

Checkliste für die Inbetriebnahme von R744-Boosteranlagen

Druckfestigkeit und Dichtheit prüfen, Sicherheitsventile montieren:		
Druck- und Dichtheitsprüfung nur mit getrocknetem Stickstoff, nicht mit Luft oder Sauerstoff!		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verdichter: <ul style="list-style-type: none"> – wurden bereits im Werk einer Prüfung auf Druckfestigkeit unterzogen. Eine Dichtheitsprüfung ist deshalb ausreichend. – Prüfdrücke dürfen die maximalen Werte auf dem Typenschild des Verdichters nicht überschreiten! Dabei Hoch- und Niederdruckseite unterscheiden! 	<input type="checkbox"/>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rohrleitungen: <ul style="list-style-type: none"> – Druckfestigkeit nach EN 378-2: MOP x 1,43 bzw. min. 1,1 (≥ Kategorie II) // subsequent EN12799 (Hartlötverbindungen), EN12517 (Schweißverbindungen). 	<input type="checkbox"/>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einzelne Abschnitte der Anlage isolieren, Druck und Temperatur aufzeichnen (messen). 	<input type="checkbox"/>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicherheitsventile montieren: <ul style="list-style-type: none"> – HP, MOP _____ Seriennummer(n): _____ – MP, MOP _____ Seriennummer(n): _____ – NK LP, MOP _____ Seriennummer(n): _____ – TK LP, MOP _____ Seriennummer(n): _____ 	<input type="checkbox"/>	
Öl in Ölabscheider und Ölreservoir einfüllen:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Öl BSE85K oder BSG68K verwenden, POE- und PAG-Öl nicht mischen! ▪ Öl BSE60K für Verdichter der Tiefkühl-Verdichterstufe in Booster-Anlagen nicht zulässig! ▪ Öltyp und Menge der Ölfüllung dokumentieren. 	<input type="checkbox"/>	
Filtertrocknereinsätze installieren:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Typ 48-DM 	<input type="checkbox"/>	
Evakuieren:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Allein durch Evakuieren lassen sich Anlagen nur schwer trocknen. Verdampfen von Wasser durch Evakuieren ist zeitintensiv. <u>Daher:</u> Das Vakuum von 20 mbar im Verlauf des Evakuierungsprozesses 2-3x mit getrocknetem Stickstoff brechen. ▪ Eisbildung in der Anlage vermeiden (Tripelpunkt) – keine Temperaturen unter 0°C! 	<input type="checkbox"/>	
Empfehlung für "stehendes" Vakuum: ca. 0,7 mbar (500 microns).		<input type="checkbox"/>
Vakuum mit gasförmigem R744 brechen:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ R744-Kältemittelflasche mit Druckminderer + geeigneten Füllleitungen an die Anlage anschließen. ▪ Füllleitungen evakuieren oder mit gasförmigem R744 spülen. ▪ Füllanschluss öffnen, Vakuum mit gasförmigen R744 bis auf ca.10 bar (-40°C) brechen. ▪ Bei starker Abkühlung der Kältemittelflasche, die Flasche im Wasserbad bei max. 40°C erwärmen. ▪ Druck- und Saugabsperrventile der Verdichter der Normalkühl- und Tiefkühl-Verdichterstufe schließen. 	<input type="checkbox"/>	
Sicherheits- und Regelkomponenten überprüfen:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laptop mit Verbundregler verbinden (FRIGO DATA, Plant Visor, Service Tool etc.). ▪ Verbundregelung digital auf „on“ schalten. Laststromkreise der Verdichter bleiben ausgeschaltet (Sicherungen entfernt). ▪ Druckaufnehmer und Temperaturfühler kalibrieren. ▪ Signaltests der analogen und digitalen Ein- und Ausgänge. ▪ Zuordnung Temperaturfühler prüfen (Kältespray). ▪ Bei Bedarf Verdrahtung und elektrische Anschlüsse kontrollieren. ▪ Korrekte Montage des Temperaturfühlers am Gaskühler überprüfen. ▪ Korrekte Montage der Druckaufnehmer und Temperaturfühler an den Verdampfern überprüfen. ▪ Drehrichtung des Gaskühlerventilators überprüfen. ▪ Drehrichtung Verdampferventilator überprüfen. ▪ Parameter der Überhitzungsregelung an den Kühlstellen überprüfen. <ul style="list-style-type: none"> – Schutzfunktion „Schließen der Expansionsventile bei MOP + minimaler Überhitzung“ aktivieren. – Parameter für MOP einstellen/prüfen. – Parameter für minimale Überhitzung einstellen/prüfen. ▪ Parameter der Saugdruckregelung am Verbundregler überprüfen. <ul style="list-style-type: none"> – Kurze Zeitverzögerungen für die Verdichter in der Phase der Erst-Inbetriebnahme einplanen. 	<input type="checkbox"/>	
Ölheizung(en) einschalten (Verdichter <u>nicht</u> einschalten!)		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ölsumpftemperatur(en) bei 35 .. 40°C, mindestens aber 20 K über der Umgebungstemperatur ▪ Ölstand im Verdichter prüfen. 	<input type="checkbox"/>	

Weiteres Befüllen mit Kältemittel (kleine bis mittelgroße Anlagen, keine Anlagen mit großen Leistungen und langen Rohrleitungsstrecken zwischen Verdampfern und Verdichtern)	
▪ Kühlstellen digital auf „off“ stellen.	<input type="checkbox"/>
▪ Absperrventile am Ausgang des Mitteldruckbehälters schließen.	<input type="checkbox"/>
▪ Weiteres Befüllen der Anlage mit flüssigem R744 in den Mitteldruckbehälter. Bei R744-Entnahme aus Flaschen ohne Steigrohr, Druckminderer verwenden! Ev. Stillstandskühlung einschalten.	<input type="checkbox"/>
▪ Bevor der erste Verdampfer in Betrieb geht, muss das minimale Flüssigkeitsniveau im Mitteldruckbehälter erreicht sein.	<input type="checkbox"/>
▪ Füllvorgang in den Mitteldruckbehälter bei 30 bar stoppen (abhängig vom Design (MOP) der Anlage in dieser Druckstufe) und sicherstellen, dass der Druck unterhalb des Sollwertes für das Flash-Gas-Bypass-Ventil bleibt.	<input type="checkbox"/>
In Betrieb nehmen	
▪ Druck-, Saug- und Ölsperrventile der Verdichter öffnen, Laststromkreis der Verdichter einschalten.	<input type="checkbox"/>
▪ Verdichter in "Automatik-Mode" betriebsbereit schalten.	<input type="checkbox"/>
▪ Absperrventil der Flüssigkeitsleitung vom Mitteldruckbehälter langsam öffnen.	<input type="checkbox"/>
▪ Kühlstellen der Normalkühlung nacheinander im "Automatik-Mode" in Betrieb nehmen.	<input type="checkbox"/>
– Leistung Kühlstelle(n) zu Leistung Verdichter beachten! Zuschalten der Last in 3 bis 5 Schritten anteilig zur nominellen Verdampferleistung.	<input type="checkbox"/>
– Nach Inbetriebnahme einer Kühlstelle abwarten, wie sich die Regelparameter verändern und einstellen.	
– Folgende Kenngrößen beobachten: Hochdruck Mitteldruck Saugdruck Normalkühl-Verdichterstufe Saugdruck Tiefkühl-Verdichterstufe Sauggastemperatur Normalkühl-Verdichterstufe Druckgastemperatur Normalkühl-Verdichterstufe Öffnungsgrad Hochdruckregelventil Öffnungsgrad Flash-Gas-Bypass-Ventil Überhitzung und Öffnungsgrad an den Kühlstellen	<input type="checkbox"/>
– Absenkung der Raum-/Kühlmöbeltemperatur auf ca. 10° bis 8°C, bevor die nächste Gruppe von Verdampfern zugeschaltet wird.	<input type="checkbox"/>
▪ Kühlstellen der Tiefkühlung nacheinander in Betrieb nehmen. Analog zum zuvor beschriebenen Vorgang.	<input type="checkbox"/>
– Absenkung der Raum-/ Kühlmöbeltemperatur auf ca. -5°C° bis -10°C, bevor die nächste Gruppe von Verdampfern zugeschaltet wird.	<input type="checkbox"/>
→ Kältemittelfüllung je nach Bedarf anpassen/ergänzen.	<input type="checkbox"/>
Nach erfolgreicher Inbetriebnahme der Anlage, Betriebsdaten überprüfen und Datenprotokoll erstellen:	
▪ Betriebstemperaturen.	<input type="checkbox"/>
▪ Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen.	<input type="checkbox"/>
▪ Sauggastemperatur.	<input type="checkbox"/>
▪ Druckgastemperatur > 50°C (40°C).	<input type="checkbox"/>
▪ Öltemperatur > 30°C (20°C).	<input type="checkbox"/>
▪ Schalthäufigkeit.	<input type="checkbox"/>
▪ Normalkühl-Verdichterstufe: min. Zeit für 1x Anlaufen und wieder Abschalten: 10 min.	<input type="checkbox"/>
▪ Tiefkühl-Verdichterstufe: min. Betriebszeit: 2 min.	<input type="checkbox"/>
▪ Maximale Anzahl der Verdichter-Anläufe pro Stunde:	<input type="checkbox"/>
– Normalkühl-Verdichterstufe: 6	
– Tiefkühl-Verdichterstufe: 8	
▪ Spannung und Betriebsstrom in allen drei Phasen.	<input type="checkbox"/>
▪ Filterwechsel:	
– Saugfilter und Filtertrockner nach max. 200 h.	<input type="checkbox"/>
– Ölabscheider nach 50 h.	<input type="checkbox"/>