

TECHNICAL INFORMATION

TECHNISCHE INFORMATION

KT-660-3

Einsatz von Propan (R290) und Propen (R1270) mit halbhermetischen Verdichtern

Inhalt

- 1 Allgemeines
- 2 Eigenschaften von Propan und Propen – resultierende System- und Ausführungskriterien
- 3 Verdichtertechnik
- 4 Sicherheitstechnische Anforderungen
- 5 Installation und Wartung
- 6 Umstellung bestehender (H)FCKW- und HFKW-Systeme auf R290 oder R1270
- 7 Vertragliche Vereinbarung
- 8 Kältemittelspezifikation

Die vorliegende Technische Information ist nicht als ökologische Bewertung von Kohlenwasserstoffen im Vergleich zu fluorierten Kältemitteln zu verstehen. Schwerpunkte sind die anwendungstechnisch relevanten Kriterien und die entsprechenden Maßnahmen beim Einsatz halbhermetischer Verdichter mit R290 oder R1270 in gewerblichen und industriellen Kälte-, Klima- und Wärmepumpen-Systemen. Die meisten Kohlenwasserstoffe haben relativ günstige Eigenschaften als Kältemittel, allerdings ist das erhöhte Risiko durch leichte Entflammbarkeit zu beachten. Voraussetzungen für den Bau und Betrieb solcher Anlagen sind deshalb eine spezifische Sachkunde und strikte Einhaltung der Sicherheitsvorschriften für Kältemittel der Gruppe A3.

i Im Wesentlichen gelten die Inhalte dieser Technischen Information auch für R600a (Isobutan). Bei Einsatz in gewerblichen Systemen eignet sich R600a vor allem für Hochtemperatur-Anwendungen (z. B. Hochtemperatur-Wärmepumpen) mit Verflüssigungstemperaturen bis ca. 110°C. Aufgrund der spezifischen Anforderung ist jedoch eine individuelle Auslegung der Verdichter erforderlich (auf Anfrage).

Application of Propane (R290) and Propene (R1270) with semi-hermetic compressors

Contents

- 1 General
- 2 Characteristics of Propane and Propene – resulting system and design criteria
- 3 Compressor technology
- 4 Technical safety requirements
- 5 Installation and maintenance
- 6 Change-over of existing (H)CFCs and HFC systems to R290 or R1270
- 7 Contractual agreement
- 8 Refrigerant specification

The following Technical Information is not to be interpreted as an ecological assessment of hydrocarbons in comparison to fluorinated refrigerants. The emphasis is on the criteria relevant to the technical application and the corresponding measures, with the use of semi-hermetic compressors with R290 or R1270 in commercial and industrial refrigeration, air conditioning and heat pump systems. Most hydrocarbons have relatively favourable characteristics as refrigerants, however, the increased risk of being easily ignited should be considered. A condition for the construction and operation of such systems is a certified knowledge and strict adherence to the safety regulations for group A3 refrigerants.

i In its essential aspects, the contents of this Technical Information also apply to R600a (isobutane). When used in commercial systems, R600a is suitable in particular for high-temperature applications (e.g. high-temperature heat pumps) with condensing temperatures of up to approx. 110°C. However, due to its specific requirement, an individual selection of the compressors is required (on request).

1 Allgemeines

Eine relativ einfache Anlagentechnik und geringe Sicherheitsauflagen bei (H)FCKWs und HFKWs führten seit den Fünfzigerjahren zu einer dominierenden Stellung dieser Kältemittelgruppe in allen Bereichen der gewerblichen Kälte- und Klimatechnik. Aufgrund der Brennbarkeit und den daraus resultierenden Anforderungen wurden Kohlenwasserstoffe nur in Sonderanlagen, z.B. in der Petrochemie, eingesetzt. Für solche Anlagen gelten jedoch spezifische Bedingungen.

Mit zunehmender Forderung nach Einsatz von Kältemitteln mit geringem Treibhauspotenzial (GWP) bei Emission, rücken auch Systeme mit Kohlenwasserstoffen in den Vordergrund. Sie haben kein Ozon-Abbaupotential (ODP) und ein vernachlässigbares Treibhauspotenzial bei gleichzeitig günstigen thermodynamischen Eigenschaften. Hinzu kommt die gute Verträglichkeit mit üblichen Werkstoffen und Ölen, die auch den Einsatz von speziell ausgeführten hermetischen und halbhermetischen Verdichtern ermöglicht. Damit stehen Kohlenwasserstoffe auch in direktem Wettbewerb zu HFKW-Kältemitteln, die zwar kein Ozonabbaupotential haben, aber wegen ihres Beitrags zum Treibhauseffekt ökologisch meist schlechter beurteilt werden.

Im Vergleich zu den meisten HFKW ist die Brennbarkeit von Kohlenwasserstoffen allerdings ein wesentlicher Nachteil. Es gelten daher für Planung, Bau und Betrieb solcher Anlagen besondere Sicherheitsvorschriften die eine allgemeine Anwendung einschränken (z.B. Ex-Schutz-Richtlinien, Betriebssicherheitsverordnungen).

2 Eigenschaften von R290 und R1270 – resultierende System- und Ausführungskriterien

2.1 Allgemeine chemische und physikalische Eigenschaften von R290 und R1270 (siehe auch Abbildung 1)

- Natürlich vorkommende, halogenfreie Kohlenwasserstoffe
- ohne Ozon-Abbaupotential (ODP)
- mit vernachlässigbarem Treibhauseffekt (GWP = 3)
- Geringe Toxizität (MAK 1000 ppm)
- Brennbar:
Untere / obere Explosionsgrenze bei R290:
1,7 / 10,9 Vol.-% in Luft
Untere / obere Explosionsgrenze bei R1270:
2,0 / 11,1 Vol.-% in Luft
- Unkritisch in Verbindung mit üblichen Metallen und Elastomeren ①. Zink sowie Legierungen mit Magnesiumanteilen über 2% vermeiden!

① mit R600a (Isobutan) sind Einschränkungen bei Elastomeren möglich – erfordert individuelle Prüfung

1 General

The relatively simple system technology and the low requirements of the safety regulations for (H)CFCs and HFCs has, since the fifties, led to a dominating position of these refrigerants in commercial refrigeration and A/C systems. Because of the flammability and the resulting demands, hydrocarbons were only used in special systems, e.g. in the petro-chemical industry. For such systems specific conditions apply.

With the increasing demand for the use of refrigerants with low Global Warming Potential (GWP) at emission, systems with hydrocarbons have recently returned to the fore. They have no Ozone Depletion Potential (ODP), negligible Global Warming Potential and at the same time have favourable thermodynamic properties. Additionally, there is a good compatibility with usual materials and oils and the use with specifically designed hermetic and semi-hermetic compressors is also possible. Because of this, hydrocarbons are in direct competition with chlorine free HFC refrigerants, although HFCs have no ODP their contribution to the Global Warming Potential is often assessed as being ecologically worse.

In comparison to most HFCs, the flammability of hydrocarbons is indeed an essential disadvantage. It demands the attention on special safety regulations for planning, construction and operation of such systems and therefore limits a general application (e.g. explosion-protection Directives, workplace safety regulations).

2 Characteristics of R290 and R1270 – resulting system and design criteria

2.1 General chemical and physical properties of R290 and R1270 (see also figure 1)

- Naturally occurring, halogen free hydrocarbons
- with no Ozone Depletion Potential (ODP)
- with negligible Global Warming Potential (GWP = 3)
- Low toxicity (TLV 1000 PPM)
- Flammable:
Upper / lower flammability limit: for R290:
1.7 / 10.9 % Vol. in air
Upper / lower flammability limit for R1270:
2.0 / 11.1 % Vol. in air
- Non-critical when combined with common metals and elastomers ①. Avoid zinc as well as alloy with magnesium portions over 2%!

① for R600a (isobutane), elastomers may have restrictions – individual testing required

- Die außerordentlich hohe Löslichkeit in allen üblichen Schmierstoffen, führt zur Minderung der Ölviskosität im Verdichter, vor allem bei niedrigen Öltemperaturen und hohem Saugdruck

Folgen

- Starker Ausgasungseffekt in Ölsumpf und Schmier-spalten bei Druckabsenkung
- Schaumbildung und dadurch erhöhter Ölwurf
- Leistungsminderung und starker Verschleiß an Triebwerksteilen (siehe auch Kapitel 3.2)

Maßnahmen

- Öl mit hoher Grundviskosität, hohem Viskositätsindex und guten Schmiereigenschaften verwenden
- Geringst mögliche Kältemittelfüllung wählen
- Reichlich dimensionierte Ölsumpfeheizung verwenden
- Magnetventil in Flüssigkeitsleitung und ggf. Rückschlagventil in Druckgasleitung einbauen (als zusätzliche Sicherheit gegen Kältemittelverlagerung während der Abschaltperiode)
- Verdichter in temperierter Umgebung aufstellen und bei Bedarf isolieren
- Bei Gefahr hoher saugseitiger Stillstandsdrücke und langer Abschaltperioden:
 - Automatische oder zumindest einmalige Abpumpschaltung vorsehen!
 - Abschaltdruck nur geringfügig unterhalb des niedrigsten Verdampfungsdrucks im Betrieb einstellen
 - Vakuumbetrieb dabei unbedingt vermeiden!
- Ausreichend hohe Sauggasüberhitzung gewährleisten (Druckgastemperatur muss mind. 20 K über Verflüssigungstemperatur liegen) – bei Normal- und Klimakühlung sowie Wärmepumpensystemen, Wärmeübertrager zwischen Sauggas- und Flüssigkeitsleitung einsetzen
- Bei Start und in Betrieb gegen "Nassbetrieb" absichern – Expansionsorgane mit stabilem Regelverhalten verwenden. Bei elektronischen Expansionsventilen, nach Abtauung u.a. einen spezifischen Öffnungsgrad einstellen, ggf. Flüssigkeitsabscheider verwenden

- Kohlenwasserstoffe sind gute Lösungsmittel für Ablagerungen, Ziehfette und Öle im Rohrnetz

Folgen / Maßnahmen

Starke Schmutzablagerungen im Verdichter und in Regelgeräten

- Höchstmaß an Sauberkeit einhalten – Rohrleitungen und Komponenten sorgfältig reinigen
- Lötten unter Schutzgas – getrockneten Stickstoff verwenden
- Reinheitsanforderungen nach DIN 8964 oder vergleichbaren Standards einhalten
- Bei weitverzweigten Systemen, saugseitige Reinigungsfilter einsetzen

- The extraordinary high solubility in all common lubricants leads to a considerable decrease of the oil viscosity in the compressor especially at low oil temperatures and high suction pressure

Consequences

- Strong degassing effect in crankcase and lubricating spaces during pressure drop
- Foaming and therefore increased oil carry over
- Reduced performance and stronger wear on moving parts (also see chapter 3.2)

Measures

- Use of oil with higher basic viscosity, high viscosity index and good lubrication characteristics
- Choose lowest possible refrigerant charge
- Use generously sized crankcase heater
- Assemble solenoid valve at liquid line and if necessary assemble check valve at discharge gas line (as additional assurance against refrigerant migration during switch off period)
- Install compressors in tempered surroundings and insulate if necessary
- At risk of high suction pressure during off-cycle and long switch off periods:
 - Plan an automatic or at least a single pump down system!
 - Set cut-out pressure only slightly lower than the lowest evaporation pressure in operation
 - In doing so, absolutely avoid vacuum operation!
- Ensure sufficient suction superheat (the discharge gas temperature must be at least 20 K above the condensing temperature) – for medium temperature applications, air conditioning and heat pump systems, use a heat exchanger between suction gas and liquid line
- Safety against "wet operation" during start and operation – use expansion valve with stable control behaviour. With electronic expansion valves, set a specific degree of opening after and, if necessary, use a suction accumulator

- Hydrocarbons are good solvents for sediment, grease and oil in the pipe work

Consequences / Measures

Large quantities of contaminants can end up in the compressor and controls

- Maximum cleanliness – clean pipelines and components thoroughly
- Braze under a protective gas – use dry nitrogen
- Follow cleanliness requirements according to DIN 8964 or comparable standards
- Apply suction side cleaning filter in case of widely extended systems

- R290 und R1270 (mit hohem Reinheitsgrad) enthalten keine zu Säurebildung neigenden Elemente. Ein hoher Feuchtigkeitsanteil sollte jedoch vermieden werden

Folgen

- Gefahr von Kristallbildung in Expansionsorganen
- Entstehung von Gashydraten in der Flüssigkeit unter hohem Druck und niedriger Temperatur

Maßnahmen

- Kältemittel mit wenig Fremdgasen und ohne Zusatzstoffe verwenden
- Hohe Propan- bzw. Propenqualität ("2.5" oder vergleichbar) verwenden. Siehe dazu auch Tabelle 1, Kapitel 8
- Eintritt von Fremdgasen und Feuchtigkeit vermeiden
- Reichlich dimensionierten Trockner einbauen – Ausführung und Dimensionierung entsprechend Herstellerangaben
- Feuchtigkeitsindikatoren mit definierter Anzeige des Trocknungsgrades (< 50 ppm) verwenden
- Für Dichtheitsprüfungen und Hochdrucktests vorzugsweise getrockneten Stickstoff verwenden. Bei Prüfung mit getrockneter Luft darf der Verdichter nicht einbezogen werden (Absperrventile geschlossen halten!)
- Zweistufige Vakuumpumpen mit Gasballast (1,5 mbar "stehendes Vakuum") verwenden – große Anschlussdimensionen
- Verdichterabsperrventile bis zum letzten Evakuiervorgang geschlossen halten!

- R290 and R1270 (with a high degree of purity) contain no elements which have a tendency to form acid. Nevertheless, high moisture content must be avoided

Consequences

- Danger of crystallisation in expansion devices
- Formation of gas hydrate in the liquid at high pressure and low temperature

Measures

- Use of refrigerant with minimum non condensable gases and no additives
- Use of high propane respectively propene quality ("2.5" or comparable). See also table 1, chapter 8
- Prevent entry of non condensable gases and moisture
- Install a generously sized dryer – design and dimensions according to manufacturer instructions
- Install a moisture indicator which provides a defined indication of the state of dryness (< 50 ppm)
- For leak testing and high pressure tests, the use of dry nitrogen is preferable. If dry air is used when testing, the compressor should be isolated during this procedure (remain service valves closed!)
- Use of a 2 stage vacuum pump with gas ballast (1.5 mbar "standing vacuum") – largely dimensioned connections
- Keep the compressor service valves closed until the last evacuation process!

Symbol Symbol		R290	R1270	R22	R404A	R410A	R134a	
M	Molmasse Molecular mass	g/mol	44,1	42,1	86,5	97,6	72,6	102
K	Isentropenexponent Isentropic compression index	cp/cv*	1,12	1,15	1,18	1,1	1,17	1,1
t _n	Normal-Siedepunkt Normal Boiling point	°C	-41,6	-47,6	-40,8	-46,2	-51,4	-26,1
ρ	Dichte der Flüssigkeit Liquid density	kg/dm ³ (40°C)	0,47	0,48	1,13	0,97	0,98	1,15
p	Dampfdruck Vapour pressure	bar (-10°C / +40°C)	3,42 / 13,66	4,3 / 16,5	3,54 / 15,3	4,34 / 18,2	5,72 / 24,1	2,01 / 10,2
t _c	Kritische Temperatur Critical temperature	°C	96,8	91,1	96,1	72	71,3	101,1
p _c	Kritischer Druck Critical pressure	bar	42,6	45,5	49,9	37,3	49	40,7
LFL	Untere Explosionsgrenze Lower flammability limit	Vol. %	1,7	2	–	–	–	–
UFL	Obere Explosionsgrenze Upper flammability limit	Vol. %	10,9	11,1	–	–	–	–
AEL	Toxizität (AEL*) Toxicity (AEL*)	ppm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ODP	Ozon-Abbaupotential Ozone Depletion Potential		0	0	0,055	0	0	0
GWP	Treibhauspotential Global Warming Potential		3	3	1810	3922	2088	1430

* Werte bezogen auf 0°C und 1,01325 bar

* Data based on 0°C and 1.01325 bar

Abbildung 1 Eigenschaften von R290 und R1270 im Vergleich zu R22 und HFKW-Kältemitteln

Figure 1 Properties of R290 and R1270 compared to R22 and HFC refrigerants

2.2 Thermodynamische Eigenschaften von R290

R290 hat günstige thermodynamische Eigenschaften und einen niedrigen Energiebedarf bei der Verdichtung. Drucklagen und volumetrische Kälteleistung sind den Werten von R22 sehr ähnlich, allerdings gibt es größere Abweichungen bei Enthalpie, Dichte, Massenstrom und Isentropenexponent (Betriebstemperaturen). Noch größere Unterschiede bestehen gegenüber R404A/R507A, R134a und R410A (siehe auch Abb. 1 bis 6).

- Hohe Verdampfungsenthalpie (bei -10/40°C etwa 1,7-fach gegenüber R22 und 2,5-fach gegenüber R404A/R507A)
- Niedriger Kältemittel-Massenstrom (bei identischer Kälteleistung ca. 55-60% im Vergleich zu R22 und ca. 40% im Vergleich zu R404A/R507A)
- Sehr niedrige Dampf- und Flüssigkeitsdichte
- Geringe Druckverluste in Rohrleitungen und Wärmeübertragern
- Gute Wärmeübertragungswerte, u.a. durch intensives Sieden und gute Öllöslichkeit (dünner Ölfilm)
- Äußerst niedrige Druckgas- und Öltemperatur (Isentropenexponent R290 = 1,12 / R22 = 1,18) Bei geringer Sauggasüberhitzung und/oder Betrieb mit kleinen Druckverhältnissen besteht die Gefahr hoher Kältemittelanreicherung im Öl!
- Hohe Überhitzungsenthalpie in Relation zur Volumenänderung (mit zunehmender nutzbarer Überhitzung, steigende volumetrische Kälteleistung!)
- Hohe kritische Temperatur (96,7°C)

2.2 Thermodynamic properties of R290

R290 has favourable thermodynamic properties and low energy requirements during compression. Pressure levels and volumetric refrigeration capacity values are very similar to R22, however, there is a large difference in enthalpy, density, mass flow and isentropic compression exponent (operating temperatures). Even larger differences exist compared to R404A/R507A, R134a and R410A (see fig. 1 to 6).

- High evaporation enthalpy (at -10/40°C, approx. 1.7 times as high compared to R22 and 2.5 times compared to R404A/R507A)
- Lower refrigerant mass flow (at identical cooling capacity approx. 55-60% in comparison to R22 and approx. 40% compared to R404A/R507A)
- Very low vapour and liquid densities
- Low pressure drops in piping and heat exchangers
- Good heat transfer, amongst others due to intensive boiling and good oil solubility (thin oil film)
- Extremely low discharge gas and oil temperature (isentropic compression index R290 = 1.12 / R22 = 1.18). Risk of high refrigerant solution in the oil with low suction gas superheat and/or operation with low pressure ratio!
- High superheat enthalpy in relation to the volume change (rising volumetric refrigeration capacity with increasing useful superheat!)
- High critical temperature (96.7°C)

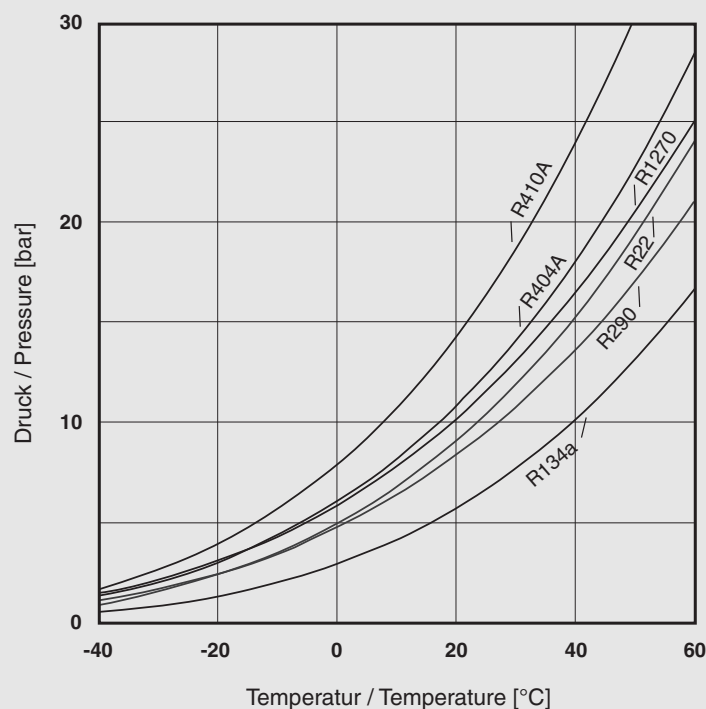


Abbildung 2 Drucklagen von R290 und R1270 im Vergleich zu R22 und HFKW-Kältemitteln

Figure 2 Pressure levels of R290 and R1270 compared to R22 and HFC refrigerants

Resultierende Auslegungskriterien bzw. Maßnahmen

(siehe auch Abb. 3 bis 6 und Kapitel 2.1 und 5)

- Identische Dimensionen der Flüssigkeitsleitung wie bei R22 (höherer Flüssigkeitsvolumenstrom aber geringerer Druckabfall durch niedrigere Dichte, siehe Abb. 5)
- Potential für minimale Kältemittelfüllung (Masse ca. 40-60% gegenüber fluorinierten Kältemitteln) – bedingt durch geringe Flüssigkeitsdichte und die Möglichkeit reduzierter Querschnitte in Wärmeübertragern, Sauggas- und Druckgasleitung
- Wärmeübertrager (z. B. Verdampfer, Einspritzverteiler, Rohrstranglänge und Rohrgeometrie), Expansionsorgane und sonstige Armaturen an Massen- und Volumenverhältnisse anpassen
- Vorzugsweise Wärmeübertrager zwischen Flüssigkeits- und Sauggasleitung einbauen – für Sauggasüberhitzung (am Verdichtereintritt) von ca. 20 K bei Auslegungsbedingungen
- Vorteile in Leistung, Leistungszahl (COP) und reduzierter Kältemittelkonzentration im Öl durch höhere Betriebstemperaturen
- Durch die hohe kritische Temperatur ist R290 für den Einsatz bei höheren Verflüssigungstemperatur genauso gut geeignet wie R22 – besser als R404A/R507A, R407A/F oder R410A

Resulting design criteria and measures

(see also fig. 3 to 6 and chapter 2.1 and 5)

- Identical dimensions of the liquid line as with R22 (higher liquid volume flow but less pressure drop because of lower density, see fig. 5)
- Potential for minimum refrigerant charge (mass approx. 40-60% compared to fluorinated refrigerants) – due to lower liquid density and the possibility for reduced cross sections in heat exchangers, suction gas line and discharge gas line
- Fit heat exchangers (e.g. evaporator, injection distribution, pipe length and pipe geometry), expansion devices and other line components to mass ratio and volume ratio
- Preferred use of heat exchanger between liquid and suction gas line – suction gas superheat (at compressor inlet) of approx. 20 K at system design conditions
- Benefits in capacity, coefficient of performance (COP) and reduced refrigerant concentration in oil through higher operating temperatures
- The high critical temperature makes R290 just as suitable as R22 for applications with higher condensing temperature – better than R404A/R507A, R407A/F or R410A

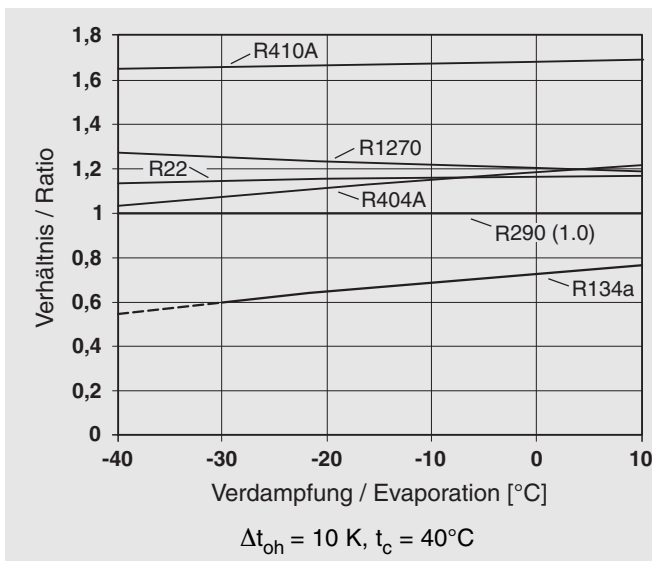


Abbildung 3 Volumetrische Kälteleistung verschiedener Kältemittel im Vergleich zu R290 (identische Kälteleistung)
Figure 3 Volumetric cooling capacity of different refrigerants compared to R290 (ident. cooling capacity)

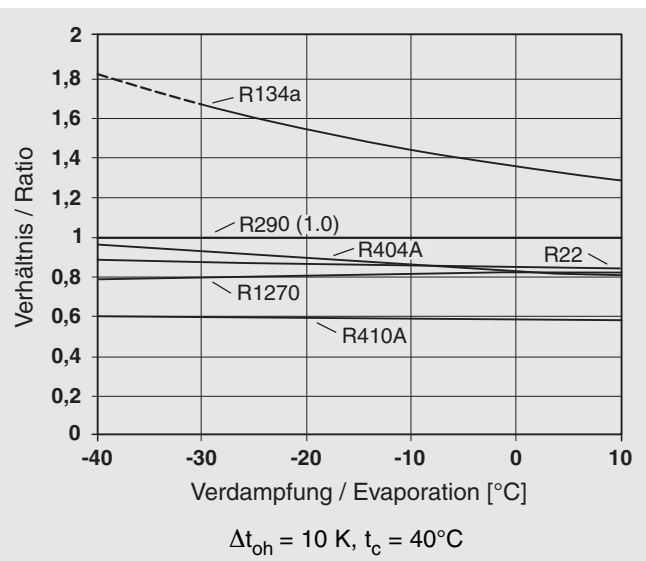


Abbildung 4 Sauggas-Volumenstrom verschiedener Kältemittel im Vergleich zu R290 (identische Kälteleistung)
Figure 4 Suction gas volume flow of different refrigerants compared to R290 (identical cooling capacity)

2.3 Thermodynamische Eigenschaften von R1270

R1270 hat ebenfalls günstige thermodynamische Eigenschaften und einen niedrigen Energiebedarf bei der Verdichtung. Drucklagen und volumetrische Kälteleistung sind jedoch höher als bei R290 (und R22).

- Hohe Verdampfungsenthalpie (bei -10/40°C etwa 1,7-fach gegenüber R22 und 2,5-fach gegenüber R404A/R507A)
- Niedriger Kältemittel-Massenstrom (bei identischer Kälteleistung ca. 55-60% im Vergleich zu R22 und ca. 40% im Vergleich zu R404A/R507A)
- Niedrige Dampf- und Flüssigkeitsdichte
- Geringe Druckverluste in Rohrleitungen und Wärmeübertragern
- Gute Wärmeübertragungswerte, u.a. durch intensives Sieden und gute Öllöslichkeit (dünner Ölfilm)
- Niedrigere Druckgas- und Öltemperatur als R22 (Isentropenexponent R1270 = 1,15 / R22 = 1,18), jedoch höher als R404A/R507A. Bei geringer Sauggasüberhitzung und/oder Betrieb mit kleinen Druckverhältnissen besteht die Gefahr hoher Kältemittelanreicherung im Öl!
- Hohe Überhitzungsenthalpie in Relation zur Volumenänderung (mit zunehmender nutzbarer Überhitzung, steigende volumetrische Kälteleistung!)
- Hohe kritische Temperatur (91,1°C), jedoch etwas unterhalb von R22

2.3 Thermodynamic properties of R1270

R1270 has also favourable thermodynamic properties and low energy requirements during compression. However, compared to R290 (and R22), pressure levels and volumetric refrigeration capacity values are higher.

- High evaporation enthalpy (at -10/40°C, approx. 1.7 times as high compared to R22 and 2.5 times compared to R404A/R507A)
- Low refrigerant mass flow (at identical cooling capacity approx. 55-60% in comparison to R22 and approx. 40% compared to R404A/R507A)
- Low vapour and liquid densities
- Low pressure drops in piping and heat exchangers
- Good heat transfer values, amongst other things, due to intensive boiling and good oil solubility (thin oil film)
- Lower discharge gas and oil temperature compared to R22 (isentropic compression index R1270 = 1.15 / R22 = 1.18) but higher than R404A/R507A. Risk of high refrigerant dilution in the oil with low suction gas superheat and/or operation with small pressure ratios!
- High superheat enthalpy in relation to the volume change (with increasing superheat, this leads to a rising volumetric cooling capacity!)
- High critical temperature (91.1°C), however a little lower than R22

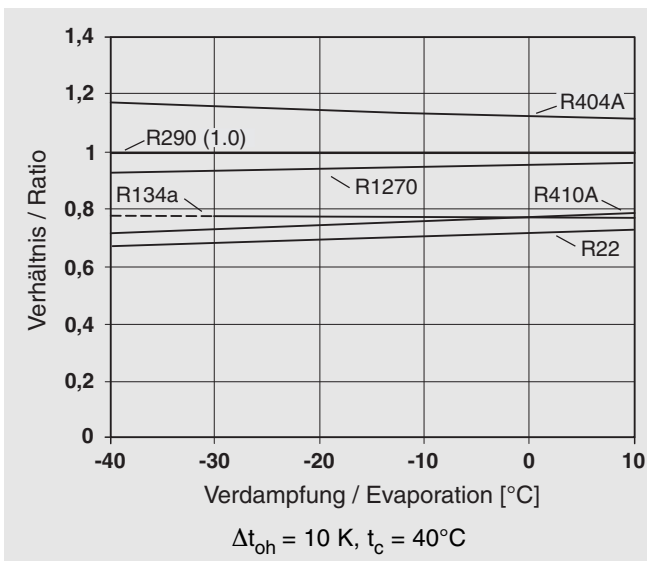


Abbildung 5 Flüssigkeitsvolumenstrom verschiedener Kältemittel im Vergleich zu R290
Figure 5 Liquid volume flow of different refrigerants compared to R290

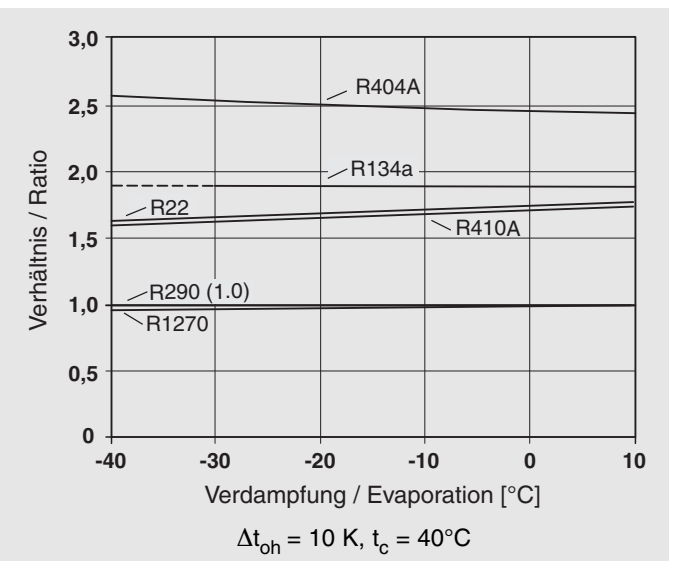


Abbildung 6 Massenstrom verschiedener Kältemittel im Vergleich zu R290
Figure 6 Massflow of different refrigerants compared to R290

Resultierende Auslegungskriterien bzw. Maßnahmen

(siehe auch Abb. 3 bis 6 und Kapitel 2.1 und 5)

- Identische Dimensionen der Flüssigkeitsleitung wie bei R22 (höherer Flüssigkeitsvolumenstrom, aber geringerer Druckabfall durch niedrigere Dichte, siehe Abb. 5)
- Potential für minimale Kältemittelfüllung (Masse ca. 40-60% gegenüber fluorierten Kältemitteln) – bedingt durch eine geringe Flüssigkeitsdichte und die Möglichkeit für reduzierte Querschnitte in Wärmeübertragern, Sauggas- und Druckgasleitung
- Wärmeübertrager (z. B. Verdampfer, Einspritzverteiler, Rohrstranglänge und Rohrgeometrie), Expansionsorgane und sonstige Armaturen an Massen- und Volumenverhältnisse anpassen
- Bei Normal- und Klimakühlung sowie Wärmepumpen vorzugsweise Wärmeübertrager zwischen Flüssigkeits- und Sauggasleitung einbauen
 - Vorteile in Leistung, Leistungszahl (COP) und reduzierte Kältemittelkonzentration im Öl durch höhere Betriebstemperaturen
- Durch die hohe kritische Temperatur ist R1270 für den Einsatz bei höheren Verflüssigungstemperaturen besser geeignet als R404A/R507A, R407A/F oder R410A, jedoch nicht so gut wie R22 oder R290. Auch die höhere Druckgastemperatur kann hierbei zu Einschränkungen führen

Resulting design criteria and measures

(also see Fig. 3 to 6 and chapter 2.1 and 5)

- Identical dimensions of the liquid line as with R22 (higher liquid volume flow, but less pressure drop because of lower density, see fig. 5)
- Potential for minimum refrigerant charge (mass approx. 40-60% compared to fluorinated refrigerants) – due to a lower liquid density and the possibility for reduced cross sections in heat exchangers, suction gas line and discharge gas line
- Fit heat exchangers (e.g. evaporator, injection distribution, pipe length and pipe geometry), expansion devices and other line components to mass ratio and volume ratio
- Preferred use of a heat exchanger between liquid and suction gas line at medium temperature applications, air conditioning and heat pump applications
 - Benefits in capacity, coefficient of performance (COP) and reduced refrigerant concentration in oil through higher operating temperatures
- Due to its high critical temperature, R1270 is more suitable for use at higher condensing temperatures than R404A/R507A, R407A/F or R410A, but not as good as R22 or R290. Its higher discharge gas temperature may also lead to restrictions

verglichen mit compared to	R290			R1270		
	AC	MT	LT	AC	MT	LT
R410A	+60%	–	–	+40%	–	–
R404A	–	+15%	+5%	–	-5%	-15%
R134a	-25%	-30%	–	–	–	–
R22	+15%	+15%	+10%	<-5%	-5%	-10%

AC Klimakühlung / Air conditioning
MT Normalkühlung / Medium temperature application
LT Tiefkühlung / Low temperature application

Abbildung 7 Beispielvergleich: ungefähr benötigte Änderung der Fördervolumenströme in typischen Anwendungen

Figure 7 Exemplary comparison: Approximately required volume flow changes in typical applications

3 Verdichtertechnik

BITZER halbhermetische Hubkolben- und Schraubenverdichter für die Kältemittel Propan (R290) und Propen (R1270) sowie andere Kohlenwasserstoffe, wurden einer Risikobewertung (nach Gefährdungszone 2) durch eine benannte Stelle unterzogen. Die Bewertung erfolgte auf Grundlage der innerhalb der EU gültigen Richtlinien 94/9/EG (ATEX 95) und 1999/92/EG (ATEX 137) sowie weiterer Verordnungen zur Produktsicherheit, Betriebssicherheit, Unfallverhütung und den entsprechenden Normen.

Bei Einsatz der Verdichter in "Gefährdungszone 2"^① und unter Voraussetzung einer Ausführung der Anlage entsprechend den anerkannten Regeln und Normen, des bestimmungsgemäßen Betriebs sowie sachkundiger Instandhaltung und Wartung, wird eine Gefährdung als äußerst gering angenommen.

i Die Bestimmung der Gefährdungszone liegt nach Richtlinie 1999/92/EG in der Verantwortung des Betreibers. Nachdem jedoch Kälteanlagen als technisch dicht einzustufen sind, kann üblicherweise eine Deklaration nach "Gefährdungszone 2" erfolgen.

Für offene Verdichter gelten meistens die Bestimmungen für "Gefährdungszone 1". Dies bedingt zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen und elektrische Betriebsmittel in spezieller Ex-Ausführung für erhöhte Sicherheit.

3.1 Technische Ausführung

BITZER Halbhermetische Verdichter für R290 und R1270 sind speziell für den Betrieb mit Kohlenwasserstoffen konzipiert und unterscheiden sich deshalb in der technischen Ausführung von den Verdichtern für HFKW- und HFCKW-Kältemittel. Dies betrifft die elektrische Ausrüstung, Sicherheitseinrichtungen, die Ölfüllung und das Schmiersystem. Zur Unterscheidung gegenüber Verdichtern für fluoridierte Kältemittel, erhält die Typenbezeichnung den Zusatz "P".

- Halbhermetische Hubkolbenverdichter:
z.B.: 6FEP-50P .
- Halbhermetische Kompakt-Schraubenverdichter:
z.B. CSH8573-140P

Erläuterungen zu Schmierstoffen, Zubehör und den sicherheitstechnischen Merkmalen der Verdichter siehe Kapitel 3.2 bzw. 4.2.

① Definition für "Gefährdungszone 2" nach o.g. Richtlinie: Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder nur kurzfristig auftritt

3 Compressor technology

BITZER semi-hermetic reciprocating and screw compressors for the refrigerants propane (R290) and propene (R1270) as well as other hydrocarbons, were subjected to a risk assessment (according to hazardous zone 2) by a notified body. The assessment took place on the basis of Directives 94/9/EC (ATEX 95) and 1999/92/EC (ATEX 137) applicable within the EU and other regulations for product safety, operating reliability, accident prevention and the relevant standards.

When using the compressors in "hazardous zone 2"^① and provided that the system was designed in accordance with the recognized rules and standards, intended use and expert maintenance and service, its risk is considered to be extremely low.

i The end user shall be responsible for determining the hazardous zone according to Directive 1999/92/EC. However, since refrigeration systems are classified as technically tight, they can usually be classified as "hazardous zone 2".

Open drive compressors are in most cases subject to the regulations for "hazardous zone 1". This requires additional safety measures and electrical operating equipment in special ex-design for increased safety.

3.1 Technical design

BITZER semi-hermetic compressors for R290 and R1270 have been designed especially for operation with hydrocarbons, which is why they differ in their technical design from the compressors for HFC and HCFC refrigerants. This refers to the electrical equipment, the safety devices, the oil charge and the lubrication system. To distinguish them from compressors for fluorinated refrigerants, a "P" is added to the type designation.

- Semi-hermetic reciprocating compressors
e.g.: 6FEP-50P .
- Semi-hermetic compact screw compressors:
e.g. CSH8573-140P

Explanations for the lubricants, accessories and safety features of the compressor, see chapter 3.2 and 4.2.

① Definition of "hazardous zone 2" according to the above directive: Area in which during normal operation an explosive atmosphere as a mixture of air and flammable gases, vapors or mists does usually not occur or only during short periods

3.2 Schmierstoffe

Aufgrund der besonders hohen Löslichkeit von R290 und R1270 in herkömmlichen Schmierstoffen werden die BITZER R290/R1270-Verdichter mit einem speziellen Öl befüllt, das einen hohen Viskositätsindex und besonders gute tribologische Eigenschaften aufweist.

Mit Blick auf die Löslichkeit ergeben sich besondere Anforderungen an die Ausführung, Betriebsweise und Steuerung von Verdichter und Anlage. Niedrige oder ungenügende Überhitzung im Betrieb und ungenügende Beheizung des Ölsumpfs während Stillstandsperioden führen zu starker Minderung der Ölviskosität im Verdichter. Die Folge sind Leistungsminderung, starker Verschleiß an Triebwerksteilen, erhöhter Ölwurf und Schaumbildung. Verdichter gegen "Nassbetrieb" absichern und ausreichend hohe Sauggas-temperatur gewährleisten – Druckgastemperatur muss mindestens 20 K über der Verflüssigungstemperatur liegen!

- Niedrige Öltemperaturen und hohen saugseitigen Stillstandsdruck verhindern, Ölsumpfbeheizung ist zwingend erforderlich, ggf. zusätzlich Abpumpschaltung vorsehen.
- Schnelle Änderungen des Saugdrucks vermeiden – Gefahr von Mischreibung durch starke Ausgasung des Kältemittels aus dem Öl und instabile Sauggasüberhitzung.
- Schnelle Änderungen des Verflüssigungsdrucks vermeiden – Gefahr starker Schaumbildung im Ölabscheider!

3.2 Lubricants

Owing to the particularly high solubility of R290 and R1270 in common lubricants, BITZER R290/R1270 compressors are charged with a special oil, which has a high viscosity index and particularly good tribological properties.

In view of the solubility, the design, operating mode and control of the compressor and the system are subject to particular requirements. Low or insufficient superheat in operation and insufficient heating of the oil sump during shut-off periods lead to a substantial reduction of the oil viscosity in the compressor. This results in reduced performance, heavy wear on drive gear parts, increased oil carry over and foaming. Secure the compressor against "wet operation" and guarantee a sufficiently high suction gas temperature – the discharge gas temperature must be at least 20 K above the condensing temperature!

- Avoid low oil temperatures and high suction side standstill pressure, an oil sump heater is absolutely required and, if necessary, add a pump down system.
- Avoid quick changes in suction pressure – risk of boundary friction due to strong de-gassing of the refrigerant from the oil and unstable suction gas superheat.
- Avoid quick changes in condensing pressure – risk of strong foaming in the oil separator!

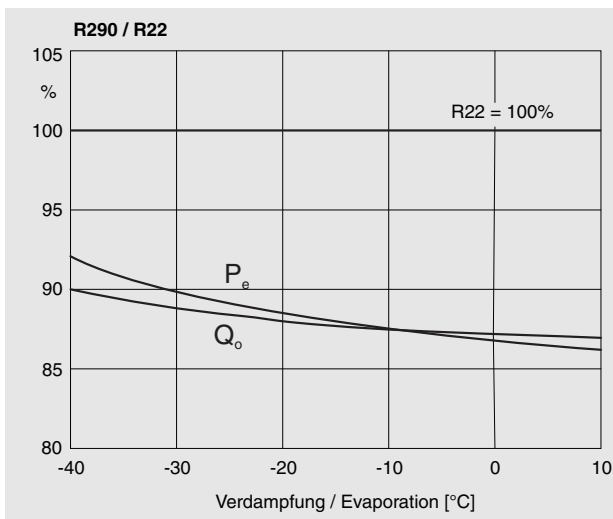


Abb. 8 Leistungsvergleich R290 / R22 ($\Delta t_{oh} = 20 \text{ K}$) bei sauggasgekühlten halbhermetischen Hubkolbenverdichtern

Fig. 8 Performance comparison R290 / R22 ($\Delta t_{oh} = 20 \text{ K}$) with suction gas cooled semi-hermetic reciprocating compressors

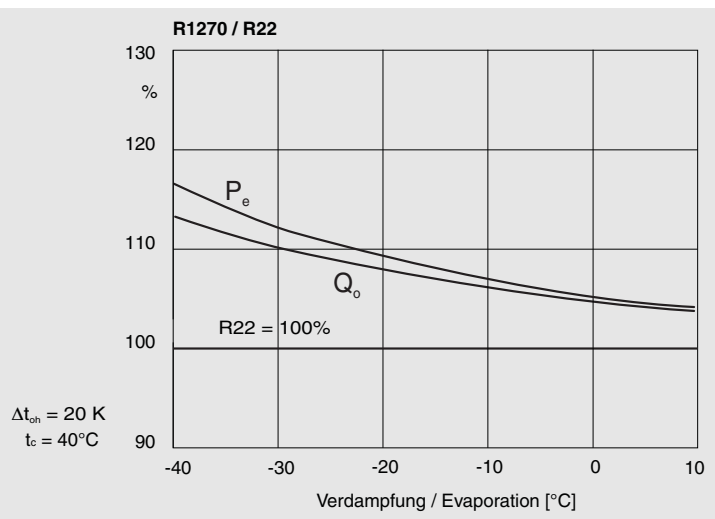


Abb. 9 Leistungsvergleich R1270 / R22 ($\Delta t_{oh} = 20 \text{ K}$) bei sauggasgekühlten halbhermetischen Hubkolbenverdichtern

Fig. 9 Performance comparison R1270 / R22 ($\Delta t_{oh} = 20 \text{ K}$) with suction gas cooled semi-hermetic reciprocating compressors

3.3 Leistungsverhalten und Einsatzgrenzen (siehe dazu auch BITZER Software)

Die Kälteleistung von R290 ist etwas geringer als von R22. R1270 hat dagegen eine höhere Kälteleistung und liegt auf ähnlichem Niveau wie R404A/R507A. Hinsichtlich der Leistungszahlen (COP) unterscheiden sich R290 und R1270 nur geringfügig von R22 (siehe Abbildung 8 und 9) und sind somit bei Normal- und Klimakühlung günstiger als R404A/R507A. Allerdings hat die Sauggasüberhitzung bei R290 und R1270 einen größeren Einfluss als bei R22. Beide profitieren in Leistung und Effizienz von nutzbarer Überhitzung. Der Einsatz eines Wärmeübertragers zwischen Sauggas- und Flüssigkeitsleitung ist deshalb vorteilhaft. Mit R1270 kann jedoch die höhere Druckgas- und Öltemperatur bei höheren Druckverhältnissen (z.B. Tiefkühlung und hohe Verflüssigungstemperatur) zu Einschränkungen führen.

Einsatzgrenzen siehe Abbildungen 10 und 11.

3.4 Gewährleistung

Die Gewährleistung für R290- und R1270-Verdichter erstreckt sich ausschließlich auf Herstellungsfehler. Sie gilt nicht für Schäden, die durch unsachgemäßen Einsatz oder Missachtung der jeweils gültigen Sicherheitsvorschriften verursacht werden!

3.3 Performance behaviour and application limits (see also BITZER software)

The refrigerating capacity of R290 is slightly lower than that of R22. In contrast, R1270 has a higher refrigerating capacity and is at similar level as R404A/R507A. In terms of their coefficients of performance (COP), R290 and R1270 differ only slightly from R22 (see figures 8 and 9) and are thus better suited than R404A/R507A for medium temperature, refrigerating and air-conditioning. However, the effect of the suction gas superheat is higher on R290 and R1270 than it is on R22. Both benefit from useful superheat in terms of performance and efficiency. This is why the use of a heat exchanger between the suction gas line and liquid line is advantageous. However, with R1270 the higher discharge gas and oil temperatures can give rise to restrictions at higher pressure ratios (e.g. low temperature application and high condensing temperature).

Application limits see figures 10 and 11.

3.4 Warranty

The warranty for R290 and R1270 compressors is limited exclusively to manufacturing failures. It does not cover damage caused by improper use or non-observance of the applicable safety regulations!

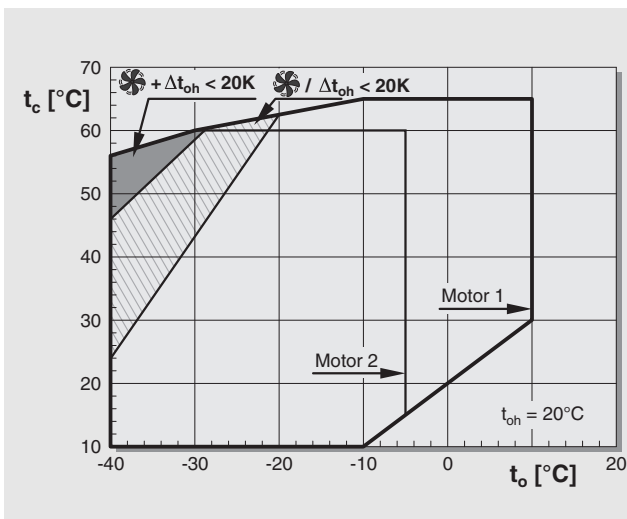


Abbildung 10 Einsatzbereich halbhermetischer Hubkolbenverdichter für R290
Figure 10 Application range for semi-hermetic reciprocating compressors for R290

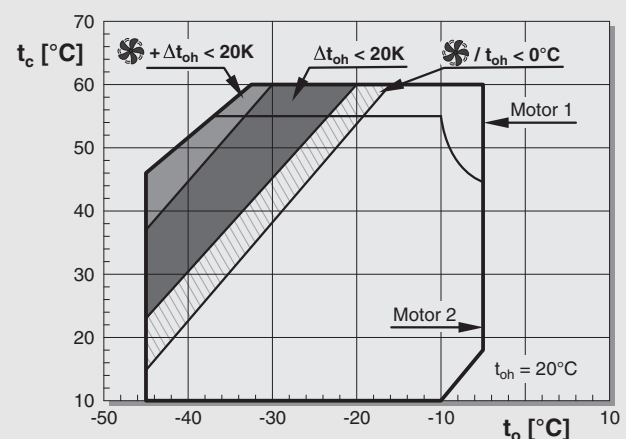



Abbildung 11 Einsatzbereich halbhermetischer Hubkolbenverdichter für R1270
Figure 11 Application range for semi-hermetic reciprocating compressors for R1270


4 Sicherheitstechnische Anforderungen

Die folgenden Informationen beschreiben allgemeine Anforderungen und Empfehlungen. Die dabei aufgeführten EU-Richtlinien und Normen umfassen dabei nur einen Teil der relevanten Dokumente. Sie gelten auch nur für stationäre Anlagen.

 Bei Einsatz von R290 und R1270 in Regionen außerhalb der EU, sind die dort geltenden länderspezifischen Verordnungen zu beachten.


4.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Für die Ausführung, den Betrieb und die Wartung von Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsgruppe A3 gelten besondere Sicherheitsbestimmungen. Dazu gehören u.a. spezielle Schutzeinrichtungen gegen Drucküberschreitung und Besonderheiten in Ausführung und Anordnung elektrischer Betriebsmittel. Außerdem sind Maßnahmen zu treffen, die im Falle eines Kältemittelaustritts eine gefahrlose Entlüftung gewährleisten, damit kein zündfähiges Gasgemisch entstehen kann. Die Ausführungsbestimmungen sind in Normen festgelegt (z.B. EN 378). Mit Blick auf die hohen Anforderungen und die Produkthaftung ist jedoch generell eine Risikobewertung durch eine benannte Stelle zu empfehlen. Je nach Ausführung und Kältemittelfüllung, kann dabei eine Bewertung entsprechend EU Rahmenrichtlinien 94/9/EG (ATEX 95) und 1999/92/EG (ATEX 137) erforderlich werden. Für den Betrieb der Anlage und den Schutz von Personen gelten üblicherweise nationale Verordnungen zur Produktsicherheit, Betriebssicherheit und zu Unfallvorschriften. Hierzu sind gesonderte Vereinbarungen zwischen Anlagenbauer und Betreiber zu treffen. Die Durchführung der erforderlichen Gefährdungsbeurteilung für Aufstellung und Betrieb des Systems liegt in der Verantwortung des Betreibers.

 **Gefahr!**
Explosionsgefahr bei Kältemittelaustritt und vorhandener Zündquelle.
Kältemittel kann sich entzünden und je nach Konzentration in Luft auch eine explosive Atmosphäre bilden.
Lebensgefahr!
Offenes Feuer und Zündquellen im Maschinenraum bzw. Gefährdungsraum vermeiden.
Zündgrenzen in Luft beachten (siehe Abb. 1):
Maschinenraum entsprechend EN 378 belüften bzw. Absaugvorrichtung installieren.
Zum Öffnen der Rohrleitungen, nur Rohrabschneider, keine offene Flamme verwenden!


4 Technical safety requirements

The following information describes general requirements and recommendations. The listed EU directives and standards include only part of the relevant documents. They are also only applicable to stationary systems.

 When using R290 and R1270 in regions outside the EU, the country-specific regulations applicable there must be observed.

4.1 General safety instructions

The design, operation and maintenance of refrigeration systems operated with refrigerants of safety group A3 are subject to particular safety regulations. They include, among others, special safety devices against exceeding the pressure and particularities in the design and arrangement of the electrical operating equipment. Moreover, measures must be taken that guarantee risk-free venting in the event of refrigerant leakage, to prevent the formation of an ignitable gas mixture. The specifications are established in standards (e.g. EN 378). However, in view of the high requirements and product liability, a risk assessment by a notified body is in general recommended. Depending on the design and the refrigerant charge, an assessment according to EU Framework Directives 94/9/EC (ATEX 95) and 1999/92/EC (ATEX 137) may become necessary. The operation of the system and personnel protection are usually subject to national regulations on product safety, operating reliability and work place safety. To this end, separate agreements between the contractor and the end user must be made. Carrying out the necessary risk assessment for installing and operating the system is the end user's responsibility.

 **Danger!**
Danger of explosion in the event of refrigerant leakage and in the presence of an ignition source.
Refrigerant can ignite and also form an explosive atmosphere depending on its concentration in air.
Danger of death!
Avoid open fire and ignition sources in the engine room respectively in the hazardous zone.
Observe the ignition limits in air (see Fig. 1):
Ventilate machine room according to EN 378 or install an extraction device.
When opening pipe lines, do only use a pipe cutter, no torch!

4.2 Verdichter und Zubehör

Die nachfolgende Beschreibung umfasst nur Komponenten, die von den Sicherheitsbestimmungen betroffen sind. Ansonsten gelten die oben erwähnten Vorschriften.



Achtung!

Schutzklasse des elektrischen Anschlusskastens und elektrischen Zubehörs unbedingt gewährleisten! Kabeldurchführungen mit höchster Sorgfalt und nur mit den dafür geeigneten Dichtelementen ausführen!

- **Elektrischer Anschlusskasten**

Der Anschlusskasten ist in Schutzklasse IP54 oder höher ausgeführt und entspricht somit den für "Gefährdungszone 2" geltenden Vorschriften

- **Schutzgeräte**

Kolbenverdichter: SE-B1 / SE-B2
Schraubenverdichter: SE-E1 / SE-E2 / SE-C2

Das Schutzgerät wird jeweils als Beipack geliefert und muss im Schaltschrank installiert werden



Achtung!

Schutzgerät entsprechend Prinzipschaltbild anschließen.

Hubkolbenverdichter:

Gefahr von Induktion!

Nur abgeschirmte Kabel für die Verbindungsleitungen (PTC-Messkreis) zwischen Klemmen 1/2 (SE-B1) und 3/4 (Stromdurchführungsplatte) verwenden.

Druckgastemperatursensor in Reihe zu Klemmen 3/4 einbinden.

Schraubenverdichter:

Besondere Hinweise zum Einbau in den Schaltschrank siehe Handbuch SH-170 (CSH/CSW), Kapitel 8.2.

- **Einsatz von extremen Frequenzumrichtern (FU) zur Drehzahlregelung**

FU außerhalb der "Gefährdungszone 2" in den Schaltschrank einbauen. Abgeschirmte Kabel zwischen FU und Verdichter sowie metallische Kabelverschraubungen verwenden

- **Anlaufentlastung / Leistungsregelung / Ölheizung / Zusatzlüfter – für Hubkolbenverdichter**

Sind als optionales Zubehör lieferbar. Sie sind in Schutzklasse IP54 oder höher ausgeführt und entsprechen somit den für "Gefährdungszone 2" geltenden Vorschriften

- **Öldruckschalter / Ölniveau-Überwachung**

Elektronische Ölniveau-Überwachung OLC-K1 (Verdichter Serien CE3 / CE4S), elektronische Öldruckschalter Delta-PII (Verdichter Serien BE5 / BE6 / CE8) sowie optoelektronische Ölniveau-Überwachung OLC-D1-S (Schraubenverdichter CSH/CSW) und OLC-D1-D (Ölabscheider

4.2 Compressor and accessories

The following description only comprises components affected by the safety regulations. Otherwise, the above-mentioned regulations shall apply.



Attention!

Absolutely guarantee the protection class of the electrical terminal box and of the electrical accessories! Execute cable bushings with extreme care using only the sealing elements suitable for this purpose!

- **Electrical terminal box**

The terminal box has been designed in protection class IP54 or higher and thus complies with the regulations required for "hazardous zone 2".

- **Protection devices**

Reciprocating compressors: SE-B1 / SE-B2
Screw compressors: SE-E1 / SE-E2 / SE-C2

The protective device is delivered as separately packaged item and must be installed in the switch board



Attention!

Connect protecting device as specified on the schematic wiring diagram.

Reciprocating compressor:

Danger of induction!

Use shielded cables only for the connecting lines (PTC measurement circuit) between terminals 1/2 (SE-B1) and 3/4 (terminal plate).

Connect discharge gas temperature sensor in series with terminals 3/4.

Screw compressors:

For special information on the installation in the switch board, see manual SH-170 (CSH/CSW), chapter 8.2

- **Use of external frequency inverters (FI) for speed control**

Install FI in switch board outside "hazardous zone 2". Use shielded cables between FI and compressor and metallic screwed cable glands

- **Start unloading / Capacity control / Oil heater / Additional fan – for reciprocating compressors**

Are available as optional accessories. They have been designed in protection class IP54 or higher and thus comply with the regulations required for "hazardous zone 2"

- **Oil pressure switch / Oil level monitoring**

Electronic oil level monitoring OLC-K1 (compressor series CE3 / CE4S), electronic oil pressure switch Delta-PII (compressor series BE5 / BE6 / CE8), optoelectronic oil level monitoring OLC-D1-S (screw compressor CSH/CSW) and OLC-D1-D (oil separator for screw com-

für Schraubenverdichter) sind als optionales Zubehör lieferbar. Sie sind in Schutzklasse IP54 oder höher ausgeführt und entsprechen somit den für "Gefährdungszone 2" geltenden Vorschriften.

Falls die erforderliche Risikobewertung eine noch höhere Sicherheit erfordern sollte, ist alternativ zum Öldruckschalter Delta-PII (Verdichter Serien BE5 / BE6 / CE8) eine Ausführungsvariante mit Reed-Kontakt, ohne Auswerte-Elektronik (Delta-PII Reed) lieferbar. Dies erfordert zusätzlich ein Verzögerungsrelais (90 Sek) im Schaltschrank, das über einen Trennschaltverstärker (eigensicheren Stromkreis nach EN 60079-11) eingebunden wird.

Elektromechanische Öldruckschalter für Hubkolbenverdichter sind in der erforderlichen Schutzart nur eingeschränkt am Markt verfügbar. BITZER liefert deshalb (alternativ zu Delta-PII Reed) als optionales Zubehör den Öldruckschalter MP55 ohne Zeitrelais. Die elektrische Einbindung erfolgt ebenfalls mit Trennschaltverstärker, wie zuvor beschrieben

- **Druckentlastungsventil**

Verdichter für R290 und R1270 sind standardmäßig mit einem internen (gedruckabhangigen) Druckentlastungsventil ausgerüstet

- **Sicherheitseinrichtungen zur Druckbegrenzung**

Sicherheitsdruckbegrenzer zum Schutz gegen zu hohen Druck müssen entsprechend den Anforderungen der Sicherheitsbestimmung (z.B. EN 378-2) ausgeführt und eingesetzt werden

Ein Druckwächter zur Absicherung gegen zu niedrigen Druck ist ebenfalls zu empfehlen. Die Einstellung sollte so erfolgen, dass ein Betrieb im Vakuum sicher vermieden wird. Im Falle einer Leckage könnte Luft eingesaugt werden und zu einer zündfähigen Mischung mit dem Kalttemittel führen

Die elektrische Einbindung der Sicherheitseinrichtungen erfordert bei Geräten mit einer Schutzklasse unter IP54 einen Trennschaltverstärker (eigensicherer Stromkreis nach EN/IEC 60079-11)

pressors) are available as optional accessories. They have been designed in protection class IP54 or higher and thus comply with the regulations required for "hazardous zone 2".

If the required risk assessment requires even higher safety, alternatively to the oil pressure switch Delta-PII (compressor series BE5 / BE6 / CE8), a design version with Reed contact and without actuating electronics (Delta-PII Reed) is available. This additionally requires a time relay (90 sec) in the switch board, integrated via an isolating switch amplifier (intrinsically safe circuit according to EN 60079-11).

Electromechanical oil pressure limiters for reciprocating compressors in the required protection class are available on the market only to a limited extent. This is why BITZER can deliver the oil pressure switch MP55 without time relay as optional accessory (alternatively to Delta-PII Reed). Electrical integration will likewise be done via an isolating switch amplifier, as described above

- **Pressure relief valve**

Compressors for R290 and R1270 are equipped with an internal (back-pressure-dependent) pressure relief valve as standard

- **Safety devices for pressure limiting**

Safety pressure limiters for protection against excessive pressure must be designed and used in accordance with the requirements of the safety regulations (e.g. EN 378-2)

A pressure limiter as protection against too low pressure is also recommended. It should be set such that vacuum operation is reliably prevented. In the event of leakage, air could be sucked in and lead to an ignitable mixture with the refrigerant

The electrical integration of the safety devices with devices of protection class lower than IP54 requires an isolating switch amplifier (intrinsically safe circuit to EN/IEC 60079-11)

Achtung!

Bei gedruckabhangigen Druckentlastungsventilen werden zwei bauteilgeprufte Sicherheitsdruckbegrenzer erforderlich – bei einem der beiden Geräte darf die Ruckstellung nur mit Werkzeug möglich sein (spezielle Ausfuhung).

Attention!

For back-pressure-dependent pressure relief valves, two type approved safety pressure limiters are required – in one of the two devices, reset shall only be possible by means of a tool (special design).

Kennzeichnung

Die Verdichter und die Anlage müssen an deutlich sichtbarer Stelle mit dem Logo "Achtung Brandgefahr" (ISO 7010 W021) markiert sein. Dieses Logo muss auch im Falle einer eventuellen Rucklieferung ins Herstellerwerk am Verdichter bleiben. Verdichter in R290- und R1270-Ausfuhung (Zusatz P) sind bereits mit dieser Kennzeichnung versehen.



Labelling

The compressors and the system must be marked with the logo "Attention! Risk of Fire" (ISO 7010 W021) in a clearly visible location. This logo must remain on the compressor even if it is returned to the manufacturer. Compressors in R290 and R1270 designs (added P) are already provided with this label.

5 Installation und Wartung

Autorisiertes Fachpersonal

Voraussetzungen für den Bau, Betrieb und die Wartung von Kälteanlagen mit Propan und Propen sind eine spezifische Sachkunde und strikte Einhaltung der geltenden Sicherheitsvorschriften und Richtlinien für brennbare Kältemittel der Sicherheitsgruppe A3.

Installations- und Wartungsarbeiten dürfen nur von autorisiertem Fachpersonal durchgeführt werden, das in allen Arbeiten ausgebildet und unterwiesen wurde. Für die Qualifikation und Sachkunde des Fachpersonals gelten die jeweils gültigen Richtlinien.

In der nachfolgenden Aufstellung werden einige der wesentlichen Richtlinien zusammengefasst (weitere Informationen siehe auch Kapitel 2 und 3). Darüber hinaus sind die jeweils gültigen Ausführungs- und Sicherheitsbestimmungen für Kälteanlagen zu berücksichtigen.



Gefahr!

Explosionsgefahr bei Kältemittelaustritt und vorhandener Zündquelle.

Kältemittel kann sich entzünden und je nach Konzentration in Luft auch eine explosive Atmosphäre bilden. Lebensgefahr!

Offenes Feuer und Zündquellen im Maschinenraum bzw. Gefährdungsraum vermeiden.

Zündgrenzen in Luft beachten (siehe Abb. 1):

Maschinenraum entsprechend EN 378 belüften bzw. Absaugvorrichtung installieren.

Zum Öffnen der Rohrleitungen, nur Rohrabschneider, keine offene Flamme verwenden!

Allgemeine Richtlinien für die Installation und Wartung

- Für Rohrverbindungen, Löt- und Schweißverbindungen bevorzugen (dauerhaft geschlossen nach EN 378-1)
- Auf Kapillarrohre verzichten, metallische Rohrverbindungen oder geeignete, flexible Kältemittel-Leitungen verwenden. Hinweis: flexible Kältemittel-Leitungen müssen z.B. nach deutschen Vorschriften (BGR 500) alle 6 Monate auf Dichtheit geprüft werden
- Löten nur unter Schutzgas (getrockneten Stickstoff verwenden) R290 und R1270 nicht als Schutzgas verwenden!
- Speziell für R290 und R1270 ausgelegte Wärmeübertrager, Expansionsventile, sonstige Regelgeräte sowie Druckbegrenzer und Sicherheitsdruckbegrenzer verwenden
- Dichtheitsprüfung und Druckfestigkeitsprüfung vorzugsweise mit getrocknetem Stickstoff durchführen. Tests mit getrockneter Luft nur an neuen Anlagen ohne Kältemittelfüllung durchführen. Dabei den Verdichter nicht mit einbeziehen. Absperrventile geschlossen halten
- Bei Installationen im Innenbereich, vor dem Einfüllen von Kältemittel, Raumlüftung einschalten

5 Installation and maintenance

Authorized staff

For design, operation and maintenance of refrigeration systems with propane and propene, special safety regulations and standards for flammable refrigerants of the safety group A3 strictly apply.

Installation and maintenance work shall be carried out only by authorized refrigeration personnel which has been trained and instructed in all work. The qualification and expert knowledge of the refrigeration personnel corresponds to the respectively valid regulations.

The following list summarises several of the essential regulations (for further information see also chapter 2 and 3). Moreover, the valid design and safety regulations for refrigeration systems should be taken into consideration.



Danger!

Danger of explosion in the event of refrigerant leakage and in the presence of an ignition source.

Refrigerant can ignite and also form an explosive atmosphere depending on its concentration in air.

Danger of death!

Avoid open fire and ignition sources in the engine room respectively in the hazardous zone.

Observe the ignition limits in air (see Fig. 1):

Ventilate machine room according to EN 378 or install an extraction device.

When opening pipe lines, do only use a pipe cutter, no torch!

General installation and maintenance guidelines

- For pipe connections, soldered and welded connections (permanently sealed to EN 378-1) are preferred
- Do not use capillary tubes, use metallic pipe connections or suitable, flexible refrigerant lines. Information: Flexible refrigerant lines must be checked for tightness, for example, according to German regulations (BGR 500), every 6 months
- Perform soldering work only with an inert protective charge (dried nitrogen), do not use R290 and R1270 as protective charge!
- Use heat exchangers, expansion valves, other control devices, pressure limiters and pressure safety cut-out especially designed for R290 and R1270
- Carry out tightness test and pressure strength test preferably with dried nitrogen. Perform tests with dried air only at new systems without refrigerant charge. Do not include the compressor in these tests. Keep shut-off valves closed
- For indoor installations, switch on room ventilation prior to charging refrigerant

- Bedingt durch die geringe Flüssigkeitsdichte ist die maximal mögliche Kältemittelfüllung (bezogen auf das Gewicht) wesentlich geringer als bei R22 oder R404A

Max. Füllmenge pro 1 dm³ Volumen (20°C Flüssigkeitstemperatur, 90% Behälterinhalt):

R22 -> 1,09 kg // R404A -> 0,96 kg
R290 -> 0,45 kg // R1270 -> 0,46 kg

- Sofort nach Inbetriebnahme, Rohrleitungen auf abnorme Schwingungen überprüfen (Bruchgefahr). Im Bedarfsfall zusätzliche Sicherungsmaßnahmen ergreifen
- Bei Einsatz saugseitiger ReinigungsfILTER, Filtereinsätze nach ca. 100 Betriebsstunden wechseln. Hinweise zur Entsorgung, siehe folgender Abschnitt

- Due to the low liquid density, the maximum possible refrigerant charge (relative to the weight) is much lower than with R22 or R404A

Max. charged amount per 1 dm³ of volume (liquid temperature 20°C, vessel contents 90%):

R22 -> 1.09 kg // R404A -> 0.96 kg
R290 -> 0.45 kg // R1270 -> 0.46 kg

- Immediately after commissioning, check pipelines for abnormal vibrations (danger of rupture). If required, take additional fixation measures
- When using suction side cleaning filters, change filter cartridges after approx. 100 operating hours. For disposal informations, see the following section

Wartungsarbeiten

Achtung!

Gefahr von Funkenbildung durch unbeabsichtigte Schaltvorgänge oder Überhitzung der Ölsumpfheizung bei Ölwechsel.
Vor Eingriffen in den Kältekreislauf, Stromversorgung am Hauptschalter unterbrechen!
Besondere Vorschriften für Lagerung und Transport von brennbaren Gasen beachten.
Bei Wartungsarbeiten im Innenbereich generell Raumlüftung einschalten!

Achtung!

Gefahr von Funkenbildung, bei Entladung elektrostatischer Aufladung!
Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung von nichtmetallischen Bauteilen, Werkzeugen, Hilfsmitteln sowie Kleidung treffen!
Z.B.: Geeignete, antistatische Kleidung tragen, ATEX-geprüfte Werkzeuge verwenden.
Ggf. zusätzliche Erdung leitfähiger Teile vornehmen.

- Eine regelmäßige Prüfung der Sicherheitsgeräte (mindestens einmal pro Jahr) ist vorgeschrieben
- Bei Reparatur kann R290 und R1270 abgesaugt und wieder verwendet werden, sofern kein Fremdgas im System ist oder eine anderweitige Kontamination vorliegt. Vor Neubefüllung das System mit getrocknetem Stickstoff spülen, neuen Filtertrockner einbauen und evakuieren
- Das Umfüllen oder Ableiten (Abfackeln) von R290/R1270 nur unter den erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen ausführen. Lufteintritt in den Kreislauf vermeiden!
- Gebrauchte Trockner oder Blockfiltereinsätze enthalten Restmengen an (brennbarem) R290 bzw. R1270. Mit Stickstoff spülen und geeignete Entsorgung gewährleisten

Achtung!

Gebrauchtöl kann auch bei Atmosphärendruck noch relativ hohe Anteile an gelöstem R290 oder R1270 enthalten.
Erhöhtes Risiko durch Entflammbarkeit!
Für Transport und Lagerung, Gebrauchtöl in druckfesten Behälter mit Stickstoff als Schutzgas einfüllen.
Geeignete Entsorgung gewährleisten!

Maintenance work

Attention!

Danger of spark formation due to unintended switching operations or overheating of the crankcase oil heater during oil change.
Prior to breaking into the refrigeration circuit, interrupt the power supply on the main switch!
Observe special regulations for storage and transport of flammable gases.
When performing maintenance work indoors, always switch on room ventilation!

Attention!

Danger of spark formation, when discharging electrostatic charges!
Take measures against electrostatic charging of non-metallic components, tools, auxiliaries and clothing!
E.g.: Wear suitable antistatic clothing, use ATEX-approved tools.
If necessary, perform additional earthing of conducting parts.

- A regular inspection of the safety devices (at least once a year) is prescribed
- In case of repair, R290 and R1270 can be extracted and reused if the system contains non condensable gas and no other contamination is present. Before refilling the system, flush with dried nitrogen, install a new filter drier and evacuate
- Transferring or draining (flaring) R290/R1270 may only be performed while observing the required safety precautions. Avoid air intake into the circuit!
- Used driers or filter cartridges contain residual amounts of (flammable) R290 or R1270. Flush with nitrogen and guarantee suitable disposal

Attention!

Used oil may still contain relatively high percentages of dissolved R290 or R1270 at atmospheric pressure.
Increased flammability risk!
For transport and storage, pour used oil into a vessel with pressure strength with nitrogen as the protective charge.
Guarantee suitable disposal!

6 Umstellung bestehender (H)FCKW- und HFKW Systeme auf R290 oder R1270

Aus rein anwendungstechnischer Sicht ist eine Umstellung von R22- oder R404A/R507A-Anlagen möglich, sofern die Auslegung der Hauptkomponenten (Verdichter, Verdampfer, Verflüssiger, Sammler) eine solche Maßnahme zulässt – siehe Kapitel 2 und 3. Mit Blick auf die spezifischen Eigenschaften von R290 und R1270 werden jedoch Änderungen bei Armaturen und ein Austausch des Schmieröls erforderlich. Allerdings erscheint eine Umstellung aufgrund der notwendigen Schutzmaßnahmen nur in Ausnahmefällen möglich. Sie beschränkt sich auf Systeme, die mit vertretbarem Aufwand den entsprechenden Sicherheitsvorschriften für Kältemittel der Gruppe A3 angepasst werden können.

7 Vertragliche Vereinbarung

Mit Blick auf die besonderen Bedingungen beim Einsatz von brennbaren Kältemitteln wird zwischen dem Hersteller der Anlage und BITZER ein schriftlicher Vertrag vereinbart, in dem die jeweiligen Verantwortlichkeiten definiert sind.

8 Kältemittelspezifikation nach DIN 8960 (informativ)

6 Change-over of existing (H)CFC and HFC systems to R290 or R1270

From a purely technical application point of view, a change-over of R22 or R404A/R507A systems is possible, provided the design of the main components (compressor, evaporator, condenser, receiver) allows such a measure – see chapters 2 and 3. However, given the specific properties of R290 and R1270, a change in controls and line components and a replacement of the lubricating oil are required. Nevertheless, a change-over appear to be possible only in exceptional cases due to the required protective measures. It is limited to systems that can be adapted to the relevant safety regulations for group A3 refrigerants at a reasonable expense.

7 Contractual agreement

With view to the particular conditions when using flammable refrigerants, a written agreement will be concluded between the manufacturer of the system and BITZER in which the particular responsibilities are defined.

8 Refrigerant specification according to DIN 8960

	Anforderungen Specifications	Einheit Unit
Kältemittelreinheit ① Refrigerant content ①	≥ 99.5	Masse-% % by mass
Organische Verunreinigungen Organic impurities	≤ 0.5	Masse-% % by mass
1,3-Butadien ② 1,3-Butadiene ②	≤ 5	ppm (Masse) ppm by mass
Hexan Normal Hexane	≤ 50	ppm (Masse) ppm by mass
Benzol ③ Benzene ③	≤ 1	ppm (Substanz) ppm per substance
Schwefel Sulfur	≤ 2	ppm (Masse) ppm by mass
Temperaturgleit der Verdampfung Temperature glide of evaporation	≤ 0.5	K (bei 5 bis 97% Destill.) K (at 5 to 97% destill.)
Fremdgase Non condensable gases	≤ 1.5	Vol.-% der Dampfphase % vol. of vapour phase
Water ④ Wasser ④	≤ 25	ppm (Masse) ppm by mass
Säuregehalt Acid content	≤ 0.02	mg KOH/g Neutralisationszahl mg KOH/g Neutralization
Verdampfungsrückstände Evaporation residue	≤ 50	ppm (Masse) ppm by mass
Feste Rückstände Particles/solids	keine non	Sichtkontrolle Visual check

① Dieser Inhalt wird in der DIN 8960 nicht ausdrücklich angegeben. Nur die Verunreinigungen sind aufgelistet und beschränkt. Der Hauptinhalt ist der Rest bis 100%.

② Maximalwert jeder einzelnen Substanz der mehrfach ungesättigten Kohlenwasserstoffe.

③ Maximalwert jeder einzelnen aromatischen Verbindung.

④ Orientierungswert, der mit steigender Erfahrung nochmals überprüft werden sollte.

① This content is not explicitly stated in DIN 8960. Only the impurities are listed and limited. The main content is the rest up to 100%.

② This is a maximum value for every single substance of the multiple unsaturated hydrocarbons.

③ This is a maximum value for every single aromatic compound.

④ This is a preliminary value, to be reviewed with growing experience.

Tabelle 1: Anforderungen an R290 und R1270 gemäß DIN 8960 - 1998

Table 1: Specification of R290 and R1270 according to DIN 8960 - 1998



Notes

A large rectangular area filled with a grid of small, evenly spaced dots, intended for handwritten notes.

Notes

A large rectangular area of the page is filled with a grid of small, evenly spaced dots, intended for handwritten notes.





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

Subject to change // Änderungen vorbehalten // Toutes modifications réservées // 80363602 // 05.2014