TO ETH (B)", the POE version provides additional galvanic isolation of the signals and power supply. After configuring the devices as a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter, multiple IQ products can be made available on Modbus TCP/IP.

In detail, the following settings must be applied by the "VirCom" tool:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternatively provide a fixed IP address)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baud Rate, Data Bits, Parity, Stop Bits: Must be identical to the communication settings of the connected IQ products.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - More Advanced Settings: When configuring the device via the "VirCom" tool, the storage feature (Modbus Gateway Type = Auto query storage type) and multi-host support (Enable RS485 Multi-Host) will automatically be activated. The storage feature will improve the performance for Modbus TCP/IP queries and the multi-host feature allows connecting more than one Modbus TCP/IP client device.

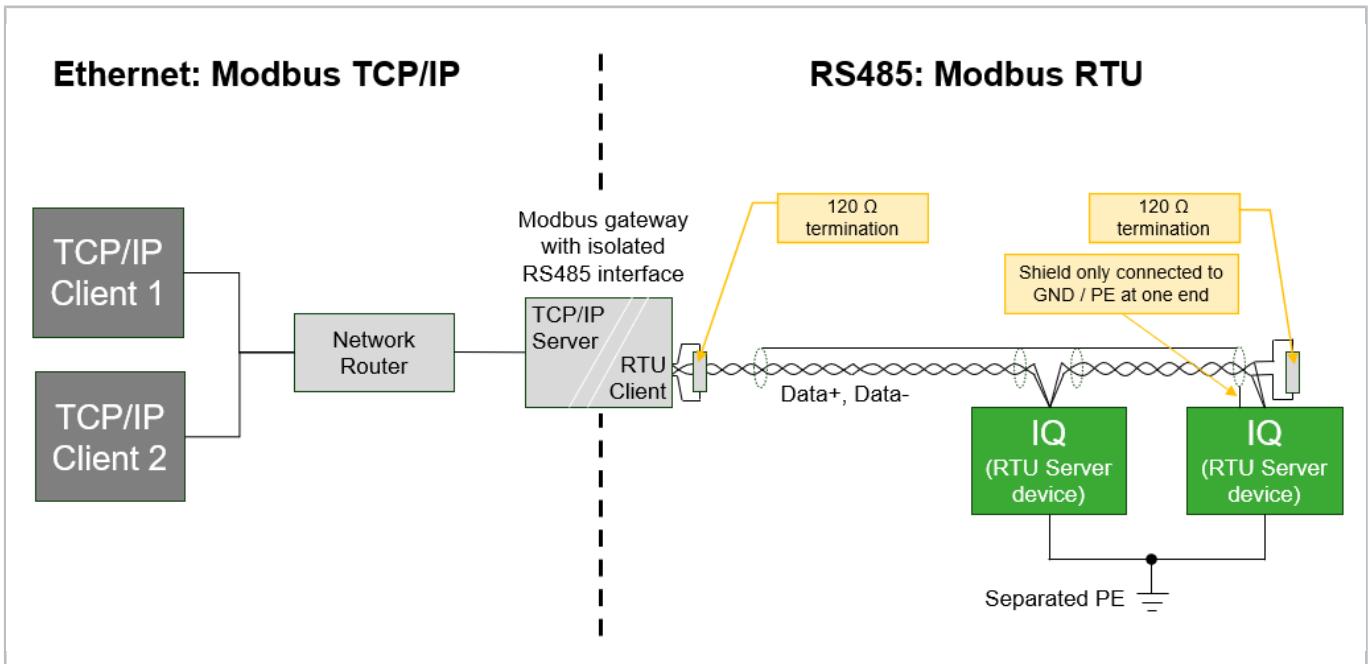


Fig. 13: Ethernet with Modbus TCP/IP and RS485 with Modbus RTU

4.2 Controlling the compressor via Modbus

The compressor can be monitored and controlled via Modbus.

In case the compressor shall be controlled via Modbus, the parameter "Modbus control" must be set to "Modbus directly". If the gateway for the BITZER digital network (BDN, access via [myBITZER](#)) is connected between the system controller and the IQ MODULE, "Modbus control" must be set to "Modbus via BDN Gateway". By default, "Modbus control" is set to "Deactivated", so that the compressor can be controlled via digital/analogue signals only.

When Modbus control is enabled, the setpoints from the different interfaces (analogue setpoint and serial setpoint) are merged and the resulting "Setpoint" can be read via the Modbus interface. The setpoint is limited to 100%, even if the sum of the setpoints may be above 100%.

Modbus control timeout function

If the Modbus communication is interrupted, the IQ MODULE can be configured for different reactions to this interruption by the parameters "Modbus control timeout function" and "Modbus control timeout".

Configuration possibilities for the timeout function:

- None --> Do nothing (if compressor is running, operation will be continued)
- Stop --> Stop the compressor
- Fault --> Stop the compressor and trip with the fault alarm "11-00 Serial Control Timeout"

Any received Modbus telegram resets the timeout function.

Serial control word

The serial control word is set via the Modbus holding register **110**:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial control word	None	uint16		110(H)	1

Bit definition of the serial control word:

Bit	Function	Description
0 .. 2	Reserved	Should be set to 1 (for compatibility to the CSV)
3	Enable operation	<p>0 = Operation not enabled 1 = Compressor released for operation</p> <p>This might mainly be used for removing the external release via Modbus in case of the "Operating mode" = "System control mode". Otherwise the bit must be set to 1.</p>
4 .. 5	Reserved	Should be set to 1 (for compatibility to the CSV)
6	Start	<p>Start command 0 = Stop 1 = Start active</p>
7	Reset	Alarm reset command is active when bit is set from 0 to 1. Positive edge triggered.
8 .. 9	Reserved	
10	Data valid	<p>Must be set to 1 to instruct the controller to accept the serial control word.</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 = The serial control word as well as the serial setpoint are ignored. This means that if the start command was active just before the data valid bit is set to "0" the command remains active until the data valid bit is set to "1" and the start bit is set to "0". 1 = The serial control word and serial setpoint will be accepted. <p>The resulting control word (I102) will always have this bit set.</p>
11 .. 15	Reserved	

Examples of serial control word setups:

Com-mand	Hexa-decimal value	Decimal value	Binary								
			Re-served	Data valid	Re-served	Reset	Start	Re-served	Enable operat.	Re-served	
No com-mand / Stop	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Start	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

The neutral value of the control word is 43F hex (= 1087 dec = 10000111111 binary).

To start the compressor, the control word must be 47F hex (= 1151 dec = 10001111111 binary).

Serial setpoint

The serial setpoint is set via the Modbus holding register **111**:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial setpoint	%	int16	100	111(H)	1

Status word

The actual status of the IQ MODULE can be seen via the Modbus input register **103**.

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Status word	None	uint16	1	103(I)	1

Status word bit definitions

Bit	Function	Description
0 .. 1	Not used	
2	Operation enabled	<p>0 = The compressor is not ready for operation 1 = The compressor is ready to operate without considering the recommended stillstand and start delays. A warning alarm (30-22, 30-24 or 30-26) might appear when starting the compressor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No fault (Bit 3 = 0) • Safety chain input activated (CN10: Safety In powered) • In case parameter "Modbus control" is not "Deactivated" <ul style="list-style-type: none"> – Operation is enabled (Bit 3 of the "Serial Control Word" set to 1) • In case parameter "Operating mode" = "System control mode" <ul style="list-style-type: none"> – Parameter "System operating mode" = On – External release given (CN3: start/stop activated)
3	Fault	0 = No fault alarm(s) 1 = A fault alarm is active. The compressor is stopped.
4 .. 6	Not used	
7	Warning	0 = No warning alarm(s) 1 = A warning alarm is active

Bit	Function	Description
8	On reference	0 = The compressor is ramping or not running. 1 = The compressor is operating at setpoint.
9	Not used	
10	Limiter active	0 = No limiter function is active 1 = A limiter is actively regulating the setpoint to keep the compressor in operation (reducing the risk of a fault stop)
11	Running	0 = Compressor is not running 1 = Compressor is running <ul style="list-style-type: none"> • Direct on line, star delta, part winding: motor start completed (K1/K2 control) • VARIPACK connected via Modbus: VARIPACK reports back that the compressor is running • Frequency inverter, soft starter: running is assumed when the start input is closed.
12	Start active	0 = Compressor start is not active 1 = Compressor start is active. This includes the activation of the start unloader, pre-run of the condenser and additional fan as well as start procedure of the motor starter function (star/delta and part winding contactor activation). <ul style="list-style-type: none"> • Operation enabled (Bit 2 = 1) • No fault (Bit 3 = 0) • "Operating mode" = "Compressor operation mode" <ul style="list-style-type: none"> – Start command given (either via digital input start or Modbus) – In case "setpoint control characteristic" = "0 .. Max": setpoint > 1% • "Operating mode" = "System control mode" <ul style="list-style-type: none"> – The cooling capacity control requests the compressor to start. – The recommended start to start interval and stop to start time counted down and the max. starts per hour have not been exceeded (see parameter "Remaining time for short cycling protection").
13	Critical	0 = No critical alarm(s) 1 = A critical alarm is active
14	Ready for operation (available from firm- ware versions 2.0.12.0)	0 = Not ready for operation 1 = Ready for operation <ul style="list-style-type: none"> • Operation enabled (Bit 2 = 1) • The remaining time for protection against short cycling has expired.
15	Not used	

4.3 Modbus alarm handling

Alarm list

The alarm list allows to read out the actual alarms including warnings, criticals and faults. It allows thereby - on the one hand - to display the actual alarms, and on the other it provides the basis for the system controller to react in order to avoid a compressor fault.

When power-cycling the module or providing a reset command, the inactive alarms will be cleared from the list. The alarm list is identical and shared between the IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1.

Overview of the relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
11100 (I)	Active alarms	Number of active alarms	uint16
11101 (I)	Not cleared alarms	Number of listed alarms that has not yet been cleared	uint16
11102 (I)	Highest alarm state	Highest state of any listed alarm 0 = Clear 1 = Inactive 2 = Active 3 = Set (alarm condition is present)	uint8
11103 (I)	Highest active alarm state	Highest severity level of any active alarm 0 = None 8 = Warning 16 = Critical 32 = Fault	uint8
11104 (I)	Device locked	If locked, device is waiting for external reset command or restart 0 = No 1 = Yes	uint8
11105 (I)	Fault reset level	Reset level required to clear any active alarm 0 = NA 1 = Auto 2 = Timed 3 = External 4 = Restart	uint8
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	<p>Alarms are ranked in the alarm list according to severity: alarm 1 is highest ranking, alarm 10 is lowest ranking.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 .. 9 (binary to decimal): Index number, see in BEST SOFTWARE under "Product" --> "Documentation" --> "Alarms" for the translation of index numbers into alarm texts. The table can be exported as csv file via the "Export..." button in the top menu all the way to the right. Bit 10 .. 12 (binary to decimal): Alarm severity 3 = Warning 4 = Critical 5 = Fault Bit 13: Reserved Bit 14 .. 15 (binary to decimal): Alarm state 1 = Inactive 2 = Active 3 = Set (alarm condition is present) <p>Excel tool for decoding:</p> <p>An Excel tool which allows to decode actual alarm values received via Modbus and visualizes the decoding step by step can be downloaded here.</p>	uint16

Alarm severity types

There are the following alarm severity types:

Fault :

If a fault alarm condition is detected, the device will open the relays for the motor contacts and stop the compressor motor.

Critical !:

If a critical alarm condition is detected, operation may continue but for a limited time or with reduced performance.

Warning !:

A warning is signalled when a condition occurs which may require attention but is not severe enough to stop operation of the compressor. The compressor keeps running.

Alarm reset types

Auto:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present.

Timed:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present and the configurable interval "Timed reset interval" has counted down.
- By providing a manual reset command, the timed reset interval time can be cancelled in case the fault condition is no longer present.
- Repetitive timed reset faults will be limited by the external reset faults "10-00 Too many identical timed reset faults in 24 hours" and "10-01 Too many timed reset faults in 1 hour".

External:

- In case of an external reset fault, the system must be checked before unlocking.
- The fault must be reset by reset command when the fault condition is no longer present.

Restart:

- A power cycle is required to reset the fault.

Possibilities for providing a reset command

The module can be unlocked in various ways:

- With a Modbus command (see in the BEST SOFTWARE under "Documentation" --> "Modbus" --> Tab "Control & Status Word" --> Serial Control Word - this is possible even if Modbus control is not activated).
- With the BEST SOFTWARE in the menu "Alarms" --> "Reset".
- Disconnect the voltage supply (L/N) for at least 5 s.

**NOTICE**

Compressor damage!

Repeated resetting of external reset faults may lead to breakdown of the compressor if the cause is not resolved.

4.4 Application limits

Introduction

The IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1 are featured by an application limit (= application envelope) protection function. It protects the compressor against excessive operating conditions, but allows also to receive warnings via Modbus when coming close to the individual limits. When taking the warnings into consideration, the superior system controller can take countermeasures and thus avoid a compressor stop.

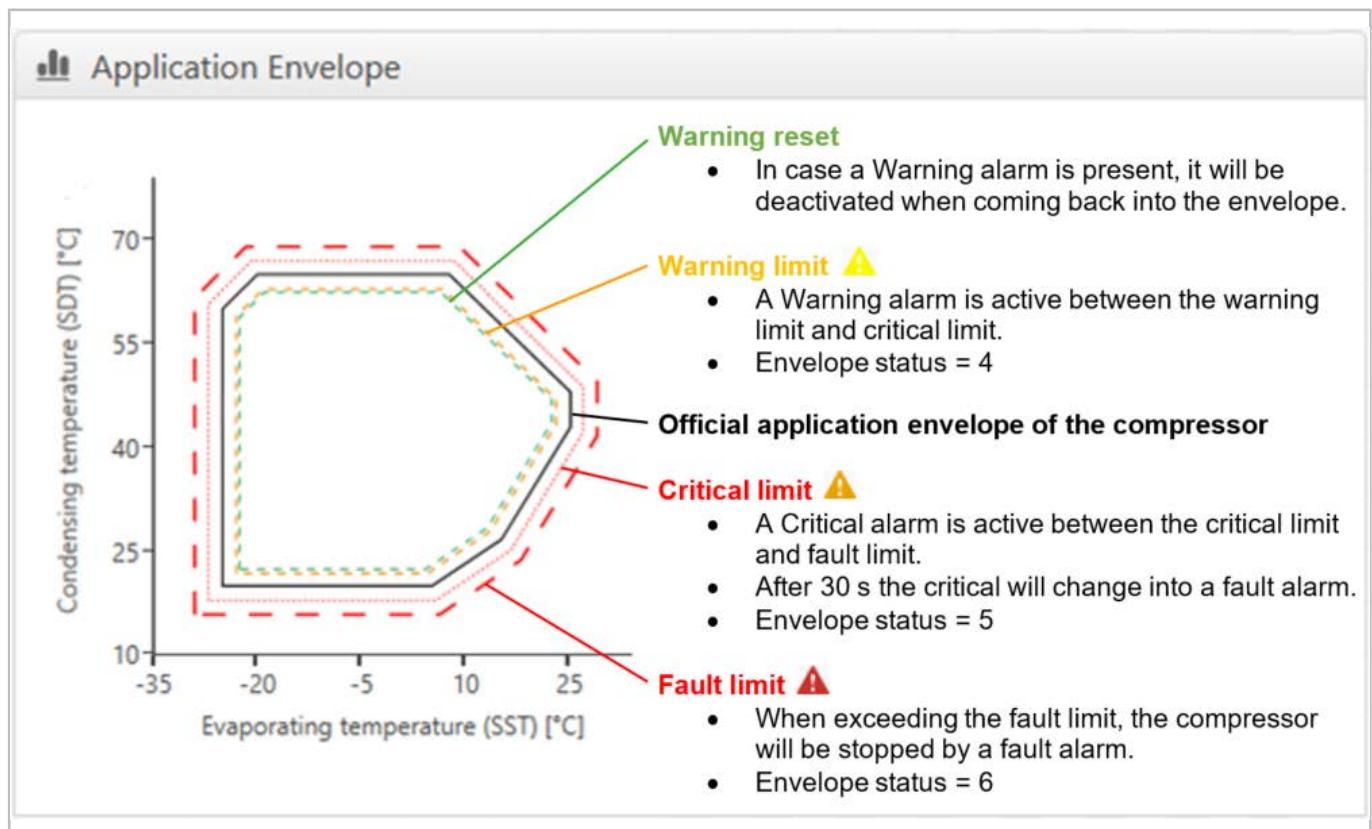


Fig. 14: Exemplary application limits with legend

Overview of relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
12005 (I)	Envelope status	Status of the application limit 0 = Compressor stopped 1 = Compressor starting (application limit protection deactivated for 120 s) 2 = Compressor running within limit (within green dashed line) 3 = Compressor stopping (application limit protection deactivated) 4 = Application limit warning is active 5 = Application limit critical is active 6 = Application limit fault is active 10 = Monitoring deactivated	uint8
12006 (I)	Envelope zone	Zone in which the compressor is currently operating — or, if a fault is active, in which zone the operating point was when the fault was set. 0 = Inside application limit (within green dashed line) 1 = Low evaporation, low condensation 2 = Low evaporation 3 = Low evaporation, high condensation / high pressure 4 = High condensation / high pressure 5 = High evaporation, high condensation / high pressure 6 = High evaporation 7 = High evaporation, low condensation 8 = Low condensation 10 = Monitoring deactivated	uint8

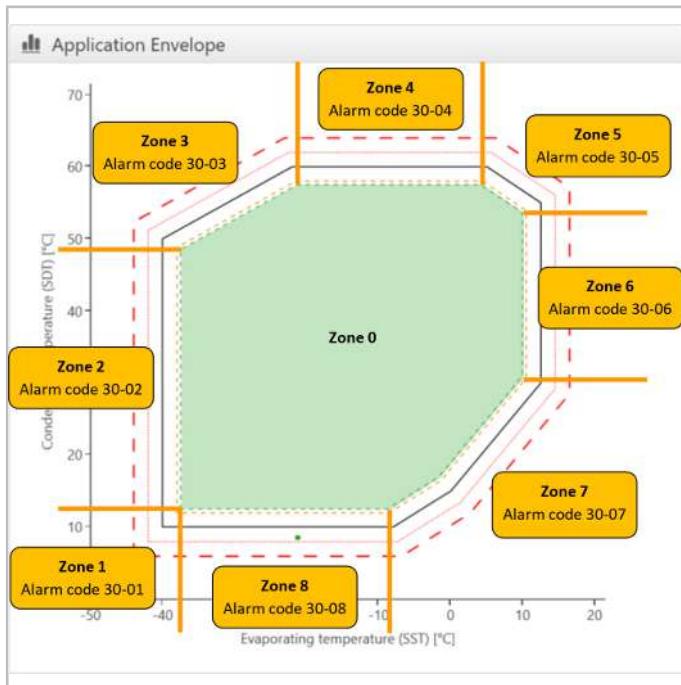


Fig. 15: Application limit zones

SST: Saturated suction temperature = evaporating temperature

SDT: Saturated discharge temperature = condensing temperature

5 CM-SW-01

5.1 Modbus introduction

The CM-RC-01 and CM-SW-01 have a built-in Modbus RTU interface (CN14), which allows to monitor and control the compressor. The interface is shared for connecting the fieldbus (Modbus) or the BEST converter. When the fieldbus is connected, the operating parameters can still be monitored with the BEST SOFTWARE by using Bluetooth.

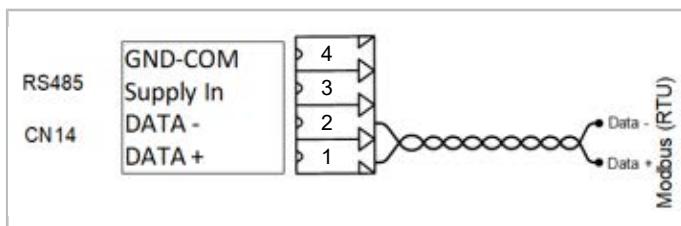


Fig. 16: Terminals of the Modbus interface of the CM-RC-01 and CM-SW-01

Configuration of the Modbus communication parameters

Configuration and default settings can be found in BEST under "Configuration" in the parameter group "Modbus".

Parameters can be set via BEST or Modbus. If Modbus is used for changing the Modbus communication parameters like address, baud rate or parity, it will not result in an immediate change of the communication: The new configuration will be made active by cycling power to the module.

Used data types and scaling

Data types:

- uint8: unsigned 8-bit integer
- int16: signed 16-bit integer
- uint16: unsigned 16-bit integer
- uint32: unsigned 32-bit integer
- string: string

Scaling of the values:

- Scale 1: The value is the exact value
- Scale 10:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 10, i.e. 12.3 --> 123
 - A received value must be divided by 10, i.e. 123 --> 12.3
- Scale 100:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 100, i.e. 1.23 --> 123
 - A received value must be divided by 100, i.e. 123 --> 1.23

Reading and writing 32-bit values

32-bit values must be read and written as two consecutive Modbus registers (register count = 2).

While Modbus.org has specified that 16-bit values are transmitted with the most significant byte first (or "big endian byte order"), there is no standard for the order of the words that come into play with 32-bit values or character strings with 2 or more registers.

This device transmits 32-bit values with the least significant word first (or "little endian word order").

The following table shows an example of this procedure for the number **123456789**, which corresponds to the hexadecimal number **75BCD15**.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binary	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadecimal	CD	15	07	5B

Reading string values via Modbus

One byte can be used to transmit one character via ASCII code. One word or register therefore allows two characters to be transmitted.

In order to be able to transmit longer character strings, therefore, usually multiple registers are used for the string data type.

The number of registers to be read is listed in "Number of registers".

The character strings are transferred from left to right and always with **the most significant word and the least significant byte** first (also "big endian word order" and "little endian byte order").

The following table shows an example of this procedure for the character string **ABCD**, which is provided in a string with 3 registers.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binary	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadecimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus function codes

The following function codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Function	Code (hexa-decimal)	Code (decimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

All input registers (I) can also be read as holding registers (H).

Modbus exception codes

The following exception codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Code	Name	Meaning
01	Illegal function	The function code is not valid.
02	Illegal data address	The specified register is not valid.
03	Illegal data value	The value is not allowed.
04	Server device failure	Unrecoverable error in server device.

Wiring recommendations

- The cable must be shielded, twisted pair suitable for RS485 communication with a recommended characteristic impedance of 100 .. 130 Ω . The two signal wires must be in the same pair of wires.
- The wiring topology must be daisy chain with 120 Ω termination resistors at each end of the bus line. As this IQ product has no integrated termination resistor, it must be added externally.
- The maximum possible cable length of the Modbus line depends on the used baud rate and the number of devices.
- The Modbus cable should be routed so that the influence from the power cables is minimized. When crossing power cables, a 90° angle should be achieved. Modbus and power cables that run in parallel should be separated by the largest possible appropriate clearance distance, approximately 20 .. 25 cm. A grounded shield plate or grounded metal duct can be used instead.
- The maximum recommended number of IQ products on one Modbus line is 10 devices. If other equipment is connected to the same Modbus line, the maximum current sourcing of the other equipment must be observed. The total bias resistance of the complete string should be at least 450 Ohm. This IQ product has a bias resistance of 10 kOhm (\rightarrow 1 kOhm with 10 units).
- This IQ product has no galvanic isolation in the RS485 interface. Therefore, modules connected directly by RS485 bus **must** share the same PE ground potential.
 - IQ products that refer to different ground potentials must be connected on RS485 via a suitable galvanic isolated repeater, or only to equipment with an isolated RS485 interface. Different potentials across the bus line can cause the electronics to malfunction or be damaged.
 - Only Data+ and Data- should be connected. GND wire should not be connected between modules since this can cause unwanted ground current in the communication wire. However, the GND pin may be used for single-ended connection of shield when no better possibility for connecting the shield is available.
- The shield must only be connected at one end of the bus to avoid unwanted ground current in shielding. However, the shield must be unbroken along the complete bus length, except across galvanic isolated repeaters.
 - In case of an isolated client device and non isolated server devices or vice versa, it is recommended to connect the shield at the end without isolation.
 - When none of the devices is isolated, the shield should be connected at the client device. When all devices are isolated, it doesn't matter at which end the shield is connected - but it should not be connected to the GND pin of the RS485 interface.

See wiring examples below.

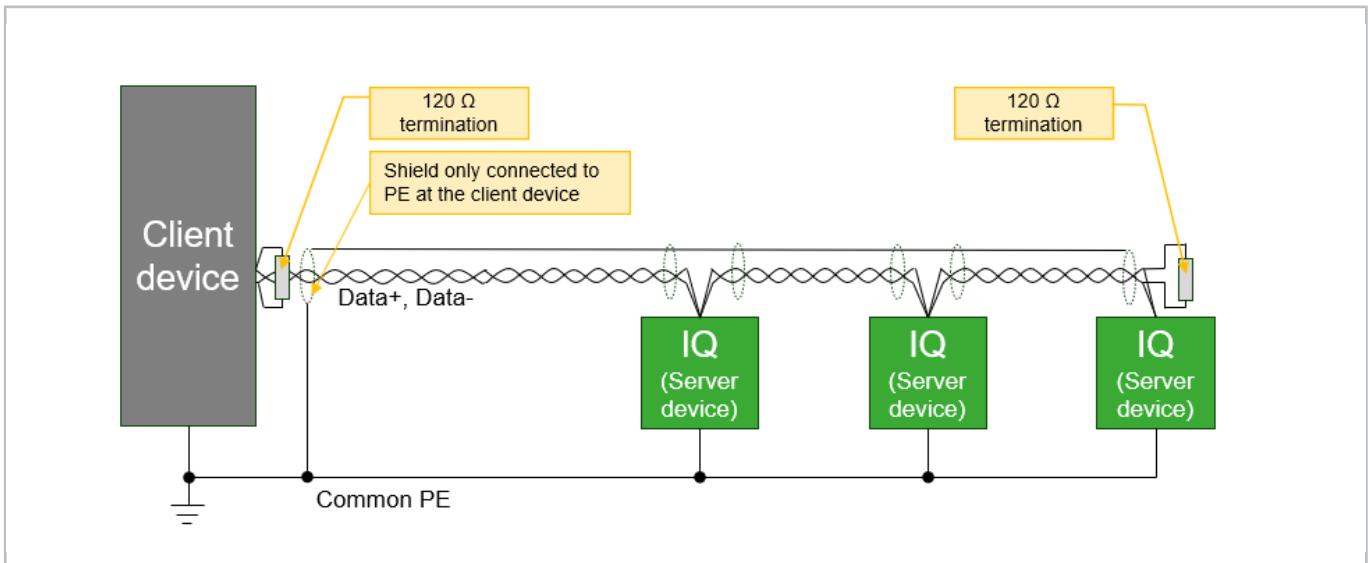


Fig. 17: Devices sharing the same ground potential

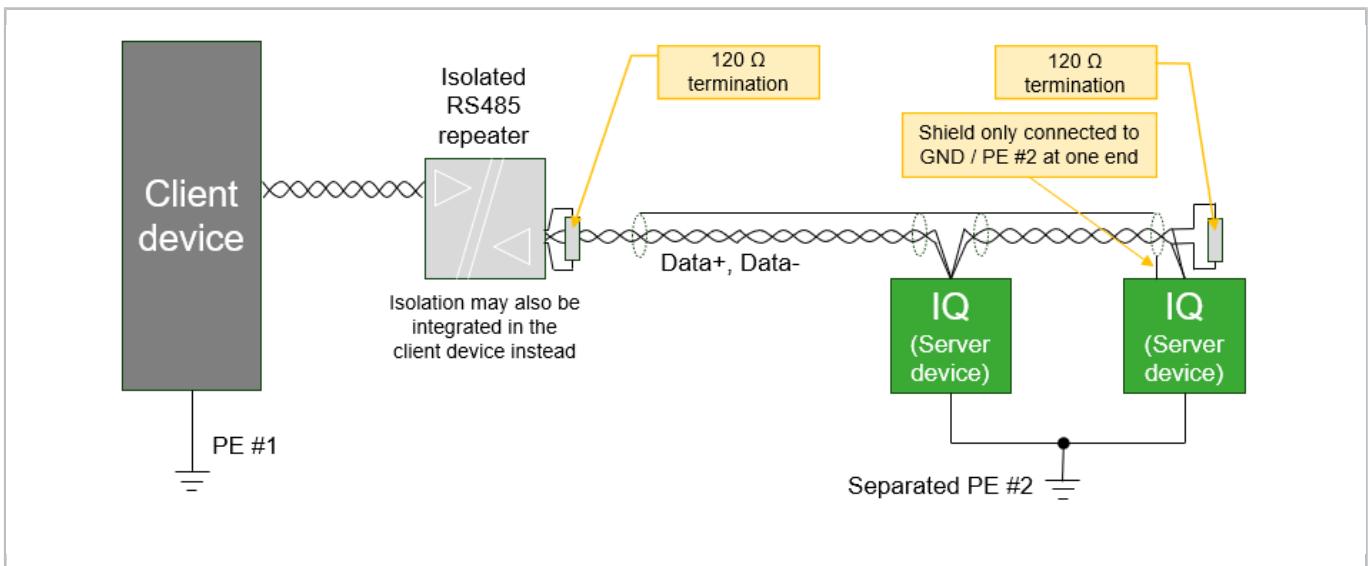


Fig. 18: Client device with different ground potential or isolated interface

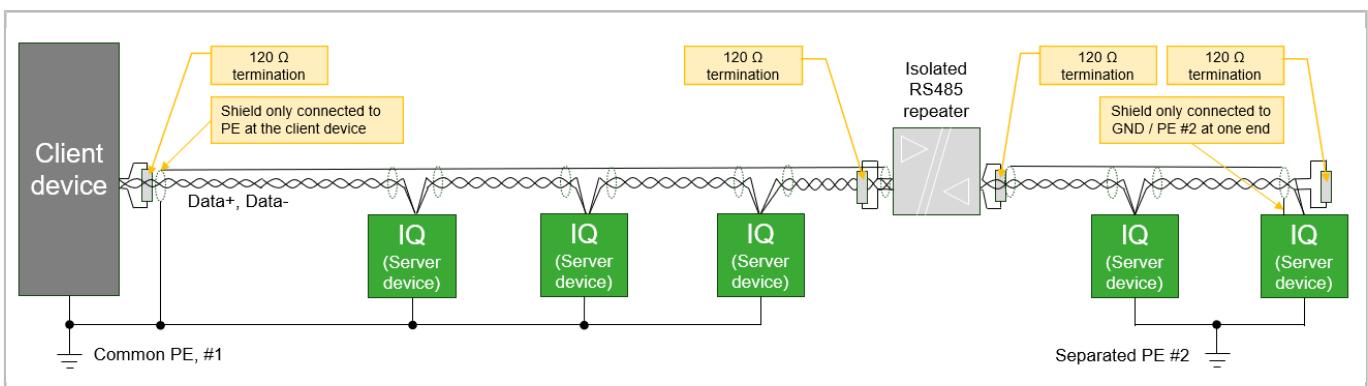


Fig. 19: Devices with different ground potentials separated by an isolated RS485 repeater

Modbus TCP/IP

In case Modbus TCP/IP is required or preferred over Modbus RTU, a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter can be used. Gateways are available on the market which translate the Modbus communication 1:1 without requiring to configure the individual protocols/registers in the gateway itself. One product that underwent successful testing at BITZER is the "RS485 TO POE ETH (B)" by Waveshare. In comparison to the standard version "RS485 TO ETH (B)", the POE version provides additional galvanic isolation of the signals and power supply. After configuring the devices as a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter, multiple IQ products can be made available on Modbus TCP/IP.

In detail, the following settings must be applied by the "VirCom" tool:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternatively provide a fixed IP address)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baud Rate, Data Bits, Parity, Stop Bits: Must be identical to the communication settings of the connected IQ products.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - More Advanced Settings: When configuring the device via the "VirCom" tool, the storage feature (Modbus Gateway Type = Auto query storage type) and multi-host support (Enable RS485 Multi-Host) will automatically be activated. The storage feature will improve the performance for Modbus TCP/IP queries and the multi-host feature allows connecting more than one Modbus TCP/IP client device.

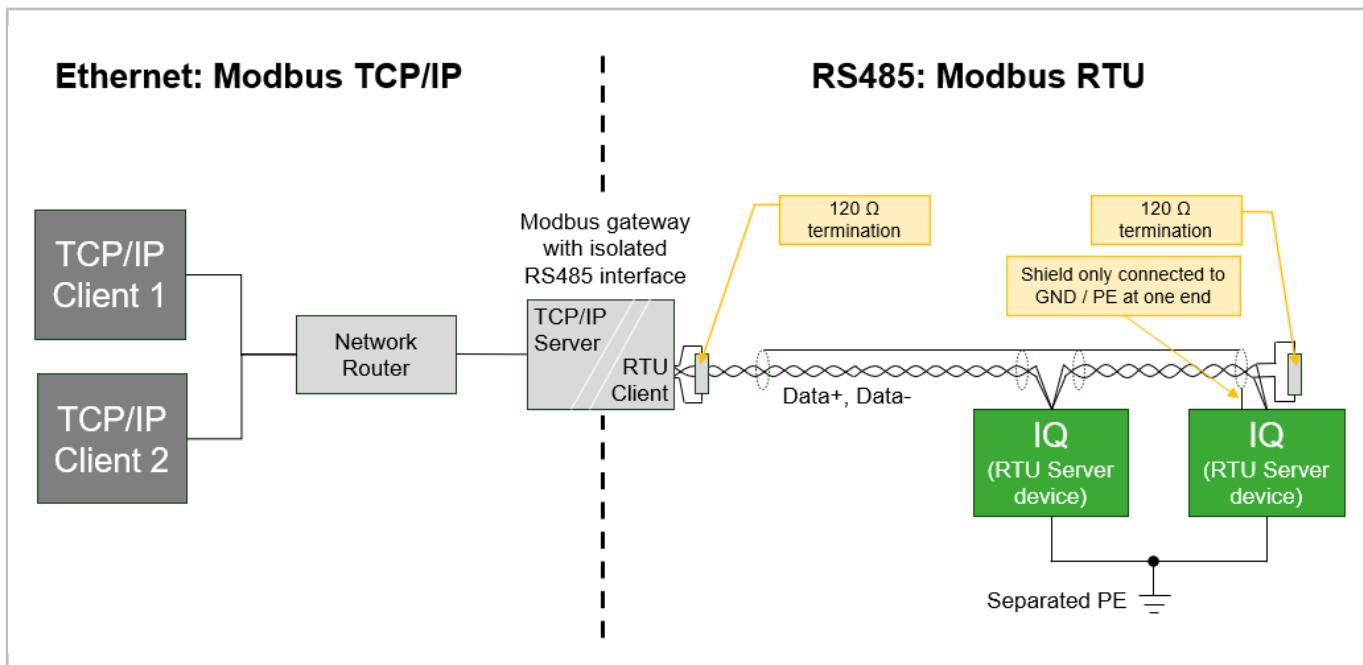


Fig. 20: Ethernet with Modbus TCP/IP and RS485 with Modbus RTU

5.2 Controlling the compressor via Modbus

The compressor can be monitored and controlled via Modbus.

In case the compressor shall be controlled via Modbus, the parameter "Modbus control" must be set to "Modbus directly". If the gateway for the BITZER digital network (BDN, access via [myBITZER](#)) is connected between the system controller and the IQ MODULE, "Modbus control" must be set to "Modbus via BDN Gateway". By default, "Modbus control" is set to "Deactivated", so that the compressor can be controlled via digital/analogue signals only.

When Modbus control is enabled, the setpoints from the different interfaces (analogue setpoint and serial setpoint) are merged and the resulting "Setpoint" can be read via the Modbus interface. The setpoint is limited to 100%, even if the sum of the setpoints may be above 100%.

Serial control word

The serial control word is set via the Modbus holding register **110**:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial control word	None	uint16		110(H)	1

Bit definition of the serial control word:

Bit	Function	Description
0 .. 2	Reserved	Should be set to 1 (for compatibility to the CSV)
3	Enable operation	Must be set to 1
4 .. 5	Reserved	Should be set to 1 (for compatibility to the CSV)
6	Start	Start command 0 = Stop 1 = Start active
7	Reset	Alarm reset command is active when bit is set from 0 to 1. Positive edge triggered.
8 .. 9	Reserved	
10	Data valid	Must be set to 1 to instruct the controller to accept the serial control word. <ul style="list-style-type: none"> 0 = The serial control word as well as the serial setpoint are ignored. This means that if the start command was active just before the data valid bit is set to "0" the command remains active until the data valid bit is set to "1" and the start bit is set to "0". 1 = The serial control word and serial setpoint will be accepted. The resulting control word (I102) will always have this bit set.
11 .. 15	Reserved	

Examples of serial control word setups:

Com-mand	Hexa-decimal value	Decimal value	Binary								
			Re-served	Data valid	Re-served	Reset	Start	Re-served	Enable operat.	Re-served	
No com-mand / Stop	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Start	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

The neutral value of the control word is 43F hex (= 1087 dec = 10000111111 binary).

To start the compressor, the control word must be 47F hex (= 1151 dec = 10001111111 binary).

Serial setpoint

The serial setpoint is set via the Modbus holding register **111**:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial setpoint	%	int16	100	111(H)	1

Modbus control timeout function

If the Modbus communication is interrupted, the IQ MODULE can be configured for different reactions to this interruption by the parameters "Modbus control timeout function" and "Modbus control timeout".

Configuration possibilities for the timeout function:

- None --> Do nothing (if compressor is running, operation will be continued)
- Stop --> Stop the compressor
- Fault --> Stop the compressor and trip with the fault alarm "11-00 Serial Control Timeout"

Any received Modbus telegram resets the timeout function.

Status word

The actual status of the IQ MODULE can be seen via the Modbus input register **103**.

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Status word	None	uint16	1	103(I)	1

Status word bit definitions

Bit	Function	Description
0 .. 1	Not used	
2	Operation enabled	<p>0 = The compressor is not ready for operation 1 = The compressor is ready to operate without considering the recommended stillstand and start delays. A warning alarm (30-22, 30-24 or 30-26) might appear when starting the compressor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No fault (Bit 3 = 0) • Safety chain input activated (CN2:3 relay C powered) • In case parameter "Modbus control" is not "Deactivated" <ul style="list-style-type: none"> – Operation is enabled (Bit 3 of the "Serial Control Word" set to 1)
3	Fault	<p>0 = No fault alarm(s) 1 = A fault alarm is active. The compressor is stopped.</p>
4 .. 6	Not used	
7	Warning	<p>0 = No warning alarm(s) 1 = A warning alarm is active</p>
8	On reference	<p>0 = The compressor is ramping or not running. 1 = The compressor is operating at setpoint.</p>
9 .. 10	Not used	
11	Running	<p>0 = Compressor is not running 1 = Compressor is running</p> <ul style="list-style-type: none"> • With phase monitoring: A motor phase frequency has been detected • No phase monitoring: Motor start completed (K1/K2 control)
12	Start active	<p>0 = Compressor start is not active 1 = Compressor start is active. This includes the start procedure of the motor starter function (star/delta and part winding contactor activation).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operation enabled (Bit 2 = 1)

Bit	Function	Description
		<ul style="list-style-type: none"> • No fault (Bit 3 = 0) • Start command given (either via digital input start or Modbus) • In case "setpoint control characteristic" = "0 .. Max": setpoint > 1%
13	Critical	0 = No critical alarm(s) 1 = A critical alarm is active
14 .. 15	Not used	

5.3 Modbus alarm handling

Alarm list

The alarm list allows to read out the actual alarms including warnings, criticals and faults. It allows thereby - on the one hand - to display the actual alarms, and on the other it provides the basis for the system controller to react in order to avoid a compressor fault.

When power-cycling the module or providing a reset command, the inactive alarms will be cleared from the list. The alarm list is identical and shared between the IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1.

Overview of the relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
11100 (I)	Active alarms	Number of active alarms	uint16
11101 (I)	Not cleared alarms	Number of listed alarms that has not yet been cleared	uint16
11102 (I)	Highest alarm state	Highest state of any listed alarm 0 = Clear 1 = Inactive 2 = Active 3 = Set (alarm condition is present)	uint8
11103 (I)	Highest active alarm state	Highest severity level of any active alarm 0 = None 8 = Warning 16 = Critical 32 = Fault	uint8
11104 (I)	Device locked	If locked, device is waiting for external reset command or restart 0 = No 1 = Yes	uint8
11105 (I)	Fault reset level	Reset level required to clear any active alarm 0 = NA 1 = Auto 2 = Timed 3 = External 4 = Restart	uint8
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	Alarms are ranked in the alarm list according to severity: alarm 1 is highest ranking, alarm 10 is lowest ranking. <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0 .. 9 (binary to decimal): Index number, see in BEST SOFTWARE under "Product" --> "Documentation" --> "Alarms" for the translation of index numbers into alarm texts. The table can be exported as csv file via the "Export..." button in the top menu all the way to the right. 	uint16

Register	Name	Description	Type
		<ul style="list-style-type: none"> Bit 10 .. 12 (binary to decimal): Alarm severity 3 = Warning 4 = Critical 5 = Fault Bit 13: Reserved Bit 14 .. 15 (binary to decimal): Alarm state 1 = Inactive 2 = Active 3 = Set (alarm condition is present) <p>Excel tool for decoding: An Excel tool which allows to decode actual alarm values received via Modbus and visualizes the decoding step by step can be downloaded here.</p>	

Alarm severity types

There are the following alarm severity types:

Fault !:

If a fault alarm condition is detected, the device will open the relays for the motor contacts and stop the compressor motor.

Critical !:

If a critical alarm condition is detected, operation may continue but for a limited time or with reduced performance.

Warning !:

A warning is signalled when a condition occurs which may require attention but is not severe enough to stop operation of the compressor. The compressor keeps running.

Alarm reset types

Auto:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present.

Timed:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present and the configurable interval "Timed reset interval" has counted down.
- By providing a manual reset command, the timed reset interval time can be cancelled in case the fault condition is no longer present.
- Repetitive timed reset faults will be limited by the external reset faults "10-00 Too many identical timed reset faults in 24 hours" and "10-01 Too many timed reset faults in 1 hour".

External:

- In case of an external reset fault, the system must be checked before unlocking.
- The fault must be reset by reset command when the fault condition is no longer present.

Restart:

- A power cycle is required to reset the fault.

Possibilities for providing a reset command

The module can be unlocked in various ways:

- With a Modbus command (see in the BEST SOFTWARE under "Documentation" --> "Modbus" --> Tab "Control & Status Word" --> Serial Control Word - this is possible even if Modbus control is not activated).

- With the BEST SOFTWARE in the menu "Alarms" --> "Reset".
- Disconnect the voltage supply (L/N) for at least 5 s.

NOTICE

Compressor damage!

Repeated resetting of external reset faults may lead to breakdown of the compressor if the cause is not resolved.

5.4 Application limits

Introduction

The IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1 are featured by an application limit (= application envelope) protection function. It protects the compressor against excessive operating conditions, but allows also to receive warnings via Modbus when coming close to the individual limits. When taking the warnings into consideration, the superior system controller can take countermeasures and thus avoid a compressor stop.

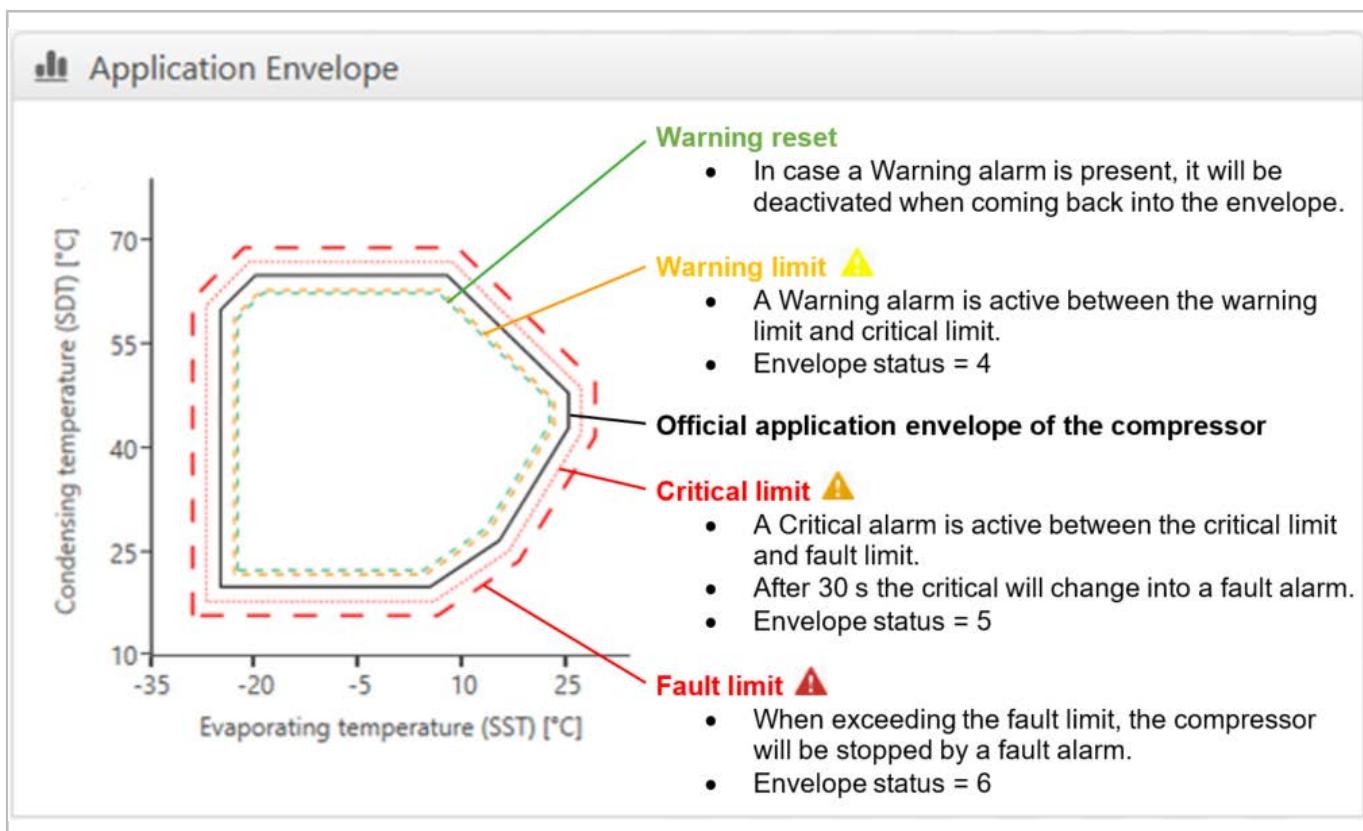


Fig. 21: Exemplary application limits with legend

Overview of relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
12005 (I)	Envelope status	Status of the application limit 0 = Compressor stopped 1 = Compressor starting (application limit protection deactivated for 120 s) 2 = Compressor running within limit (within green dashed line) 3 = Compressor stopping (application limit protection deactivated) 4 = Application limit warning is active	uint8

Register	Name	Description	Type
		5 = Application limit critical is active 6 = Application limit fault is active	
12006 (I)	Envelope zone	Zone in which the compressor is currently operating — or, if a fault is active, in which zone the operating point was when the fault was set. 0 = Inside application limit (within green dashed line) 1 = Low evaporation, low condensation 2 = Low evaporation 3 = Low evaporation, high condensation / high pressure 4 = High condensation / high pressure 5 = High evaporation, high condensation / high pressure 6 = High evaporation 7 = High evaporation, low condensation 8 = Low condensation	uint8

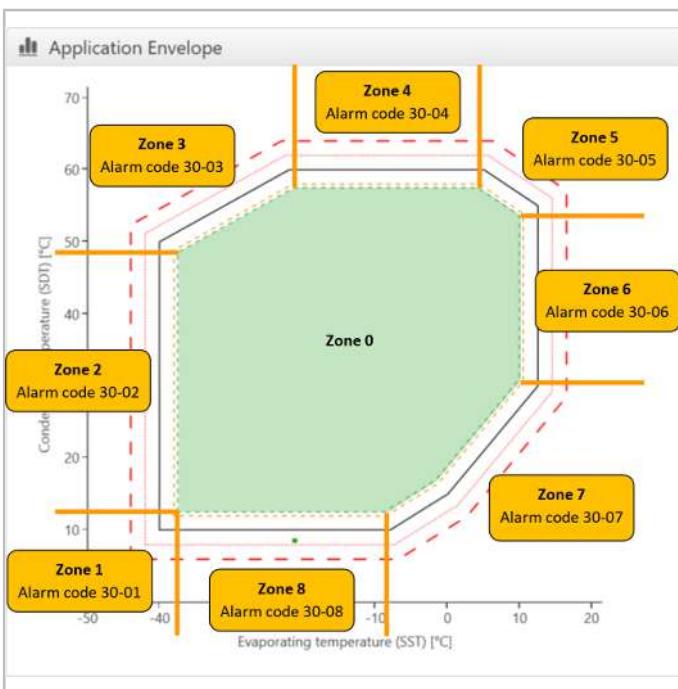


Fig. 22: Application limit zones

SST: Saturated suction temperature = evaporating temperature

SDT: Saturated discharge temperature = condensing temperature

6 SE-i1

6.1 Modbus introduction

The SE-i1 has a built-in Modbus RTU interface (COM1) which allows to monitor the compressor.



Fig. 23: Terminals of the Modbus interface of the SE-i1.

Configuration of the Modbus communication parameters

Configuration and default settings can be found in BEST under "Configuration" in the parameter group "Modbus".

Parameters can be set via BEST or Modbus. If Modbus is used for changing the Modbus communication parameters like address, baud rate or parity, it will not result in an immediate change of the communication: The new configuration will be made active by cycling power to the module.

Used data types and scaling

Data types:

- uint8: unsigned 8-bit integer
- int16: signed 16-bit integer
- uint16: unsigned 16-bit integer
- uint32: unsigned 32-bit integer
- string: string

Scaling of the values:

- Scale 1: The value is the exact value
- Scale 10:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 10, i.e. 12.3 --> 123
 - A received value must be divided by 10, i.e. 123 --> 12.3
- Scale 100:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 100, i.e. 1.23 --> 123
 - A received value must be divided by 100, i.e. 123 --> 1.23

Reading and writing 32-bit values

32-bit values must be read and written as two consecutive Modbus registers (register count = 2).

While Modbus.org has specified that 16-bit values are transmitted with the most significant byte first (or "big endian byte order"), there is no standard for the order of the words that come into play with 32-bit values or character strings with 2 or more registers.

This device transmits 32-bit values with the least significant word first (or "little endian word order").

The following table shows an example of this procedure for the number **123456789**, which corresponds to the hexadecimal number **75BCD15**.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binary	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadecimal	CD	15	07	5B

Reading string values via Modbus

One byte can be used to transmit one character via ASCII code. One word or register therefore allows two characters to be transmitted.

In order to be able to transmit longer character strings, therefore, usually multiple registers are used for the string data type.

The number of registers to be read is listed in "Number of registers".

The character strings are transferred from left to right and always with **the most significant word and the least significant byte** first (also "big endian word order" and "little endian byte order").

The following table shows an example of this procedure for the character string **ABCD**, which is provided in a string with 3 registers.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binary	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadecimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus function codes

The following function codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Function	Code (hexa-decimal)	Code (decimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

All input registers (I) can also be read as holding registers (H).

Modbus exception codes

The following exception codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Code	Name	Meaning
01	Illegal function	The function code is not valid.
02	Illegal data address	The specified register is not valid.
03	Illegal data value	The value is not allowed.
04	Server device failure	Unrecoverable error in server device.

Wiring recommendations

- The cable must be shielded, twisted pair suitable for RS485 communication with a recommended characteristic impedance of 100 .. 130 Ω . The two signal wires must be in the same pair of wires.
- The wiring topology must be daisy chain with 120 Ω termination resistors at each end of the bus line. As this IQ product has no integrated termination resistor, it must be added externally.
- The maximum possible cable length of the Modbus line depends on the used baud rate and the number of devices.
- The Modbus cable should be routed so that the influence from the power cables is minimized. When crossing power cables, a 90° angle should be achieved. Modbus and power cables that run in parallel should be separated by the largest possible appropriate clearance distance, approximately 20 .. 25 cm. A grounded shield plate or grounded metal duct can be used instead.
- The maximum recommended number of IQ products on one Modbus line is 10 devices. If other equipment is connected to the same Modbus line, the maximum current sourcing of the other equipment must be observed. The total bias resistance of the complete string should be at least 450 Ohm. This IQ product has a bias resistance of 10 kOhm (\rightarrow 1 kOhm with 10 units).
- This IQ product has no galvanic isolation in the RS485 interface. Therefore, modules connected directly by RS485 bus **must** share the same PE ground potential.
 - IQ products that refer to different ground potentials must be connected on RS485 via a suitable galvanic isolated repeater, or only to equipment with an isolated RS485 interface. Different potentials across the bus line can cause the electronics to malfunction or be damaged.
 - Only Data+ and Data- should be connected. GND wire should not be connected between modules since this can cause unwanted ground current in the communication wire. However, the GND pin may be used for single-ended connection of shield when no better possibility for connecting the shield is available.
- The shield must only be connected at one end of the bus to avoid unwanted ground current in shielding. However, the shield must be unbroken along the complete bus length, except across galvanic isolated repeaters.
 - In case of an isolated client device and non isolated server devices or vice versa, it is recommended to connect the shield at the end without isolation.
 - When none of the devices is isolated, the shield should be connected at the client device. When all devices are isolated, it doesn't matter at which end the shield is connected - but it should not be connected to the GND pin of the RS485 interface.

See wiring examples below.

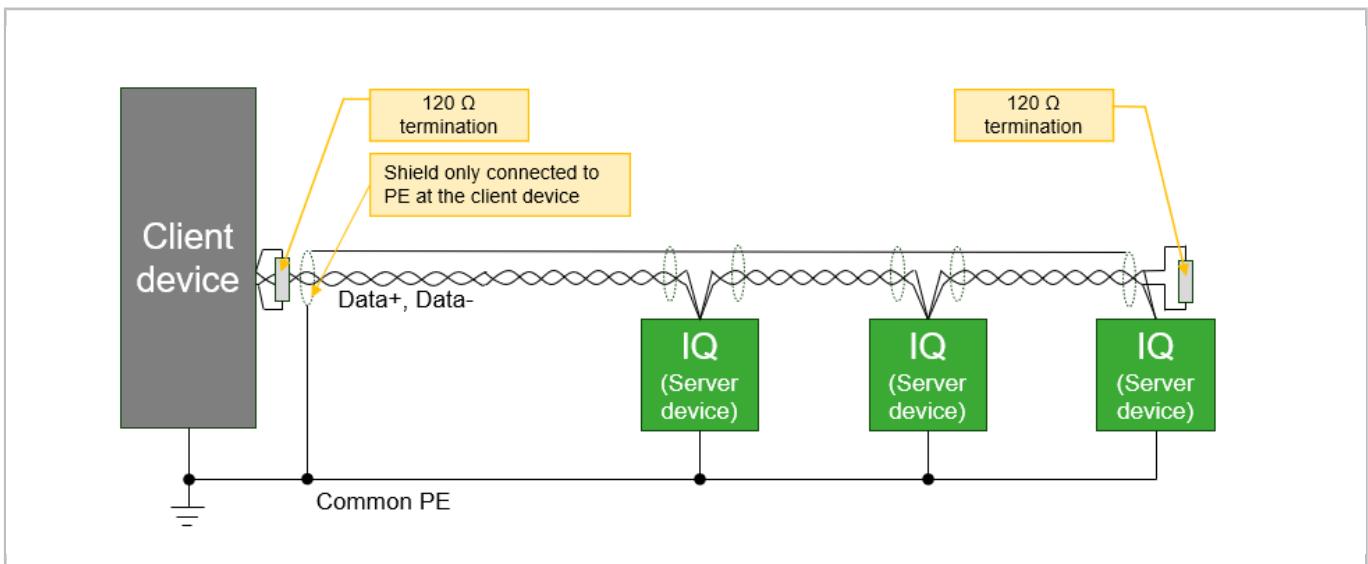


Fig. 24: Devices sharing the same ground potential

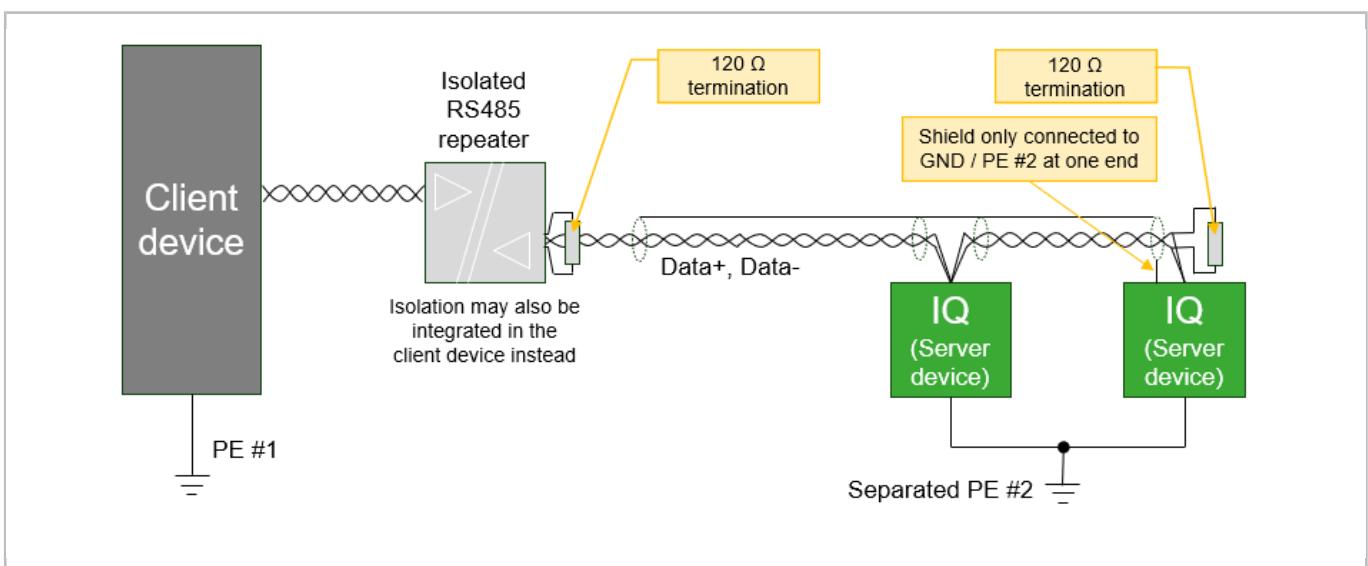


Fig. 25: Client device with different ground potential or isolated interface

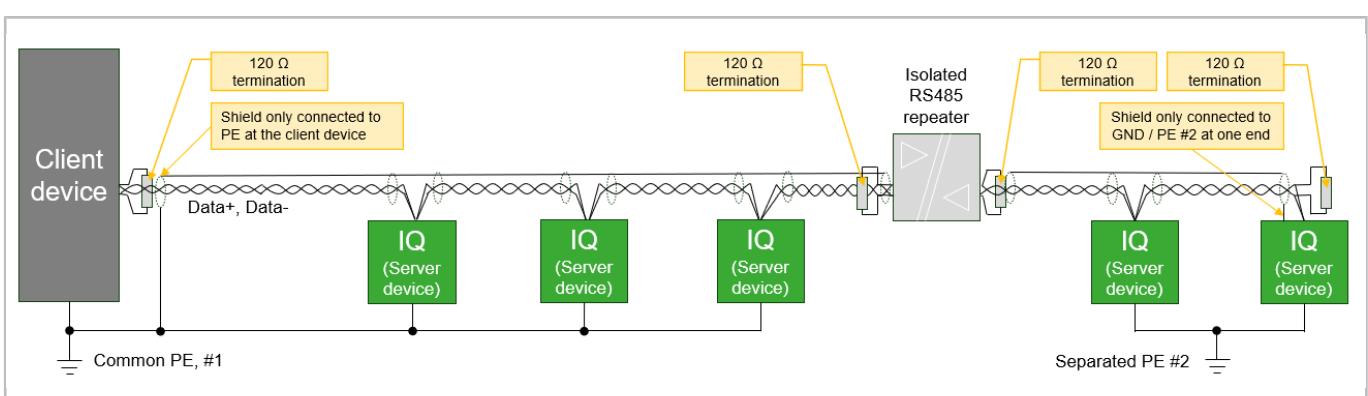


Fig. 26: Devices with different ground potentials separated by an isolated RS485 repeater

Modbus TCP/IP

In case Modbus TCP/IP is required or preferred over Modbus RTU, a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter can be used. Gateways are available on the market which translate the Modbus communication 1:1 without requiring to configure the individual protocols/registers in the gateway itself. One product that underwent successful testing at BITZER is the "RS485 TO POE ETH (B)" by Waveshare. In comparison to the standard version "RS485 TO ETH (B)", the POE version provides additional galvanic isolation of the signals and power supply. After configuring the devices as a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter, multiple IQ products can be made available on Modbus TCP/IP.

In detail, the following settings must be applied by the "VirCom" tool:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternatively provide a fixed IP address)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baud Rate, Data Bits, Parity, Stop Bits: Must be identical to the communication settings of the connected IQ products.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - More Advanced Settings: When configuring the device via the "VirCom" tool, the storage feature (Modbus Gateway Type = Auto query storage type) and multi-host support (Enable RS485 Multi-Host) will automatically be activated. The storage feature will improve the performance for Modbus TCP/IP queries and the multi-host feature allows connecting more than one Modbus TCP/IP client device.

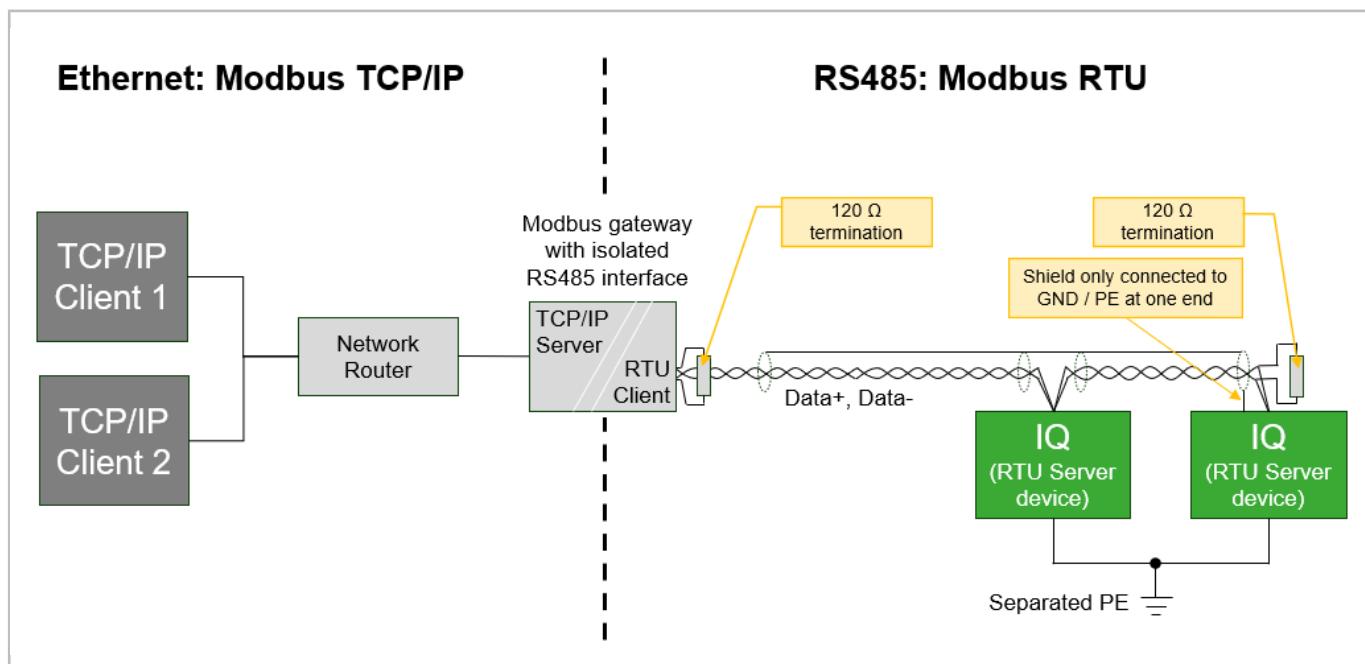


Fig. 27: Ethernet with Modbus TCP/IP and RS485 with Modbus RTU

6.2 Monitoring the compressor via Modbus

The compressor can be monitored via Modbus.

Serial control word

The serial control word is set via the Modbus holding register 110:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial control word	None	uint16		110(H)	1

Bit definition of the serial control word:

Bit	Function	Description
0 .. 6	Reserved	
7	Reset	Fault reset command is active when bit is set from 0 to 1. Positive edge triggered.
8 .. 9	Reserved	
10	Data valid	Must be set to 1 to instruct the controller to accept the serial control word. The resulting control word (IR102) will always have this bit set.
11 .. 15	Reserved	

Examples of serial control word setups:

Com- mand	Hexa- decimal value	Decimal value	Binary	Re- served	Data valid	Re- served	Reset	Start	Re- served	Enable operat.	Re- served
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

Status word

The actual status of the SE-i1 can be seen via the Modbus input register **103**.

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Status word	None	uint16	1	103(I)	1

Status word bit definitions

Bit	Function	Description
0 .. 2	Not used	
3	Fault	0 = No fault alarm(s) 1 = A fault alarm is active. The compressor is stopped.
4 .. 6	Not used	
7	Warning	0 = No warning alarm(s) 1 = A warning alarm is active
8 .. 10	Not used	
11	Running	0 = Compressor is not running 1 = Compressor is running
12	Not used	
13	Critical	0 = No critical alarm(s) 1 = A critical alarm is active
14 .. 15	Not used	

6.3 Modbus alarm handling

Alarm list

The alarm list allows to read out the actual alarms including warnings, criticals and faults. It allows thereby - on the one hand - to display the actual alarms, and on the other it provides the basis for the system controller to react in order to avoid a compressor fault.

When power-cycling the module or providing a reset command, the inactive alarms will be cleared from the list. The alarm list is identical and shared between the IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1.

Overview of the relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
11100 (I)	Active alarms	Number of active alarms	uint16
11101 (I)	Not cleared alarms	Number of listed alarms that has not yet been cleared	uint16
11102 (I)	Highest alarm state	Highest state of any listed alarm 0 = Clear 1 = Inactive	uint8

Register	Name	Description	Type
		2 = Active 3 = Set (alarm condition is present)	
11103 (I)	Highest active alarm state	Highest severity level of any active alarm 0 = None 8 = Warning 16 = Critical 32 = Fault	uint8
11104 (I)	Device locked	If locked, device is waiting for external reset command or restart 0 = No 1 = Yes	uint8
11105 (I)	Fault reset level	Reset level required to clear any active alarm 0 = NA 1 = Auto 2 = Timed 3 = External 4 = Restart	uint8
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	<p>Alarms are ranked in the alarm list according to severity: alarm 1 is highest ranking, alarm 10 is lowest ranking.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 .. 9 (binary to decimal): Index number, see in BEST SOFTWARE under "Product" --> "Documentation" --> "Alarms" for the translation of index numbers into alarm texts. The table can be exported as csv file via the "Export..." button in the top menu all the way to the right. Bit 10 .. 12 (binary to decimal): Alarm severity 3 = Warning 4 = Critical 5 = Fault Bit 13: Reserved Bit 14 .. 15 (binary to decimal): Alarm state 1 = Inactive 2 = Active 3 = Set (alarm condition is present) <p>Excel tool for decoding: An Excel tool which allows to decode actual alarm values received via Modbus and visualizes the decoding step by step can be downloaded here.</p>	uint16

Alarm severity types

There are the following alarm severity types:

Fault :

If a fault alarm condition is detected, the device will open the relays for the motor contacts and stop the compressor motor.

Critical :

If a critical alarm condition is detected, operation may continue but for a limited time or with reduced performance.

Warning :

A warning is signalled when a condition occurs which may require attention but is not severe enough to stop operation of the compressor. The compressor keeps running.

Alarm reset types

Auto:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present.

Timed:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present and the configurable interval "Timed reset interval" has counted down.
- By providing a manual reset command, the timed reset interval time can be cancelled in case the fault condition is no longer present.
- Repetitive timed reset faults will be limited by the external reset faults "10-00 Too many identical timed reset faults in 24 hours" and "10-01 Too many timed reset faults in 1 hour".

External:

- In case of an external reset fault, the system must be checked before unlocking.
- The fault must be reset by reset command when the fault condition is no longer present.

Restart:

- A power cycle is required to reset the fault.

Possibilities for providing a reset command

The module can be unlocked in various ways:

- With a Modbus command (see in the BEST SOFTWARE --> Documentation" --> "Modbus" --> Tab "Control & Status Word" --> Serial Control Word - this is possible even if Modbus control is not activated).
- With the BEST SOFTWARE in the menu "Alarms" --> "Reset".
- Disconnect the voltage supply (L/N) for at least 5 s. In case the BEST converter is connected, it must be unplugged off as the BEST converter also provides supply voltage to the module for communication purposes.



NOTICE

Compressor damage!

Repeated resetting of external reset faults may lead to breakdown of the compressor if the cause is not resolved.

6.4 Application limits

Introduction

The IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1 are featured by an application limit (= application envelope) protection function. It protects the compressor against excessive operating conditions, but allows also to receive warnings via Modbus when coming close to the individual limits. When taking the warnings into consideration, the superior system controller can take countermeasures and thus avoid a compressor stop.

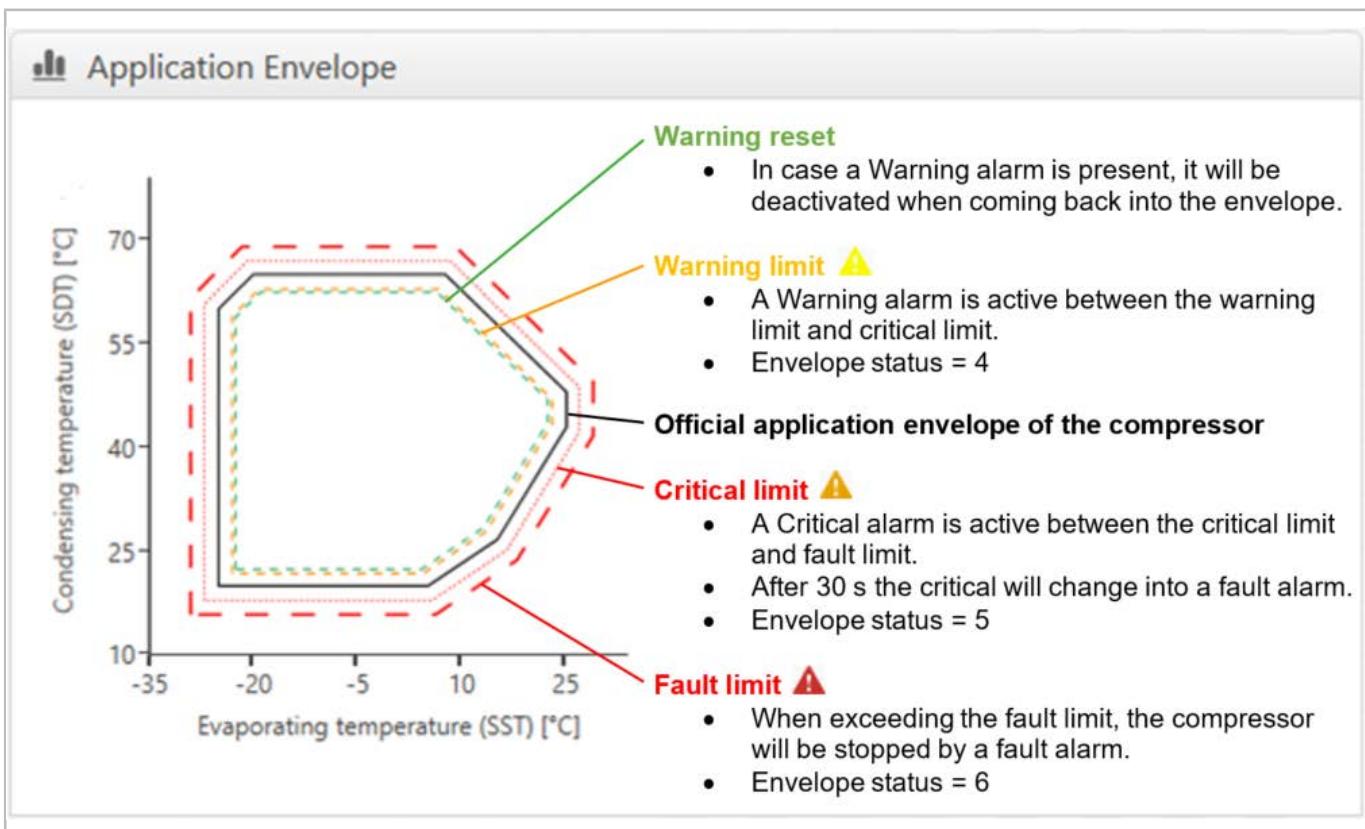


Fig. 28: Exemplary application limits with legend

Overview of relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
12005 (I)	Envelope status	Status of the application limit 0 = Compressor stopped 1 = Compressor starting (application limit protection deactivated for 120 s) 2 = Compressor running within limit (within green dashed line) 3 = Compressor stopping (application limit protection deactivated) 4 = Application limit warning is active 5 = Application limit critical is active 6 = Application limit fault is active	uint8
12006 (I)	Envelope zone	Zone in which the compressor is currently operating — or, if a fault is active, in which zone the operating point was when the fault was set. 0 = Inside application limit (within green dashed line) 1 = Low evaporation, low condensation 2 = Low evaporation 3 = Low evaporation, high condensation / high pressure 4 = High condensation / high pressure 5 = High evaporation, high condensation / high pressure 6 = High evaporation 7 = High evaporation, low condensation 8 = Low condensation	uint8

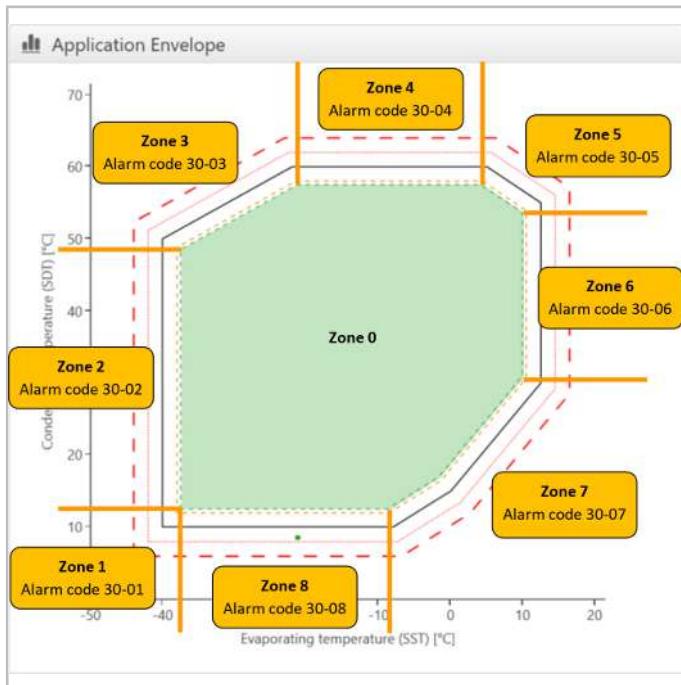


Fig. 29: Application limit zones

SST: Saturated suction temperature = evaporating temperature

SDT: Saturated discharge temperature = condensing temperature

7 CSV. series

7.1 Modbus introduction

The CSV has a built-in Modbus RTU interface (X07), which allows to monitor and control the CSV.

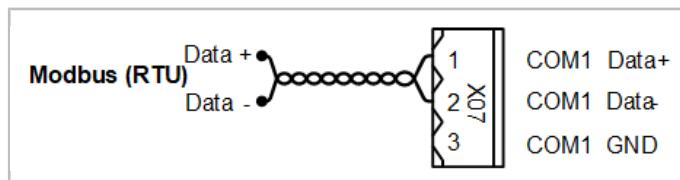


Fig. 30: Terminals of the Modbus interface of the CSV

Configuration of the Modbus communication parameters

Configuration and default settings can be found in BEST under "Configuration" in the parameter group "Modbus".

Parameters can be set via BEST or Modbus. If Modbus is used for changing the Modbus communication parameters like address, baud rate or parity, it will not result in an immediate change of the communication: The new communication settings can be activated

- either by sending the command "2" to holding register 65408
- or by restarting the CSV frequency inverter (switch the supply voltage off and on, waiting at least until the LEDs on the control card have gone out before switching the supply voltage back on).

Used data types and scaling

Data types:

- uint8: unsigned 8-bit integer
- int16: signed 16-bit integer
- uint16: unsigned 16-bit integer
- uint32: unsigned 32-bit integer
- string: string

Scaling of the values:

- Scale 1: The value is the exact value
- Scale 10:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 10, i.e. 12.3 --> 123
 - A received value must be divided by 10, i.e. 123 --> 12.3
- Scale 100:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 100, i.e. 1.23 --> 123
 - A received value must be divided by 100, i.e. 123 --> 1.23

Reading and writing 32-bit values

32-bit values must be read and written as two consecutive Modbus registers (register count = 2).

While Modbus.org has specified that 16-bit values are transmitted with the most significant byte first (or "big endian byte order"), there is no standard for the order of the words that come into play with 32-bit values or character strings with 2 or more registers.

This device transmits 32-bit values with the least significant word first (or "little endian word order").

The following table shows an example of this procedure for the number **123456789**, which corresponds to the hexadecimal number **75BCD15**.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binary	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadecimal	CD	15	07	5B

Reading string values via Modbus

One byte can be used to transmit one character via ASCII code. One word or register therefore allows two characters to be transmitted.

In order to be able to transmit longer character strings, therefore, usually multiple registers are used for the string data type.

The number of registers to be read is listed in "Number of registers".

The character strings are transferred from left to right and always with **the most significant word and the least significant byte** first (also "big endian word order" and "little endian byte order").

The following table shows an example of this procedure for the character string **ABCD**, which is provided in a string with 3 registers.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binary	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadecimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus function codes

The following function codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Function	Code (hexadecimal)	Code (decimal)	Remarks
Read holding registers (H)	03	03	
Read input register (I)	04	04	
Write single register (H)	06	06	
Diagnostics	08	08	Sub-functions (not all return a value) 0, 10 .. 18 & 20 (decimal) 0, 0A .. 12, 14 (hexadecimal)
Get comm event counter	0B	11	
Write multiple registers (H)	10	16	
Read/write multiple registers (H)	17	23	

All input registers can also be read as holding registers.

Modbus exception codes

The following exception codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Code	Name	Meaning
01	Illegal function	The function code is not valid.
02	Illegal data address	The specified register is not valid.
03	Illegal data value	The value is not allowed.
04	Server device failure	Unrecoverable error in server device.

Troubleshooting

The CSV itself has in addition several Modbus communication diagnostic parameters which might be helpful to troubleshoot communication issues. They can be found in BEST under Monitoring --> Modbus.

Wiring recommendations

- The cable must be shielded, twisted pair suitable for RS485 communication with a recommended characteristic impedance of 100 .. 130 Ω . The two signal wires must be in the same pair of wires.
- The wiring topology must be daisy chain with 120 Ω termination resistors at each end of the bus line. The CSV has a small switch above the terminal strip, which allows to switch the respective terminating resistor on or off.
 - Switch in top position: Terminating resistor is not set (factory setting).
 - Switch in bottom position: Terminating resistor is connected (set).
- The maximum possible cable length of the Modbus line depends on the used baud rate and the number of devices.
- The Modbus cable should be routed so that the influence from the power cables is minimized. When crossing power cables, a 90° angle should be achieved. Modbus and power cables that run in parallel should be separated by the largest possible appropriate clearance distance, approximately 20 .. 25 cm. A grounded shield plate or grounded metal duct can be used instead.
- The maximum recommended number of IQ products on one Modbus line is 10 devices. If other equipment is connected to the same Modbus line, the maximum current sourcing of the other equipment must be observed.
- The CSV and VARIPACK of the 1st generation have a galvanically isolated RS485 interface.
- The shield must only be connected at one end of the bus (preferable at the client device) in order to avoid unwanted ground current in shielding. Only Data+ and Data- need to be connected. COM1 GND may be connected if required by the client device. However, the shield must be unbroken along the complete bus length.

See wiring example below.

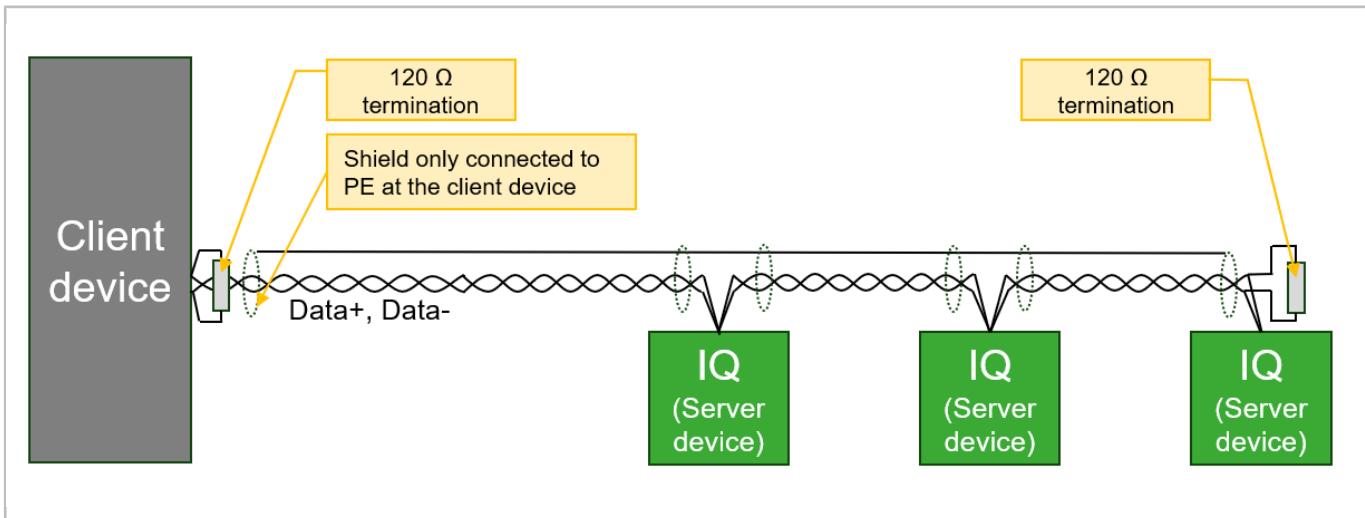


Fig. 31: Recommended wiring for the CSV

Modbus TCP/IP

In case Modbus TCP/IP is required or preferred over Modbus RTU, a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter can be used. Gateways are available on the market which translate the Modbus communication 1:1 without requiring to configure the individual protocols/registers in the gateway itself. One product that underwent successful testing at BITZER is the "RS485 TO POE ETH (B)" by Waveshare. In comparison to the standard version "RS485 TO ETH (B)", the POE version provides additional galvanic isolation of the signals and power supply. After configuring the devices as a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter, multiple IQ products can be made available on Modbus TCP/IP.

In detail, the following settings must be applied by the "VirCom" tool:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternatively provide a fixed IP address)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baud Rate, Data Bits, Parity, Stop Bits: Must be identical to the communication settings of the connected IQ products.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - More Advanced Settings: When configuring the device via the "VirCom" tool, the storage feature (Modbus Gateway Type = Auto query storage type) and multi-host support (Enable RS485 Multi-Host) will automatically be activated. The storage feature will improve the performance for Modbus TCP/IP queries and the multi-host feature allows connecting more than one Modbus TCP/IP client device.

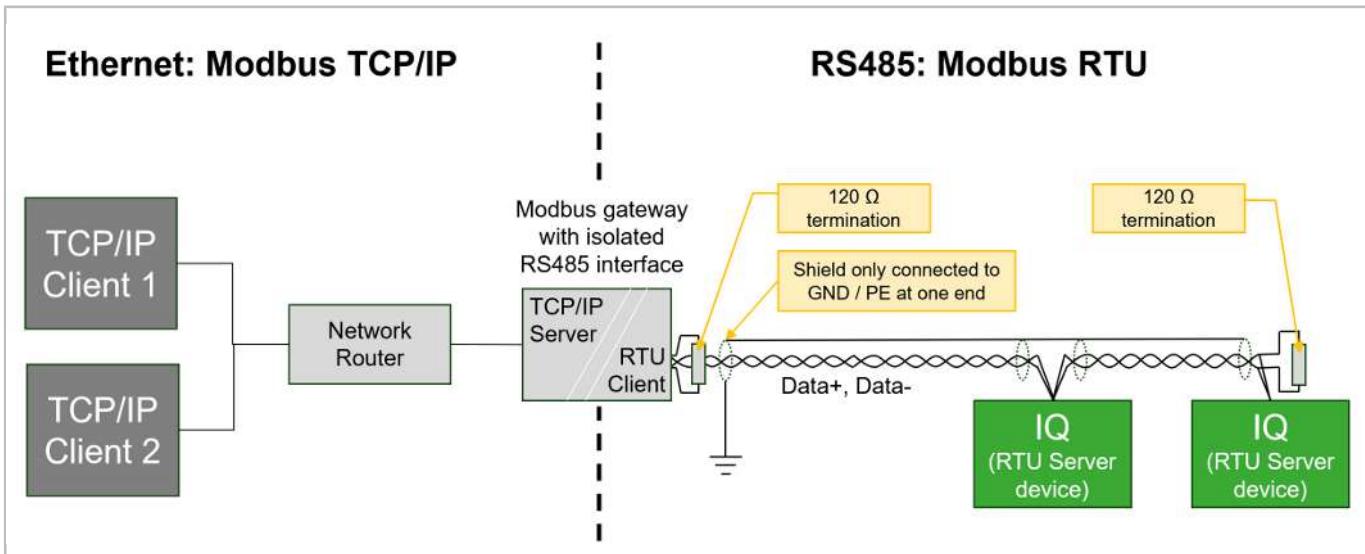


Fig. 32: Ethernet with Modbus TCP/IP and RS485 with Modbus RTU (for CSV)

7.2 Controlling the compressor via Modbus

The compressor can be monitored and controlled via Modbus.

By default the parameter "Modbus control enable" is set to "COM1", which also allows to control the compressor via digital/analogue signals if there are no commands via COM1. The commands from the different interfaces are merged, and the resulting "Control Word" can be read via the Modbus interface. The start command can be provided either by the digital input or via Modbus. The setpoint from the analogue input and Modbus are summed up. The setpoint is limited to 100%, even if the sum of setpoints may be > 100%.

Serial control word

The serial control word is set via the Modbus holding register 110:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial control word	None	uint16		110(H)	1

Bit definition of the serial control word:

Bit	Function	Description
0 .. 2	Reserved	Must be set to 1
3	Enable operation	Enable operation 0 = Motor-off (coast) 1 = Enabled
4 .. 5	Reserved	Must be set to 1
6	Start	Start command 0 = Stop 1 = Start active
7	Reset	Fault reset command is active when bit is set from 0 to 1. Positive edge triggered.
8 .. 9	Reserved	
10	Data valid	Must be set to 1 to instruct the controller to accept the serial control word. <ul style="list-style-type: none"> 0 = The serial control word as well as the serial setpoint are ignored. This means that if the start command was active just before the data valid bit is

Bit	Function	Description
		<p>set to "0" the command remains active until the data valid bit is set to "1" and the start bit is set to "0".</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 = The serial control word and serial setpoint will be accepted. <p>The resulting control word (102 (I)) will always have this bit set.</p>
11 .. 15	Reserved	

Examples of serial control word setups:

Com- mand	Hexa- decimal value	Decimal value	Binary	Re- served	Data valid	Re- served	Reset	Start	Re- served	Enable operat.	Re- served
Motor- off (coast)	437	1079	00000	1	00	0	0	11	0	111	
No com- mand / Stop	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Start	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

The neutral value of the control word is 43F hex (= 1087 dec = 10000111111 binary).

To start the compressor, the control word must be 47F hex (= 1151 dec = 10001111111 binary).

The actual status of the CSV can be seen in the status word (102 (I)).

Serial setpoint

The serial setpoint is set via the Modbus holding register **111**:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial setpoint	%	int16	100	111(H)	1

Modbus control timeout function

If the Modbus communication is interrupted, the CSV can be configured for different reactions to this interruption by the parameters "Modbus control timeout function" and "Modbus control timeout".

Configuration possibilities for the timeout function:

- None --> Do nothing (if compressor is running, operation will be continued)
- Stop --> Stop the compressor
- Fault --> Stop the compressor and trip with the fault alarm "11-00 Serial Control Timeout"

Any received Modbus telegram resets the timeout function.

Status word

The actual status of the CSV can be seen via the Modbus input register **103**.

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Status word	None	uint16	1	103(I)	1

Status word bit definitions

Bit	Function	Description
0	Not used	
1	Frequency inverter ready	The frequency inverter is ready 0 = Frequency inverter is not ready 1 = Frequency inverter is ready (mains supply is given, FI inrush is completed)
2	Operation enabled (available with firmware versions >2.22)	0 = CSV is not ready for operation. 1 = CSV is ready to operate, but the start might be delayed by the start to start interval. <ul style="list-style-type: none"> Frequency inverter is ready (Bit 1 = 1) No fault (Bit 3 = 0) No motor-off (coast) command (either via digital input DI2 if activated or Modbus)
3	Fault	0 = No fault alarm(s) 1 = A fault alarm is active. The compressor is stopped.
4 .. 5	Not used	
6	Start disabled	0 = Compressor start is enabled <ul style="list-style-type: none"> Operation enabled (Bit 2 = 1) Start command given (either via digital input DI1 or Modbus) Setpoint > 1 % 1 = Compressor start is disabled
7	Warning	0 = No warning alarm(s) 1 = A warning alarm is active
8	On reference	0 = The compressor is ramping or not running. 1 = The compressor is operating at setpoint.
9	Not used	
10	Limiter active	0 = No limiter function is active 1 = A limiter is actively regulating the setpoint to keep the compressor in operation (reducing the risk of a fault stop)
11	Running	0 = Compressor is not running 1 = Compressor is running
12	Start active	0 = Compressor start is not active 1 = Compressor start is active <ul style="list-style-type: none"> Start enabled (Bit 6 = 0) Start to start interval has expired
13	Critical	0 = No critical alarm(s) 1 = A critical alarm is active
14 .. 15	Not used	

7.3 Modbus alarm handling

The CSV features an alarm list as well as a fault log.

Alarm list

The alarm list is available on Modbus since firmware version 2.21 of the CSV and allows to read out the actual alarms including warnings, criticals and faults. It allows thereby - on the one hand - to display the actual alarms, and on the other it provides the basis for the system controller to react in order to avoid a compressor fault.

When power-cycling the frequency inverter or providing a reset command, the inactive alarms will be cleared from the list. The alarm list is identical and shared between the IQ products CSV, CM-RC, CM-SW and SE-i1.

Register	Name	Description	Type
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	<p>Alarms are ranked in the alarm list according to severity: alarm 1 is highest ranking, alarm 10 is lowest ranking.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 .. 9 (binary to decimal): Index number, see in BEST SOFTWARE under "Product" --> "Documentation" --> "Alarms" for the translation of index numbers into alarm texts. The table can be exported as csv file via the "Export..." button in the top menu all the way to the right. Bit 10 .. 12 (binary to decimal): Alarm severity 3 = Warning 4 = Critical 5 = Fault Bit 13: Reserved Bit 14 .. 15 (binary to decimal): Alarm state 1 = Inactive 2 = Active 3 = Set (alarm condition is present) <p>Excel tool for decoding: An Excel tool which allows to decode actual alarm values received via Modbus and visualizes the decoding step by step can be downloaded here.</p>	uint16

Fault log

The fault log contains the 10 latest detected different faults. A fault condition can be detected several times, and the number of faults is stored. When a new fault is detected, it is stored in fault log 1. If there should be a fault in fault log 1, it is pushed to fault log 2 and so on. If there should be one in fault log 10, it is deleted.

The fault log group contains information about the alarm code of the fault, number of times the specific fault has occurred (310X2), date (310X3 and 310X4) and time (310X5) for the last occurrence of the fault.

Fault log 1 .. 10 have the same layout, however the Modbus register increases by 10 from one fault log entry to the next.

Register	Name	Description	Type
31000 (I)	Alarm code 1 (*)	Alarm code of the fault log 1	uint16
310X2 (I)	Fault counter	Number of times the fault has occurred	uint16
310X3 (I)	Year	Year of last fault occurrence	uint16
310X4 (I)	Month and day	Month and day of last fault occurrence: Bit 0 .. 7: Day of month Bit 8 .. 15: Month	uint16
310X5 (I)	Hour and minute	Hour and minute of last fault occurrence: Bit 0 .. 7: Minute Bit 8 .. 15: Hour	uint16

Tab. 1: (*): If there is an active fault bit in the fault word, the fault log 1 contains the latest alarm entry.

Alarm severity types

There are the following alarm severity types:

Fault 

If a fault alarm condition is detected, the CSV will coast and release the compressor motor.

Critical 

If a critical alarm condition is detected, operation may continue but for a limited time or with reduced performance.

Warning 

A warning is signalled when a condition occurs which may require attention but is not severe enough to stop operation of the compressor. The compressor keeps running.

Alarm reset types

Auto:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present.

Timed:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present and the configurable interval "Timed reset interval" has counted down.
- By providing a manual reset command, the timed reset interval time can be cancelled in case the fault condition is no longer present.
- Repetitive timed reset faults will be limited by the external reset faults "10-00 Too many identical timed reset faults in 24 hours" and "10-01 Too many timed reset faults in 1 hour".

External:

- In case of an external reset fault, the system must be checked before unlocking.
- The fault must be reset by reset command when the fault condition is no longer present.

Restart:

- A power cycle is required to reset the fault.

Possibilities for providing a reset command

The CSV can be unlocked in various ways:

- With a Modbus command (see in BEST SOFTWARE unter "Documentation" --> "Modbus" --> Tab "Control & Status Word" --> Serial Control Word - this is possible even if Modbus control is not activated).
- With the BEST SOFTWARE in the menu "Alarms" --> "Reset".
- By activating the digital input DI3.
- Power cycle the frequency inverter by interrupting the mains supply for at least 140 seconds. Plug off the BEST converter if it is connected, because otherwise the control board will be kept powered by the BEST converter.

**NOTICE**

Compressor damage!

Repeated resetting of external reset faults may lead to breakdown of the compressor if the cause is not resolved.

7.4 Application limits

Introduction

The IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1 are featured by an application limit (= application envelope) protection function. It protects the compressor against excessive operating conditions, but allows also to receive warnings via Modbus when coming close to the individual limits. When taking the warnings into consideration, the superior system controller can take countermeasures and thus avoid a compressor stop.

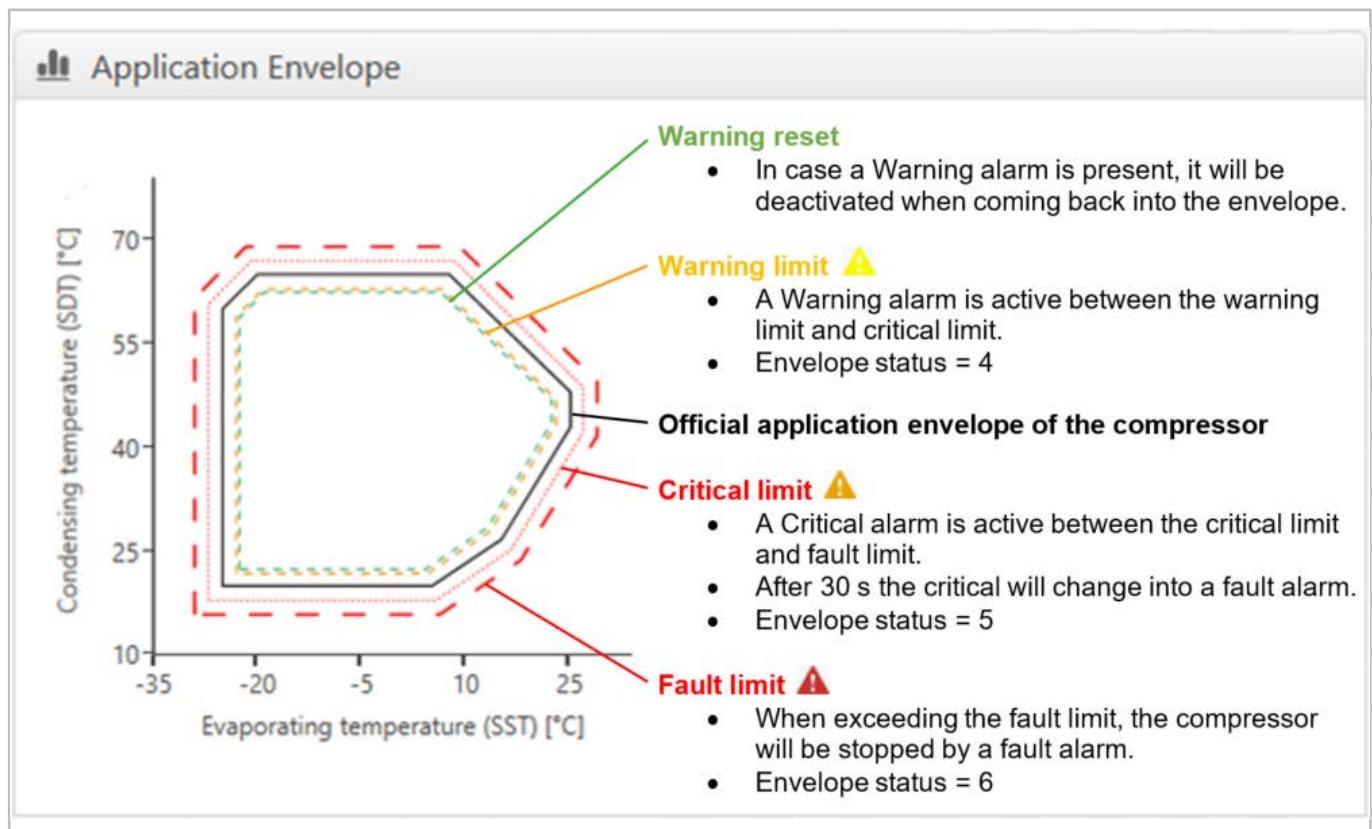


Fig. 33: Exemplary application limits with legend

Overview of relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
12005 (I)	Envelope status	Status of the application limit 0 = Compressor stopped 1 = Compressor starting (application limit protection deactivated for 120 s) 2 = Compressor running within limit (within green dashed line) 3 = Compressor stopping (application limit protection deactivated) 4 = Application limit warning is active 5 = Application limit critical is active 6 = Application limit fault is active 7 = Defrosting mode is active	uint8
12006 (I)	Envelope zone	Zone in which the compressor is currently operating — or, if a fault is active, in which zone the operating point was when the fault was set. 0 = Inside application limit (within green dashed line) 1 = Low evaporation, low condensation 2 = Low evaporation 3 = Low evaporation, high condensation / high pressure 4 = High condensation / high pressure 5 = High evaporation, high condensation / high pressure 6 = High evaporation 7 = High evaporation, low condensation 8 = Low condensation	uint8

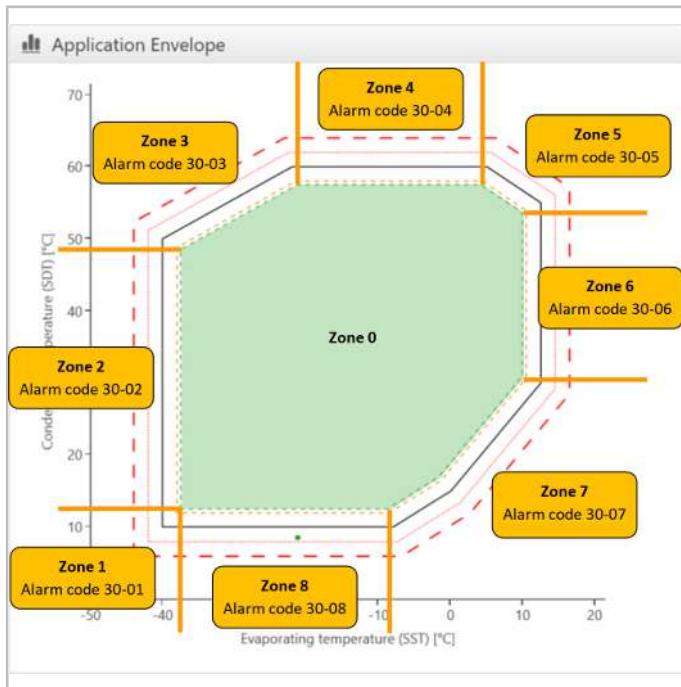


Fig. 34: Application limit zones

SST: Saturated suction temperature = evaporating temperature

SDT: Saturated discharge temperature = condensing temperature

8 ECOSTAR

8.1 Modbus introduction

The ECOSTAR controller has in total 3 built-in Modbus RTU interfaces.

1. CN7 A1/B1: VARISPEED frequency inverter

This interface is for the VARISPEED or VARIPACK frequency inverter, wired ex-factory and will not be further described.

2. CN7 A2/B2: external display or network mode

This interface is for the optionally available external display and/or the network mode.

External display (LUP200)

The display will be auto detected when connected. A shielded twisted-pair cable is recommended.

ECOSTAR network mode

The network mode can be used when 2 .. 4 ECOSTARs are used in the room temperature mode for one cold-store room.

With the BEST SOFTWARE or web interface, the client device and server device controllers must be defined. The main settings of the client device will be transferred to the server devices automatically. Afterwards all ECOSTARs can be monitored via the client device controller by using BEST or the web interface.

Wiring:

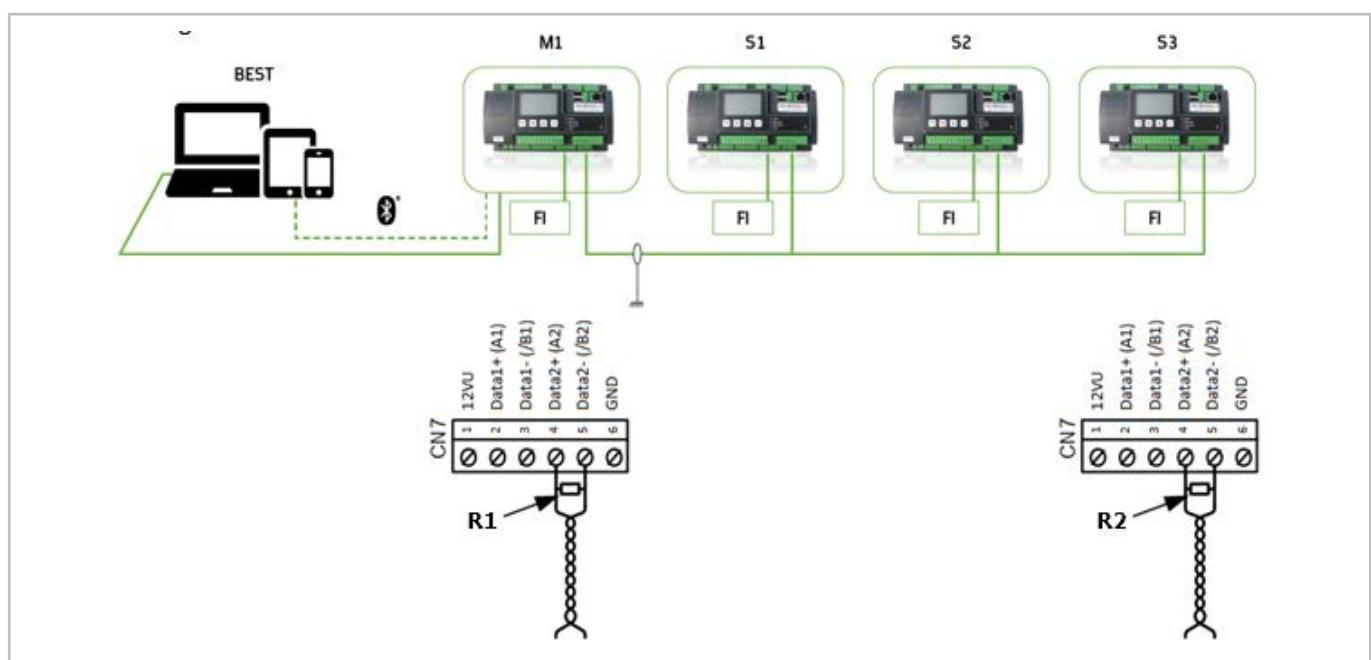


Fig. 35: Wiring layout of multiple ECOSTARs for operating together in network mode.

M1: ECOSTAR defined as client device

S1, S2, S3: ECOSTARs operating as server devices

R1, R2: 120 Ohm terminating resistors at each end of the Modbus line

3. Port between the ethernet and USB plugs: Superior system controller or building management system

This interface allows to monitor the condensing unit as well as to perform parameter changes via a superior controller or a building management system.

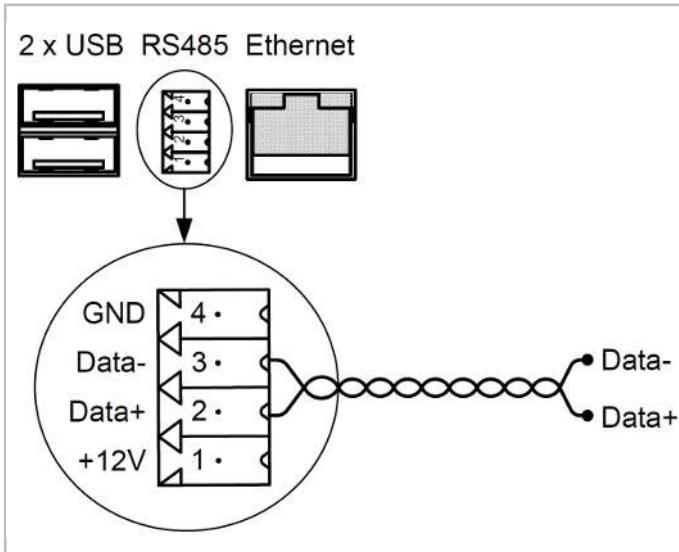


Fig. 36: Terminals of the Modbus interface of the ECOSTAR controller.

Configuration of the Modbus communication parameters

Configuration and default settings can be found in BEST under "Configuration" in the parameter group "Communication". Parameters can be set via BEST using mini-USB cable or Bluetooth. A change of communication parameters will result in immediate changes of the communication.

Used data types and scaling

Data types:

- uint8: unsigned 8-bit integer
- int16: signed 16-bit integer
- uint16: unsigned 16-bit integer

Scaling of the values:

- Scale 1: The value is the exact value
- Scale 100:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 100, i.e. 1.23 --> 123.
 - A received value must be divided by 100, i.e. 123 --> 1.23

Modbus function codes

The following function codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Function	Code (hexadecimal)	Code (decimal)	Remarks
Read holding registers (H)	03	03	
Read input register (I)	04	04	
Write multiple registers (H)	10	16	
Read/write multiple registers (H)	17	23	Can also be used for writing single registers

All input registers can also be read as holding registers.

Modbus exception codes

The following exception codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Code	Name	Meaning
01	Illegal function	The function code is not valid.
02	Illegal data address	The specified register is not valid.
03	Illegal data value	The value is not allowed.

Wiring recommendations

- The cable must be shielded, twisted pair suitable for RS485 communication with a recommended characteristic impedance of 100 .. 130 Ω . The two signal wires must be in the same pair of wires.
- The wiring topology must be daisy chain with 120 Ω termination resistors at each end of the bus line. As this IQ product has no integrated termination resistor, it must be added externally.
- The maximum possible cable length of the Modbus line depends on the used baud rate and the number of devices.
- The Modbus cable should be routed so that the influence from the power cables is minimized. When crossing power cables, a 90° angle should be achieved. Modbus and power cables that run in parallel should be separated by the largest possible appropriate clearance distance, approximately 20 .. 25 cm. A grounded shield plate or grounded metal duct can be used instead.
- The maximum recommended number of IQ products on one Modbus line is 10 devices. If other equipment is connected to the same Modbus line, the maximum current sourcing of the other equipment must be observed. The total bias resistance of the complete string should be at least 450 Ohm. This IQ product has a bias resistance of 10 kOhm (\rightarrow 1 kOhm with 10 units).
- This IQ product has no galvanic isolation in the RS485 interface. Therefore, modules connected directly by RS485 bus **must** share the same PE ground potential.
 - IQ products that refer to different ground potentials must be connected on RS485 via a suitable galvanic isolated repeater, or only to equipment with an isolated RS485 interface. Different potentials across the bus line can cause the electronics to malfunction or be damaged.
 - Only Data+ and Data- should be connected. GND wire should not be connected between modules since this can cause unwanted ground current in the communication wire. However, the GND pin may be used for single-ended connection of shield when no better possibility for connecting the shield is available.
- The shield must only be connected at one end of the bus to avoid unwanted ground current in shielding. However, the shield must be unbroken along the complete bus length, except across galvanic isolated repeaters.
 - In case of an isolated client device and non isolated server devices or vice versa, it is recommended to connect the shield at the end without isolation.
 - When none of the devices is isolated, the shield should be connected at the client device. When all devices are isolated, it doesn't matter at which end the shield is connected - but it should not be connected to the GND pin of the RS485 interface.

See wiring examples below.

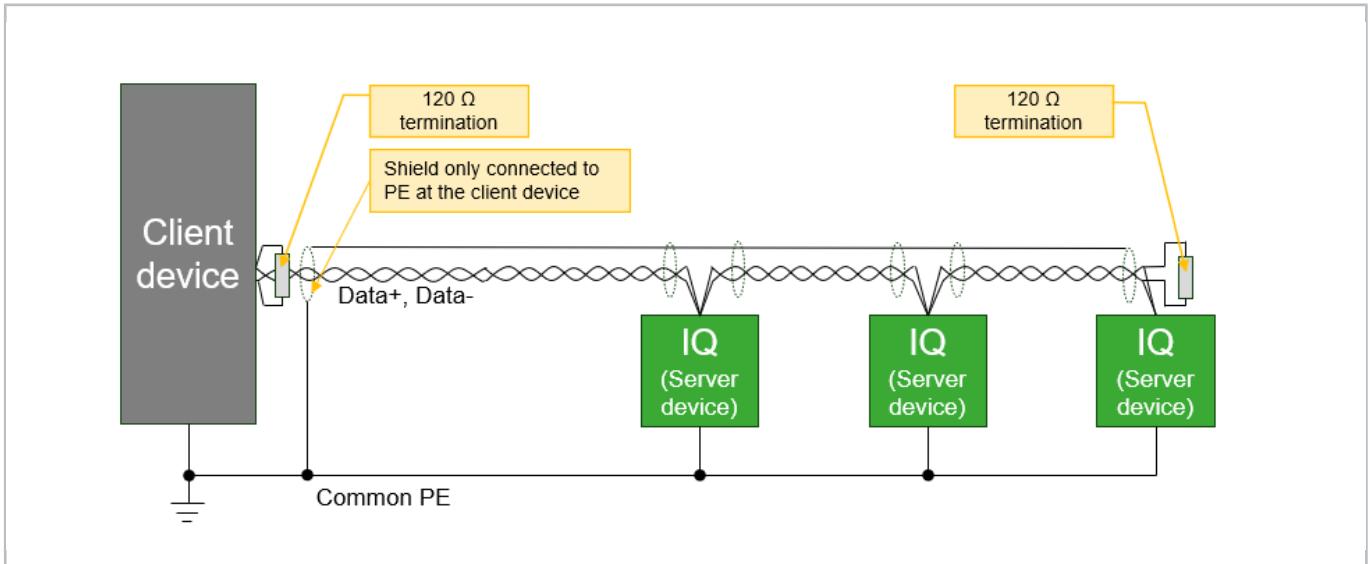


Fig. 37: Devices sharing the same ground potential

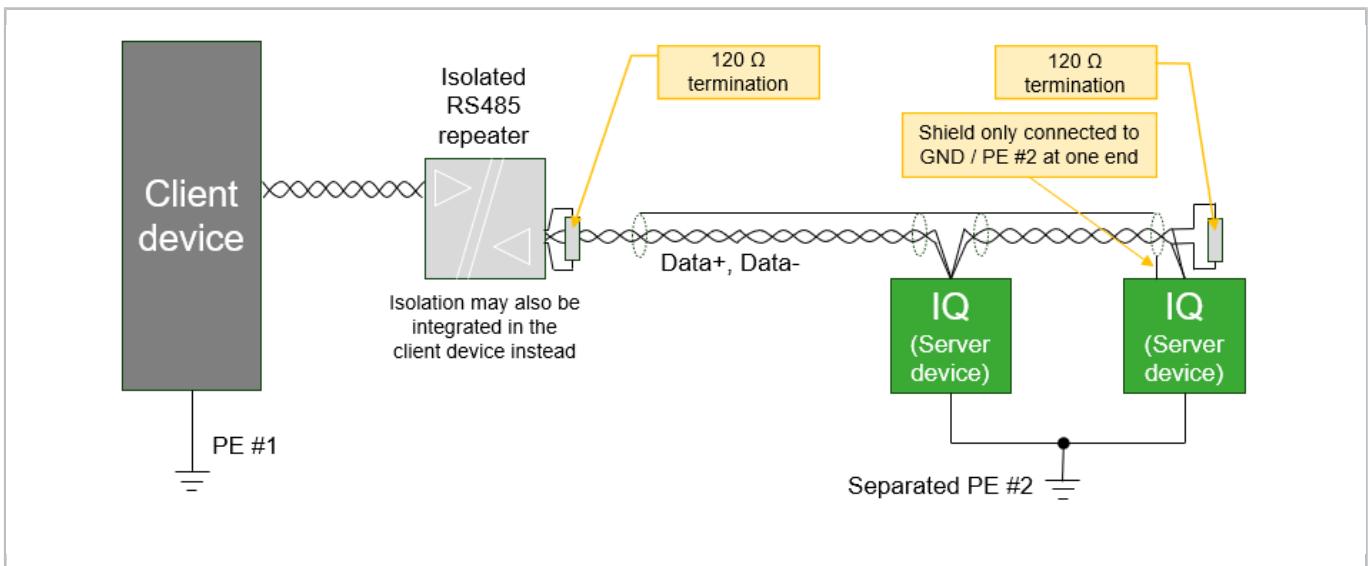


Fig. 38: Client device with different ground potential or isolated interface

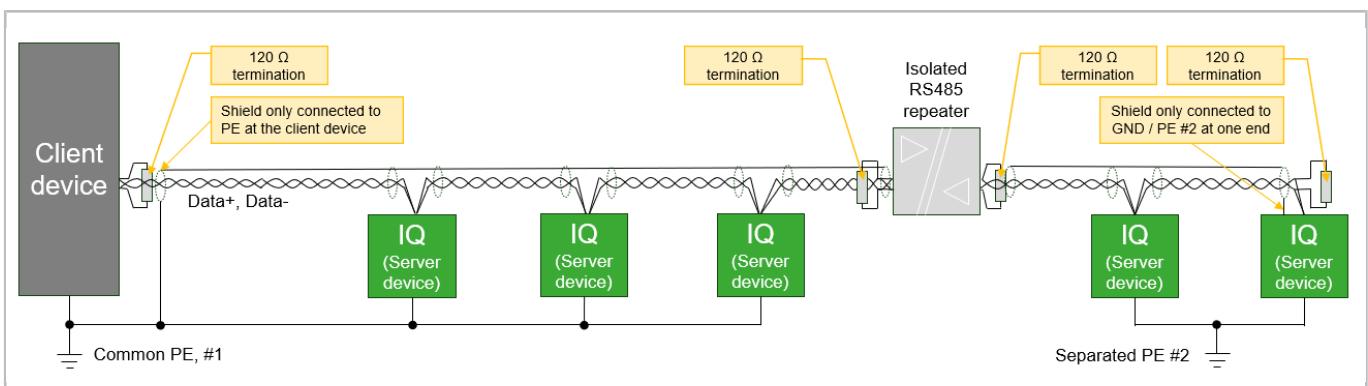


Fig. 39: Devices with different ground potentials separated by an isolated RS485 repeater

8.2 Modbus alarm handling

A short step-by-step tutorial for creating an alarm list like in BEST

- Read out the number of alarms 1600 (I).
 - 0 --> No alarm
 - >0 --> Number of alarms
- Depending on the number of alarms, read out the register 1604 (I) .. 1619 (I).
 - Bit 0 .. 9 provides the index number of the alarms which are listed in the BEST SOFTWARE under "Product" --> "Documentation" --> "Alarms"
 - Bit 10 .. 12 provides the alarm severity
 - Bit 15 provides the alarm state

Overview of the relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
1600 (I)	Active and in-active alarms	Number of active and inactive alarms	uint16
1601 (I)	Active alarms	Number of active alarms	uint16
1602 (I)	Highest alarm state	Highest state of any listed alarm 0 = None 4 = Warning 5 = Critical	uint16
1603 (H)	Alarm reset	Alarm reset command 65535 = Reset all resettable alarms	uint16
1604 (I) .. 1619 (I)	Alarm 1 .. 16	Alarms are ranked in the alarm list according to severity: alarm 1 is highest ranking, alarm 16 is lowest ranking. <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0 .. 9 (binary to decimal): Index number, see in the BEST SOFTWARE under "Product" --> "Documentation" --> "Alarms" for the translation of index numbers into alarm texts. The table can be exported as csv file via the "Export..." button in the top menu all the way to the right. • Bit 10 .. 12 (binary to decimal): Alarm severity 3 = Warning 4 = Critical • Bit 13 .. 14: Reserved • Bit 15 (binary to decimal): Alarm state 1 = Inactive 2 = Active 	uint16

Alarm severity types

There are the following alarm severity types:

Critical :

The definition of a critical alarm for the ECOSTAR differs from those for other IQ products!

If a critical alarm condition is detected, the device will open the relays for the motor contacts and stop the compressor motor.

Warning :

A warning is signalled when a condition occurs which may require attention but is not severe enough to stop operation of the compressor. The compressor keeps running.

9 ECOLITE with controller

9.1 Modbus introduction

The ECOLITE controller has a built-in Modbus RTU interface (11), which is in general dedicated for BEST.

Nevertheless, it is also possible to use this interface for fieldbus purposes. It allows to monitor the condensing unit as well as to perform parameter changes via a superior controller or a building management system. But as the ECOLITE controller can't detect whether the BEST converter or any other device is connected, the communication with BEST isn't possible anymore when the Modbus communication parameters have been changed from the default settings.

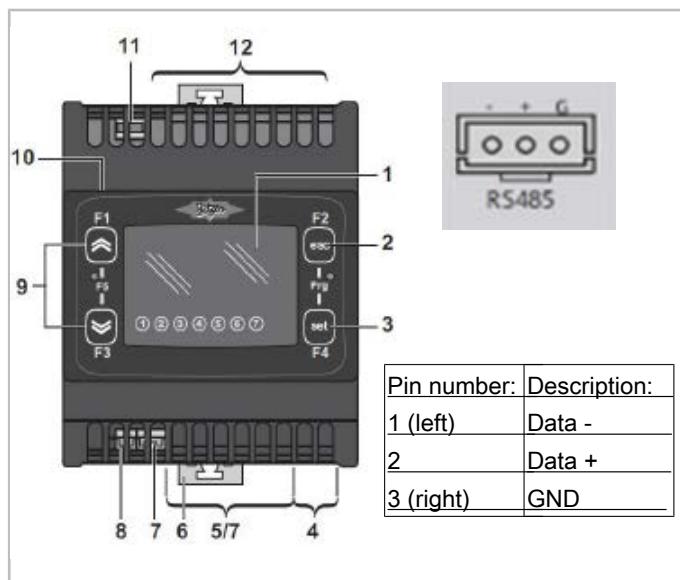


Fig. 40: Terminals of the Modbus interface socket of the ECOLITE controller.

A cable with MOLEX plug can be ordered with part no. 344 117 10.

Configuration of the Modbus communication parameters

Default settings:

- Modbus address: 1
- Baud rate: 19200
- Parity: even
- Stop bits: 1 (not configurable)

The Modbus communication parameters can be changed via the keypad of the controller:

- Enter the Modbus communication parameters menu (CF)
 - Press F1 + F3 --> FREE
 - Press F2 + F4 --> Par (in the right lower end "ABC" is shown)
 - Press F4 --> CF
 - Press F4 --> CF30
- Change the communication settings
(press F1/F3 to move up-/downwards between the parameters, press F4 to enter/leave the parameter)
 - CF30 = Address: 1 .. 255

- CF31 = Baud rate:
3 = 9600
4 = 19200
- CF32 = Parity
1 = Even
2 = None
3 = Odd
- Power cycle the controller to activate the new communication settings

When the communication parameters are changed from default, the communication with the BEST SOFTWARE is not possible any more!

Used data types and scaling

Data types:

- uint8: unsigned 8-bit integer
- int16: signed 16-bit integer
- uint16: unsigned 16-bit integer
- uint32: unsigned 32-bit integer

Scaling of the values:

- Scale 1: The value is the exact value
- Scale 10:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 10, i.e. 12.3 --> 123
 - A received value must be divided by 10, i.e. 123 --> 12.3
- Scale 1000:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 1000, i.e. 1.23 --> 1230
 - A received value must be divided by 1000, i.e. 1230 --> 1.23

Reading and writing 32-bit values

32-bit values must be read and written as two consecutive Modbus registers (register count = 2).

While Modbus.org has specified that 16-bit values are transmitted with the most significant byte first (or "big endian byte order"), there is no standard for the order of the words that come into play with 32-bit values or character strings with 2 or more registers.

This device transmits 32-bit values with the least significant word first (or "little endian word order").

The following table shows an example of this procedure for the number **123456789**, which corresponds to the hexadecimal number **75BCD15**.

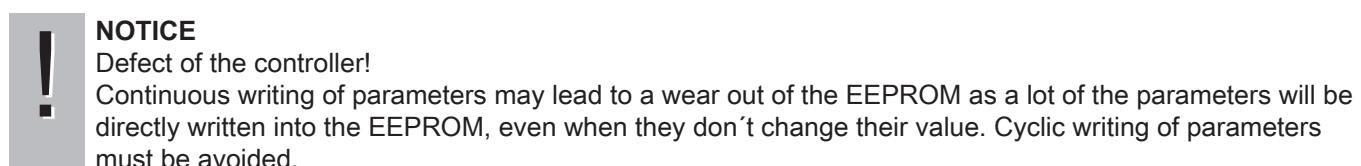
	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binary	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadecimal	CD	15	07	5B

Modbus function codes

The following function codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Function	Code (hexa-decimal)	Code (decimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

All input registers (I) can also be read as holding registers (H).



Modbus exception codes

The following exception codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Code	Name	Meaning
01	Illegal function	The function code is not valid.
02	Illegal data address	The specified register is not valid.
03	Illegal data value	The value is not allowed.
04	Server device failure	Unrecoverable error in server device.

Wiring recommendations

- The cable must be shielded, twisted pair suitable for RS485 communication with a recommended characteristic impedance of 100 .. 130 Ω . The two signal wires must be in the same pair of wires.
- The wiring topology must be daisy chain with 120 Ω termination resistors at each end of the bus line. As this IQ product has no integrated termination resistor, it must be added externally.
- The maximum possible cable length of the Modbus line depends on the used baud rate and the number of devices.
- The Modbus cable should be routed so that the influence from the power cables is minimized. When crossing power cables, a 90° angle should be achieved. Modbus and power cables that run in parallel should be separated by the largest possible appropriate clearance distance, approximately 20 .. 25 cm. A grounded shield plate or grounded metal duct can be used instead.
- The maximum recommended number of IQ products on one Modbus line is 10 devices. If other equipment is connected to the same Modbus line, the maximum current sourcing of the other equipment must be observed.
- This IQ product has no galvanic isolation in the RS485 interface. Therefore, modules connected directly by RS485 bus **must** share the same PE ground potential.

- IQ products that refer to different ground potentials must be connected on RS485 via a suitable galvanic isolated repeater, or only to equipment with an isolated RS485 interface. Different potentials across the bus line can cause the electronics to malfunction or be damaged.
- Only Data+ and Data- should be connected. GND wire should not be connected between modules since this can cause unwanted ground current in the communication wire. However, the GND pin may be used for single-ended connection of shield when no better possibility for connecting the shield is available.
- The shield must only be connected at one end of the bus to avoid unwanted ground current in shielding. However, the shield must be unbroken along the complete bus length, except across galvanic isolated repeaters.
 - In case of an isolated client device and non isolated server devices or vice versa, it is recommended to connect the shield at the end without isolation.
 - When none of the devices is isolated, the shield should be connected at the client device. When all devices are isolated, it doesn't matter at which end the shield is connected - but it should not be connected to the GND pin of the RS485 interface.

See wiring examples below.

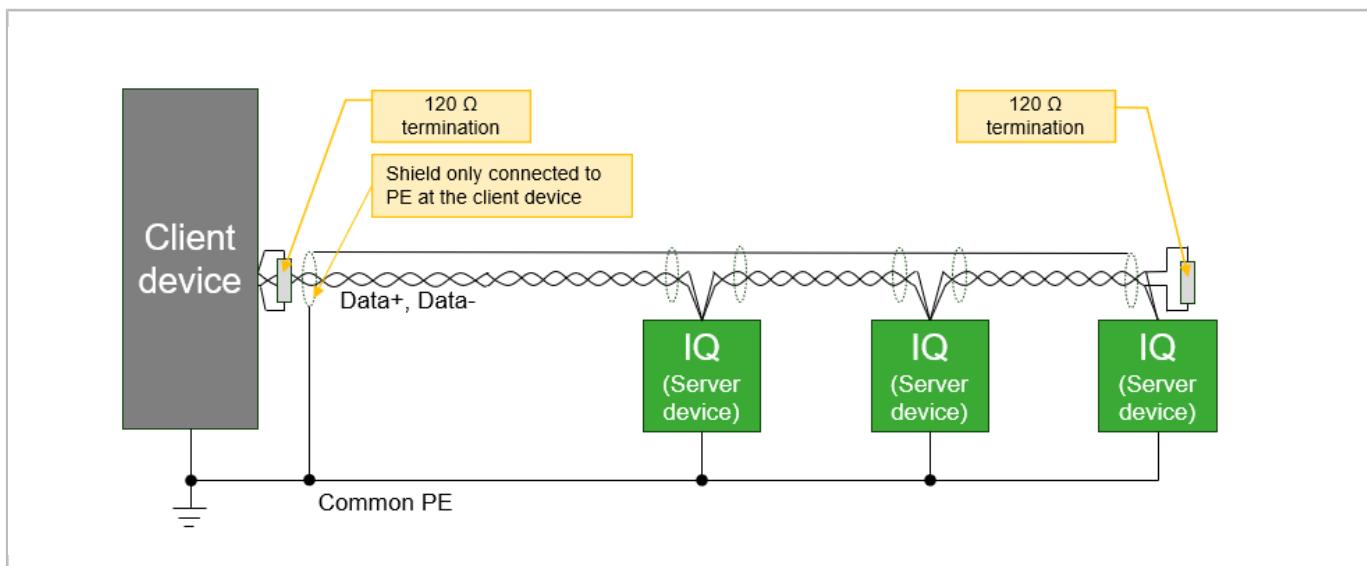


Fig. 41: Devices sharing the same ground potential

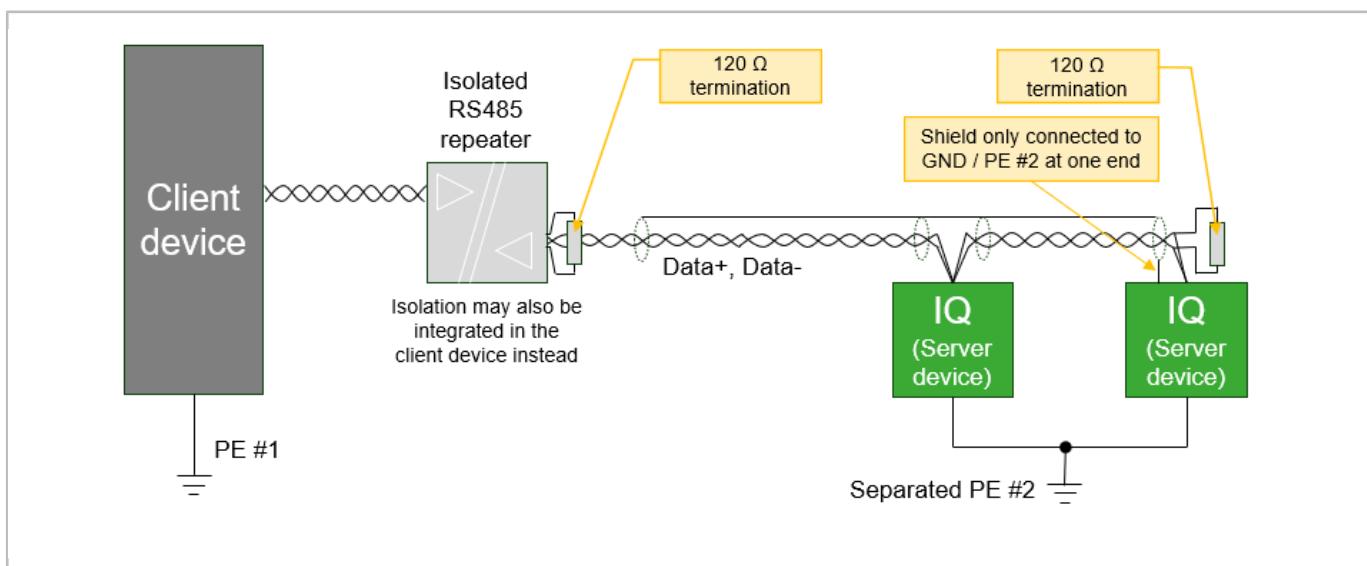


Fig. 42: Client device with different ground potential or isolated interface

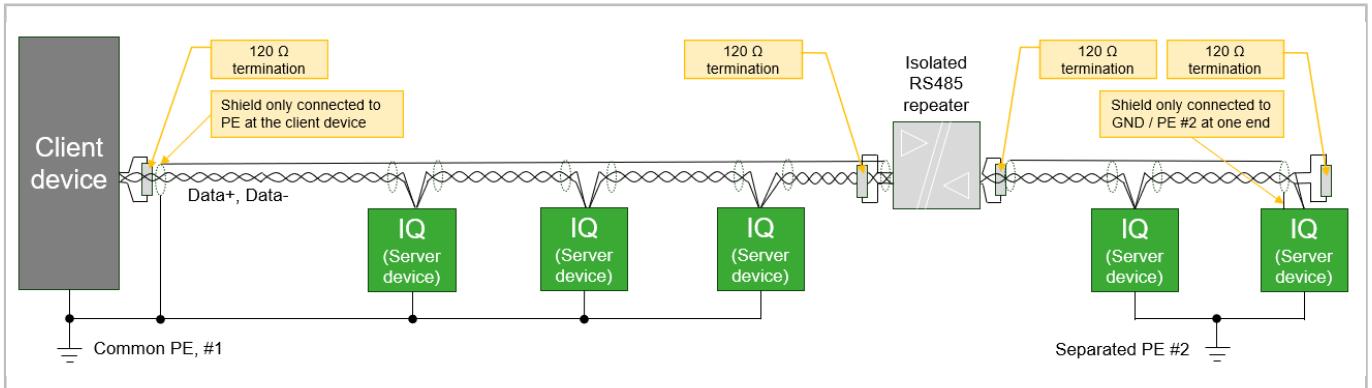


Fig. 43: Devices with different ground potentials separated by an isolated RS485 repeater

10 ECOLITE with CM-RC-02

10.1 Modbus introduction

The CM-RC-02 features two RS485 ports:

- The interface on **CN1** acts as a **server device** and can be used for connecting the fieldbus (Modbus RTU), the BITZER Digital Network (BDN) gateway or the BEST SOFTWARE via the BEST converter. When the fieldbus is connected, the operating parameters can still be monitored with the BEST SOFTWARE using Bluetooth. When the BDN gateway is connected, the fieldbus can be connected to the BDN gateway. The communication will thereby be routed through the BDN gateway. The fieldbus integration or communication respectively works in the same way as when connecting the fieldbus directly to the CM-RC-02. This Modbus documentation describes the integration of the CM-RC-02 as fieldbus device into superior controllers or monitoring systems.
- The interface on **CN2** acts as a **client device** and is dedicated for the IQ bus (connecting CM-RC-02 devices beyond each other) or connecting the VARIPACK frequency inverter. This interface is not further described here.

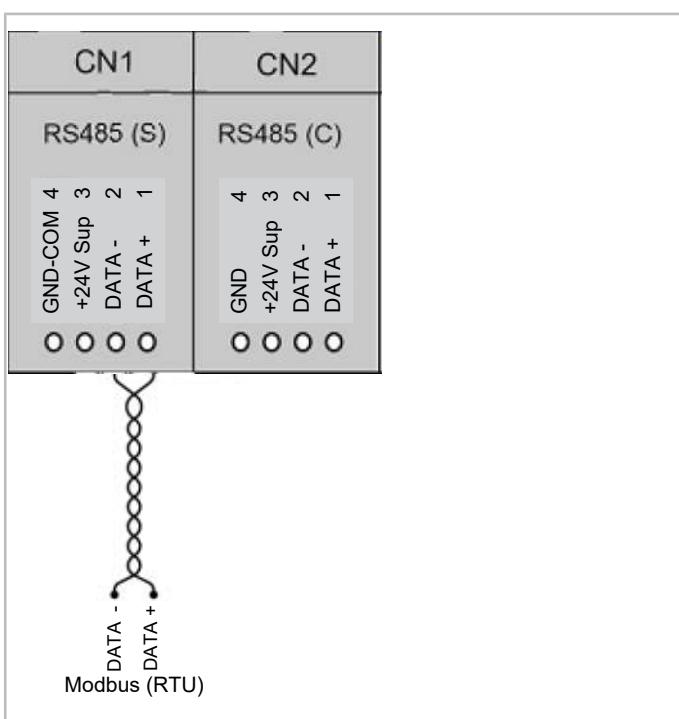


Fig. 44: Terminals of the Modbus interface of the CM-RC-02

Configuration of the Modbus communication parameters

Configuration and default settings can be found in BEST under "Configuration" in the parameter group "Modbus".

Parameters can be set via BEST or Modbus. If Modbus is used for changing the Modbus communication parameters like address, baud rate or parity, it will not result in an immediate change of the communication: The new configuration will be made active by cycling power to the module.

Used data types and scaling

Data types:

- uint8: unsigned 8-bit integer
- int16: signed 16-bit integer
- uint16: unsigned 16-bit integer
- uint32: unsigned 32-bit integer
- string: string

Scaling of the values:

- Scale 1: The value is the exact value
- Scale 10:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 10, i.e. 12.3 --> 123
 - A received value must be divided by 10, i.e. 123 --> 12.3
- Scale 100:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 100, i.e. 1.23 --> 123
 - A received value must be divided by 100, i.e. 123 --> 1.23

Reading and writing 32-bit values

32-bit values must be read and written as two consecutive Modbus registers (register count = 2).

While Modbus.org has specified that 16-bit values are transmitted with the most significant byte first (or "big endian byte order"), there is no standard for the order of the words that come into play with 32-bit values or character strings with 2 or more registers.

This device transmits 32-bit values with the least significant word first (or "little endian word order").

The following table shows an example of this procedure for the number **123456789**, which corresponds to the hexadecimal number **75BCD15**.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
Binary	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binary	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadecimal	CD	15	07	5B

Reading string values via Modbus

One byte can be used to transmit one character via ASCII code. One word or register therefore allows two characters to be transmitted.

In order to be able to transmit longer character strings, therefore, usually multiple registers are used for the string data type.

The number of registers to be read is listed in "Number of registers".

The character strings are transferred from left to right and always with **the most significant word and the least significant byte** first (also "big endian word order" and "little endian byte order").

The following table shows an example of this procedure for the character string **ABCD**, which is provided in a string with 3 registers.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binary	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadecimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus function codes

The following function codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Function	Code (hexa-decimal)	Code (decimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

All input registers (I) can also be read as holding registers (H).

Modbus exception codes

The following exception codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Code	Name	Meaning
01	Illegal function	The function code is not valid.
02	Illegal data address	The specified register is not valid.
03	Illegal data value	The value is not allowed.
04	Server device failure	Unrecoverable error in server device.

Wiring recommendations

- The cable must be shielded, twisted pair suitable for RS485 communication with a recommended characteristic impedance of 100 .. 130 Ω . The two signal wires must be in the same pair of wires.
- The wiring topology must be daisy chain with 120 Ω termination resistors at each end of the bus line. The CM-RC-02 has integrated terminating resistors for its RS485 interfaces which can be activated by a connection bridge (jumper). The terminating resistor for the RS485 (S) interface can be activated and deactivated by the jumper CN5.

- Jumper at position 1 - 2: Termination deactivated (ex factory)
- Jumper at position 2 - 3: Termination activated
- The maximum possible cable length of the Modbus line depends on the used baud rate and the number of devices.
- The Modbus cable should be routed so that the influence from the power cables is minimized. When crossing power cables, a 90° angle should be achieved. Modbus and power cables that run in parallel should be separated by the largest possible appropriate clearance distance, approximately 20 .. 25 cm. A grounded shield plate or grounded metal duct can be used instead.
- The maximum recommended number of IQ products on one Modbus line is 10 devices. If other equipment is connected to the same Modbus line, the maximum current sourcing of the other equipment must be observed. The total bias resistance of the complete string should be at least 450 Ohm. This IQ product has a bias resistance of 10 kOhm (\rightarrow 1 kOhm with 10 units).
- This IQ product has no galvanic isolation in the RS485 interface. Therefore, modules connected directly by RS485 bus **must** share the same PE ground potential.
 - IQ products that refer to different ground potentials must be connected on RS485 via a suitable galvanic isolated repeater, or only to equipment with an isolated RS485 interface. Different potentials across the bus line can cause the electronics to malfunction or be damaged.
 - Only Data+ and Data- should be connected. GND wire should not be connected between modules since this can cause unwanted ground current in the communication wire. However, the GND pin may be used for single-ended connection of shield when no better possibility for connecting the shield is available.
- The shield must only be connected at one end of the bus to avoid unwanted ground current in shielding. However, the shield must be unbroken along the complete bus length, except across galvanic isolated repeaters.
 - In case of an isolated client device and non isolated server devices or vice versa, it is recommended to connect the shield at the end without isolation.
 - When none of the devices is isolated, the shield should be connected at the client device. When all devices are isolated, it doesn't matter at which end the shield is connected - but it should not be connected to the GND pin of the RS485 interface.

See wiring examples below.

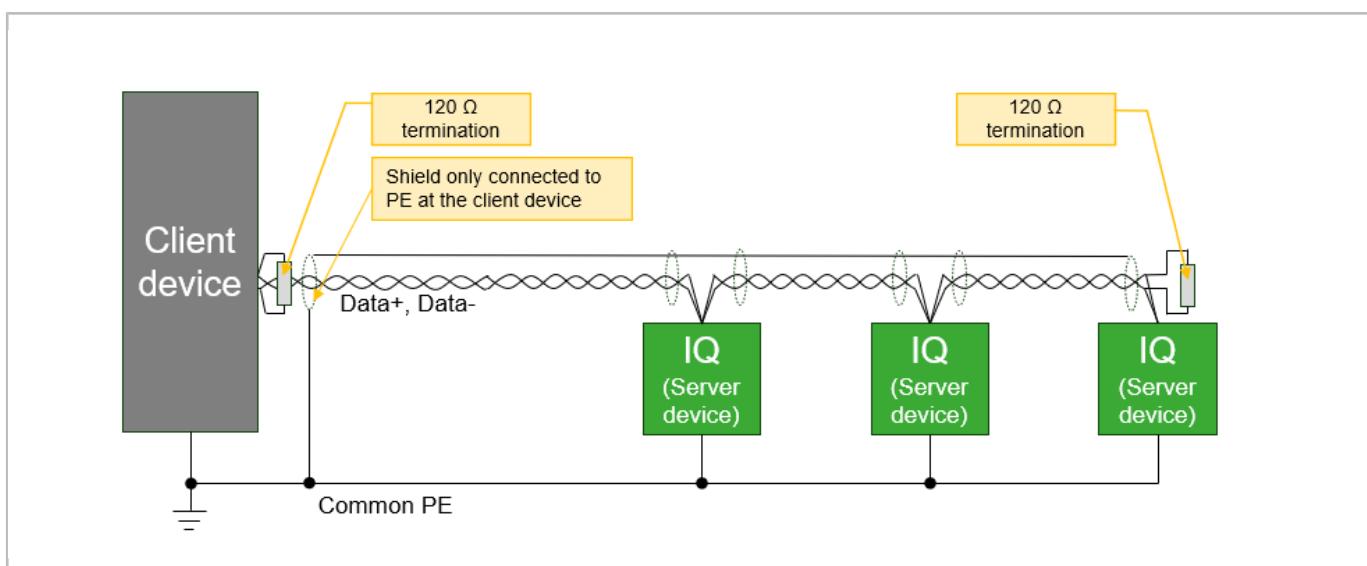


Fig. 45: Devices sharing the same ground potential

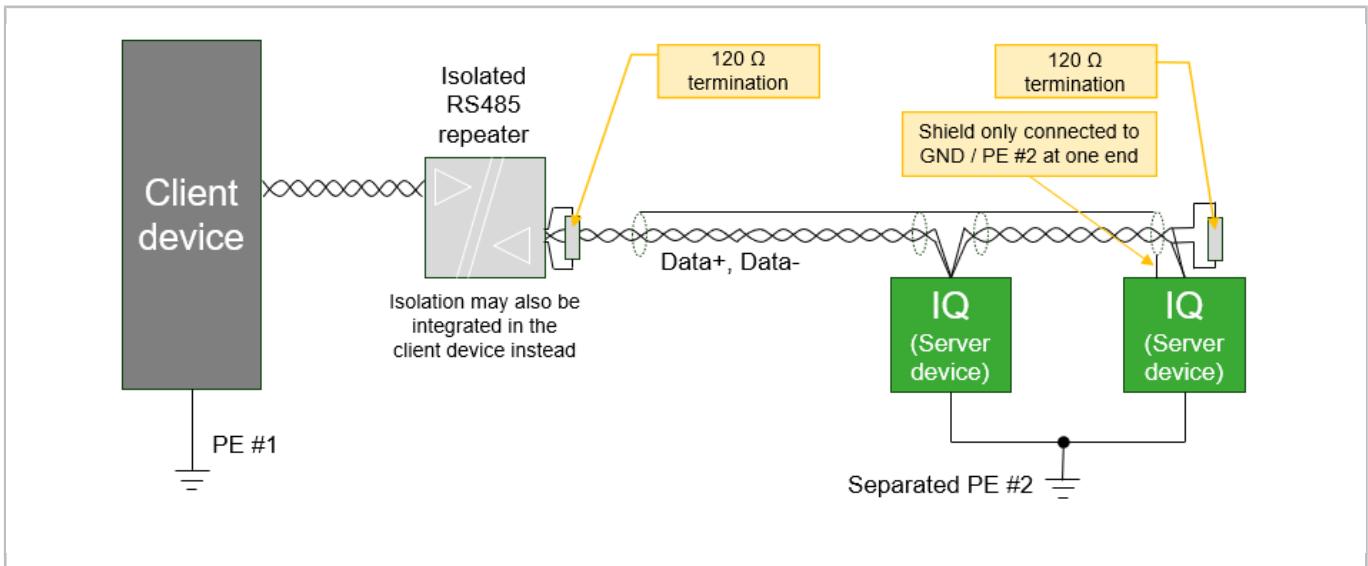


Fig. 46: Client device with different ground potential or isolated interface

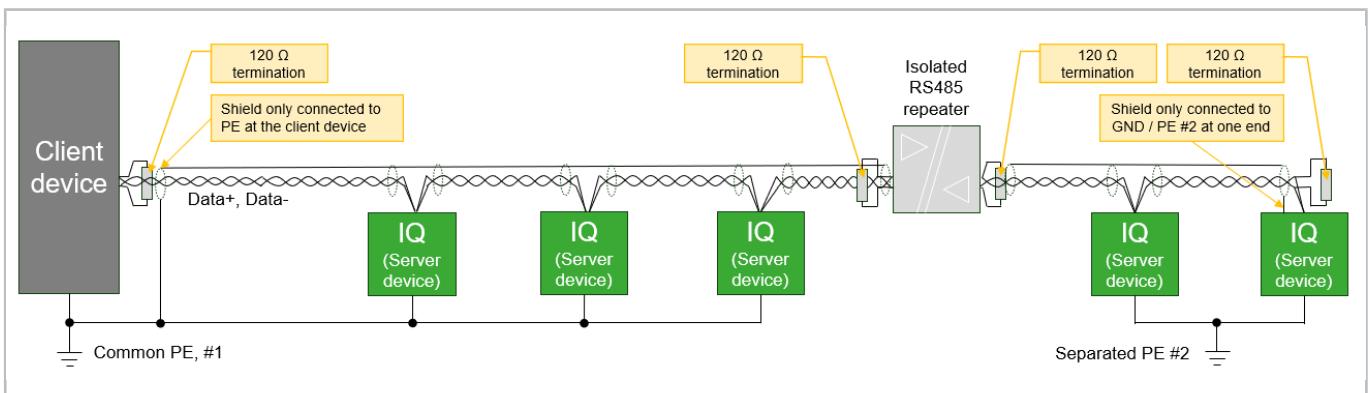


Fig. 47: Devices with different ground potentials separated by an isolated RS485 repeater

Modbus TCP/IP

In case Modbus TCP/IP is required or preferred over Modbus RTU, a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter can be used. Gateways are available on the market which translate the Modbus communication 1:1 without requiring to configure the individual protocols/registers in the gateway itself. One product that underwent successful testing at BITZER is the "RS485 TO POE ETH (B)" by Waveshare. In comparison to the standard version "RS485 TO ETH (B)", the POE version provides additional galvanic isolation of the signals and power supply. After configuring the devices as a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter, multiple IQ products can be made available on Modbus TCP/IP.

In detail, the following settings must be applied by the "VirCom" tool:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternatively provide a fixed IP address)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baud Rate, Data Bits, Parity, Stop Bits: Must be identical to the communication settings of the connected IQ products.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol

- More Advanced Settings: When configuring the device via the "VirCom" tool, the storage feature (Modbus Gateway Type = Auto query storage type) and multi-host support (Enable RS485 Multi-Host) will automatically be activated. The storage feature will improve the performance for Modbus TCP/IP queries and the multi-host feature allows connecting more than one Modbus TCP/IP client device.

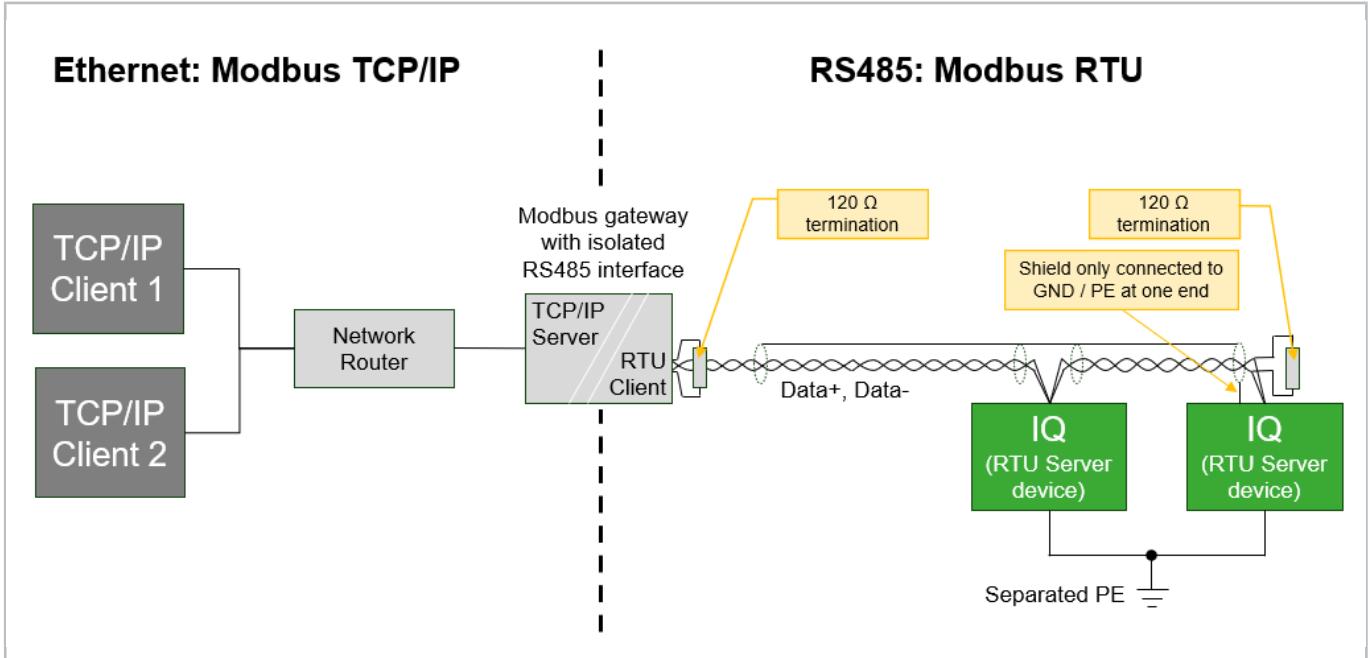


Fig. 48: Ethernet with Modbus TCP/IP and RS485 with Modbus RTU

10.2 Controlling the compressor via Modbus

Control mode "Evaporating temperature" and "Room temperature"

The IQ MODULE CM-RC-02 independently regulates the respective temperature, it starts and stops the compressor and adjusts its capacity.

In these control modes, the Modbus control timeout function, the serial control word and the serial setpoint have no influence.

Control mode "External: Modbus directly" and "External: Modbus via BDN Gateway"

With the "External: ..." control modes, the start and stop of the compressor and its capacity control can be specified by external signals.

- If the compressor is to be controlled via Modbus, the control mode "External: Modbus direct" must be selected.
- If the gateway for the BITZER DIGITAL NETWORK (BDN, access via myBITZER) is connected between the system controller and the IQ MODULE CM-RC-02, "External: Modbus via BDN gateway" must be selected. See also
 - [CT-311: BITZER Gateway Installation Guide](#)

When Modbus control is enabled, the setpoints from the different interfaces (analogue setpoint and serial setpoint) are merged and the resulting "Setpoint" can be read via the Modbus interface. The setpoint is limited to 100%, even if the sum of the setpoints may be above 100%.

Modbus control timeout function

If the Modbus communication is interrupted, the IQ MODULE can be configured for different reactions to this interruption by the parameters "Modbus control timeout function" and "Modbus control timeout".

Configuration possibilities for the timeout function:

- None --> Do nothing (if compressor is running, operation will be continued)
- Stop --> Stop the compressor
- Fault --> Stop the compressor and trip with the fault alarm "11-00 Serial Control Timeout"

Any received Modbus telegram resets the timeout function.

Serial control word

The serial control word is set via the Modbus holding register **110**:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial control word	None	uint16		110(H)	1

Bit definition of the serial control word:

Bit	Function	Description
0 .. 2	Reserved	Should be set to 1 (for compatibility to the CSV)
3	Enable operation	<p>0 = Operation not enabled 1 = Compressor released for operation</p> <p>This might mainly be used for removing the external release via Modbus in case of the "Operating mode" = "System control mode". Otherwise the bit must be set to 1.</p>
4 .. 5	Reserved	Should be set to 1 (for compatibility to the CSV)
6	Start	<p>Start command 0 = Stop 1 = Start active</p>
7	Reset	Alarm reset command is active when bit is set from 0 to 1. Positive edge triggered.
8 .. 9	Reserved	
10	Data valid	<p>Must be set to 1 to instruct the controller to accept the serial control word.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 = The serial control word as well as the serial setpoint are ignored. This means that if the start command was active just before the data valid bit is set to "0" the command remains active until the data valid bit is set to "1" and the start bit is set to "0". • 1 = The serial control word and serial setpoint will be accepted. <p>The resulting control word (I102) will always have this bit set.</p>
11 .. 15	Reserved	

Examples of serial control word setups:

Com- mand	Hexa- decimal value	Decimal value	Binary	Re- served	Data valid	Re- served	Reset	Start	Re- served	Enable operat.	Re- served
No com- mand / Stop	43F	1087	00000	1	00	00	0	0	11	1	111
Start	47F	1151	00000	1	00	00	0	1	11	1	111
Reset	4BF	1215	00000	1	00	00	1	0	11	1	111

The neutral value of the control word is 43F hex (= 1087 dec = 10000111111 binary).
 To start the compressor, the control word must be 47F hex (= 1151 dec = 10001111111 binary).

Serial setpoint

The serial setpoint is set via the Modbus holding register **111**:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial setpoint	%	int16	100	111(H)	1

Status word

The actual status of the IQ MODULE can be seen via the Modbus input register **103**.

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Status word	None	uint16	1	103(I)	1

Status word bit definitions

Bit	Function	Description
0 .. 1	Not used	
2	Operation enabled	<p>0 = The compressor is not ready for operation 1 = The compressor is ready to operate without considering the recommended stillstand and start delays. A warning alarm (30-22, 30-24 or 30-26) might appear when starting the compressor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No fault (Bit 3 = 0) • Safety chain input activated (CN10: Safety In powered) • In case parameter "Modbus control" is not "Deactivated" <ul style="list-style-type: none"> – Operation is enabled (Bit 3 of the "Serial Control Word" set to 1) • In case parameter "Operating mode" = "System control mode" <ul style="list-style-type: none"> – Parameter "System operating mode" = On – External release given (CN3: start/stop activated)
3	Fault	<p>0 = No fault alarm(s) 1 = A fault alarm is active. The compressor is stopped.</p>
4 .. 6	Not used	
7	Warning	<p>0 = No warning alarm(s) 1 = A warning alarm is active</p>
8	On reference	<p>0 = The compressor is ramping or not running. 1 = The compressor is operating at setpoint.</p>
9	Not used	
10	Limiter active	<p>0 = No limiter function is active 1 = A limiter is actively regulating the setpoint to keep the compressor in operation (reducing the risk of a fault stop)</p>
11	Running	<p>0 = Compressor is not running 1 = Compressor is running</p> <ul style="list-style-type: none"> • Direct on line, star delta, part winding: motor start completed (K1/K2 control) • VARIPACK connected via Modbus: VARIPACK reports back that the compressor is running

Bit	Function	Description
		<ul style="list-style-type: none"> Frequency inverter, soft starter: running is assumed when the start input is closed.
12	Start active	<p>0 = Compressor start is not active 1 = Compressor start is active. This includes the activation of the start un-loader, pre-run of the condenser and additional fan as well as start procedure of the motor starter function (star/delta and part winding contactor activation).</p> <ul style="list-style-type: none"> Operation enabled (Bit 2 = 1) No fault (Bit 3 = 0) "Operating mode" = "Compressor operation mode" <ul style="list-style-type: none"> Start command given (either via digital input start or Modbus) In case "setpoint control characteristic" = "0 .. Max": setpoint > 1% "Operating mode" = "System control mode" <ul style="list-style-type: none"> The cooling capacity control requests the compressor to start. The recommended start to start interval and stop to start time counted down and the max. starts per hour have not been exceeded (see parameter "Remaining time for short cycling protection").
13	Critical	<p>0 = No critical alarm(s) 1 = A critical alarm is active</p>
14	Ready for operation (available from firm-ware versions 2.0.12.0)	<p>0 = Not ready for operation 1 = Ready for operation</p> <ul style="list-style-type: none"> Operation enabled (Bit 2 = 1) The remaining time for protection against short cycling has expired.
15	Not used	

10.3 Modbus alarm handling

Alarm list

The alarm list allows to read out the actual alarms including warnings, criticals and faults.

When power-cycling the module or providing a reset command, the inactive alarms will be cleared from the list. The alarm list is identical and shared between the IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1.

Overview of the relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
11100 (I)	Active alarms	Number of active alarms	uint16
11101 (I)	Not cleared alarms	Number of listed alarms that has not yet been cleared	uint16
11102 (I)	Highest alarm state	Highest state of any listed alarm 0 = Clear 1 = Inactive 2 = Active 3 = Set (alarm condition is present)	uint8
11103 (I)	Highest active alarm state	Highest severity level of any active alarm 0 = None 8 = Warning	uint8

Register	Name	Description	Type
		16 = Critical 32 = Fault	
11104 (I)	Device locked	If locked, device is waiting for external reset command or restart 0 = No 1 = Yes	uint8
11105 (I)	Fault reset level	Reset level required to clear any active alarm 0 = NA 1 = Auto 2 = Timed 3 = External 4 = Restart	uint8
11201 (I) .. 11210 (I)	Alarm 1 .. 10	<p>Alarms are ranked in the alarm list according to severity: alarm 1 is highest ranking, alarm 10 is lowest ranking.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 .. 9 (binary to decimal): Index number, see in BEST SOFTWARE under "Product" --> "Documentation" --> "Alarms" for the translation of index numbers into alarm texts. The table can be exported as csv file via the "Export..." button in the top menu all the way to the right. Bit 10 .. 12 (binary to decimal): Alarm severity 3 = Warning 4 = Critical 5 = Fault Bit 13: Reserved Bit 14 .. 15 (binary to decimal): Alarm state 1 = Inactive 2 = Active 3 = Set (alarm condition is present) <p>Excel tool for decoding: An Excel tool which allows to decode actual alarm values received via Modbus and visualizes the decoding step by step can be downloaded here.</p>	uint16

Alarm severity types

There are the following alarm severity types:

Fault

If a fault alarm condition is detected, the device will open the relays for the motor contacts and stop the compressor motor.

Critical

If a critical alarm condition is detected, operation may continue but for a limited time or with reduced performance.

Warning

A warning is signalled when a condition occurs which may require attention but is not severe enough to stop operation of the compressor. The compressor keeps running.

Alarm reset types

Auto:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present.

Timed:

- The fault is reset automatically when the fault condition is no longer present and the configurable interval "Timed reset interval" has counted down.
- By providing a manual reset command, the timed reset interval time can be cancelled in case the fault condition is no longer present.
- Repetitive timed reset faults will be limited by the external reset faults "10-00 Too many identical timed reset faults in 24 hours" and "10-01 Too many timed reset faults in 1 hour".

External:

- In case of an external reset fault, the system must be checked before unlocking.
- The fault must be reset by reset command when the fault condition is no longer present.

Restart:

- A power cycle is required to reset the fault.

Possibilities for providing a reset command

The module can be unlocked in various ways:

- With a Modbus command (see in the BEST SOFTWARE under "Documentation" --> "Modbus" --> Tab "Control & Status Word" --> Serial Control Word - this is possible even if Modbus control is not activated).
- With the BEST SOFTWARE in the menu "Alarms" --> "Reset".
- Disconnect the voltage supply (L/N) for at least 5 s.



NOTICE

Compressor damage!

Repeated resetting of external reset faults may lead to breakdown of the compressor if the cause is not resolved.

10.4 Application limits

Introduction

The IQ products CSV, CM-RC-01, CM-RC-02, CM-SW-01 and SE-i1 are featured by an application limit (= application envelope) protection function. It protects the compressor against excessive operating conditions, but allows also to receive warnings via Modbus when coming close to the individual limits.

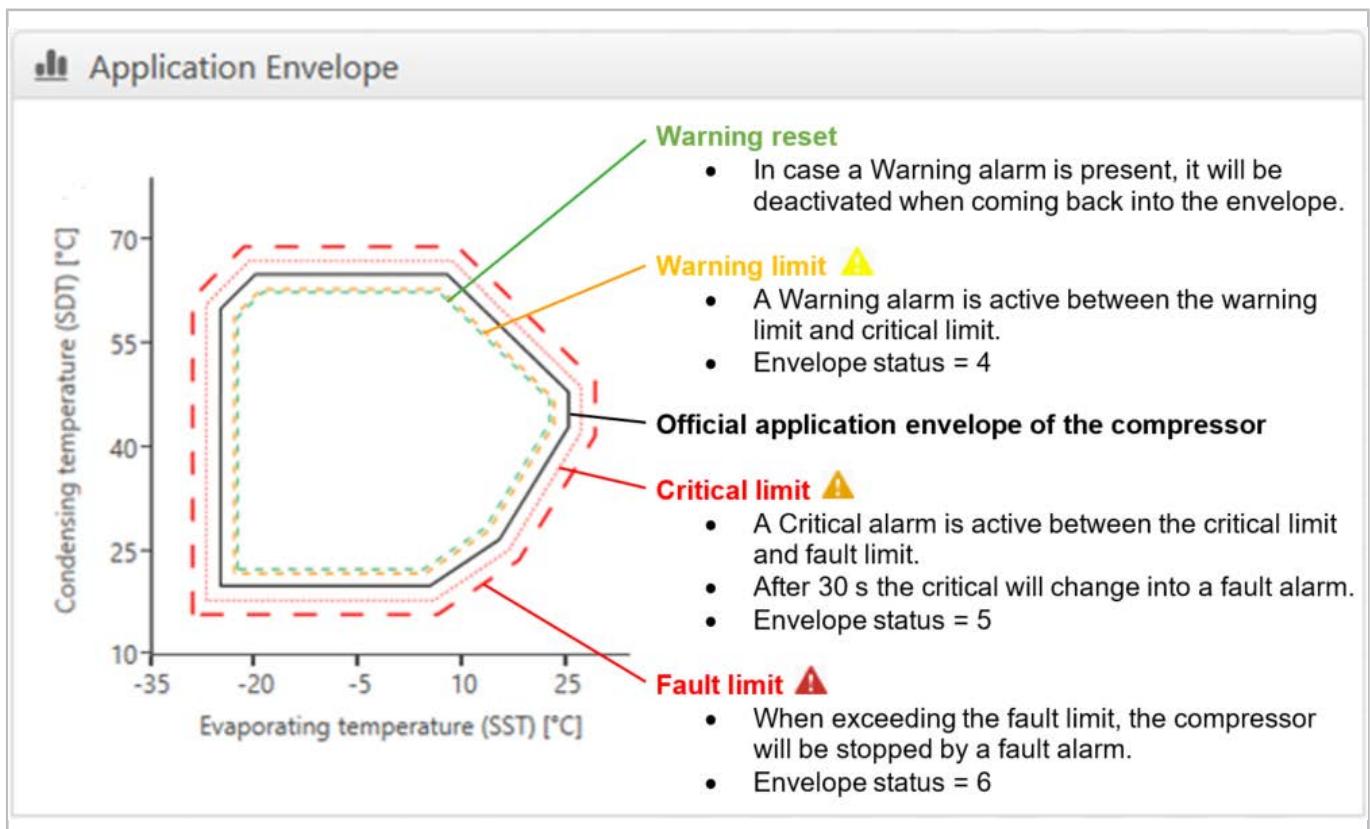


Fig. 49: Exemplary application limits with legend

Overview of relevant Modbus registers

Register	Name	Description	Type
12005 (I)	Envelope status	Status of the application limit 0 = Compressor stopped 1 = Compressor starting (application limit protection deactivated for 120 s) 2 = Compressor running within limit (within green dashed line) 3 = Compressor stopping (application limit protection deactivated) 4 = Application limit warning is active 5 = Application limit critical is active 6 = Application limit fault is active 10 = Monitoring deactivated	uint8
12006 (I)	Envelope zone	Zone in which the compressor is currently operating — or, if a fault is active, in which zone the operating point was when the fault was set. 0 = Inside application limit (within green dashed line) 1 = Low evaporation, low condensation 2 = Low evaporation 3 = Low evaporation, high condensation / high pressure 4 = High condensation / high pressure 5 = High evaporation, high condensation / high pressure 6 = High evaporation 7 = High evaporation, low condensation 8 = Low condensation 10 = Monitoring deactivated	uint8

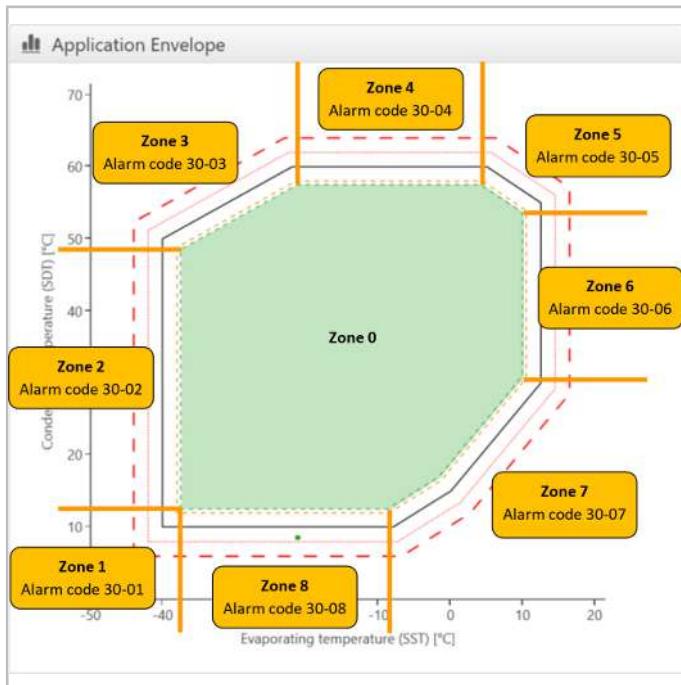


Fig. 50: Application limit zones

SST: Saturated suction temperature = evaporating temperature

SDT: Saturated discharge temperature = condensing temperature

11 VARIPACK FDU .. FKU

11.1 Modbus introduction

The VARIPACK has a built-in Modbus RTU interface (XC3) which allows to monitor the frequency inverter. The interface is shared for connecting the fieldbus (Modbus) or the BEST converter. When the fieldbus is connected, the operating parameters can be monitored with the BEST SOFTWARE by using Ethernet.

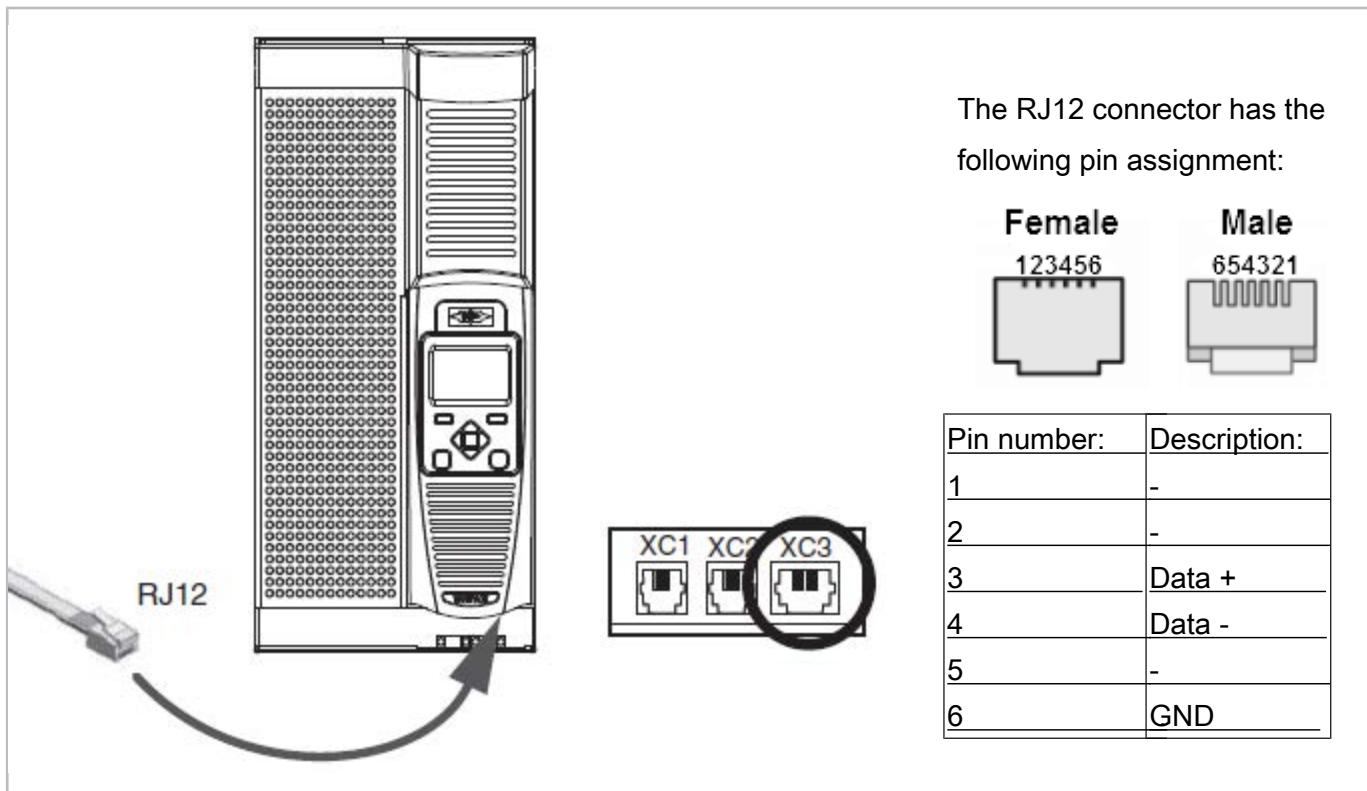


Fig. 51: Terminals of the Modbus interface socket of the VARIPACK.

Configuration of the Modbus communication parameters

Configuration and default settings can be found in BEST under "Configuration" in the parameter group "Communication".

Setting of the parameters can be done via BEST using the BEST converter or ethernet.

Used data types and scaling

Data types:

- int8: signed 8-bit integer
- uint8: unsigned 8-bit integer
- int16: signed 16-bit integer
- uint16: unsigned 16-bit integer
- uint32: unsigned 32-bit integer
- float32: 32-bit floating point
- string: string

Scaling of the values:

- Scale 1: The value is the exact value
- Scale 10:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 10, i.e. 12.3 --> 123
 - A received value must be divided by 10, i.e. 123 --> 12.3.
- Scale 100:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 100, i.e. 1.23 --> 123
 - A received value must be divided by 100, i.e. 123 --> 1.23
- Scale 1000:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 1000, i.e. 0.123 --> 123
 - A received value must be divided by 1000, i.e. 123 --> 0.123
- Scale 3600:
 - A received value must be divided by 3600; i.e. 360000 --> 100

Reading and writing 32-bit values

32-bit values must be read and written as two consecutive Modbus registers (register count = 2).

While Modbus.org has specified that 16-bit values are transmitted with the most significant byte first (or "big endian byte order"), there is no standard for the order of the words that come into play with 32-bit values or character strings with 2 or more registers.

By default, the VARIPACK FDU ... FKU transmits 32-bit values with the least significant word first (or "little endian word order").

However, transmission with the most significant word first (or "big endian word or") can also be activated using parameters.

The following tables show examples of this procedure for the number **123456789**, which corresponds to the hexadecimal number **75BCD15**.

Least significant word first:

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binary	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadecimal	CD	15	07	5B

Most significant word first

	Register X		Register X+1	
	Word 1		Word 0	
	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0
	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0
Binary	00000111	01011011	11001101	00010101
Hexadecimal	07	5B	CD	15

Reading string values via Modbus

One byte can be used to transmit one character via ASCII code. One word or register therefore allows two characters to be transmitted.

In order to be able to transmit longer character strings, therefore, usually multiple registers are used for the string data type.

The number of registers to be read is listed in "Number of registers".

The character strings are transferred from left to right and always with **the most significant word and the least significant byte** first (also "big endian word order" and "little endian byte order").

The following table shows an example of this procedure for the character string **ABCD**, which is provided in a string with 3 registers.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binary	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadecimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Special case:

With VARIPACK of the 1st generation, the first 4 characters of character strings are transmitted twice. To avoid this, the first two registers should be ignored.

For this purpose, the register address should be increased by 2 and the number of registers reduced by 2 compared to the documentation.

Modbus function codes

The following function codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Function	Code (hexa-decimal)	Code (decimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06
Write multiple registers (H)	10	16
Read/write multiple registers (H)	17	23

All input registers (I) can also be read as holding registers (H).

Modbus exception codes

The following exception codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Code	Name	Meaning
01	Illegal function	The function code is not valid.
02	Illegal data address	The specified register is not valid.
03	Illegal data value	The value is not allowed.
04	Server device failure	Unrecoverable error in server device.

Wiring recommendations

- The cable must be shielded, twisted pair suitable for RS485 communication with a recommended characteristic impedance of $100 \dots 130 \Omega$. The two signal wires must be in the same pair of wires.
- The wiring topology must be daisy chain with 120Ω termination resistors at each end of the bus line. The VARIPACK is equipped with a small switch located right of the interface bush which allows to switch the respective terminating resistor on or off.
 - Switch in right position: Terminating resistor is not set (factory setting).
 - Switch in left position: Terminating resistor is connected (set).



- The maximum possible cable length of the Modbus line depends on the used baud rate and the number of devices.
- The Modbus cable should be routed so that the influence from the power cables is minimized. When crossing power cables, a 90° angle should be achieved. Modbus and power cables that run in parallel should be separated by the largest possible appropriate clearance distance, approximately $20 \dots 25$ cm. A grounded shield plate or grounded metal duct can be used instead.
- The maximum recommended number of IQ products on one Modbus line is 10 devices. If other equipment is connected to the same Modbus line, the maximum current sourcing of the other equipment must be observed. The total bias resistance of the complete string should be at least 450 Ohm. This IQ product has a bias resistance of 10 kOhm ($\rightarrow 1$ kOhm with 10 units).
- The CSV and VARIPACK of the 1st generation have a galvanically isolated RS485 interface.
- The shield must only be connected at one end of the bus (preferable at the client device) in order to avoid unwanted ground current in shielding. Only Data+ and Data- need to be connected. COM1 GND may be connected if required by the client device. However, the shield must be unbroken along the complete bus length.

See wiring example below.

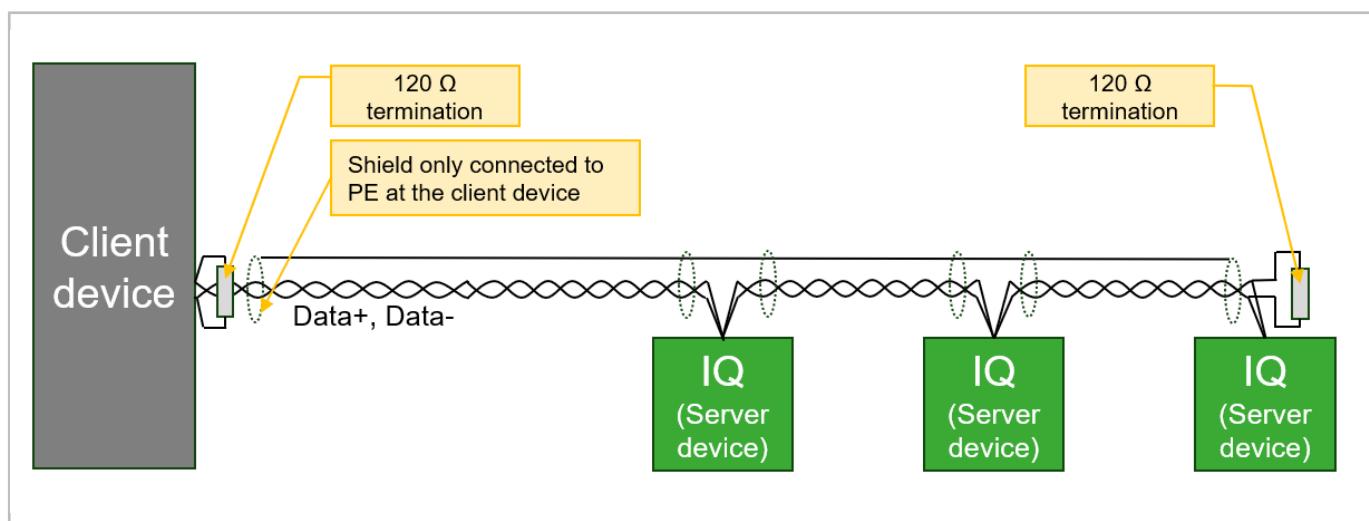


Fig. 52: Recommended wiring for VARIPACK FDU .. FKU

12 VARIPACK FM .. FS

12.1 Modbus introduction

The VARIPACK has a built-in Modbus RTU interface which allows to monitor and control the compressor.

Like the dedicated communication interface for the BEST SOFTWARE, the Modbus interface is located on the RJ45 socket of the frequency inverter (pin 3, 7 and 8). Whereas the VARIPACKs with enclosure class IP66 (F.Y) have two RJ45 sockets, allowing to plug in the BEST converter and Modbus simultaneously, the VARIPACKs with enclosure class IP55 (F.W) and IP20 (F.U) have only one RJ45 socket. As a consequence, an adapter cable is required for those types in order to allow to connect the BEST converter and Modbus in parallel. By the F.Y frequency inverters, the two RJ45 sockets are internally bridged, allowing to use both sockets in the same way and for both interfaces.

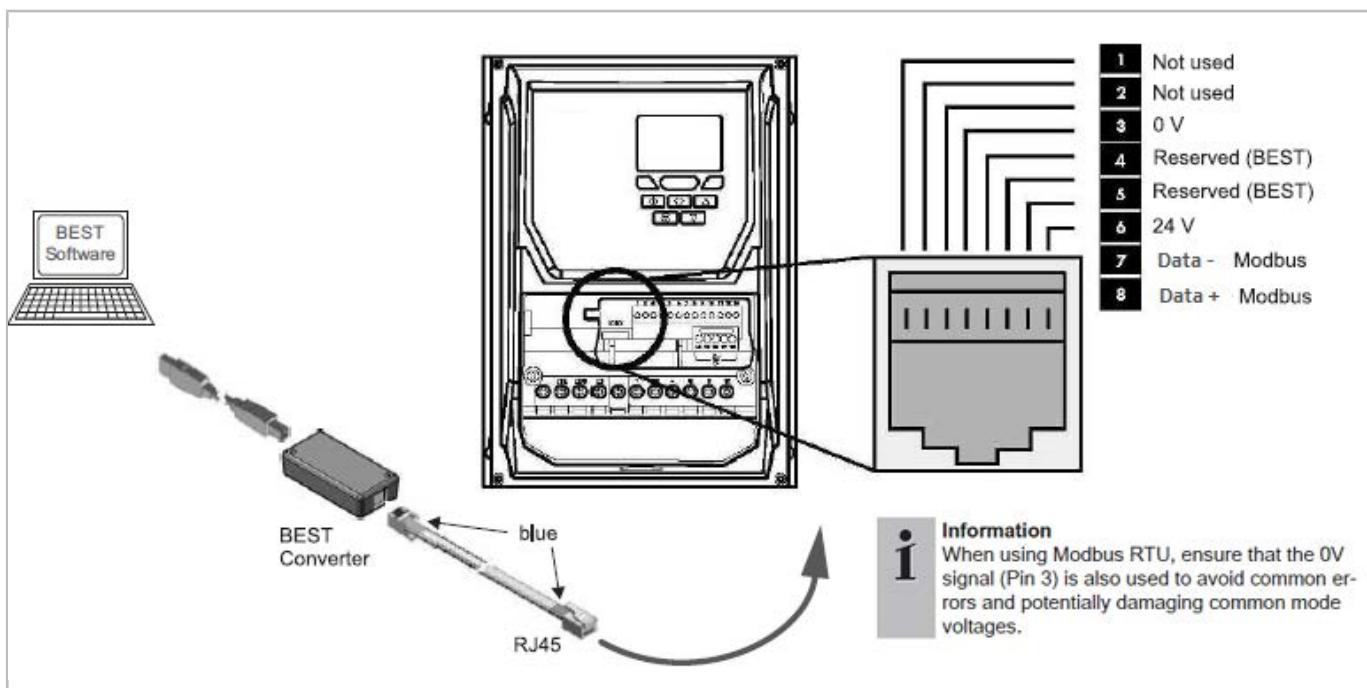


Fig. 53: Terminals of the communication interface socket(s) of the VARIPACK.

Configuration of the Modbus communication parameters

Configuration and default settings can be found in BEST under "Configuration" in the parameter group "Modbus".

Setting of the parameters can be done via BEST, the keypad or Modbus. Changing the communication parameters will result in an immediate change of the communication. As the Modbus address is also used as address for the communication of the BEST SOFTWARE, the connection of BEST will be interrupted when BEST is connected.

Used data types and scaling

Data types:

- int8: signed 8-bit integer
- uint8: unsigned 8-bit integer
- int16: signed 16-bit integer
- uint16: unsigned 16-bit integer
- uint32: unsigned 32-bit integer
- string: string

Scaling of the values:

- Scale 1: The value is the exact value
- Scale 10:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 10, i.e. 12.3 --> 123
 - A received value must be divided by 10, i.e. 123 --> 12.3
- Scale 100:
 - To transmit a value, it must be multiplied by 100, i.e. 1.23 --> 123
 - A received value must be divided by 100, i.e. 123 --> 1.23

Reading and writing 32-bit values

32-bit values must be read and written as two consecutive Modbus registers (register count = 2).

While Modbus.org has specified that 16-bit values are transmitted with the most significant byte first (or "big endian byte order"), there is no standard for the order of the words that come into play with 32-bit values or character strings with 2 or more registers.

This device transmits 32-bit values with the least significant word first (or "little endian word order").

The following table shows an example of this procedure for the number **123456789**, which corresponds to the hexadecimal number **75BCD15**.

	Register X		Register X+1	
	Word 0		Word 1	
	Byte 1	Byte 0	Byte 3	Byte 2
	Bit 16 .. 9	Bit 8 .. 0	Bit 32 .. 25	Bit 24 .. 17
Binary	11001101	00010101	00000111	01011011
Hexadecimal	CD	15	07	5B

Reading string values via Modbus

One byte can be used to transmit one character via ASCII code. One word or register therefore allows two characters to be transmitted.

In order to be able to transmit longer character strings, therefore, usually multiple registers are used for the string data type.

The number of registers to be read is listed in "Number of registers".

The character strings are transferred from left to right and always with **the most significant word and the least significant byte** first (also "big endian word order" and "little endian byte order").

The following table shows an example of this procedure for the character string **ABCD**, which is provided in a string with 3 registers.

	Register X		Register X+1		Register X+2	
	Word 2		Word 1		Word 0	
	Byte 4	Byte 5	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
	Bit 40 .. 33	Bit 48 .. 41	Bit 24 .. 17	Bit 32 .. 25	Bit 8 .. 0	Bit 16 .. 9
Binary	01000010	01000001	01000100	01000011	00000000	00000000
Hexadecimal	42	41	44	43	0	0
ASCII	B	A	D	C		

Modbus function codes

The following function codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Function	Code (hexa-decimal)	Code (decimal)
Read holding registers (H)	03	03
Read input register (I)	04	04
Write single register (H)	06	06

All input registers (I) can also be read as holding registers (H).

Modbus exception codes

The following exception codes have been implemented from the standard Modbus protocol:

Code	Name	Meaning
01	Illegal function	The function code is not valid.
02	Illegal data address	The specified register is not valid.
03	Illegal data value	The value is not allowed.
06	Device busy	The frequency inverter is busy due to internal data transfer.

Wiring recommendations

- The cable must be shielded, twisted pair suitable for RS485 communication with a recommended characteristic impedance of 100 .. 130 Ω . The two signal wires must be in the same pair of wires.
- The wiring topology must be daisy chain with 120 Ω termination resistors at each end of the bus line. As this IQ product has no integrated termination resistor, it must be added externally.
- The maximum possible cable length of the Modbus line depends on the used baud rate and the number of devices.
- The Modbus cable should be routed so that the influence from the power cables is minimized. When crossing power cables, a 90° angle should be achieved. Modbus and power cables that run in parallel should be separated by the largest possible appropriate clearance distance, approximately 20 .. 25 cm. A grounded shield plate or grounded metal duct can be used instead.
- The maximum recommended number of IQ products on one Modbus line is 10 devices. If other equipment is connected to the same Modbus line, the maximum current sourcing of the other equipment must be observed.
- The RS485 interface of the VARIPACK is isolated from the power or mains supply respectively, but shares the 0 V potential with the control board (in- and outputs). Data+, Data- and 0 V should be connected between the devices. However, 0 V shall not be connected to ground at any point.
- The shield must only be connected at one end of the bus to avoid unwanted ground current in shielding. However, the shield must be unbroken along the complete bus length, except across galvanic isolated repeaters.
 - In case of an isolated client device and non isolated server devices or vice versa, it is recommended to connect the shield at the end without isolation.
 - When none of the devices is isolated, the shield should be connected at the client device. When all devices are isolated, it doesn't matter at which end the shield is connected - but it should not be connected to the GND pin of the RS485 interface.

Modbus TCP/IP

In case Modbus TCP/IP is required or preferred over Modbus RTU, a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter can be used. Gateways are available on the market which translate the Modbus communication 1:1 without requiring to configure the individual protocols/registers in the gateway itself. One product that underwent successful testing at BITZER is the "RS485 TO POE ETH (B)" by Waveshare. In comparison to the standard version "RS485 TO ETH (B)", the POE version provides additional galvanic isolation of the signals and power supply. After configuring the devices as a Modbus RTU \leftrightarrow TCP/IP converter, multiple IQ products can be made available on Modbus TCP/IP.

In detail, the following settings must be applied by the "VirCom" tool:

- Network
 - IP Mode: DHCP (alternatively provide a fixed IP address)
 - Work Mode: TCP Server
- Serial
 - Baud Rate, Data Bits, Parity, Stop Bits: Must be identical to the communication settings of the connected IQ products.
- Advanced Settings
 - Transfer Protocol: Modbus_TCP Protocol
 - More Advanced Settings: When configuring the device via the "VirCom" tool, the storage feature (Modbus Gateway Type = Auto query storage type) and multi-host support (Enable RS485 Multi-Host) will automatically be activated. The storage feature will improve the performance for Modbus TCP/IP queries and the multi-host feature allows connecting more than one Modbus TCP/IP client device.

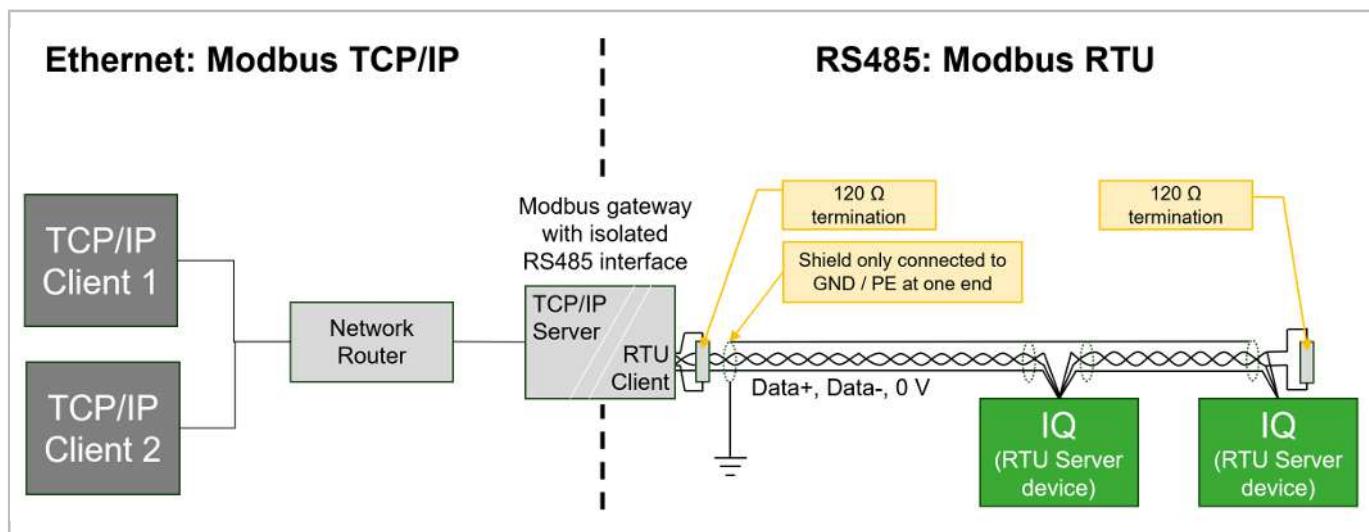


Fig. 54: Ethernet with Modbus TCP/IP and RS485 with Modbus RTU for VARIPACK FM .. FS

12.2 Controlling the compressor via Modbus

The compressor can be monitored and controlled via Modbus. In case the compressor shall be controlled via Modbus, the parameter "Control mode" must be set to "External: Modbus". While the start command and the setpoint must then be given via Modbus, the digital input "DI2 Force" can still be used to operate the frequency inverter at the configured fixed speed.

Serial control word

The serial control word is set via the Modbus holding register 110:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial control word	None	uint16		110(H)	1

Bit definition of the serial control word:

Bit	Function	Description
0 .. 2	Reserved	Should be set to 1 (for compatibility to the CSV)
3	Enable operation	Enable operation 0 = Motor-off (coast) 1 = Enabled
4 .. 5	Reserved	Must be set to 1
6	Start	Start command 0 = Stop 1 = Start active
7	Reset	Fault reset command is active when bit is set from 0 to 1. Positive edge triggered.
8 .. 9	Reserved	
10	Data valid	Must be set to 1
11 .. 15	Reserved	

Examples of serial control word setups:

Com- mand	Hexa- decimal value	Decimal value	Binary	Re- served	Data valid	Re- served	Reset	Start	Re- served	Enable operat.	Re- served
Motor- off (coast)	437	1079	00000	1	00	0	0	11	0	111	
No com- mand / Stop	43F	1087	00000	1	00	0	0	11	1	111	
Start	47F	1151	00000	1	00	0	1	11	1	111	
Reset	4BF	1215	00000	1	00	1	0	11	1	111	

To start the compressor, the control word must be 47F hex (= 1151 dec = 10001111111 binary).

Serial setpoint

The serial setpoint is set via the Modbus holding register **111**:

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Serial setpoint	%	int16	100	111(H)	1

Modbus control timeout function

If the Modbus communication is interrupted, the VARIPACK can be configured for different reactions to this interruption by the parameters "Modbus control: Timeout function" and "Modbus control: Timeout".

Configuration possibilities for the timeout function:

- Fault
--> compressor stops with the fault alarm "50 Modbus control timeout"
- Ramp to stop then fault
--> compressor ramps down, stops and then trips with the fault alarm "50 Modbus control timeout"
- Ramp to stop (no fault)
--> compressor ramps down and stops

Any received Modbus telegram resets the timeout function.

Status word

The actual status of the VARIPACK can be seen via the Modbus input register **103**.

Parameter	Unit	Data type	Scaling	Address (I/H)	Register count
Status word	None	uint16	1	103(I)	1

Status word bit definitions

Bit	Function	Description
0 .. 1	Not used	
2	Operation enabled	0 = The STO input is open 1 = The STO input is closed
3	Fault	0 = No fault alarm(s) 1 = A fault alarm is active. The compressor is stopped.

Bit	Function	Description
4 .. 7	Not used	
8	On reference	0 = The compressor is ramping or not running. 1 = The compressor is operating at setpoint.
9 .. 10	Not used	
11	Running	0 = Compressor is not running 1 = Compressor is running
12	Start active	0 = Compressor start is not active 1 = Compressor start is active <ul style="list-style-type: none"> • STO input activated (Bit 2 = 1) • No fault (Bit 3 = 0) • Start command given (either via digital input start or Modbus) • In case "setpoint control characteristic" = "0 .. Max": setpoint > 1%
13 .. 15	Not used	