

Betriebsanleitung Operating Instructions Instruction de service



KB-130-2

Halbhermetische Hubkolbenverdichter für transkritische CO₂-Anwendungen

• 4MTC-7K .. 4FTC-30K

Inhalt	Seite
1 Sicherheit	1
2 Anwendungsbereiche	3
3 Anschlüsse	5
4 In Betrieb nehmen	6
5 Maßnahmen bei unbeabsichtigter CO ₂ -Emission	11
6 Druck- / Sattedampftemp.-Tabelle für CO ₂	12

1 Sicherheit

Die vorliegende Anleitung beschränkt sich auf die Besonderheiten der OCTAGON Serie 4MTC-7K .. 4FTC-30K für CO₂. Die Betriebsanleitung für die OCTAGON Standardserie (KB-100) muss ebenfalls beachtet werden!

i Die Verdichter 4MTC-7K .. 4FTC-30K sind für den Einsatz in transkritischen Anwendungen mit CO₂ vorgesehen (z. B. Wärmepumpen, Normalkühl-Systeme, Normalkühlstufen von Booster- oder Kaskadensystemen).

⚠ **Warnung!**
Arbeiten an CO₂-Verdichtern und Kälteanlagen erfordern eine spezifische Sachkunde im Umgang mit CO₂ als Kältemittel. Außerdem ist für das Bedienungspersonal eine qualifizierte Einweisung erforderlich.

Semi-hermetic reciprocating compressors for trans-critical CO₂ applications

• 4MTC-7K .. 4FTC-30K

Content	Page
1 Safety	1
2 Application ranges	3
3 Connections	5
4 Commissioning	6
5 Measures to be taken in case of an inadvertent CO ₂ emission	11
6 Pressure / saturated vapour temperature table for CO ₂	12

1 Safety

These instructions are limited to the special features of the OCTAGON series 4MTC-7K .. 4FTC-30K for CO₂. Pay also attention to the enclosed Operating Instructions for the OCTAGON Standard Series (KB-100)!

i The compressors 4MTC-7K .. 4FTC-30K are intended for use in trans-critical CO₂ applications (e. g. heat pumps, medium temperature systems, medium temperature stages of booster and cascade systems).

⚠ **Warning!**
Working on CO₂ compressors and refrigeration plants require a specific skill in handling CO₂ as a refrigerant. Furthermore, qualified instruction is required for the operating personnel.

Compresseurs hermétiques accessibles à pistons pour applications CO₂ transcritique

• 4MTC-7K .. 4FTC-30K

Sommaire	Page
1 Sécurité	1
2 Champs d'application	3
3 Raccords	5
4 Mise en Service	6
5 Mesures en cas d'échappement involontaire de CO ₂	11
6 Tableau de pression / temp. des vapeurs saturées pour CO ₂	12

1 Sécurité

La présente notice se limite aux particularités de série OCTAGON 4MTC-7K .. 4FTC-30K pour CO₂. Faire attention à l'instruction de service ci-jointe pour le Série OCTAGON Standard (KB-100) !

i Les compresseurs 4MTC-7K .. 4FTC-30K sont prévus pour être utilisés dans le domaine CO₂ trans-critique (par ex. les pompes à chaleur, systèmes de réfrigération à moyenne température, étages de réfrigération à moyenne température de systèmes booster ou cascade).

⚠ **Advertissement !**
Les interventions sur les compresseurs et les circuits frigorifiques au CO₂ nécessitent des connaissances spécifiques pour l'usage du CO₂ comme fluide frigorigène. De plus, une initiation qualifiée du personnel d'exploitation est nécessaire.



Gefahr!

CO₂ ist geruch- und farblos und kann deshalb bei Emissionen nicht direkt wahrgenommen werden. Das Einatmen von erhöhten CO₂-Konzentrationen kann zu Bewusstlosigkeit und Erstickung führen!
In geschlossenen Räumen können entsprechende Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen erforderlich werden!
Maschinenräume müssen entsprechend EN 378 belüftet sein!



Danger!

CO₂ is odourless and colourless and can therefore not be perceived directly in case of emission. Inhalation of higher CO₂ concentrations can lead to unconsciousness and to asphyxiation!
In closed rooms appropriate safety and monitoring devices may become necessary!
Machinery rooms must be ventilated according to EN 378!



Danger !

Le CO₂ est incolore et inodore et par conséquent pas directement détectable en cas de propagation. Inspirer du CO₂ à hautes concentrations peut engendrer l'évanouissement et l'étouffement! Dans les espaces clos, porter attention aux équipements de sécurité et de surveillance appropriés !
La ventilation des salles des machines doit être assurée conformément à la norme EN 378 !

Besondere Hinweise zur Anlagenauslegung

Absicherung gegen überhöhten Druck



Gefahr!

Hohe Drucklagen des Kältemittels CO₂ beachten (kritische Temperatur 31.06°C entspricht **73,6 bar**)!
Bei Stillstand nimmt der Druck in der Anlage zu und es besteht Berstgefahr!
Am Verdichter ① und in jeweils beidseitig absperrbaren Anlagenabschnitten auf Saug- und Hochdruckseite Druckentlastungsventile installieren – Anforderungen und Auslegung entsprechend EN 378-2 und EN 13136. Dabei geeignete Maßnahmen treffen, um beim Abblasen ein Blockieren des Druckentlastungsventils durch sublimiertes CO₂ (Trockeneis) zu vermeiden. Keine Rohre am Austritt des Druckentlastungsventils befestigen. Bei Systemen mit Mitteldrucksammler können Flüssigkeitstemperaturen um 0°C auftreten. Flüssigkeitssammler müssen isoliert werden, um Wärmeeintritt in das Kältemittel CO₂ zu vermeiden. Bei Bedarf weitere Maßnahmen zur Druckbegrenzung vornehmen (z.B. Druckausgleichsbehälter, bei größeren Anlagen zusätzlicher Kältesatz zur Druckbegrenzung durch Rückkondensation).

Special notes on plant design

Safety against excessive pressure



Danger!

Observe high pressure levels of CO₂ refrigerants (critical temperature 31.06°C corresponds to **73.6 bar**)!
At standstill the pressure in the plant will rise and danger of bursting is imminent!
Installation of pressure relief valves on compressor ① and both the suction and the discharge side of the system is required, and should be laid out in accordance with EN 378-2 and EN 13136. In so-doing, take appropriate measures in order to prevent relief valve blockage due to the formation of solid CO₂ (dry ice). Do not fit pipe work to the outlet of pressure relief valves. In systems with intermediate pressure receiver liquid temperatures around 0°C can occur. Liquid receivers should be insulated to reduce heat ingress into the refrigerant CO₂.
If necessary take further measures to ensure pressure limitation (e.g. pressure equalisation vessel, for larger plants an additional refrigeration unit for pressure limitation via condensation).

Renseignements particuliers pour la conception d'une installation

Protection contre une pression trop élevée



Danger !

Tenir compte du niveau de pression élevé du fluide frigorigène CO₂ (température critique 31,06°C correspond à **73,6 bar**) !
A l'arrêt, la pression augmente dans l'installation, et il y a risque d'éclatement !
Installer des soupapes de décharge sur le compresseur ① et sur les portions de circuit aspiration et refoulement qui peuvent être isolées aux deux extrémités – Exigences et sélection suivant EN 378-2 et EN 13136. Prendre les mesures appropriées pour éviter un blocage de la soupape de décharge par sublimation du CO₂ (neige carbonique) au moment de la décharge. Ne pas fixer des tubes à la sortie de la soupape de décharge. Les systèmes avec réservoir à pression intermédiaire peuvent présenter des températures de liquide d'environ 0°C. Il est nécessaire d'isoler le réservoir de liquide afin d'éviter l'entrée de chaleur dans le fluide frigorigène CO₂.
Si nécessaire, adopter d'autres mesures de limitation de pression (par ex. réservoir d'égalisation de pression; sur de grandes installations, groupe frigorifique supplémentaire pour une limitation de pression par reconcondensation).

① Die Verdichter sind mit Druckentlastungsventil(en) zur Atmosphäre für HD- und/oder ND-Seite lieferbar (Option). Sie ersetzen jedoch nicht die zur Absicherung des Systems erforderlichen Druckentlastungsventile.

① The compressors are available with pressure relief valve(s) to the atmosphere for high pressure and/or low pressure side (optional). However, they do not replace the pressure relief valves necessary for system protection.

① Les compresseurs peuvent être fournis avec une/des soupape(s) de décharge vers l'atmosphère pour le côté HP et/ou le côté LP (option). Ils ne remplacent cependant pas les soupapes de décharge nécessaires à la protection du système.

Maximal zulässige Drücke

- Saugseite (Stillstand): 75 bar
- Hochdruckseite: 130 bar

Maximum permissible pressure levels

- Suction side (standstill): 75 bar
- High pressure side: 130 bar

Pressions maximales admises

- à l'aspiration (arrêt): 75 bar
- au refoulement: 130 bar

Maximal zulässige Drücke (Betrieb):

- siehe Einsatzgrenzen, Prospekt KP-130

Maximum permissible pressure levels (operation):

- see application limits, brochure KP-130

Pressions maximales admises (service):

- voir limites d'application brochure KP-130

Filtertrockner

Aufgrund der geringen Löslichkeit von Feuchtigkeit in der Dampfphase von CO₂ und den daraus drohenden Konsequenzen, wie z.B. Zusetzen von Ventildüsen und chemische Reaktionen, müssen reichlich dimensionierte Filtertrockner in geeigneter Qualität eingesetzt werden. Maximale Betriebsdrücke der Filtertrockner beachten! Eventuell beschränkt sich der Einsatz auf die Flüssigkeitsleitung nach dem Mitteldrucksammler oder die Saugseite (Systeme ohne Mitteldrucksammler). Ein Schauglas mit Feuchtigkeitsindikator wird je nach Systemaufbau empfohlen.

Filter drier

Due to the low moisture solubility in the condensing phase of CO₂ and the resulting consequences, e.g. clogging of valve nozzles and chemical reactions, generously dimensioned filter driers in suitable quality must be used. Mind maximum operating pressures of filter driers! The application may possibly be limited to the liquid line after the intermediate pressure receiver, or the suction side (systems without intermediate pressure receiver). Depending on the system setup a sight glass with moisture indicator is recommended.

Filtre déshydrateur

En raison de la faible solubilité d'humidité dans la phase vapeur du CO₂ et des conséquences en résultant, telles qu'une obstruction des gicleurs de soupape et une réaction chimique, il est nécessaire d'utiliser des filtres déshydrateurs largement dimensionnés d'une qualité adéquate. 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 (systèmes sans réservoir à pression intermédiaire). En fonction de la conception du système, il convient d'utiliser un voyant avec indicateur d'humidité.

2 Anwendungsbereiche

2 Application ranges

2 Champs d'application

Zulässiges Kältemittel Permitted refrigerant Fluide frigorigènes autorisés	CO ₂ ① CO ₂ der Reinheitsklasse N4.5 oder vergleichbar, bzw. H ₂ O < 5 ppm CO ₂ of purity class N4.5 or equivalent, or H ₂ O < 5 ppm CO ₂ de la classe de pureté N4.5 ou équivalent, resp. H ₂ O < 5 ppm
Ölfüllung Oil charge Charge d'huile	BITZER BSE 85K
Einsatzgrenzen Application ranges ② Limites d'application	siehe Prospekt KP-130 see brochure KP-130 voir brochure KP-130

- ① Die CO₂ Reinheitsklasse kann einen höheren H₂O Anteil enthalten, wenn ein großzügig dimensionierter Filtertrockner eingesetzt und das System durch diesen befüllt wird. Es empfiehlt sich in diesem Fall den Filtertrockner nach der Inbetriebnahme mehrfach zu wechseln.
- ② Leistungsregelung (30 – 70 Hz) mit Frequenzumrichter auf Anfrage

- ① CO₂ purity can be of a higher H₂O level if a large volume drier assembly is used and the system is charged through the drier. In this case repeated changes of the filter drier are recommended after commissioning.
- ② Capacity control (30 – 70 Hz) with frequency inverter available upon request

- ① La classe de pureté du CO₂ peut contenir une part H₂O plus élevée si l'on utilise un filtre déshydrateur largement dimensionné par lequel le système est rempli. Il est recommandé dans ce cas de remplacer le filtre déshydrateur plusieurs fois après la mise en service.
- ② Régulation de puissance (30 – 70 Hz) avec variateur de fréquences sur demande

Betriebstemperaturen

! Achtung!
Betrieb bei kleinen Druckverhältnissen und geringer Sauggasüberhitzung führt zu niedriger Druckgas- und Öltemperatur. Gefahr von unzureichender Schmierung durch hohe CO₂-Löslichkeit im Öl.

Mit Blick auf die Schmierbedingungen müssen folgende Anforderungen eingehalten werden:

- Generell Ölumpfheizung einsetzen, Betrieb während Stillstandsphase.
- Die minimale Druckgastemperatur für subkritischen Betrieb muss mindestens 40 K über der Verflüssigungstemperatur liegen, um zu niedrige Ölumpftemperaturen zu vermeiden.
Anhaltswerte für NK-Bedingungen:
min. Sauggasüberhitzung 10 K,
min. Öltemperatur 20°C,
min. Druckgastemperatur 40°C.

i Die Druckgastemperatur muss im Hinblick auf die Spitzendrücke bestimmt werden! Abhängig von Hoch- und Niederdruck können auch beim Betrieb mit gesättigtem Sauggas sehr hohe Druckgastemperaturen auftreten.

- max. Druckgastemperatur 140°C gemessen an Druckleitung (10 cm Abstand vom Druckgasanschluss am Verdichter).
- Der Einfluss verschiedener Lastbedingungen und der Einsatz von Systemtechnologien, wie z.B. Flashgas Bypass, auf die Betriebsbedingungen der Verdichter sind zu beachten. Ggf. Rücksprache mit BITZER.

Besondere Anwendungen

Der Einsatz der Verdichtertypen 4MTC-7K .. 4FTC-30K für Heißgas-Abtausysteme, Systeme mit Wärmeabgabe an ein Kaltwassernetz und in Tiefkühl-Anwendungen erfordert die individuelle Abstimmung mit BITZER.

Operating temperatures

! Attention!
Operation at low pressure ratios and low suction gas superheat results in low discharge gas and oil temperature. Risk of insufficient lubrication due to high CO₂ solubility in oil.

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

- Always apply crankcase heater, operation during shut-off period.
- The minimum discharge gas temperature for sub-critical operation must be at least 40 K above the condensing temperature to avoid too low crankcase oil temperatures. Reference values for medium temperature applications:
min. suction gas superheat 10 K,
min. oil temperature 20°C,
min. discharge gas temp. 40°C.

i The discharge gas temperature must be determined with regard to peak pressures! Depending on high and low pressure very high discharge temperatures can occur even at operation with saturated suction gas.

- max. discharge gas temperature 140°C measured at discharge line (10 cm distance from discharge gas connection).
- Consider the influence different load conditions and the application of system technologies (such as Flashgas Bypass) have on the operating conditions of the compressors. If necessary, contact BITZER.

Special applications

The application of compressor types 4MTC-7K .. 4FTC-30K in hot gas defrosting systems, systems with heat emission to a cold water system, and in low temperature applications requires individual consultation with BITZER.

Températures de service

! Attention !
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 CO₂ dans l'huile.

Eu égard à les conditions de lubrification qui en résultent, les exigences suivantes sont à respecter:

- Usage généralisé d'un chauffage carter, en service durant les arrêts.
- La température minimale du gaz de refoulement en régime de fonctionnement sous-critique doit être au moins de 40 K au-dessus de la température de condensation afin d'éviter des températures trop basses de l'huile de carter.
Valeurs à titre indicatif pour les conditions de réfrigération à moyenne température:
min. surchauffe du gaz aspiré 10 K,
température min de l'huile 20°C, temp.,
min. du gaz de refoulement 40°C.

i La température du gaz de refoulement doit être déterminée en considération des pressions de crête ! En fonction de la haute et basse pression, températures très élevées du gaz de refoulement sont également possible avec un fonctionnement à gaz aspiré saturé.

- Température max. du gaz de refoulement 140°C, mesurée sur la conduite de refoulement (10 cm de distance par rapport au raccord du gaz de refoulement du compresseur).
- Observer l'influence des différentes conditions de charge et de l'utilisation d'un bipasse de flashgas sur les conditions de fonctionnement des compresseurs. Le cas échéant, veuillez contacter BITZER à ce sujet.

Applications spéciales

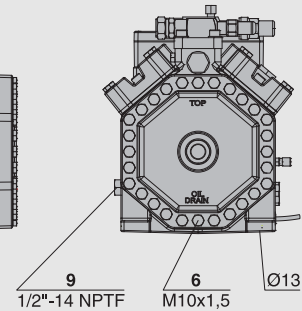
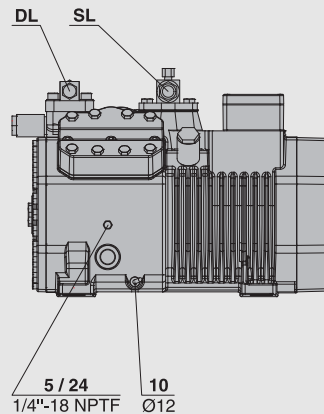
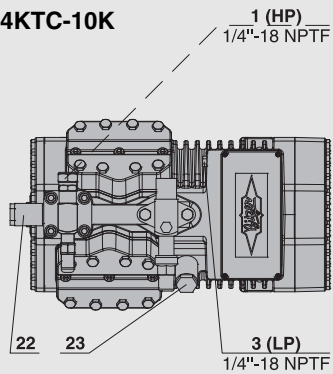
L'utilisation des types de compresseurs 4MTC-7K .. 4FTC-30K pour les systèmes de dégivrage par gaz chauds, les systèmes avec dégagement de la chaleur vers un réseau d'eau froide et dans les applications de congélation requiert l'accord de BITZER.

3 Anschlüsse

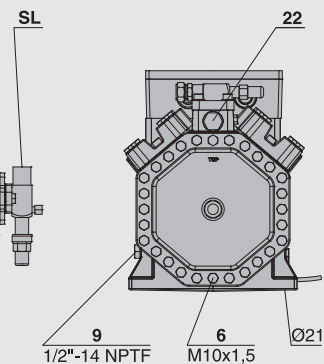
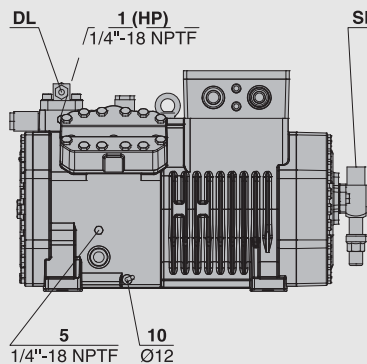
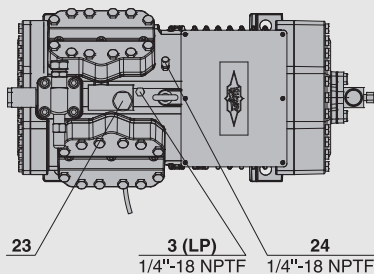
3 Connections

3 Raccords

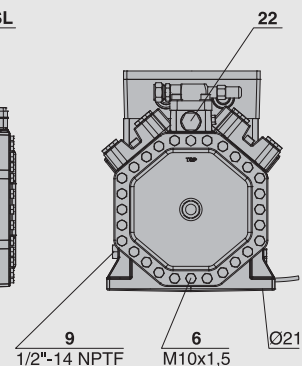
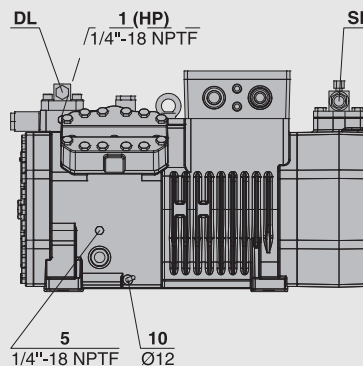
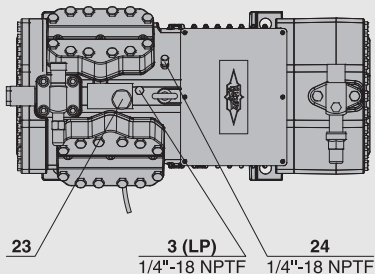
4MTC-7K .. 4KTC-10K



4JTC-10K .. 4FTC-20K



4FTC-30K



Anschluss-Positionen

- 1 Hochdruck-Ausschluss (HP)
- 3 Niederdruck-Anschluss (LP)
- 5 Öleinfüll-Stopfen
- 6 Ölablass
- 9 Anschluss für Öl- und Gasausgleich (Parallelbetrieb)
- 10 Anschluss für Ösumpfeheizung
- 22 Druckentlastungsventil (HP) zur Atmosphäre
- 23 Druckentlastungsventil zur Atmosphäre (Saugseite)
- 24 Service-Anschluss (Schrader – Vor Inbetriebnahme durch Stopfen oder entsprechenden Adapter ersetzen.)

SL Saugleitung
DL Druckleitung

Connection positions

- 1 High pressure connection (HP)
- 3 Low pressure connection (LP)
- 5 Oil fill plug
- 6 Oil drain
- 9 Connection for oil and gas equalisation (parallel operation)
- 10 Crankcase heater connection
- 22 Pressure relief valve (HP) to the atmosphere
- 23 Pressure relief valve to the atmosphere (suction side)
- 24 Service connection (Schrader – Replace by plug or adaptor before commissioning.)

SL Suction line
DL Discharge line

Position des raccords

- 1 Raccord de haute pression (HP)
- 3 Raccord de basse pression (LP)
- 5 Bouchon pour le remplissage d'huile
- 6 Vidange d'huile
- 9 Raccord d'égalisation d'huile et de gaz (fonctionnement en parallèle)
- 10 Raccord de résistance de carter
- 22 Soupape de décharge (HP) à l'atmosphère
- 23 Soupape de décharge à l'atmosphère (côté d'aspiration)
- 24 Raccord de service (Schrader – Remplacer par bouchon ou adaptateur correspondante avant la mise en service.)

SL Conduite d'aspiration
DL Conduite de refoulement

4 In Betrieb nehmen

i Allgemeine Hinweise und Anforderungen siehe Betriebsanleitung KB-100.

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

! Achtung!

Die Inbetriebnahme von CO₂-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!

Evakuieren

Ölsumpfheizung einschalten.

Für Anwendungen mit CO₂ sollte das "stehende Vakuum" einen Wert unter 0,5 mbar (500 microns) vor der Inbetriebnahme erreichen. Das Vakuum im Verlauf des Evakuierungsprozesses mehrmals mit trockenem Stickstoff brechen.

4 Commissioning

i For general information and requirements see Operating Instructions KB-100.

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

Moreover the following information must be available:

- Layout data
- Maximum permissible pressures at standstill and during operation
- Pipelines and instrumentation diagram

! Caution!

Putting CO₂ compressors for trans-critical applications into operation requires a very careful approach. After starting, overload and lack of lubrication can occur due to high refrigerant solubility in oil, high pressure levels and possibly strong pressure variations. It is therefore necessary to observe the operating behaviour and conditions thoroughly and to switch off the compressor temporarily in case of abnormal conditions. Ensure to supervise the plant during the entire initial startup process!

Evacuation

Switch on crankcase heater.

For applications with CO₂ the "standing vacuum" should achieve a value below 0,5 mbar (500 microns) before commissioning. Use dry nitrogen to break vacuum several times during evacuation process.

4 Mise en Service

i Pour les informations et exigences générales, voir les instructions de service KB-100.

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.

De plus, les informations suivantes doivent être disponibles:

- Paramètres de conception
- Pressions maximales admises à l'arrêt et en service
- Diagramme des tuyauteries et des instruments

! Attention !

La mise en service des compresseurs CO₂ des applications trans-critique nécessite une procédure très méticuleuse. La forte solubilité du fluide frigorigène dans l'huile, le niveau de pression élevé et dans certains cas, de fortes variations de pression après le démarrage peuvent engendrer une surcharge et un manque de lubrification. Par conséquent, il est nécessaire de respecter scrupuleusement le mode de travail et les conditions de fonctionnement, et d'arrêter temporairement le(s) compresseur(s) si les conditions sont anormales. Il faut absolument surveiller l'installation durant toute la durée de la mise en service !

Mise sous vide

Mettre la résistance de carter en service.

Pour les applications de CO₂, le "vide stable" devrait atteindre une valeur inférieure à 0,5 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.

Kältemittel einfüllen

Achtung!
 Beim Befüllen von CO₂
 Handschuhe und Schutzbrille
 tragen!

Die nachfolgende Instruktion beschreibt allgemeine Anforderungen beim Befüllen mit Kältemittel und bei Inbetriebnahme der Verdichter. Je nach Ausführung und Steuerung der Anlage (z. B. bei Systemen mit Mitteldrucksammlern oder Booster-Systemen) können entsprechende Anpassungen notwendig werden.

i Im Folgenden werden verschiedene Beispiele aufgezeigt. Wegen der hohen Anforderungen an die Restfeuchte, muss das CO₂ über einen Filtertrockener eingefüllt werden.

- Vorbereitende Arbeiten:
 - Ölumpfheizung einschalten.
 - Füllvorgang erst bei einer Öltemperatur von ca. 20 K oberhalb der Umgebungstemperatur beginnen.
 - Ölstand im Verdichter kontrollieren
 - Verdichter nicht einschalten!
- CO₂-Kältemittelflasche über Druckminderer und flexible Füllleitungen mit Service-Anschlüssen der Anlage (Saug- und Hochdruckseite) verbinden. Vor dem Festziehen der Verschraubungen, Rohrleitungen mit CO₂-Dampf spülen. Ventile der Füllanschlüsse öffnen und Vakuum mit CO₂ 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.

Achtung!
 Ab ca. 10 bar Systemdruck sicherstellen, dass Saug- und Druckabsperrenteil des (der) Verdichter(s) geschlossen sind.

Charging refrigerant

Attention!
 Wear gloves and safety goggles
 when charging CO₂!

The following instruction describes general requirements when charging refrigerant and putting the compressor into operation. Depending upon the version and control system of the plant (e. g. for systems with intermediate pressure receiver or booster systems), corresponding adjustments can become necessary.

i Different examples are given below.
 Due to high requirements for residual moisture, CO₂ must be charged via a filter drier.

- Preparatory work:
 - Energise the crankcase heater.
 - Do not start charging process until oil temperature is 20 K above the ambient temperature.
 - Check the oil level in the compressor.
 - Do not switch on the compressor!
- Connect CO₂ gas cylinder via a pressure reducer and flexible charging lines with service connections on the plant (suction and high pressure side). Prior to tightening the screw connectors, flush the pipelines with CO₂ vapour. Open the charging connection valves and break the vacuum with CO₂ from gas phase of the charging cylinder until excess pressure of approx. 10 bar is attained. In case the gas cylinder is severely cooled down it should be warmed in a water bath (water max. 40°C).

Caution!
 If system pressure exceeds 10 bar, ensure that suction and discharge gas valve(s) of the compressor(s) are shut.

Remplir le fluide frigorigène

Attention !
 Lors du remplissage de CO₂, porter des gants et des lunettes de protection !

L'instruction suivante reprend les exigences générales pour le remplissage du fluide frigorigène et la mise en service des compresseurs. Selon la réalisation et la commande de l'installation (par ex. pour les systèmes avec réservoir à pression intermédiaire ou les systèmes booster), des adaptations appropriées peuvent s'avérer nécessaires.

i Vous trouverez ci-après quelques exemples.
 En raison des exigences élevées quant à l'humidité résiduelle, le remplissage du CO₂ doit se faire en passant par un filtre déshydrateur.

- Travaux préliminaires:
 - Enclencher le chauffage carter.
 - La température de l'huile doit être d'environ 20 K au-dessus de la température ambiante avant de procéder au remplissage.
 - Contrôler le niveau d'huile dans le compresseur.
 - Ne pas démarrer le compresseur !
- Relier la bouteille de CO₂, équipée d'un réducteur pression, avec des tubes flexibles de remplissage, aux raccords de service de l'installation (côtés haute et basse pression). Avant serrage des raccords, rincer les tubes avec du CO₂-vapeur. Ouvrir les vannes des raccords de remplissage et casser le vide avec du CO₂ de la phase gazeuse de la bouteille, jusqu'à une surpression d'environ 10 bar. En cas de fort refroidissement de la bouteille de fluide frigorigène, réchauffer celle-ci dans un bain d'eau chaude (l'eau max. 40°C).

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

Die folgenden Arbeitsschritte bis zum Startvorgang unterscheiden sich für verschiedene Systemvarianten.

Einstufige Systeme ohne Mitteldrucksammler

- Weiteres Befüllen des Systems mit gasförmigen CO₂ bis max. 40 bar.
- Sicherstellen, dass Magnetventile am Verdampfer geschlossen (stromlos) sind.
- Manuellen Betrieb der Ventilatoren/des Wasservorlaufs des Gaskühlers starten.
- Weiteres Befüllen mit flüssigem CO₂ in den Gaskühler.
- Weiteres Befüllen siehe Startvorgang.

Einstufige Systeme mit Mitteldrucksammler

- Weiteres Befüllen des Systems mit gasförmigen CO₂.
- Ab ca. 20 bar Systemdruck sicherstellen, dass Magnetventile am Verdampfer geschlossen (stromlos) sind.
- Manuellen Betrieb der Ventilatoren/des Wasservorlaufs des Gaskühlers starten.
- Weiteres Befüllen der Anlage mit flüssigem CO₂ in den Mitteldrucksammler.

Achtung!

Ab ca. 30 bar Systemdruck kein weiteres Kältemittel einfüllen!

- Weiteres Befüllen siehe Startvorgang.

NK- und TK-Boostersysteme

Achtung!

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

- Sicherstellen, dass Magnetventile des Verdampfers in der TK-Stufe geschlossen (stromlos) sind.

The following steps until starting vary for different system types.

Single step systems without intermediate pressure receiver

- Proceed to charge system with CO₂ gas to a maximum of 40 bar.
- Ensure that solenoid valves at evaporator are shut (de-energized).
- Start manual operation of fans/water supply for gas cooler.
- Proceed to charge liquified CO₂ into gas cooler.
- For further charging see starting process.

Single step systems with intermediate pressure receiver

- Proceed to charge system with CO₂ gas.
- If system pressure exceeds 20 bar, ensure that solenoid valves at evaporator are shut (de-energized)
- Start manual operation of fans/water supply for gas cooler.
- Proceed to charge liquified CO₂ into intermediate pressure receiver.

Attention!

If system pressure exceeds approx. 30 bar, stop charging refrigerant!

- For further charging see starting process.

Medium and low temperature booster systems

Attention!

Mind the different maximum allowable operating pressures of compressors and components in medium and low temperature step. If system pressure exceeds approx. 10 bar, ensure that suction and discharge valves are shut in medium and low temperature step.

- Ensure that solenoid valves at evaporator are shut (de-energized) in medium and low temperature step.

Les opérations suivantes à effectuer avant le démarrage varient en fonction du système utilisé.

Systèmes monoétagés sans réservoir à pression intermédiaire

- Remplir le système avec du CO₂ gazeux jusqu'à 40 bars 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.
- Remplir le refroidisseur de gaz avec du CO₂ liquide.
- Pour la poursuite du remplissage, voir la procédure de démarrage.

Systèmes monoétagés avec réservoir à pression intermédiaire

- Remplir le système avec du CO₂ gazeux.
- À partir d'une pression du système d'environ 20 bars, 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.
- Remplir le réservoir à pression intermédiaire avec du CO₂ liquide.

Attention !

À partir d'une pression du système d'environ 30 bars, ne pas ajouter d'autre fluide frigorigène !

- Pour la poursuite du remplissage, voir le processus de démarrage.

Systèmes booster de réfrigération à moyenne température et de congélation

Attention !

Respecter les différentes pressions maximales admissibles des compresseurs de réfrigération et de congélation ainsi que des composants utilisés. À partir d'une pression du système d'environ 10 bars, s'assurer que la vanne d'arrêt à l'aspiration et la vanne d'arrêt au 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).

- Weiteres Befüllen der NK-Stufe des Systems mit gasförmigen CO₂.
- Ab ca. 20 bar Systemdruck 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 CO₂ in den Mitteldrucksammler.



Achtung!

Ab ca. 30 bar Systemdruck kein weiteres Kältemittel einfüllen!

- NK-Stufe: Weiteres Befüllen siehe Startvorgang.

- Proceed to charge medium temperature step with CO₂ gas.
- If system pressure exceeds 20 bar in the medium temperature step, ensure that solenoid valves at evaporator are shut (de-energized)
- Start manual operation of fans/water supply for gas cooler.
- Proceed to charge liquified CO₂ into intermediate pressure receiver.



Attention!

If system pressure exceeds approx. 30 bar, stop charging refrigerant!

- Medium temperature step: For further charging see starting process.

- Remplir l'étage de réfrigération à moyenne température avec du CO₂ gazeux.
- À partir d'une pression du système d'environ 20 bars au niveau de réfrigération, 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.
- Remplir le réservoir à pression intermédiaire avec du CO₂ liquide.



Attention !

À partir d'une pression du système d'environ 30 bars, ne pas ajouter d'autre fluide frigorigène !

- L'étage de réfrigération à moyenne température: Pour la poursuite du remplissage, voir la procédure de démarrage.

Startvorgang



Bei 2-stufigen Kaskaden- oder Booster-Systemen zunächst nur NK-Stufe in Betrieb nehmen. Erst nach Erreichen konstanter Betriebsbedingungen TK-Stufe starten.

- Lüfter einer Kühlstelle einschalten.
- Druckabsperrentil des CO₂-Verdichters öffnen, Saugabsperrentil nur um eine Spindelumdrehung öffnen.
- Verdichter einschalten (bei Parallelschaltung zunächst nur einen Verdichter). Dabei Saugabsperrentil vorerst in Drosselstellung halten und mit abnehmendem Saugdruck langsam öffnen. Gleichzeitig Verdampfer-Magnetventil(e) nach Bedarf und in Abhängigkeit der Verdichterleistung ansteuern.
- Bei Kältemittelmangel, CO₂ gasförmig in die Saugseite einspeisen – starken Druckanstieg vermeiden.

Starting



In 2-stage cascade or booster systems commission medium temperature step at first. Start low temperature stage only after constant operating conditions are achieved.

- Start fan at one refrigeration unit.
- Open the discharge shut-off valve of the CO₂ compressor, open the suction shut-off valve by turning the spindle one turn.
- Switch on the compressor (in case of parallel compound, first connect only one compressor). Thereby, first keep the suction shut-off valve in throttling position and then open slowly as the suction pressure decreases. Simultaneously trigger evaporator solenoid valve(s) as needed and according to the compressor capacity.
- In case of lack of refrigerant, charge gaseous CO₂ into the suction side – avoid rapid pressure increase.

Procédure de démarrage



Dans le cas des systèmes cascade ou booster bi-étagés, commencer par mettre en service l'étage de réfrigération à moyenne température. Ne démarrer l'étage de congélation qu'après avoir atteint des conditions de fonctionnement constantes.

- Mettre en marche le ventilateur d'un poste de réfrigération.
- Ouvrir la vanne d'arrêt au refoulement du compresseur CO₂; n'ouvrir la vanne d'arrêt à l'aspiration que de un tour.
- Démarrer le compresseur (en parallèle, tout d'abord un seul compresseur). Garder la vanne d'arrêt à l'aspiration provisoirement en position d'étranglement et ne l'ouvrir que progressivement au fur et à mesure que la pression d'aspiration baisse. Commander simultanément la (les) vanne(s) magnétique(s) évaporateur suivant les besoins, et en tenant compte de la puissance compresseur.
- En cas de manque de fluide frigorigène, introduire le CO₂-gaz par l'aspiration – éviter toute forte élévation de pression.

- Beim Überschreiten der Einsatzgrenzen oder abnormalen Bedingungen (z.B. Nassbetrieb, hohe Druckgastemperaturen), Verdichter sofort abschalten. Erst wieder einschalten, wenn sich Drucklagen stabilisiert haben oder eventueller Fehler behoben ist.
- Hohe Schalzhäufigkeit vermeiden!
- Je nach Systemausführung und Steuerung, ggf. weitere Verdichter und Verdampfer zuschalten, Kältemittelfüllung ergänzen.
- Upon exceeding the application limits or in case of abnormal conditions (e.g. wet operation, high discharge gas temperatures), switch off the compressor immediately. Only switch it on again when pressure levels have stabilized or after correcting any faults.
- Avoid high cycling rates!
- Depending upon system version and control, if necessary, engage additional compressors and evaporators, adjust refrigerant charge.
- En cas de dépassement des limites d'application ou de conditions anormales (par ex. fonctionnement en mouillé, hautes températures du gaz de refoulement) arrêter immédiatement le compresseur. Ne redémarrer que si les niveaux de pression se sont stabilisés ou si le défaut éventuel a été éliminé.
- Eviter des fréquences d'enclenchement élevées !
- Selon la réalisation et la commande du système, rajouter éventuellement d'autres compresseurs et évaporateurs, et compléter la charge en fluide frigorigène.

Die Inbetriebnahme der TK-Stufe erfolgt sinngemäß. Besondere Maßnahmen bei Kaskadenanlagen: Vor dem Start eines Verdichters, im NK-System Magnetventil bzw. elektronisches Expansionsventil zum Kaskaden-Wärmeaustauscher ansteuern (Kältemittelspritzung auf Verdampferseite des Wärmetauschers bewirkt CO₂-Verflüssigung).

Commission low temperature stage accordingly. Special measures for cascade systems:

Before starting compressor, trigger solenoid valve or electronic expansion valve to cascade heat exchanger in medium temperature system (refrigerant injection at evaporator side of heat exchanger results in CO₂ condensation).

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, commander, dans le système de réfrigération à moyenne température, la vanne magnétique ou le détendeur électronique de l'échangeur de chaleur en cascade (l'injection de liquide du côté évaporateur de l'échangeur de chaleur provoque une condensation du CO₂).

! Achtung!

Bei Systemen mit großen Kühlräumen und langen Rohrleitungswegen können während der Inbetriebnahme hohe Sauggas- und Druckgastemperaturen auftreten, wenn das System nicht ausreichend vorgefüllt wurde!

! Attention!

In systems with large cold stores and long pipe works high suction and discharge gas temperatures can occur during commissioning if the system has not been pre-charged sufficiently.

! Attention !

Les systèmes à larges chambres frigorifiques et longues tuyauteries risquent de produire de hautes températures du gaz aspiré et refoulement si le système n'a pas été prérempli d'une quantité suffisante de fluide frigorigène !

! Warnung!

Wenn die Ventile der Manometerbatterie zwischen Verdichter und CO₂-Flasche geschlossen sind, sicherstellen, dass sich im Verbindungsschlauch kein CO₂ befindet! Druckminderer an CO₂-Flasche verwenden!

! Warning!

If the valves of the gauges between the compressor and CO₂ gas cylinder are closed, ensure that no CO₂ remains inside the connecting hose! Use pressure reducer on CO₂ gas cylinder!

! Avertissement !

Quand les vannes des manomètres du système de remplissage entre compresseur et bouteille de CO₂ sont fermées, s'assurer qu'il ne reste plus de CO₂ dans le tube de liaison ! Utiliser un réducteur de pression sur la bouteille de CO₂ !

! Achtung!

Starke Druckabsenkung im Kurbelgehäuse während Startvorgang und Betrieb vermeiden, da es sonst zu Bildung von Ölschaum mit der Folge von Schmiermangel kommt!

! Caution!

Avoid rapid pressure pull down inside the crankcase when starting and during operation, since this leads to the formation of oil foam that results in lack of lubrication!

! Attention !

Durant la phase de démarrage et durant le service, éviter les fortes chutes de pression dans le carter qui engendrent alors la formation d'écume d'huile et par conséquent, un manque de lubrification !

Betriebsdaten überprüfen

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

- Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen – siehe Einsatzgrenzen KP-130
- Sauggastemperatur, Druckgastemperatur und Öltemperatur – siehe Kapitel 2 "Betriebs-temperaturen"
- Schalthäufigkeit
 - max. 6 Starts pro Stunde
 - min. Zeit für einen Start / Stop Zyklus = 10 min
- Stromwerte in allen Phasen
- Spannung

Checking the operating data

After commissioning and charging refrigerant, check operating data and prepare data protocol.

- Evaporating and condensing temperatures – see application limits KP-130
- Suction gas temperature, discharge gas temperature and oil temperature – see chapter 2 "Operating temperatures"
- Cycling frequency
 - max. 6 starts per hour
 - min. time for one start / stop cycle = 10 min
- Current draw in all phases
- Voltage

Contrôler les paramètres de service

Après réalisation de la mise en service et du remplissage en fluide frigorigène, contrôler les paramètres de service et établir un protocole de relevés:

- Température d'aspiration et de refoulement – voir limites d'application KP-130
- Température des gaz aspirés, des gaz au refoulement et de l'huile – voir chapitre 2 "Températures de service"
- Fréquences des démarrages
 - 6 démarrages max. par heure.
 - durée minimale d'un cycle Marche / Arrêt = 10 min
- Intensités sur toutes les phases
- Tension

5 Maßnahmen bei unbeabsichtigter CO₂-Emission



Gefahr!

Tritt **gasförmiges CO₂** aus, entstehen kalte Nebel, die sich am Boden ausbreiten. Hohe Konzentrationen führen zu Erstickung! Unkontrolliertes Ablassen von CO₂ unbedingt vermeiden!



Gefahr!

Flüssiges CO₂ verdampft rasch, kühlt sich dabei ab und bildet Trockeneis. Erfrierungen möglich! Unkontrolliertes Ablassen von CO₂ unbedingt vermeiden!

Sollte es zu unkontrollierter Emission von CO₂ kommen, folgende Vorsichtsmaßnahmen ergreifen:

- Bei Gasaustritt, Raum sofort verlassen, Personen warnen, für ausreichende Lüftung sorgen.
- Betreten des Bereichs nur mit umluftunabhängigen Atemschutzgerät, wenn die Ungefährlichkeit der Atmosphäre nicht nachgewiesen ist.
- Im Freien auf windzugewandter Seite bleiben. Bereich absperren.

5 Measures to be taken in case of an inadvertent CO₂ emission



Danger!

In case **gaseous CO₂** leaks out, a cold mist spreads on the floor. High concentration leads to asphyxiation! Absolutely avoid uncontrolled venting of CO₂!



Danger!

Liquid CO₂ evaporates rapidly, cools down at the same time and forms dry ice. Frost injury is possible! Absolutely avoid uncontrolled venting of CO₂!

Should uncontrolled emission of CO₂ occur, take the following precautions:

- In case of gas leakage, leave the room immediately, warn people and provide sufficient ventilation.
- The affected area should only be accessed with a respirator that is independent of air recirculation system if harmlessness of the atmosphere has not been proved.
- Outdoors, remain on the side towards the wind. Block the area.

5 Mesures en cas d'échappement involontaire de CO₂



Danger !

CO₂ gazeux qui s'échappe, forme des brouillards froids qui se propagent au sol ! Des concentrations élevées mènent à l'étouffement ! Dans tous les cas, éviter le rejet incontrôlé de CO₂ !



Danger !

Le **CO₂ liquide** s'évapore rapidement, se refroidit et forme de la neige carbonique. Gelures possibles ! Dans tous les cas, éviter le rejet incontrôlé de CO₂ !

En cas d'échappement incontrôlé de CO₂, les mesures de précaution suivantes sont à prendre:

- Dès la propagation de gaz, quitter immédiatement le local, avertir les personnes, veiller à une aération suffisante.
- Accès à la zone uniquement avec un appareil respiratoire autonome, si le caractère non dangereux de l'atmosphère n'est pas prouvé.
- A l'air libre, rester sur le côté exposé au vent. Délimiter la zone.

**6 Druck- / Sattdampf-
Temperatur-
Tabelle für CO₂**

**6 Pressure / saturated vapour
temperature table for CO₂**

**6 Tableau de pression / température
des vapeurs saturées pour CO₂**

Sattdampf- temperatur Saturated vapour temp. Temp. des vapeurs saturées t_{sat} [°C]	Druck Pressure Pression p [bar] *
31,06**	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
-8	27,99
-9	27,21
-10	26,45
-11	25,71

Sattdampf- temperatur Saturated vapour temp. Temp. des vapeurs saturées t_{sat} [°C]	Druck Pressure Pression p [bar] *
-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
-51	6,55
-52	6,29
-53	6,03
-54	5,78
-55	5,54
-56	5,31

* Absolutdruck / Absolute pressure / Pression absolue

** Kritischer Druck / Critical pressure / Pression critique