



THE HEART OF FRESHNESS

# OPERATING INSTRUCTIONS

BETRIEBSANLEITUNG  
INSTRUCTION DE SERVICE

KB-130-7

Semi-hermetic reciprocating compressors for transcritical CO <sub>2</sub> applications Translation of the original Operating Instructions English.....	2
Halbhermetische Hubkolbenverdichter für transkritische CO <sub>2</sub> -Anwendungen Originalbetriebsanleitung Deutsch .....	17
Compresseurs à piston hermétiques accessibles pour applications CO <sub>2</sub> transcritiques Traduction des instructions de service d'origine Français.....	32

- 2MTE .. 2KTE
- 4PTC .. 4KTC
- 4PTE .. 4KTE
- 4PTEU .. 4KTEU
- 4JTC .. 4CTC
- 4JTE .. 4CTE
- 4JTEU .. 4CTEU
- 6FTE .. 6CTE
- 6FTEU .. 6CTEU
- 4PTC-7.F3K .. 4MTC-10.F4K

Installer  
Monteur  
Monteur

**Table of contents**

<b>1 Introduction</b> .....	<b>3</b>
1.1 Also observe the following technical documents .....	3
<b>2 Safety</b> .....	<b>3</b>
2.1 Authorized staff.....	3
2.2 Residual risks .....	3
2.3 Safety references.....	3
2.3.1 General safety references.....	4
<b>3 Application ranges</b> .....	<b>4</b>
<b>4 Mounting</b> .....	<b>5</b>
4.1 Vibration dampers.....	5
4.2 Shut-off valves / connections.....	6
4.3 Connections and dimensional drawings .....	7
<b>5 Line start permanent magnet motor (LSPM)</b> .....	<b>10</b>
5.1 Overload protection for LSPM motors .....	11
<b>6 Commissioning</b> .....	<b>11</b>
6.1 Evacuation .....	11
6.2 Charging refrigerant.....	11
6.2.1 Single stage systems without intermediate pressure receiver .....	12
6.2.2 Single stage systems with intermediate pressure receiver .....	12
6.2.3 Medium temperature and low temperature booster systems.....	12
6.3 Compressor start.....	13
6.3.1 Checking the operating data .....	13
<b>7 Operation</b> .....	<b>14</b>
7.1 Operating temperatures and lubrication conditions .....	14
7.2 Regular checks .....	14
7.3 Measures to be taken in case of inadvertent CO <sub>2</sub> emission.....	15
<b>8 Pressure and saturated vapour temperature table for CO<sub>2</sub></b> .....	<b>15</b>

## 1 Introduction

The present document supplements the Operating Instructions KB-104 (ECOLINE and ECOLINE VARISPEED) and is limited to the special features of the compressor types

- 2MTE .. 6CTE
- 4PTC .. 4CTC
- 4PTEU .. 6CTEU
- 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K with integrated frequency inverter (FI)

for transcritical CO<sub>2</sub> applications.



### Information

The compressors 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU and 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K are exclusively intended for use in transcritical applications with CO<sub>2</sub> as the refrigerant.

They may be used, for example, in heat pumps, medium temperature systems, medium temperature stages of booster and cascade systems and for parallel compression.

These refrigeration compressors are intended for incorporation into refrigeration systems in accordance with the 2006/42/EC Machinery Directive. They may only be put into operation if they have been installed in the machines according to these Assembly/Operating Instructions and if the overall system complies with the applicable legal provisions (applied standards: see declaration of incorporation).

The compressors have been built in accordance with state-of-the-art methods and current regulations. Particular importance was placed on user safety.

These Operating Instructions and the enclosed Operating Instructions KB-104 must be kept available next to the refrigeration system during the whole service life of the compressor.

### 1.1 Also observe the following technical documents

- Operating Instructions KB-104 BITZER ECOLINE and ECOLINE VARISPEED.
- Technical Information KT-220 ECOLINE VARISPEED and OCTAGON CO<sub>2</sub> VARISPEED for the compressor types 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K with integrated frequency inverter.
- Technical Information KT-230 compressor module for BITZER reciprocating compressors.

## 2 Safety

### 2.1 Authorized staff

All work on CO<sub>2</sub> compressors and CO<sub>2</sub> refrigeration systems requires a specific training and expertise in handling CO<sub>2</sub> as a refrigerant and shall only be performed by qualified staff who have been trained and instructed accordingly. The qualification and expert knowledge of the personnel must correspond to the local regulations and guidelines.

### 2.2 Residual risks

The compressor may present unavoidable residual risks. That is why any person working on this device must carefully read these Operating Instructions!

The following regulations shall apply:

- relevant safety regulations and standards (e.g. EN 378, EN 60204 and EN 60335),
- generally accepted safety rules,
- EU directives,
- national regulations.

### 2.3 Safety references

are instructions intended to prevent hazards. Safety references 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.

### 2.3.1 General safety references



#### DANGER

Observe the high pressure levels of the refrigerant CO<sub>2</sub>①!  
At standstill the pressure in the system will rise and there is a risk of bursting!  
Install pressure relief valves on the compressor and on the aspiration and high-pressure sides in system sections that can be cut off from both sides.  
Requirements and design according to EN 378-2 and EN 13136.

①: Critical temperature 31.06°C corresponds to 73.84 bar, see chapter Pressure and saturated vapour temperature table for CO<sub>2</sub>, page 15.



#### DANGER

Liquid CO<sub>2</sub> evaporates quickly, cools down at the same time and forms dry ice!  
Danger of cold burns and frost bites!  
Avoid uncontrolled deflating of CO<sub>2</sub>!  
When filling the system with CO<sub>2</sub>, wear gloves and goggles!



#### Information

All transcritical BITZER CO<sub>2</sub> compressors are equipped with a pressure relief valve to the atmosphere on the high-pressure side and optionally on the low-pressure side too.  
However they do not replace the safety valves of the system (EN 12693)!  
Make sure that a free discharge to the atmosphere of the pressure relief valves is possible.  
Do not mount any pipes near the outlet of the pressure relief valve!

CO<sub>2</sub> systems show typically low fluid temperatures. Depending on the type and the construction of the system, the condenser and the liquid receiver, or only the liquid receiver and if necessary the heat exchanger shall be insulated to avoid air temperature at the surface to fall below the dew point temperature.

- During standstill of the system and if necessary, take other measures to limit the high pressure, such as:
  - Using a pressure compensation vessel.
  - For larger systems: mounting an additional cooling unit to limit the pressure by back condensation.

**Max. admissible pressure of the housing (as specified on the name plate):**

(from series No. 1680518739)

- Low-pressure side: 100 bar
- High-pressure side: 160 bar

#### Minimal opening pressure of the pressure relief valves to the atmosphere

- Low-pressure side: 90 bar
- High-pressure side: 148 bar

#### Maximum admissible pressures during operation

- See Application limits in brochures KP-130, KP-132 and KP-133.

For compressors with line start permanent magnet motors (LSPM)



#### WARNING

Strong magnetic field!  
Keep magnetic and magnetizable objects away from compressor!  
Persons with cardiac pacemakers, implanted heart defibrillators or metallic implants: maintain a clearance of at least 30 cm!



#### NOTICE

The PTC temperature sensor integrated in the stator as a standard protects the LSPM motor from overload when the temperature rises (e. g. in case of prolonged locked rotor conditions). It is recommended installing an additional overload protective device that reacts more quickly, since repeated locking conditions would damage the magnets.

## 3 Application ranges

Compressor types	2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K
Permitted refrigerant	R744 CO <sub>2</sub> of purity class N4.5 or comparable, or H <sub>2</sub> O < 5 ppm
Oil charge	BSE85K, BSG68K ①
Application limits	see brochures KP-130 or KP-132 or KP-133

Tab. 1: Application ranges of transcritical CO<sub>2</sub> compressors

①: BSG68K: optional oil charge and standard oil charge for applications with suction pressure > 40 bar and/or high pressure > 120 bar (e.g. heat pumps).

The CO<sub>2</sub> purity class can have a higher H<sub>2</sub>O level if the system is filled using a generously dimensioned filter drier. It is recommended changing the filter drier several times after commissioning.

Standard speed range for capacity control with frequency inverter:

- 2MTE .. 2KTE: authorised for 30 Hz to 75 Hz operation.
- 4PTC .. 4DTC, 4PTE .. 4DTE, 4PTEU .. 4DTEU: authorised for 25 Hz to 70 Hz operation.
- 4CTC, 4CTE, 4CTEU: authorised for 25 Hz to 65 Hz operation.
- 6FTE .. 6CTE, 6FTEU .. 6CTEU: authorised for 25 Hz to 70 Hz operation.
- 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K with integrated frequency inverter: authorised for 30 Hz to 87 Hz operation.

### Special applications

The use of the 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU and 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K compressors for systems with hot gas defrosting or heat dissipation to a cold water system and in low temperature applications requires individual consultation with BITZER.

The use of the 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU compressors with motor version 1 as parallel compressors is possible. However, with regard to the lubrication conditions, the gas suction superheat should not fall below a minimum value of 10 K. The partial load range or the switching to the operation with flash gas bypass is of particular importance for the evaluation of the lubrication conditions. If necessary, a heat exchanger should be used to minimise the refri-

gerant concentration in the oil. Consultation with BITZER is recommended.

The use of compressors with motor version 2 as parallel compressors requires individual consultation with BITZER.

### Filter drier

The solubility of water in gaseous CO<sub>2</sub> is much lower than in other refrigerants. This means that a relatively small amount of moisture can freeze out of the refrigerant and block or clog the regulation valves, particularly in low temperature applications. Therefore a generously sized filter drier and a sight glass with moisture indicator for CO<sub>2</sub> are necessary. Observe the maximum operating pressures of the filter driers! The application may possibly be limited to the liquid line after the intermediate pressure receiver or the suction side (for systems without intermediate pressure receiver).

## 4 Mounting

### 4.1 Vibration dampers

The compressor may be rigidly mounted if there is no danger of fatigue fractures in the pipeline system connected to it. Otherwise the compressor must be mounted on vibration dampers.

Mounting the suction gas and discharge gas lines:

- Mount compressor on the vibration dampers or rigidly. In this position (= operational position), connect the suction gas and discharge gas lines and make sure that they are stress-free. For a selection of the vibration dampers see table 2, page 5.

Compressor	Kit number, article number (4 pieces)	Hardness
2MTE .. 2KTE	370 005 02	60 Shore
4PTC .. 4KTC	370 005 02	60 Shore
4PTE .. 4KTE		
4PTEU .. 4KTEU		
4JTC .. 4CTC	370 005 03	55 Shore
4JTE .. 4CTE		
4JTEU .. 4CTEU		
6FTE .. 6CTE	370 005 03	55 Shore
6FTEU .. 6CTEU		
4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K	370 000 20	55 Shore

Tab. 2: Vibration dampers 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU and 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K

## 4.2 Shut-off valves / connections

High-pressure side	Shut-off valve article No.	Connection type	Inner diameter	Outer diameter	Characteristic value
Compressor			mm	mm	
2MTE .. 2KTE	361 367 18	Brazed/welded	19.15	25.4	76
	361 367 19	Compression fitting	18		126
	361 367 20	Brazed/welded	10	14	128
	361 367 21	Brazed/welded	16.1	22	127
	361 367 23	Brazed/welded	22.35	30	153
4PTC .. 4KTC	361 367 18	Brazed/welded	19.15	25.4	76
4PTE .. 4KTE	361 367 19	Compression fitting	18		126
4PTEU .. 4KTEU	361 367 20	Brazed/welded	10	14	128
	361 367 21	Brazed/welded	16.1	22	127
	361 367 23	Brazed/welded	22.35	30	153
	361 367 26	Brazed/welded (with 2 service connections)	19.15	25.4	160
4JTC .. 4CTC	361 367 18	Brazed/welded	19.15	25.4	76
4JTE .. 4CTE	361 367 19	Compression fitting	18		126
4JTEU .. 4CTEU	361 367 21	Brazed/welded	16.1	22	127
	361 367 23	Brazed/welded	22.35	30	153
6FTE .. 6CTE	361 367 24	Brazed/welded	28	35	152
6FTEU .. 6CTEU	361 367 27	Brazed/welded (with 2 service connections)	28	35	161

Tab. 3: Shut-off valves and connection sizes, high-pressure side

Low-pressure side	Shut-off valve article No.	Connection type	Inner diameter	Outer diameter	Characteristic value
Compressor			mm	mm	
2MTE .. 2KTE	361 315 50	Brazed/welded	22.35	30	28
4PTC .. 4KTC	361 315 50	Brazed/welded	22.35	30	150
4PTE .. 4KTE					
4PTEU .. 4KTEU					
4JTC .. 4CTC	361 315 54	Brazed/welded	28	35	153
4JTE .. 4CTE					
4JTEU .. 4CTEU					
6FTE .. 6CTE	361 367 25	Brazed/welded	35	42	152
6FTEU .. 6CTEU					

Tab. 4: Shut-off valves and connection sizes, low-pressure side

### 4.3 Connections and dimensional drawings

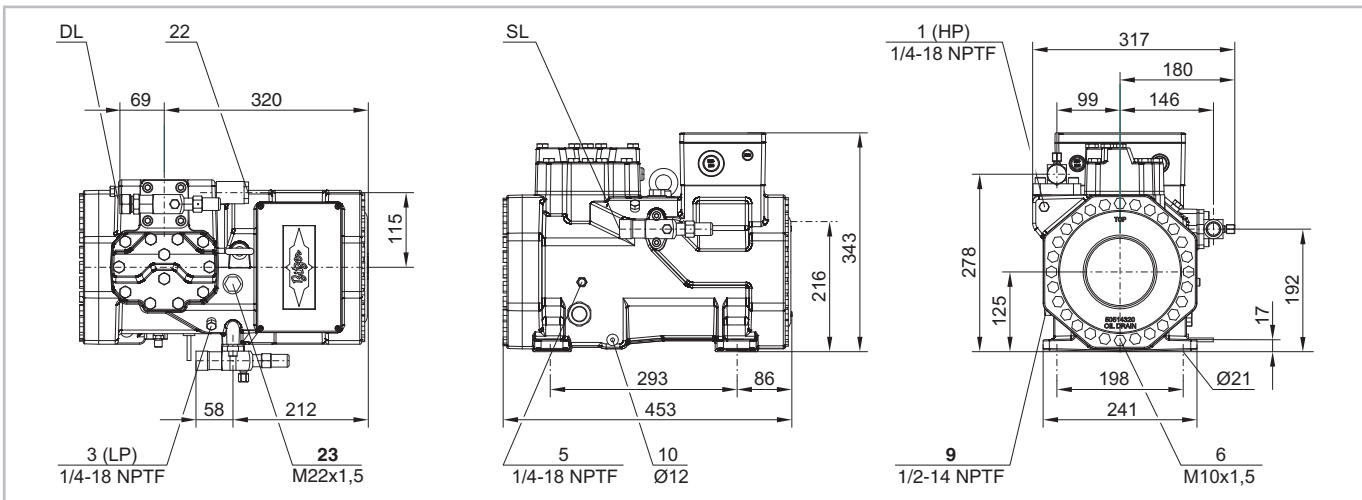


Fig. 1: Dimensional drawing 2MTE-4K .. 2KTE-7K

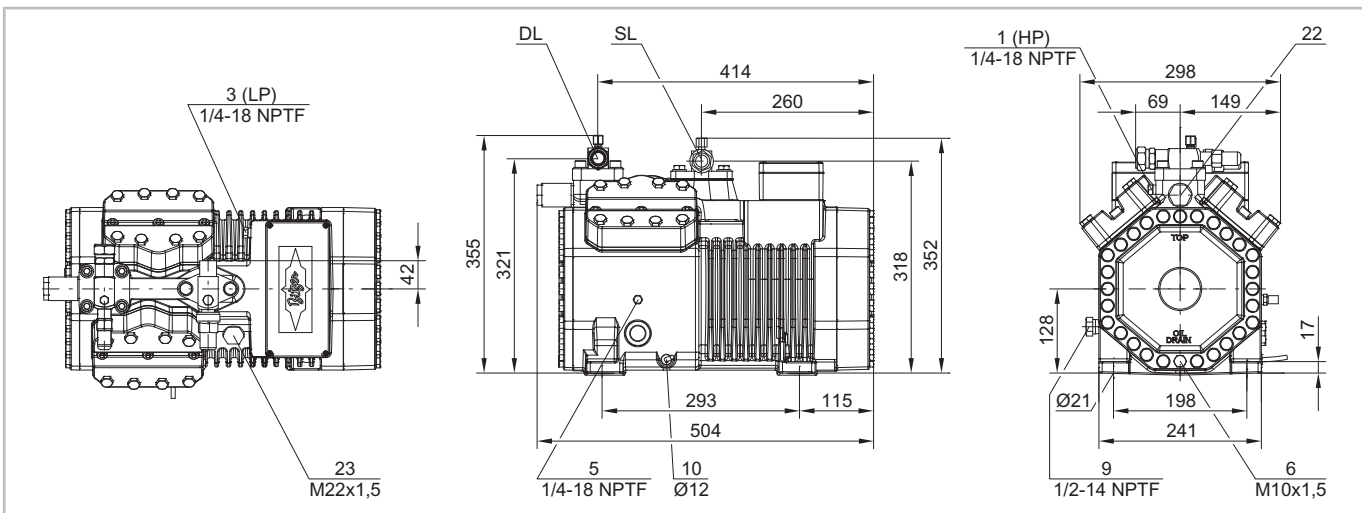


Fig. 2: Dimensional drawing 4PTC-6K .. 4KTC-10K

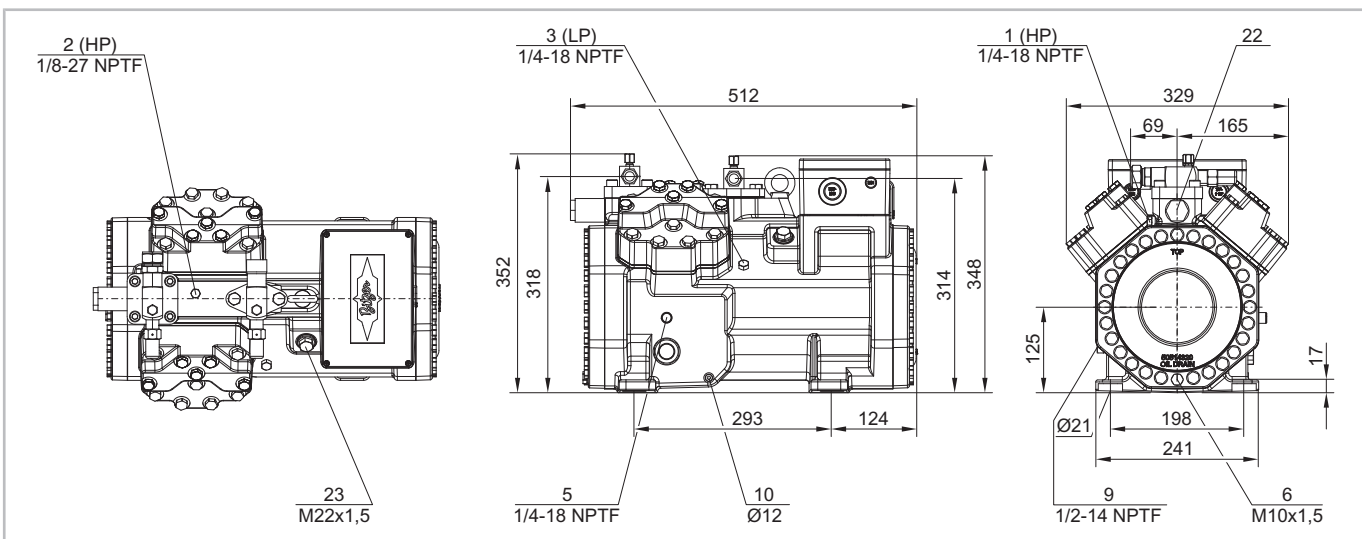


Fig. 3: Dimensional drawing 4PTE-6(L)K .. 4KTE-10(L)K

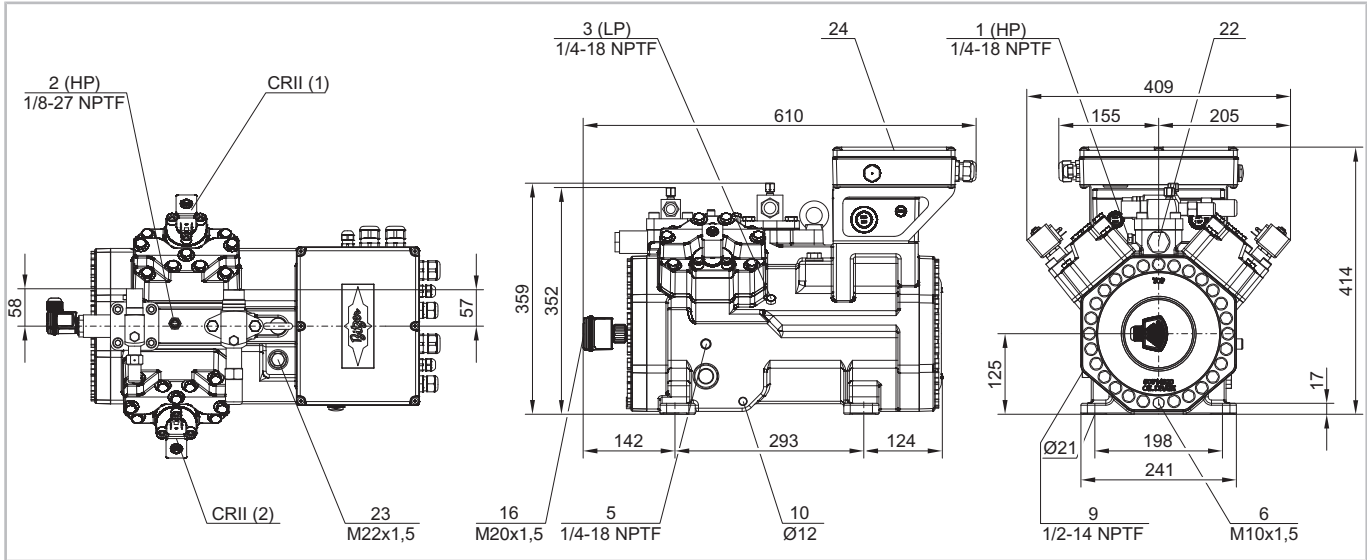


Fig. 4: Dimensional drawing 4PTEU-6LK .. 4KTEU-10LK (representation with optional IQ MODULE and CRII)

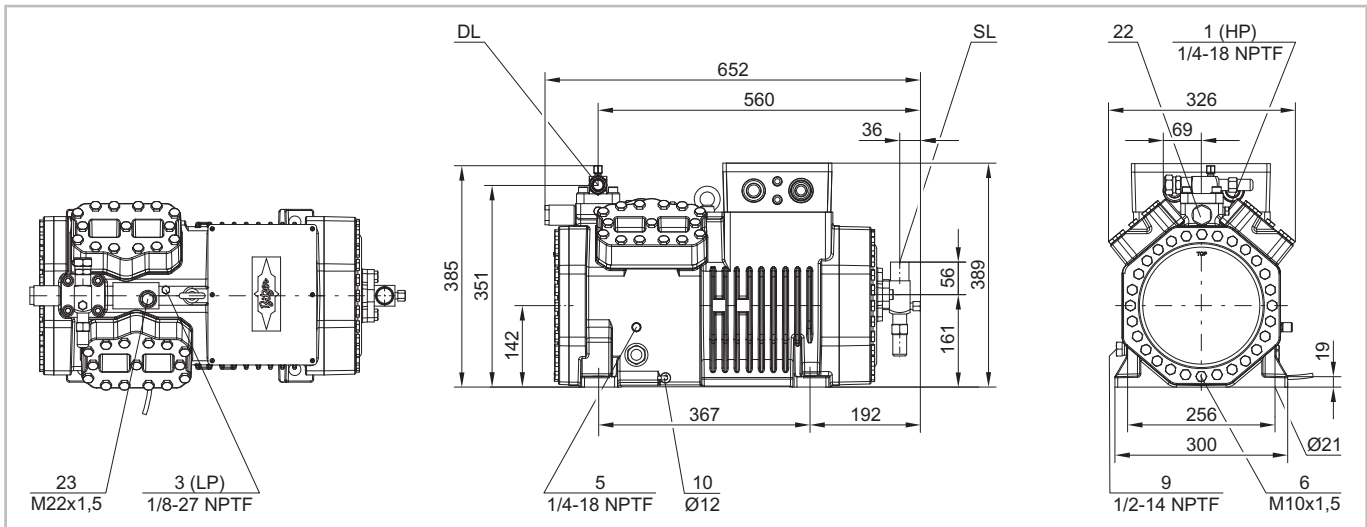


Fig. 5: Dimensional drawing 4JTC-10(L)K .. 4FTC-20(L)K

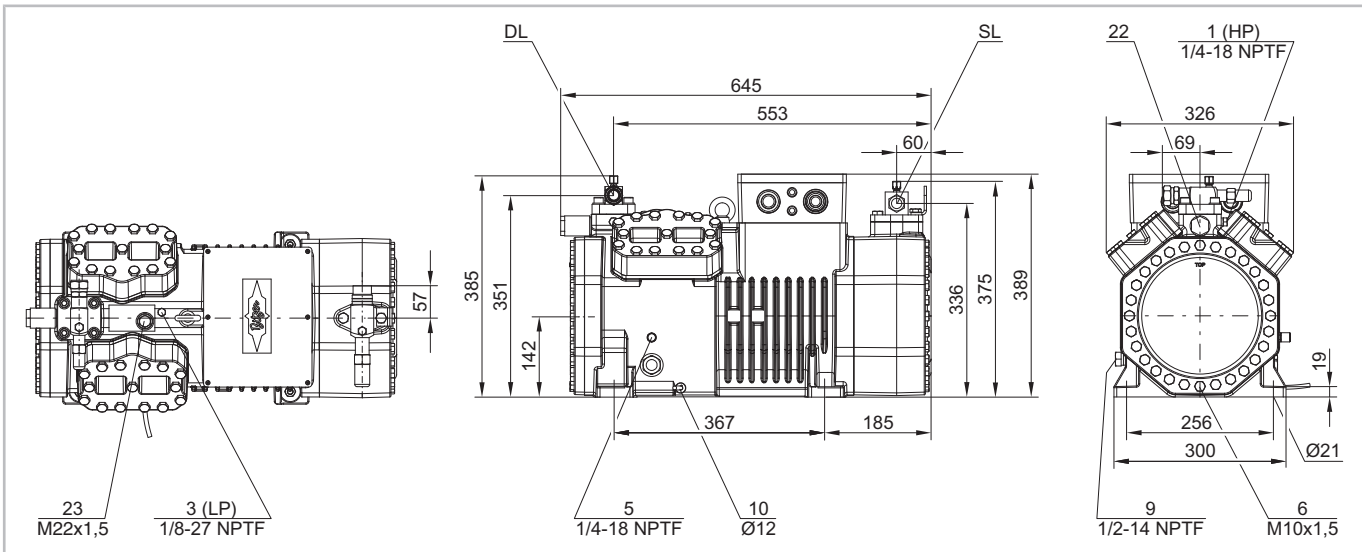


Fig. 6: Dimensional drawing 4FTC-30(L)K .. 4CTC-30(L)K

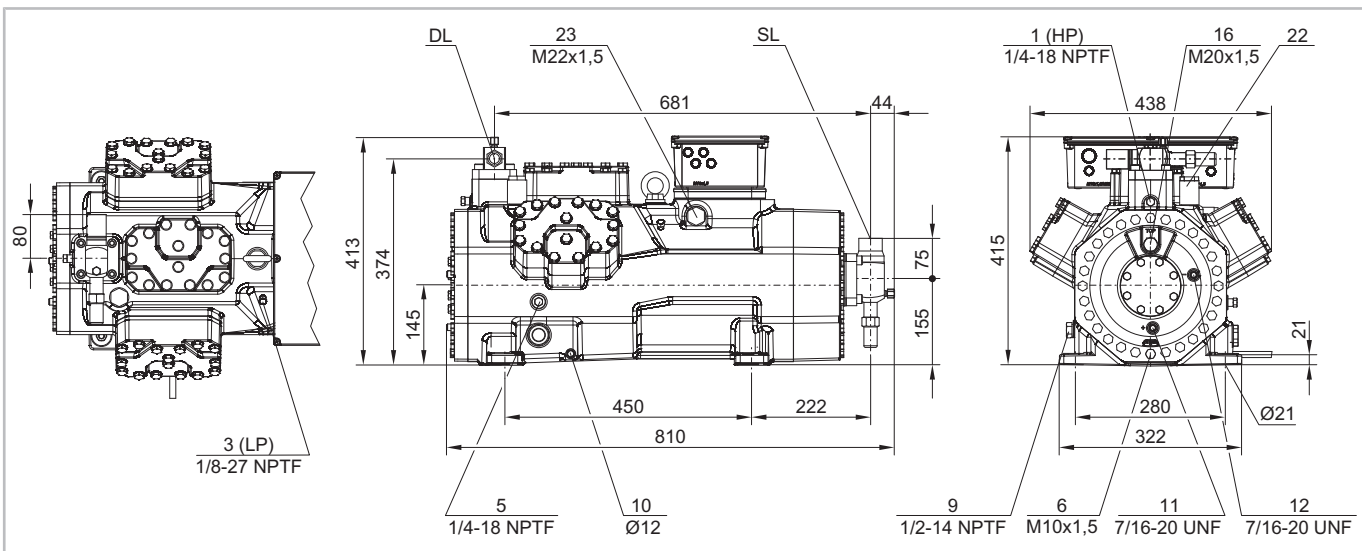


Fig. 7: Dimensional drawing 6FTE-35(L)K .. 6CTE-50(L)K

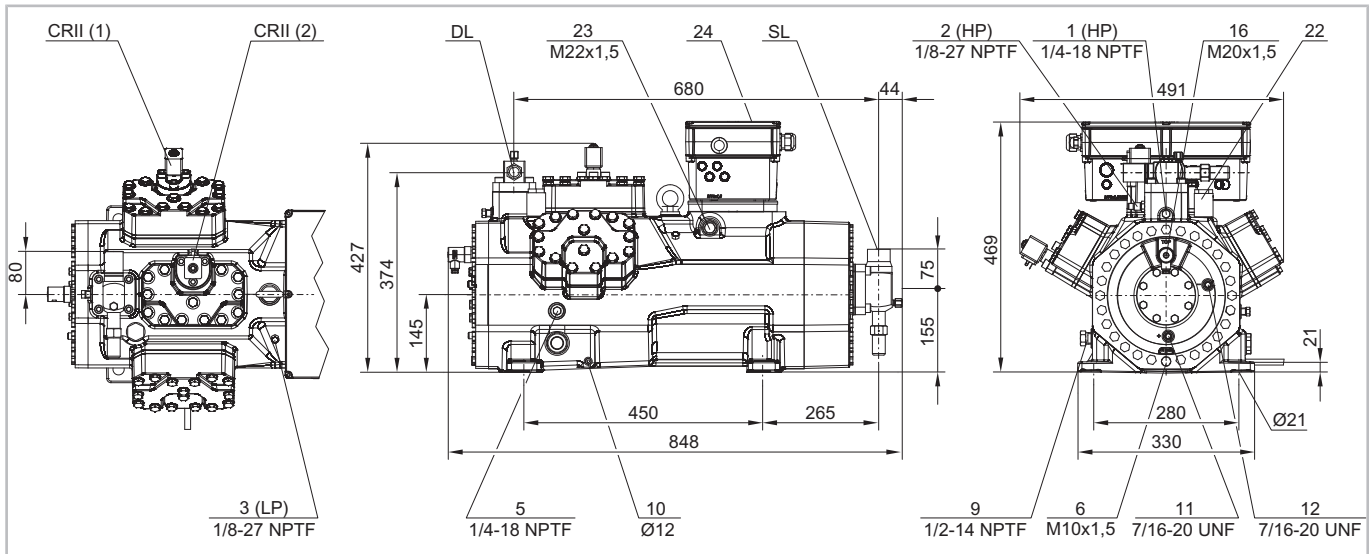


Fig. 8: Dimensional drawing 6FTEU-35LK .. 6CTEU-50LK (representation with optional IQ MODULE and CRII)

Connection positions	
1	High pressure connection (HP)
2	Connection for discharge gas temperature sensor (HP) (for 4VE(S)-6Y .. 4NE(S)-20(Y), connection for CIC sensor as an alternative)
3	Low-pressure connection (LP)
6	Oil drain
9	Connection for oil and gas equalisation (parallel operation)
10	Connection for oil heating
11	Oil pressure connection +
12	Oil pressure connection -
16	Connection for oil monitoring (opto-electronic oil monitoring device "OLC-K1" or differential oil pressure switch "Delta-PII")
22	Pressure relief valve to the atmosphere (pressure side)
23	Pressure relief valve to the atmosphere (suction side)
24	Compressor module
SL	Suction gas line
DL	Discharge gas line

Tab. 5: Connection positions

Dimensions (if specified) may have tolerances according to EN ISO 13920-B.

## 5 Line start permanent magnet motor (LSPM)

Compressors equipped with a line start permanent magnet motor (LSPM) can be identified by the letter "L" added to the type designation (e. g. 6CTEU-50LK or 4JTC-10LK). The built-in permanent magnets generate a non-negligible magnetic field which, however, is shielded by the compressor housing.



Fig. 9: Warning and prohibition signs on a compressor with permanent magnet motor

### Safety signs attached to the compressor

**WARNING**  
 Strong magnetic field!  
 Keep magnetic and magnetizable objects away from compressor!  
 Persons with cardiac pacemakers, implanted heart defibrillators or metallic implants: maintain a clearance of at least 30 cm!

### Work on a compressor with LSPM motor

Any work on the compressor may only be performed by persons that are not part of the specified group. Maintenance work beyond the work described in the present document and in the Operating Instructions KB-104 may only be performed after consultation with BITZER.



### WARNING

Induction, electric voltage!  
Never operate the motor with the terminal box open!

When the rotor rotates, electric voltage is induced in the terminal pins – even with the motor switched off.

### Permitted work on a compressor with LSPM motor

Work on the electric supply and screw fixings in the terminal box, oil change as well as inspection and replacement of pressure relief valves, cylinder banks and sight glass. No special tools are needed for this work. Before opening the compressor, thoroughly clean its environment. Pay special attention to loose metal particles! Do not open the motor cover!

### 5.1 Overload protection for LSPM motors

The PTC temperature sensor integrated in the stator as a standard protects the LSPM motor from overload when the temperature rises (e. g. in case of prolonged locked rotor conditions). It is recommended installing an additional overload protective device that reacts more quickly, since repeated locking conditions would damage the magnets. Be sure that it is properly sized to ensure quick protection against serious electrical faults below the trigger level of the compressor fuse. For example, an overload relay with adjustable time or thermal overload switch may be selected.

- Allowed current values and durations:
  - Starting: max. 0.5 s (1.25 x LRA)
  - Operation: max. 2 s (1.25 x max operating current)



### Information

Manual reset of compressor protection devices must not be changed to automatic reset by using external measures!

## 6 Commissioning



### Information

General information and requirements, see operating instructions KB-104.

Prior to putting the system into operation, check all safety and monitoring devices of the system and in the machine room for correct function.

The following information must also be available:

- Construction data.

- Maximal admissible pressures at standstill and during operation.
- Pipelines and instruments diagram.



### Information

Special care is required when commissioning CO<sub>2</sub> compressors for transcritical applications. Due to the high solubility of refrigerant in oil, the high pressure levels and strong pressure variations after the starting process, overload and lack of lubrication may occur.

It is therefore necessary to observe thoroughly the working behaviour and the operating conditions and to switch off the compressor(s) temporarily in case of abnormal conditions. Supervise the system during the whole commissioning process!

### 6.1 Evacuation

- Switch on the oil heater.



### Information

For applications with CO<sub>2</sub>, the "standing vacuum" should reach a value of 0.67 mbar (500 microns) before the commissioning. During the evacuation process, break the vacuum several times with dry nitrogen.

### 6.2 Charging refrigerant

The following chapter describes general requirements when filling with refrigerant and the commissioning of the compressors. Depending on the version and the control system of the plant (e.g. for systems with intermediate pressure receivers or booster), some adaptations may be necessary.



### DANGER

Liquid CO<sub>2</sub> evaporates quickly, cools down at the same time and forms dry ice!

Danger of cold burns and frost bites!



Avoid uncontrolled deflating of CO<sub>2</sub>!

When filling the system with CO<sub>2</sub>, wear gloves and goggles!

- When extracting CO<sub>2</sub> out of a bottle without ascending pipe, use a pressure reducer! In general, also after service work, always break the vacuum with gaseous CO<sub>2</sub>.
- For CO<sub>2</sub> bottles with ascending pipe, only extract high-pressure liquid! Do not use a pressure reducer! The membranes of the pressure reducers are not completely sealed against liquid penetration.

After filling the system with liquid, remove filling pipeline or filling hose and make sure that no liquid is enclosed in it any more!

### Permitted refrigerant

CO<sub>2</sub> of purity class N4.5 or comparable, or H<sub>2</sub>O < 5 ppm.

The CO<sub>2</sub> purity class can have a higher H<sub>2</sub>O level if the system is filled using a generously dimensioned filter drier. It is recommended to change the filter drier several times after commissioning.

Due to the high requirements regarding residual moisture, a filter drier is required when filling with CO<sub>2</sub> of quality level N3.0!

### Filling process

- Do not switch on the compressor.
- Switch on the oil heater.
- Do not start the charging process until the following oil temperature has been reached:  $\min. t_{oil} = t_{amb} + 20 \text{ K}$ . Ideally at 35°C .. 40°C.
- Use a pressure reducer and flexible filling pipelines to connect the CO<sub>2</sub> refrigerant bottle to the service connections of the system (suction and high pressure side). Before tightening the screwed joints, flush the pipelines with CO<sub>2</sub> vapour.
- Open the valves of the charging connections and break the vacuum with CO<sub>2</sub> from the gas phase of the filling cylinder until an overpressure of approximately 10 bar is reached. If the temperature of the refrigerant bottle is too low, it should be heated in a water bath (water max. 40°C).



#### NOTICE

If the system pressure exceeds 10 bar, make sure that the suction and discharge shut-off valves of the compressor(s) are closed. For booster systems: compressors of the medium temperature and low temperature stages are concerned.

The following work steps until commissioning may differ depending on the system type.

#### 6.2.1 Single stage systems without intermediate pressure receiver

- Continue to fill the system with gaseous CO<sub>2</sub> up to a maximum pressure of 40 bar.
- Make sure that the solenoid valves on the compressor are closed (de-energised).

- Start the manual operation of the ventilators/water supply for gas cooler.
- Continue to fill the gas cooler with liquid CO<sub>2</sub>.
- Further proceeding, see chapter Compressor start, page 13.

#### 6.2.2 Single stage systems with intermediate pressure receiver

- Continue to charge the system with gaseous CO<sub>2</sub>.
- If the system pressure exceeds 20 bar, make sure that the solenoid valves on the compressor are closed (de-energised).
- Start manual operation of the ventilators/water supply for the gas cooler.
- Continue to charge the intermediate pressure receiver of the system with liquid CO<sub>2</sub> (the minimum liquid level in the container should be reached).



#### NOTICE

If the pressure in the intermediate pressure receiver exceeds 30 bar, stop charging refrigerant! Parametrise the system controller so that the flash gas bypass valve of the first compressor opens!

- Further proceeding, see chapter Compressor start, page 13.

#### 6.2.3 Medium temperature and low temperature booster systems



#### NOTICE

Observe the different maximum allowable pressures of compressors and components used in medium and low temperature stages. If system pressure exceeds approx. 10 bar, ensure that the suction gas and discharge gas shut-off valves in medium and low temperature stages are closed!

- Make sure that the solenoid valves of the evaporator in the low temperature stage are closed (de-energised).
- Continue to charge the medium temperature stage with gaseous CO<sub>2</sub>.
- If the system pressure exceeds 20 bar in the medium temperature stage, ensure that the solenoid valves at the evaporator are shut (de-energised)
- Start manual operation of the ventilators/water supply for the gas cooler.

- Continue to charge the intermediate pressure receiver of the system with liquid CO<sub>2</sub> (the minimum liquid level in the container should be reached).

#### NOTICE

If the pressure in the intermediate pressure receiver exceeds 30 bar, stop charging with refrigerant!

Parametrise the system controller so that the flash gas bypass valve of the first compressor opens!

- Further proceeding, see chapter Compressor start, page 13.

### 6.3 Compressor start

#### NOTICE

Avoid strong pressure reduction in the crankcase during the compressor start and during operation!

Oil foam formation and therefore insufficient lubrication!



#### Information

For 2-stage, cascade or booster systems, first commission the medium temperature stage. Start the low temperature stage only after constant operating conditions are achieved. For booster systems with flash gas bypass and without internal heat exchanger for flash gas evaporation, it is recommended adjusting the commissioning process. An early commissioning of the low temperature stage can minimize the influence of liquid portion in the flash gas on the compressors of the medium temperature stage.

- Before starting the first compressor / evaporator: Choose the right evaporation capacity according to the compressor performance.
- Check the settings of the refrigerated display cabinet controllers (especially protective functions like the maximum allowable pressure, etc.).
- Open the discharge gas shut-off valve and the suction gas shut-off valve of the CO<sub>2</sub> compressor. In large systems with high-capacity evaporators and long pipes, proceed very carefully and keep the suction gas shut-off valve in throttling position. For small and medium-sized systems: Switch the compressor to ready-to-operate in the Automatic mode. Switch the evaporator on and observe the suction gas pressure; if needed, decommission the evaporator again and select a lower evaporator capacity for the start once the suction gas pressure has been reduced.

- Switch the compressor on (for parallel circuits, switch on only one compressor first). In large systems, maintain the suction gas shut-off valve in throttling position. As soon as the suction pressure decreases, slowly start opening until it is completely open. At the same time, switch on the solenoid valves of the evaporator, if necessary, in accordance with the compressor capacity.
- If there is not enough refrigerant: Adjust the refrigerant quantity as needed.
- Charge the suction side with gaseous CO<sub>2</sub> or the intermediate pressure receiver with liquid CO<sub>2</sub>. Avoid a strong increase in pressure.
- If the operating limits are exceeded or if abnormal conditions occur (e.g. wet operation), switch the compressors off immediately.
- Only switch on again when the pressure levels are stable or after elimination of a possible fault.
- Avoid high cycling rates!
- Depending on the system type and control system, connect further compressors and evaporators if necessary. Adjust the refrigerant charge.

Commissioning of the low temperature stage is done the same way.

Particular measures for cascade systems:

- Before starting a compressor, activate the solenoid valve or the electronic expansion valve to the cascade heat exchanger in the medium temperature system. Refrigerant injection on evaporator side of the heat exchanger results in CO<sub>2</sub> condensation.

For parallel operation:

- Commissioning for parallel operation is performed as with medium temperature applications. However, without the parallel compressors, the maximum performance of the system is substantially reduced. The maximum performance of the system cannot be recalled until the parallel compression stage has been completely commissioned.

#### 6.3.1 Checking the operating data

After successful commissioning and charging of refrigerant, check the operating data and prepare a data protocol:

- Evaporation temperatures and high pressure – see application limits KP-130, KP-132 and KP-133.
- Suction gas temperature, discharge gas temperature and oil temperature, see chapter Operating temperatures and lubrication conditions, page 14.

- Cycling rate:
  - max. 6 starts per hour
  - min. time for a start / stop cycle = 10 min
- Current values of all phases.
- Voltage.

## 7 Operation

When performing work or measurements on the service connection (7/16-20 UNF) of the discharge shut-off valve:



### NOTICE

On the service connection of the discharge shut-off valve, pressures up to 160 bar may occur!

Standard components (e.g. pressure gauge connections, hoses etc.) may be damaged or destroyed.

Proceed with care and use only appropriate components for these high pressure levels!

### 7.1 Operating temperatures and lubrication conditions



### NOTICE

Operation at low pressure ratios and low suction gas superheat results in low discharge gas and oil temperature.

Danger of insufficient lubrication due to the high solubility of CO<sub>2</sub> in oil.

Continuous operation with frequencies > 60 Hz reinforces this effect and should therefore be avoided.

If necessary, consultation with BITZER is recommended.

With respect to the lubrication conditions, the following requirements must be complied with:

- Always use a crankcase heater, particularly during stop phases.
- Recommended suction gas superheat 20 K – if necessary, provide for a heat exchanger in order to minimise the refrigerant concentration in the oil.

A lower suction gas superheat is possible provided that minimum oil and discharge gas temperatures are maintained. In direct expansion systems, avoid values < 10 K!

- Oil temperature 30°C (20°C = absolute minimum value!).

- Minimum discharge gas temperature = condensing temperature (t<sub>c</sub>) + 40 K.

**For continuous operation, the oil temperature must not fall below 30°C and pressure gas temperature not below 50°C!**



### Information

The discharge gas temperature must be determined with regard to the peak pressures! Depending on the high and low pressures, very high discharge gas temperatures may occur even when operating with saturated suction gas.

- Maximum discharge gas temperature: 140°C, measured at the discharge gas pipeline (10 cm distance from the discharge gas connection of the compressor).
- The influence of different load conditions and the application of system technologies such as flash gas bypass on the operation conditions of the compressor must be considered and included in the calculations. If necessary, contact BITZER.

### 7.2 Regular checks

Check the system at regular intervals according to national regulations. Check the following points:

- Operating data, see chapter Compressor start, page 13.
- Oil supply, see chapter Compressor start, page 13.
- Safety and protection devices and all components for compressor monitoring (check valves, discharge gas temperature sensors, differential oil pressure limiters, pressure limiters, etc.).
- Tight seat of electrical cable connections and screwed joints.
- Screw tightening torques.
- Refrigerant charge.
- Tightness.
- Prepare data protocol.
- Replace the pressure relief valves of the compressors after deflating because the opening pressure may be reduced after this procedure.
- Check the sight glass and its joint at regular intervals and replace them if necessary.
- Check the opto-electronic oil monitoring (OLC-K1) at regular intervals and replace it, if necessary.

- Check the cylinder banks. Dismount the cylinder head, check the valve plate and replace it, if necessary.

#### NOTICE

Risk of damage to the compressor.  
Tighten screws and nuts only to the prescribed tightening torque and, if possible, crosswise in at least 2 steps.  
Perform a tightness test before commissioning!

### 7.3 Measures to be taken in case of inadvertent CO<sub>2</sub> emission

#### DANGER

CO<sub>2</sub> is an odourless and colourless gas and cannot be perceived directly in case of emission!  
Lost of consciousness and danger of suffocation by inhaling higher concentrations!  
Avoid CO<sub>2</sub> emission and uncontrolled deflating, particularly in closed rooms!  
Aerate closed machine rooms!  
Make sure that the safety regulations in accordance with EN 378 are complied with!

#### DANGER

Liquid CO<sub>2</sub> evaporates quickly, cools down at the same time and forms dry ice!  
Danger of cold burns and frost bites!  
Avoid uncontrolled deflating of CO<sub>2</sub>!  
When filling the system with CO<sub>2</sub>, wear gloves and goggles!

If uncontrolled CO<sub>2</sub> emissions occur, take the following measures:

- When gas is emitted, leave the room immediately, warn people and guarantee a sufficient aeration.
- Do not enter the zone without a self-contained breathing apparatus as long as the harmlessness of the atmosphere has not been proven.
- Stay outdoors on the wind-facing side. Block the area.
- Replace the pressure relief valves of the compressors after deflating because the opening pressure may be reduced after this procedure.
- After the deflating, check the tightness of the safety valves and replace them, if necessary.

### 8 Pressure and saturated vapour temperature table for CO<sub>2</sub>

Saturated vapour temperature $t_{\text{sat}}$ (°C)	Absolute pressure p (bar)
31.06** ①	73.84
31	73.74
30	72.05
29	70.42
28	68.82
27	67.27
26	65.74
25	64.25
24	62.79
23	61.36
22	59.95
21	58.57
20	57.22
19	55.89
18	54.58
17	53.30
16	52.05
15	50.81
14	49.60
13	48.41
12	47.24
11	46.10
10	44.57
9	43.87
8	42.78
7	41.70
6	40.67
5	39.65
4	38.64
3	37.66
2	36.69
1	35.74
0	34.81
-1	33.90
-2	33.00
-3	32.12
-4	31.26
-5	30.42
-6	29.59

Saturated vapour temperature $t_{\text{sat}}$ (°C)	Absolute pressure p (bar)
-7	28.78
-8	27.99
-9	27.21
-10	26.45
-11	25.71
-12	24.98
-13	24.26
-14	23.56
-15	22.88
-16	22.21
-17	21.55
-18	20.91
-19	20.28
-20	19.67
-21	19.07
-22	18.49
-23	17.91
-24	17.35
-25	16.81
-26	16.27
-27	15.75
-28	15.25
-29	14.75
-30	14.26
-31	13.79
-32	13.33
-33	12.88
-34	12.44
-35	12.02
-36	11.60
-37	11.19
-38	10.80
-39	10.42
-40	10.04
-41	9.68
-42	9.32
-43	8.98
-44	8.64
-45	8.32
-46	8.00
-47	7.70

Saturated vapour temperature $t_{\text{sat}}$ (°C)	Absolute pressure p (bar)
-48	7.40
-49	7.11
-50	6.83
-51	6.55
-52	6.29
-53	6.03
-54	5.78
-55	5.54
-56	5.31

① Critical point

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>18</b>
1.1 Zusätzlich folgende technische Dokumente beachten .....	18
<b>2 Sicherheit</b> .....	<b>18</b>
2.1 Autorisiertes Fachpersonal .....	18
2.2 Restgefahren .....	18
2.3 Sicherheitshinweise .....	18
2.3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise .....	19
<b>3 Anwendungsbereiche</b> .....	<b>19</b>
<b>4 Montage</b> .....	<b>20</b>
4.1 Schwingungsdämpfer .....	20
4.2 Absperrventile / Anschlüsse .....	21
4.3 Anschlüsse und Maßzeichnungen.....	22
<b>5 Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM)</b> .....	<b>25</b>
5.1 Überlastschutz bei LSPM-Motoren .....	26
<b>6 In Betrieb nehmen</b> .....	<b>26</b>
6.1 Evakuieren.....	26
6.2 Kältemittel einfüllen.....	26
6.2.1 Einstufige Anlagen ohne Mitteldrucksammler.....	27
6.2.2 Einstufige Anlagen mit Mitteldrucksammler .....	27
6.2.3 Boosteranlagen für Normalkühlung (NK) und Tiefkühlung (TK) .....	27
6.3 Verdichteranlauf.....	28
6.3.1 Betriebsdaten überprüfen .....	28
<b>7 Betrieb</b> .....	<b>29</b>
7.1 Betriebstemperaturen und Schmierbedingungen .....	29
7.2 Regelmäßige Prüfungen.....	29
7.3 Maßnahmen bei unbeabsichtigter CO <sub>2</sub> -Emission .....	30
<b>8 Druck- und Sattdampfdrucktemperaturtabelle für CO<sub>2</sub></b> .....	<b>30</b>

## 1 Einleitung

Die vorliegende Betriebsanleitung ist als ergänzende Betriebsanleitung zur Betriebsanleitung KB-104 (ECOLINE und ECOLINE VARISPEED) zu betrachten und beschränkt sich auf die Besonderheiten der Verdichter

- 2MTE .. 6CTE
- 4PTC .. 4CTC
- 4PTEU .. 6CTEU
- 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K mit integriertem Frequenzumrichter (FU)

für transkritische CO<sub>2</sub>-Anwendungen.

### Information

Die Verdichter 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU und 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K sind ausschließlich für den Einsatz in transkritischen Anwendungen mit CO<sub>2</sub> als Kältemittel vorgesehen. Beispielsweise zur Verwendung in Wärmepumpen, Normkühlanlagen, Normkühlstufen von Booster- oder Kaskadenanlagen und bei Parallelverdichtung.

Diese Kältemittelverdichter sind zum Einbau in Kälteanlagen entsprechend der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG vorgesehen. Sie dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn sie gemäß vorliegender Montage-/Betriebsanleitung in diese Maschinen eingebaut worden sind und als Ganzes mit den entsprechenden gesetzlichen Vorschriften übereinstimmen (angewandte Normen: siehe Einbauerklärung).

Die Verdichter sind nach dem aktuellen Stand der Technik und entsprechend den geltenden Vorschriften gebaut. Auf die Sicherheit der Anwender wurde besonderer Wert gelegt.

Diese Betriebsanleitung und die ebenfalls beiliegende Betriebsanleitung KB-104 während der gesamten Verdichterlebensdauer an der Kälteanlage verfügbar halten.

### 1.1 Zusätzlich folgende technische Dokumente beachten

- KB-104 Betriebsanleitung BITZER ECOLINE und ECOLINE VARISPEED.
- KT-220 Technische Information ECOLINE VARISPEED und OCTAGON CO<sub>2</sub>-VARISPEED für die Verdichter 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K mit integriertem Frequenzumrichter.

- KT-230 Technische Information Verdichtermodule für BITZER Hubkolbenverdichter.

## 2 Sicherheit

### 2.1 Autorisiertes Fachpersonal

Sämtliche Arbeiten an CO<sub>2</sub>-Verdichtern und CO<sub>2</sub>-Kälteanlagen erfordern eine spezifische Einweisung und Sachkunde im Umgang mit CO<sub>2</sub> als Kältemittel und 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.

### 2.2 Restgefahren

Vom Verdichter können unvermeidbare Restgefahren ausgehen. Jede Person, die an diesem Gerät arbeitet, muss deshalb diese Betriebsanleitung sorgfältig lesen!

Es gelten zwingend

- die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Normen (z.B. EN378, EN60204 und EN60335),
- die allgemein anerkannten Sicherheitsregeln,
- die EU-Richtlinien,
- nationale Vorschriften.

### 2.3 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 eine schwere Verletzung oder den Tod zur Folge hat.

## 2.3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise



### GEFAHR

Hohe Drucklagen des Kältemittels CO<sub>2</sub> beachten! Ⓢ

Bei Stillstand nimmt der Druck in der Anlage zu und es besteht Berstgefahr!

Am Verdichter und in jeweils beidseitig absperrbaren Anlagenabschnitten auf Saug- und Hochdruckseite Druckentlastungsventile installieren. Anforderungen und Auslegung entsprechend EN 378-2 und EN 13136.

Ⓢ: Kritische Temperatur 31,06°C entspricht 73,84 bar, siehe Kapitel Druck- und Sattdampftemperaturtabelle für CO<sub>2</sub>, Seite 30.



### GEFAHR

Flüssiges CO<sub>2</sub> verdampft rasch kühlt sich dabei ab und bildet Trockeneis!



Gefahr von Kaltverbrennungen und Erfrierungen!

Unkontrolliertes Abblasen von CO<sub>2</sub> unbedingt vermeiden!

Beim Befüllen der Anlage mit CO<sub>2</sub> Handschuhe und Schutzbrille tragen!



### Information

Alle transkritischen BITZER CO<sub>2</sub>-Verdichter sind mit einem Druckentlastungsventil zur Atmosphäre auf der Hochdruckseite und optional auch auf der Niederdruckseite lieferbar.

Sie ersetzen jedoch nicht die Sicherheitsventile der Anlage (EN 12693)!

Sicherstellen, dass diese Druckentlastungsventile frei abblasen können.

Keine Rohre am Austritt der Druckentlastungsventile befestigen!

Typischerweise treten in CO<sub>2</sub>-Anlagen niedrige Flüssigkeitstemperaturen auf. Je nach Art und Aufbau der Anlage müssen Verflüssiger und Flüssigkeitssammler bzw. nur Flüssigkeitssammler und ggf. Wärmeübertrager isoliert werden, um eine Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Luft an der Oberfläche zu vermeiden.

- Bei Stillstand der Anlage und bei Bedarf weitere Maßnahmen zur Hochdruckbegrenzung vornehmen, wie z. B.:
  - Einsatz eines Druckausgleichsbehälters.

- Bei größeren Anlagen: Einbau eines zusätzlichen Kältesatzes zur Druckbegrenzung durch Rückkondensation.

### Maximal zulässiger Druck des Gehäuses (wie auf dem Typschild angegeben):

(ab Seriennr. 1680518739)

- Niederdruckseite: 100 bar
- Hochdruckseite: 160 bar

### Minimaler Öffnungsdruck der Druckentlastungsventile zur Atmosphäre

- Niederdruckseite: 90 bar
- Hochdruckseite: 148 bar

### Maximal zulässige Drücke im Betrieb

- Siehe Einsatzgrenzen im Prospekt KP-130, KP-132 und KP-133.

Bei Verdichtern mit Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM)



### WARNUNG

Starkes Magnetfeld!

Magnetische und magnetisierbare Objekte fern halten!



Personen mit Herzschrittmachern, implantierten Defibrillatoren oder Metallimplantaten: mindestens 30 cm Abstand halten!



### HINWEIS

Der standardmäßig verbaute PTC-Temperaturfühler im Stator schützt den LSPM-Motor bei einem Temperaturanstieg (z. B. bei einem längeren Blockieren des Rotors) vor Motorüberlastung. Die Installation einer zusätzlichen, schnelleren Überlastschutzeinrichtung wird empfohlen, da ein mehrfaches Blockieren die Magnete schädigt.

## 3 Anwendungsbereiche

Verdichtertypen	2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU, 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K
Zulässiges Kältemittel	R744 CO <sub>2</sub> der Reinheitsklasse N4.5 oder vergleichbar, bzw. H <sub>2</sub> O < 5ppm
Ölfüllung	BSE85K, BSG68K Ⓢ

<b>Verdichter- typen</b>	<b>2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU, 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K</b>
<b>Einsatz- grenzen</b>	siehe Prospekt KP-130 bzw. KP-132 bzw. KP-133

Tab. 1: Anwendungsbereiche transkritischer CO<sub>2</sub>-Verdichter

①: BSG68K: optionale Ölfüllung und Standardölfüllung für Anwendungen mit Saugdruck > 40 bar und/oder Hochdruck > 120 bar (z. B. Wärmepumpen).

Die CO<sub>2</sub>-Reinheitsklasse kann einen höheren H<sub>2</sub>O Anteil enthalten, wenn ein großzügig dimensionierter Filtertrockner eingesetzt und die Anlage durch diesen befüllt wird. Es empfiehlt sich, den Filtertrockner nach der Inbetriebnahme mehrfach zu wechseln.

Standarddrehzahlbereich bei Leistungsregelung mit Frequenzumrichter:

- 2MTE .. 2KTE: freigegeben für 30-75 Hz-Betrieb.
- 4PTC .. 4DTC, 4PTE .. 4DTE, 4PTEU .. 4DTEU: freigegeben für 25-70 Hz-Betrieb.
- 4CTC, 4CTE, 4CTEU: freigegeben für 25-65 Hz-Betrieb.
- 6FTE .. 6CTE, 6FTEU .. 6CTEU: freigegeben für 25-70 Hz-Betrieb.
- 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K mit integriertem Frequenzumrichter: freigegeben für 30-87 Hz-Betrieb.

### Besondere Anwendungen

Der Einsatz der Verdichter 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU und 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K für Anlagen mit Heißgasabtauung, Anlagen mit Wärmeabgabe an ein Kaltwassernetz und in Tiefkühlanwendungen erfordert die individuelle Abstimmung mit BITZER.

Der Einsatz der Verdichter 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU mit Motorversion 1 als Parallelverdichter ist möglich. Im Hinblick auf die Schmierbedingungen sollte jedoch eine minimale

Sauggasüberhitzung von 10 K nicht unterschritten werden. Der Teillastbereich bzw. der Übergang zum Betrieb mit Flashgas-Bypass ist für die Bewertung der Schmierbedingungen dabei besonders wichtig. Es empfiehlt sich ggf. der Einsatz eines Wärmeübertragers um die Kältemittelkonzentration im Öl zu minimieren. Rücksprache mit BITZER empfohlen.

Der Einsatz der Verdichter mit Motorversion 2 als Parallelverdichter erfordert grundsätzlich die individuelle Abstimmung mit BITZER.

### Filtertrockner

Die Löslichkeit von Wasser in gasförmigem CO<sub>2</sub> ist wesentlich geringer als bei anderen Kältemitteln. Deshalb kann insbesondere bei Tiefkühlanwendungen schon ein relativ geringer Feuchtigkeitsanteil aus dem Kältemittel ausfrieren und Regelventile blockieren oder verstopfen. Ein reichlich dimensionierter Filtertrockner sowie ein Schauglas mit Feuchtigkeitsindikator für CO<sub>2</sub> sind deshalb erforderlich. Maximale Betriebsdrücke der Filtertrockner beachten! Eventuell beschränkt sich der Einsatz auf die Flüssigkeitsleitung nach dem Mitteldrucksammler oder die Saugseite (bei Anlagen ohne Mitteldrucksammler).

## 4 Montage

### 4.1 Schwingungsdämpfer

Der Verdichter kann starr befestigt werden, wenn dabei keine Gefahr von Schwingungsbrüchen im angeschlossenen Rohrleitungssystem besteht. Andernfalls Verdichter auf Schwingungsdämpfer montieren.

Montage von Sauggas- und Druckgasleitung:

- Verdichter auf die Schwingungsdämpfer stellen oder starr montieren. In dieser Position (= Betriebsstellung) Sauggas- und Druckgasleitung spannungsfrei anschließen. Für Auswahl der Schwingungsdämpfer siehe Tabelle 2, Seite 20.

Verdichter	Bausatznummer, Art.-Nr. ( 4 Stück)	Härte
2MTE .. 2KTE	370 005 02	60 Shore
4PTC .. 4KTC	370 005 02	60 Shore
4PTE .. 4KTE		
4PTEU .. 4KTEU		
4JTC .. 4CTC	370 005 03	55 Shore
4JTE .. 4CTE		
4JTEU .. 4CTEU		
6FTE .. 6CTE	370 005 03	55 Shore

Verdichter	Bausatznummer, Art.-Nr. ( 4 Stück)	Härte
6FTEU .. 6CTEU		
4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K	370 000 20	55 Shore

Tab. 2: Schwingungsdämpfer 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU und 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K

## 4.2 Absperrventile / Anschlüsse

Hochdruckseite	Ventil Art. Nr.	Anschlussart	Innen-Ø	Außen-Ø	Merkmalswert
Verdichter			mm	mm	
2MTE .. 2KTE	361 367 18	Löt-/Schweiß-	19,15	25,4	76
	361 367 19	Klemmringverschraubung	18		126
	361 367 20	Löt-/Schweiß-	10	14	128
	361 367 21	Löt-/Schweiß-	16,1	22	127
	361 367 23	Löt-/Schweiß-	22,35	30	153
4PTC .. 4KTC	361 367 18	Löt-/Schweiß-	19,15	25,4	76
4PTE .. 4KTE	361 367 19	Klemmringverschraubung	18		126
4PTEU .. 4KTEU	361 367 20	Löt-/Schweiß-	10	14	128
	361 367 21	Löt-/Schweiß-	16,1	22	127
	361 367 23	Löt-/Schweiß-	22,35	30	153
	361 367 26	Löt-/Schweiß- (mit 2 Wartungsanschlüssen)	19,15	25,4	160
4JTC .. 4CTC	361 367 18	Löt-/Schweiß-	19,15	25,4	76
4JTE .. 4CTE	361 367 19	Klemmringverschraubung	18		126
4JTEU .. 4CTEU	361 367 21	Löt-/Schweiß-	16,1	22	127
	361 367 23	Löt-/Schweiß-	22,35	30	153
6FTE .. 6CTE	361 367 24	Löt-/Schweiß-	28	35	152
6FTEU .. 6CTEU	361 367 27	Löt-/Schweiß- (mit 2 Wartungsanschlüssen)	28	35	161

Tab. 3: Absperrventile und Anschlussgrößen, Hochdruckseite

Niederdruckseite	Ventil Art. Nr.	Anschlussart	Innen-Ø	Außen-Ø	Merkmalswert
Verdichter			mm	mm	
2MTE .. 2KTE	361 315 50	Löt-/Schweiß-	22,35	30	28
4PTC .. 4KTC	361 315 50	Löt-/Schweiß-	22,35	30	150
4PTE .. 4KTE					
4PTEU .. 4KTEU					
4JTC .. 4CTC	361 315 54	Löt-/Schweiß-	28	35	153
4JTE .. 4CTE					
4JTEU .. 4CTEU					
6FTE .. 6CTE	361 367 25	Löt-/Schweiß-	35	42	152
6FTEU .. 6CTEU					

Tab. 4: Absperrventile und Anschlussgrößen, Niederdruckseite

### 4.3 Anschlüsse und Maßzeichnungen

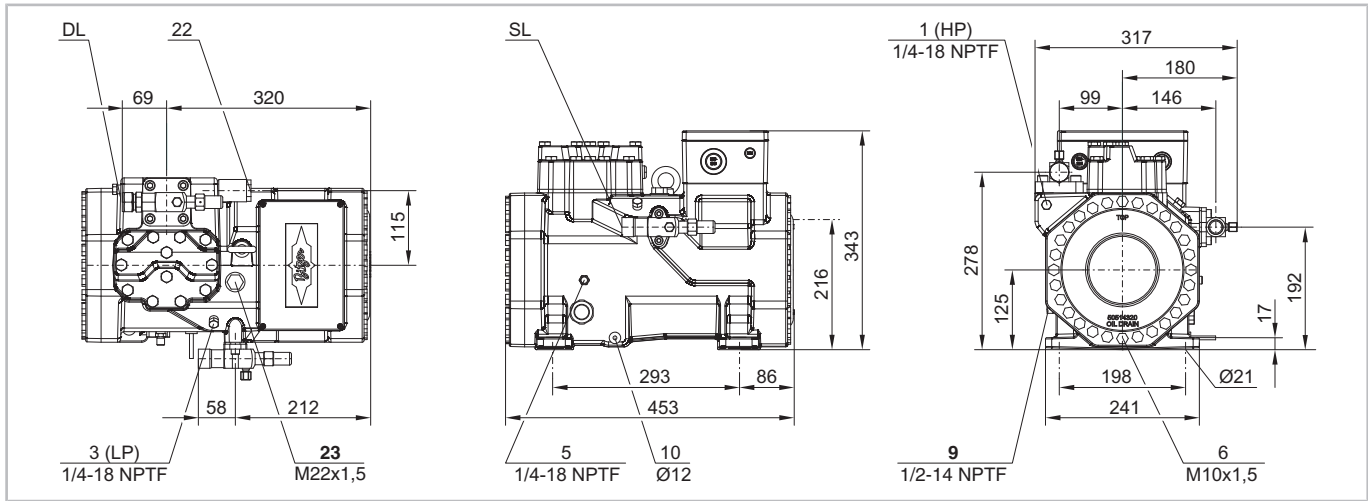


Abb. 1: Maßzeichnung 2MTE-4K .. 2KTE-7K

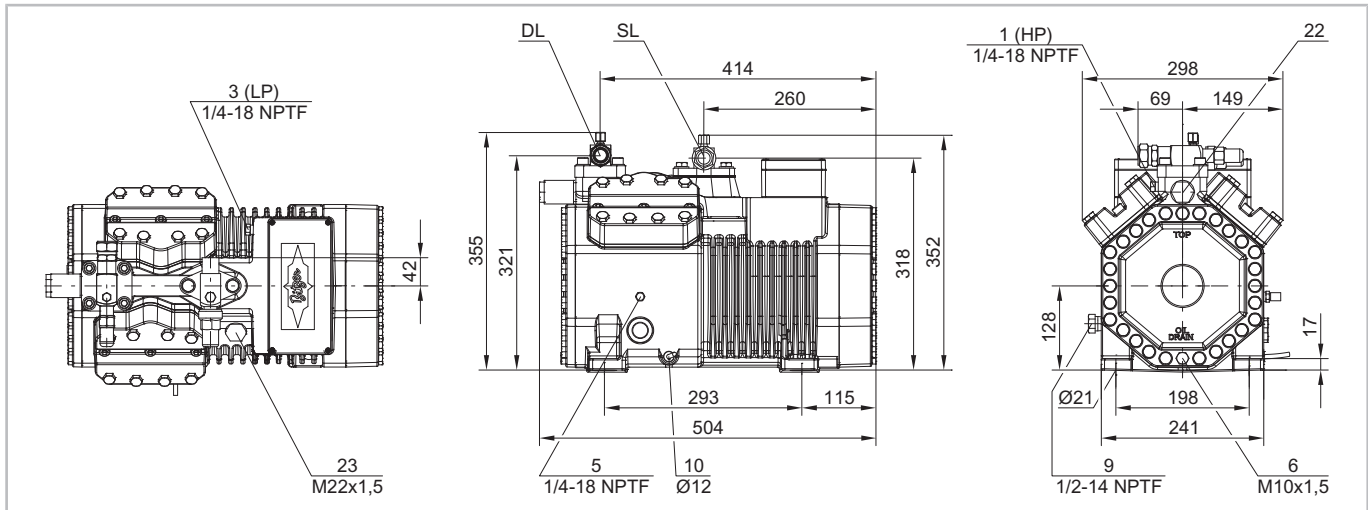


Abb. 2: Maßzeichnung 4PTC-6K .. 4KTC-10K

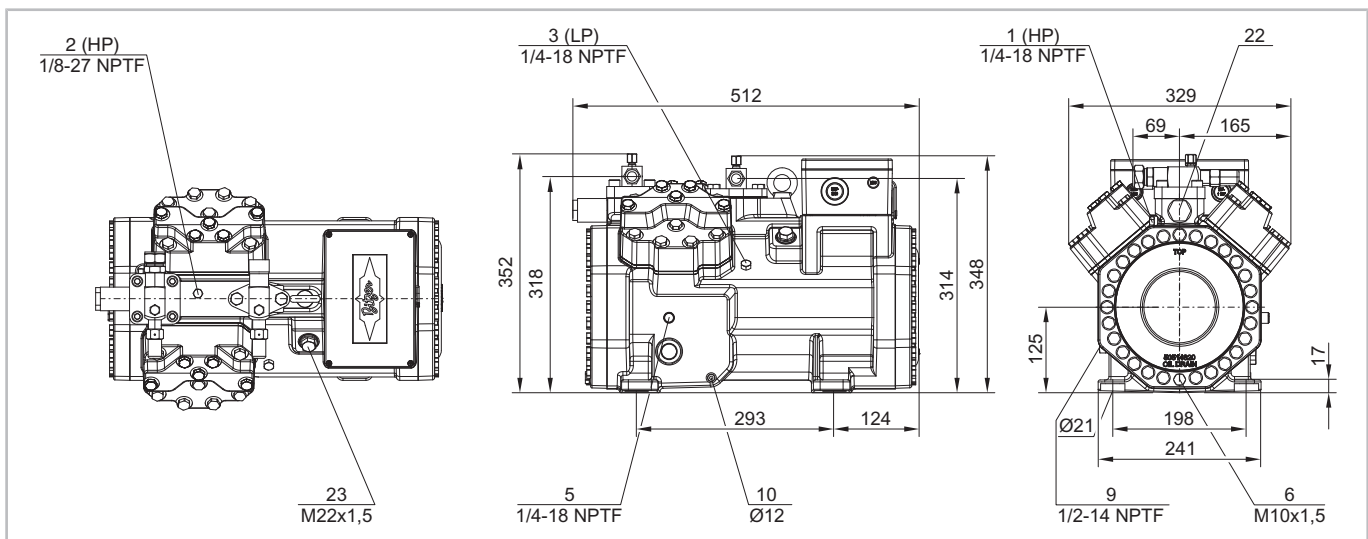


Abb. 3: Maßzeichnung 4PTE-6(L)K .. 4KTE-10(L)K

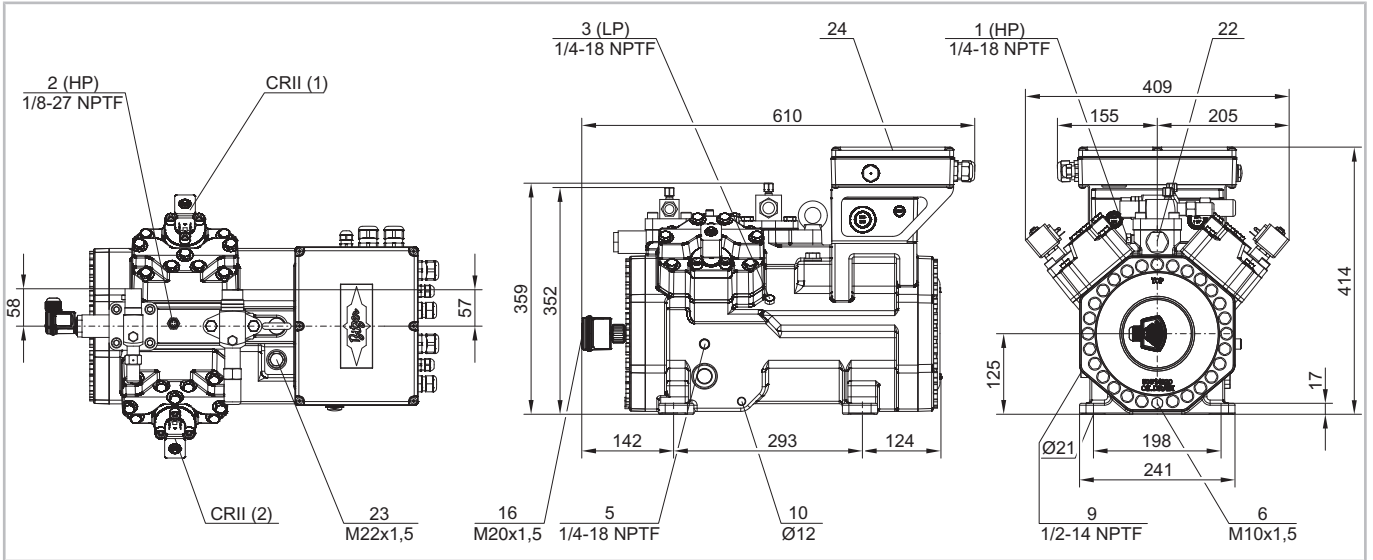


Abb. 4: Maßzeichnung 4PTEU-6LK .. 4KTEU-10LK (Darstellung mit optionalem IQ MODUL und CRII)

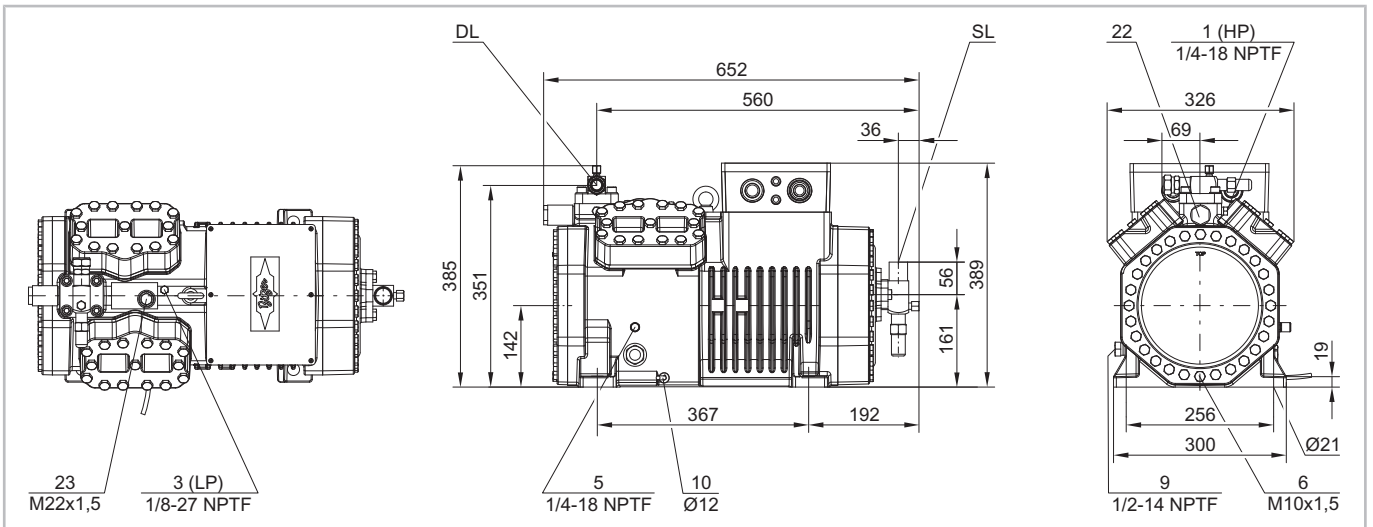


Abb. 5: Maßzeichnung 4JTC-10(L)K .. 4FTC-20(L)K

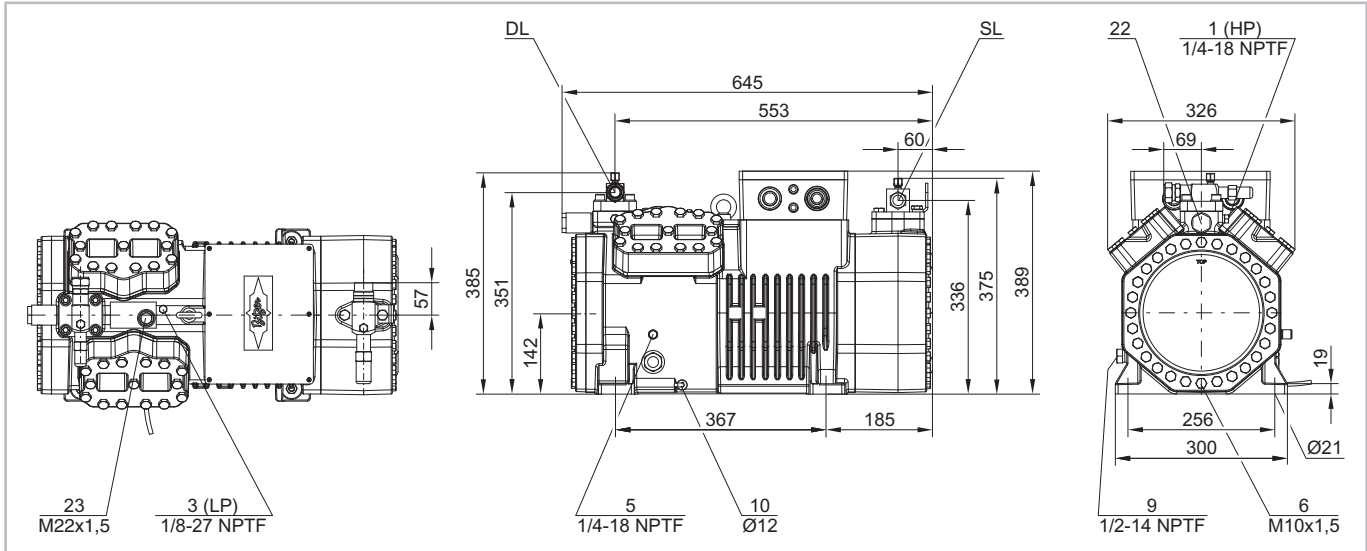


Abb. 6: Maßzeichnung 4FTC-30(L)K .. 4CTC-30(L)K

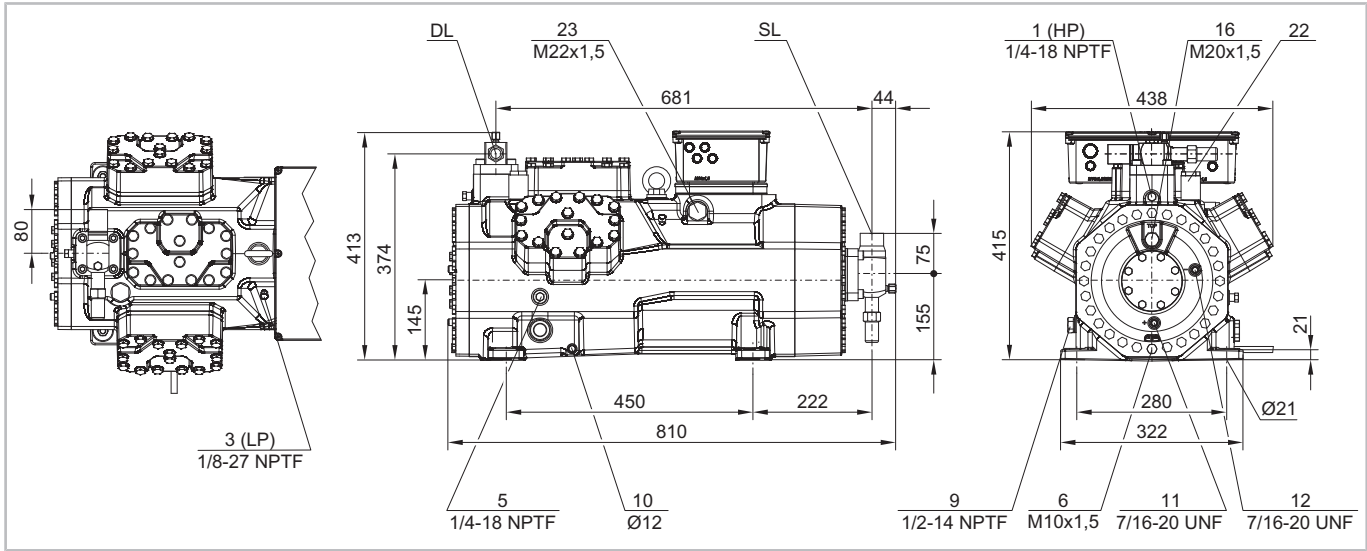


Abb. 7: Maßzeichnung 6FTE-35(L)K .. 6CTE-50(L)K

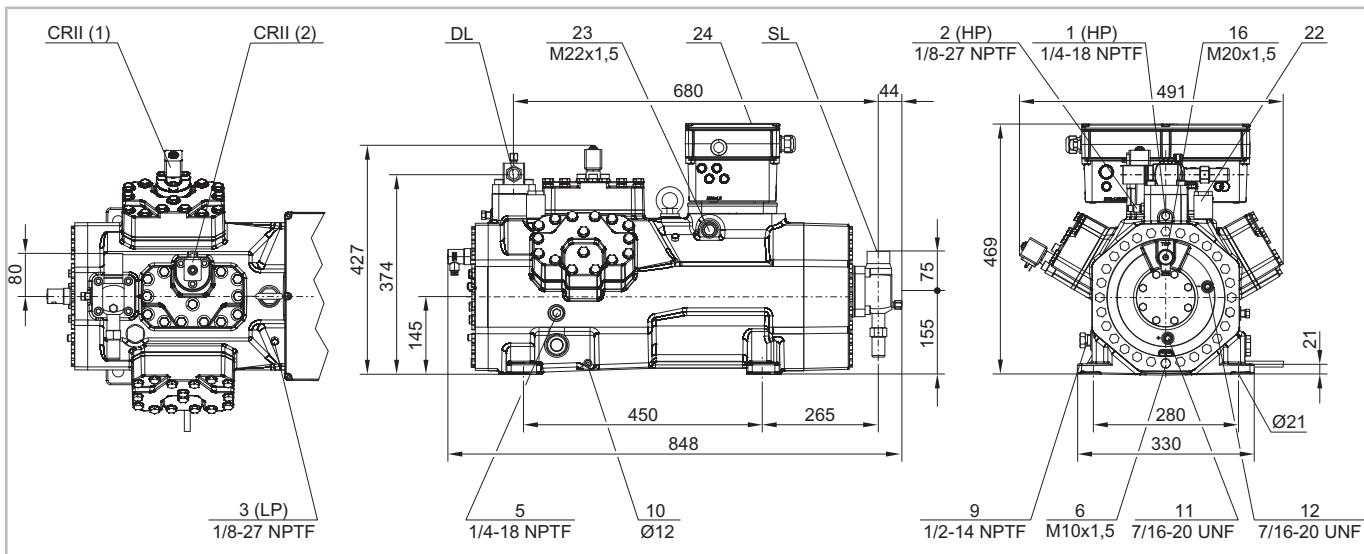


Abb. 8: Maßzeichnung 6FTEU-35LK .. 6CTEU-50LK (Darstellung mit optionalem IQ MODUL und CRII)

Anschlusspositionen	
1	Hochdruckanschluss (HP)
2	Anschluss für Druckgastemperaturfühler (HP) (bei 4VE(S)-6Y .. 4NE(S)-20(Y) alternativ Anschluss für CIC-Fühler)
3	Niederdruckanschluss (LP)
6	Ölablass
9	Anschluss für Öl- und Gasausgleich (Parallelbetrieb)
10	Anschluss für Ölheizung
11	Öldruckanschluss +
12	Öldruckanschluss -
16	Anschluss für Ölüberwachung (opto-elektronische Ölüberwachung "OLC-K1" oder Öldifferenzdruckschalter "Delta-PII")
22	Druckentlastungsventil zur Atmosphäre (Druckseite)
23	Druckentlastungsventil zur Atmosphäre (Saugseite)
24	Verdichtermodule
SL	Sauggasleitung
DL	Druckgasleitung

Tab. 5: Anschlusspositionen

Maßangaben (falls angegeben) können Toleranzen entsprechend EN ISO 13920-B aufweisen.

## 5 Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM)

Die Verdichter mit dem Buchstaben "L" in der Typenbezeichnung (z. B. 6CTEU-50LK oder 4JTC-10LK) sind

mit einem Direktanlauf-Permanentmagnetmotor (LSPM) ausgestattet. Die darin enthaltenen Permanentmagnete erzeugen ein nicht vernachlässigbares magnetisches Feld, das jedoch vom Verdichtergehäuse abgeschirmt wird.



Abb. 9: Warn- und Verbotsschilder auf einem Verdichter mit Permanentmagnetmotor

### Am Verdichter angebrachte Sicherheitszeichen



#### WARNUNG

Starkes Magnetfeld!

Magnetische und magnetisierbare Objekte fern halten!

Personen mit Herzschrittmachern, implantierten Defibrillatoren oder Metallimplantaten: mindestens 30 cm Abstand halten!

### Arbeiten am Verdichter mit LSPM-Motor

Alle Arbeiten am Verdichter dürfen nur von Personen ausgeführt werden, die nicht zum benannten Personenkreis gehören. Wartungsarbeiten, die über die Tätigkeiten hinausgehen, die in dieser Betriebsanleitung und in der Betriebsanleitung KB-104 beschrieben sind, nur nach Rücksprache mit BITZER durchführen.



### WARNUNG

Induktion, elektrische Spannung!  
Motor keinesfalls drehen, wenn der Anschlusskasten offen ist!

Wenn der Rotor gedreht wird, induziert er an den Stromdurchführungsbolzen eine elektrische Spannung – auch wenn der Motor abgeschaltet ist.

### Zulässige Arbeiten am Verdichter mit LSPM-Motor

Elektrischer Anschluss und Schraubverbindungen im Anschlusskasten, Ölwechsel sowie Überprüfung und Austausch von Druckentlastungsventilen, Zylinderbänken und Schauglas. Für diese Arbeiten ist kein Spezialwerkzeug notwendig. Vor dem Öffnen des Verdichters Umgebung sehr sorgfältig reinigen. Insbesondere auf lose Metallpartikel achten! Motordeckel nicht öffnen!

### 5.1 Überlastschutz bei LSPM-Motoren

Der standardmäßig verbaute PTC-Temperaturfühler im Stator schützt den LSPM-Motor bei einem Temperaturanstieg (z. B. bei einem längeren Blockieren des Rotors) vor Motorüberlastung. Die Installation einer zusätzlichen, schnelleren Überlastschutzeinrichtung wird empfohlen, da ein mehrfaches Blockieren die Magnete schädigt. Sie muss so ausgelegt werden, dass sie schwere elektrische Fehler schnell und unterhalb der Auslöseschwelle der Verdichtersicherung absichert. Es könnte beispielsweise ein zeiteinstellbares Überlastrelais oder ein Leistungsschalter gewählt werden.

- Zulässige Stromwerte und Zeiten:
  - Anlassen max. 0,5 s (1,25 x LRA)
  - Betrieb: max. 2 s (1,25 x max. Betriebsstrom)



### Information

Die Entriegelung der Verdichterschutzgeräte von Hand darf nicht durch externe Maßnahmen zu einer automatischen Entriegelung verändert werden!

## 6 In Betrieb nehmen



### Information

Allgemeine Hinweise und Anforderungen siehe Betriebsanleitung KB-104.

Bevor die Anlage in Betrieb genommen wird, alle Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen der Anlage und im Maschinenraum auf korrekte Funktion überprüfen.

Außerdem müssen folgende Informationen vorliegen:

- Auslegungsdaten.
- Maximal zulässige Drücke bei Stillstand und Betrieb.
- Rohrleitungs- und Instrumenten-Diagramm.



### Information

Die Inbetriebnahme von CO<sub>2</sub>-Verdichtern für transkritische Anwendungen erfordert eine besonders sorgfältige Vorgehensweise. Bedingt durch hohe Kältemittellöslichkeit im Öl, hohe Drucklagen und ggf. starke Druckschwankungen nach dem Startvorgang, kann es zu Überlastung und Schmiermangel kommen. Es ist deshalb notwendig, Arbeitsweise und Betriebsbedingungen sorgfältig zu beobachten und den/die Verdichter bei abnormalen Bedingungen vorübergehend abzuschalten. Anlage während der gesamten Inbetriebnahme unbedingt beaufsichtigen!

### 6.1 Evakuieren

- Ölheizung einschalten.



### Information

Für Anwendungen mit CO<sub>2</sub> sollte das "stehende Vakuum" einen Wert von 0,67 mbar (500 microns) vor der Inbetriebnahme erreichen. Das Vakuum im Verlauf des Evakuierungsprozesses mehrmals mit trockenem Stickstoff brechen.

### 6.2 Kältemittel einfüllen

Im Folgenden Kapitel werden allgemeine Anforderungen beim Befüllen mit Kältemittel und bei Inbetriebnahme der Verdichter beschrieben. Je nach Ausführung und Steuerung der Anlage (z. B. bei Anlagen mit Mitteldrucksammlern oder Boosteranlagen) können entsprechende Anpassungen notwendig werden.



### GEFAHR

Flüssiges CO<sub>2</sub> verdampft rasch kühlt sich dabei ab und bildet Trockeneis!



Gefahr von Kaltverbrennungen und Erfrierungen!

Unkontrolliertes Abblasen von CO<sub>2</sub> unbedingt vermeiden!

Beim Befüllen der Anlage mit CO<sub>2</sub> Handschuhe und Schutzbrille tragen!

- Bei CO<sub>2</sub>-Entnahme aus Flaschen ohne Steigrohr, Druckminderer verwenden! Generell, auch nach Servicearbeiten, Vakuum immer mit gasförmigem CO<sub>2</sub> brechen.

- Bei CO<sub>2</sub>-Flaschen mit Steigrohr, nur Hochdruck-Flüssigentnahme! Keinen Druckminderer verwenden! Membranen der Druckminderer sind nicht vollständig gegen Flüssigkeit abgedichtet.

Nach Einfüllen von Flüssigkeit in die Anlage, Füllleitung bzw. Füllschlauch entfernen und sicherstellen, dass keine Flüssigkeit eingeschlossen ist!

### Zulässiges Kältemittel

CO<sub>2</sub> der Reinheitsklasse N4.5 oder vergleichbar, bzw. H<sub>2</sub>O < 5 ppm.

Die CO<sub>2</sub>-Reinheitsklasse kann einen höheren H<sub>2</sub>O Anteil enthalten, wenn ein großzügig dimensionierter Filtertrockner eingesetzt und das System durch diesen befüllt wird. Es empfiehlt sich, den Filtertrockner nach der Inbetriebnahme mehrfach zu wechseln.

Wegen der hohen Anforderungen an die Restfeuchte, muss CO<sub>2</sub> der Qualitätsstufe N3.0 über einen Filtertrockner eingefüllt werden!

### Füllvorgang

- Verdichter nicht einschalten.
- Ölheizung einschalten.
- Füllvorgang erst bei folgender Öltemperatur beginnen: min.  $t_{\text{öl}} = t_{\text{amb}} + 20 \text{ K}$ . Idealerweise bei 35°C .. 40°C.
- CO<sub>2</sub>-Kältemittelflasche über Druckminderer und flexible Füllleitungen mit Serviceanschlüssen der Anlage (Saug- und Hochdruckseite) verbinden. Vor dem Festziehen der Verschraubungen, Rohrleitungen mit CO<sub>2</sub>-Dampf spülen.
- Ventile der Füllanschlüsse öffnen und Vakuum mit CO<sub>2</sub> aus der Gasphase des Füllzylinders brechen bis zu einem Überdruck von ca. 10 bar. Bei starker Abkühlung der Kältemittelflasche sollte Beheizung im Wasserbad (Wasser max. 40°C) erfolgen.

#### HINWEIS

Ab ca. 10 bar Anlagendruck sicherstellen, dass das Saug- und Druckabsperrventil des (der) Verdichter(s) geschlossen sind.  
Bei Boosteranlagen: Betrifft die Verdichter der NK- und TK-Stufe.

Die folgenden Arbeitsschritte bis zur Inbetriebnahme unterscheiden sich für verschiedene Anlagenvarianten.

### 6.2.1 Einstufige Anlagen ohne Mitteldrucksammler

- Weiteres Befüllen der Anlage mit gasförmigen CO<sub>2</sub> bis maximal 40 bar.

- Sicherstellen, dass Magnetventile am Verdampfer geschlossen (stromlos) sind.
- Manuellen Betrieb der Ventilatoren/des Wasservorlaufs des Gaskühlers starten.
- Weiteres Befüllen mit flüssigem CO<sub>2</sub> in den Gaskühler.
- Weiteres Vorgehen, siehe Kapitel Verdichteranlauf, Seite 28.

### 6.2.2 Einstufige Anlagen mit Mitteldrucksammler

- Weiteres Befüllen der Anlage mit gasförmigen CO<sub>2</sub>.
- Ab ca. 20 bar Anlagendruck sicherstellen, dass Magnetventile am Verdampfer geschlossen (stromlos) sind.
- Manuellen Betrieb der Ventilatoren/des Wasservorlaufs des Gaskühlers starten.
- Weiteres Befüllen der Anlage mit flüssigem CO<sub>2</sub> in den Mitteldrucksammler (minimales Flüssigkeitsniveau im Sammler sollte erreicht werden).

#### HINWEIS

Ab ca. 30 bar Druck im Mitteldrucksammler, kein weiteres Kältemittel einfüllen!  
Durch Parametrierung des Anlagenreglers sicherstellen, dass das Flashgas-Bypass-Ventil des ersten Verdichters öffnet!

- Weiteres Vorgehen, siehe Kapitel Verdichteranlauf, Seite 28.

### 6.2.3 Boosteranlagen für Normalkühlung (NK) und Tiefkühlung (TK)

#### HINWEIS

Die verschiedenen maximal zulässigen Betriebsdrücke der Verdichter und der eingesetzten Komponenten in der NK- und TK-Stufe beachten.  
Ab ca. 10 bar Anlagendruck sicherstellen, dass das Saug- und Druckabsperrventil der Verdichter in der NK- und TK-Stufe geschlossen sind!

- Sicherstellen, dass Magnetventile des Verdampfers in der TK-Stufe geschlossen (stromlos) sind.
- Weiteres Befüllen der NK-Stufe des Systems mit gasförmigen CO<sub>2</sub>.
- Ab ca. 20 bar Anlagendruck in der NK-Stufe sicherstellen, dass Magnetventile des Verdampfers geschlossen (stromlos) sind.

- Manuellen Betrieb der Ventilatoren/des Wasservorlaufs des Gaskühlers starten .
- Weiteres Befüllen der Anlage mit flüssigem CO<sub>2</sub> in den Mitteldrucksammler (minimales Flüssigkeitsniveau im Sammler sollte erreicht werden).

#### HINWEIS

Ab ca. 30 bar Druck im Mitteldrucksammler, kein weiteres Kältemittel einfüllen!  
Durch Parametrierung des Anlagenreglers sicherstellen, dass das Flashgas-Bypass-Ventil des ersten Verdichters öffnet!

- Weiteres Vorgehen, siehe Kapitel Verdichteranlauf, Seite 28.

### 6.3 Verdichteranlauf

#### HINWEIS

Starke Druckabsenkung im Kurbelgehäuse während Verdichteranlauf und im Betrieb vermeiden!  
Bildung von Ölschaum und dadurch mangelnde Schmierung!

#### Information

Bei 2-stufigen Anlagen, Kaskade- oder Booster, zunächst nur die NK-Stufe in Betrieb nehmen. Erst nach Erreichen konstanter Betriebsbedingungen TK-Stufe starten. Bei Boosteranlagen mit Flashgas-Bypass und ohne internen Wärmeübertrager zur Flashgas-Nachverdampfung ist es zu empfehlen, den Ablauf der Inbetriebnahme anzupassen. Durch frühzeitige Inbetriebnahme der TK-Stufe kann der Einfluss des Flüssigkeitsanteils im Flashgas auf die Verdichter der NK-Stufe minimiert werden.

- Vor dem Start des ersten Verdichters / Verdampfers: Die Verdampferleistung passend zur Verdichterleistung wählen.
- Einstellungen der Kühlmöbelregler (v.a. Schutzfunktionen wie maximal zulässige Drücke etc.) prüfen.
- Druckabsperrentil und Saugabsperrentil des CO<sub>2</sub>-Verdichters öffnen. Bei großen Anlagen mit hoher Verdampferleistung und langen Rohrleitungen, sehr vorsichtig vorgehen und das Saugabsperrentil in Drosselstellung halten. Bei kleineren und mittleren Anlagen: Verdichter in "Automatik-Mode" beriebsbereit schalten. Verdampfer einschalten und Sauggasdruck beobachten, gegebenenfalls Verdampfer wieder außer Betrieb nehmen und nach Absenkung des Sauggasdrucks eine kleinere Verdampferleistung für den Anlauf wählen.

- Verdichter einschalten (bei Parallelschaltung zunächst nur einen Verdichter). Bei großen Anlagen das Saugabsperrentil in Drosselstellung halten und erst mit abfallendem Saugdruck langsam komplett öffnen. Gleichzeitig Verdampfer-Magnetventile nach Bedarf und in Abhängigkeit der Verdichterleistung einschalten.
- Bei Kältemittelmangel: Füllmenge nach Bedarf anpassen.
- CO<sub>2</sub> gasförmig in die Saugseite oder flüssig in den Mitteldrucksammler einspeisen. Starken Druckanstieg vermeiden.
- Bei Überschreiten der Einsatzgrenzen oder abnormalen Bedingungen (z. B. Nassbetrieb), Verdichter sofort abschalten.
- Erst wieder einschalten, wenn sich die Drucklagen stabilisiert haben oder eventueller Fehler behoben ist.
- Hohe Schalzhäufigkeit vermeiden!
- Je nach Anlagenausführung und Steuerung, ggf. weitere Verdichter und Verdampfer zuschalten. Kältemittelfüllung entsprechend ergänzen.

Die Inbetriebnahme der TK-Stufe erfolgt sinngemäß.

Besondere Maßnahmen bei Kaskadenanlagen:

- Vor dem Start eines Verdichters, in der NK-Anlage Magnetventil bzw. elektronisches Expansionsventil zum Kaskaden-Wärmeübertrager ansteuern. Kältemittelspritzung auf Verdampferseite des Wärmeübertragers bewirkt CO<sub>2</sub>-Verflüssigung.

Bei Parallellbetrieb:

- Die Inbetriebnahme bei Parallellbetrieb erfolgt wie bei der Normalkühlung. Ohne die Parallelverdichter ist die maximale Leistung der Anlage allerdings signifikant reduziert. Erst wenn die Parallelverdichtungsstufe komplett in Betrieb genommen wurde kann die maximale Leistung der Anlage abgerufen werden.

#### 6.3.1 Betriebsdaten überprüfen

Nach erfolgter Inbetriebnahme und Kältemittelfüllung, Betriebsdaten überprüfen und ein Datenprotokoll anlegen:

- Verdampfungstemperaturen und Hochdruck – siehe Einsatzgrenzen KP-130, KP-132 und KP-133.
- Sauggastemperatur, Druckgastemperatur und Öltemperatur, siehe Kapitel Betriebstemperaturen und Schmierbedingungen, Seite 29.
- Schalzhäufigkeit:
  - max. 6 Starts pro Stunde

- min. Zeit für einen Start / Stop Zyklus = 10 min
- Stromwerte aller Phasen.
- Spannung.

## 7 Betrieb

Bei Arbeiten oder Messungen am Serviceanschluss (7/16-20 UNF) des Druckabsperrentils:

### HINWEIS

Am Serviceanschluss des Druckabsperrentils können Drücke bis zu 160 bar auftreten! Standardkomponenten (z. B. Manometerbrücken, Schläuche etc.) können beschädigt oder zerstört werden. Sorgfältig vorgehen und nur für diese hohen Drucklagen geeignete Komponenten verwenden!

### 7.1 Betriebstemperaturen und Schmierbedingungen

#### HINWEIS

Betrieb bei kleinen Druckverhältnissen und geringer Sauggasüberhitzung führt zu niedriger Druckgas- und Öltemperatur. Gefahr von unzureichender Schmierung durch hohe CO<sub>2</sub>-Löslichkeit im Öl. Dauerbetrieb mit Frequenzen > 60 Hz verstärkt diesen Effekt und sollte daher vermieden werden. Ggf. Rücksprache mit BITZER.

Mit Blick auf die Schmierbedingungen müssen folgende Anforderungen eingehalten werden:

- Generell Ölumpfheizung einsetzen, v. a. während Stillstandsphasen.
- Empfohlene Sauggasüberhitzung 20 K – ggf. Wärmeübertrager vorsehen um die Kältemittelkonzentration im Öl zu minimieren.  
Eine geringere Sauggasüberhitzung ist möglich, sofern minimale Öl- und Druckgastemperaturen eingehalten werden können. In Direktexpansionsanlagen, Werte < 10 K vermeiden!
- Öltemperatur 30°C (20°C = absoluter Minimalwert!).
- Minimale Druckgastemperatur = Verflüssigungstemperatur (t<sub>c</sub>) + 40 K.

**Bei Dauerbetrieb sollte eine Öltemperatur von 30°C und eine Druckgastemperatur von 50°C nicht unterschritten werden!**

#### i Information

Die Druckgastemperatur muss in Abhängigkeit der Spitzendrücke bestimmt werden! Abhängig von Hoch- und Niederdruck können auch beim Betrieb mit gesättigtem Sauggas sehr hohe Druckgastemperaturen auftreten!

- Maximale Druckgastemperatur 140°C, gemessen an der Druckgasleitung (10 cm Abstand vom Druckgasanschluss des Verdichters).
- Der Einfluss verschiedener Lastbedingungen und der Einsatz von Anlagentechnologien, wie beispielsweise Flashgas Bypass, auf die Betriebsbedingungen der Verdichter muss beachtet und in die Berechnungen miteinbezogen werden. Ggf. Rücksprache mit BITZER.

### 7.2 Regelmäßige Prüfungen

Anlage entsprechend den nationalen Vorschriften regelmäßig prüfen. Dabei folgende Punkte kontrollieren:

- Betriebsdaten, siehe Kapitel Verdichteranlauf, Seite 28.
- Ölversorgung, siehe Kapitel Verdichteranlauf, Seite 28.
- Schutzeinrichtungen und alle Teile zur Überwachung des Verdichters (Rückschlagventile, Druckgastemperaturwächter, Öldifferenzdruckschalter, Druckwächter etc.).
- Elektrische Kabelverbindungen und Verschraubungen auf festen Sitz prüfen.
- Schraubenanzugsmomente.
- Kältemittelfüllung prüfen.
- Dichtheitsprüfung.
- Datenprotokoll pflegen.
- Druckentlastungsventile der Verdichter nach Abblasen austauschen, da der Öffnungsdruck nach solch einem Vorgang reduziert / herabgesetzt sein kann.
- Schauglas und Schauglasdichtung regelmäßig überprüfen und ggf. austauschen.
- Opto-elektronische Ölüberwachung (OLC-K1) regelmäßig überprüfen und ggf. austauschen.
- Zylinderbänke überprüfen. Zylinderköpfe abmontieren, Ventilplatte prüfen und ggf. tauschen.



#### HINWEIS

Beschädigungen des Verdichters möglich.  
Schrauben und Muttern nur mit vorgeschriebenem Anzugsmoment und wo möglich, über Kreuz in mindestens 2 Schritten anziehen.  
Vor Inbetriebnahme Dichtheitsprüfung durchführen!

### 7.3 Maßnahmen bei unbeabsichtigter CO<sub>2</sub>-Emission



#### GEFAHR

CO<sub>2</sub> ist ein geruchs- und farbloses Gas und wird bei Emissionen nicht direkt wahrgenommen!  
Bewusstlosigkeit und Erstickenungsgefahr beim Einatmen zu hoher Konzentrationen!  
Austritt von CO<sub>2</sub> und unkontrolliertes Abblasen, v. a. in geschlossenen Räumen vermeiden!  
Geschlossene Maschinenräume belüften!  
Sicherheitsbestimmungen gemäß EN 378 einhalten!



#### GEFAHR

Flüssiges CO<sub>2</sub> verdampft rasch kühlt sich dabei ab und bildet Trockeneis!



Gefahr von Kaltverbrennungen und Erfrierungen!

Unkontrolliertes Abblasen von CO<sub>2</sub> unbedingt vermeiden!

Beim Befüllen der Anlage mit CO<sub>2</sub> Handschuhe und Schutzbrille tragen!

Sollte es zu unkontrollierter Emission von CO<sub>2</sub> kommen, folgende Maßnahmen ergreifen:

- Bei Gasaustritt, Raum sofort verlassen, Personen warnen, für ausreichende Lüftung sorgen.
- Betreten des Bereichs nur mit umluftunabhängigem Atemschutzgerät, wenn die Ungefährlichkeit der Atmosphäre nicht nachgewiesen ist.
- Im Freien auf windzugewandter Seite bleiben. Bereich absperren.
- Druckentlastungsventile der Verdichter nach Abblasen austauschen, da der Öffnungsdruck nach solch einem Vorgang reduziert / herabgesetzt sein kann.
- Sicherheitsventile der Anlage nach Abblasen auf Dichtheit überprüfen und ggf. austauschen.

### 8 Druck- und Sattdampftemperaturtabelle für CO<sub>2</sub>

Sattdampftemperatur t <sub>sat</sub> (°C)	Absolutdruck p (bar)
31,06** ①	73,84
31	73,74
30	72,05
29	70,42
28	68,82
27	67,27
26	65,74
25	64,25
24	62,79
23	61,36
22	59,95
21	58,57
20	57,22
19	55,89
18	54,58
17	53,30
16	52,05
15	50,81
14	49,60
13	48,41
12	47,24
11	46,10
10	44,57
9	43,87
8	42,78
7	41,70
6	40,67
5	39,65
4	38,64
3	37,66
2	36,69
1	35,74
0	34,81
-1	33,90
-2	33,00
-3	32,12
-4	31,26
-5	30,42
-6	29,59
-7	28,78

Sattdampftemperatur $t_{\text{sat}}$ (°C)	Absolutdruck p (bar)
-8	27,99
-9	27,21
-10	26,45
-11	25,71
-12	24,98
-13	24,26
-14	23,56
-15	22,88
-16	22,21
-17	21,55
-18	20,91
-19	20,28
-20	19,67
-21	19,07
-22	18,49
-23	17,91
-24	17,35
-25	16,81
-26	16,27
-27	15,75
-28	15,25
-29	14,75
-30	14,26
-31	13,79
-32	13,33
-33	12,88
-34	12,44
-35	12,02
-36	11,60
-37	11,19
-38	10,80
-39	10,42
-40	10,04
-41	9,68
-42	9,32
-43	8,98
-44	8,64
-45	8,32
-46	8,00
-47	7,70
-48	7,40
-49	7,11

Sattdampftemperatur $t_{\text{sat}}$ (°C)	Absolutdruck p (bar)
-50	6,83
-51	6,55
-52	6,29
-53	6,03
-54	5,78
-55	5,54
-56	5,31

① Kritischer Punkt

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>33</b>
1.1	Veillez également tenir compte de la documentation technique suivante .....	33
<b>2</b>	<b>Sécurité</b> .....	<b>33</b>
2.1	Personnel spécialisé autorisé .....	33
2.2	Dangers résiduels.....	33
2.3	Indications de sécurité .....	33
2.3.1	Indications de sécurité générales .....	34
<b>3</b>	<b>Champs d'application</b> .....	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>Montage</b> .....	<b>35</b>
4.1	Amortisseur de vibrations .....	35
4.2	Vannes d'arrêt / Raccords .....	36
4.3	Raccords et croquis cotés .....	37
<b>5</b>	<b>Moteur à aimant permanent à démarrage direct (LSPM)</b> .....	<b>41</b>
5.1	Protection contre les surcharges des moteurs LSPM.....	41
<b>6</b>	<b>Mettre en service</b> .....	<b>41</b>
6.1	Mise sous vide .....	42
6.2	Remplir de fluide frigorigène.....	42
6.2.1	Installations monoétagées sans réservoir à pression intermédiaire .....	43
6.2.2	Installations monoétagées avec réservoir à pression intermédiaire .....	43
6.2.3	Installations à booster pour réfrigération et congélation .....	43
6.3	Démarrage du compresseur .....	43
6.3.1	Contrôler les données de fonctionnement .....	44
<b>7</b>	<b>Fonctionnement</b> .....	<b>44</b>
7.1	Températures de fonctionnement et conditions de lubrification .....	45
7.2	Contrôles réguliers.....	45
7.3	Mesures à prendre en cas d'émissions involontaires de CO <sub>2</sub> .....	46
<b>8</b>	<b>Tableau de pression/température des vapeurs saturées pour CO<sub>2</sub></b> .....	<b>46</b>

## 1 Introduction

Les présentes instructions de services complètent les instructions de service KB-104 (ECOLINE et ECOLINE VARISPEED) et se limitent aux particularités des compresseurs

- 2MTE .. 6CTE
- 4PTC .. 4CTC
- 4PTEU .. 6CTEU
- 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K avec convertisseur de fréquence (CF) intégré

pour applications CO<sub>2</sub> transcritiques.



### Information

Les compresseurs 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU et 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K sont exclusivement prévus pour une utilisation dans le cadre d'applications transcritiques utilisant le CO<sub>2</sub> comme fluide frigorigène.

Par exemple pour l'utilisation dans des pompes à chaleur, des systèmes de réfrigération à moyenne température, des étages de réfrigération à moyenne température de systèmes booster ou cascade ou pour une compression en parallèle.

Ces compresseurs frigorifiques sont prévus pour un montage dans des installations frigorifiques conformément à la Directive Machines 2006/42/CE. Ils ne peuvent être mis en service qu'une fois installés dans lesdites machines conformément aux présentes instructions de service et de montage et que si la machine complète répond aux réglementations en vigueur (pour les normes appliquées : voir la déclaration d'incorporation).

Les compresseurs ont été conçus selon l'état actuel de la technique et satisfont aux réglementations en vigueur. La sécurité des utilisateurs a été particulièrement prise en considération.

Conserver ces instructions de service et les instructions de service KB-104 ci-jointes à proximité de l'installation frigorifique durant toute la durée de vie du compresseur.

### 1.1 Veuillez également tenir compte de la documentation technique suivante

- Instructions de service KB-104 BITZER ECOLINE et ECOLINE VARISPEED.
- Information Technique KT-220 ECOLINE VARISPEED et OCTAGON CO<sub>2</sub>-VARISPEED pour les compresseurs 4PTC-7.F3K ..

4KTC-10.F4K avec convertisseur de fréquence intégré.

- Information Technique KT-230 module de compresseur pour compresseur à piston BITZER.

## 2 Sécurité

### 2.1 Personnel spécialisé autorisé

Les travaux à réaliser sur un compresseur CO<sub>2</sub> ou une installation frigorifique à CO<sub>2</sub> nécessitent une instruction spécifique et des compétences relatives à l'utilisation du CO<sub>2</sub> comme fluide frigorigène ; seul un personnel spécialisé ayant reçu une formation adéquate est autorisé à réaliser lesdits travaux. Les qualifications et compétences des personnels spécialisés sont décrites dans les réglementations et directives nationales.

### 2.2 Dangers résiduels

Des dangers résiduels inévitables sont susceptibles d'être causés par le compresseur. Toute personne travaillant sur cet appareil doit donc lire attentivement ces instructions de service !

Doivent être absolument prises en compte :

- les prescriptions et normes de sécurité applicables (p. ex. EN378, EN60204 et EN60335),
- les règles de sécurité généralement admises,
- les directives européennes,
- les réglementations nationales.

### 2.3 Indications de sécurité

sont des instructions pour éviter de vous mettre en danger . Respecter avec soins les indications de sécurité !



#### AVIS

Indication de sécurité pour éviter une situation qui peut endommager un dispositif ou son équipement .



#### ATTENTION

Indication de sécurité pour éviter une situation potentiellement dangereuse qui peut provoquer des lésions mineures ou modérées .



#### AVERTISSEMENT

Indication de sécurité pour éviter une situation potentiellement dangereuse qui peut entraîner la mort ou des blessures graves.



### DANGER

Indication de sécurité pour éviter une situation immédiatement dangereuse qui peut provoquer la mort ou des blessures graves .

## 2.3.1 Indications de sécurité générales



### DANGER

Prendre en compte le niveau de pression élevé du fluide frigorigène CO<sub>2</sub> ① !

Lorsque le système est à l'arrêt, la pression augmente et l'installation présente un risque d'explosion !

Installer des soupapes de décharge au niveau du compresseur et dans des sections de l'installation verrouillables des deux côtés aux niveaux aspiration et haute pression.

Exigences et conception selon les normes EN 378-2 et EN 13136.

① : La température critique de 31,06°C correspond à une pression de 73,84 bar, voir chapitre Tableau de pression/température des vapeurs saturées pour CO<sub>2</sub>, page 46.



### DANGER

Le CO<sub>2</sub> liquide s'évapore très rapidement, refroidit durant le processus et forme de la glace sèche !



Risque de gelures ou de brûlures par le froid ! Éviter à tout prix une décharge incontrôlée de CO<sub>2</sub> !

Lors du remplissage de l'installation avec du CO<sub>2</sub>, porter des gants et des lunettes de protection !



### Information

Tous les compresseurs transcritiques à CO<sub>2</sub> BITZER sont dotés d'une soupape de décharge dans l'atmosphère côté haute pression et peuvent être en option équipés d'une soupape côté basse pression.

Elles ne remplacent cependant pas les soupapes de sécurité de l'installation (EN 12693) ! S'assurer que ces soupapes peuvent décharger librement.

Ne pas fixer de tubes à la sortie des soupapes de décharge !

- À l'arrêt de l'installation et si nécessaire, prendre d'autres mesures pour limiter la haute pression, comme par ex. :
  - Utilisation d'un réservoir d'égalisation de pression.
  - Pour les installations plus grandes : groupe frigorifique supplémentaire pour une limitation de pression par retour de condensation.

### Pression maximale admissible du corps (comme indiqué sur la plaque de désignation) :

(à partir du numéro de série 1680518739)

- Côté basse pression : 100 bar
- Côté haute pression : 160 bar

### Pression d'ouverture minimale des soupapes de décharge vers l'atmosphère

- Côté basse pression : 90 bar
- Côté haute pression : 148 bar

### Pressions maximales admissibles en fonctionnement

- Voir Limites d'application dans les prospectus KP-130, KP-132 et KP-133.

Pour les compresseurs avec moteur à aimant permanent à démarrage direct (LSPM)



### AVERTISSEMENT

Champ magnétique très puissant !

Tenir les objets magnétiques et magnétisables loin du compresseur !



Personnes portant un pacemaker, des défibrillateurs implantés ou des implants métalliques : respecter une distance minimale de 30 cm !



### AVIS

En cas de montée de la température (par ex. due à un blocage prolongé du rotor), la sonde de température PTC montée de série dans le stator protège le moteur LSPM contre toute surcharge moteur. L'installation d'un dispositif supplémentaire plus rapide de protection contre les surcharges est recommandée, car un blocage multiple endommage les aimants.

Dans les installations fonctionnant avec du CO<sub>2</sub>, la température des fluides est généralement très basse. Selon le type et la construction de l'installation, le condenseur et le réservoir de liquide, ou le réservoir de liquide seul ainsi éventuellement que l'échangeur de chaleur, doivent être isolés afin d'éviter que l'air à la surface passe en dessous de la température du point de rosée.

### 3 Champs d'application

Types de compresseurs	2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K
Fluide frigorigène autorisé	R744 CO <sub>2</sub> d'une classe de pureté de N4,5 ou équivalente, ou H <sub>2</sub> O < 5 ppm
Charge d'huile	BSE85K, BSG68K ①
Limites d'application	Voir prospectus KP-130, KP-132 ou KP-133

Tab. 1: Champs d'application des compresseurs transcritiques à CO<sub>2</sub>

① : BSG68K : remplissage d'huile optionnel et standard pour applications avec pression d'aspiration > 40 bar et/ou haute pression > 120 bar (par ex. pompes à chaleur).

La classe de pureté du CO<sub>2</sub> peut contenir une part H<sub>2</sub>O plus élevée si l'on remplit l'installation en utilisant un filtre déshydrateur largement dimensionné. Il est recommandé de remplacer le filtre déshydrateur plusieurs fois après la mise en service.

Zone de régime standard en cas de régulation de puissance avec convertisseur de fréquence :

- 2MTE .. 2KTE : autorisé pour une plage de fréquences allant de 30 à 75 Hz.
- 4PTC .. 4DTC, 4PTE .. 4DTE, 4PTEU .. 4DTEU : autorisé pour une plage de fréquences allant de 25 à 70 Hz.
- 4CTC, 4CTE, 4CTEU : autorisé pour une plage de fréquences allant de 25 à 65 Hz.
- 6FTE .. 6CTE, 6FTEU .. 6CTEU : autorisé pour une plage de fréquences allant de 25 à 70 Hz.
- 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K avec convertisseur de fréquence intégré : autorisé pour une plage de fréquences allant de 30 à 87 Hz.

#### Applications spéciales

L'utilisation des compresseurs 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU et 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K dans des installations avec dégivrage par gaz chaud ou installations avec dégagement de la chaleur vers un réseau d'eau froide et dans des applications de congélation nécessite un accord individuel avec BITZER.

L'utilisation des compresseurs 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU avec version moteur 1 en tant que compresseurs parallèles est possible. Au niveau des conditions de lubrification, il faudrait néanmoins éviter une surchauffe du gaz d'aspiration inférieure à 10 K. La zone de charge réduite ou la transition vers l'exploitation avec un by-pass de flashgas est particulièrement importante pour l'évaluation des conditions de lubrification. Le cas échéant, il est recommandé d'utiliser un échangeur de chaleur pour limiter la concentration de fluide frigorigène dans l'huile. Une consultation préalable avec BITZER est recommandée.

L'utilisation de compresseurs avec version moteur 2 en tant que compresseurs parallèles nécessite de consulter BITZER.

#### Filtre déshydrateur

La solubilité de l'eau dans le CO<sub>2</sub> gazeux est très nettement inférieure à sa solubilité dans d'autres fluides frigorigènes. Pour cette raison, même une partie d'humidité relativement petite du fluide frigorigène risque d'être séparée par congélation, surtout en cas d'application de réfrigération à basses températures, ce qui pourrait bloquer ou boucher les vannes de régulation. Un filtre déshydrateur largement dimensionné et un voyant avec indicateur d'humidité du CO<sub>2</sub> sont donc indispensables. Respecter la pression maximale admissible des filtres déshydrateurs ! L'utilisation des filtres déshydrateurs peut éventuellement être limitée à la conduite de liquide après le réservoir à pression intermédiaire ou au côté aspiration (dans le cas d'installations sans réservoir à pression intermédiaire).

### 4 Montage

#### 4.1 Amortisseur de vibrations

Le compresseur peut être monté fixement, si cela ne cause pas un risque de ruptures par vibration dans le système de tuyauterie raccordé. Dans le cas contraire, monter le compresseur sur des amortisseurs de vibrations.

Montage des conduites de gaz d'aspiration et de refoulement :

- Poser le compresseur sur les amortisseurs de vibrations ou le monter fixement. Dans cette position (= position de service), raccorder sans contrainte les conduites de gaz d'aspiration et de refoulement. Pour une sélection d'amortisseurs de vibrations : voir tableaux 2, page 36.

Compresseur	Numéro de kit de montage, référence (4 pièces)	Dureté
2MTE .. 2KTE	370 005 02	60 Shore
4PTC .. 4KTC	370 005 02	60 Shore
4PTE .. 4KTE		
4PTEU .. 4KTEU		
4JTC .. 4CTC	370 005 03	55 Shore
4JTE .. 4CTE		
4JTEU .. 4CTEU		
6FTE .. 6CTE	370 005 03	55 Shore
6FTEU .. 6CTEU		
4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K	370 000 20	55 Shore

Tab. 2: Amortisseurs de vibrations 2MTE .. 6CTE, 4PTC .. 4CTC, 4PTEU .. 6CTEU et 4PTC-7.F3K .. 4KTC-10.F4K

## 4.2 Vannes d'arrêt / Raccords

Côté haute pression	Vanne référence	Type de raccordement	Ø interne	Ø externe	Valeur caractéristique
Compresseur			mm	mm	
2MTE .. 2KTE	361 367 18	À braser/souder	19,15	25,4	76
	361 367 19	Fixation par bague de serrage	18		126
	361 367 20	À braser/souder	10	14	128
	361 367 21	À braser/souder	16,1	22	127
	361 367 23	À braser/souder	22,35	30	153
4PTC .. 4KTC	361 367 18	À braser/souder	19,15	25,4	76
4PTE .. 4KTE	361 367 19	Fixation par bague de serrage	18		126
4PTEU .. 4KTEU	361 367 20	À braser/souder	10	14	128
	361 367 21	À braser/souder	16,1	22	127
	361 367 23	À braser/souder	22,35	30	153
	361 367 26	À braser/souder (avec 2 raccords de maintenance)	19,15	25,4	160
4JTC .. 4CTC	361 367 18	À braser/souder	19,15	25,4	76
4JTE .. 4CTE	361 367 19	Fixation par bague de serrage	18		126
4JTEU .. 4CTEU	361 367 21	À braser/souder	16,1	22	127
	361 367 23	À braser/souder	22,35	30	153
6FTE .. 6CTE	361 367 24	À braser/souder	28	35	152
6FTEU .. 6CTEU	361 367 27	À braser/souder (avec 2 raccords de maintenance)	28	35	161

Tab. 3: Vannes d'arrêt et tailles de raccords, côté haute pression

Côté basse pression	Vanne référence	Type de raccordement	Ø interne	Ø externe	Valeur caractéristique
<b>Compresseur</b>			<b>mm</b>	<b>mm</b>	
2MTE .. 2KTE	361 315 50	À braser/souder	22,35	30	28
4PTC .. 4KTC	361 315 50	À braser/souder	22,35	30	150
4PTE .. 4KTE					
4PTEU .. 4KTEU					
4JTC .. 4CTC	361 315 54	À braser/souder	28	35	153
4JTE .. 4CTE					
4JTEU .. 4CTEU					
6FTE .. 6CTE	361 367 25	À braser/souder	35	42	152
6FTEU .. 6CTEU					

Tab. 4: Vannes d'arrêt et tailles de raccords, côté basse pression

### 4.3 Raccords et croquis cotés

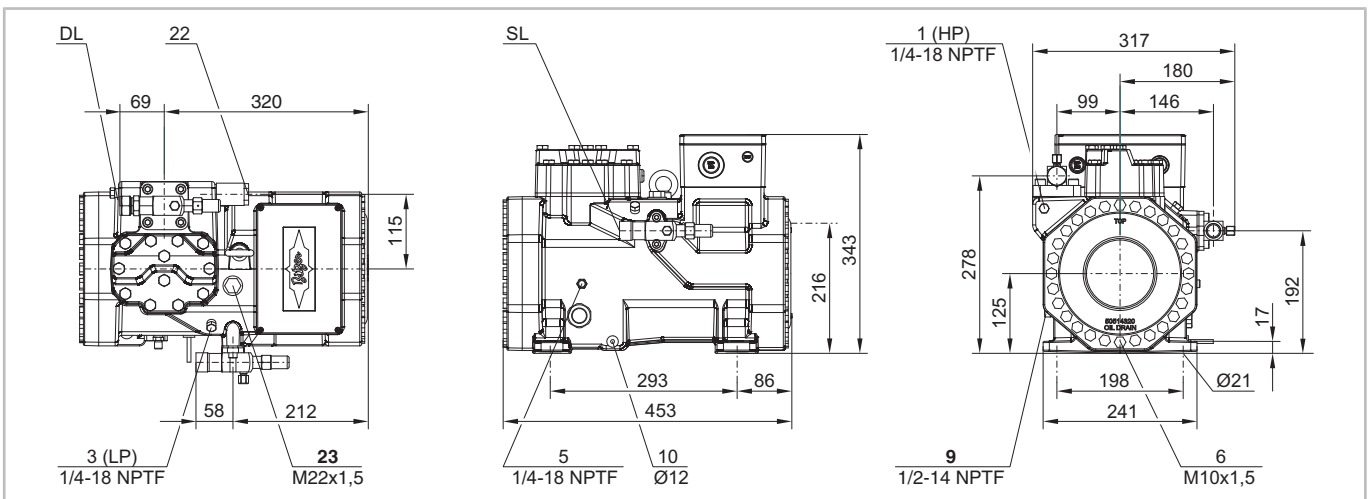


Fig. 1: Croquis coté 2MTE-4K .. 2KTE-7K

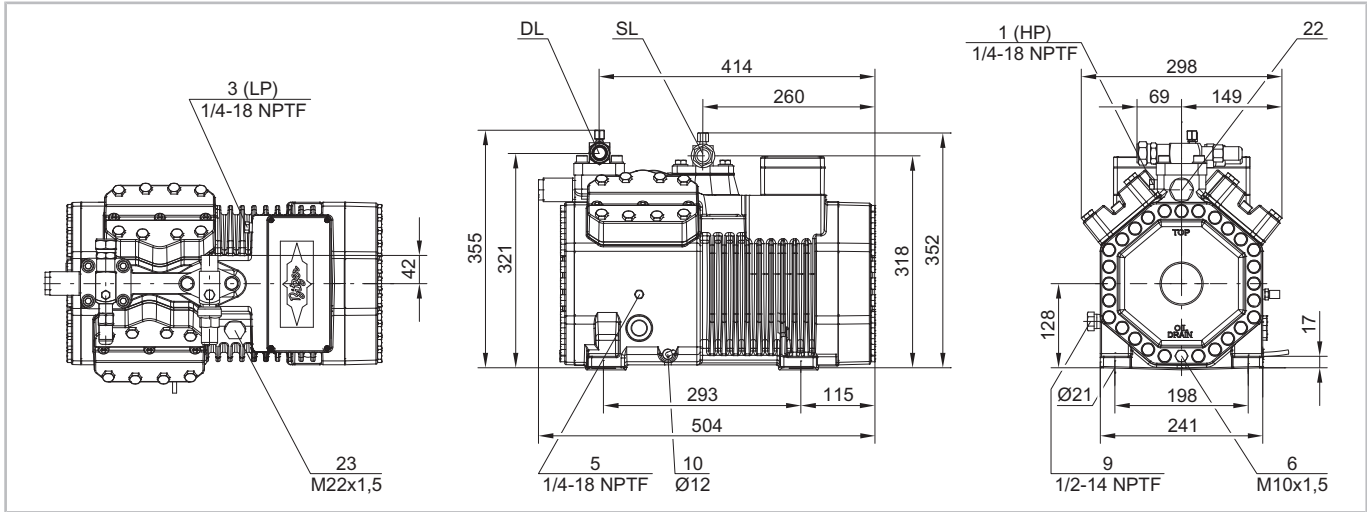


Fig. 2: Croquis coté 4PTC-6K .. 4KTC-10K

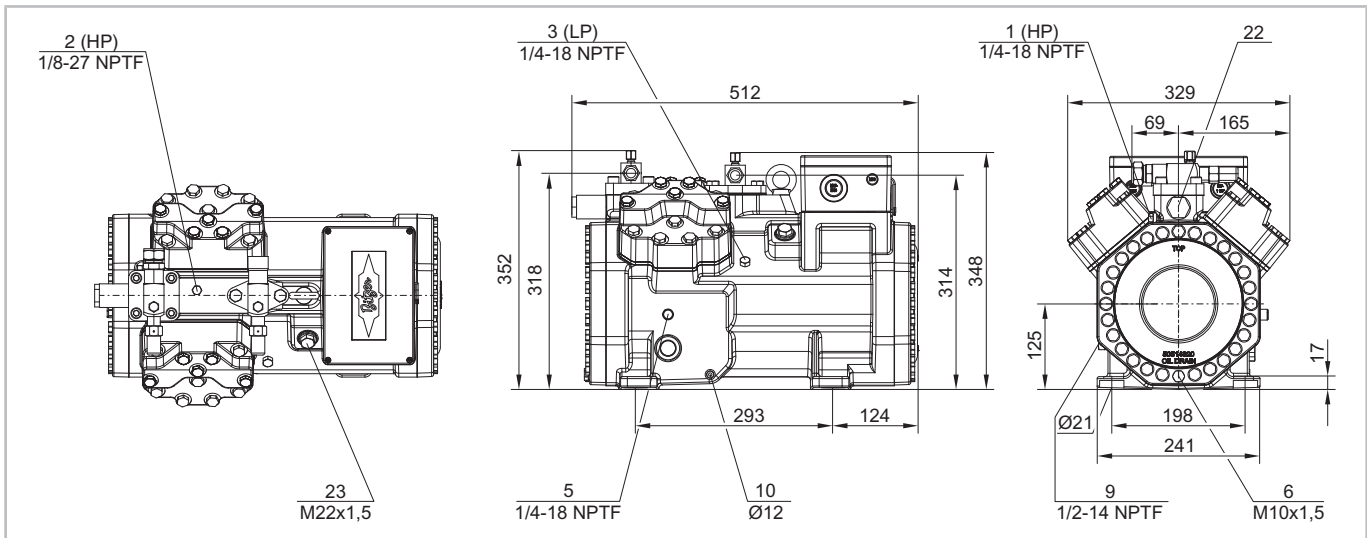


Fig. 3: Croquis coté 4PTE-6(L)K .. 4KTE-10(L)K

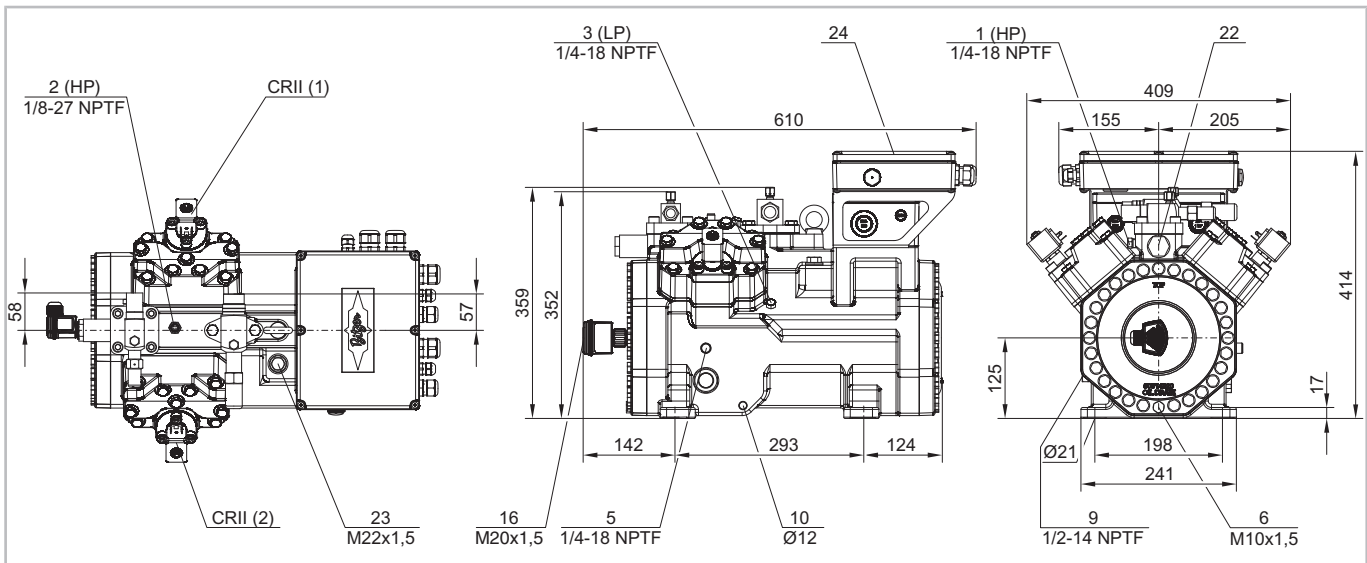


Fig. 4: Croquis coté 4PTEU-6LK .. 4KTEU-10LK (représentation avec l'IQ MODUL en option et le CRII)

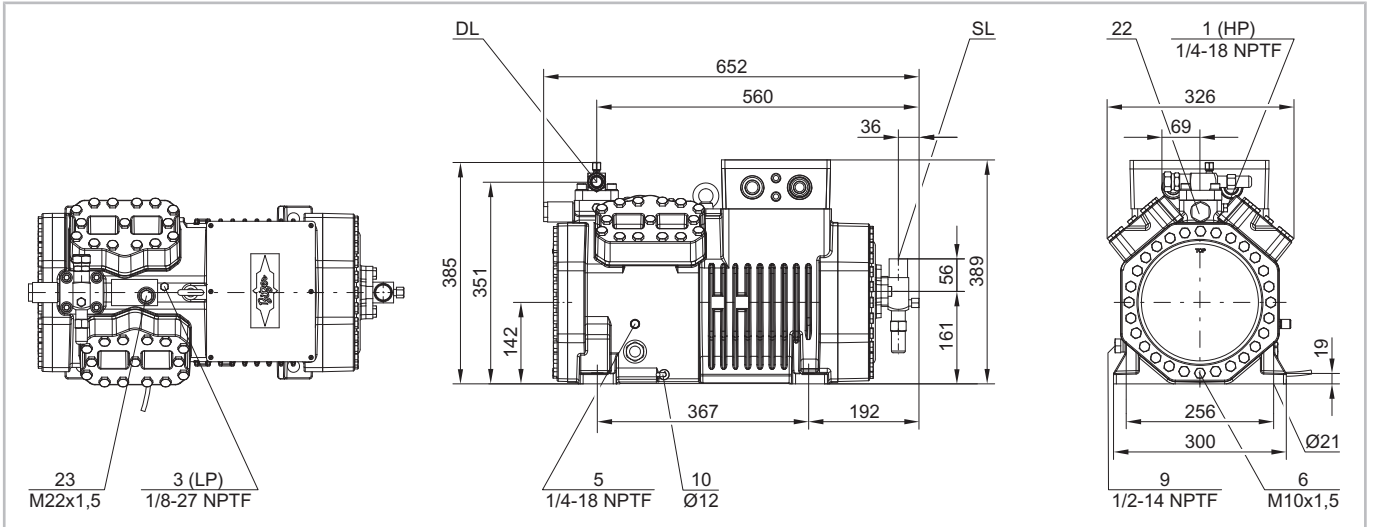


Fig. 5: Croquis coté 4JTC-10(L)K .. 4FTC-20(L)K

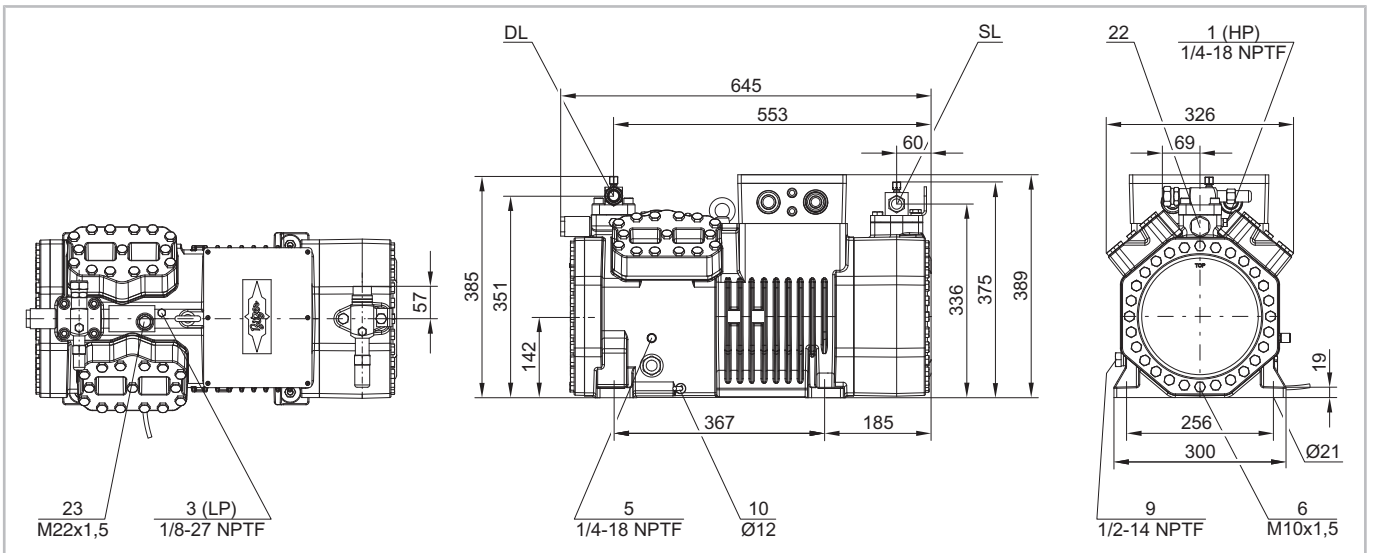


Fig. 6: Croquis coté 4FTC-30(L)K .. 4CTC-30(L)K

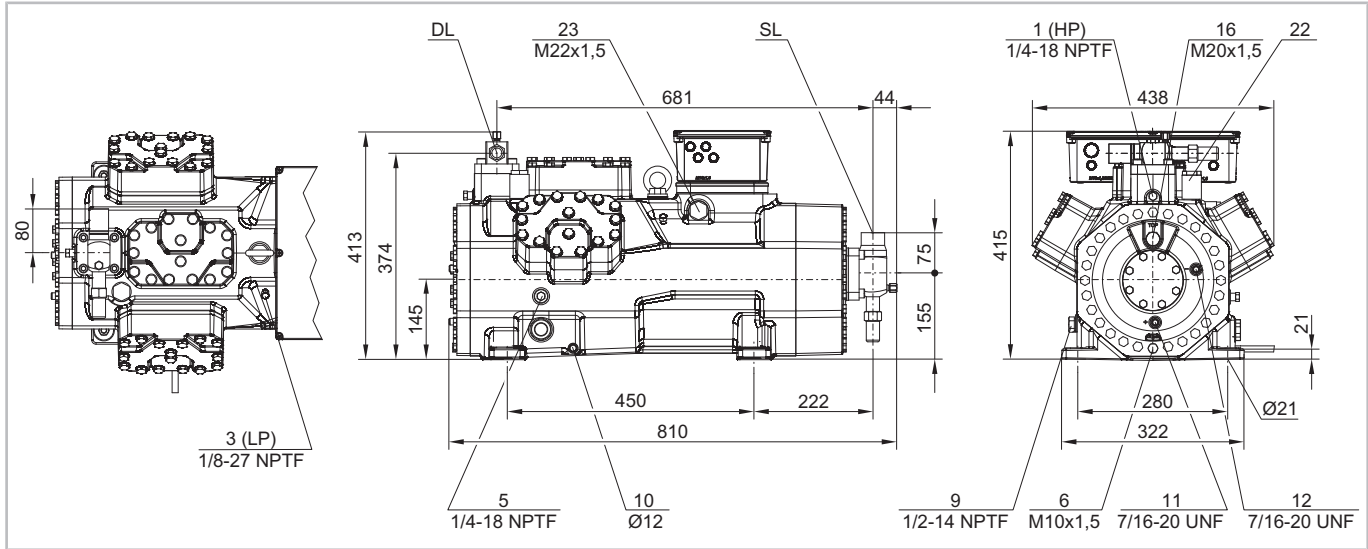


Fig. 7: Croquis coté 6FTE-35(L)K .. 6CTE-50(L)K

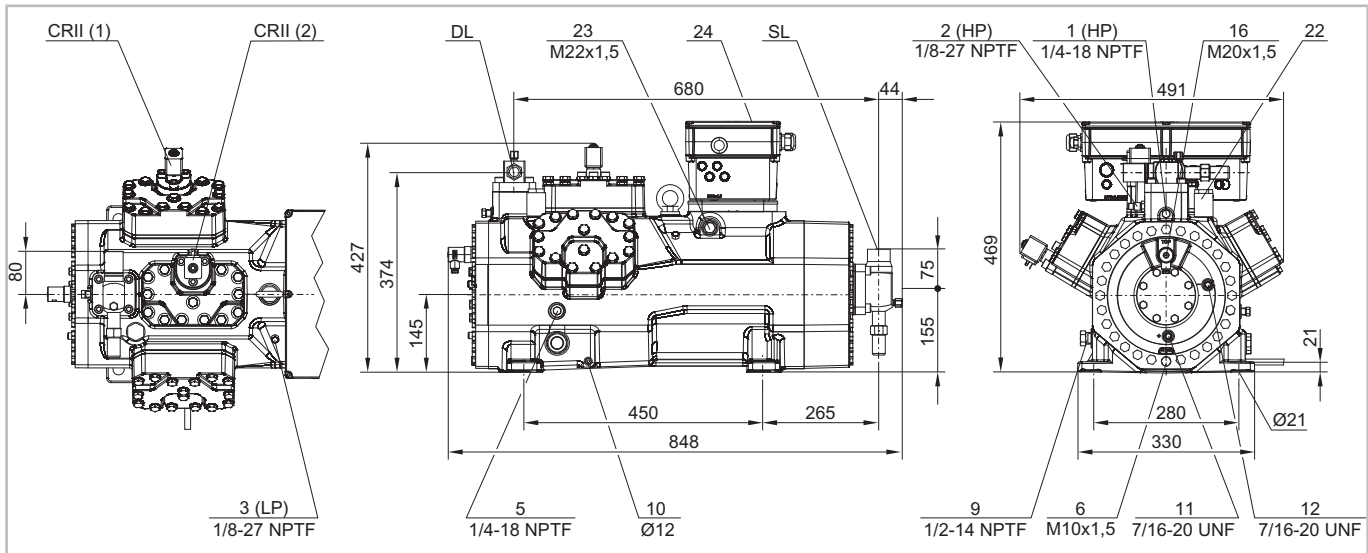


Fig. 8: Croquis coté 6FTEU-35LK .. 6CTEU-50LK (représentation avec l'IQ MODUL en option et le CR II)

Positions de raccordement	
1	Raccord haute pression (HP)
2	Raccord pour la sonde de température du gaz de refoulement (HP) (pour 4VE(S)-6Y .. 4NE(S)-20(Y), en alternative, raccordement pour sonde CIC)
3	Raccord basse pression (LP)
6	Vidange d'huile
9	Raccord pour égalisation d'huile et de gaz (fonctionnement en parallèle)
10	Raccord pour réchauffeur d'huile
11	Raccord de pression d'huile +
12	Raccord de pression d'huile -

Positions de raccordement	
16	Raccord pour contrôle d'huile (contrôle d'huile opto-électronique « OLC-K1 » ou pressostat différentiel d'huile « Delta-PII »)
22	Souape de décharge dans l'atmosphère (côté refoulement)
23	Souape de décharge dans l'atmosphère (côté aspiration)
24	Module de compresseur
SL	Conduite du gaz d'aspiration
DL	Conduite du gaz de refoulement

Tab. 5: Positions de raccordement

Les cotes indiquées sont susceptibles de présenter une tolérance selon la norme EN ISO 13920-B.

## 5 Moteur à aimant permanent à démarrage direct (LSPM)

Les compresseurs comportant la lettre « L » dans leur désignation des types (par ex. 6CTEU-50LK ou 4JTC-10LK) sont dotés d'un moteur à aimant permanent à démarrage direct (LSPM). Les aimants permanents qui y sont contenus génèrent un champ magnétique non négligeable qui est cependant blindé par le corps du compresseur.



Fig. 9: Panneaux d'avertissement et d'interdiction apposées sur un compresseur avec moteur à aimant permanent

### Symboles de sécurité apposés sur le compresseur



#### AVERTISSEMENT

Champ magnétique très puissant !

Tenir les objets magnétiques et magnétisables loin du compresseur !



Personnes portant un pacemaker, des défibrillateurs implantés ou des implants métalliques : respecter une distance minimale de 30 cm !

### Travaux sur le compresseur avec moteur LSPM

L'ensemble des travaux sur le compresseur ne doit être effectué que par des personnes ne faisant pas partie du cercle de personnes nommé. Les travaux de maintenance allant au-delà des actions décrites dans les présentes instructions de service et dans les instructions de service KB-104 ne doivent être exécutés qu'après consultation de la société BITZER.



#### AVERTISSEMENT

Induction, tension électrique !

Ne surtout pas faire tourner le moteur si la boîte de raccordement est ouverte !

Lorsque le rotor tourne, il induit une tension électrique au niveau des boulons de bornes – et ce, même quand le moteur est coupé.

### Travaux autorisés sur le compresseur avec moteur LSPM

Raccordement électrique et assemblage vissé dans la boîte de raccordement, vidange d'huile ainsi que contrôle et remplacement des soupapes de décharge,

des bancs de cylindres et du voyant. Ces travaux ne nécessitent aucun outil spécial. Avant d'ouvrir le compresseur, il est nécessaire de nettoyer très soigneusement ses environs immédiats. Faire en particulier attention à d'éventuelles particules métalliques libres ! Ne pas ouvrir le couvercle du moteur !

### 5.1 Protection contre les surcharges des moteurs LSPM

En cas de montée de la température (par ex. due à un blocage prolongé du rotor), la sonde de température PTC montée de série dans le stator protège le moteur LSPM contre toute surcharge moteur. L'installation d'un dispositif supplémentaire plus rapide de protection contre les surcharges est recommandée, car des blocages répétés endommagent les aimants. Il doit être conçu de manière à protéger rapidement en cas de grave défaut électrique et au-dessous du seuil de déclenchement du fusible de compresseur. Par exemple, il est possible de choisir entre un relais de surcharge temporisé et un disjoncteur de surcharge.

- Valeurs de courant et de temps admissibles :
  - Démarrage : max. 0,5 s (1,25 x LRA)
  - Fonctionnement : max. 2 s (1,25 x courant de service max.)



#### Information

Le déverrouillage manuel des dispositifs de protection du compresseur ne doit pas être transformé par des interventions externes en déverrouillage automatique !

## 6 Mettre en service



#### Information

Pour les informations et exigences générales, voir les instructions de service KB-104.

Avant la mise en service de l'installation, s'assurer du fonctionnement correct de tous les systèmes de sécurité et de surveillance de l'installation, et de ceux dans la salle des machines.

Par ailleurs, les informations suivantes doivent être disponibles :

- Paramètres de conception.
- Pressions maximales admissibles à l'arrêt et en fonctionnement.
- Schéma des conduites et des instruments.

### **i** Information

La mise en service de compresseurs à CO<sub>2</sub> pour applications transcritiques nécessite de suivre très soigneusement la procédure. Du fait de la très haute solubilité du fluide frigorigène dans l'huile, des hautes pressions et le cas échéant des fortes variations de pression après le processus de démarrage, une surcharge et un manque de lubrification sont susceptibles d'apparaître. Il est donc nécessaire d'observer attentivement la méthode de travail et les conditions d'exploitation et de mettre hors service provisoirement le ou les compresseurs si des conditions anormales surviennent. Surveiller impérativement l'installation durant tout le temps de la mise en service !

#### 6.1 Mise sous vide

- Mettre en marche le réchauffeur d'huile.

### **i** Information

Pour les applications de CO<sub>2</sub>, le « vide stable » devrait atteindre une valeur de 0,67 mbar (500 microns) avant la mise en service. Au cours du processus de mise sous vide, casser le vide plusieurs fois à l'aide d'azote sec.

#### 6.2 Remplir de fluide frigorigène

Le chapitre suivant décrit les exigences générales s'appliquant au remplissage avec du fluide frigorigène et à la mise en service des compresseurs. Selon le modèle et la commande de l'installation (par ex. pour les installations avec réservoir à pression intermédiaire ou booster), des modifications peuvent être nécessaires.



#### **DANGER**

Le CO<sub>2</sub> liquide s'évapore très rapidement, refroidit durant le processus et forme de la glace sèche !



Risque de gelures ou de brûlures par le froid ! Éviter à tout prix une décharge incontrôlée de CO<sub>2</sub> ! Lors du remplissage de l'installation avec du CO<sub>2</sub>, porter des gants et des lunettes de protection !

- Lors de l'extraction du CO<sub>2</sub> à partir de bouteilles sans tube ascendant, utiliser un réducteur de pression ! En règle générale, même après les travaux de maintenance, toujours casser le vide avec du CO<sub>2</sub> sous forme gazeuse.
- Pour les bouteilles avec tube ascendant, n'extraire le CO<sub>2</sub> que sous haute pression et sous forme liquide !

Ne pas utiliser de réducteur de pression ! Les membranes des réducteurs de pression ne sont pas complètement imperméables.

Une fois l'installation remplie de fluide, retirer la conduite ou le tuyau de remplissage et s'assurer qu'aucun fluide ne s'y trouve plus !

#### Fluide frigorigène autorisé

CO<sub>2</sub> d'une classe de pureté de N4,5 ou équivalente, ou H<sub>2</sub>O < 5 ppm

La classe de pureté du CO<sub>2</sub> peut contenir une part H<sub>2</sub>O plus élevée si l'on remplit le système en utilisant un filtre déshydrateur largement dimensionné. Il est recommandé de remplacer le filtre déshydrateur plusieurs fois après la mise en service.

En raison des hautes exigences en matière d'humidité résiduelle, l'utilisation d'un filtre déshydrateur s'impose en cas de remplissage avec du CO<sub>2</sub> de classe de pureté N3,0 !

#### Remplissage

- Ne pas mettre en marche le compresseur.
- Mettre en marche le réchauffeur d'huile.
- Ne commencer le remplissage que lorsque la température d'huile suivante est atteinte :  $t_{\text{huile min.}} = t_{\text{amb}} + 20 \text{ K}$ . Dans l'idéal à 35°C.. 40°C.
- Raccorder la bouteille de CO<sub>2</sub> aux raccords de service de l'installation (côtés aspiration et haute pression) via un réducteur de pression et des conduites de remplissage flexibles. Avant de serrer les vis, purger les tuyaux avec du CO<sub>2</sub> sous forme gazeuse.
- Ouvrir les vannes des raccords de remplissage et casser le vide avec du CO<sub>2</sub> de la phase gazeuse du cylindre de remplissage jusqu'à une surpression d'env. 10 bar. En cas de refroidissement important de la bouteille de fluide frigorigène, il faut la réchauffer au bain-marie dans une eau à 40 C max.



#### **AVIS**

À partir d'une pression de l'installation d'environ 10 bar, s'assurer que la vanne d'arrêt à l'aspiration et la vanne d'arrêt au refoulement du (des) compresseur(s) sont fermées.

Pour les installations à booster : concerne les compresseurs de réfrigération et de congélation.

Les opérations suivantes à effectuer avant la mise en service varient en fonction de l'installation utilisée.

### 6.2.1 Installations monoétagées sans réservoir à pression intermédiaire

- Continuer à remplir l'installation avec du CO<sub>2</sub> gazeux jusqu'à 40 bar max.
- S'assurer que les vannes magnétiques de l'évaporateur sont fermées (hors tension).
- Démarrer le fonctionnement manuel des ventilateurs/de l'entrée d'eau du refroidisseur de gaz.
- Continuer de remplir le refroidisseur de gaz avec du CO<sub>2</sub> liquide.
- Pour les étapes suivantes, voir chapitre Démarrage du compresseur, page 43.

### 6.2.2 Installations monoétagées avec réservoir à pression intermédiaire

- Continuer à remplir l'installation avec du CO<sub>2</sub> gazeux.
- À partir d'une pression de l'installation d'environ 20 bar, s'assurer que les vannes magnétiques de l'évaporateur sont fermées (hors tension).
- Démarrer le fonctionnement manuel des ventilateurs/de l'entrée d'eau du refroidisseur de gaz.
- Continuer à remplir l'installation avec du CO<sub>2</sub> liquide dans le réservoir à pression intermédiaire (le niveau de liquide minimal du réservoir doit être atteint).

#### AVIS

À partir d'une pression du réservoir à pression intermédiaire d'environ 30 bar, ne pas ajouter d'autre fluide frigorigène !  
Paramétrer le régulateur de système de telle manière que la vanne avec bipasse de flashgas du premier compresseur s'ouvre !

- Pour les étapes suivantes, voir chapitre Démarrage du compresseur, page 43.

### 6.2.3 Installations à booster pour réfrigération et congélation

#### AVIS

Prendre en compte les différentes pressions maximales admissibles pour le fonctionnement des compresseurs et des composants utilisés pour la réfrigération à moyenne température et la congélation.

À partir d'une pression de l'installation d'environ 10 bar, s'assurer que les vannes d'arrêt du gaz d'aspiration et de refoulement des compresseurs de réfrigération et de congélation sont fermées.

- S'assurer que les vannes magnétiques de l'évaporateur à l'étage de congélation sont fermées (hors tension).
- Remplir l'étage de réfrigération à moyenne température avec du CO<sub>2</sub> gazeux.
- À partir d'une pression de l'installation d'environ 20 bar à l'étage de réfrigération à moyenne température, s'assurer que les vannes magnétiques de l'évaporateur sont fermées (hors tension).
- Démarrer le fonctionnement manuel des ventilateurs/de l'entrée d'eau du refroidisseur de gaz.
- Continuer à remplir l'installation avec du CO<sub>2</sub> liquide dans le réservoir à pression intermédiaire (le niveau de liquide minimal du réservoir doit être atteint).

#### AVIS

À partir d'une pression du réservoir à pression intermédiaire d'environ 30 bar, ne pas ajouter d'autre fluide frigorigène !  
Paramétrer le régulateur de système de telle manière que la vanne avec bipasse de flashgas du premier compresseur s'ouvre !

- Pour les étapes suivantes, voir chapitre Démarrage du compresseur, page 43.

## 6.3 Démarrage du compresseur

#### AVIS

Éviter toute réduction importante de la pression dans le carter, au démarrage du compresseur comme en cours de fonctionnement !  
Formation de mousse d'huile entraînant un manque de lubrification !

#### Information

Dans le cas des installations cascade ou booster bi-étagées, commencer par ne mettre en service que l'étage de réfrigération à moyenne température. Ne démarrer l'étage de congélation qu'après avoir atteint des conditions de fonctionnement constantes. Pour les installations à booster avec bipasse de flashgas et sans échangeur thermique interne pour revaporisation de flashgas, il est recommandé d'adapter la mise en service. En mettant rapidement en service l'étage de congélation, on peut minimiser l'impact de la part de liquide dans le flashgas sur le compresseur de réfrigération.

- Avant le démarrage du premier compresseur / évaporateur : Adapter la puissance de l'évaporateur à celle du compresseur.

- Contrôler les paramètres des régulateurs de vitrines réfrigérées (surtout les fonctions de protection comme la pression maximale admissible, etc.).
- Ouvrir les vannes d'arrêt du gaz de refoulement et du gaz d'aspiration du compresseur CO<sub>2</sub>. Dans les grandes installations avec haute puissance de compression et longs tuyaux, procéder avec une grande prudence et maintenir la vannes d'arrêt du gaz d'aspiration en position d'étranglement. Pour les installations petites et moyennes : Mettre le compresseur en circuit de façon à ce qu'il soit prêt à fonctionner en mode automatique. Mettre en circuit l'évaporateur et observer la pression de gaz d'aspiration ; le cas échéant, remettre l'évaporateur hors service et, une fois que la pression du gaz d'aspiration a baissé, sélectionner une puissance d'évaporation plus faible pour le démarrage.
- Mettre en marche le compresseur (un seul pour commencer en cas de fonctionnement en parallèle). Dans les grandes installations, maintenir la vanne d'arrêt du gaz d'aspiration en position d'étranglement et ne l'ouvrir lentement et complètement qu'une fois que la pression d'aspiration diminue. Dans le même temps, mettre en marche les vannes magnétiques des évaporateurs en fonction des besoins et de la puissance de compression.
- S'il n'y a pas assez de fluide frigorigène : Adapter la quantité en fonction des besoins.
- Remplir côté aspiration avec du CO<sub>2</sub> sous forme gazeuse, ou sous forme liquide dans le réservoir à pression intermédiaire. Éviter une augmentation trop importante de la pression.
- En cas de dépassement des limites d'application ou de conditions anormales (par ex. fonctionnement en noyé), arrêter tout de suite le compresseur.
- Ne le remettre en circuit que lorsque les niveaux de pression se sont stabilisés ou que, le cas échéant, l'erreur a été éliminée.
- Éviter les fréquences d'enclenchements trop importantes !
- Selon le modèle et la commande de l'installation, mettre en marche si nécessaire des compresseurs et des évaporateurs supplémentaires. Rajouter la quantité appropriée de fluide frigorigène.

La mise en service de l'étage de congélation est effectuée en conséquence.

Mesures particulières pour les systèmes cascade :

- Avant le démarrage d'un compresseur, piloter dans l'installation de réfrigération la vanne magnétique ou le détendeur électronique vers l'échangeur de chaleur cascade. L'injection de liquide (LI) du côté évaporateur de l'échangeur de chaleur entraîne la liquéfaction du CO<sub>2</sub>.

porateur de l'échangeur de chaleur entraîne la liquéfaction du CO<sub>2</sub>.

En cas de fonctionnement en parallèle :

- La mise en service en cas de fonctionnement en parallèle fonctionne de la même manière que pour la réfrigération à moyenne température. Sans les compresseurs en parallèle, la puissance maximale de l'installation est cependant significativement réduite. La pleine puissance de l'installation ne peut être utilisée que lorsque l'étage de compression parallèle est entièrement en fonctionnement.

### 6.3.1 Contrôler les données de fonctionnement

Une fois la mise en service réussie et l'installation remplie de fluide frigorigène, contrôler les données de fonctionnement et établir un procès-verbal :

- Températures d'évaporation et haute pression – voir limites d'application KP-130, KP-132 et KP-133.
- Température du gaz d'aspiration, du gaz de refoulement et de l'huile, voir chapitre Températures de fonctionnement et conditions de lubrification, page 45.
- Fréquence de démarrages :
  - 6 démarrages max. par heure
  - durée minimale d'un cycle Marche / Arrêt = 10 min
- Valeur électrique de toutes les phases.
- Tension.

## 7 Fonctionnement

En cas de travaux ou de mesures sur le raccord de service (7/16-20 UNF) de la vanne d'arrêt au refoulement :



### AVIS

Au niveau du raccord de service de la vanne d'arrêt au refoulement, la pression peut atteindre jusqu'à 160 bar !

Les composants standard (par ex. ponts de manomètres, tuyaux, etc.) sont susceptibles d'être endommagés, voire détruits.

Procéder avec précaution et n'utiliser que des composants appropriés pour ces hautes pressions !

## 7.1 Températures de fonctionnement et conditions de lubrification

### AVIS

Un fonctionnement à faibles rapports de pression et avec un faible surchauffe du gaz aspiré provoque une basse température du gaz de refoulement et de l'huile.

Risque de lubrification insuffisante à cause de la haute solubilité du CO<sub>2</sub> dans l'huile.

Un fonctionnement continu avec une fréquence > 60 Hz renforce cet effet et doit donc être évité. Le cas échéant, il est conseillé de consulter BITZER.

En matière de conditions de lubrification, il faut satisfaire aux exigences suivantes :

- En règle générale, mettre la résistance de carter en service, en particulier durant les phases d'arrêt.
- Surchauffe de gaz d'aspiration recommandée : 20 K – le cas échéant, prévoir un échangeur thermique afin de minimiser la concentration de fluide frigorigène dans l'huile.

Une surchauffe plus faible du gaz d'aspiration est possible à condition de maintenir une température d'huile et de gaz de refoulement minimales. Dans les installations à expansion directe, éviter des valeurs < 10 K !

- Température d'huile 30°C (20°C = valeur minimale absolue !).
- Température minimale du gaz de refoulement = température de liquéfaction (t<sub>g</sub>) + 40 K.

**En fonctionnement continu, la température de l'huile doit être d'au moins 30 C et celle du gaz de refoulement d'au moins 50 C !**



### Information

La température du gaz de refoulement doit être déterminée en considération des pressions de crête !

En fonction des haute et basse pressions, une très haute température du gaz de refoulement est également possible avec un fonctionnement à gaz d'aspiration saturé !

- Température max. du gaz de refoulement : 140 C, mesurée sur la conduite de gaz de refoulement (10 cm de distance par rapport au raccord de gaz de refoulement du compresseur).
- L'influence de différentes conditions de charge et l'utilisation de technologies d'installation, comme par exemple le bipasse de flashgas, sur les conditions

de fonctionnement du compresseur doivent être prises en considération dans les calculs. Le cas échéant, il est conseillé de consulter BITZER.

## 7.2 Contrôles réguliers

Contrôler régulièrement l'installation conformément aux réglementations nationales. Contrôler en particulier les points suivants :

- Caractéristiques de fonctionnement, voir chapitre Démarrage du compresseur, page 43.
- Alimentation d'huile, voir chapitre Démarrage du compresseur, page 43.
- Dispositifs de protection et toutes les pièces servant à contrôler le compresseur (clapets de retenue, limiteur de température du gaz de refoulement, pressostat différentiel d'huile, limiteur de pression, etc.).
- S'assurer que les connexions des câbles et les assemblages à vis sont suffisamment serrés.
- Couple de serrage des vis.
- Contrôler la charge de fluide frigorigène.
- Essai d'étanchéité.
- Soigner le procès-verbal.
- Remplacer les vannes de décharge des compresseurs après la décharge, car un tel processus peut réduire la pression d'ouverture.
- Contrôler régulièrement le voyant et son joint et les remplacer si nécessaire.
- Contrôler régulièrement le contrôle d'huile opto-électronique (OLC-K1) et la remplacer si nécessaire.
- Contrôler les bancs de cylindres. Démonter les têtes de cylindre, contrôler les plaques à clapets et les remplacer si nécessaire.



### AVIS

Risque d'endommagement du compresseur. Ne serrer les vis et les écrous qu'au couple de serrage prescrit et, si possible, en croix et en 2 étapes minimum.

Avant la mise en service, effectuer un essai d'étanchéité !

### 7.3 Mesures à prendre en cas d'émissions involontaires de CO<sub>2</sub>



#### DANGER

Le CO<sub>2</sub> est un gaz inodore et incolore non perçu directement en cas d'émissions !  
 Risque de perte de conscience et de suffocation en cas d'inspiration en concentrations trop importantes !  
 Éviter toute décharge de CO<sub>2</sub> et toute fuite incontrôlée, en particulier dans les pièces fermées !  
 Ventiler les locaux de machines fermés !  
 Respecter les exigences de sécurité spécifiées par la norme EN 378 !



#### DANGER

Le CO<sub>2</sub> liquide s'évapore très rapidement, refroidit durant le processus et forme de la glace sèche !  
 Risque de gelures ou de brûlures par le froid !  
 Éviter à tout prix une décharge incontrôlée de CO<sub>2</sub> !  
 Lors du remplissage de l'installation avec du CO<sub>2</sub>, porter des gants et des lunettes de protection !



En cas d'émission incontrôlée de CO<sub>2</sub>, prendre les mesures suivantes :

- En cas de fuite de gaz, quitter immédiatement la pièce, prévenir les personnes et garantir une ventilation suffisante.
- Tant que la non-dangerosité de l'atmosphère n'a pas été prouvée, ne pénétrer dans la zone qu'avec un appareil de protection respiratoire autonome.
- Rester à l'air libre et exposé au vent. Interdire l'accès à la zone.
- Remplacer les vannes de décharge des compresseurs après la décharge, car un tel processus peut réduire la pression d'ouverture.
- Contrôler l'étanchéité des vannes de sécurité de l'installation après la fuite et les remplacer si nécessaire.

### 8 Tableau de pression/température des vapeurs saturées pour CO<sub>2</sub>

Température de vapeur saturée t <sub>sat</sub> (°C)	Pression absolue p (bar)
31,06** ①	73,84

Température de vapeur saturée t <sub>sat</sub> (°C)	Pression absolue p (bar)
31	73,74
30	72,05
29	70,42
28	68,82
27	67,27
26	65,74
25	64,25
24	62,79
23	61,36
22	59,95
21	58,57
20	57,22
19	55,89
18	54,58
17	53,30
16	52,05
15	50,81
14	49,60
13	48,41
12	47,24
11	46,10
10	44,57
9	43,87
8	42,78
7	41,70
6	40,67
5	39,65
4	38,64
3	37,66
2	36,69
1	35,74
0	34,81
-1	33,90
-2	33,00
-3	32,12
-4	31,26
-5	30,42
-6	29,59
-7	28,78
-8	27,99
-9	27,21

Température de vapeur saturée $t_{\text{sat}}$ (°C)	Pression absolue $p$ (bar)
-10	26,45
-11	25,71
-12	24,98
-13	24,26
-14	23,56
-15	22,88
-16	22,21
-17	21,55
-18	20,91
-19	20,28
-20	19,67
-21	19,07
-22	18,49
-23	17,91
-24	17,35
-25	16,81
-26	16,27
-27	15,75
-28	15,25
-29	14,75
-30	14,26
-31	13,79
-32	13,33
-33	12,88
-34	12,44
-35	12,02
-36	11,60
-37	11,19
-38	10,80
-39	10,42
-40	10,04
-41	9,68
-42	9,32
-43	8,98
-44	8,64
-45	8,32
-46	8,00
-47	7,70
-48	7,40
-49	7,11
-50	6,83

Température de vapeur saturée $t_{\text{sat}}$ (°C)	Pression absolue $p$ (bar)
-51	6,55
-52	6,29
-53	6,03
-54	5,78
-55	5,54
-56	5,31

① Point critique



**80411404 // 06.2017**

Subject to change  
Änderungen vorbehalten  
Toutes modifications réservées

**BITZER Kühlmaschinenbau GmbH**  
Eschenbrünlestraße 15 // 71065 Sindelfingen // Germany  
Tel +49 (0)70 31 932-0 // Fax +49 (0)70 31 932-147  
bitzer@bitzer.de // www.bitzer.de