

KT-101-3

Mechanische Leistungsregelung bei BITZER Hubkolbenverdichtern

Deutsch 2

Mechanical capacity control of BITZER reciprocating compressors

English..... 41

4PTE(M)(U) .. 8CTE(M)(U)

2EESP(EX) .. 8FEP(EX)

2EES(EX) .. 8FE(EX)

2EESH .. 6FEH

W4TA .. W6FA

4T.2 .. 6F.2

PDF Download // 02.2026

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	3
2	Sicherheit	5
2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	6
3	Verfügbare mechanische Leistungsregelung	7
4	Konstruktion und Funktion der Leistungsregler	10
5	Anschlusspositionen der Leistungsregler	11
5.1	Verdichter für R744 (CO ₂)	12
5.2	Verdichter für KW, HFKW, HFO	18
6	Regelkonzepte und Ansteuerung der Magnetventile	24
6.1	Verdichter für R744 (CO ₂)	25
6.2	Halbhermetische Verdichter für KW, HFKW, HFO	27
7	Nachrüstung der Leistungsregler	29
7.1	CM-RC-02 inkl. CRII Zylinderköpfe nachrüsten (ENERGY KIT)	30
7.2	Zylinderköpfe für Leistungsregelung nachrüsten	31
7.3	Zylinderkopf vormontiert: Magnetventil montieren	32
7.4	CRII Magnetventile nachrüsten mit CM-RC-01	33
8	Elektrischer Anschluss der Leistungsregler	35
9	Einsatzgrenzen bei Teillastbetrieb	36
10	Anlagenregelung bei Verdichtern mit Leistungsregelung	37
10.1	Steuerung mit Verdichtermodule CM-RC-02	38
10.2	Steuerung mit Verdichtermodule CM-RC-01	38
10.3	Steuerung mit Anlagenregler (ohne CM-RC)	39
11	Einbindung in den Kältekreislauf	39

1 Einleitung

Die Anpassung der Leistung an den Bedarf der Kälteanlage deckt unter anderem die Unterschiede zwischen Sommer- und Winterbetrieb ab, ermöglicht eine fein abgestimmte Leistung im Verbund und eine Steigerung der Leistungszahl COP der Anlage durch stabileren und höheren durchschnittlichen Saugdruck.

Für die Leistungsregelung von Verdichtern werden im Wesentlichen die folgenden Verfahren genutzt:

- Ein-Aus-Regelung, ggf. von Tandemverdichtern oder mehreren Verdichtern in einem Verbund
- integrierte mechanische Leistungsregelung
- Drehzahlregelung, z.B. mit einem Frequenzumrichter

Varianten der mechanischen Leistungsregelung

Dieses Dokument erläutert die integrierte mechanische Leistungsregelung. Sie ist für viele BITZER Hubkolbenverdichter verfügbar und kann **vormontiert geliefert oder nachgerüstet werden**. Folgende Varianten kommen vor (CR für "capacity regulator"):

- **CR: gestufte** Leistungsregelung durch Zylinderabschaltung
- **CRII: quasistufenlose** Leistungsregelung durch Zylinderabschaltung mit **erhöhter Schalzhäufigkeit**, auch VARISTEP genannt
- **CR + FU: gestufte** Leistungsregelung durch Zylinderabschaltung kombiniert mit **stufenloser** Drehzahlregelung durch einen VARIPACK Frequenzumrichter. Für die Regelung ist ein IQ MODUL CM-RC-02 mit Erweiterungskarte CM-IO-B oder CM-IO-C notwendig. Details:
 - [KT-243](#): Technische Information Erweiterungskarte CM-IO-C für CM-RC-02

In jedem Fall sind spezielle Zylinderköpfe mit zusätzlichen Bohrungen für die Leistungsregelung nötig.



Abb. 1: Vergleich Standard-Zylinderkopf (links) zu Zylinderköpfen für Leistungsregelung mit zusätzlichen Bohrungen (mitte und rechts).



Abb. 2: Beispiel für Leistungsregler an einem halbhermetischen 6-Zylinder-Verdichter 6JE .. 6FE

Kombination von Leistungsregelung mit Anlaufentlastung

- Halbhermetische Hubkolbenverdichter für R744 (CO₂): Da hier die Leistungsregler im Bypass-Prinzip ausgeführt sind, können sie auch als Anlaufentlastung verwendet werden.
- Halbhermetische Hubkolbenverdichter für Kohlenwasserstoffe, HFKW, HFO: Wenn eine Zylinderbank mit Anlaufentlastung ausgestattet ist, steht sie für Leistungsregelung nicht mehr zur Verfügung. So kann ein 4-Zylinder-Verdichter entweder mit 2 Leistungsreglern oder mit Anlaufentlastung und 1 Leistungsregler ausgestattet sein. Bei 6-Zylinder-Verdichtern kann die dritte Zylinderbank einen weiteren Leistungsregler haben.

Zusätzlich folgende technische Dokumente beachten

Für Informationen und Sicherheitshinweise zum gesamten Lebenszyklus des Verdichters siehe u.a. die Betriebsanleitungen.

- [KB-100](#): Betriebsanleitung Halbhermetische einstufige Hubkolbenverdichter
- [KB-120](#): Betriebsanleitung Halbhermetische Hubkolbenverdichter für subkritische R744-Anwendungen
- [KB-130](#): Betriebsanleitung Halbhermetische Hubkolbenverdichter für transkritische R744-Anwendungen
- [KT-110](#): Anlaufentlastung SU für BITZER Hubkolbenverdichter
- [KT-140](#): Zusatzkühlung für BITZER Hubkolbenverdichter
- [KT-420](#): Externe Frequenzumrichter bei BITZER Hubkolbenverdichtern
- [KW-234](#): Halbhermetische Hubkolbenverdichter für transkritische R744-Anwendungen mit CR11-System: Troubleshooting Guide

Zur Steuerung der Leistungsregelung mit IQ MODUL CM-RC-01 oder CM-RC-02:

- KT-230: Technische Information Verdichtermodul CM-RC-01 für Hubkolbenverdichter
- KT-231: Technische Information Verdichtermodul CM-RC-01 für 8FTE-100K .. 8CTE-140K und 8FTE-100Z .. 8CTE-140Z
- KT-240: Technische Information Verdichtermodul CM-RC-02 für Hubkolbenverdichter
- KT-241: Technische Information Erweiterungskarte CM-IO-A für CM-RC-02
- KT-242: Technische Information Erweiterungskarte CM-IO-B für CM-RC-02
- KW-242: CM-RC-02 nachrüsten und mit der BEST SOFTWARE konfigurieren für Verdichter 4VES .. 4NES
- KW-243: CM-RC-02 nachrüsten und mit der BEST SOFTWARE konfigurieren für Verdichter 4FES .. 4BES

Zu Prinzipschaltbildern mit den unterschiedlichen Regelungsvarianten:

- AT-300: Prinzipschaltbilder für BITZER Produkte

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.

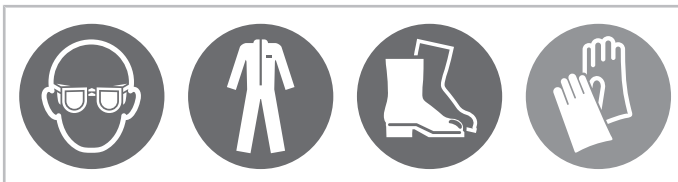


Abb. 3: Persönliche Schutzausrüstung tragen!

Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweise sind Anweisungen, um Gefährdungen zu vermeiden. Sicherheitshinweise genauestens einhalten!

**HINWEIS**

Sicherheitshinweis um eine Situation zu vermeiden, die die Beschädigung eines Geräts oder dessen Ausrüstung zur Folge haben könnte.

**VORSICHT**

Sicherheitshinweis um eine potentiell gefährliche Situation zu vermeiden, die eine geringfügige oder mäßige Verletzung zur Folge haben könnte.

**WARNUNG**

Sicherheitshinweis um eine potentiell gefährliche Situation zu vermeiden, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben könnte.

**GEFAHR**

Sicherheitshinweis um eine unmittelbar gefährliche Situation zu vermeiden, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.

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

2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Bei Arbeiten an der Elektr(on)ik beachten

**WARNUNG**

Gefahr von elektrischem Schlag!

Vor Arbeiten im Anschlusskasten, im Modulgehäuse und an elektrischen Leitungen: Hauptschalter ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern!



Vor Wiedereinschalten Anschlusskasten und Modulgehäuse schließen!

**HINWEIS**

Beschädigung oder Ausfall des Verdichtermoduls möglich!

An die Klemmen von CN1 bis CN6, CN11, CN12 und CN23 bis CN28 keine Spannung anlegen – auch nicht zum Prüfen!

An die Klemmen 1 und 2 von CN23 maximal 10 V anlegen!

An die Klemme 3 von CN1 maximal 24 V, an die anderen Klemmen keine Spannung anlegen!

An Spannungsausgänge niemals Spannung anlegen, auch nicht zum Prüfen.

Bei Arbeiten am Verdichter beachten

**VORSICHT**

Der Verdichter ist mit Schutzgas gefüllt: Überdruck 0,2 .. 0,5 bar Stickstoff.

Verletzungen von Haut und Augen möglich.

Verdichter auf drucklosen Zustand bringen!



Schutzbrille tragen!

Bei Arbeiten am Verdichter, nachdem er in Betrieb genommen wurde

**WARNUNG**

Verdichter steht unter Druck!
Schwere Verletzungen möglich.
Verdichter auf drucklosen Zustand bringen!
Schutzbrille tragen!



Nach dem Austausch von Zylinderköpfen

**GEFAHR**

Falsche Montage kann zum Bersten des Zylinderkopfs führen!
Vor Inbetriebnahme des umgebauten Verdichters eine Druckfestigkeitsprüfung/Dichtheitsprüfung durchführen.

3 Verfügbare mechanische Leistungsregelung

**HINWEIS**

Für Leistungsregelung in Kombination mit dem Verdichtermodule CM-RC-02 ist immer Erweiterungskarte A (CM-IO-A) oder B (CM-IO-B) nötig.

- Bei CM-RC-02 mit Erweiterungskarte **CM-IO-A** können **max. 2 Leistungsregler** angeschlossen werden (insgesamt 3 Peripheriegeräte),
- mit Erweiterungskarte **CM-IO-B** sind es **max. 4 Leistungsregler** (insgesamt 6 Peripheriegeräte).
- **Ohne Erweiterungskarte** müssen die Leistungsregler von einem externen Regler gesteuert werden - in diesem Fall ist aber nur eine gestufte Leistungsregelung durch Zylinderabschaltung (CR) möglich, keine taktende Ansteuerung der Leistungsregler (CRII).

Die Bestellung eines Verdichters mit Leistungsregelung, aber ohne Erweiterungskarte, ist daher nur sinnvoll, wenn

- eine lediglich gestufte Leistungsregelung durch einen externen Regler geplant ist,
- oder die quasistufenlose Leistungsregelung CRII mithilfe einer nachgerüsteten Erweiterungskarte möglich sein soll.

Die maximale Anzahl der Leistungsregler pro Verdichter ist auch abhängig vom Verdichtertyp (*siehe Kapitel Anschlusspositionen der Leistungsregler, Seite 11*).

Hubkolbenverdichter für R744 (CO₂)

Verdichter	Mechanische Leistungsregelung als Option verfügbar?	CM-RC-02 mit Erweiterungskarte CM-IO-A oder CM-IO-B	Schutzgerät SE-B* oder CM-RC-02 ohne Erweiterungskarte (nur gestufte Leistungsregelung, externer Regler nötig)
ECOLINE Verdichter für R744, transkritische Anwendungen			
2MTE .. 2KTE	(auf Anfrage)		
4PTE(M) .. 4KTE(M) 4JTE(M) .. 4CTE(M) 6FTE(M) .. 6CTE(M)	ja	CRII Zylinderkopf und Magnetventil montiert und verdrahtet	CR Zylinderkopf montiert, Magnetventil beigelegt
4PTE(M)U .. 4KTE(M)U 4JTE(M)U .. 4CTE(M)U 6FTE(M)U .. 6CTE(M)U	ja	CRII Zylinderkopf und Magnetventil montiert und verdrahtet	CR Zylinderkopf montiert, Magnetventil beigelegt
8FTE .. 8CTE	ja	CR Zylinderkopf und Magnetventil montiert und verdrahtet (CM-RC-02 + CM-IO-B ist Standardlieferumfang)	--
ECOLINE Verdichter für R744, subkritische Anwendungen			
2NSL .. 4NSL	--		
2MME .. 8PME	--		

Tab. 1: Übersicht mechanische Leistungsregelung bei BITZER Hubkolbenverdichtern für R744 (CO₂), Änderungen vorbehalten.

CR: gestufte Leistungsregelung,

CRII: quasistufenlose Leistungsregelung.

Halbhermetische Hubkolbenverdichter für Kohlenwasserstoffe (KW), HFKW, HFO

Verdichter	Mechanische Leistungsregelung als Option verfügbar?	CM-RC-02 mit Erweiterungskarte CM-IO-A oder CM-IO-B	Schutzgerät SE-B* oder CM-RC-02 ohne Erweiterungskarte (nur gestufte Leistungsregelung, externer Regler nötig)
ECOLINE PRO Verdichter für Kohlenwasserstoffe (KW)			
2KESP .. 2FESP 2KESP.X3 .. 2FESP.X3	--		
2EESP .. 8FEP	ja	CRII Zylinderkopf und Magnetventil montiert und verdrahtet	Optionen: <ul style="list-style-type: none"> • CR Zylinderkopf und Magnetventil montiert • CR Zylinderkopf vorbereitet, ohne Magnetventil
2EESP.X3 .. 8FEP.X3	ja	CRII Zylinderkopf und Magnetventil montiert und verdrahtet	--
2KESP.EX .. 2FESP.EX 2KESP.X2 .. 2FESP.X2	--		
2EESP.EX .. 8FEP.EX 2EESP.X2 .. 8FEP.X2	ja	--	CR Zylinderkopf montiert (ohne IQ MODUL)
ECOLINE Verdichter für HFKW / HFO			
2KES .. 2FES	--		
2EES(H) .. 2CES(H) 4FES(H) .. 4FE(H) 6JE(H) .. 6FE(H) 8GE .. 8FE Tandemverdichter entsprechend	ja	CRII Zylinderkopf und Magnetventil montiert und verdrahtet	Optionen: <ul style="list-style-type: none"> • CR Zylinderkopf montiert, Magnetventil beigelegt • CR Zylinderkopf vorbereitet, ohne Magnetventil
2KES.EX .. 2FES.EX	--		
2EES.EX .. 2CES.EX 4FE.EX .. 4FE.EX 6JE.EX .. 6FE.EX 8GE.EX .. 8FE.EX	ja	--	CR Zylinderkopf montiert (ohne IQ MODUL)
Sondertypen			
4Z-5.2 .. 4N-20.2	ja	--	Optionen (ohne IQ MODUL): <ul style="list-style-type: none"> • CR Zylinderkopf vormontiert, Magnetventil beigelegt • CR Zylinderkopf vorbereitet, ohne Magnetventil

Tab. 2: Übersicht mechanische Leistungsregelung bei halbhermetischen BITZER Hubkolbenverdichtern für Kohlenwasserstoffe, HFKW, HFO, Änderungen vorbehalten.

CR: gestufte Leistungsregelung,

CRII: quasistufenlose Leistungsregelung.

Für Verflüssigungssätze sind im Wesentlichen die gleichen Optionen erhältlich wie für die enthaltenen Verdichter, siehe Preisliste und [BITZER SOFTWARE](#).

Offene Hubkolbenverdichter

Verdichter	Mechanische Leistungsregelung (immer ohne IQ MODUL)
Offene Verdichter für R717	
W2TA .. W2NA	--
W4TA .. W4GA W6HA .. W6FA	Optionen: <ul style="list-style-type: none"> • CR Zylinderkopf vormontiert, Magnetventil beigelegt • CR Zylinderkopf vorbereitet, ohne Magnetventil
Offene Verdichter für HFKW / HFO	
2T.2 .. 2N.2	--
4T.2 .. 4G.2 6H.2 .. 6F.2	Optionen: <ul style="list-style-type: none"> • CR Zylinderkopf vormontiert, Magnetventil beigelegt • CR Zylinderkopf vorbereitet, ohne Magnetventil

Tab. 3: Übersicht mechanische Leistungsregelung bei offenen BITZER Hubkolbenverdichtern, Änderungen vorbehalten.

Die Montage der beigelegten Magnetventil bei vormontiertem Zylinderkopf ist im Kapitel zur Nachrüstung beschrieben (*siehe Kapitel Zylinderkopf vormontiert: Magnetventil montieren, Seite 32*).

Eine nachträgliche Ausrüstung vorhandener Verdichter mit mechanischer Leistungsregelung ist in vielen Fällen möglich, dafür müssen die Zylinderköpfe ersetzt werden (*siehe Kapitel Nachrüstung der Leistungsregler, Seite 29*).

4 Konstruktion und Funktion der Leistungsregler

Der konstruktive Aufbau der Leistungsregler unterscheidet sich kaum zwischen CR und CRII. Mit den CRII Leistungsreglern ist allerdings eine höhere Schalzhäufigkeit ein größerer Teillastbereich möglich. Bei Ansteuerung über einen angepassten Regelalgorithmus ermöglicht dies eine feinstufige (quasistufenlose) Leistungsregelung, die bei voll ausgestatteten Verdichtern - je nach Betriebsbedingungen und Kältemittel - einen Regelbereich von 100% .. 10% (bei Tandemverdichtern bis 5%) abdecken kann.

	Volllastbetrieb	Teillastbetrieb
Magnetspule (s. Abb. unten)	stromlos	unter Strom
Funktion bei Verdichtern für R744 (CO ₂)	Der interne Bypass ist geschlossen, Kältemittel strömt ein und wird verdichtet.	Der interne Bypass ist geöffnet, Kältemittel strömt von der Druck- zur Saugseite und wird nicht verdichtet. Ein Rückströmen von Kältemittel aus dem Gaskühler / Verflüssiger wird durch ein internes Rückschlagventil auf der Ventilplatte verhindert. Der integrierte Regelalgorithmus sorgt zusammen mit dem Verdichtermodule für eine möglichst geringe Erwärmung des Verdichters.
Funktion bei Verdichtern für Kohlenwasserstoffe, HFKW, HFO	Die Kanäle in Ventilplatte und Zylinderkopf sind geöffnet, Kältemittel strömt ein und wird verdichtet.	Der Saugkanal im Zylinderkopf wird mit Hilfe des Steuerkolbens abgesperrt, Kältemittel wird nicht verdichtet.
Resultierende Förderung	--> Der Verdichter fördert auf allen Zylindern.	--> Die Förderung der abgeschalteten Zylinderbank ist unterbrochen.

Tab. 4: Voll- und Teillastbetrieb bei verschiedenen Verdichtern

Konstruktiver Aufbau bei Verdichtern für R744 (CO₂)

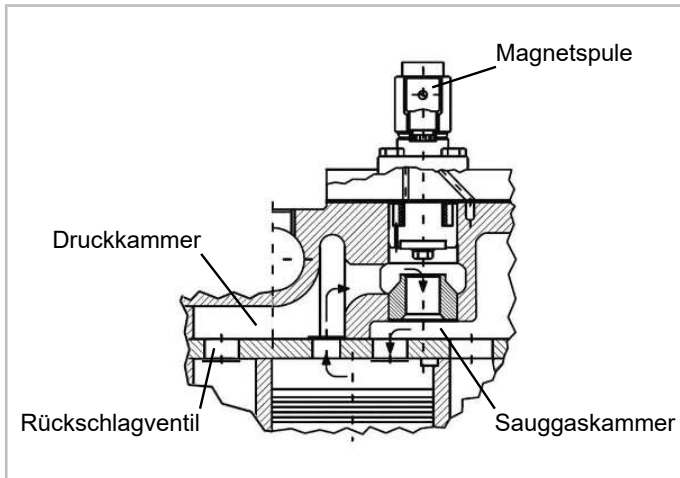


Abb. 4: Konstruktiver Aufbau der Leistungsregler bei Verdichtern für R744 (CO₂)

Konstruktiver Aufbau bei Verdichtern für Kohlenwasserstoffe, HFKW, HFO

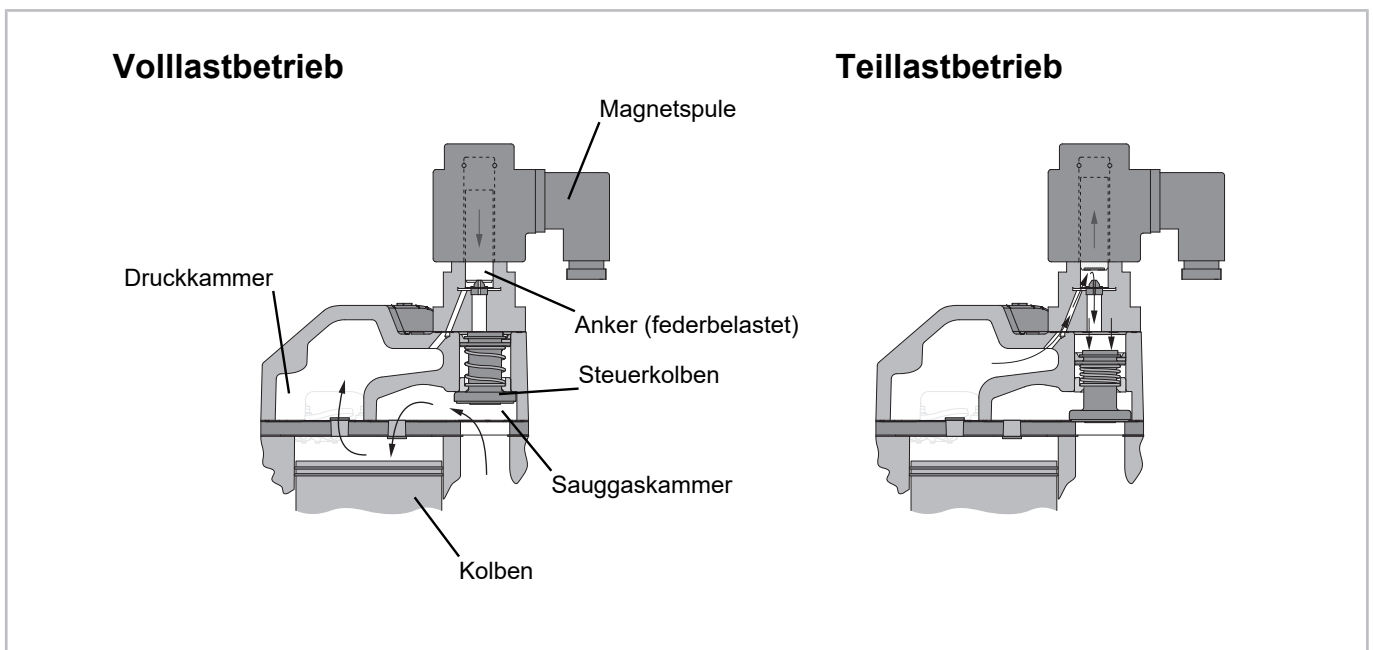


Abb. 5: Konstruktiver Aufbau der Leistungsregler bei Verdichtern für Kohlenwasserstoffe, HFKW, HFO

5 Anschlusspositionen der Leistungsregler

Bei den meisten Verdichtern kann **jeder Zylinderkopf mit einem Leistungsregler** ausgerüstet werden. Ausnahmen sind:

- 6-Zylinder-Verdichter für R744: max. 2 Zylinderköpfe mit Leistungsregelung oder Anlaufentlastung
- 8-Zylinder-Verdichter für KW, HFKW, HFO: max. 2 Zylinderköpfe mit Leistungsregelung oder Anlaufentlastung

Details siehe unten.

Im Folgenden werden vor allem die **Anschlusspositionen** der Leistungsregler gezeigt. In der *BITZER Software* sind für jeden Verdichter weitere Details verfügbar:

- Maßzeichnungen (meistens ohne Leistungsregler)
- 3D CAD Modelle mit Leistungsreglern als Option

Kombination von Leistungsregelung mit Anlaufentlastung

- Halbhermetische Hubkolbenverdichter für R744 (CO₂): Da hier die Leistungsregler im Bypass-Prinzip ausgeführt sind, können sie auch als Anlaufentlastung verwendet werden.
- Halbhermetische Hubkolbenverdichter für Kohlenwasserstoffe, HFKW, HFO: Wenn eine Zylinderbank mit Anlaufentlastung ausgestattet ist, steht sie für Leistungsregelung nicht mehr zur Verfügung. So kann ein 4-Zylinder-Verdichter entweder mit 2 Leistungsreglern oder mit Anlaufentlastung und 1 Leistungsregler ausgestattet sein. Bei 6-Zylinder-Verdichtern kann die dritte Zylinderbank einen weiteren Leistungsregler haben.

5.1 Verdichter für R744 (CO₂)

Die Leistungsregler stehen von der Oberfläche des Zylinderkopfs ca. 9 cm hoch. Die Anordnung ist den folgenden Abbildungen zu entnehmen.

Da hier die Leistungsregler im Bypass-Prinzip ausgeführt sind (*siehe Kapitel Konstruktion und Funktion der Leistungsregler, Seite 10*), können sie auch als Anlaufentlastung verwendet werden.



Abb. 6: Beispiel für 4-Zylinder-Verdichter für R744 (CO₂): 4MTE mit 2 CR11 Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-02.



Abb. 7: Beispiel für 4-Zylinder-Verdichter für R744 (CO₂): 4CTE mit 2 CRII Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-02.



Abb. 8: Beispiel für 8-Zylinder-Verdichter für R744 (CO₂): 8CTE mit 4 CR Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-02.

Maximale Ausrüstung der Zylinderbänke

Verdichtertyp	Ausrüstung der Zylinderbänke mit Leistungsreglern
2-Zylinder-Verdichter 2MTE .. 2KTE	max. 1 Zylinderkopf
4-Zylinder-Verdichter 4PTE(M)(U) .. 4KTE(M)(U) 4JTE(M)(U) .. 4CTE(M)(U)	max. 2 Zylinderköpfe
6-Zylinder-Verdichter 6FTE(M)(U) .. 6CTE(M)(U)	max. 2 Zylinderköpfe
8-Zylinder-Verdichter 8FTE .. 8CTE	max. 4 Zylinderköpfe
Verbundanlagen mit einer größeren Anzahl von Verdichtern	zur Regelgüte etc. siehe <ul style="list-style-type: none"> • <i>KT-600</i>: Parallelverbund von BITZER Hubkolbenverdichtern

Tab. 5: Maximale Ausrüstung der Zylinderbänke für Verdichter für R744 (CO₂)

Anordnung und Maße mit CM-RC-02

Die folgenden Abbildungen zeigen die Anordnung der Leistungsregler beispielhaft bei einigen Verdichtern für transkritische R744-Anwendungen mit Verdichtermodule CM-RC-02. Die Maße für weitere Verdichter sind in der *BITZER Software* im Reiter "Maße" des jeweiligen Verdichters verfügbar.

Das Modulgehäuse wurde für das CM-RC-02 gegenüber dem CM-RC-01 vergrößert, sodass Verdichter mit einem CM-RC-02 ca. 12 mm höher sind als mit CM-RC-01.

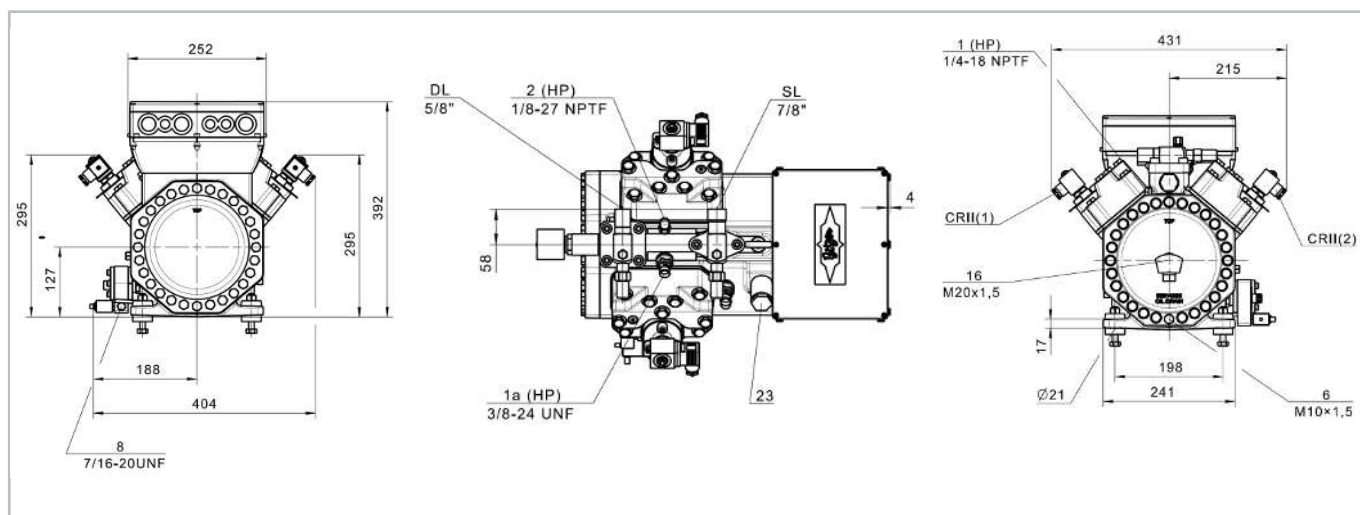


Abb. 9: Verdichter 4PTE(U) .. 4KTE(U) mit 2 CRII Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-02.

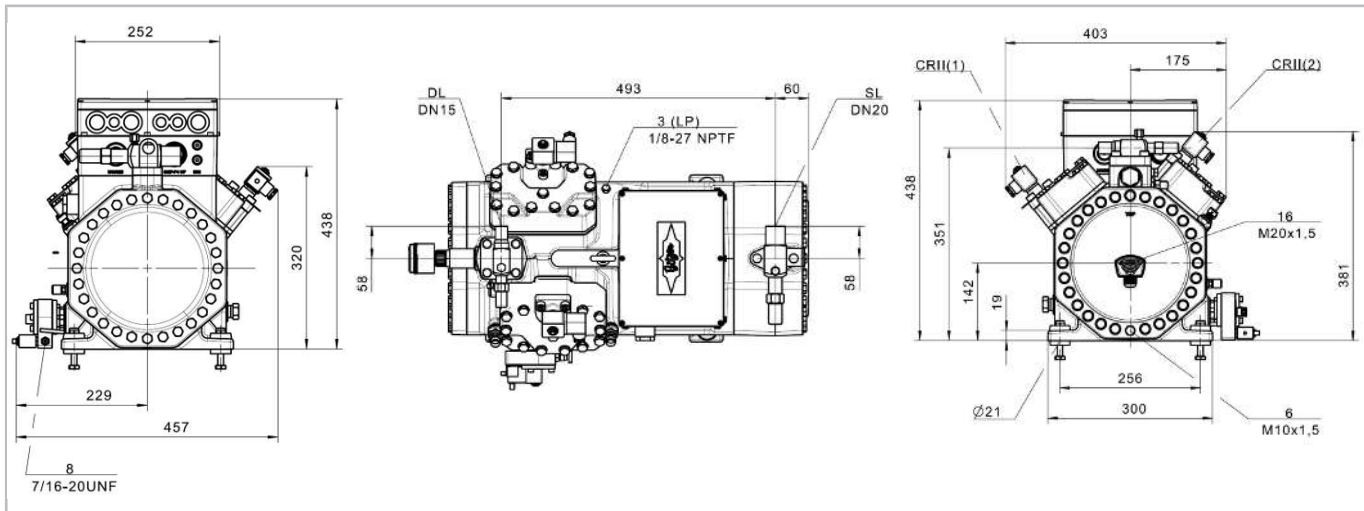


Abb. 10: Verdichter 4GTE(U) .. 4CTE(U) mit 2 CR11 Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-02.

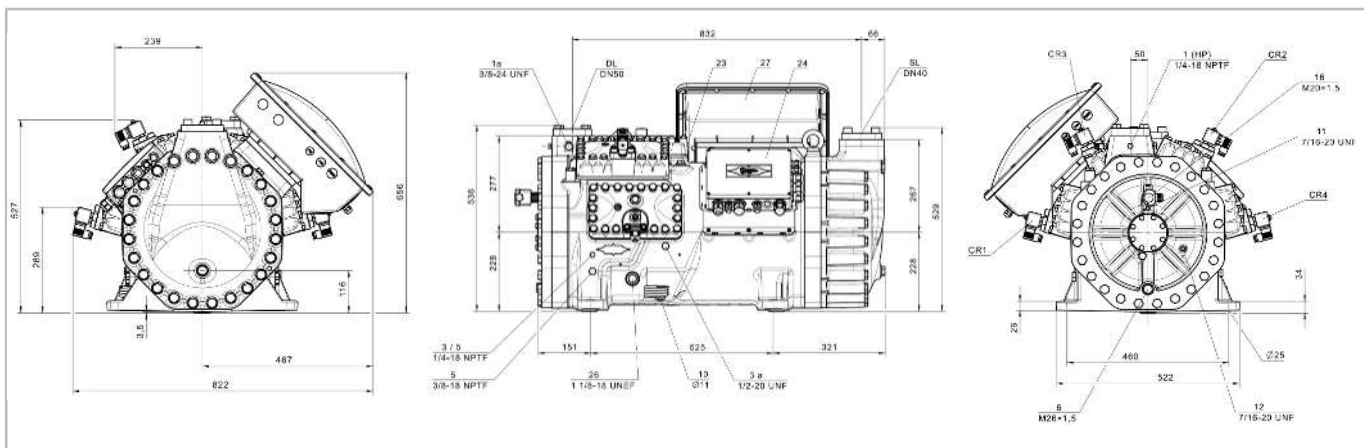


Abb. 11: Verdichter 8FTE(U) .. 8CTE(U) mit 4 CR Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-02.

Anordnung und Maße mit CM-RC-01

Die folgenden Abbildungen zeigen die Anordnung der CR11 Leistungsregler bei Verdichtern für transkritische R744-Anwendungen mit Verdichtermodule CM-RC-01. Das Modulgehäuse wurde für das CM-RC-02 gegenüber dem CM-RC-01 vergrößert, sodass Verdichter mit einem CM-RC-02 ca. 12 mm höher sind als mit CM-RC-01.

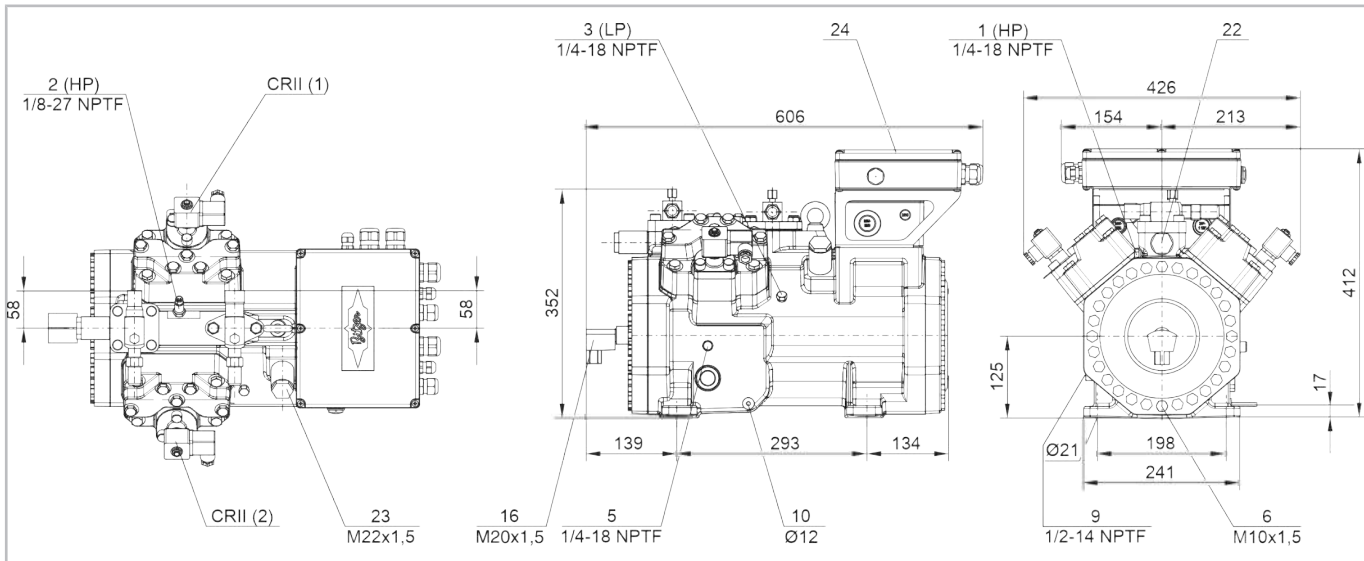


Abb. 12: Verdichter 4PTEU-6LK .. 4KTEU-10LK mit 2 CRII Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-01.

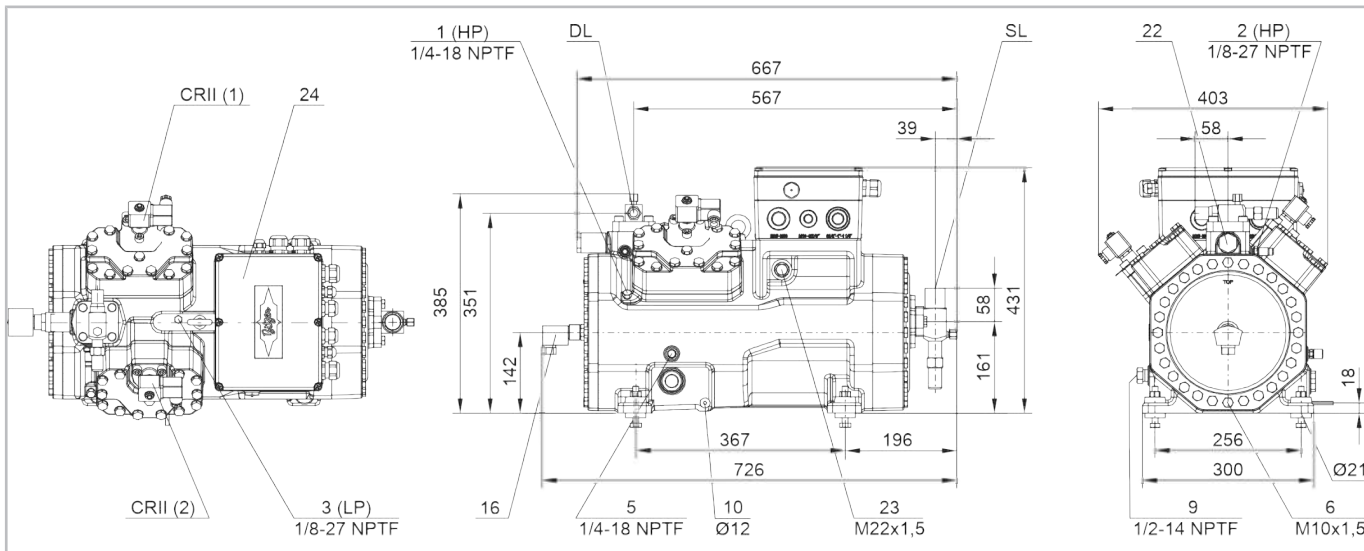


Abb. 13: Verdichter 4JTEU-10LK .. 4FTEU-20LK mit 2 CRII Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-01.

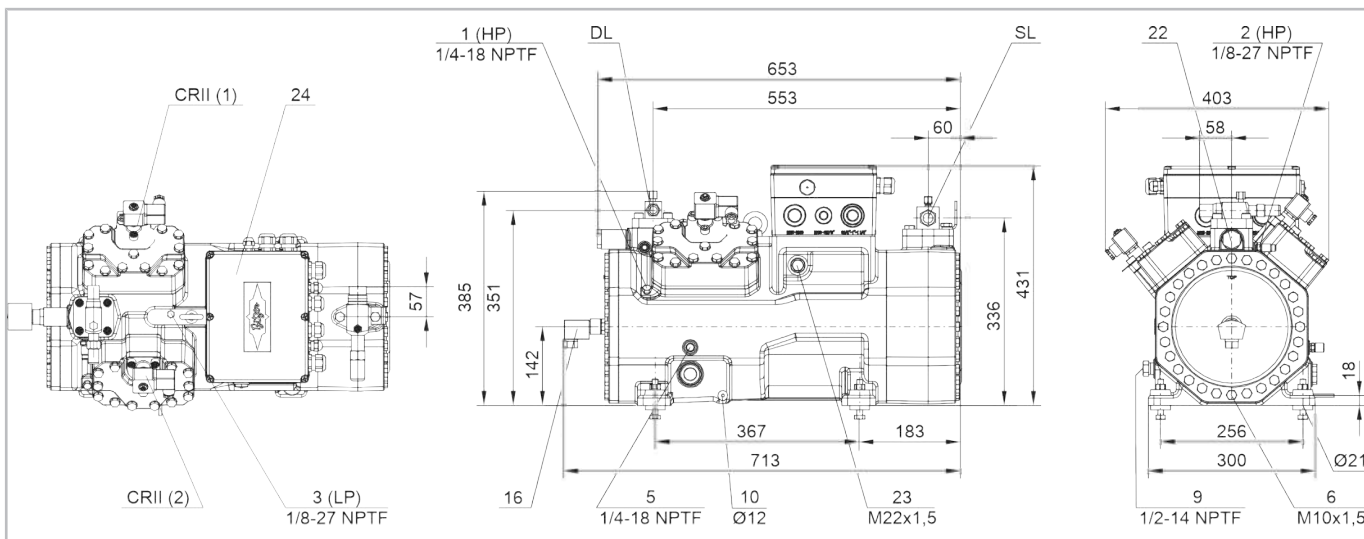


Abb. 14: Verdichter 4FTEU-30LK .. 4CTEU-30LK mit 2 CRII Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-01.

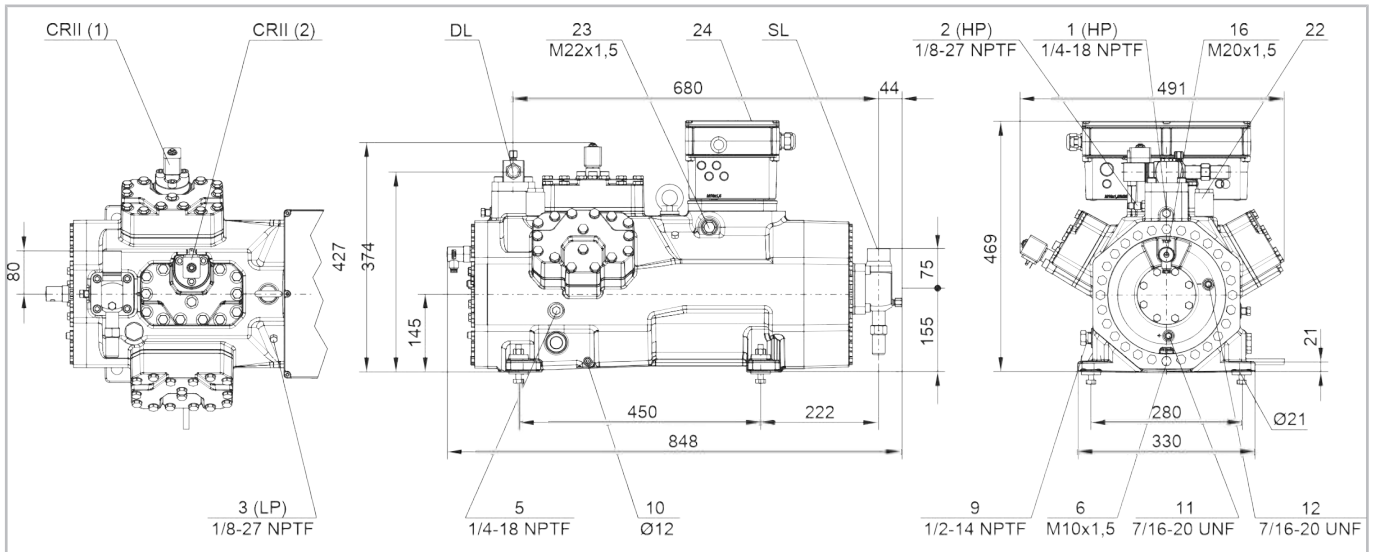


Abb. 15: Verdichter 6FTEU-35LK .. 6CTEU-50LK mit 2 CR11 Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-01.

Anschlusspositionen

1	Hochdruckanschluss (HP) Anschluss für Hochdruckschalter (HP)
1a	Anschluss für Hochdruckmessumformer (HP)
2	Anschluss für Druckgastemperaturfühler (HP)
3	Niederdruckanschluss (LP) Anschluss für Niederdruckschalter (LP)
3a	Anschluss für Niederdruckmessumformer (LP)
5	Öleinfüllstopfen
6	Ölablass
8	Ölrückführung (aus Ölabscheider)
9	Anschluss für Öl- und Gasausgleich (Parallelbetrieb)
10	Anschluss für Ölheizung
11	Öldruckanschluss +
12	Öldruckanschluss -
16	Anschluss für Ölüberwachung (Ölniveau oder Öldruckdifferenz)
22	Druckentlastungsventil zur Atmosphäre (Druckseite)
23	Druckentlastungsventil zur Atmosphäre (Saugseite)
24	Verdichtermodule
26	Schauglas
SL	Sauggasleitung
DL	Druckgasleitung

Maßangaben können Toleranzen entsprechend EN ISO 13920-B aufweisen.

5.2 Verdichter für KW, HFKW, HFO

Die Leistungsregler stehen von der Oberfläche des Zylinderkopfs ca. 10 cm hoch. Die Anordnung ist den folgenden Abbildungen zu entnehmen.

Wenn eine Zylinderbank mit Anlaufentlastung ausgestattet ist, steht sie für Leistungsregelung nicht mehr zur Verfügung. So kann ein 4-Zylinder-Verdichter entweder mit 2 Leistungsreglern oder mit Anlaufentlastung und 1 Leistungsregler ausgestattet sein. Bei 6-Zylinder-Verdichtern kann die dritte Zylinderbank einen weiteren Leistungsregler haben.



Abb. 16: Beispiel für 4-Zylinder Verdichter für HFKW, HFO: Voll ausgestatteter Verdichter 4NES mit 2 CR11 Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-02.



Abb. 17: Beispiel für 4-Zylinder Verdichter für Kohlenwasserstoffe: Verdichter 4NESP mit 2 CR11 Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-02.



Abb. 18: Beispiel für 6-Zylinder-Verdichter für HFKW, HFO: Verdichter 6JE mit 2 CR11 Leistungsreglern und Verdichtermodule CM-RC-02.

Maximale Ausrüstung der Zylinderbänke

Verdichtertyp	Ausrüstung der Zylinderbänke mit Leistungsreglern
2-Zylinder-Verdichter 2EES(P) .. CES(P)	max. 1 Zylinderkopf
4-Zylinder-Verdichter 4FES(P) .. 4FE(P)	max. 2 Zylinderköpfe
6-Zylinder-Verdichter 6JE(P) .. 6FE(P)	max. 3 Zylinderköpfe
8-Zylinder-Verdichter 8GE(P) .. 8FE(P)	max. 2 Zylinderköpfe
4-Zylinder-Tandemverdichter 44FES .. 44CES 44VES .. 44NES 44JE .. 44FE	max. 4 Zylinderköpfe Mit Blick auf eine mögliche Grundlastumschaltung sollten beide Verdichterhälften mit der gleichen Zahl von Leistungsreglern bestückt werden.
6-Zylinder-Tandemverdichter 66JE .. 66FE	max. 6 Zylinderköpfe Mit Blick auf eine mögliche Grundlastumschaltung sollten beide Verdichterhälften mit der gleichen Zahl von Leistungsreglern bestückt werden.
Verbundanlagen mit einer größeren Anzahl von Verdichtern	zur Regelgüte etc. siehe <ul style="list-style-type: none"> • <i>KT-600</i>: Parallelverbund von BITZER Hubkolbenverdichtern

Tab. 6: Maximale Ausrüstung der Zylinderbänke für Verdichter für KW, HFKW, HFO

Anordnung und Maße

Die folgende Abbildung zeigt die Anordnung der Leistungsregler bei den Verdichtern 2EES(P) .. 8FE(P) (analog: 2EESH .. 6FEH) **ohne Verdichtermodule** (CM-RC-01 oder CM-RC-02). Die genauen Maße **mit Modul** (aber ohne Leistungsregler) sind in der *BITZER Software* im Reiter "Maße" des jeweiligen Verdichters verfügbar.

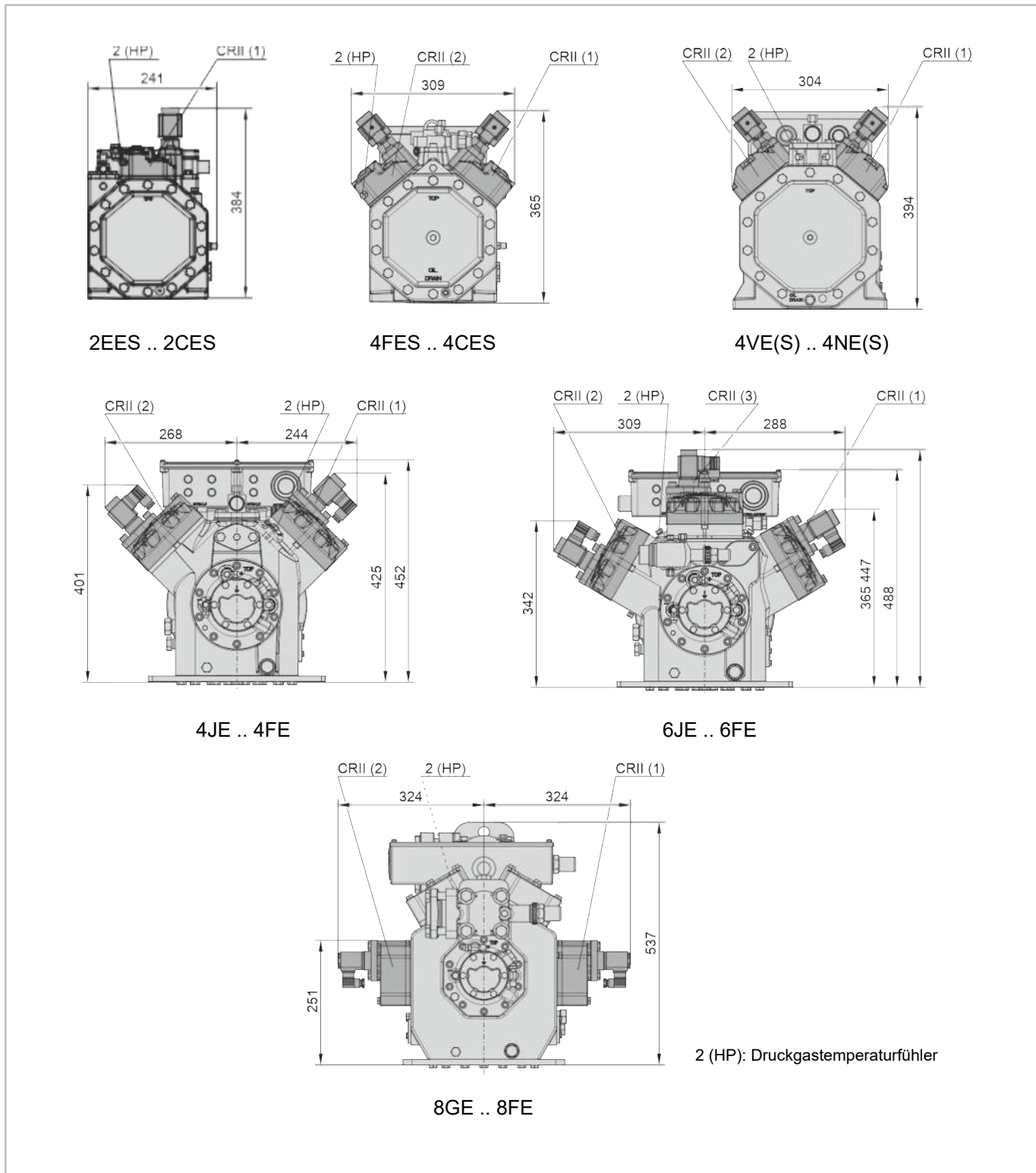


Abb. 19: Halbhermetische 2-, 4-, 6- und 8-Zylinder-Verdichter mit CRII-Vollausstattung (ohne Verdichtermodule)

Sondertypen 4Z-5.2 .. 4N-20.2

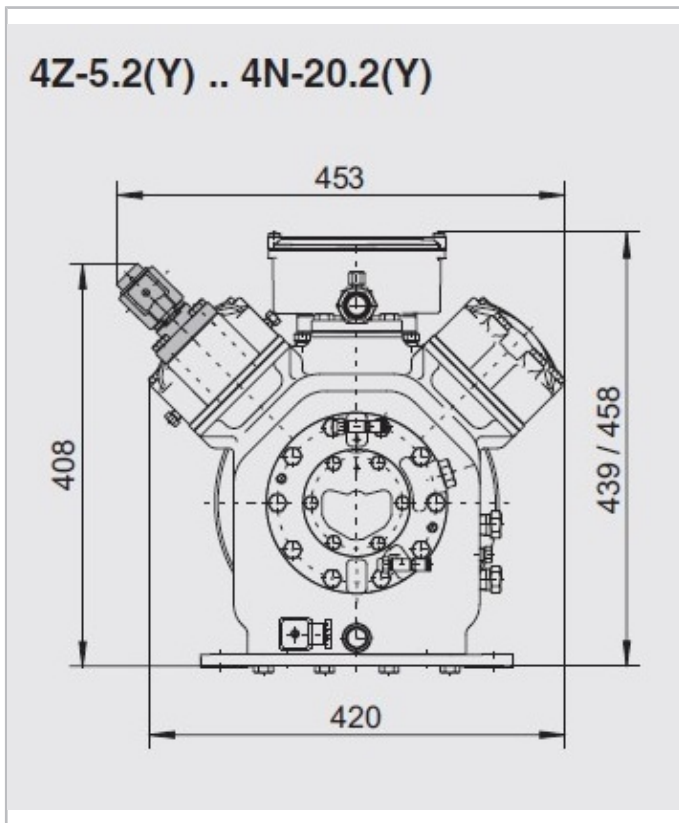


Abb. 20: Halbhermetische Hubkolbenverdichter 4Z-5.2 .. 4N-20.2 mit CR Leistungsregler

Offene Hubkolbenverdichter

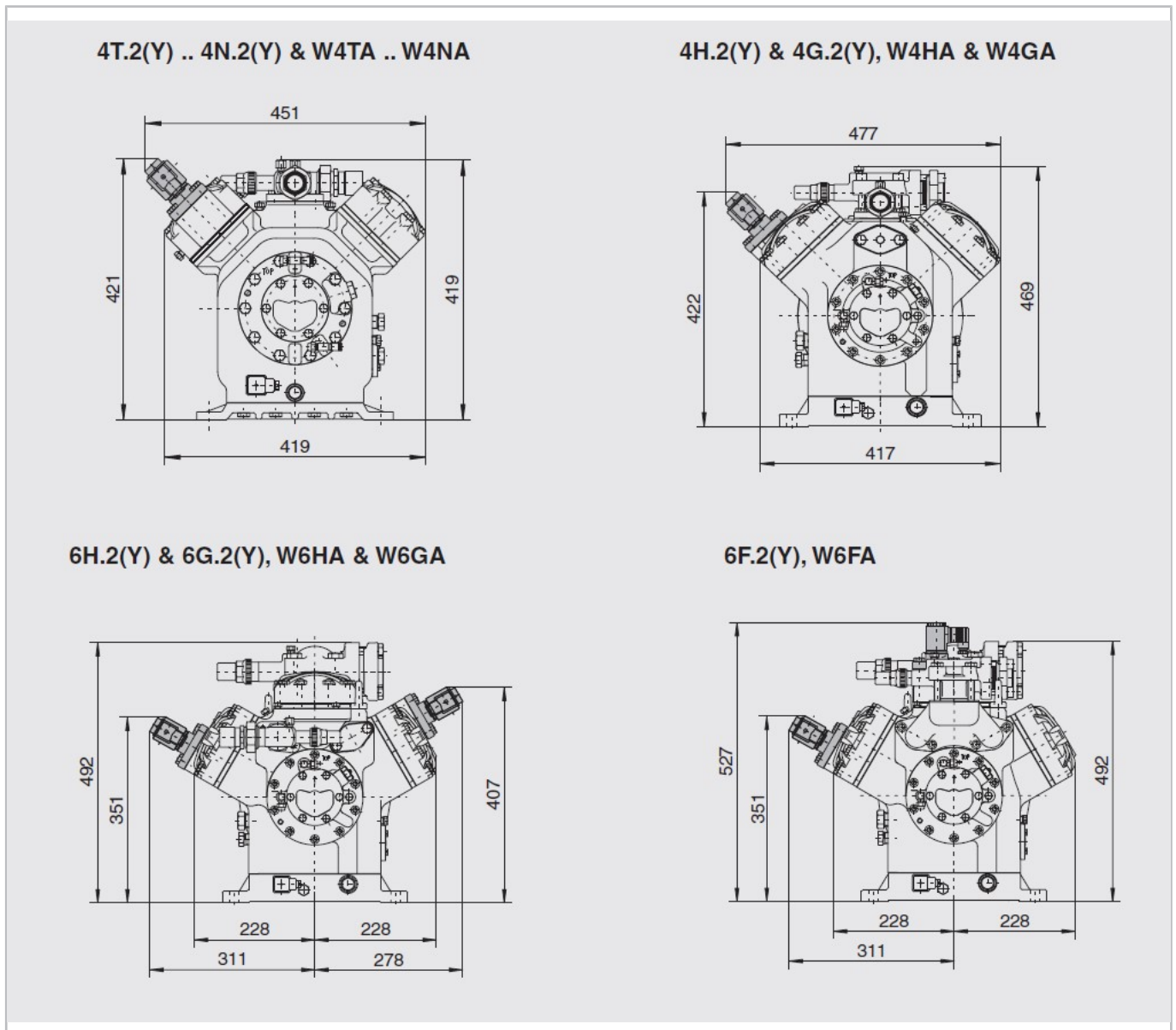


Abb. 21: Offene Hubkolbenverdichter 4T.2 .. 6F.2 und W4TA .. W6FA mit CR Leistungsreglern

Verdichter	Position
4Z-5.2 .. 4N-20.2 4T.2 .. 4N.2 W4TA .. W4NA	Zylinderbank gegenüber Schauglas
4H.2, 4G.2 W4HA, W4GA	beide Zylinderbänke möglich
6H.2, 6G.2 W6HA, W6GA	äußere Zylinderbänke
6F.2 W6FA	obere Zylinderbank und Zylinderbank gegenüber Schauglas

Tab. 7: Position der CR Leistungsregler

6 Regelkonzepte und Ansteuerung der Magnetventile

Regelbereich

Um den erweiterten Regelbereich abzudecken, wird auf jeder Zylinderbank eine CRII-Einheit montiert (s. Abb. unten) und der Anlagenregler entsprechend programmiert. Dadurch wird eine höhere Effizienz und Regelgüte der Anlage insbesondere bei niedrigen Lasten erzielt.

Eine Leistungsregelung bis hinunter auf 10% (bei Tandemverdichtern auf 5%) ist prinzipiell nur mit einem IQ MODUL (CM-RC-01 oder CM-RC-02) möglich, da nur damit die notwendige hohe Schalzhäufigkeit erreicht wird.

Ansteuerung der Magnetventile

Speziell ausgeführte Magnetventile steuern die Leistungsregler an. Sie sind mit "CR" oder "CRII" gekennzeichnet und für hohe Schaltzyklen ausgelegt.

- Mit Blick auf einen idealen Teillastwirkungsgrad und hohe Lebensdauer sollte bei 4-Zylinder-Verdichtern im Leistungsbereich 100% .. 50% nur eines der beiden Ventile taktend angesteuert werden. Bei Lastbedingungen < 50% wird ein Ventil permanent angesteuert, das zweite Ventil hingegen taktend.
- Dies gilt sinngemäß für 6-Zylinder-Verdichter in den Bereichen 100% .. 66% sowie 66% .. 33% und bei 8-Zylinder-Verdichtern für KW, HFKW und HFO im Bereich 100 .. 50%. (Bei 8-Zylinder-Verdichtern für R744 ist keine quasistufenlose Leistungsregelung möglich.)

Diese Methode reduziert die Anzahl der Schaltintervalle der einzelnen Ventile deutlich und führt zu einer besonders hohen Lebensdauer. Um eine gleichmäßige Schalzhäufigkeit der Ventile zu gewährleisten, kann zudem eine regelmäßige (automatische) Sequenzumschaltung vorgesehen werden.

Gemittelte Faktoren für die Leistungsaufnahme

Die resultierende Leistungsaufnahme bei Einsatz von Leistungsregelung ist in der *BITZER SOFTWARE* aufgeführt, nachdem die Leistungsstufe gewählt wurde.

6.1 Verdichter für R744 (CO₂)

Regelkonzepte

Verdichtertyp	Zahl der Zylinderköpfe mit Leistungsregelung	Bereich Leistungsregelung
2-Zylinder-Verdichter 2MTE .. 2KTE	1	quasistufenlos: 100% .. 25%
4-Zylinder-Verdichter 4PTE(M)(U) .. 4KTE(M)(U) 4JTE(M)(U) .. 4CTE(M)(U)	2	quasistufenlos: 100% .. 10%
	1	gestuft: 100% .. 50%
6-Zylinder-Verdichter 6FTE(M)(U) .. 6CTE(M)(U)	2	gestuft: 100% .. 66% .. 33%
8-Zylinder-Verdichter 8FTE .. 8CTE (Bis 2025 wurden hier nur genau 4 Leistungsregler angeboten, davon 2 zur Anlaufentlastung. Ab 2026 wählbar wie hier dargestellt.)	4	gestuft: 100% .. 75% .. 50% (< 50% nur Anlaufentlastung)
	2	gestuft: 100 .. 50%
	1	gestuft: 100 .. 75%

Tab. 8: Regelkonzepte für Verdichter für R744 (CO₂).
 Quasistufenlose Leistungsregelung: taktend angesteuert
 Gestufte Leistungsregelung: konstant angesteuert

Ansteuerung der Magnetventile

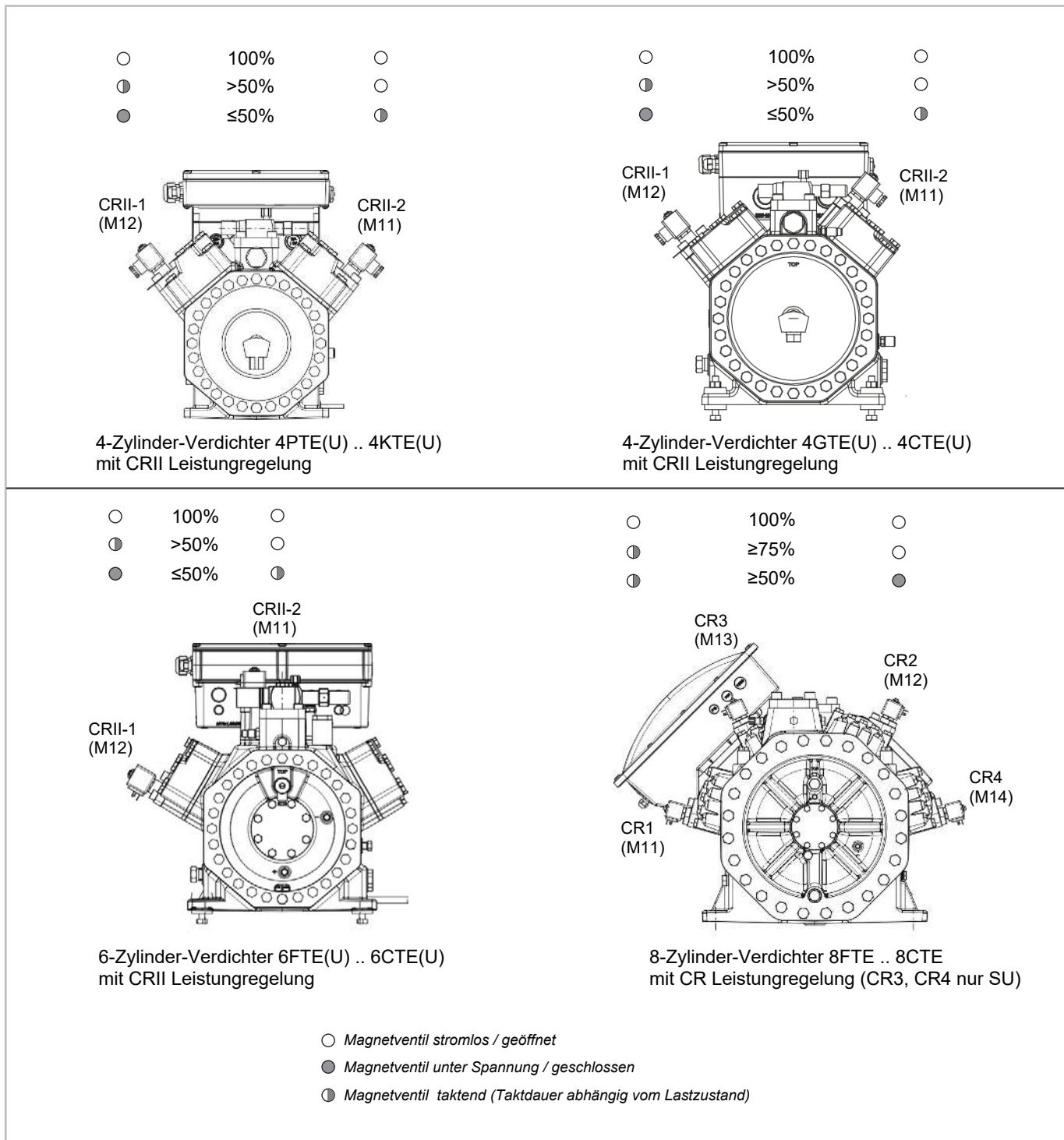


Abb. 22: Ansteuerung der CR bzw. CRII Magnetventile bei jeweils voll mit Leistungsreglern ausgestatteten Verdichtern für R744 (CO₂). Bei 8-Zylinder-Verdichtern steuert das Verdichtermodule (CM-RC-01 oder CM-RC-02) die Leistungsregler automatisch und sorgt z.B. dafür, dass jeder reihum gleich häufig angesteuert wird.

6.2 Halbhermetische Verdichter für KW, HFKW, HFO

Regelkonzepte

Verdichtertyp	Zahl der Zylinderköpfe mit Leistungsregelung	Bereich Leistungsregelung
2-Zylinder-Verdichter 2EES(P) .. CES(P)	1	quasistufenlos: 100% .. 25%
4-Zylinder-Verdichter 4FES(P) .. 4FE(P)	2	quasistufenlos: 100% .. 10%
	1	gestuft: 100% .. 50%
6-Zylinder-Verdichter 6JE(P) .. 6FE(P)	3	quasistufenlos: 100% .. 10%
	2	gestuft: 100% .. 66% .. 33%
8-Zylinder-Verdichter 8GE(P) .. 8FE(P)	2	quasistufenlos: 100% .. 50%
	2	gestuft: 100% .. 75% .. 50%
4-Zylinder-Tandemverdichter 44FES .. 44CES 44VES .. 44NES 44JE .. 44FE	4	quasistufenlos: 100% .. 5%
	2	gestuft: 100% .. 75% .. 50% .. 25%
6-Zylinder-Tandemverdichter 66JE .. 66FE	6	quasistufenlos: 100% .. 5%
	4	gestuft: 100 .. 83 .. 66 .. 50 .. 33 .. 17%

Tab. 9: Regelkonzepte für Verdichter für KW, HFKW, HFO

Quasistufenlose Leistungsregelung: taktend angesteuert

Gestufte Leistungsregelung: konstant angesteuert

Ansteuerung der Magnetventile

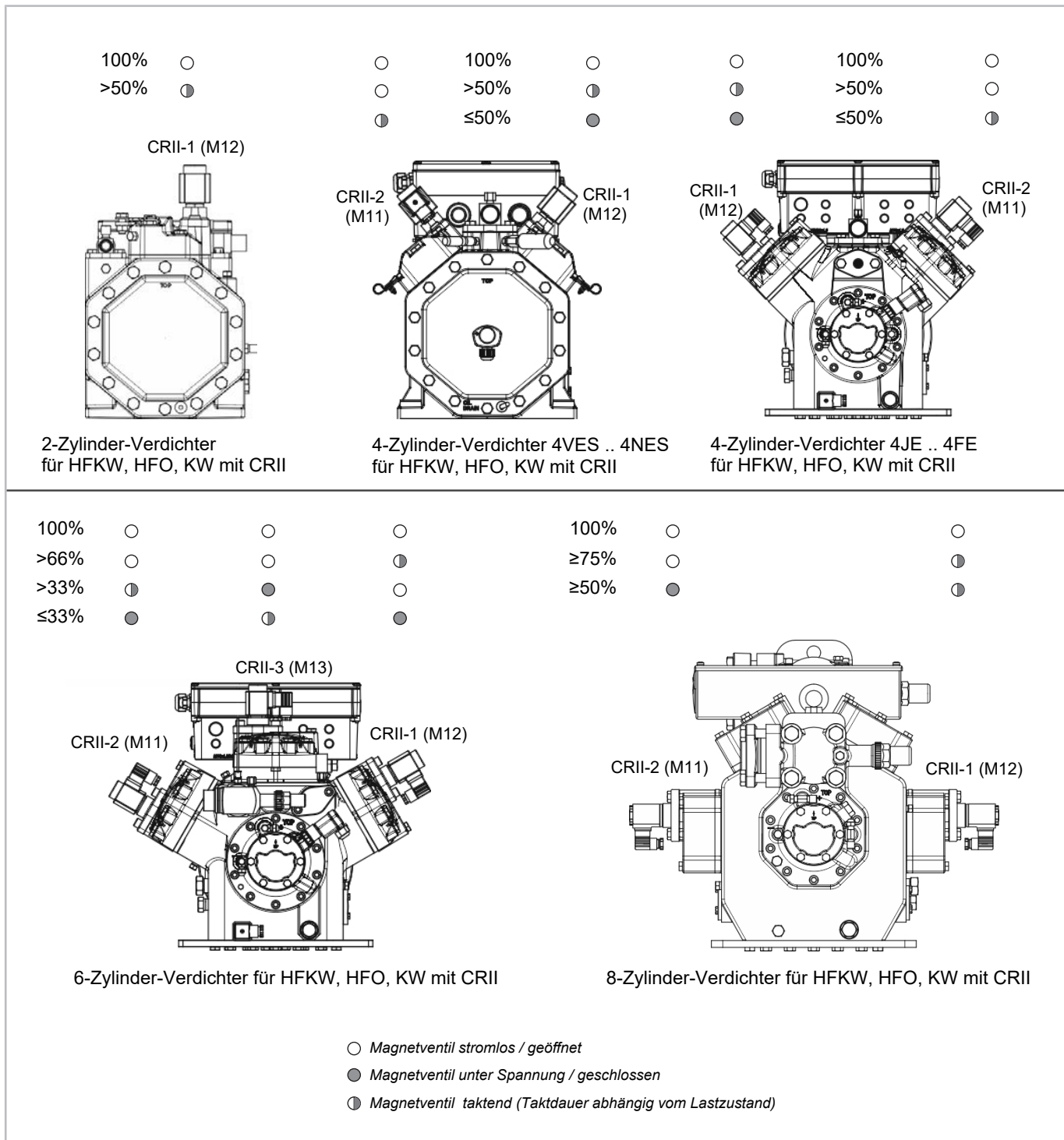


Abb. 23: Ansteuerung der CRII Magnetventile bei jeweils voll mit Leistungsreglern ausgestatteten Verdichtern für KW, HFKW, HFO. Bei 8-Zylinder-Verdichtern steuert das Verdichtermodule (CM-RC-01 oder CM-RC-02) die CRII Leistungsregler automatisch und sorgt z.B. dafür, dass jeder Leistungsregler reihum gleich häufig angesteuert wird.

7 Nachrüstung der Leistungsregler



HINWEIS

Für Leistungsregelung in Kombination mit dem Verdichtermodul CM-RC-02 ist immer Erweiterungskarte A (CM-IO-A) oder B (CM-IO-B) nötig.

- Bei CM-RC-02 mit Erweiterungskarte **CM-IO-A** können **max. 2 Leistungsregler** angeschlossen werden (insgesamt 3 Peripheriegeräte),
- mit Erweiterungskarte **CM-IO-B** sind es **max. 4 Leistungsregler** (insgesamt 6 Peripheriegeräte).
- **Ohne Erweiterungskarte** müssen die Leistungsregler von einem externen Regler gesteuert werden - in diesem Fall ist aber nur eine gestufte Leistungsregelung durch Zylinderabschaltung (CR) möglich, keine taktende Ansteuerung der Leistungsregler (CRII).

Die Bestellung eines Verdichters mit Leistungsregelung, aber ohne Erweiterungskarte, ist daher nur sinnvoll, wenn

- eine lediglich gestufte Leistungsregelung durch einen externen Regler geplant ist,
- oder die quasistufenlose Leistungsregelung CRII mithilfe einer nachgerüsteten Erweiterungskarte möglich sein soll.

Verdichter für R744 (CO₂) transkritisch: 4PTE .. 8CTE

- Verdichter wurde ab Werk **mit Leistungsregelung** bestellt: Nachrüstung ist möglich (*siehe Kapitel Zylinderköpfe für Leistungsregelung nachrüsten, Seite 31*).
- Verdichter wurde **ohne Leistungsregelung** bestellt: Nachrüstung ist **nur bei Verdichtern 4PTE .. 4KTE** ab Seriennummer 1604607245 möglich (*siehe Kapitel Zylinderköpfe für Leistungsregelung nachrüsten, Seite 31*).

Halbhermetische Verdichter für KW, HFKW, HFO: 2EES(P) .. 8FE(P) und entsprechende Tandems

- Verdichter hat Modul **CM-RC-02**: Nachrüstung von Leistungsreglern (Zylinderköpfe und Magnetventile) ist möglich (*siehe Kapitel Zylinderköpfe für Leistungsregelung nachrüsten, Seite 31*).
- Verdichter hat Modul **CM-RC-01**: Zylinderköpfe für Leistungsregelung müssen bereits am Verdichter vormontiert sein. Magnetventile sind als Komplettierungsbausätze "Leistungsregelung" erhältlich. Montage: *siehe Kapitel CRII Magnetventile nachrüsten mit CM-RC-01, Seite 33*
- Verdichter hat bisher **kein Verdichtermodul**:
 - Nachrüstung von Leistungsreglern (Zylinderköpfe und Magnetventile) ist möglich (*siehe Kapitel Zylinderköpfe für Leistungsregelung nachrüsten, Seite 31*).
 - Für viele Verdichter kann alternativ ein ENERGY KIT bestellt werden, bestehend aus CM-RC-02, Erweiterungskarte CM-IO-B, Druckgastemperaturfühler, Druckmessumformer und (je nach Verdichter) 2 oder 3 CRII Leistungsreglern: *siehe Kapitel CM-RC-02 inkl. CRII Zylinderköpfe nachrüsten (ENERGY KIT), Seite 30*

Offene Hubkolbenverdichter

Siehe *ePARTS Software*

Halbhermetische ATEX-Verdichter: 2EESP.X3 .. 8FEP.X3, 2EESP.X2 .. 8FEP.X2, 2EES(P).EX .. 8FE(P).EX

Siehe jeweilige Betriebsanleitung:

- *KB-108*: Betriebsanleitung Halbhermetische Hubkolbenverdichter ECOLINE und ECOLINE PRO, Ex-Schutz-Sonderausführungen .X2, .X3

- *KB-109*: Betriebsanleitung Halbhermetische Hubkolbenverdichter ECOLINE und ECOLINE PRO, Ex-Schutz-Sonderausführung .EX

7.1 CM-RC-02 inkl. CR11 Zylinderköpfe nachrüsten (ENERGY KIT)

Das ENERGY KIT ist für folgende Verdichter erhältlich:

- 4FES(P) .. 4CES(P)
- 4VES(P) .. 4NES(P)
- 4VE .. 4NE
- 4JE(P) .. 4FE(P)
- 6JE(P) .. 6FE(P)

Die Nachrüstung eines Verdichtermodule CM-RC-02 inkl. CR11 Leistungsregler (Zylinderköpfe inkl. Magnetventile) ist mit dem ENERGY KIT möglich. Dazu gehören CM-RC-02, Erweiterungskarte CM-IO-B, Bausatz CR11 (Zylinderkopf, Magnetventil, Kabel), Druckgastemperaturfühler, Hoch- und Niederdruckmessumformer.

Bausatz CR11 als Teil des ENERGY KIT: Beispiel für Verdichter 4VES .. 4NES

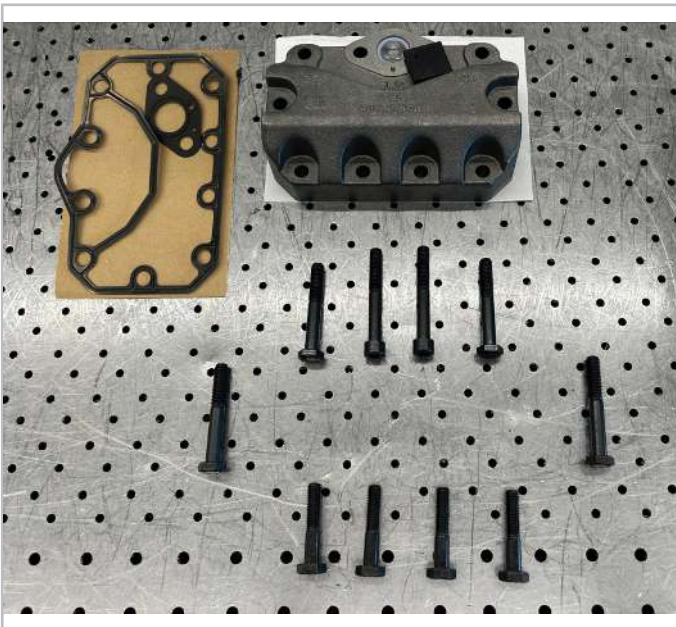


Abb. 24: CR11 Zylinderkopf für Verdichter 4VES .. 4NES



Abb. 25: CR11 Magnetventil und Magnetspule für Verdichter 4VES .. 4NES

Die Nachrüstung ist in folgenden Video-Anleitungen beschrieben:

- [KW-242](#): CM-RC-02 nachrüsten und mit der BEST SOFTWARE konfigurieren für Verdichter 4VES .. 4NES
- [KW-243](#): CM-RC-02 nachrüsten und mit der BEST SOFTWARE konfigurieren für Verdichter 4FES .. 4BES

7.2 Zylinderköpfe für Leistungsregelung nachrüsten

Die Leistungsregelung kann auf den dafür vorgesehenen Zylinderbänken als kompletter Bausatz nachgerüstet werden. Die Bausätze zur Leistungsregelung inkl. Teilenummern und die Anordnung zur Montage sind in der [ePARTS Software](#) beim jeweiligen Verdichter aufgeführt.



Information

Durch den Anbau einer Leistungsregelung kann Zusatzkühlung des Verdichters erforderlich werden! Einsatzgrenzen beachten ([siehe Kapitel Einsatzgrenzen bei Teillastbetrieb, Seite 36](#))!

Der Standardzylinderkopf muss gegen einen Zylinderkopf für Leistungsregelung ausgetauscht werden. Er kann nur als kompletter Bausatz nachgerüstet werden.



WARNUNG

Verdichter steht unter Druck!
Schwere Verletzungen möglich.
Verdichter auf drucklosen Zustand bringen!
Schutzbrille tragen!

- Schrauben aus dem bisherigen Zylinderkopf entfernen.
- Zylinderkopf und Dichtung demontieren. Dichtfläche auf Ventilplatte überprüfen und ggf. reinigen.
- Neue Dichtung und neuen Zylinderkopf (für Leistungsregelung) aufsetzen. Neue Schrauben verwenden und kreuzweise anziehen.

Zu Anzugsmomenten siehe

- [AW-100](#): Anzugsmomente für Schraubverbindungen

**GEFAHR**

Falsche Montage kann zum Bersten des Zylinderkopfs führen!

Vor Inbetriebnahme des umgebauten Verdichters eine Druckfestigkeitsprüfung/Dichtheitsprüfung durchführen.

- Prüfdruck: 1,1-facher Druck des maximal zulässigen Drucks (siehe Typschild)
- Verdichter auf Kältemitteldichtheit prüfen
- Magnetventile montieren (*siehe Kapitel Zylinderkopf vormontiert: Magnetventil montieren, Seite 32*)

7.3 Zylinderkopf vormontiert: Magnetventil montieren

Wird ein Verdichter direkt mit Leistungsregelung bestellt, wird er im Werk mit der gewünschten Zahl an Zylinderköpfen für Leistungsregelung ausgestattet und druckgeprüft. Die Magnetventile werden - je nach Verdichter und Ausstattung - bereits montiert und verdrahtet oder als Beipack mitgeliefert. Falls sie beigelegt sind, müssen nach der Aufstellung des Verdichters montiert und elektrisch angeschlossen werden.

**WARNUNG**

Verdichter steht unter Druck!

Schwere Verletzungen möglich.

Verdichter auf drucklosen Zustand bringen!

Schutzbrille tragen!

Zu Anzugsmomenten siehe

- *AW-100*: Anzugsmomente für Schraubverbindungen

**HINWEIS**

Verdichterschaden möglich!

Nur passende Original-Magnetspulen verwenden!

- Ovalflansch vom Zylinderkopf für Leistungsregelung entfernen. Alte Dichtung entfernen und Dichtfläche reinigen.
- Neue Dichtung auflegen, dabei die Position der Führungsstifte beachten.
- Magnetventil mit neuen Schrauben montieren, Schrauben abwechselnd anziehen.
- Dichtung der Gerätesteckdose aufstecken.
- Gerätesteckdosen an die Magnetspulen schrauben.
- Magnetspule auf das Magnetventil stecken, sie rastet ein.



Abb. 26: Beispiel für Magnetspule CR11 für R744-Verdichter 230 V



Abb. 27: Beispiel für Magnetspule und Gerätesteckdose CR11 für R744-Verdichter 24 V

Details für die Montage inkl. Verkabelung mit CM-RC-02:

- [KW-242](#): CM-RC-02 nachrüsten und mit der BEST SOFTWARE konfigurieren für Verdichter 4VES .. 4NES
- [KW-243](#): CM-RC-02 nachrüsten und mit der BEST SOFTWARE konfigurieren für Verdichter 4FES .. 4BES (jeweils Unterkapitel "Erweiterungsbausätze CM-IO-B" - "Magnetventil und Magnetspule zur Leistungsregelung")

Details für die Montage bei ECOLINE für R744 (CO₂) transkritisch:

- [KW-234](#): Halbhermetische Hubkolbenverdichter für transkritische R744-Anwendungen mit CR11-System: Troubleshooting Guide

7.4 CR11 Magnetventile nachrüsten mit CM-RC-01

Zum Verdichtermodule CM-RC-01 sind für einige Verdichter Komplettierungsbausätze "Leistungsregelung" (CR11) erhältlich. Sie enthalten allerdings nur die Magnetventile - die entsprechenden CR11 Zylinderköpfe müssen bereits **am Verdichter vormontiert** sein.

- KW-231: Montage des CM-RC-01 Komplettierungsbausatzes 4JE .. 4FE, 6JE .. 6FE
- KW-232: Montage des CM-RC-01 Komplettierungsbausatzes 4VES .. 4NES
- KW-233: Montage des CM-RC-01 Komplettierungsbausatzes 4FES .. 4BES

8 Elektrischer Anschluss der Leistungsregler

Für den elektrischen Anschluss sowie die Steuerung und Überwachung der Leistungsregelung **mit einem Verdichtermodule** und der BEST SOFTWARE siehe die Technischen Informationen zum Verdichtermodule:

- KT-241: Technische Information Erweiterungskarte CM-IO-A für CM-RC-02
- KT-242: Technische Information Erweiterungskarte CM-IO-B für CM-RC-02
- KT-230: Technische Information Verdichtermodule CM-RC-01 für Hubkolbenverdichter
- KT-231: Technische Information Verdichtermodule CM-RC-01 für 8FTE-100K .. 8CTE-140K und 8FTE-100Z .. 8CTE-140Z

Bei **Nachrüstung eines CM-RC-02** oder eines ENERGY KIT:

- KW-242: CM-RC-02 nachrüsten und mit der BEST SOFTWARE konfigurieren für Verdichter 4VES .. 4NES
- KW-243: CM-RC-02 nachrüsten und mit der BEST SOFTWARE konfigurieren für Verdichter 4FES .. 4BES

Ohne Einsatz eines Verdichtermodule siehe jeweilige Betriebsanleitung des Verdichters:

- KB-100: Betriebsanleitung Halbhermetische einstufige Hubkolbenverdichter
- KB-120: Betriebsanleitung Halbhermetische Hubkolbenverdichter für subkritische R744-Anwendungen
- KB-130: Betriebsanleitung Halbhermetische Hubkolbenverdichter für transkritische R744-Anwendungen

Alle **Prinzipschaltbilder** für Hubkolbenverdichter mit den verschiedenen Möglichkeiten der Leistungsregelung sind zusammengestellt in:

- AT-300: Prinzipschaltbilder für BITZER Produkte

9 Einsatzgrenzen bei Teillastbetrieb

Bei Einsatz der Leistungsregelung - also im Teillastbetrieb - steigt die thermische Belastung des Verdichters durch

- verringerten Kältemittel-Massenstrom,
- reduzierte Motorkühlung sowie
- elektrische und mechanische Verluste.

Deshalb sind die Anwendungsbereiche der leistungsgeregelten Verdichter teilweise eingeschränkt. Bei Einsatz eines Verdichtermoduls überwacht dieses die relevanten Parameter wie Motortemperatur und damit die Einsatzgrenzen.

In der *BITZER Software* sind die Einsatzgrenzen bei Restleistungen von z.B. 66%, 50%, 33% und 10% als Diagramme dargestellt. Darüber hinaus kann jeder beliebige Betriebspunkt per Abfrage geprüft werden. Auch gemittelte Faktoren für die Leistungsaufnahme bei unterschiedlichen Restleistungen für den jeweiligen Betriebspunkt können der *BITZER Software* entnommen werden.



Information

Hinweise zu Druckgas- und Betriebstemperaturen sowie Schmierbedingungen in den Betriebsanleitungen beachten!

Zusatzkühlung bei Teillastbetrieb

In Teillast ist häufig in einem bestimmten Bereich eine Zusatzkühlung notwendig. Zwei Varianten sind dabei möglich:

- **Zusatzventilator:** Zusatzventilatoren sind für viele Verdichtertypen optional lieferbar. Der Verdichter kann auch im Luftstrom des Verflüssigers aufgestellt werden. Für eine dem Zusatzventilator gleichwertige Kühlwirkung muss die Luftgeschwindigkeit mindestens 3 m/s betragen.
- **Wassergekühlte Zylinderköpfe:** Für die älteren Verdichtertypen 4Z-5.2 .. 4N-20.2 und für alle offenen Verdichter ist als Alternative auch Wasserkühlung möglich. Dazu sind spezielle Zylinderköpfe mit Wasseranschlüssen nötig. Bei der Ammoniak-Ausführung der offenen Verdichter (W-/A-Serie) sind sie standardmäßig montiert.

Details zu beiden Varianten:

- *KT-140:* Zusatzkühlung für BITZER Hubkolbenverdichter

Bei **luftgekühlten Verflüssigungssätzen** können die Ventilatoren der Verflüssigungssätze mit Drehzahlregler ausgestattet sein. Der Luftstrom muss dann so geregelt werden, dass auch der Verdichter zu jedem Zeitpunkt ausreichend gekühlt wird.

Leistungsregelung kombiniert mit Kältemittleinspritzung (RI)

Das RI-System ist eine Betriebsfunktion des Verdichtermoduls CM-RC-02 mit Erweiterungskarte. Es spritzt flüssiges Kältemittel abhängig vom Bedarf ein und sichert so die thermischen Anwendungsgrenzen bei Tiefkühlung. Details:

- *KT-242:* Technische Information Erweiterungskarte CM-IO-B für CM-RC-02

10 Anlagenregelung bei Verdichtern mit Leistungsregelung

Steuergerät

Die Leistungsregler werden in der Regel in Abhängigkeit von Druck, Temperatur oder relativer Feuchte angesteuert. Für eine hohe Regelgenauigkeit empfiehlt sich ein mehrstufiger Druck-, Temperatur- oder Feuchteregler. Er muss so justiert werden, dass Pendelbetrieb vermieden wird.

i Information
Eine Belastungsänderung hat eine relativ schnelle Saugdruckänderung zur Folge. Aufgrund der Speicherwirkung des Verdampfers resultiert jedoch nur eine relativ langsame Temperaturänderung.

Regeldifferenz für Ein- und Ausschalten des Verdichters

Die Regeldifferenz für Ein- und Ausschalten des Verdichters muss größer sein als die zur Ansteuerung der Leistungsregler. Es empfiehlt sich, die Schalthäufigkeit des Verdichters zusätzlich mit einem Zeitrelais zu begrenzen.

Abweichungen vom Sollwert minimieren

Die CR11 Leistungsregler können mit deutlich höherer Schaltfrequenz angesteuert werden als die CR Leistungsregler - damit lässt sich die gesamte Anlage genauer regeln. Vor allem bei Anlagen mit einem Parallelverbund von Verdichtern ist dies vorteilhaft. Die zulässigen Abweichungen vom Sollwert (z.B. Saugdruck oder Temperatur) können dabei in einem engen Bereich geführt werden.

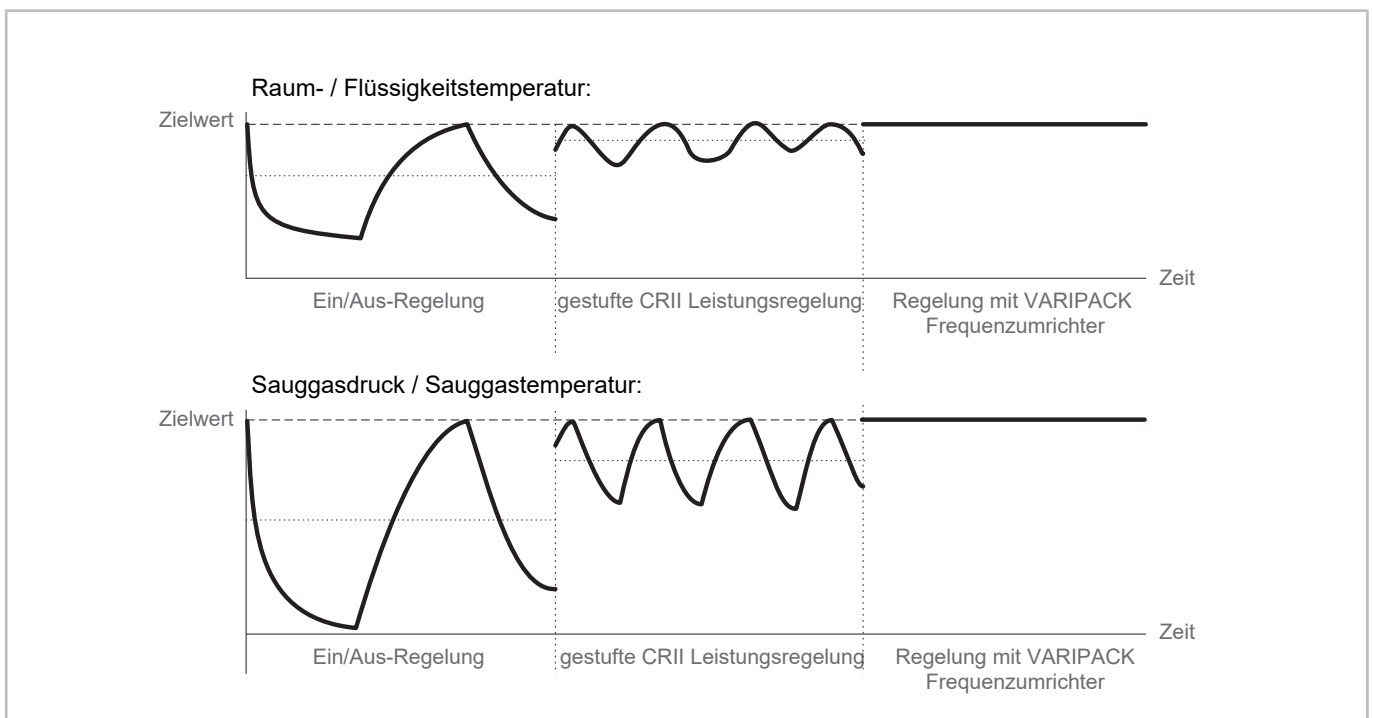


Abb. 28: Mit der CR11 Leistungsregelung lassen sich Abweichungen vom Sollwert minimieren: Qualitative Verläufe des Saugdrucks und der Raumtemperatur (verschiedene Methoden als Funktion der Zeit).

Auch relativ schnelle oder steile Veränderungen der Betriebsparameter lassen sich durch Ansteuerung der Leistungsregler korrigieren, die Leistung lässt sich eng an den Kälte-/Wärmebedarf der Anlage anpassen. Saugdruckschwankungen werden so auf ein Mindestmaß begrenzt und die Raumtemperatur auf einem stabileren Niveau gehalten.

Anlagen mit nur einem Verdichter

Durch den großen Regelbereich können unter Umständen starke Saugdruckschwankungen auftreten. Dies betrifft insbesondere Anlagen mit geringer Kältemittelfüllung und / oder elektronischem Expansionsventil. Leistungsregelung unterhalb ca. 30% der Restleistung muss in solchen Anlagen sehr genau geprüft werden.

Anlagen mit mehreren Verdampfern

Eine Belastungsänderung der Anlage hat eine relativ schnelle Saugdruckänderung zur Folge. Aufgrund der Speicherwirkung des Verdampfers bzw. der zu kühlenden Waren ändert sich die Temperatur jedoch nur relativ langsam. Deshalb muss der Anlagenregler so eingestellt werden, dass Pendelbetrieb vermieden wird.

Pendelschutz

Die Leistungsanforderung kann direkt von Kältebedarf oder Saugdruck abhängig geschehen. Dabei sollten die Magnetventile der Leistungsregelung jeweils mind. 5 s offen und mind. 5 s geschlossen sein. Darüber hinaus sind keine festen Taktzyklen für die Leistungsregler erforderlich. Alternativ kann die Schaltdifferenz des Reglers für eine Leistungsänderung auf einen Wert eingestellt werden, der diese Mindestzeiten garantiert.

Dieses Konzept variabler Ansprechzeiten, das bewusst auf voreingestellte Taktzeiten verzichtet, wirkt längerfristigem Pendeln der Anlage entgegen.

10.1 Steuerung mit Verdichtermodule CM-RC-02

Das Verdichtermodule schaltet die Magnetventile der Leistungsregelung selbständig und passt die Leistung des Verdichters quasi-stufenlos entsprechend dem Sollwert des übergeordneten Anlagenreglers an. Ab Firmware-Version 2.2.36.0 kann das CM-RC-02 alternativ einen VARIPACK Frequenzumrichter ansprechen - je nach Verdichter ist auch die Kombination CR + FU möglich.

Der übergeordnete Anlagenregler überträgt die Leistungsanforderung entweder per Modbus an CN1 oder als Analogsignal an CN23. Analogsignale mit Sollwertcharakteristik $MIN .. MAX$ oder $0 .. MAX$ sind möglich. An CN23 kann auch ein einfaches Ein/Aus-Signal angelegt werden, das die Leistungsregelung im Verdichterbetrieb mit einem Hilfsrelais zu- und abschaltet. Die minimal mögliche Restleistung hängt von der Verdichterkonfiguration ab (siehe Kapitel Regelkonzepte und Ansteuerung der Magnetventile, Seite 24).

Das CM-RC-02 kann mit den Erweiterungskarten CM-IO-B oder CM-IO-C auch im "Anlagenregelmodus" betrieben werden. Damit kann es einfache Anlagen mit einem Verdichter ausregeln, z.B. einen Verflüssigungssatz.

- Mit Erweiterungskarte **CM-IO-B** ist eine Regelung nach Verdampfungstemperatur möglich.
- Mit Erweiterungskarte **CM-IO-C** ist auch eine Regelung nach Kühlraumtemperatur möglich.

Details siehe:

- KT-241: Technische Information Erweiterungskarte CM-IO-A für CM-RC-02
- KT-242: Technische Information Erweiterungskarte CM-IO-B für CM-RC-02
- KT-243: Technische Information Erweiterungskarte CM-IO-C für CM-RC-02

10.2 Steuerung mit Verdichtermodule CM-RC-01

Das Verdichtermodule schaltet die Magnetventile der Leistungsregelung selbständig und passt die Leistung des Verdichters quasi-stufenlos entsprechend dem Sollwert des übergeordneten Anlagenreglers an.

Der übergeordnete Anlagenregler überträgt die Leistungsanforderung entweder per Modbus an CN14 oder als Analogsignal an CN13. Analogsignale mit Sollwertcharakteristik $MIN .. MAX$ oder $0 .. MAX$ sind möglich. Die minimal mögliche Restleistung hängt von der Verdichterkonfiguration ab (siehe Kapitel Regelkonzepte und Ansteuerung der Magnetventile, Seite 24).

Details siehe:

- KT-230: Technische Information Verdichtermodule CM-RC-01 für Hubkolbenverdichter

- *KT-231*: Technische Information Verdichtermodule CM-RC-01 für 8FTE-100K .. 8CTE-140K und 8FTE-100Z .. 8CTE-140Z

10.3 Steuerung mit Anlagenregler (ohne CM-RC)

Beim Betrieb der Leistungsregelung ohne BITZER Verdichtermodule ist folgendes zu beachten.

Anlagenregler

Die Leistungsregler ermöglichen eine hohe Schaltfrequenz, die Reglerausgänge müssen dafür dimensioniert sein. Nicht alle elektromagnetischen Relais sind für jahrelange Schaltungen mit der für feinstufige Regelung notwendigen Frequenz ausgelegt. Folgende Reglerausgänge für induktive Lasten mit hoher Schaltfrequenz (CRII Magnetspulen) werden von Reglerherstellern angeboten:

- SSR (solid state relays): kontaktloses Halbleiter-Relais
- TRIAC
- dem Reglerausgang ggf. ein externes Modul nachschalten



HINWEIS

Gefahr von Kältemittelverlagerung!

Magnetspulen aller Leistungsregler während des Verdichterstillstands spannungsfrei schalten!

Parallel zu jeder Magnetspule sollte ggf. ein EMV-Entstörglied geschaltet werden, um die erforderliche Lebensdauer bei hoher Schaltfrequenz zu gewährleisten - siehe auch:

- *AT-300*: Prinzipschaltbilder für BITZER Produkte

Falls die Steuerungslogik durch den Anlagenregler übernommen wird, unbedingt folgende Zeitspannen einhalten:

- **Taktendes CR Ventil**: mind. 5 s offen, mind. 5 s geschlossen
- **Alle CR Ventile geschlossen** / alle Zylinderbänke abgeschaltet (0% Restleistung): max. 2 min, je nach Betriebsbedingungen kann die Zeitspanne auch stärker eingeschränkt sein. Nach 2 min sollte entweder eine Zylinderbank wieder aktiviert oder der Verdichter ganz abgeschaltet werden.

Zur maximalen Schaltfrequenz und Mindestlaufzeiten siehe jeweilige Betriebsanleitung des Verdichters.

Zu den Umschaltzeiten beim Motoranlauf (Stern-Dreieck-Anlauf, Teilwicklungsanlauf) siehe jeweilige Betriebsanleitung und

- *AT-330*: Anlaufverfahren bei BITZER Verdichtern



Information

Manche Regelalgorithmen von Kälteanlagen sind patentiert oder zum Patent angemeldet. Es ist daher empfehlenswert, sich in Abstimmung mit dem Reglerhersteller gegen eine unbeabsichtigte Verletzung bestehender Schutzrechte abzusichern.

11 Einbindung in den Kältekreislauf

Dimensionierung der Rohre

Die Sauggasleitungen müssen sorgfältig dimensioniert werden. Minimale Gasgeschwindigkeiten müssen auch bei Teillastbetrieb eingehalten sein, um die **Ölrückführung** sicherzustellen. Als Richtwerte gelten 4 m/s in waagrecht und 8 m/s in senkrechten Rohrleitungen. Dies muss jedoch für jede Anlage individuell geprüft werden.

Rohrführung

Um eine konstante Ölrückführung sicherzustellen, müssen **Steigleitungen** sowohl auf der Sauggasseite als auch auf der Druckgasseite vielfach in zwei getrennte Abschnitte aufgeteilt werden. Die Rohrleitungen sind dann so führen, dass sich bei Teillast eine der beiden Leitungen mit einer Ölsäule verschließt und das Gas nur durch die andere Leitung fließt. Diese Leitung muss so bemessen sein, dass die erforderliche Mindestgeschwindigkeit zur Ölrückführung nicht unterschritten wird.

Bei Anlagen mit **mehreren Verdampfern** oder Verdampferabschnitten, die durch Magnetventile abgesperrt werden können, dürfen die einzelnen Sauggasleitungen erst nach evtl. vorhandenen Steigleitungsstrecken in einer gemeinsamen Leitung zusammengeführt werden. Bei weitverzweigtem Rohrnetz empfiehlt sich zudem für Normal- und Tiefkühlanlagen ein zusätzlicher Ölabscheider.

Verdampfer und Expansionsventil

Sowohl im Vollast- als auch Teillastbereich muss eine ausreichend hohe **Überhitzung** und ein stabiler Betrieb gewährleistet sein. Je nach Verdampferbauart und Leistungsbereich kann daher eine Aufteilung in mehrere Kältemittelkreisläufe nötig sein. Jeder Kreislauf erhält sein eigenes Expansions- und Magnetventil und lässt sich mit entsprechender Steuerung an den jeweiligen Lastzustand anpassen.

Parallelverbund

- KT-600: Parallelverbund von BITZER Hubkolbenverdichtern

Table of contents

1 Introduction	42
2 Safety.....	44
2.1 General safety references.....	45
3 Available mechanical capacity control	47
4 Construction and function of the capacity regulators.....	49
5 Connection positions of the capacity regulators.....	51
5.1 Compressors for R744 (CO ₂).....	51
5.2 Compressors for HC, HFC, HFO	57
6 Control concepts and activation of the solenoid valves	63
6.1 Compressors for R744 (CO ₂).....	64
6.2 Semi-hermetic compressors for HC, HFC, HFO	66
7 Retrofitting capacity regulators	68
7.1 Retrofitting CM-RC-02 incl. CRII cylinder heads (ENERGY KIT).....	69
7.2 Retrofitting cylinder heads for capacity control	70
7.3 Pre-mounted cylinder head: Mounting the solenoid valve	71
7.4 Retrofitting CRII solenoid valves with CM-RC-01	72
8 Electrical connection of the capacity regulators	74
9 Application limits for part load operation	75
10 System control for compressors with capacity control	76
10.1 Control with compressor module CM-RC-02	77
10.2 Control with compressor module CM-RC-01	77
10.3 Control with system controller (without CM-RC)	77
11 Integration into the refrigerant circuit.....	79

1 Introduction

Adjusting the capacity to the demand of the refrigeration system includes e.g. the differences between summer and winter operation, enables finely tuned capacity in compound systems and increases system COP through more stable and higher average suction pressure.

The following main methods are used for capacity control of compressors:

- on-off control, if necessary of tandem compressors or several compressors in a compound
- integrated mechanical capacity control
- speed control, e.g. with frequency inverter

Variants of mechanical capacity control

This document explains the integrated mechanical capacity control. It is available for many BITZER reciprocating compressors and **can be delivered pre-mounted or as retrofit**. The following variants exist (CR = capacity regulator):

- **CR: stepped** capacity control via blocked suction
- **CRII: virtually stepless** capacity control via blocked suction with **increased cycling rate**, also called VARISTEP
- **CR + FU: stepped** capacity control via blocked suction, combined with **stepless** speed control with a VARIPACK frequency inverter. The control requires an IQ MODULE CM-RC-02 with extension board CM-IO-B or CM-IO-C. Details:
 - [KT-243](#): Technical Information Extension board CM-IO-C for CM-RC-02

In any case, special cylinder heads with additional bores are required for capacity control.



Fig. 1: Comparison of a standard cylinder head (left) with cylinder heads for capacity control with additional bores (centre and right).



Fig. 2: Example for a capacity regulator on a semi-hermetic 6-cylinder compressor 6JE .. 6FE

Combination of capacity control and start unloading

- Semi-hermetic reciprocating compressors for R744 (CO₂): Since the capacity regulators are designed using the bypass principle, they can also be used for start unloading.
- Semi-hermetic reciprocating compressors for hydrocarbons, HFC, HFO: If a cylinder bank is equipped with start unloading, it is no longer available for capacity control. A 4-cylinder compressor can therefore be equipped with either 2 capacity regulators or with start unloading and 1 capacity regulator. In 6-cylinder compressors, the third cylinder bank can have an additional capacity regulator.

Also observe the following technical documents

For information and safety instructions covering the entire service life of the compressor, please refer to the operating instructions, among other sources.

- [*KB-100*](#): Operating Instructions Semi-hermetic reciprocating single stage compressors
- [*KB-120*](#): Operating Instructions Semi-hermetic reciprocating compressors for subcritical R744 applications
- [*KB-130*](#): Operating Instructions semi-hermetic reciprocating compressors for transcritical R744 applications
- [*KT-110*](#): Start unloading (SU) for BITZER reciprocating compressors
- [*KT-140*](#): Additional cooling for BITZER reciprocating compressors
- [*KT-420*](#): BITZER reciprocating compressors with external frequency inverters
- [*KW-234*](#): Semi-hermetic reciprocating compressors for transcritical R744 applications with CR11 system: Troubleshooting Guide

For controlling the capacity regulators with the IQ MODULE CM-RC-01 or CM-RC-02:

- KT-230: Technical information Compressor module CM-RC-01 for reciprocating compressors
- KT-231: Technical Information Compressor module CM-RC-01 for 8FTE-100K .. 8CTE-140K and 8FTE-100Z .. 8CTE-140Z
- KT-240: Technical Information Compressor module CM-RC-02 for reciprocating compressors
- KT-241: Technical Information Extension board CM-IO-A for CM-RC-02
- KT-242: Technical Information Extension board CM-IO-B for CM-RC-02
- KW-242: Retrofitting CM-RC-02 and configuration with the BEST SOFTWARE for compressors 4VES .. 4NES
- KW-243: Retrofitting CM-RC-02 and configuration with the BEST SOFTWARE for compressors 4FES .. 4BES

For schematic wiring diagrams with the different variants of capacity control:

- AT-300: Schematic wiring diagrams for BITZER products

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.

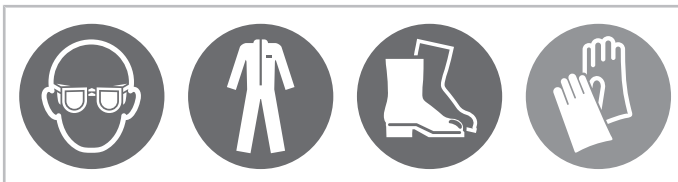


Fig. 3: Wear personal protective equipment!

Safety references

Safety references are instructions intended to prevent hazards. They must be stringently observed!

**NOTICE**

Safety reference to avoid situations which may result in damage to a device or its equipment.

**CAUTION**

Safety reference to avoid a potentially hazardous situation which may result in minor or moderate injury.

**WARNING**

Safety reference to avoid a potentially hazardous situation which could result in death or serious injury.

**DANGER**

Safety reference to avoid an imminently hazardous situation which may result in death or serious injury.

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!

2.1 General safety references

When working on electrical/electronic components:

**WARNING**

Risk of electric shock!

Before working on the terminal box, module housing and electrical lines: Switch off the main switch and secure it against being switched on again!



Close the terminal box and the module housing before switching on again!

**NOTICE**

The compressor module may be damaged or fail!

Never apply any voltage to the terminals of CN1 to CN6, CN11, CN12 and CN23 to CN28 – not even for test purposes!

The voltage applied to terminals 1 and 2 of CN23 must not exceed 10 V!

The voltage applied to terminal 3 of CN1 must not exceed 24 V! Do not apply voltage to the other terminals!

Never apply voltage to the voltage outputs, not even for testing.

For work on the compressor:

**CAUTION**

The compressor is filled with a protective charge: Excess pressure 0.2 .. 0.5 bar nitrogen.

Risk of injury to skin and eyes.

Depressurise the compressor!



Wear safety goggles!

For work on the compressor once it has been commissioned:

**WARNING**

The compressor is under pressure!

Serious injuries are possible.

Depressurise the compressor!



Wear safety goggles!

After replacing cylinder heads:



DANGER

Incorrect installation can cause the cylinder head to burst!

Before commissioning the converted compressor, carry out a strength pressure test / tightness test.

3 Available mechanical capacity control



NOTICE

For capacity control in combination with the CM-RC-02 compressor module, extension board A (CM-IO-A) or B (CM-IO-B) is always required.

- On CM-RC-02 with extension board **CM-IO-A**, **max. 2 capacity regulators** can be connected (3 peripheral devices in total).
- With extension board **CM-IO-B**, **max. 4 capacity regulators** can be connected (6 peripheral devices in total).
- **Without extension board**, the capacity regulators must be controlled by an external controller – in this case, however, only stepped capacity control via blocked suction (CR) is possible, not intermittent activation of the capacity regulators (CRII).

Ordering a compressor with capacity control but without an extension board therefore only makes sense if

- only stepped capacity control by means of an external controller is planned, or if
- virtually stepless capacity control CRII is to be made possible by means of a retrofitted extension board.

The maximum number of capacity regulators per compressor also depends on the compressor model (*see chapter Connection positions of the capacity regulators, page 51*).

Reciprocating compressors for R744 (CO₂)

Compressor	Mechanical capacity control optionally available?	CM-RC-02 with extension board CM-IO-A or CM-IO-B	Protection device SE-B* or CM-RC-02 without extension board (only stepped capacity control, external controller necessary)
ECOLINE compressors for R744, transcritical applications			
2MTE .. 2KTE	(on request)		
4PTE(M) .. 4KTE(M) 4JTE(M) .. 4CTE(M) 6FTE(M) .. 6CTE(M)	yes	CRII cylinder head and solenoid valve mounted and wired	CR cylinder head mounted, solenoid valve enclosed
4PTE(M)U .. 4KTE(M)U 4JTE(M)U .. 4CTE(M)U 6FTE(M)U .. 6CTE(M)U	yes	CRII cylinder head and solenoid valve mounted and wired	CR cylinder head mounted, solenoid valve enclosed
8FTE .. 8CTE	yes	CR cylinder head and solenoid valve mounted and wired (CM-RC-02 + CM-IO-B is standard scope of delivery)	--
ECOLINE compressors for R744, subcritical applications			
2NSL .. 4NSL	--		
2MME .. 8PME	--		

Tab. 1: Overview mechanical capacity control for semi-hermetic BITZER reciprocating compressors for R744 (CO₂), subject to change.

CR: stepped capacity control,

CRII: virtually stepless capacity control.

Semi-hermetic reciprocating compressors for hydrocarbons (HC), HFC, HFO

Compressor	Mechanical capacity control optionally available?	CM-RC-02 with extension board CM-IO-A or CM-IO-B	Protection device SE-B* or CM-RC-02 without extension board (only stepped capacity control, external controller necessary)
ECOLINE PRO compressors for hydrocarbons (HC)			
2KESP .. 2FESP 2KESP.X3 .. 2FESP.X3	--		
2EESP .. 8FEP	yes	CRII cylinder head and solenoid valve mounted and wired	Options: <ul style="list-style-type: none"> • CR cylinder head and solenoid valve mounted • CR cylinder head prepared, without solenoid valve
2EESP.X3 .. 8FEP.X3	yes	CRII cylinder head and solenoid valve mounted and wired	--
2KESP.EX .. 2FESP.EX 2KESP.X2 .. 2FESP.X2	--		
2EESP.EX .. 8FEP.EX 2EESP.X2 .. 8FEP.X2	yes	--	CR cylinder head mounted (without IQ MODULE)
ECOLINE compressors for HFC / HFO			
2KES .. 2FES	--		
2EES(H) .. 2CES(H) 4FES(H) .. 4FE(H) 6JE(H) .. 6FE(H) 8GE .. 8FE Tandem compressors accordingly	yes	CRII cylinder head and solenoid valve mounted and wired	Options: <ul style="list-style-type: none"> • CR cylinder head mounted, solenoid valve enclosed • CR cylinder head prepared, without solenoid valve
2KES.EX .. 2FES.EX	--		
2EES.EX .. 2CES.EX 4FE.EX .. 4FE.EX 6JE.EX .. 6FE.EX 8GE.EX .. 8FE.EX	yes	--	CR cylinder head mounted (without IQ MODULE)
Special models			
4Z-5.2 .. 4N-20.2	yes	--	Options (without IQ MODULE): <ul style="list-style-type: none"> • CR cylinder head pre-mounted, solenoid valve enclosed • CR cylinder head prepared, without solenoid valve

Tab. 2: Overview mechanical capacity control for semi-hermetic BITZER reciprocating compressors for hydrocarbons, HFC, HFO, subject to change.

CR: stepped capacity control,

CRII: virtually stepless capacity control.

For condensing units, essentially the same options are available as for the compressors they contain; see price list and [BITZER SOFTWARE](#).

Open drive reciprocating compressors

Compressor	Mechanical capacity control (always without IQ MODULE)
Open drive compressors for R717	
W2TA .. W2NA	--
W4TA .. W4GA W6HA .. W6FA	Options: <ul style="list-style-type: none"> • CR cylinder head pre-mounted, solenoid valve enclosed • CR cylinder head prepared, without solenoid valve
Open drive compressors for HFC / HFO	
2T.2 .. 2N.2	--
4T.2 .. 4G.2 6H.2 .. 6F.2	Options: <ul style="list-style-type: none"> • CR cylinder head pre-mounted, solenoid valve enclosed • CR cylinder head prepared, without solenoid valve

Tab. 3: Overview mechanical capacity control for BITZER open drive reciprocating compressors, subject to change.

The mounting of the enclosed solenoid valve with a pre-mounted cylinder head is described in the chapter on retrofitting (*see chapter Pre-mounted cylinder head: Mounting the solenoid valve, page 71*).

In many cases, existing compressors can be retrofitted with mechanical capacity control, but this requires replacing the cylinder heads (*see chapter Retrofitting capacity regulators, page 68*).

4 Construction and function of the capacity regulators

The design of the capacity regulators hardly differs between CR and CRII. However, CRII capacity regulators offer a higher cycling rate and a larger part load range. When controlled via an adapted control algorithm, this enables fine-step (virtually stepless) capacity control. This can cover a control range of 100% .. 10% (down to 5% for tandem compressors) in fully equipped compressors, depending on operating conditions and refrigerant.

	Full load operation	Part load operation
Solenoid coil (see figure below)	de-energised	energised
Function in compressors for R744 (CO ₂)	The internal bypass is closed, refrigerant flows in and is compressed.	The internal bypass is open, refrigerant flows from the pressure side to the suction side and is not compressed. An internal check valve on the valve plate prevents refrigerant from flowing back from the gas cooler / condenser. The integrated control algorithm, together with the compressor module, ensures that the compressor heats up as little as possible.
Function in compressors for hydrocarbons, HFC, HFO	The channels in the valve plate and cylinder head are open, refrigerant flows in and is compressed.	The suction channel in the cylinder head is shut off by means of the control piston; refrigerant is not compressed.
Resulting output of refrigerant	--> The compressor delivers on all cylinders.	--> The delivery to the shut-off cylinder bank is interrupted.

Tab. 4: Full and part load operation for various compressors

Constructive design in compressors for R744 (CO₂)

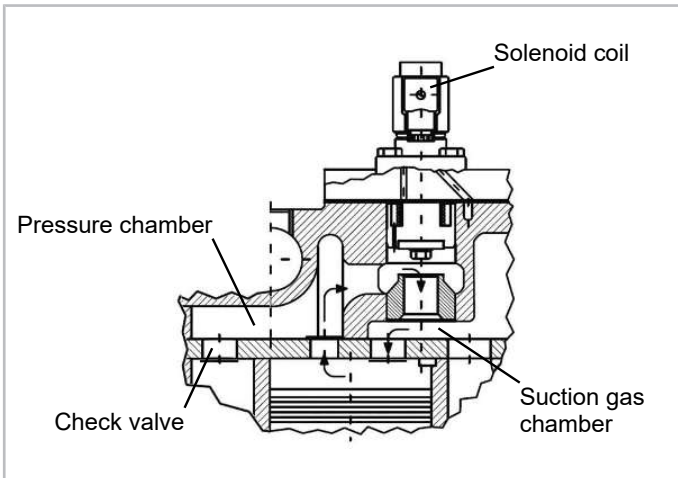


Fig. 4: Constructive design of the capacity regulators in compressors for R744 (CO₂)

Constructive design in compressors for hydrocarbons, HFC, HFO

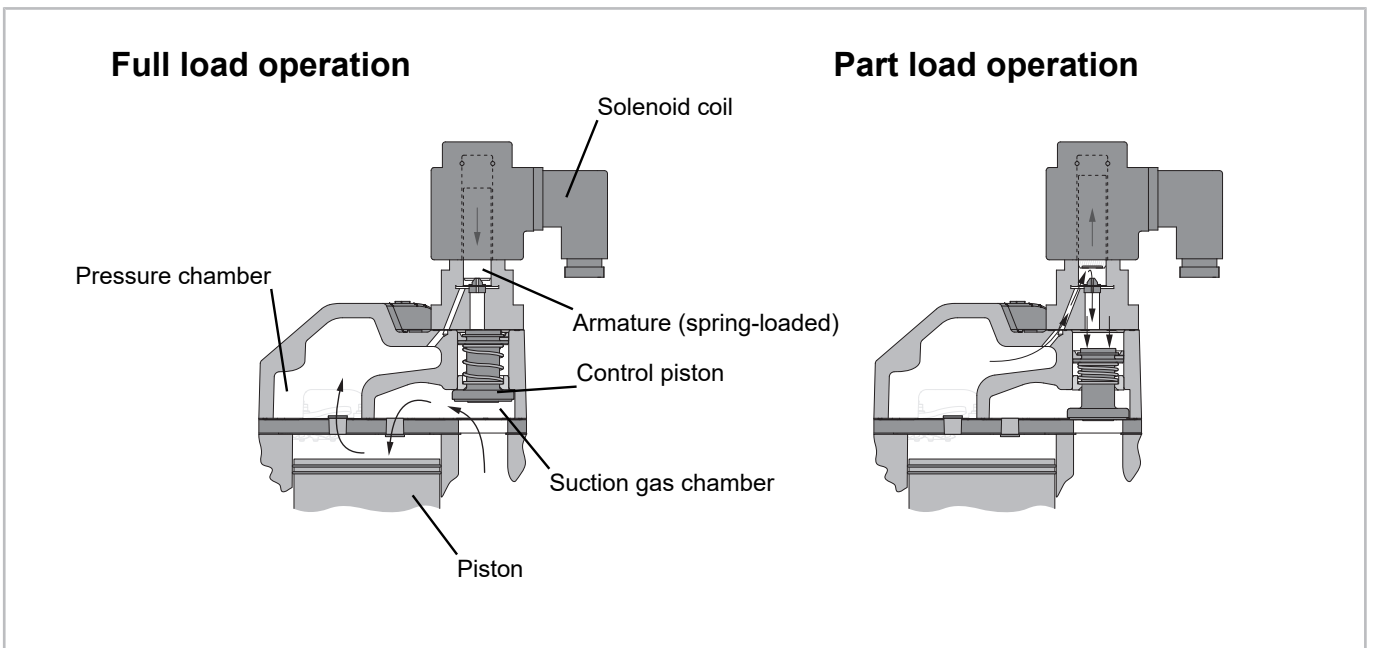


Fig. 5: Constructive design of the capacity regulators in compressors for hydrocarbons, HFC, HFO

5 Connection positions of the capacity regulators

On most compressors, **each cylinder head can be fitted with a capacity regulator**. Exceptions are:

- 6-cylinder compressors for R744: max. 2 cylinder heads with capacity regulator or start unloading
- 8-cylinder compressors for HC, HFC, HFO: max. 2 cylinder heads with capacity regulator or start unloading

Details see below.

The following chapters primarily show the **connection positions** of the capacity regulators. Further details are available for each compressor in the *BITZER Software*:

- Dimensional drawings (mostly without capacity regulators)
- 3D CAD models with capacity regulators as option

Combination of capacity control and start unloading

- Semi-hermetic reciprocating compressors for R744 (CO₂): Since the capacity regulators are designed using the bypass principle, they can also be used for start unloading.
- Semi-hermetic reciprocating compressors for hydrocarbons, HFC, HFO: If a cylinder bank is equipped with start unloading, it is no longer available for capacity control. A 4-cylinder compressor can therefore be equipped with either 2 capacity regulators or with start unloading and 1 capacity regulator. In 6-cylinder compressors, the third cylinder bank can have an additional capacity regulator.

5.1 Compressors for R744 (CO₂)

The capacity regulators protrude approximately 9 cm from the surface of the cylinder head. The arrangement can be seen in the following illustrations.

Since the capacity regulators are designed using the bypass principle (*see chapter Construction and function of the capacity regulators, page 49*), they can also be used for start unloading.



Fig. 6: Example of a 4-cylinder compressor for R744 (CO₂): 4MTE with 2 CR11 capacity regulators and compressor module CM-RC-02.



Fig. 7: Example of a 4-cylinder compressor for R744 (CO₂): 4CTE with 2 CR11 capacity regulators and compressor module CM-RC-02.



Fig. 8: Example of an 8-cylinder compressor for R744 (CO₂): 8CTE with 4 CR capacity regulators and compressor module CM-RC-02.

Maximum equipment of the cylinder banks

Compressors	Equipment of the cylinder banks with capacity regulators
2-cylinder compressors 2MTE .. 2KTE	max. 1 cylinder head
4-cylinder compressors 4PTE(M)(U) .. 4KTE(M)(U) 4JTE(M)(U) .. 4CTE(M)(U)	max. 2 cylinder heads
6-cylinder compressors 6FTE(M)(U) .. 6CTE(M)(U)	max. 2 cylinder heads
8-cylinder compressors 8FTE .. 8CTE	max. 4 cylinder heads
Compound systems with a larger number of compressors	for control accuracy etc. see <ul style="list-style-type: none"> • <i>KT-600</i>: Parallel compounding of BITZER reciprocating compressors

Tab. 5: Maximum equipment of the cylinder banks for compressors for R744 (CO₂)

Positions and dimensions with CM-RC-02

The following illustrations show the positions of the capacity regulators on several compressors for transcritical R744 applications with the compressor module CM-RC-02. The dimensions for other compressors are available in the *BITZER Software* under the "Dimensions" tab for the respective compressor.

The module housing for the CM-RC-02 has been enlarged compared to the CM-RC-01, meaning that compressors with a CM-RC-02 are approx. 12 mm higher than those with a CM-RC-01.

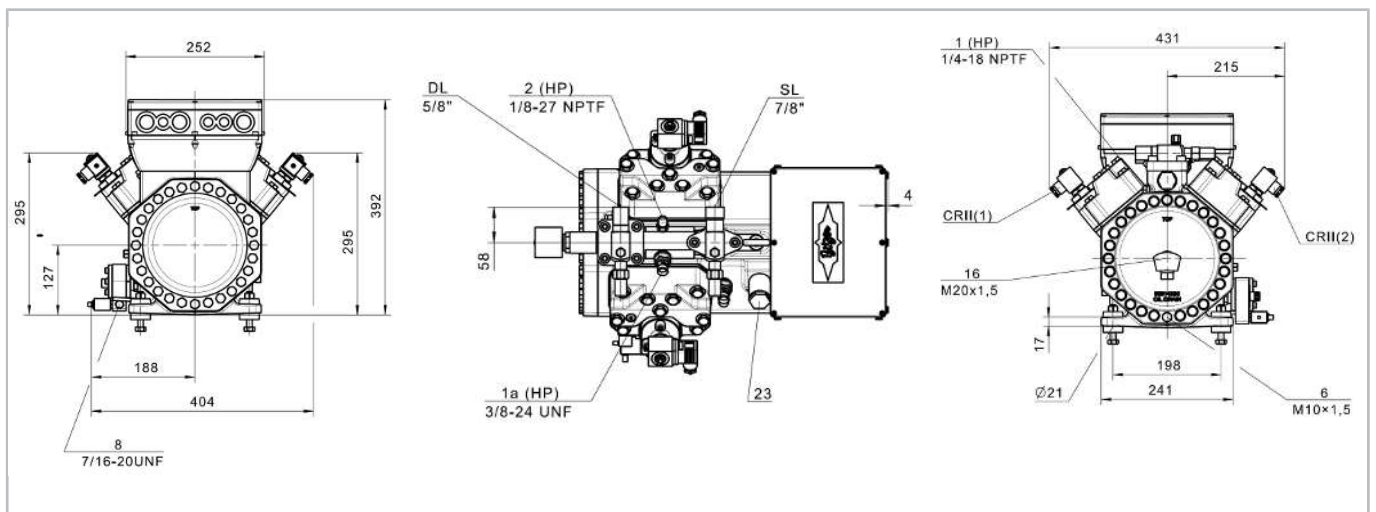


Fig. 9: Compressors 4PTE(U) .. 4KTE(U) with 2 CR1I capacity regulators and compressor module CM-RC-02.

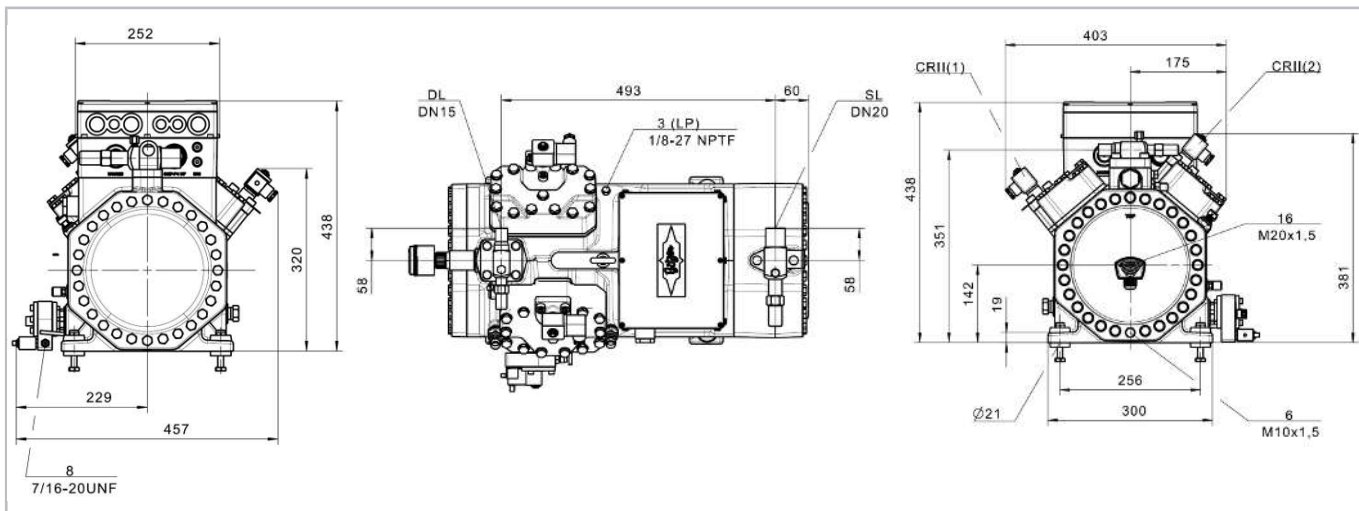


Fig. 10: Compressors 4GTE(U) .. 4CTE(U) with 2 CR11 capacity regulators and compressor module CM-RC-02.

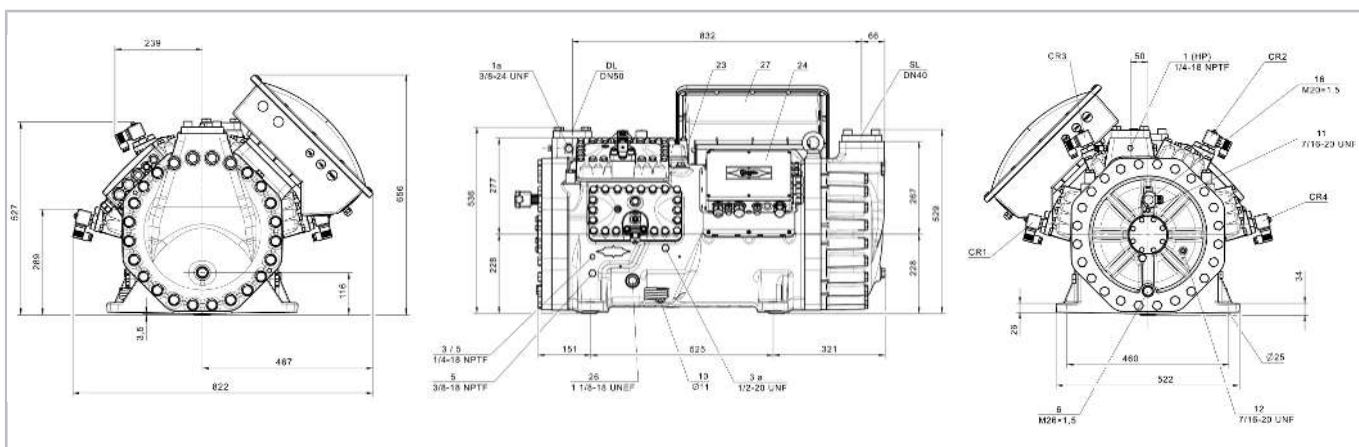


Fig. 11: Compressors 8FTE(U) .. 8CTE(U) with 4 CR capacity regulators and compressor module CM-RC-02.

Positions and dimensions with CM-RC-01

The following illustrations show the positions of the capacity regulators in several compressors for transcritical R744 applications with the compressor module CM-RC-01. The module housing for the CM-RC-02 has been enlarged compared to the CM-RC-01, meaning that compressors with a CM-RC-02 are approx. 12 mm higher than those with a CM-RC-01.

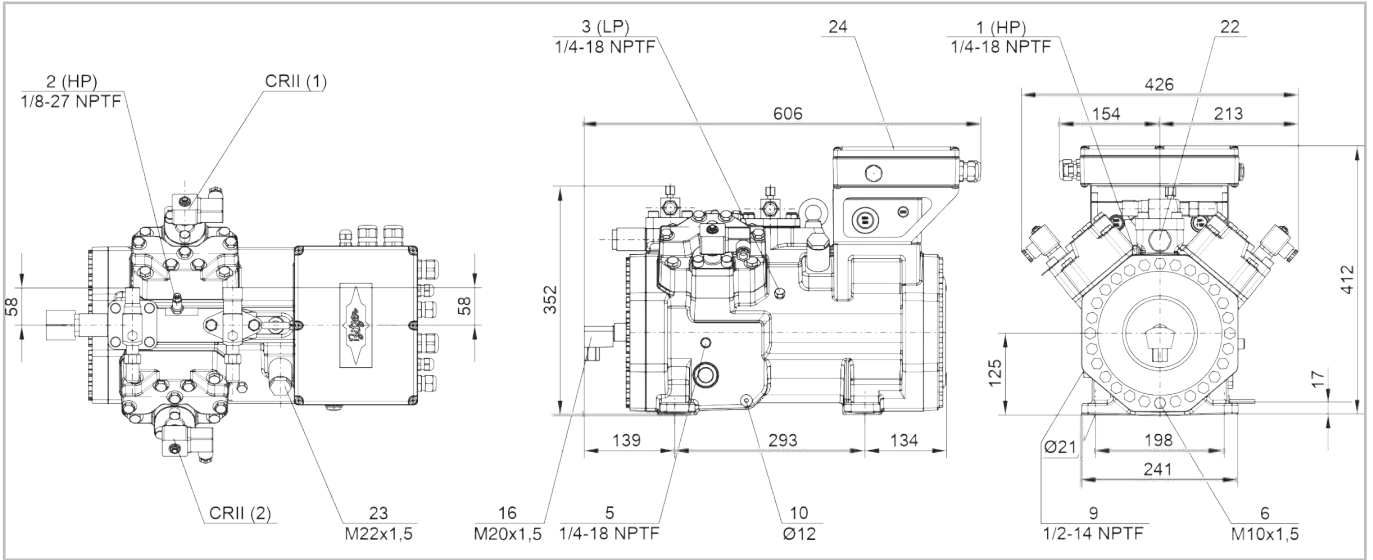


Fig. 12: Compressors 4PTEU-6LK .. 4KTEU-10LK with 2 CRII capacity regulators and compressor module CM-RC-01.

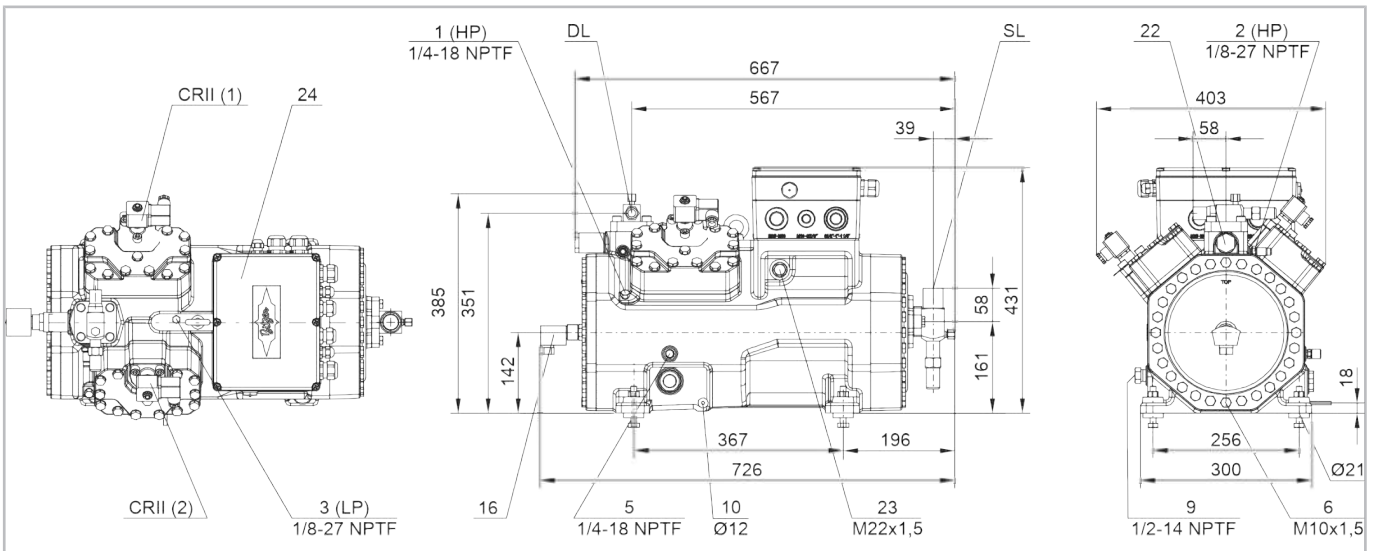


Fig. 13: Compressors 4JTEU-10LK .. 4FTEU-20LK with 2 CRII capacity regulators and compressor module CM-RC-01.

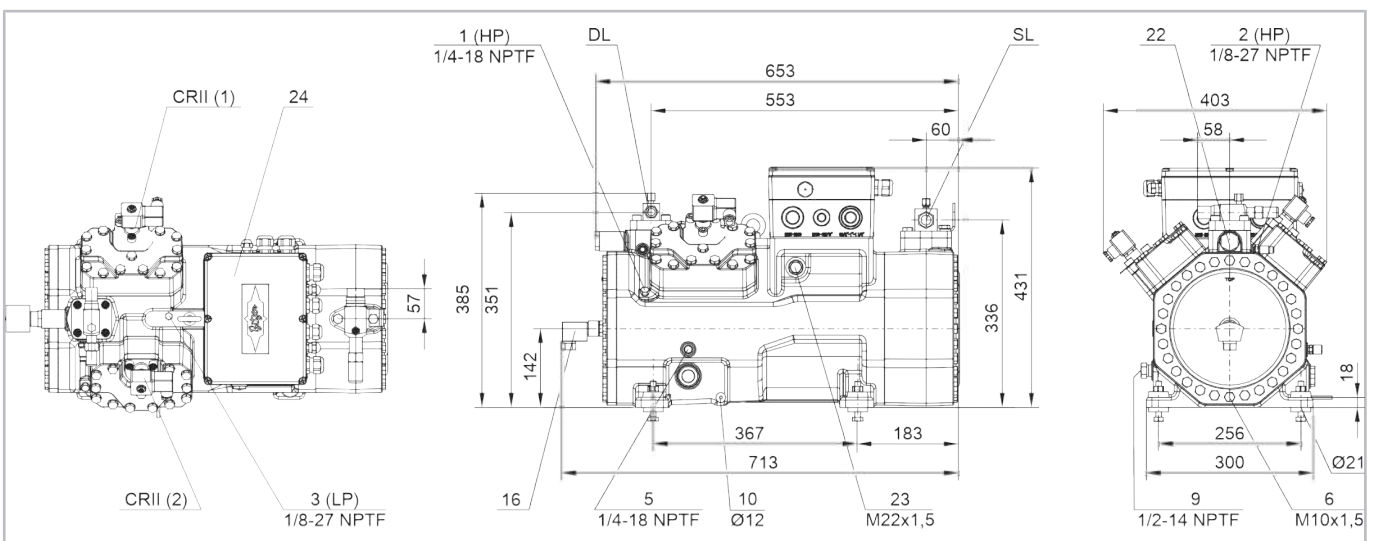


Fig. 14: Compressors 4FTEU-30LK .. 4CTEU-30LK with 2 CRII capacity regulators and compressor module CM-RC-01.

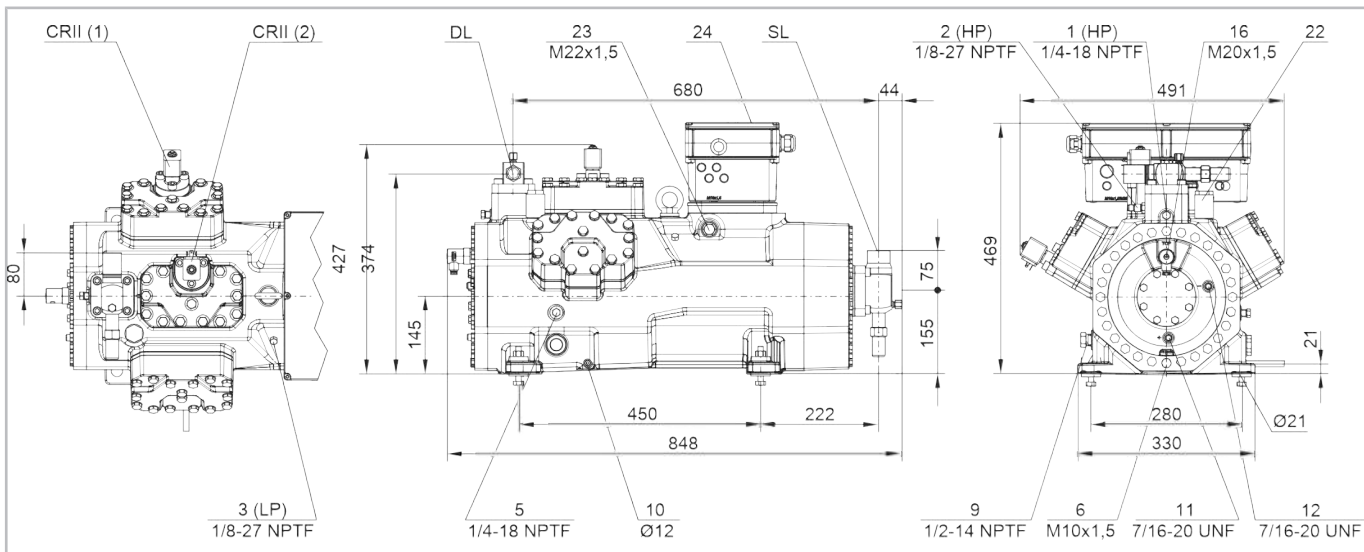


Fig. 15: Compressors 6FTEU-35LK .. 6CTEU-50LK with 2 CR11 capacity regulators and compressor module CM-RC-01.

Connection positions	
1	High pressure connection (HP) Connection for high pressure switch (HP)
1a	Connection for high pressure transmitter (HP)
2	Connection for discharge gas temperature sensor (HP)
3	Low pressure connection (LP) Connection for low pressure switch (LP)
3a	Connection for low pressure transmitter (LP)
5	Oil fill plug
6	Oil drain
8	Oil return (from oil separator)
9	Connection for oil and gas equalisation (parallel operation)
10	Connection for oil heater
11	Oil pressure connection +
12	Oil pressure connection -
16	Connection for oil monitoring (oil level or oil differential pressure)
22	Pressure relief valve to the atmosphere (discharge gas side)
23	Pressure relief valve to the atmosphere (suction side)
24	Compressor module
26	Sight glass
SL	Suction gas line
DL	Discharge gas line

Dimensions may have tolerances according to EN ISO 13920-B.

5.2 Compressors for HC, HFC, HFO

The capacity regulators protrude approximately 9 cm from the surface of the cylinder head. The arrangement can be seen in the following illustrations.

If a cylinder bank is equipped with start unloading, it is no longer available for capacity control. A 4-cylinder compressor can therefore be equipped with either 2 capacity regulators or start unloading and 1 capacity regulator. In 6-cylinder compressors, the third cylinder bank can have an additional capacity regulator.



Fig. 16: Example of a 4-cylinder compressor for HFC, HFO: Fully equipped compressor 4NES with 2 CR11 capacity regulators and compressor module CM-RC-02.



Fig. 17: Example of a 4-cylinder compressor for hydrocarbons: Compressor 4NESP with 2 CR11 capacity regulators and compressor module CM-RC-02.



Fig. 18: Example of a 6-cylinder compressor for HFC, HFO: Compressor 6JE with 2 CR11 capacity regulators and compressor module CM-RC-02.

Maximum equipment of the cylinder banks

Compressors	Equipment of the cylinder banks with capacity regulators
2-cylinder compressors 2EES(P) .. CES(P)	max. 1 cylinder head
4-cylinder compressors 4FES(P) .. 4FE(P)	max. 2 cylinder heads
6-cylinder compressors 6JE(P) .. 6FE(P)	max. 3 cylinder heads
8-cylinder compressors 8GE(P) .. 8FE(P)	max. 2 cylinder heads
4-cylinder tandem compressors 44FES .. 44CES 44VES .. 44NES 44JE .. 44FE	max. 4 cylinder heads With a view to possible load sequence switching, both compressor parts should be equipped with the same number of capacity regulators.
6-cylinder tandem compressors 66JE .. 66FE	max. 6 cylinder heads With a view to possible load sequence switching, both compressor parts should be equipped with the same number of capacity regulators.
Compound systems with a larger number of compressors	for control accuracy etc. see <ul style="list-style-type: none"> • <i>KT-600</i>: Parallel compounding of BITZER reciprocating compressors

Tab. 6: Maximum equipment of the cylinder banks for compressors for HC, HFC, HFO

Positions and dimensions

The following illustration shows the positions of the capacity regulators on compressors 2EES(P) .. 8FE(P) (analogous: 2EESH .. 6FEH) **without compressor module** (CM-RC-01 or CM-RC-02). The exact dimensions **with module** (but without capacity regulators) are available in the *BITZER Software* under the "Dimensions" tab for the respective compressor.

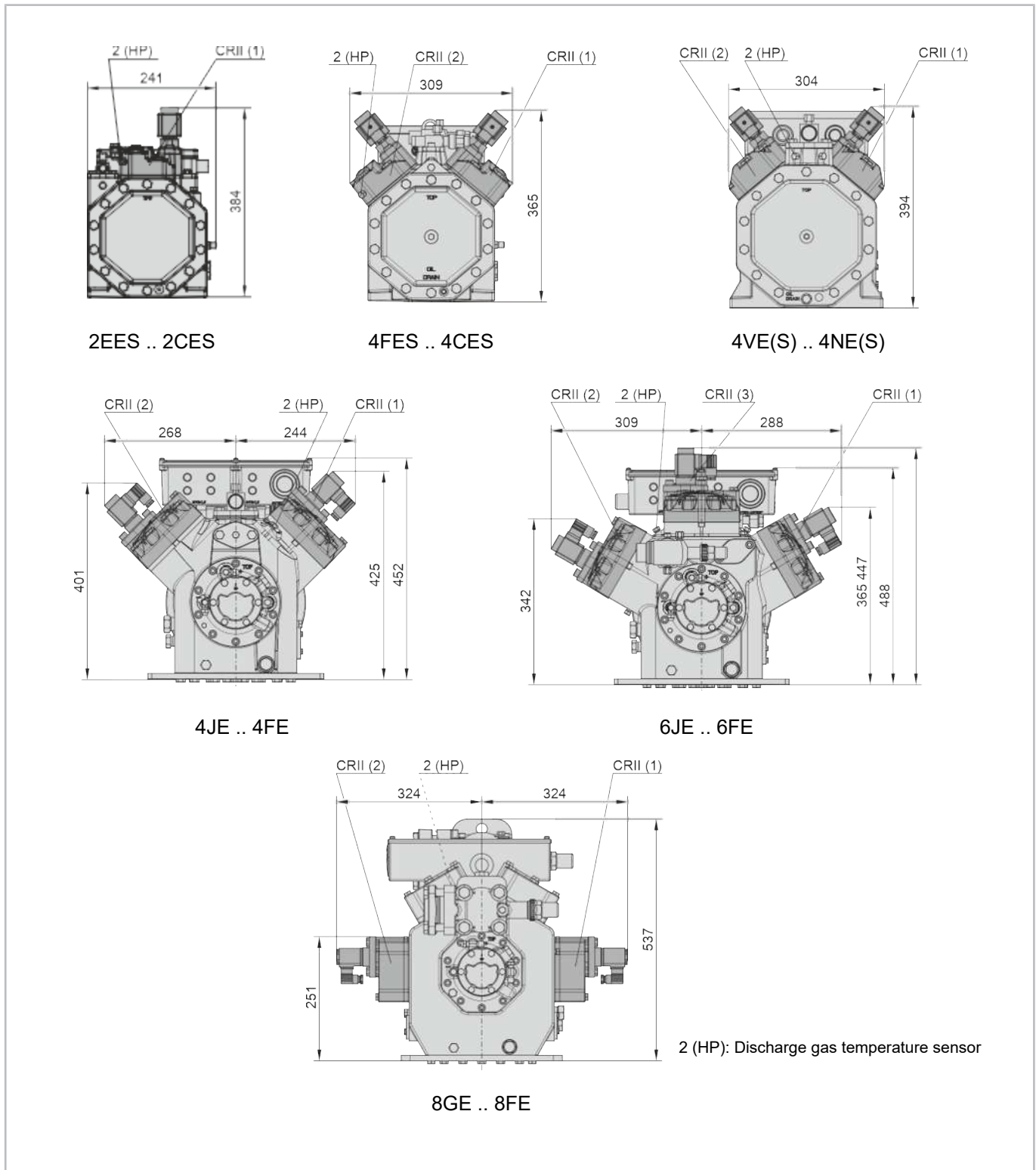


Fig. 19: Semi-hermetic 2-, 4-, 6- and 8-cylinder compressors with full CR11 equipment (without compressor module)

Special models 4Z-5.2 .. 4N-20.2

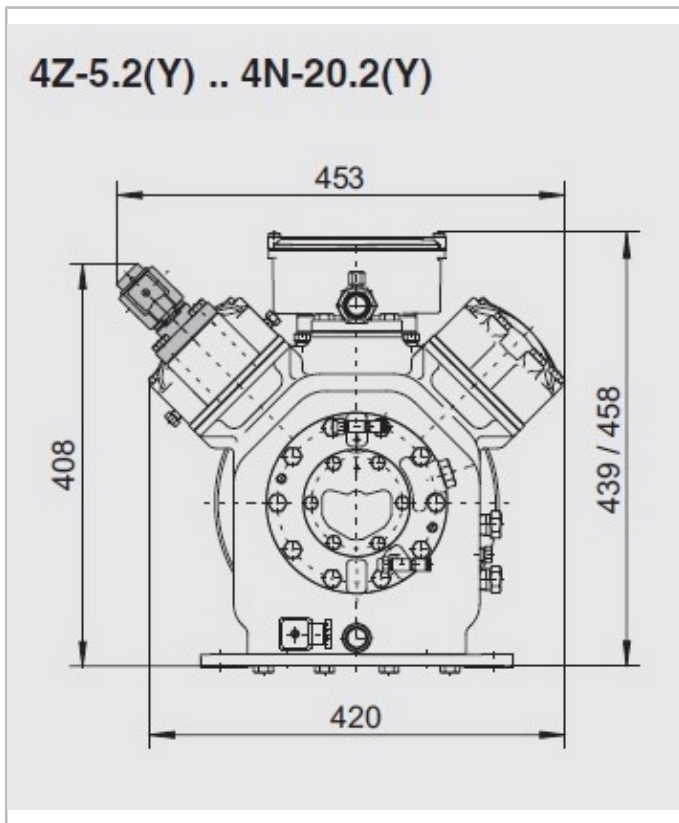


Fig. 20: Semi-hermetic reciprocating compressors 4Z-5.2 .. 4N-20.2 with CR capacity regulator

Open drive reciprocating compressors

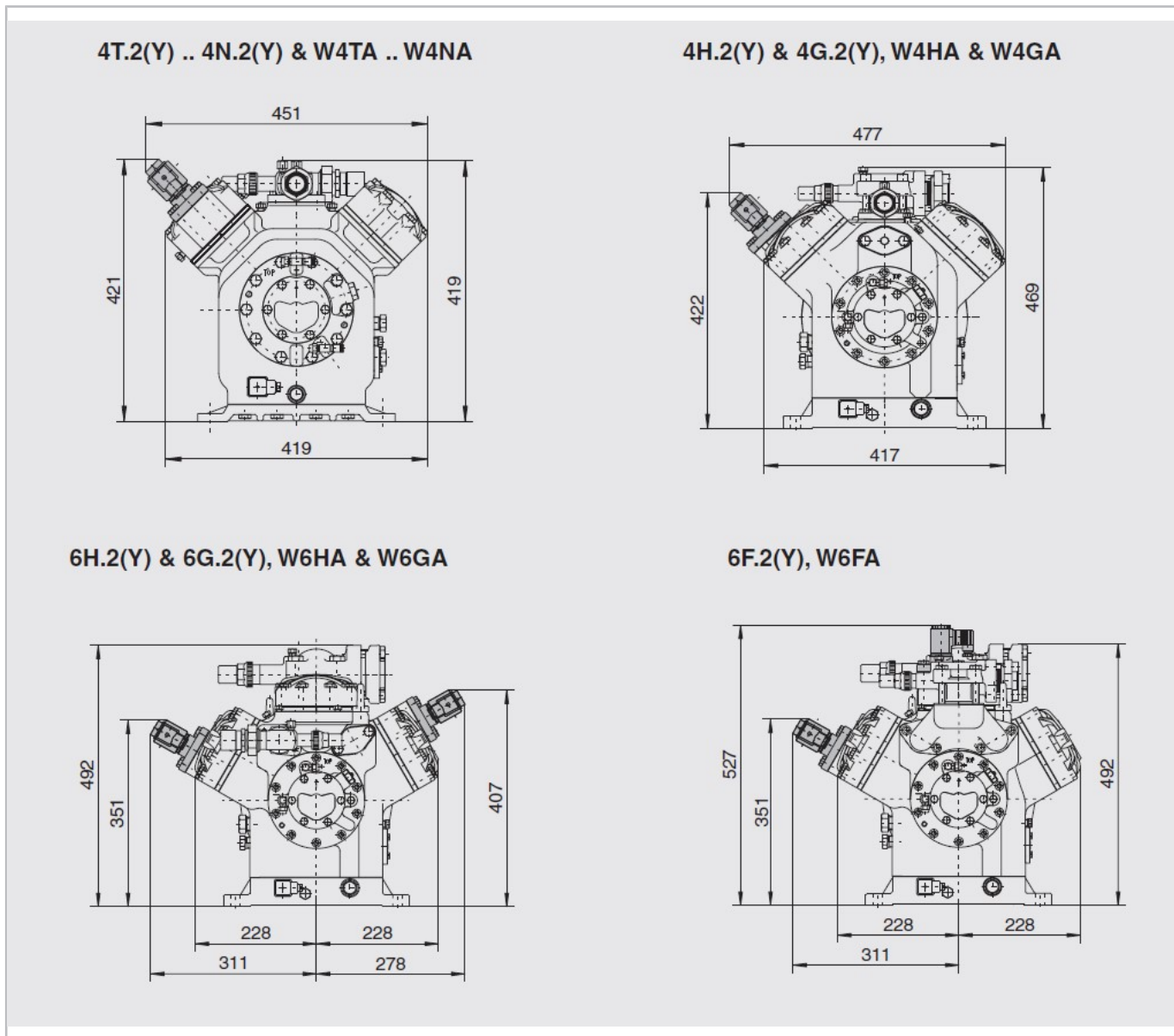


Fig. 21: Open drive reciprocating compressors 4T.2 .. 6F.2 and W4TA .. W6FA with CR capacity regulators.

Compressors	Position
4Z-5.2 .. 4N-20.2 4T.2 .. 4N.2 W4TA .. W4NA	cylinder bank opposite the sight glass
4H.2, 4G.2 W4HA, W4GA	both cylinder banks are possible
6H.2, 6G.2 W6HA, W6GA	outer cylinder banks
6F.2 W6FA	upper cylinder bank and cylinder bank opposite the sight glass

Tab. 7: Positions of the CR capacity regulators

6 Control concepts and activation of the solenoid valves

Control range

To cover the extended control range, a CR11 unit is mounted on each cylinder bank (see figures below) and the system controller is programmed accordingly. This achieves higher efficiency and control accuracy of the system, especially at low loads.

Capacity control down to 10% (5% for tandem compressors) is generally only possible with an IQ MODULE (CM-RC-01 or CM-RC-02), as this is the only way to achieve the necessary high cycling rate.

Activation of the solenoid valves

Specially designed solenoid valves control the capacity regulators. They are marked "CR" or "CR11" and are designed for high cycling rates.

- With a view to achieving ideal part load efficiency and a long service life, only one of the two valves should be intermittently activated in 4-cylinder compressors in the 100% .. 50% capacity range. At load conditions < 50%, one valve is activated permanently, the second valve intermittently.
- This applies similarly to 6-cylinder compressors in the ranges 100% .. 66% and 66% .. 33% and to 8-cylinder compressors for HC, HFC and HFO in the range 100 .. 50%. (Virtually stepless capacity control is not possible with 8-cylinder compressors for R744.)

This method significantly reduces the number of switching intervals for each valve and results in a particularly long service life. To ensure that the valves switch at regular intervals, a regular (automatic) sequence change can also be implemented.

Average factors for power consumption

The resulting power consumption when using capacity control is listed in the *BITZER SOFTWARE* after the capacity level has been selected.

6.1 Compressors for R744 (CO₂)

Control concepts

Compressors	Number of cylinder heads with capacity control	Capacity control range
2-cylinder compressors 2MTE .. 2KTE	1	virtually stepless: 100% .. 25%
4-cylinder compressors 4PTE(M)(U) .. 4KTE(M)(U) 4JTE(M)(U) .. 4CTE(M)(U)	2	virtually stepless: 100% .. 10%
	1	stepped: 100% .. 50%
6-cylinder compressors 6FTE(M)(U) .. 6CTE(M)(U)	2	stepped: 100% .. 66% .. 33%
8-cylinder compressors 8FTE .. 8CTE (Until 2025 the only variant here was 4 capacity regulators, 2 of which were for start unloading. From 2026 onwards, selectable as shown here.)	4	stepped: 100% .. 75% .. 50% (< 50% only start unloading)
	2	stepped: 100 .. 50%
	1	stepped: 100 .. 75%

Tab. 8: Control concepts for compressors for R744 (CO₂).
Virtually stepless capacity control: intermittently energised
Stepped capacity control: continuously energised

Activation of the solenoid valves

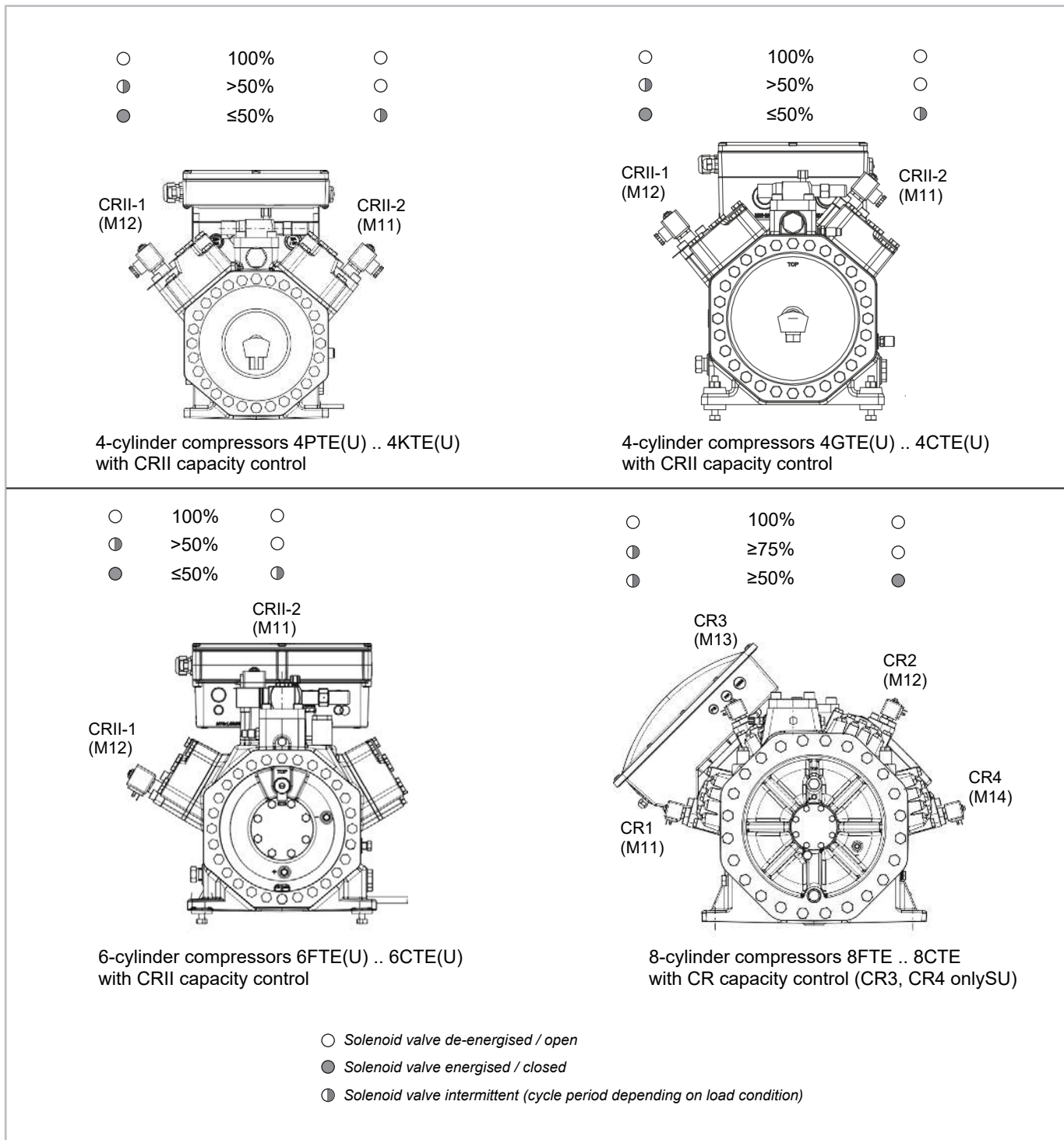


Fig. 22: Activation of the CR resp. CRII solenoid valves in compressors for R744 (CO₂), fully equipped with capacity regulators. In 8-cylinder compressors, the compressor module (CM-RC-01 or CM-RC-02) automatically controls the capacity regulators and ensures, for example, that each one is activated equally often on a rotating basis.

6.2 Semi-hermetic compressors for HC, HFC, HFO

Control concepts

Compressors	Number of cylinder heads with capacity control	Capacity control range
2-cylinder compressors 2EES(P) .. CES(P)	1	virtually stepless: 100% .. 25%
4-cylinder compressors 4FES(P) .. 4FE(P)	2	virtually stepless: 100% .. 10%
	1	stepped: 100% .. 50%
6-cylinder compressors 6JE(P) .. 6FE(P)	3	virtually stepless: 100% .. 10%
	2	stepped: 100% .. 66% .. 33%
8-cylinder compressors 8GE(P) .. 8FE(P)	2	virtually stepless: 100% .. 50%
	2	stepped: 100% .. 75% .. 50%
4-cylinder tandem compressors 44FES .. 44CES 44VES .. 44NES 44JE .. 44FE	4	virtually stepless: 100% .. 5%
	2	stepped: 100% .. 75% .. 50% .. 25%
6-cylinder tandem compressors 66JE .. 66FE	6	virtually stepless: 100% .. 5%
	4	stepped: 100 .. 83 .. 66 .. 50 .. 33 .. 17%

Tab. 9: Control concepts for compressors for HC, HFC, HFO

Virtually stepless capacity control: intermittently energised

Stepped capacity control: continuously energised

Activation of the solenoid valves

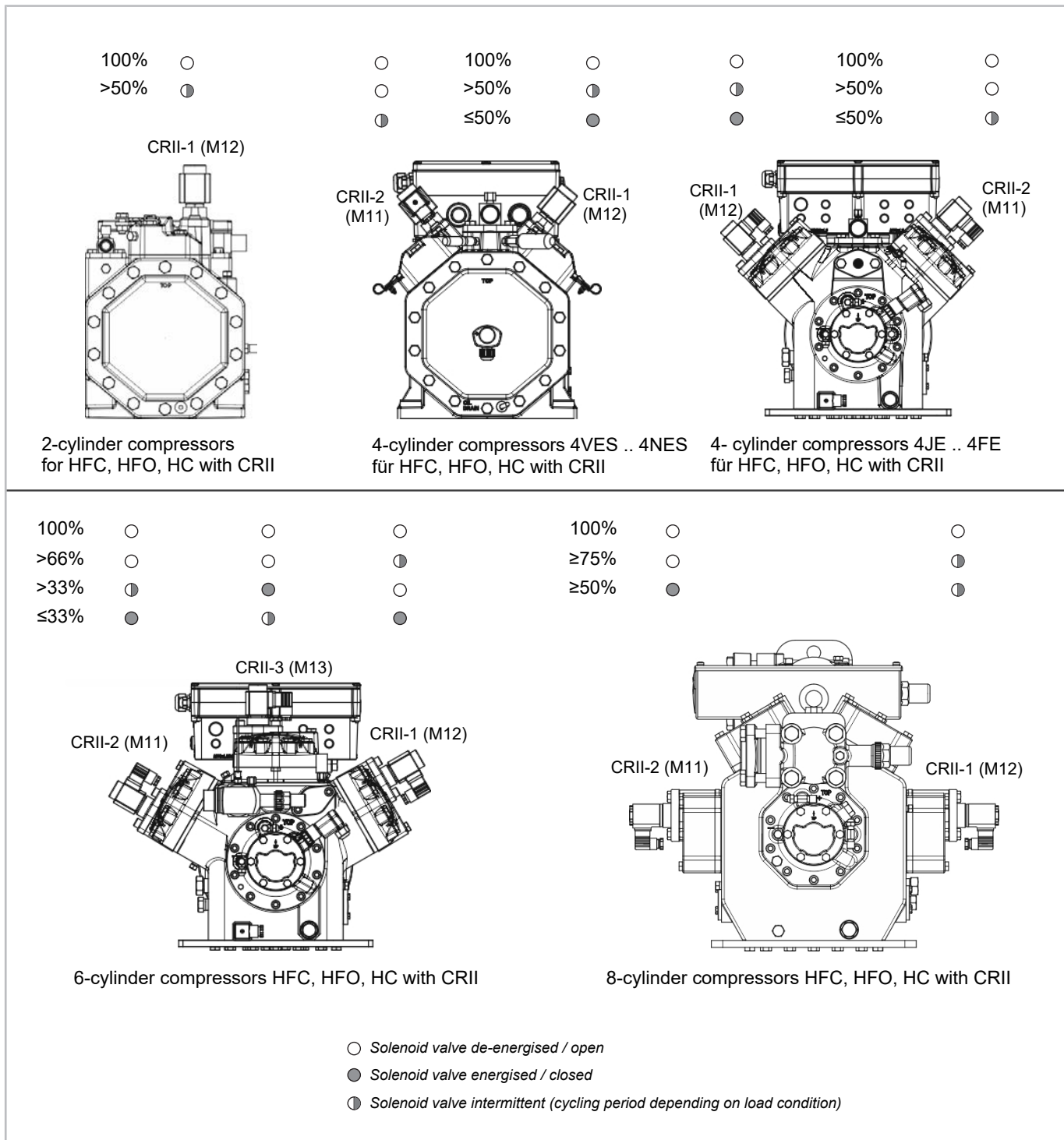


Fig. 23: Activation of the CRII solenoid valves in compressors for HC, HFC, HFO, fully equipped with capacity regulators. In 8-cylinder compressors, the compressor module (CM-RC-01 or CM-RC-02) automatically controls the capacity regulators and ensures, for example, that each capacity regulator is activated equally often on a rotating basis.

7 Retrofitting capacity regulators



NOTICE

For capacity control in combination with the CM-RC-02 compressor module, extension board A (CM-IO-A) or B (CM-IO-B) is always required.

- On CM-RC-02 with extension board **CM-IO-A**, **max. 2 capacity regulators** can be connected (3 peripheral devices in total).
- With extension board **CM-IO-B**, **max. 4 capacity regulators** can be connected (6 peripheral devices in total).
- **Without extension board**, the capacity regulators must be controlled by an external controller – in this case, however, only stepped capacity control via blocked suction (CR) is possible, not intermittent activation of the capacity regulators (CRII).

Ordering a compressor with capacity control but without an extension board therefore only makes sense if

- only stepped capacity control by means of an external controller is planned, or if
- virtually stepless capacity control CRII is to be made possible by means of a retrofitted extension board.

Compressors for R744 (CO₂) transcritical: 4PTE .. 8CTE

- Compressor was ordered ex works **with capacity control**: Retrofitting is possible (*see chapter Retrofitting cylinder heads for capacity control, page 70*).
- Compressor was ordered **without capacity control**: Retrofitting is possible **only for compressors 4PTE .. 4KTE** beginning with serial number 1604607245 (*see chapter Retrofitting cylinder heads for capacity control, page 70*).

Semi-hermetic compressors for HC, HFC, HFO: 2EES(P) .. 8FE(P) and respective tandems

- Compressor with module **CM-RC-02**: Retrofitting capacity regulators (cylinder heads and solenoid valves) is possible (*see chapter Retrofitting cylinder heads for capacity control, page 70*).
- Compressor with module **CM-RC-01**: Cylinder heads for capacity control must be pre-mounted on the compressor. Solenoid valves are available as add-on kits "capacity control". Mounting: *see chapter Retrofitting CRII solenoid valves with CM-RC-01, page 72*
- Compressor **without compressor module**:
 - Retrofitting capacity regulators (cylinder heads and solenoid valves) is possible (*see chapter Retrofitting cylinder heads for capacity control, page 70*).
 - For many compressors, an ENERGY KIT can be ordered as an alternative, consisting of CM-RC-02, extension board CM-IO-B, discharge gas temperature sensor, pressure transmitter and (depending on compressor) 2 or 3 CRII capacity regulators: *see chapter Retrofitting CM-RC-02 incl. CRII cylinder heads (ENERGY KIT), page 69*

Open drive reciprocating compressors

See *ePARTS Software*

ATEX compressors: 2EESP.X3 .. 8FEP.X3, 2EESP.X2 .. 8FEP.X2, 2EES(P).EX .. 8FE(P).EX

See the respective operating instructions:

- *KB-108*: Operating instructions Semi-hermetic reciprocating compressor ECOLINE and ECOLINE PRO in special explosion-proof design .X2, .X3

- *KB-109*: Operating instructions Semi-hermetic reciprocating compressors ECOLINE and ECOLINE PRO in special explosion-proof design .EX

7.1 Retrofitting CM-RC-02 incl. CR11 cylinder heads (ENERGY KIT)

The ENERGY KIT is available for the following compressors:

- 4FES(P) .. 4CES(P)
- 4VES(P) .. 4NES(P)
- 4VE .. 4NE
- 4JE(P) .. 4FE(P)
- 6JE(P) .. 6FE(P)

Retrofitting a CM-RC-02 compressor module including CR11 capacity regulators (cylinder heads incl. solenoid valves) is possible with the ENERGY KIT. This includes CM-RC-02, extension board CM-IO-B, CR11 kit (cylinder heads, solenoid valve, cable), discharge gas temperature sensor, high and low pressure transmitter.

CR11 kit as part of the ENERGY KIT: Example for compressors 4VES .. 4NES

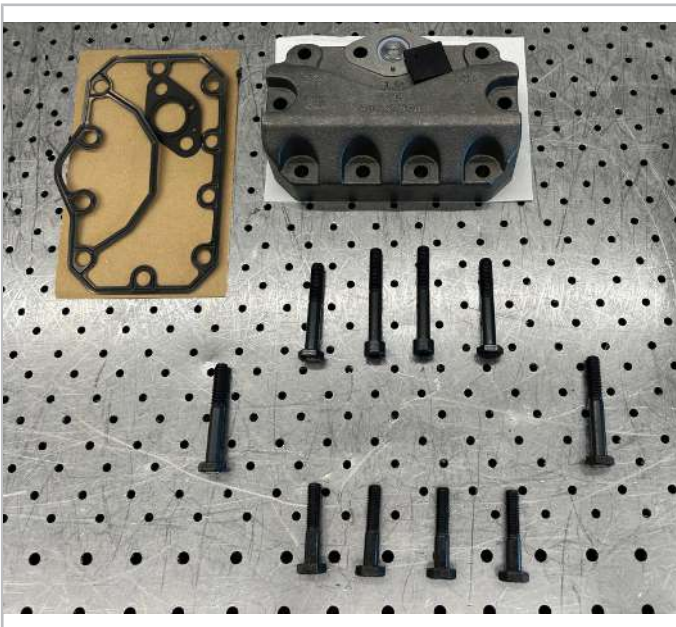


Fig. 24: CR11 cylinder head for compressors 4VES .. 4NES



Fig. 25: CR11 solenoid valve and solenoid coil for compressors 4VES .. 4NES

The retrofit is explained in the following video instructions:

- [KW-242](#): Retrofitting CM-RC-02 and configuration with the BEST SOFTWARE for compressors 4VES .. 4NES
- [KW-243](#): Retrofitting CM-RC-02 and configuration with the BEST SOFTWARE for compressors 4FES .. 4BES

7.2 Retrofitting cylinder heads for capacity control

Capacity control can be retrofitted as a complete kit on the cylinder banks provided for this purpose. The capacity control kits, including part numbers and mounting instructions, are listed in the [ePARTS Software](#) for the respective compressor.



Information

The installation of capacity control may necessitate additional cooling of the compressor! Observe the application limits ([see chapter Application limits for part load operation, page 75](#))!

The standard cylinder head must be replaced with a cylinder head for capacity control. It can only be retrofitted as a complete kit.



WARNING

The compressor is under pressure!
 Serious injuries are possible.
 Depressurise the compressor!
 Wear safety goggles!

- Remove the screws from the existing cylinder head.
- Remove the cylinder head and gasket. Check the sealing surface on the valve plate and clean if necessary.
- Fit new gasket and new cylinder head (for capacity control). Use new screws and tighten them crosswise.

For tightening torques see

- [AW-100](#): Tightening torques for screwed connections

**DANGER**

Incorrect installation can cause the cylinder head to burst!

Before commissioning the converted compressor, carry out a strength pressure test / tightness test.

- Test pressure: 1.1 times the maximum allowable pressure (see name plate)
- Check compressor for refrigerant tightness
- Install the solenoid valves (*see chapter Pre-mounted cylinder head: Mounting the solenoid valve, page 71*)

7.3 Pre-mounted cylinder head: Mounting the solenoid valve

If a compressor is ordered ex works with capacity control, it is equipped with the desired number of cylinder heads for capacity control and pressure tested at the factory. Depending on the compressor and equipment, the solenoid valves are either already mounted and wired or supplied as an accessory kit. If they are supplied as an accessory kit, they must be mounted and electrically connected after the compressor has been put in place.

**WARNING**

The compressor is under pressure!

Serious injuries are possible.

Depressurise the compressor!



Wear safety goggles!

For tightening torques see

- *AW-100*: Tightening torques for screwed connections

**NOTICE**

Compressor damage possible!

Only use suitable original solenoid coils!

- Remove the oval flange from the cylinder head for capacity control. Remove the old gasket and clean the sealing surface.
- Fit the new gasket, paying attention to the position of the guide pins.
- Fit the solenoid valve with new screws, tightening the screws alternately.
- Attach the gasket to the electric connector of the device.
- Screw the electric connectors of the device to the solenoid coils.
- Place the solenoid coil on the solenoid valve; it will snap into place.



Fig. 26: Example of a CR11 solenoid coil 230 V for R744 compressors



Fig. 27: Example of a CR11 solenoid coil and electric connector 24 V for R744 compressors

For installation including cabling with CM-RC-02:

- [KW-242](#): Retrofitting CM-RC-02 and configuration with the BEST SOFTWARE for compressors 4VES .. 4NES
 - [KW-243](#): Retrofitting CM-RC-02 and configuration with the BEST SOFTWARE for compressors 4FES .. 4BES
- (In both documents, see chapters "Add-on kits CM-IO-B" - "Solenoid valve and solenoid valve for capacity control".)

For installation on compressors for transcritical R744 (CO₂) applications:

- [KW-234](#): Semi-hermetic reciprocating compressors for transcritical R744 applications with CR11 system: Troubleshooting Guide

7.4 Retrofitting CR11 solenoid valves with CM-RC-01

For some compressors, add-on kits "capacity control" (CR11) are available with the compressor module CM-RC-01. However, these only contain the solenoid valves – the corresponding CR11 cylinder heads must already be **pre-mounted on the compressor**.

- [KW-231](#): Mounting the CM-RC-01 add-on kit 4JE .. 4FE, 6JE .. 6FE
- [KW-232](#): Mounting the CM-RC-01 add-on kit 4VES .. 4NES
- [KW-233](#): Mounting the CM-RC-01 add-on kit 4FES .. 4BES

8 Electrical connection of the capacity regulators

For electrical connection, control and monitoring of capacity control **with a compressor module** and BEST SOFTWARE, see the Technical information documents on the compressor modules:

- [KT-241](#): Technical Information Extension board CM-IO-A for CM-RC-02
- [KT-242](#): Technical Information Extension board CM-IO-B for CM-RC-02
- [KT-230](#): Technical information Compressor module CM-RC-01 for reciprocating compressors
- [KT-231](#): Technical Information Compressor module CM-RC-01 for 8FTE-100K .. 8CTE-140K and 8FTE-100Z .. 8CTE-140Z

For **retrofitting a CM-RC-02** or an ENERGY KIT:

- [KW-242](#): Retrofitting CM-RC-02 and configuration with the BEST SOFTWARE for compressors 4VES .. 4NES
- [KW-243](#): Retrofitting CM-RC-02 and configuration with the BEST SOFTWARE for compressors 4FES .. 4BES

Without use of a compressor module, see Operating instructions of the respective compressor:

- [KB-100](#): Operating Instructions Semi-hermetic reciprocating single stage compressors
- [KB-120](#): Operating Instructions Semi-hermetic reciprocating compressors for subcritical R744 applications
- [KB-130](#): Operating Instructions semi-hermetic reciprocating compressors for transcritical R744 applications

All **schematic wiring diagrams** for reciprocating compressors with the various options for capacity control are compiled in:

- [AT-300](#): Schematic wiring diagrams for BITZER products

9 Application limits for part load operation

When capacity control is used – i.e. in part load operation – the thermal load of the compressor increases due to

- reduced refrigerant mass flow,
- reduced motor cooling and
- electrical and mechanical losses.

This is why the application ranges for capacity controlled compressors are somewhat limited. If a compressor module is used, it monitors the relevant parameters such as motor temperature and thus the application limits.

The *BITZER Software* displays the application limits for residual capacities of, for example, 66%, 50%, 33% and 10% in diagram form. In addition, any operating point can be checked by query. The *BITZER Software* also provides average factors for power consumption at different residual capacities for the respective operating point.



Information

Observe the information on discharge gas and operating temperatures as well as lubrication conditions in the operating instructions!

Additional cooling in part load operation

In part load, additional cooling is often necessary in a specific range. Two variants are possible here:

- **Additional fan:** Additional fans are available as an option for many compressor models. The compressor can also be installed in the air flow of the condenser. To achieve a cooling effect equivalent to that of an additional fan, the air velocity must be at least 3 m/s.
- **Water cooled cylinder heads:** Water cooling is also available as an alternative for the older compressor models 4Z-5.2 .. 4N-20.2 and for all open compressors. This requires special cylinder heads with water connections. They are fitted as standard on the ammonia version of the open drive compressors (W/A series).

Details on both variants:

- *KT-140:* Additional cooling for BITZER reciprocating compressors

In the case of **air-cooled condensing units**, the fans of the condensing units can be equipped with speed controllers. The air flow must then be regulated in such a way that the compressor is sufficiently cooled at all times, too.

Capacity control combined with refrigerant injection (RI)

The RI system is an operating function of the CM-RC-02 compressor module with extension board. It injects liquid refrigerant as required, thereby ensuring the thermal application limits for low temperature applications. Details:

- *KT-242:* Technical Information Extension board CM-IO-B for CM-RC-02

10 System control for compressors with capacity control

Control device

The capacity regulators are usually activated depending on pressure, temperature or relative humidity. A multi-stage pressure, temperature or humidity regulator is recommended for high control accuracy. It must be adjusted in such a way that hunting operation is avoided.

i Information

A change in demand results in a relatively rapid change in suction pressure. However, due to the buffer effect of the evaporator, this only results in a relatively slow change in temperature.

Control difference for switching the compressor on and off

The control difference for switching the compressor on and off must be greater than that used to activate the capacity regulators. It is advisable to additionally limit the cycling rate of the compressor with a time relay.

Minimise deviations from the set point

CRII capacity regulators can be controlled at a significantly higher cycling rate than CR capacity regulators, allowing for more precise control of the entire system. This is particularly advantageous in systems with a parallel compressors. The permissible deviations from the setpoint (e.g. suction pressure or temperature) can be kept within a narrow range.

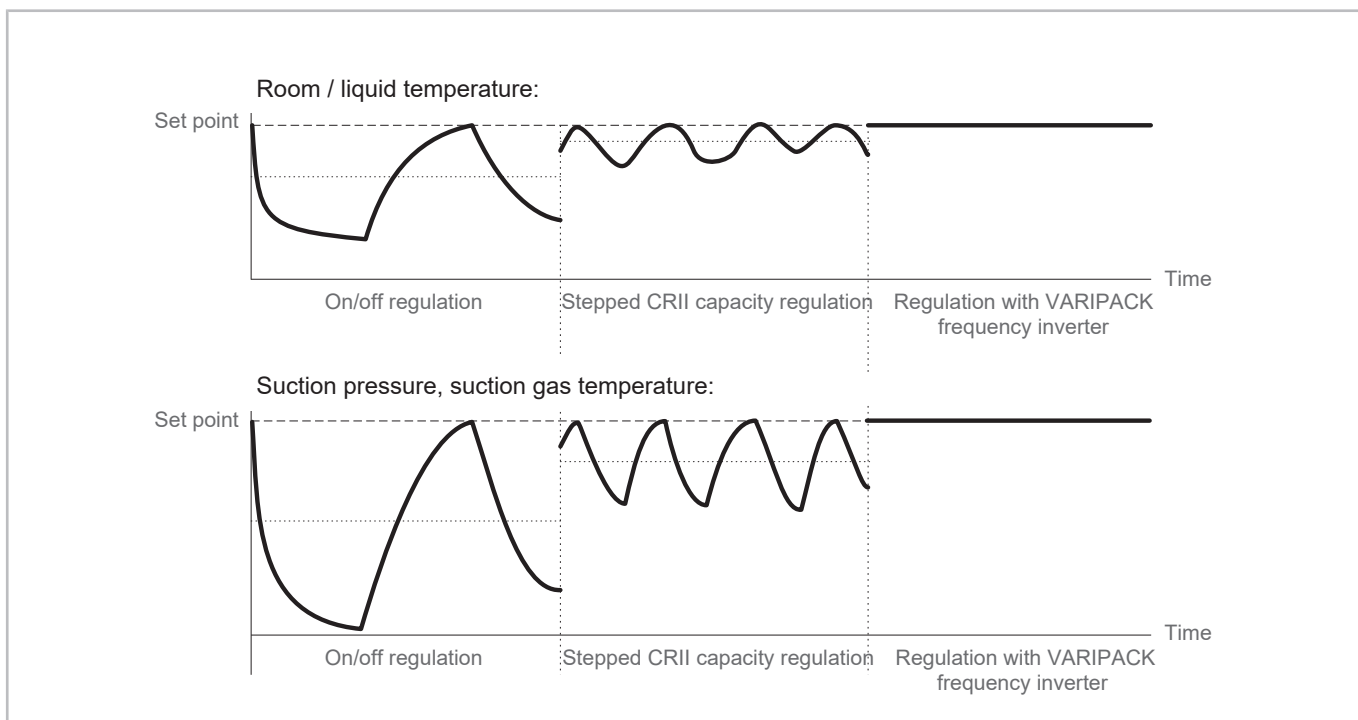


Fig. 28: CRII capacity control minimises deviations from the set point: qualitative curves of suction pressure and room temperature (various methods as a function of time).

Even relatively rapid or steep changes in operating parameters can be corrected by activating the capacity regulators, allowing the capacity to be closely adjusted to the cooling / heating demand of the system. Suction pressure fluctuations are thus kept to a minimum, and the room temperature is maintained at a more stable level.

Systems with only one compressor

Due to the large control range, strong suction pressure fluctuations may occur under certain circumstances. This applies in particular to systems with low refrigerant charge and/or electronic expansion valves. Capacity control below approx. 30% of the residual capacity must be checked very carefully in such systems.

Systems with multiple evaporators

A change in system demand results in a relatively rapid change in suction pressure. However, due to the buffer effect of the evaporator or the goods being cooled, the temperature changes only relatively slowly. The system controller must therefore be set to avoid hunting operation.

Protection against hunting operation

The capacity demand can be based directly on the cooling demand or suction pressure. The solenoid valves for capacity control should be open for at least 5 s and closed for at least 5 s. Beyond that, no fixed cycle times are required for the capacity regulators. Alternatively, the switching differential of the regulator for a capacity change can be set to a value that guarantees these minimum times.

This concept of variable response times, which deliberately avoids preset cycle times, counteracts long-term hunting operation of the system.

10.1 Control with compressor module CM-RC-02

The compressor module automatically activates the solenoid valves for capacity control and adjusts the compressor capacity virtually steplessly in line with the set point of the superior system controller. From firmware version 2.2.36.0 onwards, the CM-RC-02 can alternatively address a VARIPACK frequency inverter – depending on the compressor, even the combination CR + FI is possible.

The superior system controller transmits the capacity requirement either via Modbus to CN1 or as an analogue signal to CN23. Analogue signals with set point characteristics MIN .. MAX or 0 .. MAX are possible. A simple on/off signal can also be applied to CN23, which switches the capacity control on and off using an auxiliary relay. The minimum possible capacity depends on the compressor configuration (*see chapter Control concepts and activation of the solenoid valves, page 63*).

The CM-RC-02 can also be operated in "system control mode" with extension board CM-IO-B or CM-IO-C. This allows it to control simple systems with one compressor, e.g. a condensing unit.

- With extension board **CM-IO-B**, control based on evaporation temperature is possible.
- With extension board **CM-IO-C**, control based on cold room temperature is possible.

For details see:

- [*KT-241*](#): Technical Information Extension board CM-IO-A for CM-RC-02
- [*KT-242*](#): Technical Information Extension board CM-IO-B for CM-RC-02
- [*KT-243*](#): Technical Information Extension board CM-IO-C for CM-RC-02

10.2 Control with compressor module CM-RC-01

The compressor module automatically activates the solenoid valves for capacity control and adjusts compressor capacity virtually steplessly according to the set point of the superior system controller.

The superior system controller transmits the capacity requirement either via Modbus to CN14 or as an analogue signal to CN13. Analogue signals with setpoint characteristics MIN .. MAX or 0 .. MAX are possible. The minimum capacity depends on the compressor configuration (*see chapter Control concepts and activation of the solenoid valves, page 63*).

For details see:

- [*KT-230*](#): Technical information Compressor module CM-RC-01 for reciprocating compressors
- [*KT-231*](#): Technical Information Compressor module CM-RC-01 for 8FTE-100K .. 8CTE-140K and 8FTE-100Z .. 8CTE-140Z

10.3 Control with system controller (without CM-RC)

When operating the capacity control without a BITZER compressor module, the following must be observed.

System controller

The capacity regulators allow for a high cycling rate, and the regulator outputs must be dimensioned accordingly. Not all electromagnetic relays are designed for years of switching at the frequency required for fine-step control. The following regulator outputs for inductive loads with high switching frequency (CRII solenoid coils) are offered by regulator manufacturers:

- SSR (solid state relays): contactless semiconductor relay
- TRIAC
- Connect an external module downstream of the controller output if necessary.



NOTICE

Danger of refrigerant migration!

Disconnect the solenoid coils of all capacity regulators from the power supply during compressor shutdown!

An EMC interference suppressor should be connected in parallel with each solenoid coil, if necessary, in order to ensure the required service life at high cycling rates – see also:

- *AT-300*: Schematic wiring diagrams for BITZER products

If the control logic is taken over by the system controller, it is essential to observe the following time intervals:

- **Intermittent CR valve**: min. 5 s open, min. 5 s closed
- **All CR valves closed** / all cylinder banks de-energised (0% capacity): max. 2 min. Depending on operating conditions, the time span may be even more limited. After 2 min, either a cylinder bank should be reactivated, or the compressor should be switched off completely.

For maximum cycling rate and minimum running times, see the respective operating instructions for the compressor.

For switching times during motor start (star-delta start, part winding start), refer to the respective operating instructions and

- *AT-330*: Starting modes for BITZER compressors



Information

Some control algorithms for refrigeration systems are patented or patent pending. It is therefore advisable to consult with the controller manufacturer to protect yourself against unintentional infringement of existing property rights.

11 Integration into the refrigerant circuit

Dimensioning of pipes

Suction gas lines must be carefully dimensioned. Minimum gas velocities must be maintained even during part load operation to ensure **oil return**. The guideline values are 4 m/s in horizontal pipes and 8 m/s in vertical pipes. However, this must be checked individually for each system.

Pipe layout

To ensure constant oil return, **rising lines** on both the suction and the discharge gas side must often be divided into two separate sections. The pipes must then be routed in such a way that, at part load, one of the two pipes is closed off by a column of oil and the gas flows only through the other pipe. This pipe must be adequately dimensioned so that the minimum velocity required for oil return is reached.

In systems with **several evaporators** or evaporator sections that can be shut off by solenoid valves, the individual suction gas lines may only be combined in a common line after any existing rising pipe sections. In the case of widely branched pipe networks, an additional oil separator is recommended for medium and low temperature systems.

Evaporator and expansion valve

Sufficient **superheat** and stable operation must be ensured in both full and part load. Depending on evaporator design and capacity range, it may therefore be necessary to divide the system into several refrigerant circuits. Each circuit has its own expansion valve and solenoid valve and can be adapted to load conditions with the appropriate control.

Parallel compounding

- *KT-600*: Parallel compounding of BITZER reciprocating compressors