



AT-640-3

Einsatz von R717 (Ammoniak) mit BITZER Verdichtern

Deutsch 2

Use of R717 (ammonia) in BITZER compressors

English..... 46

PDF Download // 06.2026

Änderungen vorbehalten
Subject to change

BITZER Kühlmaschinenbau GmbH
Peter-Schaufler-Platz 1 // 71065 Sindelfingen // Germany
Tel +49 7031 932-0 // Fax +49 7031 932-147
bitzer@bitzer.de // www.bitzer.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Sicherheit	3
2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	4
3	Anwendungsbereiche und Öle	5
3.1	Verdichter	5
3.1.1	BITZER Schraubenverdichter für Anwendungen mit R717	5
3.1.2	BITZER Hubkolbenverdichter für Anwendungen mit R717	6
3.2	Öle und deren Einfluss auf die Ausführung der Anlage	7
3.2.1	Öle für Kältemittel R717	9
3.2.2	Ölkreisläufe	12
3.2.3	Ölkühlung	16
4	Eigenschaften von R717 – Anlagen- und Auslegungskriterien	24
4.1	Allgemeine chemische und physikalische Eigenschaften von R717	24
4.2	Thermodynamische Eigenschaften von R717	25
5	Anlagenausführung	27
5.1	R717: Betrieb ohne Economiser (ECO) im Parallelverbund	29
5.2	R717: Betrieb mit Economiser (ECO) im Parallelverbund	31
5.2.1	ECO-Betrieb mit Mitteldruckbehälter	31
5.2.2	ECO-Betrieb mit Wärmeübertrager, überflutet	33
5.3	R717: Anlagenschema Hubkolbenverdichter im Parallelverbund	35
6	Auswahl mit der BITZER SOFTWARE	37
6.1	Verdichter auswählen mit der BITZER SOFTWARE	37
6.2	Zubehör auswählen mit der BITZER SOFTWARE	40
6.2.1	Motor und Kupplung auswählen	41
6.2.2	Ölkühler auswählen	42
6.2.3	Ölabscheider auswählen	44
7	Umstellung bestehender (H)FCKW- und HFKW-Anlagen auf R717	45

1 Einleitung

Ammoniak (NH₃) wird als Kältemittel R717 bereits seit über einem Jahrhundert in Industrie- und Großkälteanlagen eingesetzt.

- Im bestimmungsgemäßen Betrieb treten bei Ammoniakkälteanlagen keine sicherheitsrelevanten Emissionen auf.
- Ammoniak hat kein Ozonabbaupotenzial, keinen direkten Treibhauseffekt, die Wirtschaftlichkeit ist mindestens so gut wie mit synthetischen Kältemitteln, es ist konkurrenzlos günstig und damit eine ideale Alternative zu synthetischen Kältemitteln.

Industrielle Ammoniakkälteanlagen erfordern jedoch, im Vergleich zu üblichen Gewerbeanlagen, eine völlig andere Anlagentechnik. Der Verdichter wird meist in "offener Bauart" ausgeführt, der Motor ist ein separates Bauteil. Diese und weitere Maßnahmen erhöhen den Aufwand für Ammoniakkälteanlagen, insbesondere im Bereich mittlerer und kleinerer Leistungen.

Schwerpunkte dieser Technische Information sind die anwendungstechnisch relevanten Kriterien und Maßnahmen beim Einsatz von BITZER Verdichtern mit R717 zum Einbau in gewerblichen und industriellen Kälte- und Klimaanlage entsprechend der Maschinenrichtlinie. Aufgrund der Brennbarkeit, Toxizität und hohen Druckgastemperaturen gelten für Planung, Bau und Betrieb solcher Anlagen besondere Sicherheitsvorschriften, die eine allgemeine Anwendung einschränken. Die erforderliche Risikobeurteilung der Anlage muss der Anlagenhersteller anfertigen. Die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für Aufstellung, Betrieb und Wartung der Anlage liegt dagegen in der Verantwortung des Betreibers bzw. Arbeitgebers.

2 Sicherheit

Autorisiertes Fachpersonal

Sämtliche Arbeiten an den Produkten und den Anlagen, in die sie eingebaut werden oder sind, dürfen nur von Fachpersonal ausgeführt werden, das in allen Arbeiten ausgebildet und unterwiesen wurde. Für die Qualifikation und Sachkunde des Fachpersonals gelten die jeweils landesüblichen Vorschriften und Richtlinien.

Restrisiken

Von den Produkten, dem elektronischen Zubehör und weiteren Bauteilen können unvermeidbare Restrisiken ausgehen. Jede Person, die daran arbeitet, muss deshalb dieses Dokument sorgfältig lesen! Es gelten zwingend

- die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Normen,
- die allgemein anerkannten Sicherheitsregeln,
- die EU-Richtlinien,
- nationale Vorschriften und Sicherheitsnormen.

Je nach Land kommen unterschiedliche Normen beim Einbau des Produkts zur Anwendung, beispielsweise: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL-Normen.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Arbeiten an Anlagen und deren Bauteilen: Arbeitsschutzschuhe, Schutzkleidung und Schutzbrille tragen. Zusätzlich Kälteschutzhandschuhe tragen bei Arbeiten am offenen Kältekreislauf und an Bauteilen, die Kältemittel enthalten können.



Abb. 1: Persönliche Schutzausrüstung tragen!

Sicherheitshinweise

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



HINWEIS

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



VORSICHT

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



WARNUNG

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



GEFAHR

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

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

2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise



Information

Bei Einsatz von Ammoniak (R717) in Regionen außerhalb der EU sind die dort geltenden länderspezifischen Vorschriften zu beachten.



GEFAHR

Lebensgefahr bei Kältemittelaustritt!

Ammoniak (R717) ist giftig und führt in höherer Konzentration zu Verätzungen der Haut, der Schleimhäute und der Augen sowie zu Lähmung und Erstickung!



In flüssiger Form kann es bei Hautkontakt Erfrierungen bewirken!

Bei Arbeiten an der Anlage: Persönliche Schutzausrüstung tragen!

Maschinen- bzw. Gefährdungsraum entsprechend EN378-3, 5.17 ausstatten!

- ab 50 kg Kältemittelfüllung Gaswarnanlage installieren!
- ab 500 kg Kältemittelfüllung zusätzliche Maßnahmen treffen, um in allen angeschlossenen Wasser- oder Flüssigkeitskreisläufen eventuelle Ammoniakverunreinigungen festzustellen!

Da Ammoniak (R717) leichter als Luft ist, muss die verunreinigte Luft unter der Decke abgesaugt und die Zuluft über dem Fußboden zugeführt werden.

3 Anwendungsbereiche und Öle

- BITZER Schraubenverdichter für Anwendungen mit R717: Klima-, Normal- und Tiefkühlung und Boosterbetrieb (BITZER Schraubenverdichter für Anwendungen mit R717)
- BITZER Hubkolbenverdichter für Anwendungen mit R717: Klima-, Normalkühlung und Boosterbetrieb (*BITZER Hubkolbenverdichter für Anwendungen mit R717*)

Kältemittelspezifikation

- Wenn möglich R717 in Kältemittelqualität entsprechend DIN 8960-1998 einkaufen oder in Anlehnung daran. Hohen Feuchtigkeitsanteil vermeiden! R717 mit max. 400 ppm Wassergehalt verwenden.
- Mindestwassergehalt neues R717: 25ppm

3.1 Verdichter

Für Ammoniak werden bisher in erster Linie Verdichter mit offenem Antrieb eingesetzt. Der Motor befindet sich außerhalb des Kältekreislaufs. Mit dieser Bauart lassen sich die besonderen Anforderungen an die Materialverträglichkeit gut erfüllen und gleichzeitig sind die Betriebstemperaturen, bedingt durch Abfuhr der Motorverlustwärme an die Umgebung, über einen relativ großen Einsatzbereich gut zu beherrschen.

3.1.1 BITZER Schraubenverdichter für Anwendungen mit R717

- Verdichtertypen: OS.A53 .. OS.A105
 - Einstufige Verdichter (Fördervolumen von 84 .. 2000 m³/h) für Klima-, Normal- und Tiefkühlung.
Optionen für Tiefkühlung: einstufiger Betrieb (auch mit Economiser), 2-stufiger Betrieb mit Booster- und Hochdruckverdichtern.
- Konstruktionsmerkmale:
 - Kupplungsantrieb (direkter Motoranbau mittels Kupplungsgehäuse)
 - Rotoren aus hochwertigem Sphäroguss
 - Hocheffizientes Rotorprofil mit Zahnverhältnis 5:6, 5:7 bzw. 4:6
 - Großzügig dimensionierte Wälzlager (Tandem-Axiallager)
 - Öl- und sauggasgekühlte Wellenabdichtung mit Metallfaltenbalg
 - Einfacher Aufbau zu Parallelverbund (besonders wirtschaftlich im Teillastbereich, hohe Betriebssicherheit)
 - Einfache Wartung
 - OS.A95 .. 105 und als Option für OS.A85 mit integriertem Verdichtermodule mit erweitertem Schutzkonzept und Schieberansteuerung
- Zubehör:
 - Vertikale Primär- und Sekundär-Ölabscheider (*DP-500*)
 - Vertikale Combi-Ölabscheider (mit integrierter Sekundärabscheidestufe) (*DP-502*)
 - Horizontale Combi-Ölabscheider in spezieller Ammoniakausführung (*DP-503*)
 - Wassergekühlte Ölkühler (*DB-530*)
 - Flüssigkeitssammler (*DP-331*)
- Weitere Informationen, Leistungsdaten und Einsatzgrenzen:
 - *SP-500*: Prospekt Offene Schraubenverdichter OS.53 .. OS.105
 - *SB-500*: Betriebsanleitung Offene Schraubenverdichter OS.53 .. 74
 - *SB-520*: Betriebsanleitung Offene Schraubenverdichter OS.85, OS.95, OS.105

– BITZER SOFTWARE

- Einsatzgrenzen (CR 100%):

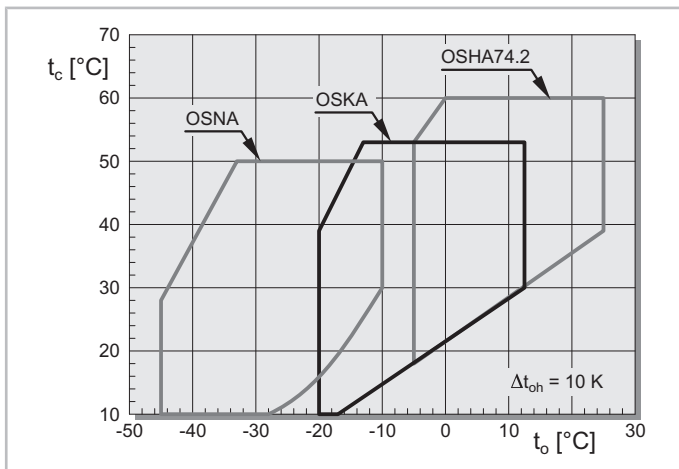


Abb. 2: Einsatzgrenze Schraubenverdichter OS.A53 .. OS.A85

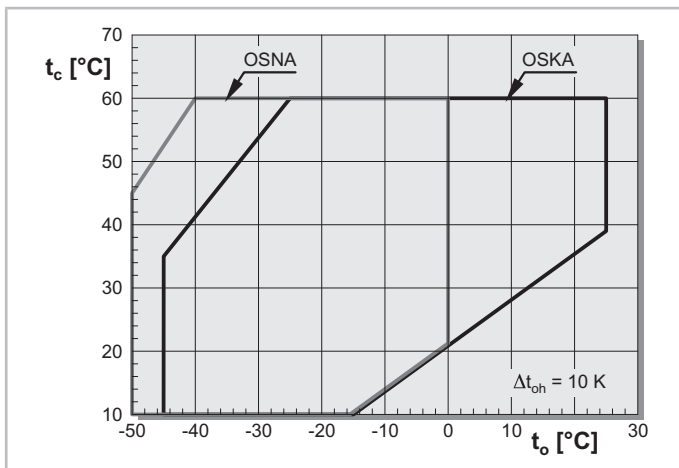


Abb. 3: Einsatzgrenze Schraubenverdichter OS.A95 .. 105

3.1.2 BITZER Hubkolbenverdichter für Anwendungen mit R717

- Verdichtertypen: W2.A-K .. W6.A-K
 - 2-, 4- und 6-Zylindermodelle (Fördervolumen 19 .. 152 m³/h bei 1450 min⁻¹) für Klima-, Normal- und Tiefkühlung (Booster und Verdichter der Hochdruckstufe).
- Ausführungsvarianten für konventionelle Ölrückführung (lösliche Öle) und automatische Ölzirkulation in der Anlage (*Öle und deren Einfluss auf die Ausführung der Anlage*).
- Konstruktionsmerkmale:
 - Riemen- und Kupplungsantrieb (direkter Motoranbau mittels Kupplungsgehäuse)
 - Oberflächenvergütete Kurbelwelle, optimierte Kolbenform, verchromte Kolbenringe
 - Hocheffiziente und robuste Ventilplattenkonstruktion
 - Reversible Zahnrad-Ölpumpe
 - Einfach zu wechselnde, öl- und sauggasgekühlte Wellenabdichtung
 - Sonderausstattung: seewassergekühlte Zylinderköpfe, reinigbare Sauggasfilter, Ölheizung, Anlaufentlastung, Leistungsregler, Ölventil für die Wartung, Druckgastemperaturfühler, Ausführung für Schiffsbetrieb

- Einfache Wartung, kein Spezialwerkzeug erforderlich
- Zubehör:
 - Ölabscheider
 - Flüssigkeitssammler
- Weitere Informationen und Leistungsdaten:
 - KP-180: Prospekt Hubkolbenverdichter
 - KB-520: Betriebsanleitung Offene Hubkolbenverdichter 2T.2 .. 6F.2, W2TA .. W6FA
 - BITZER SOFTWARE
- Einsatzgrenze:

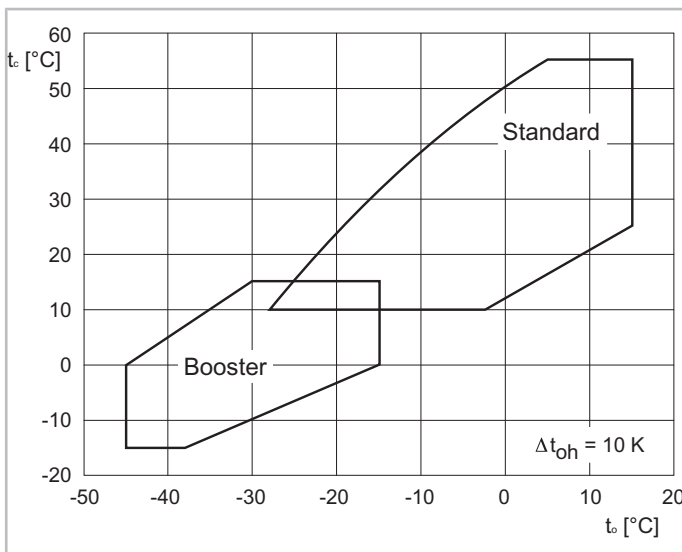


Abb. 4: Einsatzgrenze offene Hubkolbenverdichter W2TA .. W6FA mit R717

3.2 Öle und deren Einfluss auf die Ausführung der Anlage

Bedingt durch die hohen Druckgastemperaturen gelten besondere Anforderungen an die thermische Stabilität des Öls. BITZER verwendet speziell für den Einsatz mit R717 optimierte Öle.



HINWEIS

Gefahr chemischer Zersetzung des Öls!

Nur die von BITZER zugelassenen Öle verwenden!

Betrieb mit gleichwertigen Mineralölen oder Polyalphaolefin (PAO)-Ölen ist nur nach individueller Abstimmung mit BITZER und auf eigenes Risiko möglich!

Die für synthetische Kältemittel entwickelten Polyolesteröle sind nicht für den Einsatz mit R717 geeignet!



HINWEIS

Die hohe Löslichkeit von R717 in vielen Ölen führt zu hoher Kältemittelinlagerung (durch Nassbetrieb oder unzureichender Öltemperatur), starker Ausgasung und dadurch starkem Verschleiß an Lagerstellen und Gleitringdichtungen.

Nur die von BITZER zugelassenen Öle verwenden!

Anlagen mit überflutetem Verdampfer

In Ammoniakanlagen mit überflutetem Verdampfer werden Mineralöl, Polyalphaolefin (PAO) und Alkylbenzol eingesetzt:

- Vorteile:

- Diese Öle haben praktisch keine Löslichkeit mit R717.
- Ölverdünnung durch Kältemittelanreicherung ist ausgeschlossen.
- Gute Bedingungen für die Ölabscheidung, daher geringe Ölwurfrate nach dem Ölabscheider.
- Die niedrige Dichte von R717 begünstigt den Öltransport in der Anlage. Das Öl setzt sich unter dem flüssigen R717 an der niedrigsten Stelle der Flüssigkeitsbehälter ab und kann beispielsweise im überfluteten Verdampfer bzw. Flüssigkeitsabscheider unten abgezogen werden. Je nach Anlage ist eine Wiederaufbereitung und/oder automatische Rückführung in den Verdichter möglich. Es erfolgt jedoch keine Rückführung mit dem Sauggasstrom zum Verdichter!

Anlagen mit "trockenen" und teilüberfluteten Verdampfern

In Ammoniakanlagen mit "trockenen" und teilüberfluteten Verdampfern wird zunehmend in R717 lösliches Polyalkylenglykolöl (PAG) eingesetzt:

- Vorteile:
 - Dieses Öl hat eine gute Löslichkeit mit R717.
 - Günstiger Viskositätsverlauf und besonders niedriger Dampfdruck → niedriger Ölwurf und gute Ölrückführung.
 - Gute Fließfähigkeit im Verdampfer wirkt sich positiv auf die Wärmeübertragung und die automatische Ölrückführung aus.
- Nachteile:

HINWEIS

Polyalkylenglykolöl ist stark hygroskopisch.

Ein hoher Wassergehalt in R717-Anlagen bedingt eine verminderte Schutzwirkung und führt im Verdichter zu erheblicher Korrosion, Beeinträchtigung der Schmierfähigkeit und Minderung der thermischen und chemischen Stabilität des Öls.

Hohen Feuchtigkeitsanteil in der Anlage und im Kältemittel unbedingt vermeiden!

R717 mit max. 400 ppm Wassergehalt verwenden!

HINWEIS

BITZER Hubkolbenverdichter sind nicht für Polyalkylenglykole (PAG) zugelassen.

Für BITZER Schraubenverdichter ist ein PAG-Öl auswählbar - zusammen mit der passenden Wellenabdichtung.

Für "trockene" oder teilüberflutete Verdampfer eignen sich aber auch unlösliche Öle wie Mineralöle oder Polyalphaolefine (PAO). Bedingt durch die hohe Druckgastemperatur und geringe Flüssigkeitsdichte von R717 ist der Öltransport auf der Hochdruckseite unproblematisch. Besondere Anforderungen gelten allerdings für die Ölrückführung aus dem Verdampfer.

Folgende Ausführungskriterien berücksichtigen:

- Trockene Verdampfer:
 - Expansionsventil mit besonders stabilem Regelverhalten einsetzen!
 - Optimierte Einspritzverteilung und Rohrlänge verwenden!
 - Genügend hohe Sauggasgeschwindigkeit und -Turbulenz – ggf. Mehrkreiskühler bei Leistungsregelung einsetzen.
 - Öl mit günstigem Viskositätsverlauf für den betreffenden Anwendungsbereich verwenden.
- Teilüberflutete Verdampfer:
 - Hochwertiges Einspritzsystem installieren.
 - Bei Bedarf nachgeschalteten Flüssigkeitsabscheider einbauen.

- Separate Ölrückführung aus dem unteren Flüssigkeitsniveau des Verdampfers oder Flüssigkeitsabscheiders realisieren, kombiniert mit Ölaustreiber (Wärmeübertrager) → Rückspeisung des Öls in den Sauggasstrom unmittelbar am Schraubenverdichter bzw. ins Kurbelgehäuse bei Hubkolbenverdichtern!
- Öl mit Stockpunkt unterhalb der niedrigsten Verdampfungstemperatur verwenden!



Information

Im weiteren Verlauf des Dokuments werden nur noch Beispiele und Anwendungen mit in R717 unlöslichen Ölen beschrieben.

3.2.1 Öle für Kältemittel R717

BITZER Hubkolbenverdichter für R717 werden standardmäßig befüllt mit dem Mineralöl Reniso KC68 oder optional befüllt mit dem Polyalphaolefinöl SHC226E geliefert.

OS.-Verdichter für R717 werden standardmäßig ohne Öl geliefert.

Folgende Öle sind gesondert erhältlich:

- Reniso UltraCool 68 (Polyalphaolefinöl (PAO) mit Seal Conditioner (SC))
- SHC226E (Polyalphaolefinöl (PAO))
- Reniso KC68 (Mineralöl (MO))

Positive Erfahrungen liegen u. a. auch für folgende Öle vor:

- Reniso KM32
- Reniso KS46
- Reflo 68A

Reniso UltraCool 68 zeigt sehr gute Gesamteigenschaften (ein sehr gutes Kältefließverhalten, gute Verträglichkeit mit gängigen Dichtungsmaterialien, geringe Verdampfungsverluste) und wird deshalb als Standardöl für Anwendungen mit R717 empfohlen.

Technische Daten

	Reniso KM32	Reniso KS46	Reniso KC68	Reflo 68A	Reniso UltraCool 68	SHC226E	Einheit
	MO			MO	PAO / SC	PAO	
Dichte bei 15°C	0,881	0,894	0,894	0,866	0,854	0,830	g/ml
Flammpunkt	202	204	223	236	250	250	°C
Pourpoint	-45	-42	-39	-42	-48	-45	°C
Kinematische Viskosität							
bei 40°C	32	46	68	58	62	67	cSt
bei 100°C	4,9	5,8	7,2	7,9	9,1	10,1	cSt
Spezifische Wärmekapazität							
bei 40°C	1,95	1,94	1,93	1,96	2,07	2,16	kJ/kg*K
bei 100°C	2,17	2,16	2,17	2,17	2,28	2,38	kJ/kg*K
Wärmeleitfähigkeit							
bei 40°C	0,13	0,13	0,12	0,13	0,14	0,14	W/m*K
bei 100°C	0,13	0,13	0,12	0,13	0,14	0,14	W/m*K
Lebensmittelsicherheit							

	Reniso KM32	Reniso KS46	Reniso KC68	Reflo 68A	Reniso UltraCool 68	SHC226E	Einheit
	MO			MO	PAO / SC	PAO	
NSF-Zertifizierung			H2 ②	H2 ②	H2 ②	H1 ①	

Tab. 1: Technische Daten der Öle für Kältemittel R717

① NSF H1-Zertifizierung: Schmierstoffe geeignet für die Nahrungsmittelindustrie. Für "incidental food contact" freigegeben.

② NSF H2-Zertifizierung: Allgemeiner Schmierstoff in der Nahrungsmittelindustrie, bei dessen Einsatz ein Lebensmittelkontakt ausgeschlossen werden kann.

Sicherheitsdatenblätter

Über dieses Dokument hinaus ist das Sicherheitsdatenblatt (material safety data sheet, MSDS) zum jeweiligen Öl zu beachten. Es enthält Angaben zur Giftigkeit, Handhabung, persönlicher Schutzausrüstung und Entsorgung des Öls. Sicherheitsdatenblätter für alle BITZER Öle sind auf Anfrage erhältlich.

Warnwerte für Gebrauchtöle

Die hier aufgeführten Öle werden nach DIN51503 Teil 1 in die Gruppe KAA eingestuft. Für die Beurteilung des Öls im Gebrauchzustand – z.B. im Hinblick auf den Wassergehalt oder die Kinematische Viskosität – gelten die Richtwerte der DIN51503 Teil 2. Maßgebend ist auch die visuelle Beurteilung (Ölprobe von der Niederdruck-Seite): Klares Öl in der Farbe von frischem Öl und ohne feste Bestandteile ist im Allgemeinen weiter benutzbar.

Öl	Kinematische Viskosität bei 40°C (DIN EN ISO3104)	Max. Wassergehalt (DIN51777)	Neutralisationszahl (DIN ISO6618)
Reniso KM32	außerhalb von 27 .. 37 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg Öl	0,3 mg KOH/g
Reniso KS46	außerhalb von 39 .. 53 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg Öl	0,3 mg KOH/g
Reniso KC68	außerhalb von 58 .. 78 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg Öl	0,3 mg KOH/g
Reflo 68A	außerhalb von 49 .. 67 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg Öl	0,3 mg KOH/g
Reniso UltraCool 68	außerhalb von 53 .. 71 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg Öl	0,3 mg KOH/g
SHC226E	außerhalb von 57 .. 77 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg Öl	0,3 mg KOH/g

Tab. 2: Warnwerte für gebrauchte Öle für das Kältemittel R717.

(*): das ist ± 15% vom Wert des frischen Öls. Laut Norm sind größere Abweichungen in Richtung einer höheren Viskosität zulässig,

Elastomerverträglichkeit

Mineralöle oder Polyalphaolefinöl mit Seal Conditioner mit Kältemittel R717:

Empfohlenes Dichtungsmaterial:

- Chlor-Butadien-Kautschuk (CR), z. B. Neoprene
- hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (HNBR), Nitrilgehalt >36%

Polyalphaolefinöl mit Kältemittel R717:

In der Literatur empfohlenes Dichtungsmaterial:

- hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (HNBR), Nitrilgehalt >36%

3.2.2 Ölkreisläufe

Ölkreislauf OS.A53 .. 74

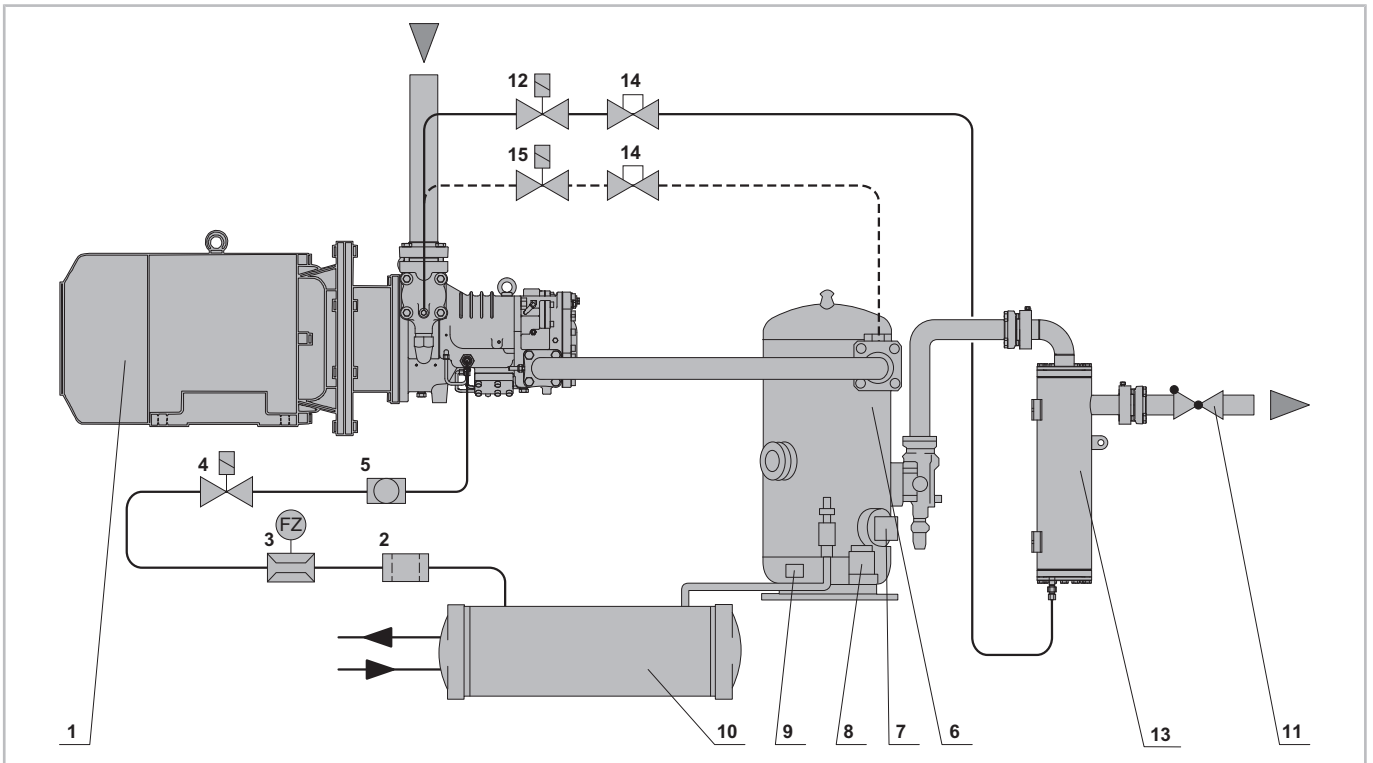


Abb. 5: Ölkreislauf OS.A53 .. OS.A74 mit Sekundärölabscheider

Legendenpositionen	
1	Verdichter (bei OSA74 mit Motor)
2	Ölfilter
3	Öldurchflusswächter
4	Ölmagnetventil (bei OS.A105: 2 mal)
5	Schauglas
6	Primärölabscheider / Combiölabscheider
7	Ölniveauwächter
8	Ölheizungsthermostat
9	Ölheizung
10	Ölkühler (bei Bedarf)
11	Rückschlagventil
12	Magnetventil (Ölrückführung Sekundärstufe)
13	Sekundärölabscheider (bei Hubkolbenverdichtern einziger Ölabscheider)
14	Absperrventil
15	Magnetventil (Stillstands-Bypass) (bei Bedarf)
TS	Thermostat (Freigabe Ölrückführung)

Tab. 3: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

Ölkreislauf OS.A85

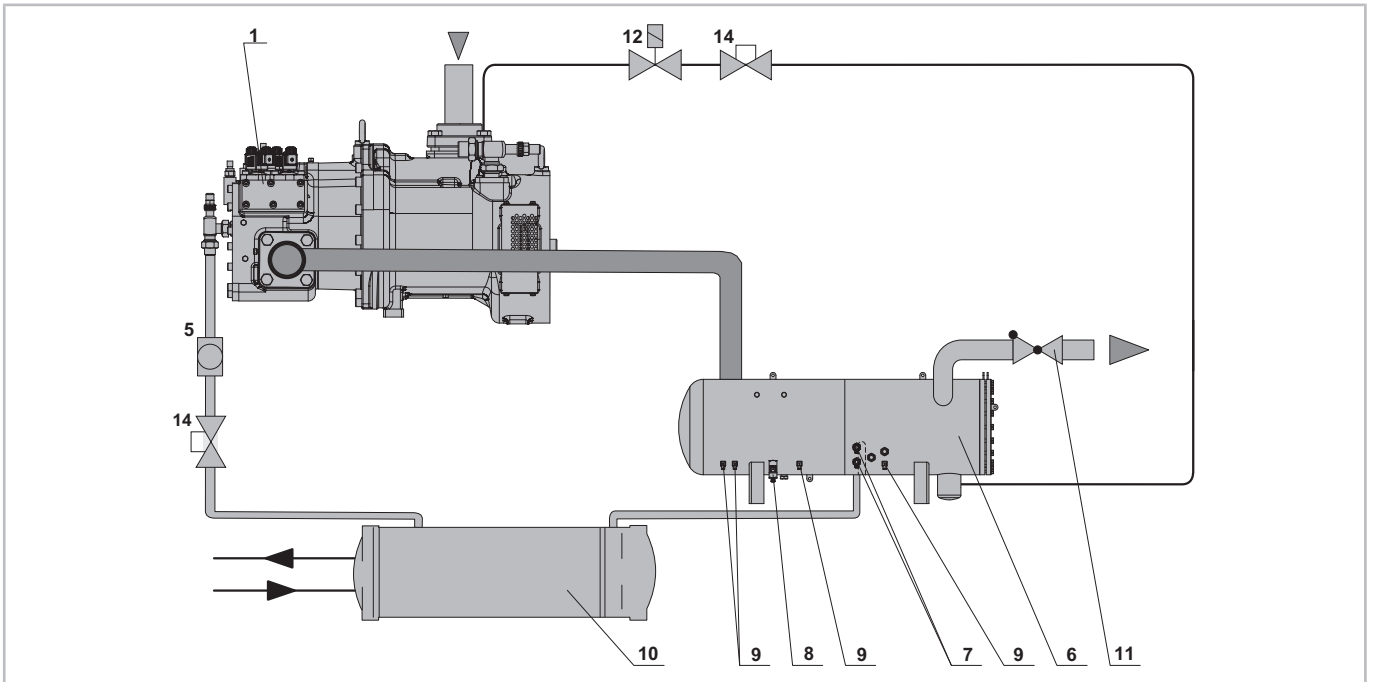


Abb. 6: Ölkreislauf OS.A85 mit integriertem Ölmanagement und Combiölabscheider OAHC65051A

Legendenpositionen	
1	Verdichter (bei OSA74 mit Motor)
2	ÖlfILTER
3	Öldurchflusswächter
4	Ölmagnetventil (bei OS.A105: 2 mal)
5	Schauglas
6	Primärölabscheider / Combiölabscheider
7	Ölniveauwächter
8	Ölheizungsthermostat
9	Ölheizung
10	Ölkühler (bei Bedarf)
11	Rückschlagventil
12	Magnetventil (Ölrückführung Sekundärstufe)
13	Sekundärölabscheider (bei Hubkolbenverdichtern einziger Ölabscheider)
14	Absperrventil
15	Magnetventil (Stillstands-Bypass) (bei Bedarf)
TS	Thermostat (Freigabe Ölrückführung)

Tab. 4: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

Ölkreislauf OS.A95 .. 105

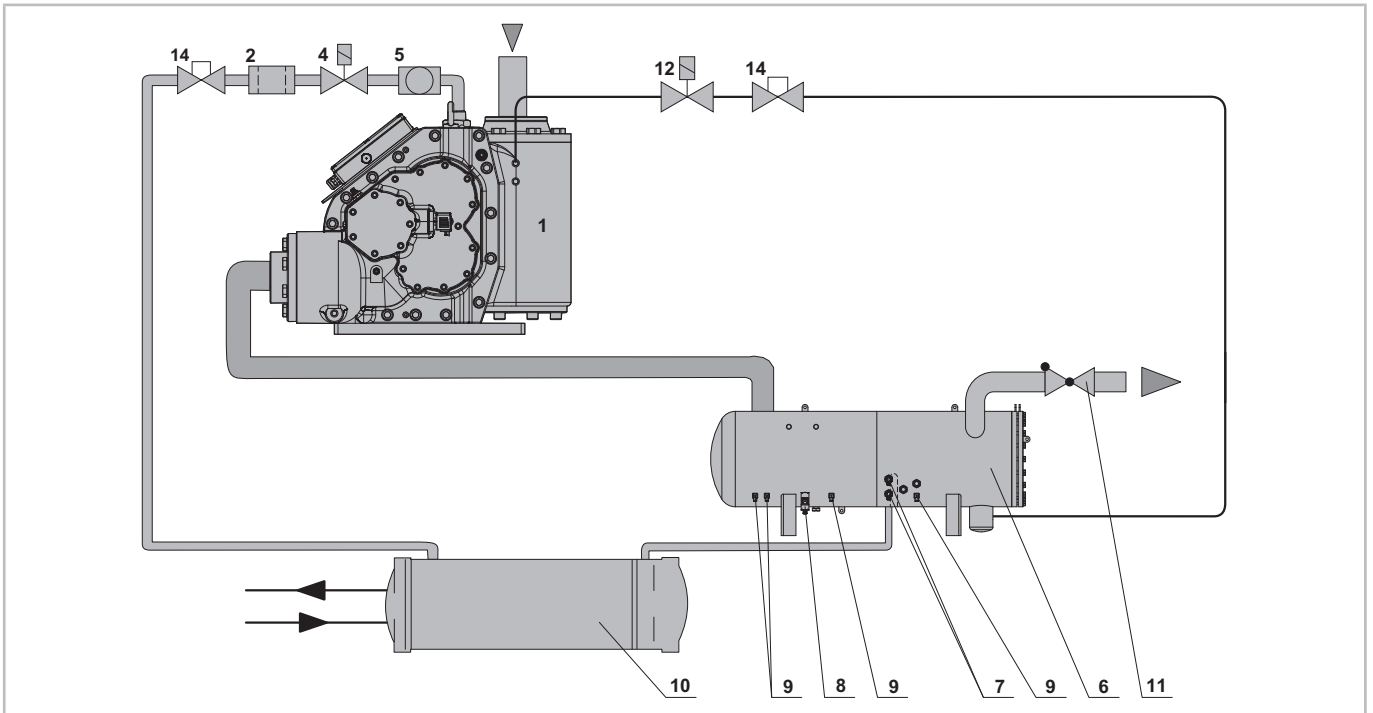


Abb. 7: Ölkreislauf OS.A95 mit Combiölabscheider OAH65051A

Legendenpositionen	
1	Verdichter (bei OSA74 mit Motor)
2	ÖlfILTER
3	Öldurchflusswächter
4	Ölmagnetventil (bei OS.A105: 2 mal)
5	Schauglas
6	Primärölabscheider / Combiölabscheider
7	Ölniveauwächter
8	Ölheizungsthermostat
9	Ölheizung
10	Ölkühler (bei Bedarf)
11	Rückschlagventil
12	Magnetventil (Ölrückführung Sekundärstufe)
13	Sekundärölabscheider (bei Hubkolbenverdichtern einziger Ölabscheider)
14	Absperrventil
15	Magnetventil (Stillstands-Bypass) (bei Bedarf)
TS	Thermostat (Freigabe Ölrückführung)

Tab. 5: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

Ölkreislauf W6.A-K

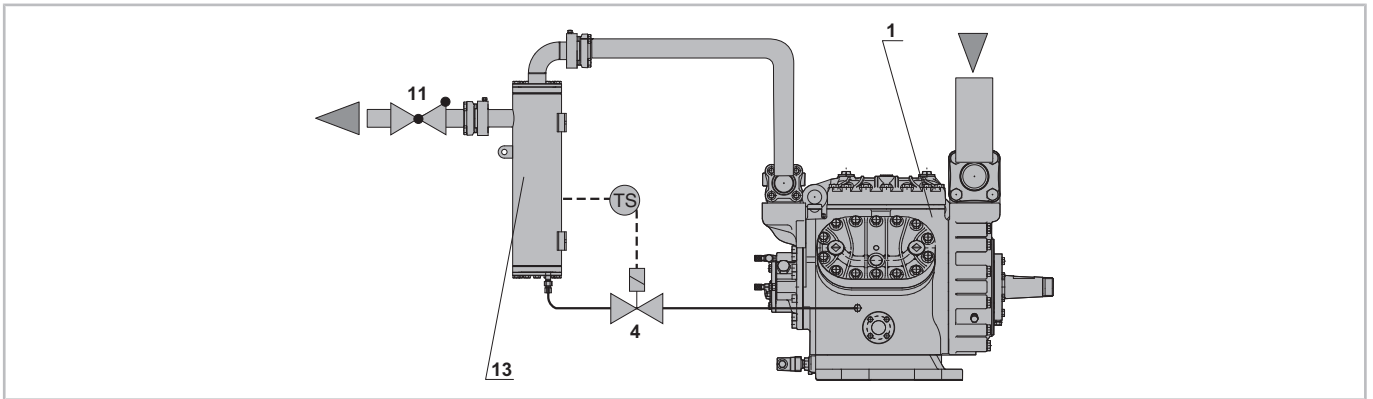


Abb. 8: Ölkreislauf für Offene Hubkolbenverdichter: W6.A-K

Legendenpositionen	
1	Verdichter (bei OSA74 mit Motor)
2	Ölfilter
3	Öldurchflusswächter
4	Ölmagnetventil (bei OS.A105: 2 mal)
5	Schauglas
6	Primärölabscheider / Combiölabscheider
7	Ölniveaufwächter
8	Ölheizungsthermostat
9	Ölheizung
10	Ölkühler (bei Bedarf)
11	Rückschlagventil
12	Magnetventil (Ölrückführung Sekundärstufe)
13	Sekundärölabscheider (bei Hubkolbenverdichtern einziger Ölabscheider)
14	Absperrventil
15	Magnetventil (Stillstands-Bypass) (bei Bedarf)
TS	Thermostat (Freigabe Ölrückführung)

Tab. 6: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

3.2.3 Ölkühlung

Ölkühlung mit luftgekühltem Ölkühler

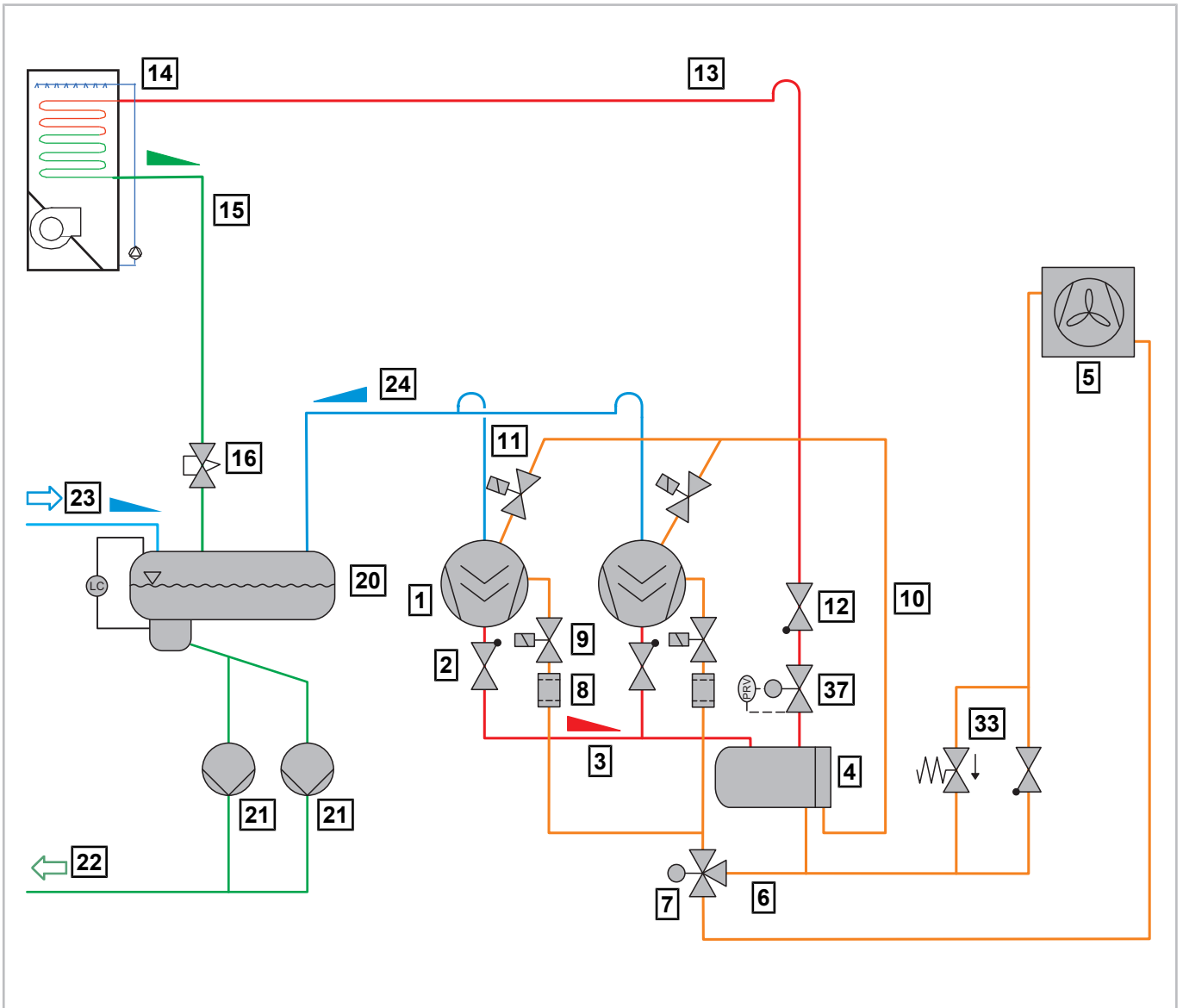


Abb. 9: R717-Ölkühlkreislauf mit luftgekühlter Ölkühler

Legendenpositionen	
1	Verdichter
2	Rückschlagventil, Druckgasanschluss
3	Druckgasleitung zum Ölabscheider Montage mit Gefälle
4	Ölabscheider
5	Ölkühler
6	Ölleitung, Ölprimärkreislauf
7	Mischventil, Ölprimärkreislauf
8	Filter, Ölprimärkreislauf
9	Magnetventil, Ölprimärkreislauf

Legendenpositionen	
10	Ölleitung, Ölssekundärkreislauf
11	Magnetventil, Ölssekundärkreislauf
12	Rückschlag- und/oder Druckregelventil, Druckgasleitung
13	Druckgasleitung zum Verflüssiger
14	(Verdunstungs-) Verflüssiger
15	Flüssigkeitsleitung zum Expansionsventil. Montage mit Gefälle
16	Expansionsventil
17	Magnetventil, Flüssigkeitsleitung
18	ECO Mitteldruckbehälter ("open flash")
19	ECO Wärmeübertrager, überflutet
20	R717-Flüssigkeitsabscheider
21	R717-Flüssigkeitspumpe(n)
22	R717-Pumpenvorlauf (zu den Verdampfern)
23	R717-Pumpenrücklauf, nass. Montage mit Gefälle
24	R717-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
25	R717-ECO-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
26	R717-Bypass-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
27	ECO-Bypass-Ventil
28	Magnetventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
29	Rückschlagventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
30	Kühlwasser-Regelventil
31	Kühlwasser-Vorlauf
32	Kühlwasserrücklauf
33	Überströmventil (in Verbindung mit Rückschlagventil erforderlich)
34	R717 Rücklaufleitung, nass. Montage mit Steigung
35	R717 Rücklaufleitung, trocken. Montage mit Steigung
36	Thermosiphon-Sammler
37	Druckregelventil
LC	Niveauüberwachung
TS	Thermostat

Tab. 7: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

Ölkühlung mit wassergekühltem Ölkühler

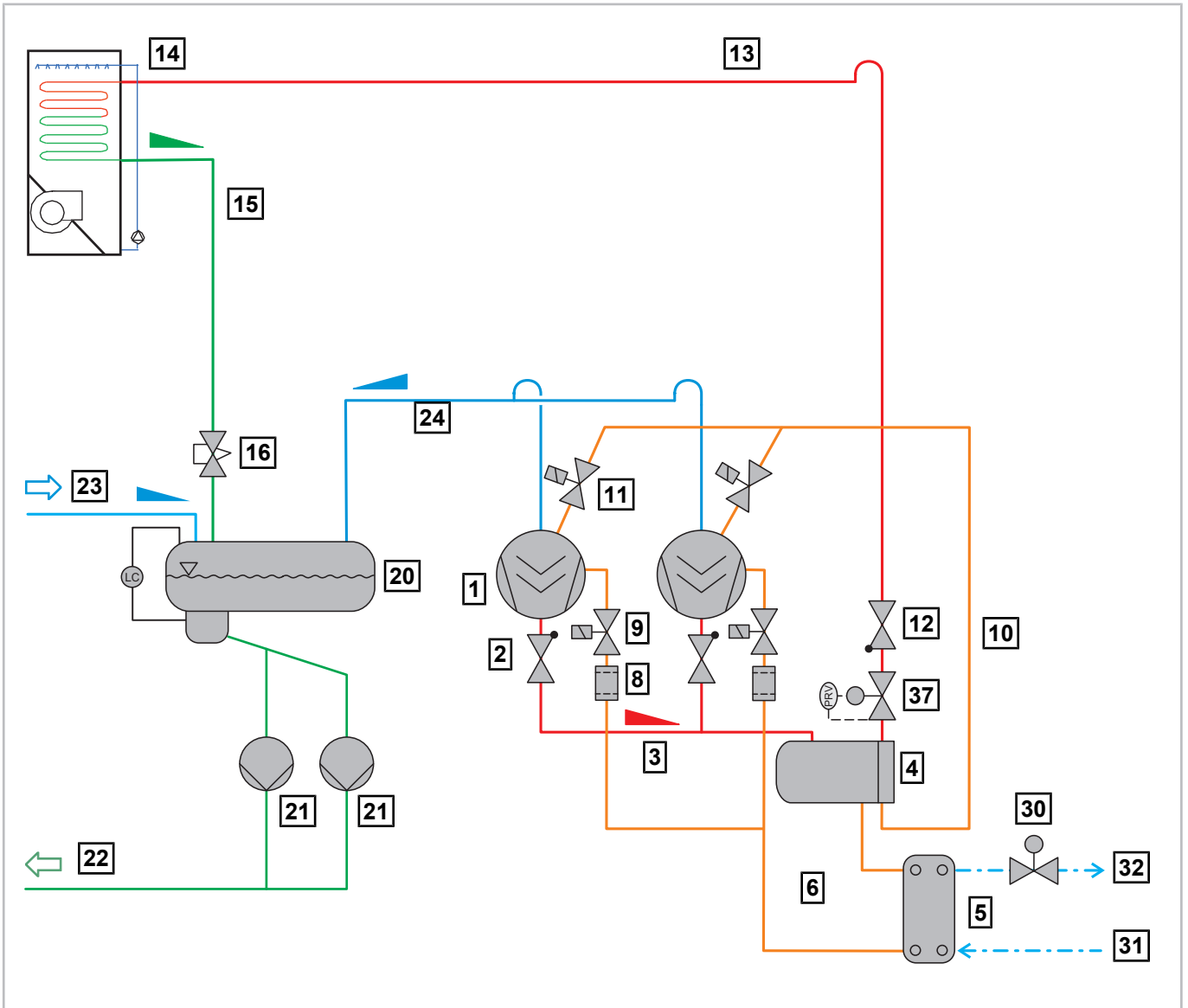


Abb. 10: R717-Ölkühlkreislauf mit wassergekühlter Ölkühler

Legendenpositionen	
1	Verdichter
2	Rückschlagventil, Druckgasanschluss
3	Druckgasleitung zum Ölabscheider Montage mit Gefälle
4	Ölabscheider
5	Ölkühler
6	Ölleitung, Ölprimärkreislauf
7	Mischventil, Ölprimärkreislauf
8	Filter, Ölprimärkreislauf
9	Magnetventil, Ölprimärkreislauf
10	Ölleitung, Ölsekundärkreislauf
11	Magnetventil, Ölsekundärkreislauf

Legendenpositionen	
12	Rückschlag- und/oder Druckregelventil, Druckgasleitung
13	Druckgasleitung zum Verflüssiger
14	(Verdunstungs-) Verflüssiger
15	Flüssigkeitsleitung zum Expansionsventil. Montage mit Gefälle
16	Expansionsventil
17	Magnetventil, Flüssigkeitsleitung
18	ECO Mitteldruckbehälter ("open flash")
19	ECO Wärmeübertrager, überflutet
20	R717-Flüssigkeitsabscheider
21	R717-Flüssigkeitspumpe(n)
22	R717-Pumpenvorlauf (zu den Verdampfern)
23	R717-Pumpenrücklauf, nass. Montage mit Gefälle
24	R717-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
25	R717-ECO-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
26	R717-Bypass-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
27	ECO-Bypass-Ventil
28	Magnetventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
29	Rückschlagventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
30	Kühlwasser-Regelventil
31	Kühlwasser-Vorlauf
32	Kühlwasserrücklauf
33	Überströmventil (in Verbindung mit Rückschlagventil erforderlich)
34	R717 Rücklaufleitung, nass. Montage mit Steigung
35	R717 Rücklaufleitung, trocken. Montage mit Steigung
36	Thermosiphon-Sammler
37	Druckregelventil
LC	Niveauüberwachung
TS	Thermostat

Tab. 8: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

Ölkühlung mit Sektion im Verflüssiger

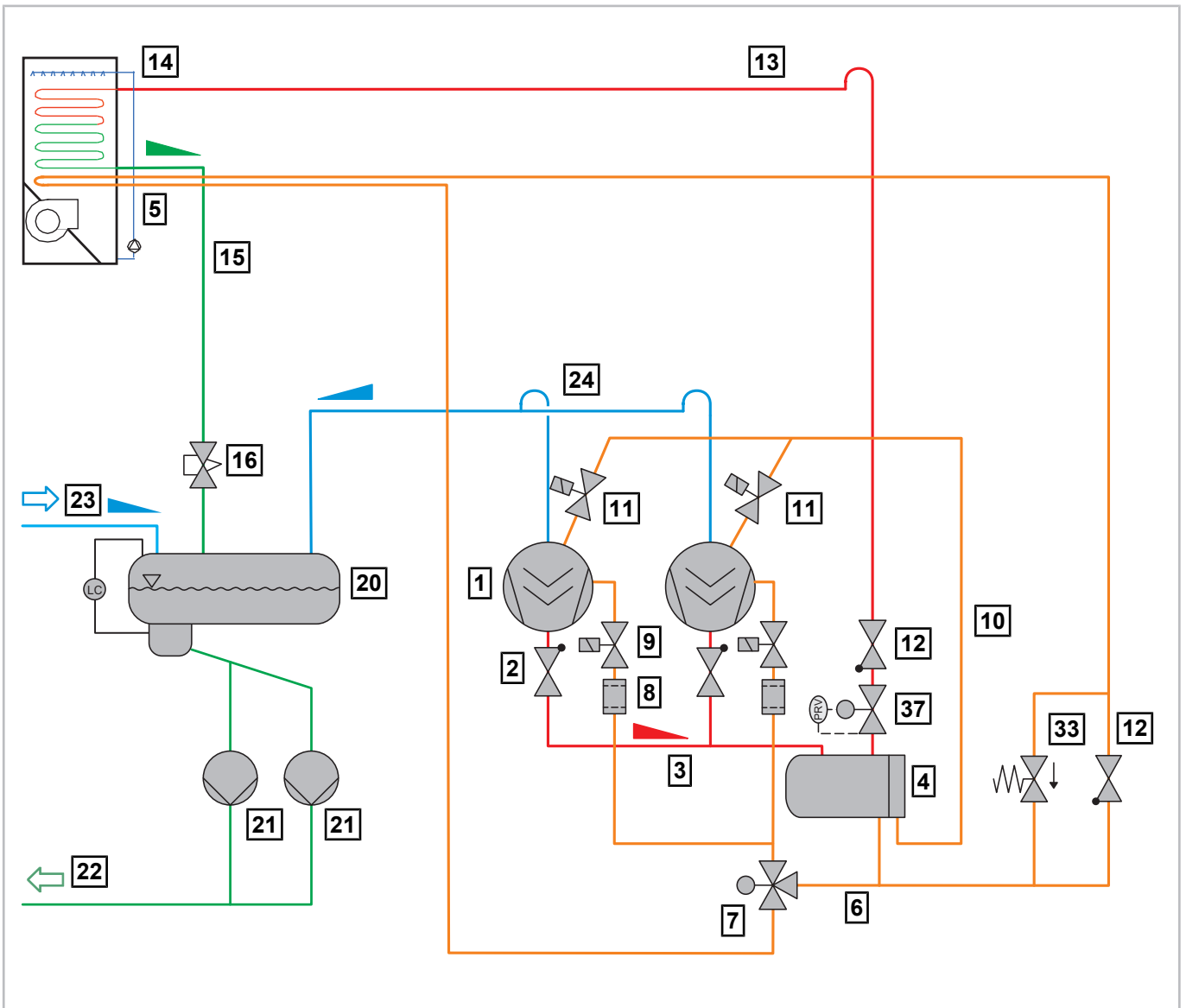


Abb. 11: R717-Ölkühlkreislauf mit Sektion im Verflüssiger

Legendenpositionen	
1	Verdichter
2	Rückschlagventil, Druckgasanschluss
3	Druckgasleitung zum Ölabscheider Montage mit Gefälle
4	Ölabscheider
5	Ölkühler
6	Ölleitung, Ölprimärkreislauf
7	Mischventil, Ölprimärkreislauf
8	Filter, Ölprimärkreislauf
9	Magnetventil, Ölprimärkreislauf
10	Ölleitung, Ölsekundärkreislauf
11	Magnetventil, Ölsekundärkreislauf

Legendenpositionen	
12	Rückschlag- und/oder Druckregelventil, Druckgasleitung
13	Druckgasleitung zum Verflüssiger
14	(Verdunstungs-) Verflüssiger
15	Flüssigkeitsleitung zum Expansionsventil. Montage mit Gefälle
16	Expansionsventil
17	Magnetventil, Flüssigkeitsleitung
18	ECO Mitteldruckbehälter ("open flash")
19	ECO Wärmeübertrager, überflutet
20	R717-Flüssigkeitsabscheider
21	R717-Flüssigkeitspumpe(n)
22	R717-Pumpenvorlauf (zu den Verdampfern)
23	R717-Pumpenrücklauf, nass. Montage mit Gefälle
24	R717-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
25	R717-ECO-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
26	R717-Bypass-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
27	ECO-Bypass-Ventil
28	Magnetventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
29	Rückschlagventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
30	Kühlwasser-Regelventil
31	Kühlwasser-Vorlauf
32	Kühlwasserrücklauf
33	Überströmventil (in Verbindung mit Rückschlagventil erforderlich)
34	R717 Rücklaufleitung, nass. Montage mit Steigung
35	R717 Rücklaufleitung, trocken. Montage mit Steigung
36	Thermosiphon-Sammler
37	Druckregelventil
LC	Niveauüberwachung
TS	Thermostat

Tab. 9: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

Ölkühlung mit Thermosiphon

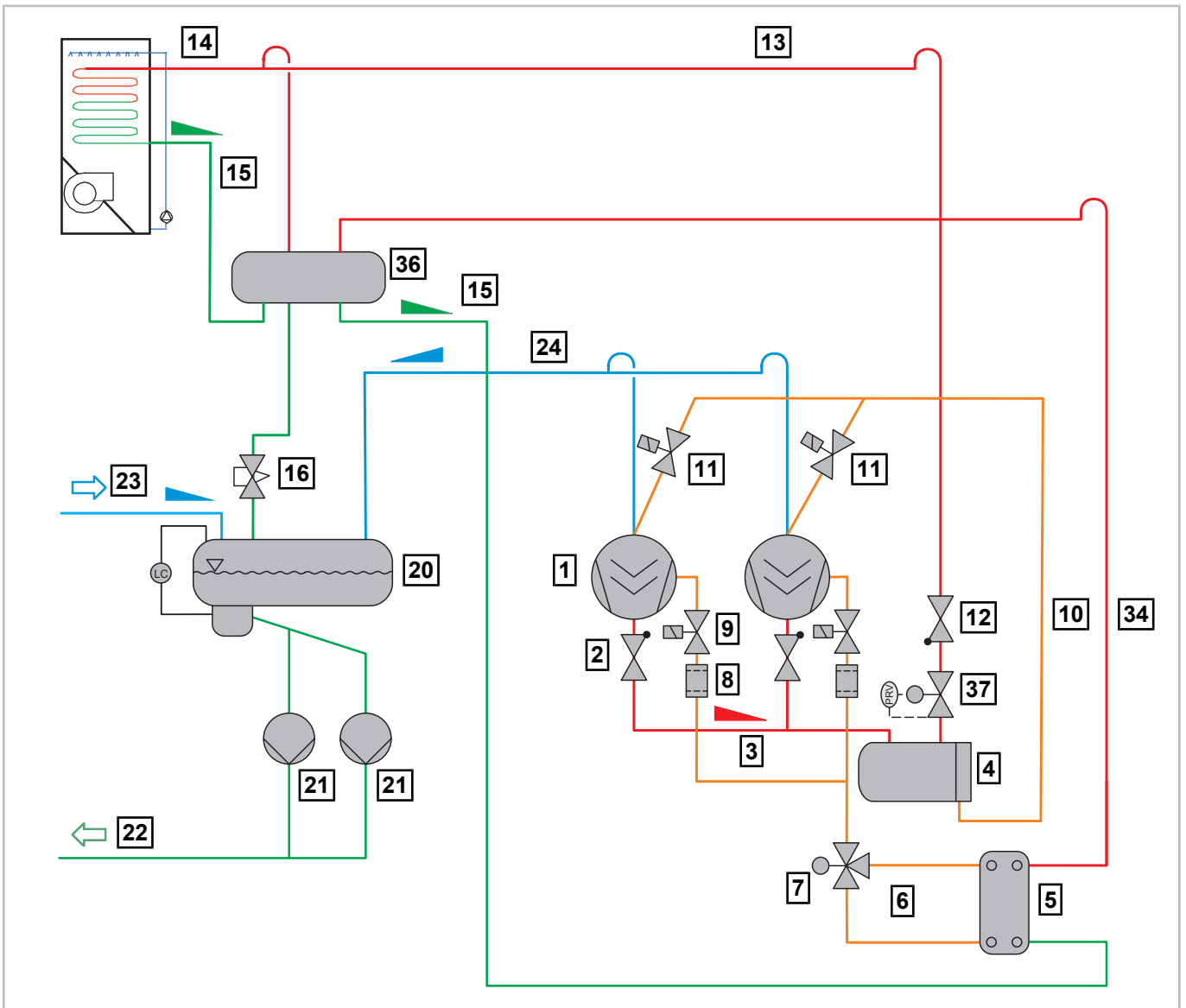


Abb. 12: R717-Ölkühlkreislauf mit Thermosiphon

Legendenpositionen	
1	Verdichter
2	Rückschlagventil, Druckgasanschluss
3	Druckgasleitung zum Ölabscheider Montage mit Gefälle
4	Ölabscheider
5	Ölkühler
6	Ölleitung, Ölprimärkreislauf
7	Mischventil, Ölprimärkreislauf
8	Filter, Ölprimärkreislauf
9	Magnetventil, Ölprimärkreislauf
10	Ölleitung, Ölsekundärkreislauf
11	Magnetventil, Ölsekundärkreislauf

Legendenpositionen	
12	Rückschlag- und/oder Druckregelventil, Druckgasleitung
13	Druckgasleitung zum Verflüssiger
14	(Verdunstungs-) Verflüssiger
15	Flüssigkeitsleitung zum Expansionsventil. Montage mit Gefälle
16	Expansionsventil
17	Magnetventil, Flüssigkeitsleitung
18	ECO Mitteldruckbehälter ("open flash")
19	ECO Wärmeübertrager, überflutet
20	R717-Flüssigkeitsabscheider
21	R717-Flüssigkeitspumpe(n)
22	R717-Pumpenvorlauf (zu den Verdampfern)
23	R717-Pumpenrücklauf, nass. Montage mit Gefälle
24	R717-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
25	R717-ECO-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
26	R717-Bypass-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
27	ECO-Bypass-Ventil
28	Magnetventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
29	Rückschlagventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
30	Kühlwasser-Regelventil
31	Kühlwasser-Vorlauf
32	Kühlwasserrücklauf
33	Überströmventil (in Verbindung mit Rückschlagventil erforderlich)
34	R717 Rücklaufleitung, nass. Montage mit Steigung
35	R717 Rücklaufleitung, trocken. Montage mit Steigung
36	Thermosiphon-Sammler
37	Druckregelventil
LC	Niveauüberwachung
TS	Thermostat

Tab. 10: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

4 Eigenschaften von R717 – Anlagen- und Auslegungskriterien

4.1 Allgemeine chemische und physikalische Eigenschaften von R717

Natürlicher, halogenfreier Stoff ohne Ozonabbaupotential (ODP=0) und ohne Treibhauseffekt (GWP=0).

- **Hohe Toxizität:**

- Arbeitsplatzgrenzwert (AGW): 20 ppm (früher "Maximale Arbeitsplatzkonzentration" - MAK-Wert).
- intensiver Geruch, dadurch gute Wahrnehmbarkeit bereits bei ungefährlicher Konzentration (ab ca. 5 ppm).
- beginnende Belästigung ab ca. 250 ppm.
- bei plötzlich auftretender hoher Konzentration: Reizung der Schleimhäute, Panikreaktion, Husten, Krämpfe, bis hin zu Lähmung und Erstickung.

- **Explosiv zwischen ca. 15 .. 30 Vol.-% in Luft (150.000 .. 302.000 ppm)**

Aufgrund der hohen Zündenergie und Zündtemperatur (Selbstentzündungstemperatur 651°C) wird die Explosionsgefährdung als gering eingestuft. Besondere Maßnahmen zum Explosionsschutz sind nicht notwendig!

- **Ammoniakdampf ist leichter als Luft**

und strömt deshalb nach oben ab. Bei Emission ist eine natürliche oder maschinelle Entlüftung relativ einfach zu gewährleisten. Die verunreinigte Luft muss also unter der Decke abgesaugt und die Zuluft über dem Fußboden zugeführt werden.

Ausführung und Absicherung der Anlage entsprechend den nationalen Vorschriften und Normen für Kältemittel der Gruppe B2L (EN378-1). In Deutschland beispielsweise: Unfallverhütungsvorschriften BGR500, Kap. 2.35, früher VBG 20, Sicherheitsnorm EN378, Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), Technische Regeln Betriebssicherheit (TRBS), "Technische Regeln Druckbehälter" (TRB), "Technische Regeln Rohrleitungen" (TRR), AD-Merkblätter.

Daraus ergeben sich u. a. folgende Konsequenzen:

- Nachweis besonderer Sachkunde des Fachpersonals für Installation, Inbetriebnahme, Bedienung und Service.
- spezielle Anforderungen an die Planung und Ausführung der Anlage.
- gesonderte Maschinenräume bei Kältemittelfüllung über 50 kg (z. B. mit kontrollierter Entlüftungseinrichtung -> Gaswarnanlage)
- Prüfung von Schweißverbindungen kältemittelführender Rohre (ab DN 25) durch Sachkundige bzw. Sachverständige.
- Zutritt zur Anlage nur durch befugte Personen mit entsprechender Unterweisung.
- Einschränkungen in Bereichen mit Publikumsverkehr (erfordert Einsatz von Anlagen mit Sekundär(Sole)-Kreislauf.

Alle wesentlichen Richtlinien sind im Bericht zum AiF Forschungsvorhaben 9404B "Sicherheit von Ammoniakkälteanlagen" zusammengefasst.

- **R717 wirkt korrosiv auf Kupferwerkstoffe**

sowie Buntmetalle und ist unverträglich mit einer Reihe von Kunststoffen.

Daraus resultierende Maßnahmen:

- Kältemittelleitungen, Wärmeübertrager, Armaturen in Stahl oder Edelstahl ausführen. Schweißverbindungen bei Rohrleitungen größerer Dimension (ab DN 25) unterliegen einer Prüfpflicht durch Sachverständige.
- Beständige Kunststoffe bzw. Elastomere verwenden.
- Einsatz von Verdichtern mit offenem Antrieb (Verdichter).

HINWEIS

Ammoniak (R717) ist stark hygroskopisch!

Sorgfältig arbeiten und Eindringen von Wasser und/oder Luftfeuchtigkeit in die Anlage unbedingt vermeiden!

Ein hoher Wassergehalt in Ammoniakanlagen verschiebt die Verdampfungstemperatur und reduziert die Anlageneffizienz, v. a. bei Tiefkühlanwendungen!

Wasser kann zudem nur sehr aufwendig mit sog. Systemreinigern oder durch Erneuerung der Kältemittelfüllung entfernt werden!

- Beim Ablassen von R717 in Wasser, Rückschlagventil verwenden.
- Zu öffnende Anlagenbereiche zuerst mit trockenem Stickstoff spülen.
- Kondensatbildung vermeiden! Kalte Bauteile warm werden lassen.
- Vor der (erneuten) Inbetriebnahme sorgfältig evakuieren.
- Durch die besonderen Bedingungen bei Kompaktanlagen bestehen hohe Anforderungen an die Trockenheit (R717 mit max. 400 ppm Wassergehalt verwenden)!
- Mindestwassergehalt neues R717: 25ppm

R717 hat eine hohe elektrische Leitfähigkeit – daraus resultierende Auslegungskriterien:

- Besondere Anforderungen an elektrische Komponenten innerhalb des Kältekreislaufs (z. B. Spaltröhropumpen) beachten.

R717 ist nahezu unlöslich mit herkömmlichen Schmierstoffen – daraus resultierende Auslegungskriterien bzw. Maßnahmen (*Öle und deren Einfluss auf die Ausführung der Anlage*):

- Bei überfluteten Verdampfern, Einsatz von hocheffizienten Ölabscheidern und Ölrückführung aus der Anlage (automatisch oder bei regelmäßiger Wartung auch manuell).
- Bei Kompaktanlagen mit "trockenen" oder teilüberfluteten Verdampfern, Einsatz gut fließfähiger Öle; ggf. in Kombination mit speziellen Ölabscheide- und Rückführvorrichtungen.

4.2 Thermodynamische Eigenschaften von R717

Ammoniak hat überwiegend günstige thermodynamische Eigenschaften und einen niedrigen Energiebedarf. Nachteile sind u. a. die hohen zulässigen Temperaturen bei der Verdichtung (Druckgastemperatur).

- Sehr hohe Verdampfungsenthalpie
- Äußerst niedriger Kältemittel-Massenstrom, was aber die Einspritzregelung bei kleinen Leistungen und/oder Trockenexpansion erschwert.
- Sehr niedrige Dampf- und Flüssigkeitsdichte
- Sehr gute Wärmeübertragungswerte, u. a. durch intensives Sieden.

Daraus resultierende Auslegungskriterien bzw. Maßnahmen:

- Relativ kleine Dimensionen für Rohrleitungen, Kältemittelpumpen, Regelkomponenten
- Niedrige Druckverluste
- Hoher Wirkungsgrad des Ölabscheiders
- Minimale Kältemittelfüllung möglich, insbesondere bei Kompaktanlagen (optimierte Flüssigkeitskühler mit bis zu ca. 30 kW Kälteleistung pro kg R717)
- Besonders hohe Leistungszahlen bei Normal- und Klimabedingungen
- Spezifische Anpassung des Wärmeübertragers und der Expansionsorgane an Massenstrom- und Volumenverhältnisse nötig (*Öle und deren Einfluss auf die Ausführung der Anlage*)

- Bei "trockener Verdampfung" ergeben sich höchste Anforderungen an die Kältemittelverteilung, insbesondere bei stark unterkühlter Flüssigkeit (z. B. 2-stufig, Economiser)
- Geeignete Schutzmaßnahmen gegen Nassbetrieb und Flüssigkeitsschläge treffen (Flüssigkeitsabscheider und Expansionsorgane mit stabilem Regelverhalten verwenden)
- Hoher Adiabatenexponent mit der Folge hoher Druckgas- und Öltemperatur und damit Einschränkungen im Anwendungsbereich des Verdichters (*Verdichter*).

Relativ geringe Enthalpiedifferenz in der überhitzten Dampfphase, führt zu ausgeprägter Temperatur- und Volumenveränderung bei Wärmeeintrag.

Daraus resultierende Auslegungskriterien:

- Einschränkungen im Anwendungsbereich des Verdichters, Tiefkühlung ist bei Hubkolbenverdichtern nur mit 2-stufiger Verdichtung oder bei Schraubenverdichtern mit Ölkühlung möglich.
- Wärmeübertrager müssen für kleine Temperaturdifferenzen (niedriges Druckverhältnis) und geringe Sauggasüberhitzung ausgelegt sein.
- Vorzugsweise Wärmeübertrager in überfluteter oder gepumpter Bauart ausführen
- Kurze, gut isolierte Sauggasleitungen einbauen (für geringe Druckverluste)
- Betrieb im Unterdruckbereich bereits unterhalb einer Verdampfungstemperatur von -33,4°C.

Daraus resultierende Maßnahmen:

- Hochwertige Wellenabdichtungen, Dichtungen und Stopfbuchsen verwenden
- Automatische Entlüftungseinrichtung installieren

Sym- bol			R717	R22	R404A	R410A	R134a
M	Molmasse	g/mol	17,03	86,5	97,6	72,6	102
K	Adiabatenexponent bei 20°C und 1013 mbar	cp/cv	1.31	1,18	1,12	1,17	1,11
t _n	Normal-Siedepunkt	°C	-33,4	-40,8	-46,2	-51,4	-26,1
ρ	Dichte der Flüssigkeit bei 40°C	kg/dm ³	0,58	1,13	0,97	0,98	1,15
p	Dampfdruck -10°C	bar	2,9	3,54	4,34	5,72	2,01
	Dampfdruck +40°C	bar	15,5	15,3	18,2	24,1	10,2
t _{cr}	Kritische Temperatur	°C	132	96,1	72	71,3	101,1
p _{cr}	Kritischer Druck	bar	113,5	49,9	37,3	49	40,7
AEL*	Toxizität	ppm	50	1000	1000	1000	1000
ODP	Ozonabbaupotenzial		0	0,055	0	0	0
GWP	Treibhauspotenzial		0	1810	3922	2088	1430

Tab. 11: Eigenschaften von R717 im Vergleich zu R22 und HFKW Kältemitteln

Treibhauspotenzial gemäß IPCC IV (Zeithorizont 100 Jahre), auch Basis für EU F-Gase Verordnung 517/2014.

* Akzeptable Expositionsgrenze

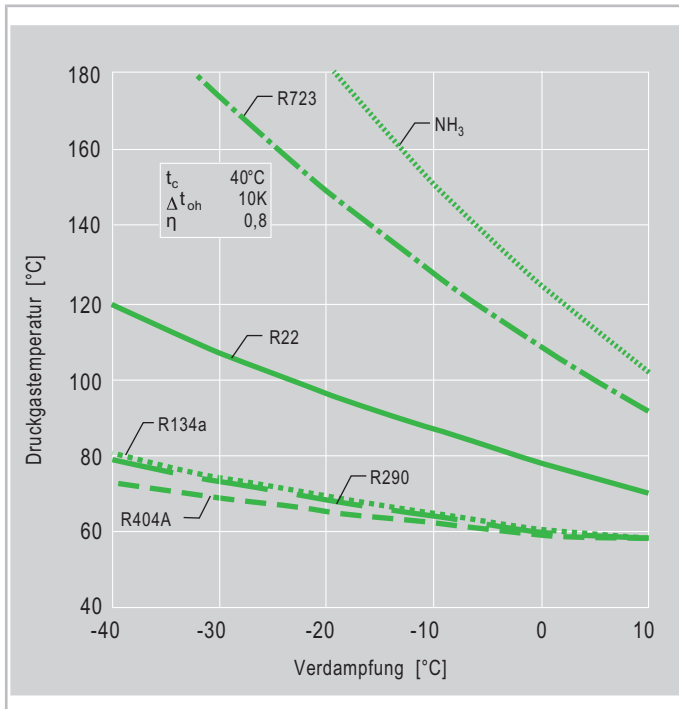


Abb. 13: Druckgastemperaturen verschiedener Kältemittel im Vergleich mit R717

5 Anlagenausführung



GEFAHR

Lebensgefahr bei Kältemittelaustritt!

Ammoniak (R717) ist giftig und führt in höherer Konzentration zu Verätzungen der Haut, der Schleimhäute und der Augen sowie zu Lähmung und Erstickung!



In flüssiger Form kann es bei Hautkontakt Erfrierungen bewirken!

Bei Arbeiten an der Anlage: Persönliche Schutzausrüstung tragen!

Maschinen- bzw. Gefährdungsraum entsprechend EN378-3, 5.17 ausstatten!

- ab 50 kg Kältemittelfüllung Gaswarnanlage installieren!
- ab 500 kg Kältemittelfüllung zusätzliche Maßnahmen treffen, um in allen angeschlossenen Wasser- oder Flüssigkeitskreisläufen eventuelle Ammoniakverunreinigungen festzustellen!

Da Ammoniak (R717) leichter als Luft ist, muss die verunreinigte Luft unter der Decke abgesaugt und die Zuluft über dem Fußboden zugeführt werden.



GEFAHR

Berstgefahr von Bauteilen und Rohrleitungen durch Flüssigkeitsüberdruck.

Behälter und Rohre platzen, kleine Bauteile schießen heraus. Die Druckwelle kann tödlich sein.

Über Flüssigkeiten ausreichend Gasvolumen lassen.

- ▶ Maximal zulässige Drücke nicht überschreiten!
- ▶ Überfüllung der Anlage mit Kältemittel unbedingt vermeiden!
- ▶ Anlagenbereiche, in denen flüssiges Kältemittel betriebsbedingt eingeschlossen werden kann, gegen zu hohen Druck absichern! Dies können z. B. Überströmeinrichtungen oder Druckentlastungsventile sein.

HINWEIS

Ammoniak (R717) ist stark hygroskopisch!

Sorgfältig arbeiten und Eindringen von Wasser und/oder Luftfeuchtigkeit in die Anlage unbedingt vermeiden!

Ein hoher Wassergehalt in Ammoniakanlagen verschiebt die Verdampfungstemperatur und reduziert die Anlageneffizienz, v. a. bei Tiefkühlanwendungen!

Wasser kann zudem nur sehr aufwendig mit sog. Systemreinigern oder durch Erneuerung der Kältemittelfüllung entfernt werden!

- Beim Ablassen von R717 in Wasser, Rückschlagventil verwenden.
- Zu öffnende Anlagenbereiche zuerst mit trockenem Stickstoff spülen.
- Kondensatbildung vermeiden! Kalte Bauteile warm werden lassen.
- Vor der (erneuten) Inbetriebnahme sorgfältig evakuieren.
- Durch die besonderen Bedingungen bei Kompaktanlagen bestehen hohe Anforderungen an die Trockenheit (R717 mit max. 400 ppm Wassergehalt verwenden)!

Aufgrund der speziellen Eigenschaften von R717 müssen bei der Anlagenausführung folgende Dinge beachtet werden:

Aufstellung

Die Aufstellung muss grundsätzlich nach allen geltenden Vorschriften und Normen erfolgen!

- Kälteanlagen mit >300 kg Füllmenge müssen in einem besonderen Maschinenraum aufgestellt werden.
- Austretendes Kältemittel muss ohne Gefahr für die Umgebung sicher nach außen abgeführt werden.
- Die Dichtheit der Kälteanlage muss durch eine Gaswarneinrichtung überwacht werden (> 50 kg Füllmenge).
- Alle eingesetzten Bauteile müssen mit R717 verträglich sein.
- Zugang in und Arbeiten im Maschinenraum nur durch autorisiertes Fachpersonal.
- Persönliche Schutzausrüstung muss für alle Mitarbeiter, die an der Kälteanlage arbeiten, bereitgestellt werden.

Rohrführung

Bei der Planung und Rohrführung von Anlagen mit überfluteten Verdampfern müssen folgende Dinge beachtet werden:

- Durch den Einsatz von nicht R717-löslichen Ölen erfolgt keine Ölrückführung mit dem Sauggas. Eine hocheffiziente Ölabscheidung ist erforderlich!
- Bei Einsatz einer automatischen Ölrückführung aus der Anlage muss die Qualität des Öls auf der Saugseite in festen Zeitabständen kontrolliert werden. Auf der Niederdruckseite kommt es zu einer Konzentration von Schmutzpartikeln und Wasser!
- Die Sauggasleitung ausgehend vom R717-Flüssigkeitsabscheider oder -Verdampfer ist eine „trockene Sauggasleitung“. Mit dem Sauggas wird kein Öl mit zurückgeführt!
- Durch den überfluteten Betrieb ergibt sich (so gut wie) keine saugseitige Überhitzung. Durch Regelschwankungen kann es aber zu Kondensatbildung in der Sauggasleitung kommen. Um einen Nassbetrieb der Verdichter zu vermeiden, muss die Sauggasleitung mit leichter Steigung in Strömungsrichtung installiert werden. So ist gewährleistet, dass das Kondensat entgegen des Gasstroms zurückfließen kann.

Weiterführende technische Dokumente:

- AT-300: Prinzipschaltbilder für BITZER Produkte
- AT-320: Anschlüsse und Absperrventile für BITZER Verdichter

- KT-420: Externe Frequenzumrichter bei BITZER Hubkolbenverdichtern
- ST-420: Externe Frequenzumrichter bei BITZER Schraubenverdichtern

5.1 R717: Betrieb ohne Economiser (ECO) im Parallelverbund

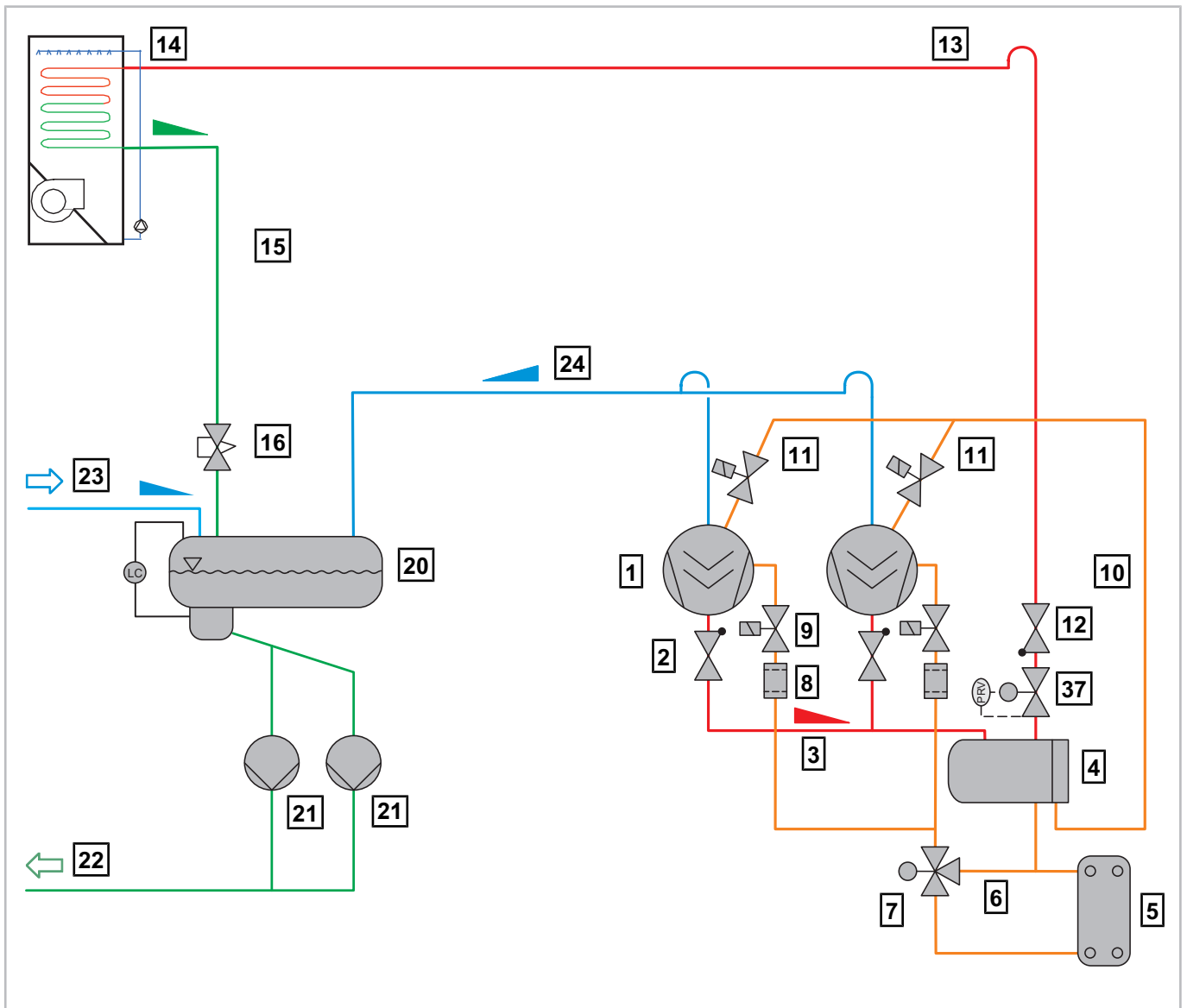


Abb. 14: R717-Anlagenschema: Betrieb ohne Economiser (ECO) im Parallelverbund

Legendenpositionen	
1	Verdichter
2	Rückschlagventil, Druckgasanschluss
3	Druckgasleitung zum Ölabscheider Montage mit Gefälle
4	Ölabscheider
5	Ölkühler
6	Ölleitung, Ölprimärkreislauf
7	Mischventil, Ölprimärkreislauf
8	Filter, Ölprimärkreislauf

Legendenpositionen	
9	Magnetventil, Ölprimärkreislauf
10	Ölleitung, Ölsekundärkreislauf
11	Magnetventil, Ölsekundärkreislauf
12	Rückschlag- und/oder Druckregelventil, Druckgasleitung
13	Druckgasleitung zum Verflüssiger
14	(Verdunstungs-) Verflüssiger
15	Flüssigkeitsleitung zum Expansionsventil. Montage mit Gefälle
16	Expansionsventil
17	Magnetventil, Flüssigkeitsleitung
18	ECO Mitteldruckbehälter ("open flash")
19	ECO Wärmeübertrager, überflutet
20	R717-Flüssigkeitsabscheider
21	R717-Flüssigkeitspumpe(n)
22	R717-Pumpenvorlauf (zu den Verdampfern)
23	R717-Pumpenrücklauf, nass. Montage mit Gefälle
24	R717-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
25	R717-ECO-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
26	R717-Bypass-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
27	ECO-Bypass-Ventil
28	Magnetventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
29	Rückschlagventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
30	Kühlwasser-Regelventil
31	Kühlwasser-Vorlauf
32	Kühlwasserrücklauf
33	Überströmventil (in Verbindung mit Rückschlagventil erforderlich)
34	R717 Rücklaufleitung, nass. Montage mit Steigung
35	R717 Rücklaufleitung, trocken. Montage mit Steigung
36	Thermosiphon-Sammler
37	Druckregelventil
LC	Niveauüberwachung
TS	Thermostat

Tab. 12: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

5.2 R717: Betrieb mit Economiser (ECO) im Parallelverbund

5.2.1 ECO-Betrieb mit Mitteldruckbehälter

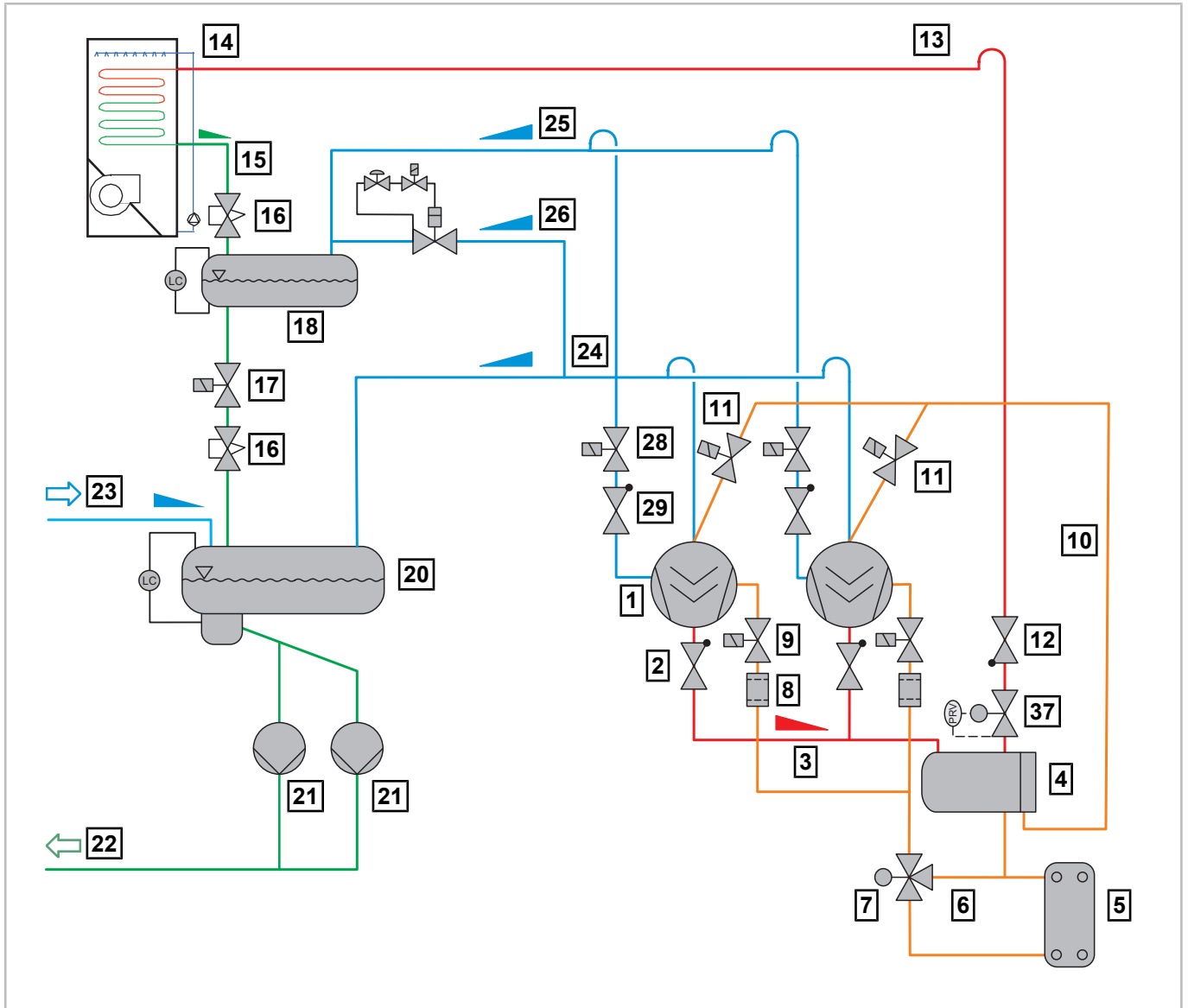


Abb. 15: R717-Anlagenschema: ECO-Betrieb mit Mitteldruckbehälter im Parallelverbund

Legendenpositionen	
1	Verdichter
2	Rückschlagventil, Druckgasanschluss
3	Druckgasleitung zum Ölabscheider Montage mit Gefälle
4	Ölabscheider
5	Ölkühler
6	Ölleitung, Ölprimärkreislauf
7	Mischventil, Ölprimärkreislauf
8	Filter, Ölprimärkreislauf
9	Magnetventil, Ölprimärkreislauf

Legendenpositionen	
10	Ölleitung, Ölssekundärkreislauf
11	Magnetventil, Ölssekundärkreislauf
12	Rückschlag- und/oder Druckregelventil, Druckgasleitung
13	Druckgasleitung zum Verflüssiger
14	(Verdunstungs-) Verflüssiger
15	Flüssigkeitsleitung zum Expansionsventil. Montage mit Gefälle
16	Expansionsventil
17	Magnetventil, Flüssigkeitsleitung
18	ECO Mitteldruckbehälter ("open flash")
19	ECO Wärmeübertrager, überflutet
20	R717-Flüssigkeitsabscheider
21	R717-Flüssigkeitspumpe(n)
22	R717-Pumpenvorlauf (zu den Verdampfern)
23	R717-Pumpenrücklauf, nass. Montage mit Gefälle
24	R717-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
25	R717-ECO-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
26	R717-Bypass-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
27	ECO-Bypass-Ventil
28	Magnetventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
29	Rückschlagventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
30	Kühlwasser-Regelventil
31	Kühlwasser-Vorlauf
32	Kühlwasserrücklauf
33	Überströmventil (in Verbindung mit Rückschlagventil erforderlich)
34	R717 Rücklaufleitung, nass. Montage mit Steigung
35	R717 Rücklaufleitung, trocken. Montage mit Steigung
36	Thermosiphon-Sammler
37	Druckregelventil
LC	Niveauüberwachung
TS	Thermostat

Tab. 13: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

5.2.2 ECO-Betrieb mit Wärmeübertrager, überflutetet

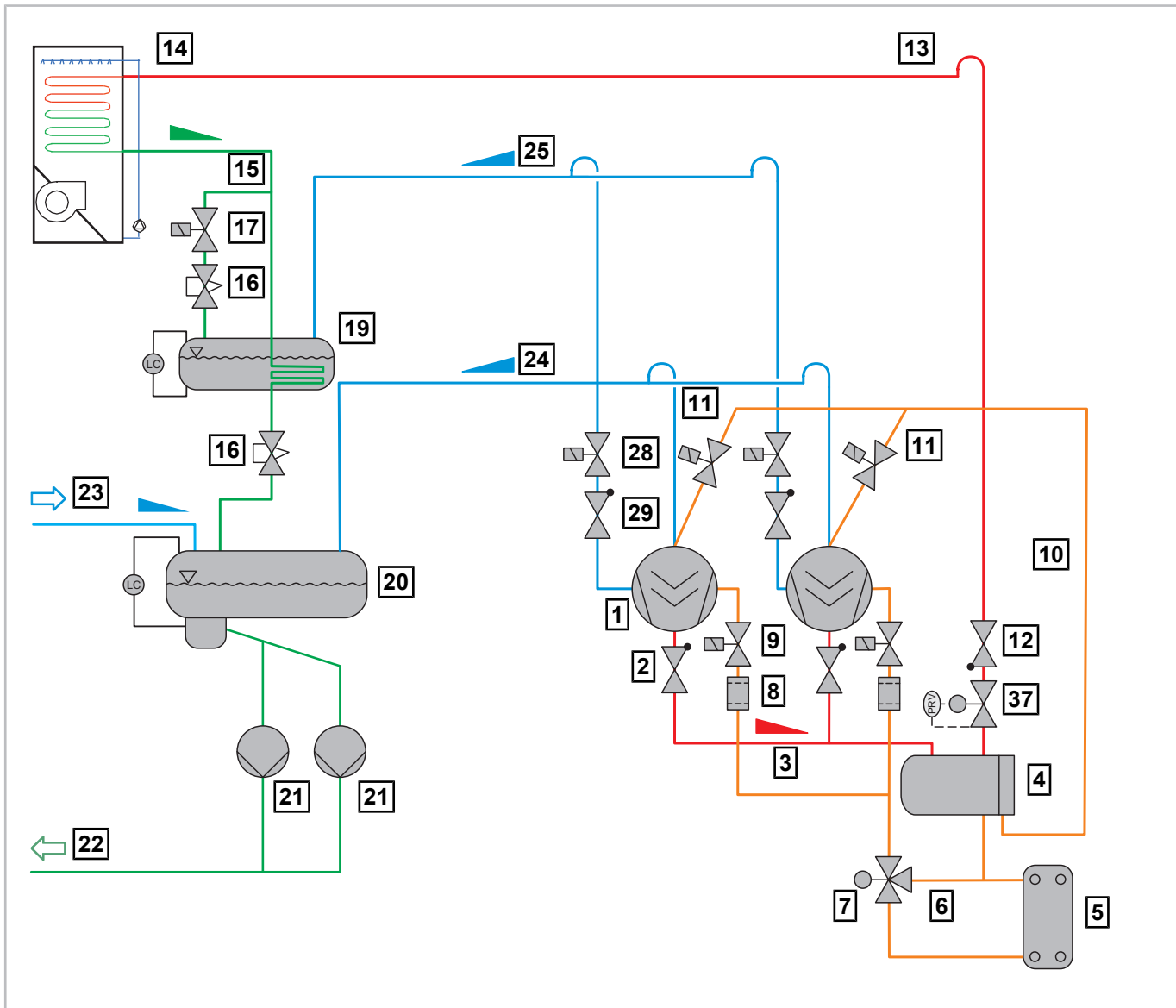


Abb. 16: R717-Anlagenschema: ECO-Betrieb mit überflutetem Wärmeübertrager im Parallelverbund

Legendenpositionen	
1	Verdichter
2	Rückschlagventil, Druckgasanschluss
3	Druckgasleitung zum Ölabscheider Montage mit Gefälle
4	Ölabscheider
5	Ölkühler
6	Ölleitung, Ölprimärkreislauf
7	Mischventil, Ölprimärkreislauf
8	Filter, Ölprimärkreislauf
9	Magnetventil, Ölprimärkreislauf
10	Ölleitung, Ölsekundärkreislauf
11	Magnetventil, Ölsekundärkreislauf

Legendenpositionen	
12	Rückschlag- und/oder Druckregelventil, Druckgasleitung
13	Druckgasleitung zum Verflüssiger
14	(Verdunstungs-) Verflüssiger
15	Flüssigkeitsleitung zum Expansionsventil. Montage mit Gefälle
16	Expansionsventil
17	Magnetventil, Flüssigkeitsleitung
18	ECO Mitteldruckbehälter ("open flash")
19	ECO Wärmeübertrager, überflutet
20	R717-Flüssigkeitsabscheider
21	R717-Flüssigkeitspumpe(n)
22	R717-Pumpenvorlauf (zu den Verdampfern)
23	R717-Pumpenrücklauf, nass. Montage mit Gefälle
24	R717-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
25	R717-ECO-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
26	R717-Bypass-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
27	ECO-Bypass-Ventil
28	Magnetventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
29	Rückschlagventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
30	Kühlwasser-Regelventil
31	Kühlwasser-Vorlauf
32	Kühlwasserrücklauf
33	Überströmventil (in Verbindung mit Rückschlagventil erforderlich)
34	R717 Rücklaufleitung, nass. Montage mit Steigung
35	R717 Rücklaufleitung, trocken. Montage mit Steigung
36	Thermosiphon-Sammler
37	Druckregelventil
LC	Niveauüberwachung
TS	Thermostat

Tab. 14: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

5.3 R717: Anlagenschema Hubkolbenverdichter im Parallelverbund

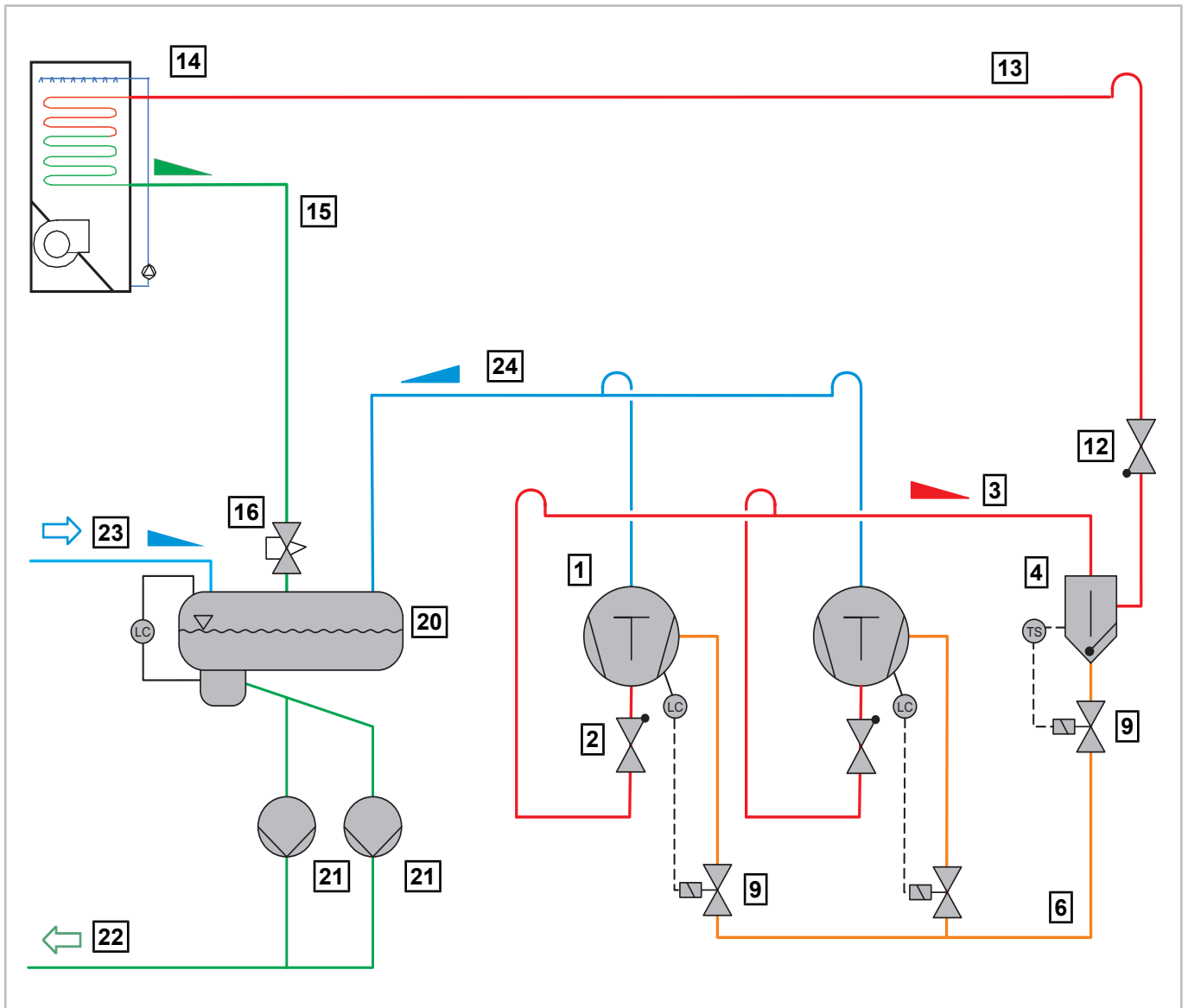


Abb. 17: R717-Anlagenschema Hubkolbenverdichter: W2.A-K .. W6.A-K

Legendenpositionen	
1	Verdichter
2	Rückschlagventil, Druckgasanschluss
3	Druckgasleitung zum Ölabscheider Montage mit Gefälle
4	Ölabscheider
5	Ölkühler
6	Ölleitung, Ölprimärkreislauf
7	Mischventil, Ölprimärkreislauf
8	Filter, Ölprimärkreislauf
9	Magnetventil, Ölprimärkreislauf
10	Ölleitung, Ölsekundärkreislauf
11	Magnetventil, Ölsekundärkreislauf

Legendenpositionen	
12	Rückschlag- und/oder Druckregelventil, Druckgasleitung
13	Druckgasleitung zum Verflüssiger
14	(Verdunstungs-) Verflüssiger
15	Flüssigkeitsleitung zum Expansionsventil. Montage mit Gefälle
16	Expansionsventil
17	Magnetventil, Flüssigkeitsleitung
18	ECO Mitteldruckbehälter ("open flash")
19	ECO Wärmeübertrager, überflutet
20	R717-Flüssigkeitsabscheider
21	R717-Flüssigkeitspumpe(n)
22	R717-Pumpenvorlauf (zu den Verdampfern)
23	R717-Pumpenrücklauf, nass. Montage mit Gefälle
24	R717-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
25	R717-ECO-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
26	R717-Bypass-Sauggasleitung, trocken. Montage mit Steigung
27	ECO-Bypass-Ventil
28	Magnetventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
29	Rückschlagventil in ECO-Sauggasleitung am Verdichter
30	Kühlwasser-Regelventil
31	Kühlwasser-Vorlauf
32	Kühlwasserrücklauf
33	Überströmventil (in Verbindung mit Rückschlagventil erforderlich)
34	R717 Rücklaufleitung, nass. Montage mit Steigung
35	R717 Rücklaufleitung, trocken. Montage mit Steigung
36	Thermosiphon-Sammler
37	Druckregelventil
LC	Niveauüberwachung
TS	Thermostat

Tab. 15: Legende

Legende enthält Anschlusspositionen, die nicht in jedem Schema vorkommen.

6 Auswahl mit der BITZER SOFTWARE

6.1 Verdichter auswählen mit der BITZER SOFTWARE

Beispiel:

Kälteleistung 3 Verdichter	300 kW
Betriebsbedingungen	$t_o = -35^\circ\text{C}$ $t_c = +35^\circ\text{C}$ $\Delta t_{oh} = 1\text{ K}$
Netzspannung	400 V / 3 / 50 Hz
Economiserbetrieb	ECO-Betrieb mit Mitteldruckbehälter Flüssigkeitstemperatur ca. -18°C

Tab. 16: Rahmenbedingungen für Berechnungsbeispiel in der BITZER SOFTWARE

1. Auf der Startseite: Verdichtertechnologie SCHRAUBENVERDICHTER OFFEN wählen



Abb. 18: Verdichtertechnologie SCHRAUBENVERDICHTER OFFEN wählen

2. Rahmenbedingungen auswählen bzw. eingeben (Punkte 1-10), anschließend Berechnung durch klicken auf die Schaltfläche starten

The screenshot shows the BITZER SOFTWARE interface with the following elements and annotations:

- 1**: 'Berechnen' button in the top menu bar.
- 2**: 'Verbundschaltung' schematic diagram in the main area.
- 3**: 'Berechnen' button in the left sidebar.
- 4**: 'n/verdichter, Offen' dropdown menu in the left sidebar.
- 5**: 'Betriebspunkt' section in the left sidebar, including 'Anzahl Betriebspunkte' (2) and temperature inputs for points A and B.
- 6**: 'Verdichterwahl' section in the left sidebar, including 'Kälteleistung' (300 kW) and 'Verdichtertyp'.
- 7**: 'Anzahl Verdichter' dropdown menu in the left sidebar.
- 8**: 'Betriebsbedingungen' section in the left sidebar, including 'Unter Kühlmethode' (Economiser) and 'Differenz Tcu - Tms' (0 K).
- 9**: 'Betriebsparameter' section in the left sidebar, including 'Sauggasüberhitzung' (1 K) and 'Nutzbare Überhitzung' (100 %).
- 10**: 'Antrieb' section in the left sidebar, including 'Verdichterrehzahl' (2900 /min).

A green callout box at the bottom of the main area contains the text: "Bitte konfigurieren Sie die Eingabeparameter und klicken Sie danach auf die Schaltfläche".

Abb. 19: Rahmenbedingungen auswählen bzw. eingeben und Berechnung starten

3. Details der Berechnung anzeigen und manuelle Verdichterauswahl

Die von der BITZER SOFTWARE für den Betriebspunkt ausgewählten Verdichter können durch Anklicken der Pfeilsymbole neben den Verdichternamen manuell geändert werden. Anschließend durch klicken auf die Schaltfläche erneut berechnen.

Über den Reiter **DETAIL** und weiter durch klicken auf das Symbol neben den Punkten A (Betriebspunkt) und B (Startpunkt), werden zudem alle Berechnungsdetails der ausgewählten Verdichter angezeigt. Weitere Informationen können durch klicken auf die Reiter **GRENZEN**, **TECHNISCHE DATEN**, **MAßE**, **INFORMATIONEN**, **DOKUMENTATION** angezeigt werden.

BITZER SOFTWARE

Ergebnis | Grenzen | Technische Daten | Maße

Schraubenverdichter, Offen

Baureihe:

Kältemittel: i

Bezugstemperatur:

Verdichterwahl

Kälteleistung kW

Verdichtertyp

Anzahl Verdichter:

1.1 incl. CR

1.2 incl. CR

1.3 incl. CR

Betriebspunkt

Anzahl Betriebspunkte:

	to [°C]	tc [°C]
A	<input type="text" value="-35"/>	<input type="text" value="35"/>
B	<input type="text" value="-10"/>	<input type="text" value="35"/>

Betriebsbedingungen

Unterkühlungsmethode:

Flüss. unterk. (im Verfl.): K

Differenz Tcu - Tms: K

Sauggasüberhitzung: K

Nutzbare Überhitzung % i

Externe Ölkühlung:

Kälteleistung:

Antrieb

Verdichterdrehzahl:

Übersicht | Detail

	>> A	>> B
Verdampfung	-35,00 °C	-10,00 °C
Verflüssigung	35,0 °C	35,0 °C

Verdichter	Gesamt	Gesamt
Kälteleistung		
Kälteleistung	387 kW	1180 kW
Kälteleistung *	--	--
Verdampferleist.	387 kW	1180 kW
Wellenleistung	233 kW	290 kW
Verflüssigerleistung	457 kW	1353 kW
Anteil	--	--
Leistungszahl	1,66	4,07
Leistungszahl *	--	--
Massenstrom ND	1087 kg/h	3535 kg/h
Massenstrom HD	1314 kg/h	3889 kg/h
Betriebsart	Economiser	Economiser
Flüss.temp. (Uk.)	--	--
ECO-Massenstr.	227 kg/h	355 kg/h
Unterkühlerleist.	69,4 kW	111,6 kW
gesätt. ECO-Temp.	-15,45 °C	9,81 °C
ECO-Druck	--	--
Ölvolumenstrom	10,31 m³/h	9,11 m³/h
Kühlungsmethode	Extern	Extern
Öleinspritztemp. Verdichter	47,3 °C	53,5 °C
Ölkühler-Leistung	162,9 kW	117,0 kW
Erford. Antriebsmotor	--	--
Druckgastemp. gekühlt	80,0 °C	80,0 °C
Druckgastemp. ungekühlt	--	121,5 °C

Abb. 20: Details der Berechnung anzeigen und manuelle Verdichterauswahl

6.2 Zubehör auswählen mit der BITZER SOFTWARE

Nachdem zuvor die Verdichter ausgewählt wurden (*Verdichter auswählen mit der BITZER SOFTWARE*), können nun Motor, Ölkühler und Ölabscheider ausgewählt werden.

Ins Zubehörm modul wechseln

Oben in der Menüleiste den Reiter ZUBEHÖR wählen.



Information

Die Schaltfläche für das Zubehörm modul wird erst nach einer zuvor erfolgten Berechnung aktiv!

6.2.1 Motor und Kupplung auswählen

Die BITZER SOFTWARE errechnet die optimale Kombination für die gewählten Verdichter und die gewählte Anwendung automatisch. Einzelne Parameter wie SCHUTZART, EFFIZIENZKLASSE, BETRIEBSPUNKT, LEISTUNG, können aber durch klicken auf die jeweiligen Drop-Down-Menüs (☾) auch manuell verändert werden.

Weitere Informationen können durch klicken auf die Reiter GRENZEN, TECHNISCHE DATEN, MAßE, DOKUMENTATION angezeigt werden.

The screenshot shows the BITZER SOFTWARE interface with the 'Zubehör' (Accessories) tab selected. The 'Motor & Kupplung' section is highlighted, showing the following configuration:

- Zur Systemkonfiguration hinzufügen
- Ausführung**
 - Schutzart: IP55
 - Effizienzklasse: IE3
 - Betriebspunkt: Auto
- Produktwahl**
 - Verdichter: Motor
 - OSNA8591-K: Auto (110,0 kW)
 - OSNA8591-K: Auto (110,0 kW)
 - OSNA8591-K: Auto (110,0 kW)

Below this, the 'Ergebnis' (Result) tab is selected, displaying a table of recommended and selected configurations for three OSNA8591 compressors.

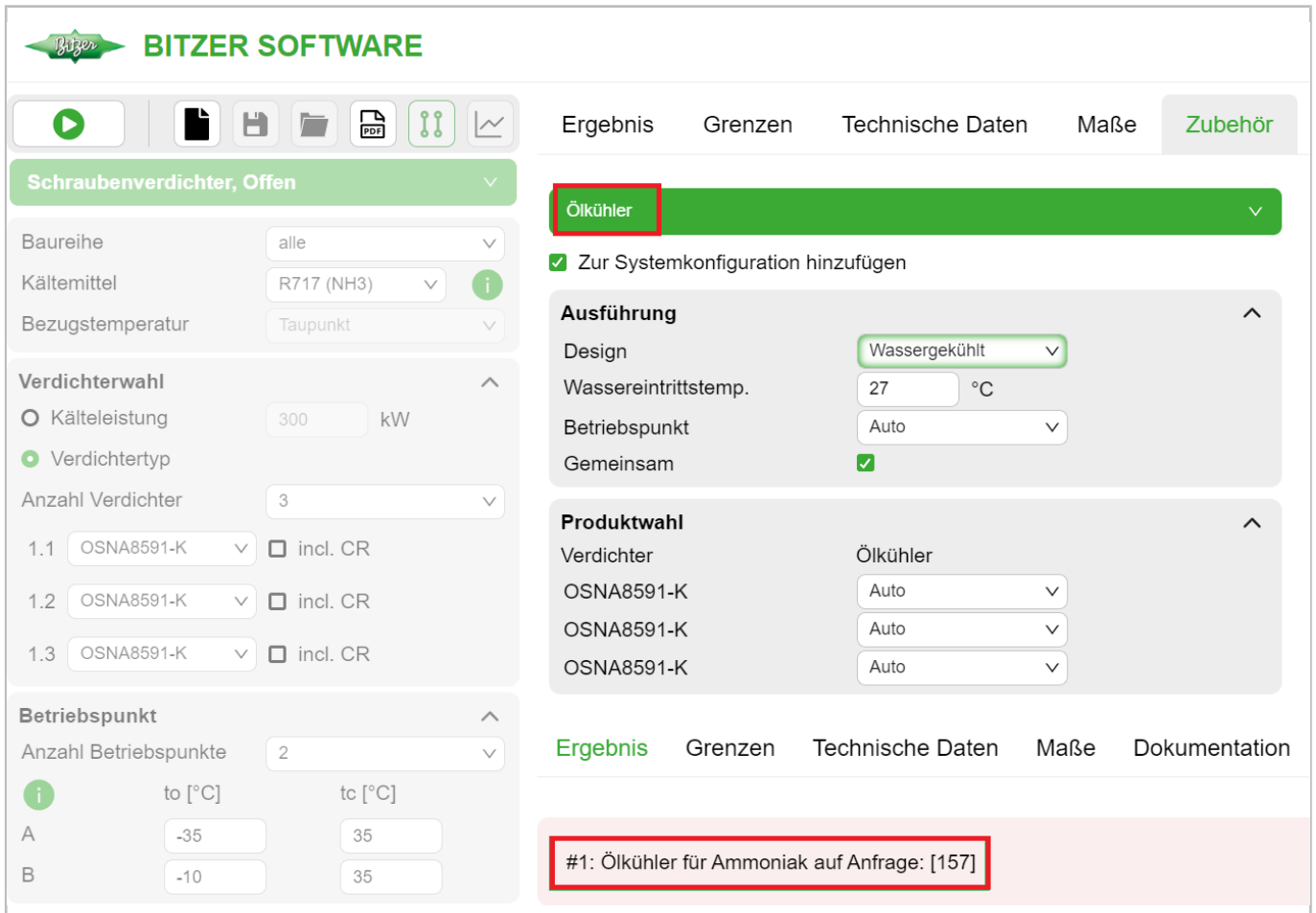
	OSNA8591	OSNA8591	OSNA8591
Verdichter:	OSNA8591	OSNA8591	OSNA8591
Empfehlung:	110,0 kW	110,0 kW	110,0 kW
Auswahl:	110,0 kW	110,0 kW	110,0 kW
Motorbaugröße	315S	315S	315S
Empfohlener Auslegungspunkt:	B	B	B
Gewählter Auslegungspunkt:	B	B	B
Motorleistung	110,0 kW (50 Hz)	110,0 kW (50 Hz)	110,0 kW (50 Hz)
Schutzart	IP55	IP55	IP55
Effizienzklasse	IE3	IE3	IE3
Flanschdurchmesser	660 mm (FF 600)	660 mm (FF 600)	660 mm (FF 600)
Wellenlänge	140 mm	140 mm	140 mm
Wellendurchmesser	65 mm	65 mm	65 mm
Kupplung	KS800	KS800	KS800
Nabenlänge	70 mm	70 mm	70 mm
Kupplungsgehäuse	GS7140	GS7140	GS7140

Abb. 21: Motoren und Kupplungen auswählen mit der BITZER SOFTWARE

6.2.2 Ölkühler auswählen

Im Bereich ÖLKÜHLER können einzelne Parameter wie DESIGN, UMGEBUNGSTEMPERATUR / WASSEREINTRITTSTEMPERATUR, BETRIEBSPUNKT durch die jeweiligen Drop-Down-Menüs (☑) manuell verändert werden.


Für die ausgewählte Anwendung ist jedoch kein luftgekühlter Ölkühler von BITZER verfügbar, und wassergekühlte Ölkühler nur auf Anfrage.



The screenshot shows the BITZER SOFTWARE interface for selecting an oil cooler. The 'Ölkühler' dropdown is highlighted in green. The 'Ausführung' section shows 'Wassergekühlt' selected. The 'Produktwahl' section shows 'Ölkühler' selected. A red box highlights the result: '#1: Ölkühler für Ammoniak auf Anfrage: [157]'.

Abb. 22: Ölkühler auswählen mit der BITZER SOFTWARE

Alle relevanten Daten und Angaben für die Wahl eines passenden Ölkühlers sind in der BITZER SOFTWARE verfügbar:

- ▶ In den Reiter ERGEBNIS wechseln, um das Zubehörmodul zu verlassen.
- ▶ Links unter EXTERNE ÖLKÜHLUNG einen der Parameter ÖLEINSPRITZTEMP. VERDICHTER oder DRUCKGASTEMP. GEKÜHLT wählen.
- ▶ Gewünschte Temperatur eingeben.
- ▶ Berechnung starten durch Klicken auf die Schaltfläche , anschließend auf DETAIL gehen.
- ▶ Die Daten zu Ölvolumenstrom, Öleinspritztemperatur und Ölkühler-Leistung können im Ergebnisfenster abgelesen werden.

Schraubenverdichter, Offen

Baureihe: alle

Kältemittel: R717 (NH3)

Bezugstemperatur: Taupunkt

Verdichterwahl

Kälteleistung: 300 kW

Verdichtertyp: Verdichtertyp

Anzahl Verdichter: 3

1.1 OSNA8591-K incl. CR

1.2 OSNA8591-K incl. CR

1.3 OSNA8591-K incl. CR

Betriebspunkt

Anzahl Betriebspunkte: 2

	to [°C]	tc [°C]
A	-35	35
B	-10	35

Betriebsbedingungen

Unterkühlungsmethode: Economiser

Flüss. unterk. (im Verfl.): 0 K

Differenz Tcu - Tms: 0 K

Sauggasüberhitzung: 1 K

Nutzbare Überhitzung: 100 %

Externe Ölkühlung

Druckgastemp. gekühlt: 80 °C

Kälteleistung: Auto

Antrieb

Verdichterdrehzahl: 2900 /min

Ergebnis Grenzen Technische Daten Maße

Übersicht Detail

	A	B
Verdampfung	-35,00 °C	-10,00 °C
Verflüssigung	35,0 °C	35,0 °C
Verdichter	Gesamt	Gesamt
Kälteleistung	388 kW	1183 kW
Kälteleistung *	--	--
Verdampferleist.	388 kW	1183 kW
Wellenleistung	233 kW	290 kW
Verflüssigerleistung	458 kW	1356 kW
Anteil	--	--
Leistungszahl	1,67	4,08
Leistungszahl *	--	--
Massenstrom ND	1087 kg/h	3535 kg/h
Massenstrom HD	1317 kg/h	3900 kg/h
Betriebsart	Economiser	Economiser
Flüss.temp. (Uk.)	--	--
ECO-Massenstr.	230 kg/h	365 kg/h
Unterkühlerleist.	70,6 kW	114,9 kW
gesätt. ECO-Temp.	-15,26 °C	10,08 °C
ECO-Druck	--	--
Ölvolumenstrom	10,31 m³/h	9,11 m³/h
Kühlungsmethode	Extern	Extern
Öleinspritztemp. Verdichter	47,2 °C	53,5 °C
Ölkühler-Leistung	162,9 kW	116,9 kW
Erford. Antriebsmotor	--	--
Druckgastemp. gekühlt	80,0 °C	80,0 °C
Druckgastemp. ungekühlt	--	121,4 °C

Abb. 23: Relevante Daten und Angaben für die Wahl eines passenden Ölkühlers in der BITZER SOFTWARE. Hier wäre ein Ölkühler mit 162,9 kW Leistung nötig.

Zu den Eigenschaften der Öle: Öle für Kältemittel R717.

Für ausführliche Informationen zum Thema Ölkühlung siehe auch:

- ST-140: Externe Ölkühlung bei BITZER Schraubenverdichtern

6.2.3 Ölabscheider auswählen

Die BITZER SOFTWARE errechnet die optimale Kombination für die gewählten Verdichter und die gewählte Anwendung. Einzelne Parameter wie DESIGN, BETRIEBSPUNKT können durch die jeweiligen Drop-Down-Menüs (☰) auch manuell verändert werden.

Weitere Informationen sind in den Reitern GRENZEN, TECHNISCHE DATEN, MAßE, DOKUMENTATION angezeigt.

BITZER SOFTWARE

Ergebnis Grenzen Technische Daten Maße **Zubehör**

Schraubenverdichter, Offen

Baureihe: alle
 Kältemittel: R717 (NH3)
 Bezugstemperatur: Taupunkt

Verdichterwahl

Kälteleistung: 300 kW
 Verdichtertyp:
 Anzahl Verdichter: 3

1.1 OSNA8591-K incl. CR
 1.2 OSNA8591-K incl. CR
 1.3 OSNA8591-K incl. CR

Betriebspunkt

Anzahl Betriebspunkte: 2

	to [°C]	tc [°C]
A	-35	35
B	-10	35

Betriebsbedingungen

Unterkühlungsmethode: Economiser

Flüss. unterk. (im Verfl.): 0 K
 Differenz Tcu - Tms: 0 K
 Sauggasüberhitzung: 1 K
 Nutzbare Überhitzung: 100 %

Externe Ölkühlung: Automatisch Auto
 Kälteleistung: Auto

Antrieb

Verdichterdrehzahl: 2900 /min

Ölabscheider

Zur Systemkonfiguration hinzufügen

Ausführung

Design: Auto
 Betriebspunkt: Auto
 Gemeinsam:

Produktwahl

Verdichter: Ölabscheider
 OSNA8591-K: Auto
 OSNA8591-K: Auto
 OSNA8591-K: Auto

Ergebnis Grenzen Technische Daten Maße Dokumentation

Verdichter:	(Alle)
Empfehlung:	OAHC65051A
Auswahl	OAHC65051A
Empfohlener Auslegungspunkt:	A
Gewählter Auslegungspunkt:	A
Anzahl	1
Max. HD Massenstrom	6033 kg/h
Massenstrom-Auslastung	21,83 %
Max. Ölvolumenstrom	12,20 m³/h
Ölvolumenstrom-Auslastung	84,47 %

Abb. 24: Ölabscheider auswählen mit der BITZER SOFTWARE

Um aus dem Zubehörmulmodul wieder zurück in die Berechnungsoberfläche zu gelangen, oben zurück zum Reiter ERGEBNIS gehen.

7 Umstellung bestehender (H)FCKW- und HFKW-Anlagen auf R717

Das Kältemittel R717 eignet sich nicht für die Umstellung bestehender (H)FCKW- oder HFKW-Anlagen. Sie müssten mit allen Komponenten völlig neu erstellt werden.

Table of contents

1 Introduction	47
2 Safety.....	47
2.1 General safety references.....	48
3 Application ranges and oils	48
3.1 Compressors.....	49
3.1.1 BITZER screw compressors for applications with R717	49
3.1.2 BITZER reciprocating compressors for applications with R717	50
3.2 Oils and their influence on system design.....	51
3.2.1 Oils for refrigerant R717.....	53
3.2.2 Oil circuits	55
3.2.3 Oil cooling	59
4 Properties of R717 – system and design criteria	67
4.1 General chemical and physical properties of R717.....	67
4.2 Thermodynamic properties of R717	68
5 System design.....	70
5.1 R717: Operation without economiser (ECO) in parallel compounding.....	72
5.2 R717: Operation with economiser (ECO) in parallel compounding.....	74
5.2.1 ECO operation with intermediate pressure vessel.....	74
5.2.2 ECO operation with heat exchanger, flooded	76
5.3 R717: System diagram of reciprocating compressor in parallel compounding	78
6 Selection via BITZER Software	80
6.1 Selecting compressors via BITZER SOFTWARE	80
6.2 Selecting accessories via BITZER SOFTWARE.....	83
6.2.1 Selecting motor and coupling.....	84
6.2.2 Selecting an oil cooler.....	85
6.2.3 Selecting an oil separator	87
7 Conversion of existing (H)CFC and HFC systems to R717	88

1 Introduction

Ammonia (NH₃) has already been used as refrigerant R717 for more than a century in industrial and large-scale refrigeration systems.

- When operated as intended, safety-relevant emissions do not occur on ammonia refrigeration systems.
- Ammonia does not have any ozone depletion potential, no direct greenhouse effect, the efficiency is at least as good as with synthetic refrigerants, it is unrivalled in terms of cost and therefore an ideal alternative to synthetic refrigerants.

However, compared to common industrial systems, industrial ammonia refrigeration systems require a completely different system technology. In the majority of cases, the compressor has an "open design" and the motor is a separate component. These and other measures increase the expenditure for ammonia refrigerant systems, especially for systems with low or medium capacity.

This Technical Information focuses on the criteria and measures relevant to application technology when using BITZER compressors with R717 for installation in commercial and industrial refrigeration and air-conditioning systems according to the Machinery Directive. Due to the flammability, toxicity and high discharge gas temperatures, special safety regulations limiting the general use are applicable to the planning, construction and operation of such systems. The required risk assessment of the system must be prepared by the system manufacturer. However, the hazard assessment for installation, operation and maintenance of the system is the responsibility of the end user.

2 Safety

Authorized staff

All work done on the products and the systems in which they are or will be installed may only be performed by qualified and authorised staff who have been trained and instructed in all work. The qualification and competence of the qualified staff must correspond to the local regulations and guidelines.

Residual risks

The products, electronic accessories and further system components may present unavoidable residual risks. Therefore, any person working on it must carefully read this document! The following are mandatory:

- relevant safety regulations and standards
- generally accepted safety rules
- EU directives
- national regulations and safety standards

Depending on the country, different standards are applied when installing the product, for example: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL standards.

Personal protective equipment

When working on systems and their components: Wear protective work shoes, protective clothing and safety goggles. In addition, wear cold-protective gloves when working on the open refrigeration circuit and on components that may contain refrigerant.



Fig. 1: Wear personal protective equipment!

Safety references

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



NOTICE

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



CAUTION

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



WARNING

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



DANGER

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

In addition to the safety references listed in this document, it is essential to observe the references and residual risks in the respective operating instructions!

2.1 General safety references



Information

When using ammonia (R717) in regions outside the EU, the country-specific regulations applicable there must be observed.



DANGER

Danger to life in case of refrigerant leakage!

Ammonia (R717) is toxic and, when present in high concentration, causes burns to the skin, mucous membranes and eyes and leads to paralysis and suffocation!



In liquid form, it can cause frostbite on contact with the skin!

When working on the system: Wear personal protective equipment!

Equip the machinery room and the hazardous area according to EN378-3, 5.17!

- From a refrigerant charge of 50 kg, install a gas warning system!
- From a refrigerant charge of 500 kg, take additional measures to detect possible ammonia contamination in all connected water or liquid circuits!

Since ammonia (R717) is lighter than air, the contaminated air must be extracted below the ceiling and supply air is introduced at floor level.

3 Application ranges and oils

- BITZER screw compressors for applications with R717: High, medium and low temperature application and booster operation (BITZER screw compressors for applications with R717)
- BITZER reciprocating compressors for applications with R717: High, medium temperature application and booster operation (*BITZER reciprocating compressors for applications with R717*)

Refrigerant specification

- If possible, purchase R717 in refrigerant grade according to DIN 8960-1998 or equivalent. Avoid high moisture content! Use R717 with a water content of max. 400 ppm.

- Minimum water content of the new R717: 25 ppm

3.1 Compressors

Until now, compressors with open drive are primarily used for ammonia. The motor is located outside the refrigerant circuit. This design is suitable in order to fulfil the special requirements for material compatibility and, at the same time, the operating temperatures can easily be controlled over a relatively large application range due to the dissipation of the motor heat loss to the environment.

3.1.1 BITZER screw compressors for applications with R717

- Compressor types: OS.A53 .. OS.A105
 - Single-stage compressors (displacement of 84 .. 2000 m³/h) for high, medium and low temperature application.
Options for low temperature application: single-stage operation (also with economiser), 2-stage operation with booster or high pressure compressors.
- Design characteristics:
 - Coupling drive (direct motor mounting via coupling housing)
 - Rotors made of high-quality spheroidal graphite iron
 - Highly efficient rotor profile with a tooth ratio 5:6, 5:7 or 4:6
 - Generously sized roller bearings (tandem thrust bearings)
 - Oil and suction gas cooled shaft seal with metal bellows
 - Can be easily connected in parallel (is especially efficient in part load operation, high operating reliability)
 - Easy maintenance
 - OS.A95 .. 105 and optional for OS.A85 with integrated compressor module with extended protection concept and activation by means of sliders
- Accessories:
 - Vertical primary and secondary oil separators (*DP-500*)
 - Vertical combined oil separators (with integrated secondary oil separating stage) (*DP-502*)
 - Horizontal combined oil separators in special ammonia version (*DP-503*)
 - Water cooled oil coolers (*DB-530*)
 - Liquid receiver (*DP-331*)
- For further information, performance data and application limits:
 - *SP-500*: Brochure Open drive screw compressors OS.53 .. OS.105
 - *SB-500*: Operating instructions Open drive screw compressors OS.53 .. 74
 - *SB-520*: Operating instructions Open drive screw compressors OS.85, OS.95, OS.105
 - BITZER SOFTWARE
- Application limits (CR 100%):

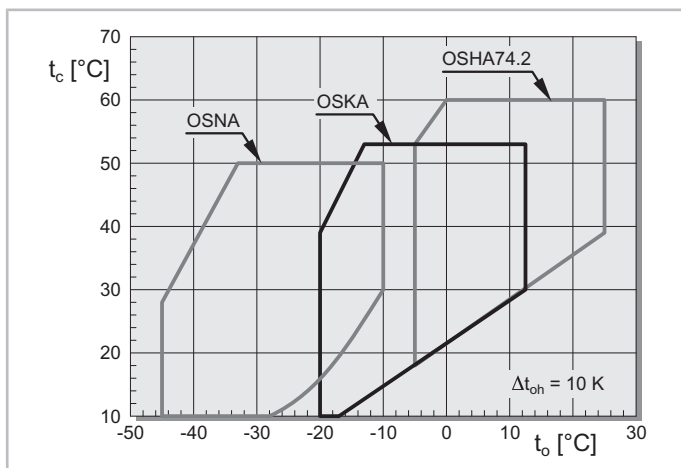


Fig. 2: Application limit for screw compressors OS.A53 .. OS.A85

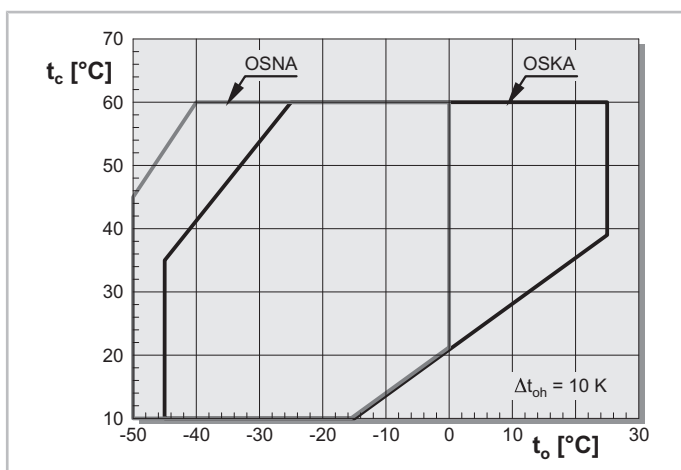


Fig. 3: Application limit for screw compressors OS.A95 .. 105

3.1.2 BITZER reciprocating compressors for applications with R717

- Compressor types: W2.A-K .. W6.A-K
 - 2-, 4- and 6-cylinder models (displacement of 19 .. 152 m³/h at 1450 min⁻¹) for high, medium and low temperature application (booster and compressor of the high pressure stage).
- Design versions for conventional oil return (soluble oils) and automatic oil circulation in the system (*Oils and their influence on system design*).
- Design characteristics:
 - Belt and coupling drive (direct motor mounting via coupling housing)
 - Surface-treated crankshaft, optimised piston form, chromium-plated piston rings
 - Highly efficient and robust valve plate design
 - Reversible gear oil pump
 - Easily replaceable oil and suction gas cooled shaft seal
 - Special equipment: seawater-cooled cylinder heads, cleanable suction gas filter, oil heater, start unloading, capacity regulator, oil valve for maintenance, discharge gas temperature sensor, design for marine operation
 - Easy maintenance, no special tool required
- Accessories:

- Oil separator
- Liquid receiver
- For further information and performance data:
 - KP-180: Brochure Reciprocating compressors
 - KB-520: Operating instructions Open drive reciprocating compressors 2T.2 .. 6F.2, W2TA .. W6FA
 - BITZER SOFTWARE
- Application limits:

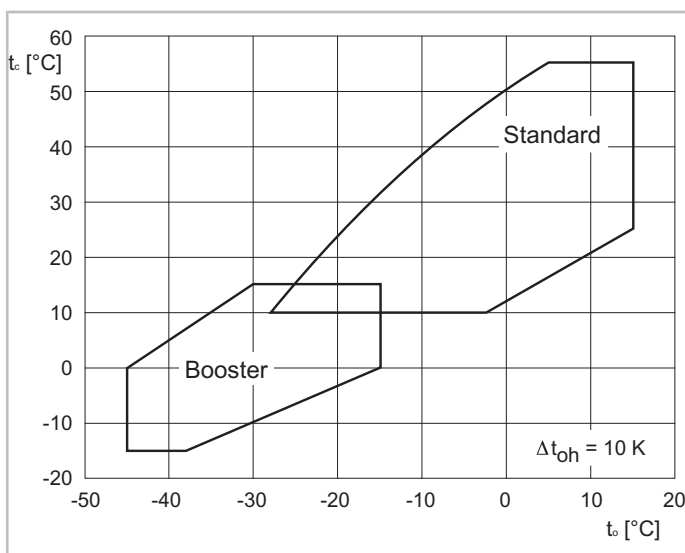


Fig. 4: Application limits of open drive reciprocating compressors W2TA .. W6FA with R717

3.2 Oils and their influence on system design

Due to the high discharge gas temperatures, special requirements apply to the thermal stability of the oil. BITZER uses oils specially optimised for the use with R717.

NOTICE
 Danger of chemical decomposition of the oil!
 Only use the oils approved by BITZER!
 Operation with comparable mineral oils and poly-alpha-olefin (PAO) oils is only authorised after individual consultation with BITZER and at the system operator's own risk!
 The polyolester oils developed for synthetic refrigerants are not suitable for the use with R717!

NOTICE
 The high solubility of R717 in many oils leads to high refrigerant retention (due to wet operation or insufficient oil temperature), strong outgassing and therefore heavy wear on bearings and sliding ring seals.
 Only use the oils approved by BITZER!

Systems with flooded evaporator

In R717 systems with flooded evaporator, mineral oil, poly-alpha-olefin (PAO) and alkylbenzene oil are used:

- Advantages:
 - These oils are virtually not soluble in R717.
 - Oil dilution due to increased refrigerant solution in the oil is excluded.
 - Good conditions for the oil separation and, therefore, low oil carry over after the oil separator..

- The low density of R717 has a positive effect on the oil transport in the system. The oil settles below the liquid R717 at the lowest point of the liquid container and can, for example, be extracted at the bottom of the flooded evaporator or the suction accumulator. Depending on the system, a reprocessing and/or automatic return into the compressor is possible. However, there is no return to the compressor with the suction gas flow!

Systems with "dry" and semi-flooded evaporators

Polyalkylene glycol oil (PAG), soluble in R717, is increasingly used in R717 systems with "dry" and semi-flooded evaporators:

- Advantages:
 - These oils are soluble in R717.
 - Favourable viscosity characteristics and a particularly low vapour pressure → low oil carry-over and good oil return.
 - Good flowability in the evaporator has a positive effect on heat transfer and automatic oil return.
- Disadvantages:



NOTICE

Polyalkylene glycol oil is strongly hygroscopic. High water content in R717 systems reduces the protective effect and leads to significant corrosion in the compressor, impaired lubricity and reduced thermal and chemical stability of the oil. High moisture content in the system and in the refrigerant must be avoided under all circumstances! Use R717 with a water content of max. 400 ppm!



NOTICE

BITZER reciprocating compressors are not approved for polyalkylene glycol oils (PAG). For BITZER screw compressors, a PAG oil can be selected - together with the appropriate shaft seal.

For "dry" or semi-flooded evaporators, insoluble oils such as mineral oils or poly-alpha-olefins (PAO) are also suitable. Due to the high discharge gas temperature and the low liquid density of R717, oil transport on the high pressure side is unproblematic. However, special requirements apply to the oil return from the evaporator.

The following design criteria must be taken into account:

- Dry evaporators:
 - Use an expansion valve with particularly stable control characteristics!
 - Use optimised injection distribution and pipe length!
 - Sufficiently high suction gas velocity and turbulence – if necessary, use a multiple-circuit cooler for capacity control.
 - Use oil with favourable viscosity characteristics for the respective application range.
- Semi-flooded evaporators:
 - Install a high-quality injection system.
 - If required, install a downstream suction accumulator.
 - Implement a separate oil return from the lower liquid level of the evaporator or suction accumulator combined with an oil rectifier (heat exchanger) → return of the oil into the suction gas flow directly at the screw compressor or into the crankcase of reciprocating compressors!
 - Use oil with a pour point below the lowest evaporation temperature!



Information

In the further course of the document only examples and applications with oils that are insoluble in R717 are described.

3.2.1 Oils for refrigerant R717

BITZER reciprocating compressors for R717 are supplied filled with Reniso KC68 mineral oil or optionally with SHC226E poly-alpha-olefin oil as standard.

BITZER OS. compressors for R717 are supplied as standard without oil.

The following oils are available separately:

- Reniso UltraCool 68 (Poly-alpha-olefin oil (PAO) with seal conditioner (SC))
- SHC226E (poly-alpha-olefin oil (PAO))
- Reniso KC68 (mineral oil (MO))

Positive experiences have been made with the following oils, among others:

- Reniso KM32
- Reniso KS46
- Reflo 68A

Reniso UltraCool 68 shows very good overall properties (a very good cold flow behaviour, good compatibility with common sealing materials, low evaporation losses) and is therefore recommended as a standard oil for applications with R717.

Technical data

	Reniso KM32	Reniso KS46	Reniso KC68	Reflo 68A	Reniso UltraCool 68	SHC226E	Unit
	MO			MO	PAO / SC	PAO	
Density at 15°C	0.881	0.894	0.894	0.866	0,854	0.830	g/ml
Flashpoint	202	204	223	236	250	250	°C
Pour point	-45	-42	-39	-42	-48	-45	°C
Kinematic viscosity							
at 40°C	32	46	68	58	62	67	cSt
at 100°C	4.9	5.8	7.2	7.9	9.1	10.1	cSt
Specific heat capacity							
at 40°C	1.95	1.94	1.93	1.96	2,07	2.16	kJ/kg*K
at 100°C	2.17	2.16	2.17	2.17	2,28	2.38	kJ/kg*K
Thermal conductivity							
at 40°C	0.13	0.13	0.12	0.13	0,14	0.14	W/m*K
at 100°C	0.13	0.13	0.12	0.13	0,14	0.14	W/m*K
Food safety							
NSF-Certification			H2 ②	H2 ②	H2 ②	H1 ①	

Tab. 1: Technical data of the oils for refrigerant R717

① NSF H1 certification: Lubricant suitable for the food industry. Approved for "incidental food contact".

② NSF H2 certification: General lubricant in the food industry. The use of which excludes direct contact with food.

Material safety data sheets

Apart from this document, please observe the material safety data sheet (MSDS) for the respective oil. It contains information on toxicity, handling, personal protective equipment and disposal of the oil. Material safety data sheets for all BITZER oils are available *on request*.

Warning values for used oils

The listed oils are categorized as group KAA according to DIN51503, Part 1. To determine the used condition of the oil, e.g. with respect to water content or kinematic viscosity, the reference values of DIN 51503, Part 2, apply. The visual assessment (oil sample from the low pressure side) is also decisive: clear oil in the colour of fresh oil and without solid components is generally still usable. If the oil is noticeably darker than fresh oil, the water content in particular should be checked.

Oil	Kinematic viscosity at 40°C (DIN EN ISO3104)	Max. water content (DIN51777)	Total acid number (DIN ISO6618)
Reniso KM32	outside of 27 .. 37 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg oil	0.3 mg KOH/g
Reniso KS46	outside of 39 .. 53 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg oil	0.3 mg KOH/g
Reniso KC68	outside of 58 .. 78 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg oil	0.3 mg KOH/g
Reflo 68A	outside of 49 .. 67 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg oil	0.3 mg KOH/g
Reniso UltraCool 68	outside of 53 .. 71 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg oil	0.3 mg KOH/g
SHC226E	outside of 57 .. 77 cSt (*)	100 mg H ₂ O/kg oil	0.3 mg KOH/g

Tab. 2: Warning values for used oils for the refrigerant R717.

(*): that is ± 15% of the value for new oil. According to the standard, larger deviations in the direction of a higher viscosity are permissible,

Elastomer compatibility

Mineral oils or poly-alpha-olefin oil with seal conditioner with refrigerant R717:

Recommended seal materials:

- chlorobutadiene rubber, e.g. neoprenes
- hydrogenated acrylonitrile butadiene rubber, nitrile content >36%

Poly-alpha-olefins with refrigerant R717:

Relevant literature recommends the following seal material:

- hydrogenated acrylonitrile butadiene rubber, nitrile content >36%

3.2.2 Oil circuits

Oil circuit OS.A53 .. 74

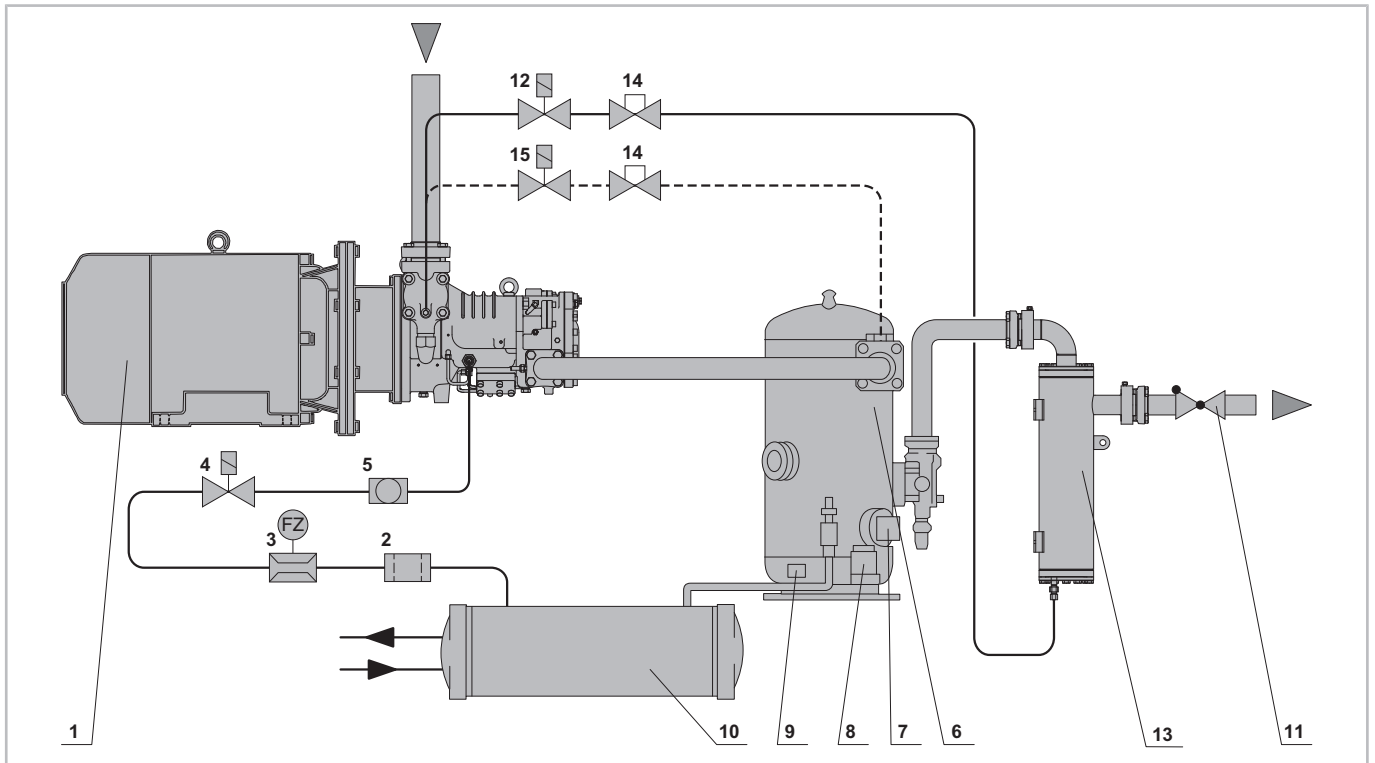


Fig. 5: Oil circuit OS.A53 .. OS.A74 with secondary oil separator

Legend items	
1	Compressor (for OSA74, with motor)
2	Oil filter
3	Oil flow switch
4	Oil solenoid valve (for OS.A105: 2 valves)
5	Sight glass
6	Primary oil separator / combined oil separator
7	Oil level switch
8	Oil heater thermostat
9	Oil heater
10	Oil cooler (if required)
11	Check valve
12	Solenoid valve (oil return secondary stage)
13	Secondary oil separator (the only oil separator for reciprocating compressors)
14	Shut-off valve
15	Solenoid valve (standstill bypass) (if needed)
TS	Thermostat (oil return release)

Tab. 3: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

Oil circuit OS.A85

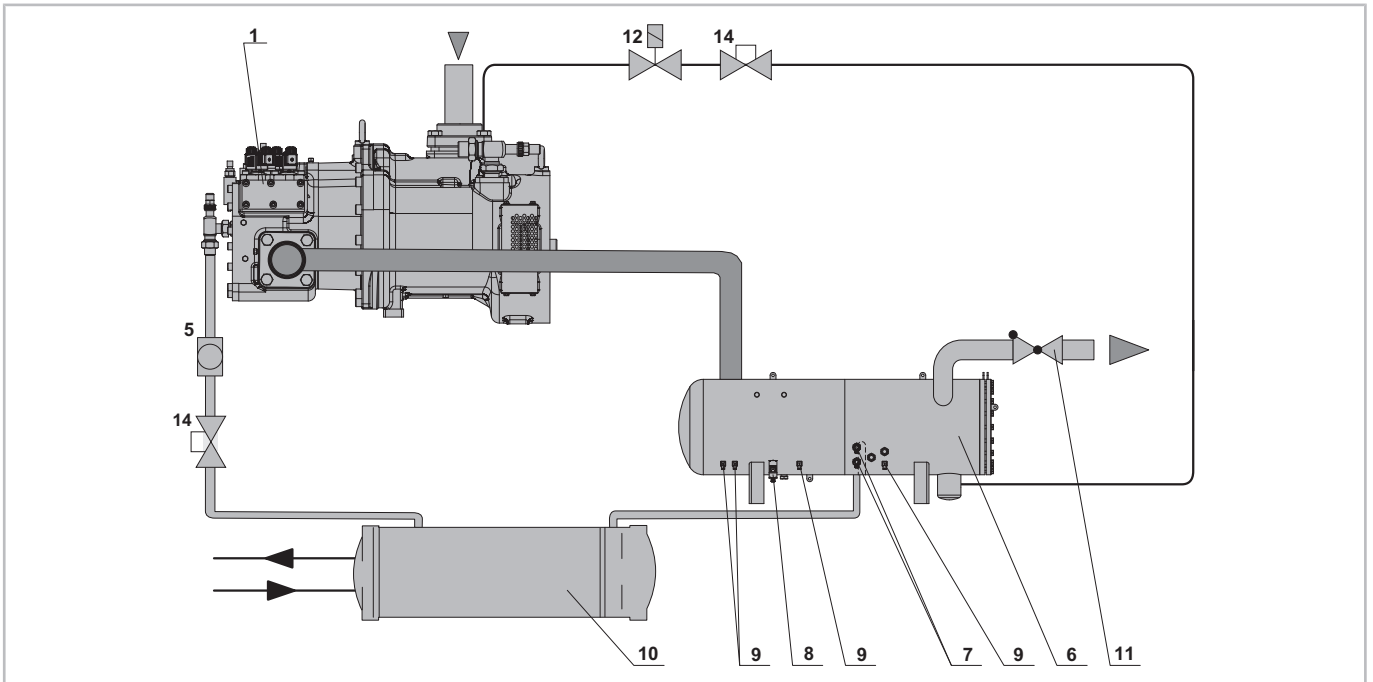


Fig. 6: Oil circuit OS.A85 with integrated oil management and combined oil separators OAHC65051A

Legend items	
1	Compressor (for OSA74, with motor)
2	Oil filter
3	Oil flow switch
4	Oil solenoid valve (for OS.A105: 2 valves)
5	Sight glass
6	Primary oil separator / combined oil separator
7	Oil level switch
8	Oil heater thermostat
9	Oil heater
10	Oil cooler (if required)
11	Check valve
12	Solenoid valve (oil return secondary stage)
13	Secondary oil separator (the only oil separator for reciprocating compressors)
14	Shut-off valve
15	Solenoid valve (standstill bypass) (if needed)
TS	Thermostat (oil return release)

Tab. 4: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

Oil circuit OS.A95 .. 105

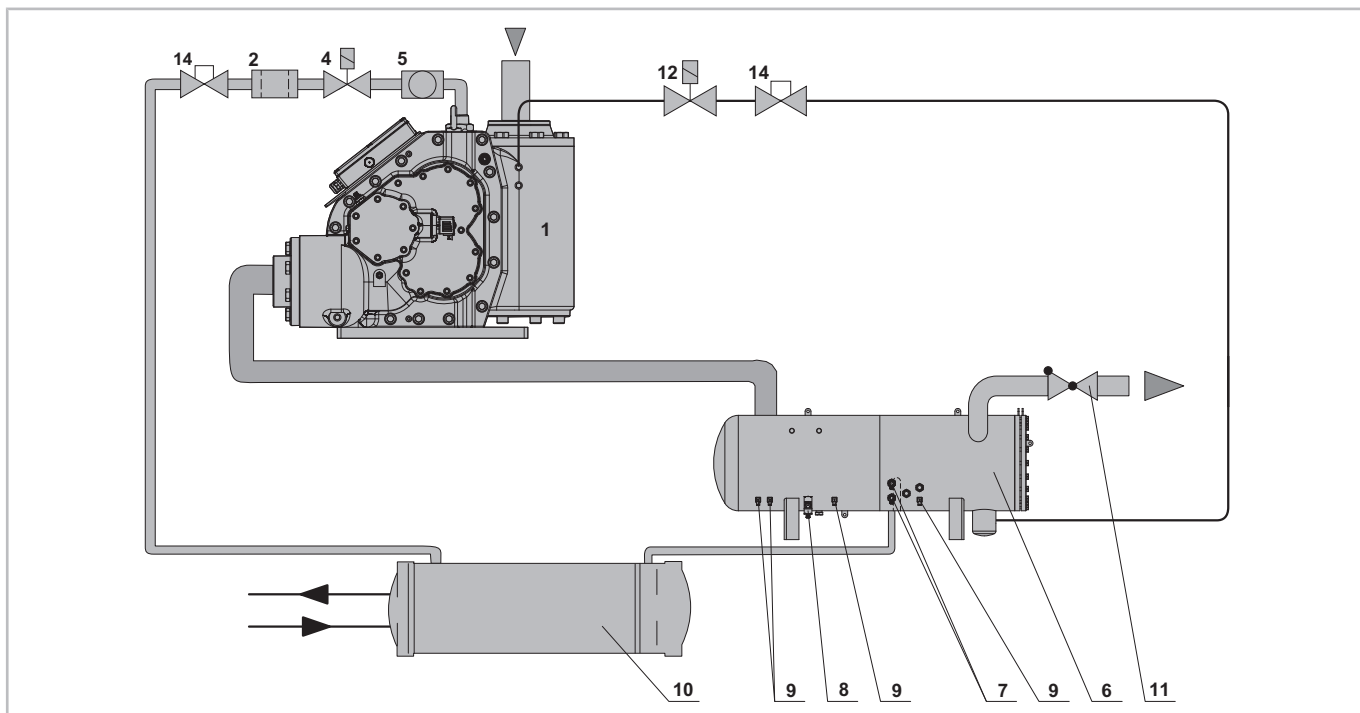


Fig. 7: Oil circuit OS.A95 with combined oil separator OAH65051A

Legend items	
1	Compressor (for OSA74, with motor)
2	Oil filter
3	Oil flow switch
4	Oil solenoid valve (for OS.A105: 2 valves)
5	Sight glass
6	Primary oil separator / combined oil separator
7	Oil level switch
8	Oil heater thermostat
9	Oil heater
10	Oil cooler (if required)
11	Check valve
12	Solenoid valve (oil return secondary stage)
13	Secondary oil separator (the only oil separator for reciprocating compressors)
14	Shut-off valve
15	Solenoid valve (standstill bypass) (if needed)
TS	Thermostat (oil return release)

Tab. 5: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

Oil circuit W6.A-K

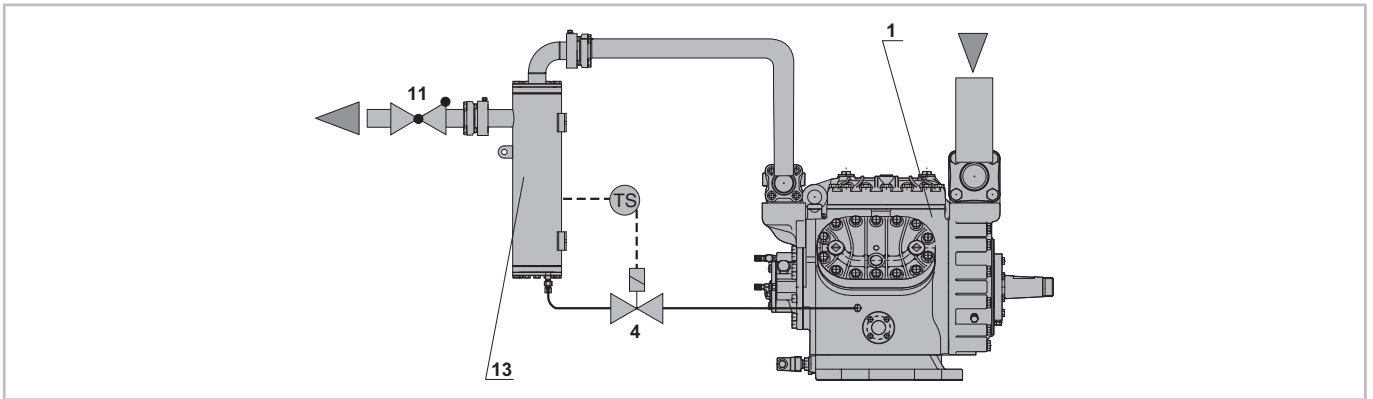


Fig. 8: Oil circuit for open drive reciprocating compressors: W6.A-K

Legend items	
1	Compressor (for OSA74, with motor)
2	Oil filter
3	Oil flow switch
4	Oil solenoid valve (for OS.A105: 2 valves)
5	Sight glass
6	Primary oil separator / combined oil separator
7	Oil level switch
8	Oil heater thermostat
9	Oil heater
10	Oil cooler (if required)
11	Check valve
12	Solenoid valve (oil return secondary stage)
13	Secondary oil separator (the only oil separator for reciprocating compressors)
14	Shut-off valve
15	Solenoid valve (standstill bypass) (if needed)
TS	Thermostat (oil return release)

Tab. 6: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

3.2.3 Oil cooling

Oil cooling with air cooled oil cooler

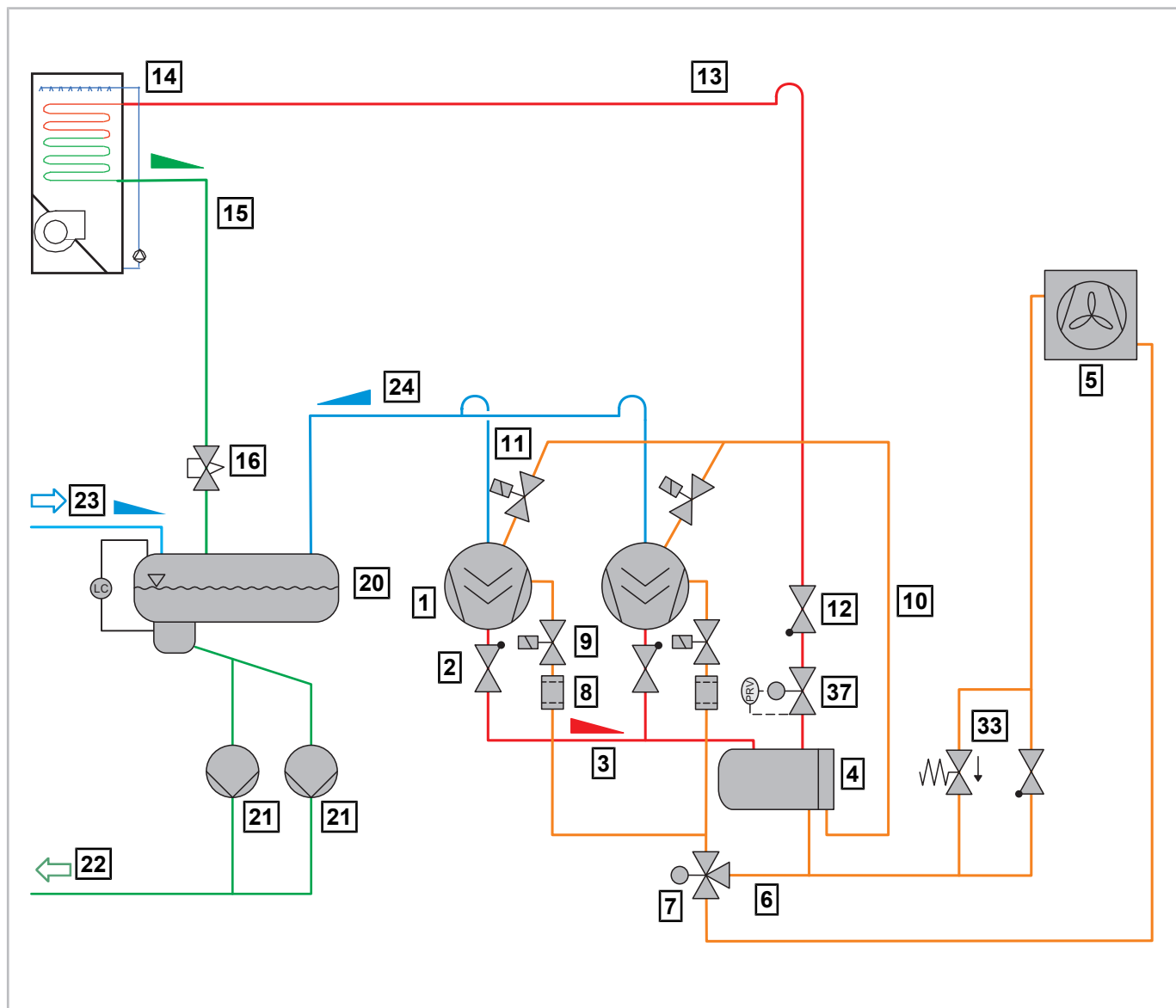


Fig. 9: R717 oil cooling circuit with air cooled oil cooler

Legend items	
1	Compressor
2	Check valve, discharge gas connection
3	Discharge gas line to the oil separator installation with inclination
4	Oil separator
5	Oil cooler
6	Oil line, primary oil circuit
7	Mixing valve, primary oil circuit
8	Filter, primary oil circuit
9	Solenoid valve, primary oil circuit

Legend items	
10	Oil line, secondary oil circuit
11	Solenoid valve, secondary oil circuit
12	Check valve and/or pressure control valve, discharge gas line
13	Discharge gas line to the condenser
14	(Evaporative) condenser
15	Liquid line to the expansion valve. Installation with inclination
16	Expansion valve
17	Solenoid valve, liquid line
18	ECO intermediate pressure vessel ("open flash")
19	ECO heat exchanger, flooded
20	R717 suction accumulator
21	R717 liquid pump(s)
22	R717 pump inlet flow (to the evaporators)
23	R717 pump return flow, wet. Installation with downward inclination
24	R717 suction gas line, dry. Installation with upward inclination
25	R717 ECO suction gas line, dry. Installation with upward inclination
26	R717 bypass suction gas line, dry. Installation with upward inclination
27	ECO bypass valve
28	Solenoid valve in the ECO suction gas line at the compressor
29	Check valve in the ECO suction gas line at the compressor
30	Cooling water control valve
31	Cooling water supply
32	Cooling water return
33	Pressure relief valve (required in connection with a check valve)
34	R717 return line, wet. Installation with upward inclination
35	R717 return line, dry. Installation with upward inclination
36	Thermosiphon receiver
37	Pressure regulation valve
LC	Level monitoring
TS	Thermostat

Tab. 7: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

Oil cooling with water cooled oil cooler

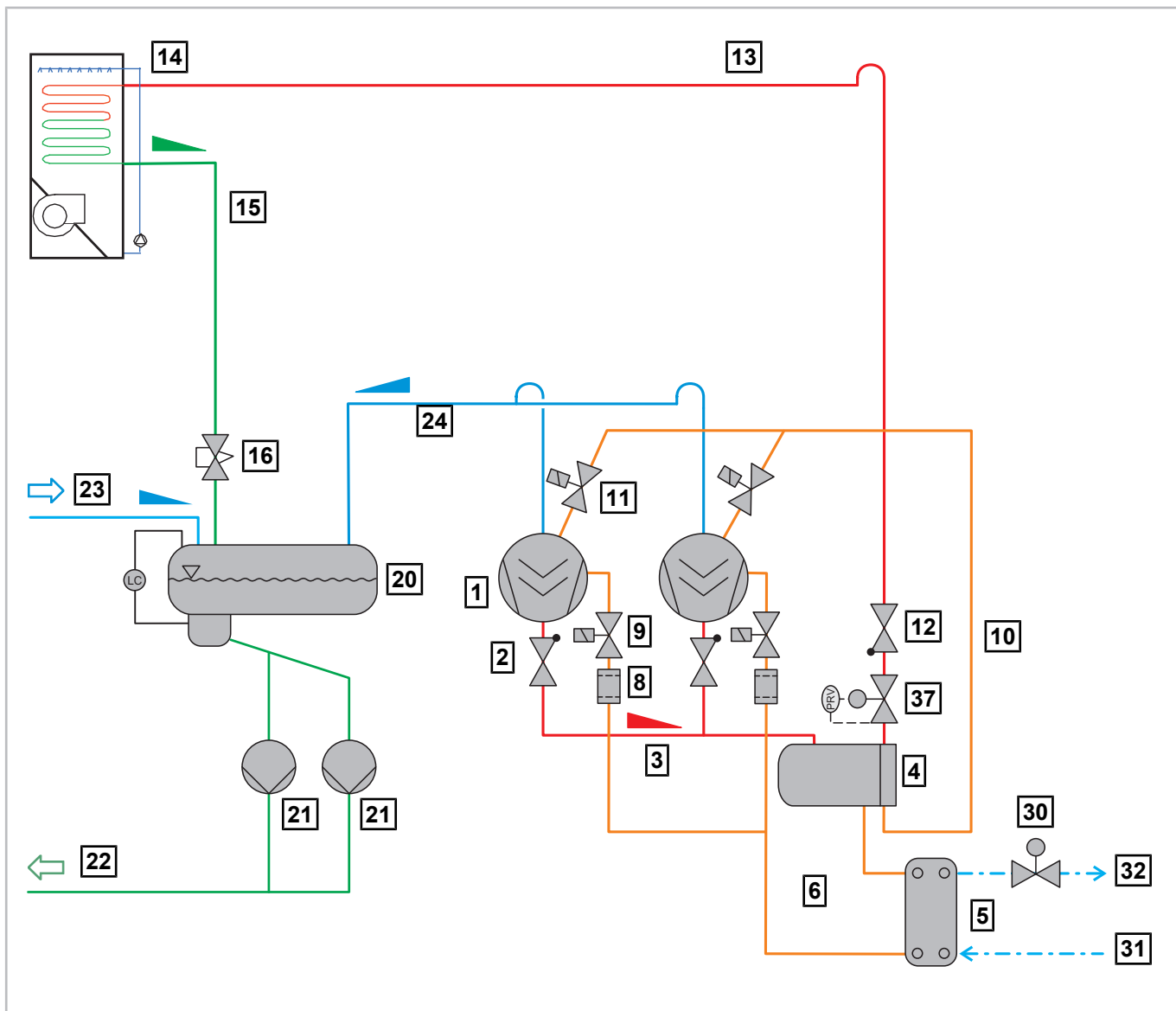


Fig. 10: R717 oil cooling circuit with water cooled oil cooler

Legend items	
1	Compressor
2	Check valve, discharge gas connection
3	Discharge gas line to the oil separator installation with inclination
4	Oil separator
5	Oil cooler
6	Oil line, primary oil circuit
7	Mixing valve, primary oil circuit
8	Filter, primary oil circuit
9	Solenoid valve, primary oil circuit
10	Oil line, secondary oil circuit
11	Solenoid valve, secondary oil circuit

Legend items	
12	Check valve and/or pressure control valve, discharge gas line
13	Discharge gas line to the condenser
14	(Evaporative) condenser
15	Liquid line to the expansion valve. Installation with inclination
16	Expansion valve
17	Solenoid valve, liquid line
18	ECO intermediate pressure vessel ("open flash")
19	ECO heat exchanger, flooded
20	R717 suction accumulator
21	R717 liquid pump(s)
22	R717 pump inlet flow (to the evaporators)
23	R717 pump return flow, wet. Installation with downward inclination
24	R717 suction gas line, dry. Installation with upward inclination
25	R717 ECO suction gas line, dry. Installation with upward inclination
26	R717 bypass suction gas line, dry. Installation with upward inclination
27	ECO bypass valve
28	Solenoid valve in the ECO suction gas line at the compressor
29	Check valve in the ECO suction gas line at the compressor
30	Cooling water control valve
31	Cooling water supply
32	Cooling water return
33	Pressure relief valve (required in connection with a check valve)
34	R717 return line, wet. Installation with upward inclination
35	R717 return line, dry. Installation with upward inclination
36	Thermosiphon receiver
37	Pressure regulation valve
LC	Level monitoring
TS	Thermostat

Tab. 8: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

Oil cooling with section in the condenser

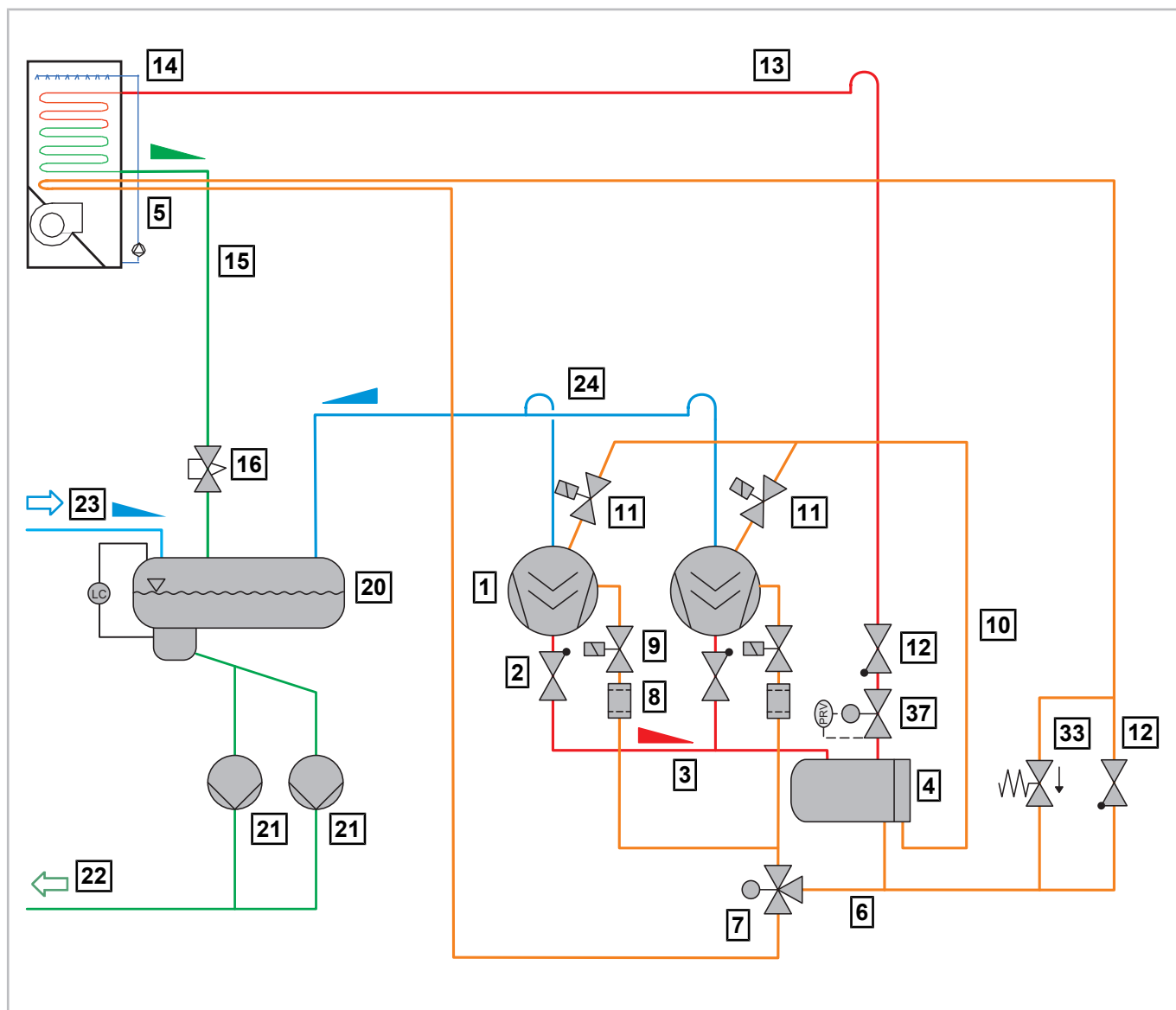


Fig. 11: R717 oil cooling circuit with section in the condenser

Legend items	
1	Compressor
2	Check valve, discharge gas connection
3	Discharge gas line to the oil separator installation with inclination
4	Oil separator
5	Oil cooler
6	Oil line, primary oil circuit
7	Mixing valve, primary oil circuit
8	Filter, primary oil circuit
9	Solenoid valve, primary oil circuit
10	Oil line, secondary oil circuit
11	Solenoid valve, secondary oil circuit

Legend items	
12	Check valve and/or pressure control valve, discharge gas line
13	Discharge gas line to the condenser
14	(Evaporative) condenser
15	Liquid line to the expansion valve. Installation with inclination
16	Expansion valve
17	Solenoid valve, liquid line
18	ECO intermediate pressure vessel ("open flash")
19	ECO heat exchanger, flooded
20	R717 suction accumulator
21	R717 liquid pump(s)
22	R717 pump inlet flow (to the evaporators)
23	R717 pump return flow, wet. Installation with downward inclination
24	R717 suction gas line, dry. Installation with upward inclination
25	R717 ECO suction gas line, dry. Installation with upward inclination
26	R717 bypass suction gas line, dry. Installation with upward inclination
27	ECO bypass valve
28	Solenoid valve in the ECO suction gas line at the compressor
29	Check valve in the ECO suction gas line at the compressor
30	Cooling water control valve
31	Cooling water supply
32	Cooling water return
33	Pressure relief valve (required in connection with a check valve)
34	R717 return line, wet. Installation with upward inclination
35	R717 return line, dry. Installation with upward inclination
36	Thermosiphon receiver
37	Pressure regulation valve
LC	Level monitoring
TS	Thermostat

Tab. 9: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

Oil cooling with thermosiphon

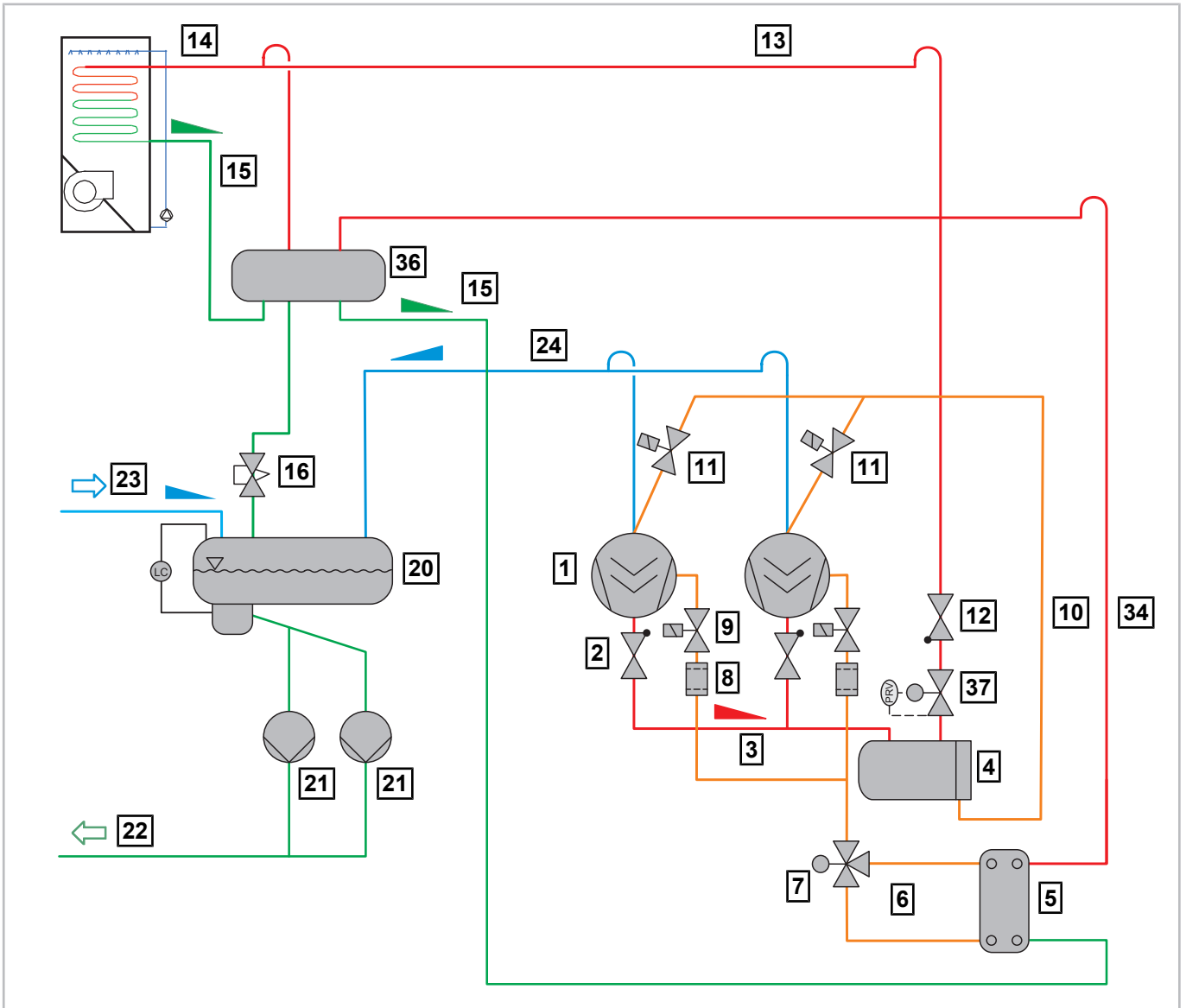


Fig. 12: R717 oil cooling circuit with thermosiphon

Legend items

1	Compressor
2	Check valve, discharge gas connection
3	Discharge gas line to the oil separator installation with inclination
4	Oil separator
5	Oil cooler
6	Oil line, primary oil circuit
7	Mixing valve, primary oil circuit
8	Filter, primary oil circuit
9	Solenoid valve, primary oil circuit
10	Oil line, secondary oil circuit
11	Solenoid valve, secondary oil circuit

Legend items	
12	Check valve and/or pressure control valve, discharge gas line
13	Discharge gas line to the condenser
14	(Evaporative) condenser
15	Liquid line to the expansion valve. Installation with inclination
16	Expansion valve
17	Solenoid valve, liquid line
18	ECO intermediate pressure vessel ("open flash")
19	ECO heat exchanger, flooded
20	R717 suction accumulator
21	R717 liquid pump(s)
22	R717 pump inlet flow (to the evaporators)
23	R717 pump return flow, wet. Installation with downward inclination
24	R717 suction gas line, dry. Installation with upward inclination
25	R717 ECO suction gas line, dry. Installation with upward inclination
26	R717 bypass suction gas line, dry. Installation with upward inclination
27	ECO bypass valve
28	Solenoid valve in the ECO suction gas line at the compressor
29	Check valve in the ECO suction gas line at the compressor
30	Cooling water control valve
31	Cooling water supply
32	Cooling water return
33	Pressure relief valve (required in connection with a check valve)
34	R717 return line, wet. Installation with upward inclination
35	R717 return line, dry. Installation with upward inclination
36	Thermosiphon receiver
37	Pressure regulation valve
LC	Level monitoring
TS	Thermostat

Tab. 10: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

4 Properties of R717 – system and design criteria

4.1 General chemical and physical properties of R717

Natural halogen-free substance without any ozone depletion potential (PDP=0) and without green-house effect (GWP=0).

- **High toxicity:**

- Occupational exposure limit value: 20 ppm (formerly "Maximum workplace concentration" - MAK value).
- Intense odour, therefore good perceptibility even at harmless concentration (from approx. 5 ppm).
- Odour nuisance occurs at a concentration of approx. 250 ppm or more.
- In case of suddenly occurring high concentration: irritation of the mucous membranes, panic reaction, coughing, cramps, or even paralysis and suffocation.

- **Explosive between approx. 15 .. 30 vol. % in air (150.000 .. 302.00 ppm)**

Due to the high ignition energy and ignition temperature (auto-ignition temperature 651°C), the risk of explosion is classified as low. Special measures for explosion protection are not required!

- **Ammonia vapour is lighter than air**

and therefore moves upward. In the case of emissions, natural or mechanical ventilation is relatively easy to ensure. The contaminated air must therefore be extracted below the ceiling and supply air must be introduced at floor level.

The design and the protection of the system corresponds to the national regulations and standards for refrigerants of group B2L (EN378-1). In Germany, the following regulations apply: Accident prevention regulations BGR500, chap. 2.35, formerly VBG 20, safety standard EN378, Industrial Safety Regulation (BetrSichV), Technical Regulations for Safety in the Workplace (TRBS), "Technical Regulations for Pressure Vessels" (TRB), "Technical Regulations for Pipelines" (TRR), AD codes of practice.

The resulting consequences include:

- Evidence of the staff's special expertise in installation, commissioning, operation and service is required.
- Special requirements for the planning and design of the system.
- Separate machinery rooms for refrigerant charges of more than 50 kg (e.g. with monitored venting system -> gas warning system)
- Welded joints of refrigerant-carrying pipes (from DN 25) must be checked by specialists or technical experts.
- Access to system only by authorized persons having received an appropriate training.
- Limitations in areas open to the public (use of systems with secondary (brine) circuit).

All important guidelines are summarised in the report on the AiF research project 9404B "Safety of ammonia refrigeration projects".

- **R717 has a corrosive effect on copper materials**

and non-ferrous metals and is incompatible with a number of plastics

Resulting measures:

- Refrigerant lines, heat exchangers, fittings must be made of steel or stainless steel. Welded connections on larger pipes (from DN 25) are subject to examination by experts.
- Use resistant plastic materials or elastomers.
- Use of compressors with open drive (*Compressors*).

NOTICE

Ammonia (R717) is strongly hygroscopic!

Work carefully and avoid penetration of water and/or air humidity into the system!

A high water content in ammonia systems modifies the evaporation temperature and reduces system efficiency, especially for low temperature applications!

Moreover, water can only be removed with great effort using so-called system cleaners or by renewing the refrigerant charge!

- When draining R717 into water, use a check valve.
- System parts to be opened must be flushed with dry nitrogen first.
- Avoid the formation of condensate! Let cold components warm up.
- Evacuate the system carefully before (re-)commissioning.
- Due to the special conditions in compact air conditioning systems, high demands are placed on the dryness (use R717 with a water content of max. 400 ppm)!
- Minimum water content of the new R717: 25 ppm

R717 has a high electric conductivity – resulting design criteria:

- Observe special requirements for electrical components inside the refrigeration circuit (e.g. canned motor pumps).

R717 is nearly insoluble in conventional lubricants – resulting selection criteria or measures (*Oils and their influence on system design*):

- The use of flooded evaporators combined with high efficiency oil separators and oil return from the systems (automatic or, in case of regular maintenance, manual).
- For compact systems with "dry" or semi-flooded evaporators, the use of flowable oils is necessary, possibly in combination with special oil separators and oil return devices.

4.2 Thermodynamic properties of R717

Ammonia has predominantly favourable thermodynamic characteristics and a low energy requirement. Disadvantages include the high operating temperatures during compression (discharge gas temperature).

- Very high evaporation enthalpy
- Extremely low refrigerant mass flow, but this makes injection control more difficult at low capacities and/or dry expansion.
- Very low vapour and liquid density
- Outstanding heat transfer values, partly due to intensive boiling.

Resulting selection criteria or measures:

- Relatively small dimensions for pipes, refrigerant pumps, control devices
- Low pressure drops
- High oil separator efficiency
- Minimum refrigerant charge possible, especially with compact systems (optimised liquid coolers with up to approx. 30 kW refrigerating capacity per kg R717)
- Especially high coefficients of performance at medium or high temperature conditions
- Specific adaptation of the heat exchanger and the expansion devices to the mass and volume flow characteristics required (*Oils and their influence on system design*)
- The "dry evaporation" places high demands on the refrigerant distribution, especially in case of strongly sub-cooled liquid (e.g. 2-stage economiser)

- Take suitable measures to protect against wet operation and liquid slugging (suction accumulator, expansion devices with stable control behaviour)
- High adiabatic exponent, resulting in high discharge gas and oil temperatures limiting the application range of the compressor (*Compressors*).

Relatively small enthalpy difference in the superheated vapour phase, leads to significant temperature and volume changes in case of heat input.

Resulting design criteria:

- Limitations in the application range of the compressor, low temperature applications for reciprocating compressors are only possible with 2-stage compression or, for screw compressors, with oil cooling.
- Heat exchangers must be designed for small differences in temperature (low pressure ratio) and low suction gas superheat
- Heat exchangers must preferably be in flooded or pumped design
- Install short and well isolated suction gas lines (for low pressure drops)
- Operation in vacuum range already occurs at an evaporation temperature lower than -33.4°C.

Resulting measures:

- Use high quality shaft seals, seals and packing glands
- Install an automatic venting system

Sym- bol			R717	R22	R404A	R410A	R134a
M	Molecular mass	g/mol	17.03	86.5	97.6	72.6	102
K	Adiabatic exponent at 20°C and 1013 mbar	cp/cv	1.31	1.18	1.12	1.17	1.11
t _n	Normal boiling point	°C	-33.4	-40.8	-46.2	-51.4	-26.1
ρ	Density of the liquid at 40°C	kg/dm ³	0.58	1.13	0.97	0.98	1.15
p	Vapour pressure -10°C Vapour pressure +40°C	bar	2.9	3.54	4.34	5.72	2.01
		bar	15.5	15.3	18.2	24.1	10.2
t _{cr}	Critical temperature	°C	132	96.1	72	71.3	101.1
p _{cr}	Critical pressure	bar	113.5	49.9	37.3	49	40.7
AEL*	Toxicity	ppm	50	1000	1000	1000	1000
ODP	Ozone depletion potential		0	0.055	0	0	0
GWP	Global warming potential		0	1810	3922	2088	1430

Tab. 11: Properties of R717 compared with R22 and HFC refrigerants

Global warming potential according to IPCC IV (time horizon 100 years), also basis for the EU F-Gas Regulation 517/2014.

* Acceptable exposure limit

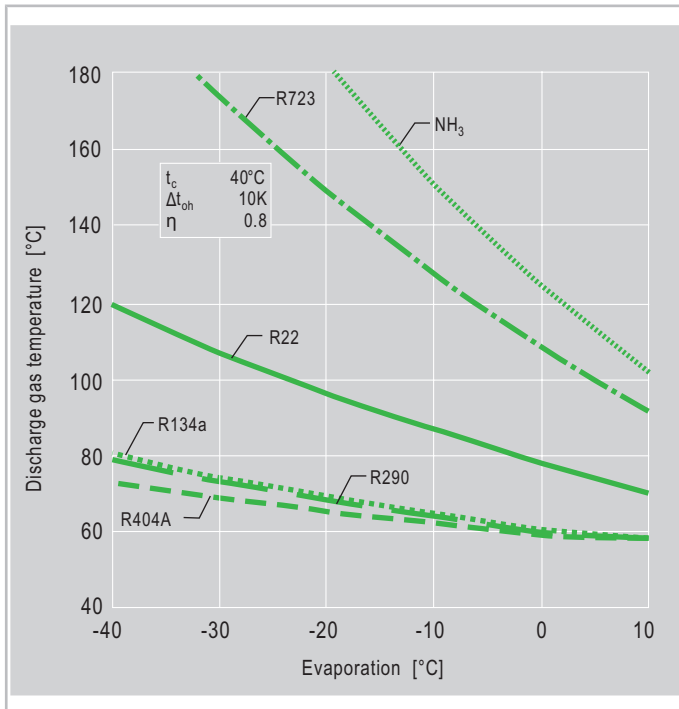


Fig. 13: Discharge gas temperatures of various refrigerants compared with R717

5 System design



DANGER

Danger to life in case of refrigerant leakage!

Ammonia (R717) is toxic and, when present in high concentration, causes burns to the skin, mucous membranes and eyes and leads to paralysis and suffocation!



In liquid form, it can cause frostbite on contact with the skin!

When working on the system: Wear personal protective equipment!

Equip the machinery room and the hazardous area according to EN378-3, 5.17!

- From a refrigerant charge of 50 kg, install a gas warning system!
- From a refrigerant charge of 500 kg, take additional measures to detect possible ammonia contamination in all connected water or liquid circuits!

Since ammonia (R717) is lighter than air, the contaminated air must be extracted below the ceiling and supply air is introduced at floor level.



DANGER

Risk of bursting of components and pipes due to excess liquid pressure.

Vessel and pipes may burst, small components may shoot out. The pressure wave may be lethal.

Leave sufficient gas volume above the liquids.

- ▶ Make sure not to exceed maximum admissible pressures!
- ▶ Avoid overcharging the system with refrigerant under all circumstances!
- ▶ Protect system areas where liquid refrigerant can be trapped during operation against excessive pressure! For this, overflow devices or pressure relief valves can be used.

NOTICE



Ammonia (R717) is strongly hygroscopic!

Work carefully and avoid penetration of water and/or air humidity into the system!

A high water content in ammonia systems modifies the evaporation temperature and reduces system efficiency, especially for low temperature applications!

Moreover, water can only be removed with great effort using so-called system cleaners or by renewing the refrigerant charge!

- When draining R717 into water, use a check valve.
- System parts to be opened must be flushed with dry nitrogen first.
- Avoid the formation of condensate! Let cold components warm up.
- Evacuate the system carefully before (re-)commissioning.
- Due to the special conditions in compact air conditioning systems, high demands are placed on the dryness (use R717 with a water content of max. 400 ppm)!

Due to the special properties of R717, observe the following points when designing the system:

Installation

The system must be installed according to all applicable regulations and standards!

- Refrigeration systems with a charge of >300 kg must be installed in a special machinery room.
- Leaking refrigerant must be safely discharged to the outside without danger to the environment.
- The tightness of the refrigeration system must be monitored by a gas warning system (charge > 50 kg).
- All components and parts used must be compatible with R717.
- Access to and working in the machinery room is permitted for qualified and authorised staff only.
- Personnel protective equipment must be made available to all employees working on the R717 refrigeration system.

Pipe layout

Observe the following points for the design and pipe layout of systems with flooded evaporators:

- Due to the use of R717-insoluble oils, there is no oil return with the suction gas. A highly efficient oil separation is required!
- When using an automatic oil return from the system, the oil quality on the suction side must be controlled at regular intervals. On the low pressure side, there will be a high concentration of dirt particles and water!
- The suction gas line connected to the R717 suction accumulator or evaporator is a "dry suction gas line". No oil is returned with the suction gas!
- Thanks to the flooded operation, there is (almost) no overheat on the suction side. Due to control fluctuations, condensate formation in the suction gas line cannot be excluded. In order to avoid a wet operation of the compressors, the suction gas line must be installed with a slight upward inclination in flow direction. This will ensure that the condensate can flow back against the gas flow.

Technical documents for further information:

- *AT-300*: Schematic wiring diagrams for BITZER products
- *AT-320*: Connections and shut-off valves for BITZER compressors
- *KT-420*: BITZER reciprocating compressors with external frequency inverters
- *ST-420*: BITZER screw compressors with external frequency inverters

5.1 R717: Operation without economiser (ECO) in parallel compounding

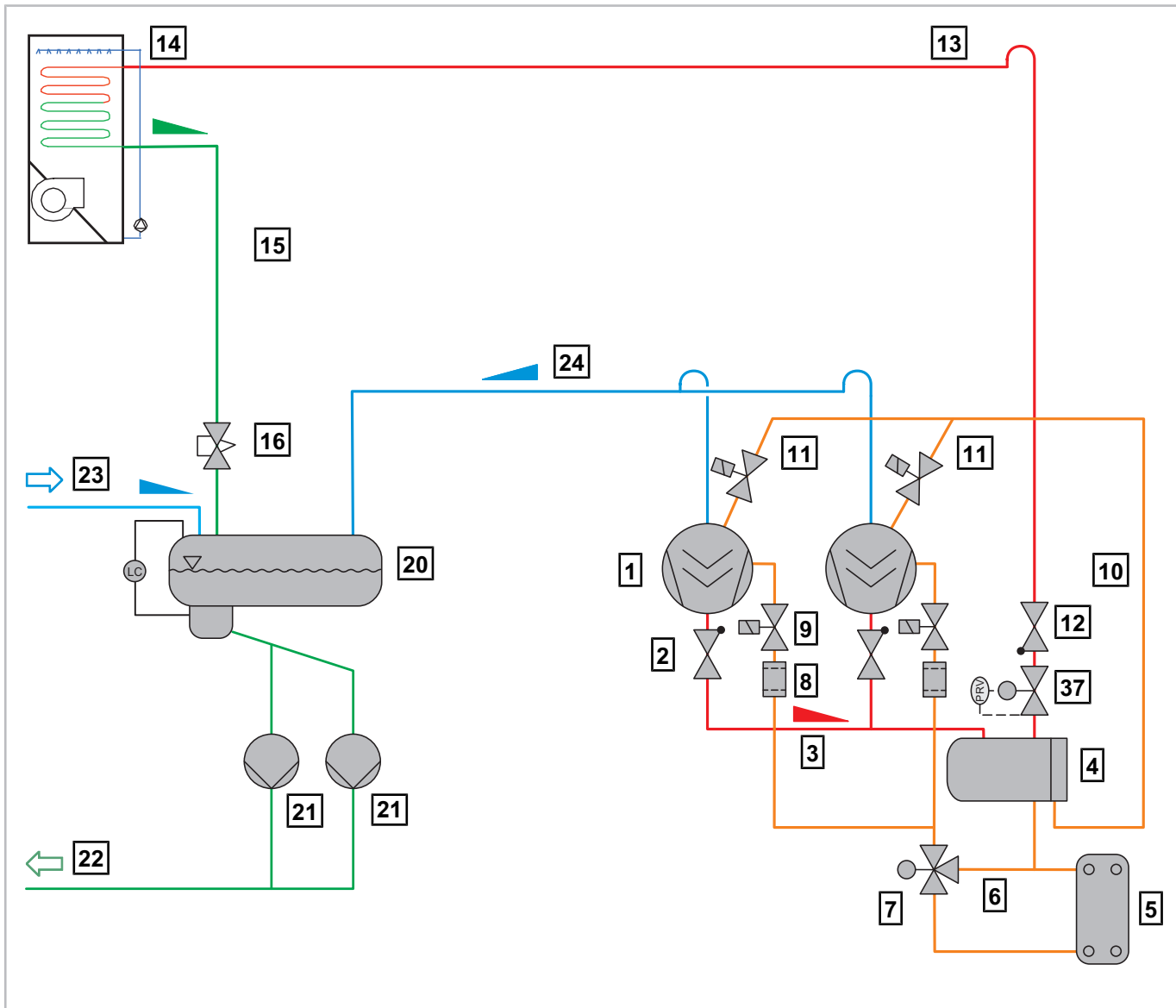


Fig. 14: R717 system diagram: Operation without economiser (ECO) in parallel compounding

Legend items	
1	Compressor
2	Check valve, discharge gas connection
3	Discharge gas line to the oil separator installation with inclination
4	Oil separator
5	Oil cooler
6	Oil line, primary oil circuit
7	Mixing valve, primary oil circuit
8	Filter, primary oil circuit
9	Solenoid valve, primary oil circuit
10	Oil line, secondary oil circuit
11	Solenoid valve, secondary oil circuit

Legend items	
12	Check valve and/or pressure control valve, discharge gas line
13	Discharge gas line to the condenser
14	(Evaporative) condenser
15	Liquid line to the expansion valve. Installation with inclination
16	Expansion valve
17	Solenoid valve, liquid line
18	ECO intermediate pressure vessel ("open flash")
19	ECO heat exchanger, flooded
20	R717 suction accumulator
21	R717 liquid pump(s)
22	R717 pump inlet flow (to the evaporators)
23	R717 pump return flow, wet. Installation with downward inclination
24	R717 suction gas line, dry. Installation with upward inclination
25	R717 ECO suction gas line, dry. Installation with upward inclination
26	R717 bypass suction gas line, dry. Installation with upward inclination
27	ECO bypass valve
28	Solenoid valve in the ECO suction gas line at the compressor
29	Check valve in the ECO suction gas line at the compressor
30	Cooling water control valve
31	Cooling water supply
32	Cooling water return
33	Pressure relief valve (required in connection with a check valve)
34	R717 return line, wet. Installation with upward inclination
35	R717 return line, dry. Installation with upward inclination
36	Thermosiphon receiver
37	Pressure regulation valve
LC	Level monitoring
TS	Thermostat

Tab. 12: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

5.2 R717: Operation with economiser (ECO) in parallel compounding

5.2.1 ECO operation with intermediate pressure vessel

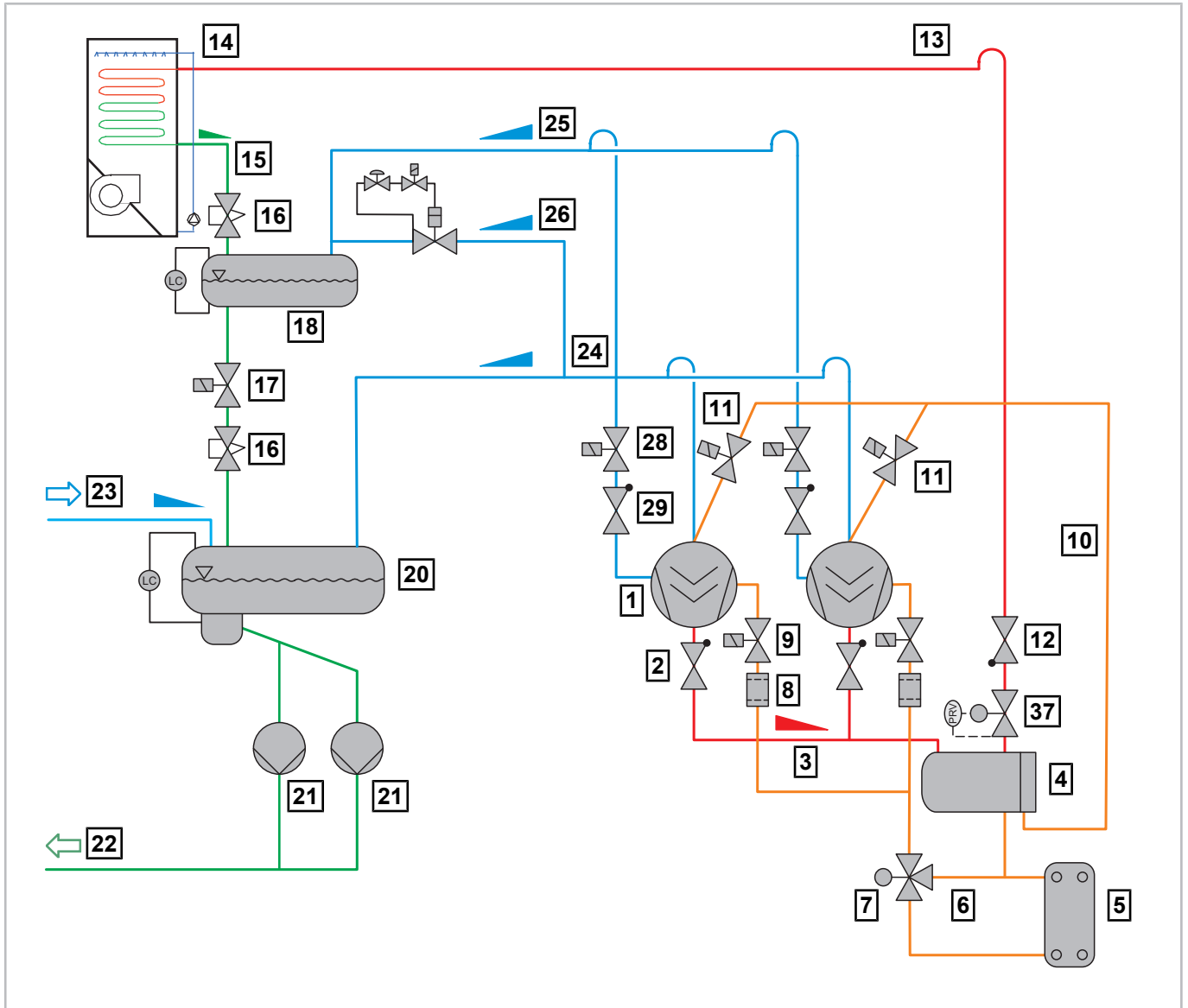


Fig. 15: R717 system diagram: ECO operation with intermediate pressure vessel in parallel compounding

Legend items	
1	Compressor
2	Check valve, discharge gas connection
3	Discharge gas line to the oil separator installation with inclination
4	Oil separator
5	Oil cooler
6	Oil line, primary oil circuit
7	Mixing valve, primary oil circuit
8	Filter, primary oil circuit
9	Solenoid valve, primary oil circuit

Legend items	
10	Oil line, secondary oil circuit
11	Solenoid valve, secondary oil circuit
12	Check valve and/or pressure control valve, discharge gas line
13	Discharge gas line to the condenser
14	(Evaporative) condenser
15	Liquid line to the expansion valve. Installation with inclination
16	Expansion valve
17	Solenoid valve, liquid line
18	ECO intermediate pressure vessel ("open flash")
19	ECO heat exchanger, flooded
20	R717 suction accumulator
21	R717 liquid pump(s)
22	R717 pump inlet flow (to the evaporators)
23	R717 pump return flow, wet. Installation with downward inclination
24	R717 suction gas line, dry. Installation with upward inclination
25	R717 ECO suction gas line, dry. Installation with upward inclination
26	R717 bypass suction gas line, dry. Installation with upward inclination
27	ECO bypass valve
28	Solenoid valve in the ECO suction gas line at the compressor
29	Check valve in the ECO suction gas line at the compressor
30	Cooling water control valve
31	Cooling water supply
32	Cooling water return
33	Pressure relief valve (required in connection with a check valve)
34	R717 return line, wet. Installation with upward inclination
35	R717 return line, dry. Installation with upward inclination
36	Thermosiphon receiver
37	Pressure regulation valve
LC	Level monitoring
TS	Thermostat

Tab. 13: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

5.2.2 ECO operation with heat exchanger, flooded

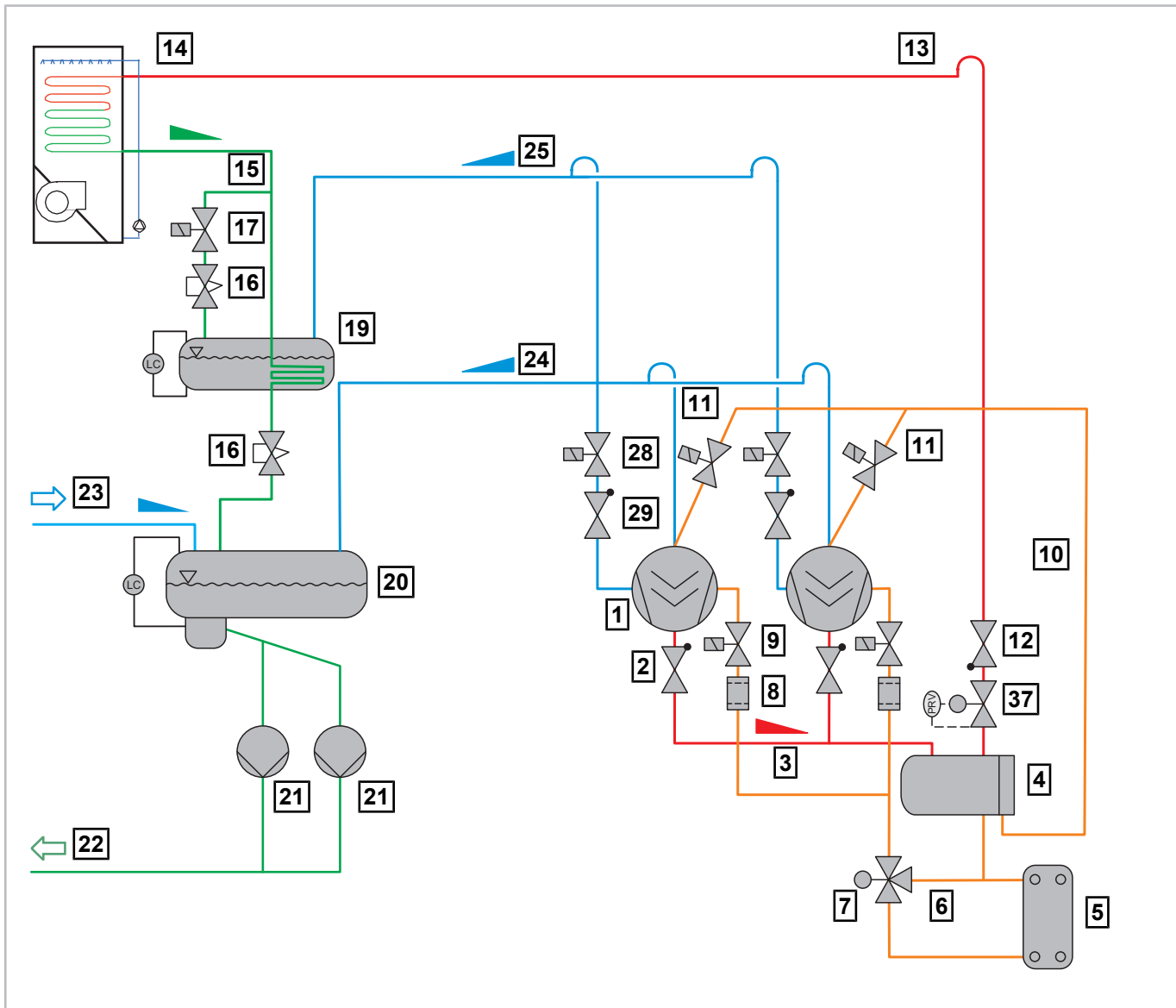


Fig. 16: R717 system diagram: ECO operation with flooded heat exchanger in parallel compounding

Legend items	
1	Compressor
2	Check valve, discharge gas connection
3	Discharge gas line to the oil separator installation with inclination
4	Oil separator
5	Oil cooler
6	Oil line, primary oil circuit
7	Mixing valve, primary oil circuit
8	Filter, primary oil circuit
9	Solenoid valve, primary oil circuit
10	Oil line, secondary oil circuit
11	Solenoid valve, secondary oil circuit

Legend items	
12	Check valve and/or pressure control valve, discharge gas line
13	Discharge gas line to the condenser
14	(Evaporative) condenser
15	Liquid line to the expansion valve. Installation with inclination
16	Expansion valve
17	Solenoid valve, liquid line
18	ECO intermediate pressure vessel ("open flash")
19	ECO heat exchanger, flooded
20	R717 suction accumulator
21	R717 liquid pump(s)
22	R717 pump inlet flow (to the evaporators)
23	R717 pump return flow, wet. Installation with downward inclination
24	R717 suction gas line, dry. Installation with upward inclination
25	R717 ECO suction gas line, dry. Installation with upward inclination
26	R717 bypass suction gas line, dry. Installation with upward inclination
27	ECO bypass valve
28	Solenoid valve in the ECO suction gas line at the compressor
29	Check valve in the ECO suction gas line at the compressor
30	Cooling water control valve
31	Cooling water supply
32	Cooling water return
33	Pressure relief valve (required in connection with a check valve)
34	R717 return line, wet. Installation with upward inclination
35	R717 return line, dry. Installation with upward inclination
36	Thermosiphon receiver
37	Pressure regulation valve
LC	Level monitoring
TS	Thermostat

Tab. 14: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

5.3 R717: System diagram of reciprocating compressor in parallel compounding

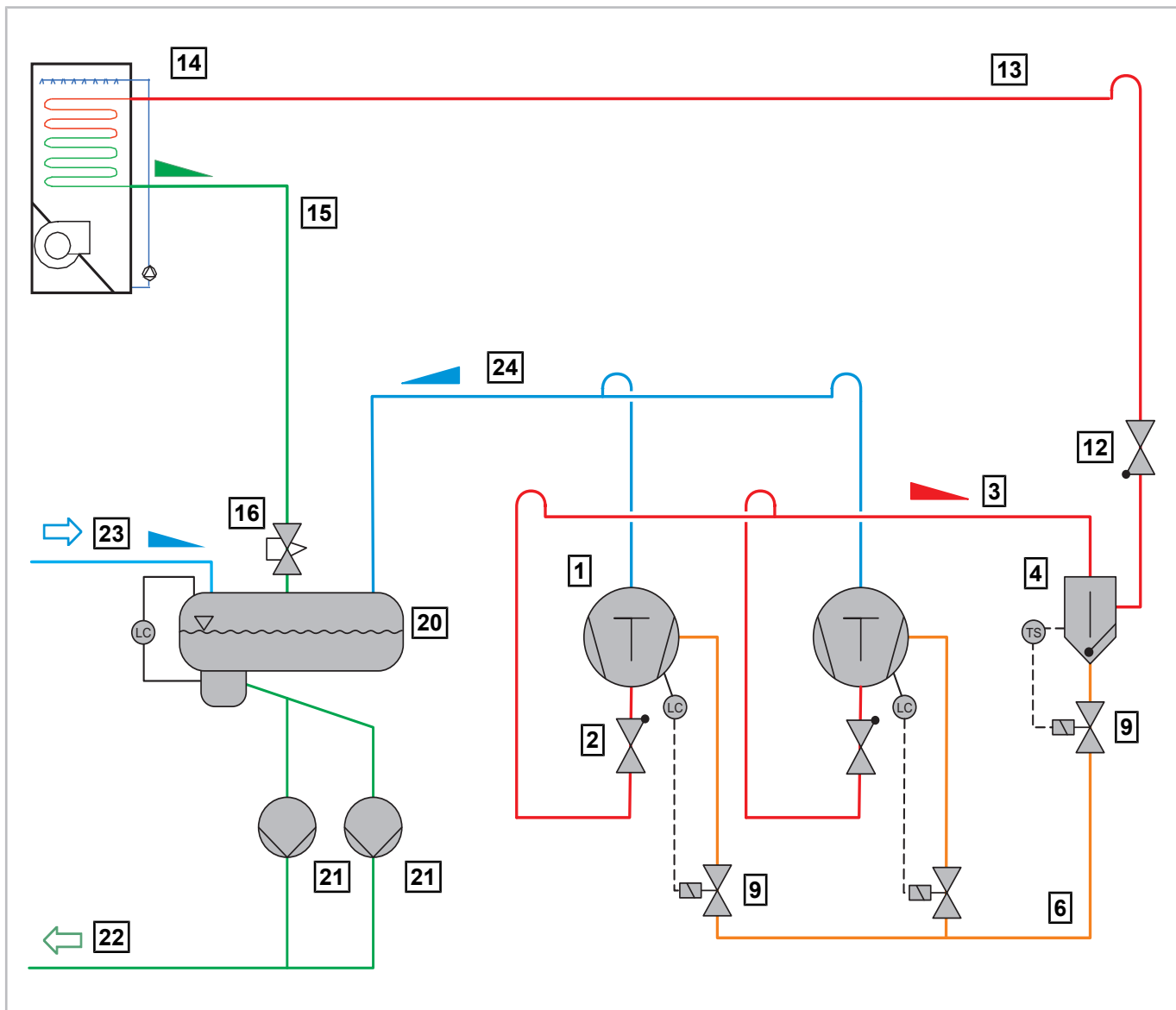


Fig. 17: R717 system diagram of reciprocating compressor: W2.A-K .. W6.A-K

Legend items	
1	Compressor
2	Check valve, discharge gas connection
3	Discharge gas line to the oil separator installation with inclination
4	Oil separator
5	Oil cooler
6	Oil line, primary oil circuit
7	Mixing valve, primary oil circuit
8	Filter, primary oil circuit
9	Solenoid valve, primary oil circuit
10	Oil line, secondary oil circuit
11	Solenoid valve, secondary oil circuit

Legend items	
12	Check valve and/or pressure control valve, discharge gas line
13	Discharge gas line to the condenser
14	(Evaporative) condenser
15	Liquid line to the expansion valve. Installation with inclination
16	Expansion valve
17	Solenoid valve, liquid line
18	ECO intermediate pressure vessel ("open flash")
19	ECO heat exchanger, flooded
20	R717 suction accumulator
21	R717 liquid pump(s)
22	R717 pump inlet flow (to the evaporators)
23	R717 pump return flow, wet. Installation with downward inclination
24	R717 suction gas line, dry. Installation with upward inclination
25	R717 ECO suction gas line, dry. Installation with upward inclination
26	R717 bypass suction gas line, dry. Installation with upward inclination
27	ECO bypass valve
28	Solenoid valve in the ECO suction gas line at the compressor
29	Check valve in the ECO suction gas line at the compressor
30	Cooling water control valve
31	Cooling water supply
32	Cooling water return
33	Pressure relief valve (required in connection with a check valve)
34	R717 return line, wet. Installation with upward inclination
35	R717 return line, dry. Installation with upward inclination
36	Thermosiphon receiver
37	Pressure regulation valve
LC	Level monitoring
TS	Thermostat

Tab. 15: Legend

Legend includes connection points that are not used in all diagrams.

6 Selection via BITZER Software

6.1 Selecting compressors via BITZER SOFTWARE

Example:

Refrigerating capacity 3 compressors	300 kW
Operating conditions	$t_o = -35^{\circ}\text{C}$ $t_c = +35^{\circ}\text{C}$ $\Delta t_{oh} = 1\text{ K}$
Nominal supply voltage	400 V / 3 / 50 Hz
Economiser operation	ECO operation with intermediate pressure vessel liquid temperature approx. -18°C

Tab. 16: General conditions for a calculation example in the BITZER SOFTWARE

1. On the start screen: Select the SCREW COMPRESSORS OPEN-DRIVE compressor technology



Fig. 18: Selecting the SCREW COMPRESSORS OPEN-DRIVE

2. Select or enter the general conditions (points 1-10) and start the calculation by clicking the button

BITZER SOFTWARE

2 Parallel compound

Series: all

Refrigerant: R717 (NH3)

Reference temperature: Dew point temp.

Compressor selection

- Cooling capacity: 300 kW
- Compressor model
- Number compressors: 3
- 1.1: 33.3 % incl. CR
- 1.2: 33.3 % incl. CR
- 1.3: 33.3 % incl. CR

Operating point

Number of operating points: 2

	to [°C]	tc [°C]
A	-35	35
B	-10	35

Operating conditions

Subcooling method: Economiser

- Liq. subc. (in conden...): 0 K
- Difference Tcu - Tms: 0 K
- Suct. gas superheat: 1 K
- Useful superheat: 100 %

External oil cooling: Automatic

Cooling capacity: Auto

Drive

Compressor speed: 2900 /min

35.0°C, n/a, -34.0°C, -35.0°C, -34.0°C

Please configure the input parameters and then click the "Calculate" button.

Fig. 19: Selecting or entering the general conditions and starting the calculation

3. Calculation details and manual compressor selection

The compressors selected by the BITZER SOFTWARE for the operating point can be changed manually by clicking on the arrows next to the compressor names. Afterwards a new calculation can be started by clicking the button.

By selecting the **DETAIL** tab and clicking the icon next to the points A (operating point) and B (start point), all calculation details of the selected compressors are displayed. Further information can be displayed in the tabs **LIMITS**, **TECHNICAL DATA**, **DIMENSIONS**, **INFORMATION**, **DOCUMENTATION**.

BITZER SOFTWARE

Screw Compressors, Open-Drive

Series:

Refrigerant:

Reference temperature:

Compressor selection

Cooling capacity: 350 kW

Compressor model

Number compressors:

1.1 incl. CR

1.2 incl. CR

1.3 incl. CR

Operating point

Number of operating points:

	to [°C]	tc [°C]
A	<input type="text" value="-35"/>	<input type="text" value="35"/>
B	<input type="text" value="-10"/>	<input type="text" value="35"/>

Operating conditions

Subcooling method:

Liq. subc. (in condenser): K

Difference Tcu - Tms: K

Suct. gas superheat: K

Useful superheat: %

External oil cooling: Auto

Cooling capacity:

Drive

Compressor speed:

Result
Limits
Technical Data
Dimensions
Accessories

Overview
Detail

	>> A	>> B
Evaporating SST	-35,00 °C	-10,00 °C
Condensing SDT	35,0 °C	35,0 °C

Compressor	Total	Total
Cooling capacity		
Cooling capacity	388 kW	1183 kW
Cooling capacity *	--	--
Evaporator capacity	388 kW	1183 kW
Shaft power	233 kW	290 kW
Condenser capacity	458 kW	1356 kW
Ratio	--	--
COP/EER	1,67	4,08
COP/EER *	--	--
Mass flow LP	1087 kg/h	3535 kg/h
Mass flow HP	1317 kg/h	3900 kg/h
Operating mode	Economiser	Economiser
Liquid temp. (sc)	--	--
Mass flow ECO	230 kg/h	365 kg/h
sub cooler load	70,6 kW	114,9 kW
sat. ECO Temp.	-15,26 °C	10,08 °C
ECO pressure	--	--
Oil volume flow	10,31 m³/h	9,11 m³/h
Cooling method	External	External
Oil injection temp. comp.	47,2 °C	53,5 °C
Oil cooler load	162,9 kW	116,9 kW
Recommended driving motor	--	--
Discharge gas temp. with cooling	80,0 °C	80,0 °C
Discharge gas temp. w/o cooling	--	121,4 °C

Fig. 20: Calculation details and manual compressor selection

6.2 Selecting accessories via BITZER SOFTWARE

After having selected the compressors (*Selecting compressors via BITZER SOFTWARE*), the motor, oil cooler and oil separator can be selected.

Switching to the accessories module

In the upper menu bar, choose the tab ACCESSORIES.



Information

The button for the accessories module will only become active after a previous calculation!

6.2.1 Selecting motor and coupling

The BITZER SOFTWARE will automatically calculate the optimum combination for the selected compressors and the selected application. Individual parameters, such as ENCLOSURE CLASS, EFFICIENCY CLASS, OPERATING POINT, CAPACITY, can be changed manually by clicking the respective drop-down menus (☑).

Further information can be displayed by clicking the LIMITS, TECHNICAL DATA, DIMENSIONS, DOCUMENTATION tabs.

The screenshot displays the BITZER SOFTWARE interface. On the left, the 'Screw Compressors, Open-Drive' section is active, showing settings for Series (all), Refrigerant (R717 (NH3)), Reference temperature (Dew point temp), Compressor selection (Cooling capacity: 300 kW, Compressor model selected), Number of compressors (3), and three compressor units (1.1, 1.2, 1.3) all set to OSNA8591-K. The 'Operating point' section shows 2 operating points with A at -35°C and B at -10°C. The 'Operating conditions' section shows Economiser subcooling method and various temperature/pressure settings. The 'Drive' section shows a compressor speed of 2900 /min.

The main panel is titled 'Motor & Coupling' and has a checked 'Add to system configuration' option. It is divided into two sections:

- Configuration:** Enclosure class (IP55), Efficiency class (IE3), Operating point (Auto).
- Product selection:** Compressor (OSNA8591-K) and Motor (Auto) are listed for each of the three compressor units, all with a power of 110,0 kW.

Below this, the 'Result' tab is selected, showing a table of results for three OSNA8591 compressors. The table lists various parameters such as Recommendation, Selection, Motor construction size, Recommended and Selected operating points, Motor power, Enclosure class, Efficiency class, Flange diameter, Shaft length, Shaft diameter, Coupling, Hub length, and Coupling housing.

Compressor:	OSNA8591	OSNA8591	OSNA8591
Recommendation:	110,0 kW	110,0 kW	110,0 kW
Selection:	110,0 kW	110,0 kW	110,0 kW
Motor construction size	315S	315S	315S
Recommended operating point:	B	B	B
Selected operating point:	B	B	B
Motor power	110,0 kW (50 Hz)	110,0 kW (50 Hz)	110,0 kW (50 Hz)
Enclosure class	IP55	IP55	IP55
Efficiency class	IE3	IE3	IE3
Flange diameter	660 mm (FF 600)	660 mm (FF 600)	660 mm (FF 600)
Shaft length	140 mm	140 mm	140 mm
Shaft diameter	65 mm	65 mm	65 mm
Coupling	KS800	KS800	KS800
Hub length	70 mm	70 mm	70 mm
Coupling housing	GS7140	GS7140	GS7140

Fig. 21: Selecting motors and couplings via the BITZER SOFTWARE

6.2.2 Selecting an oil cooler

In the OIL COOLER section, individual parameters such as DESIGN, AMBIENT TEMPERATURE / WATER INLET TEMPERATURE, OPERATING POINT can be selected manually via the respective drop-down menus (☑).

For the selected application, however, no air cooled oil cooler from BITZER is available, and coolant-cooled oil coolers only on request.

The screenshot displays the BITZER SOFTWARE interface. On the left, the 'Screw Compressors, Open-Drive' section is active, showing parameters like Series (all), Refrigerant (R717 (NH3)), and Reference temperature (Dew point temp.). Below this, the 'Compressor selection' section shows 'Cooling capacity' (300 kW) and 'Compressor model' (OSNA8591-K). The 'Operating point' section shows 'Number of operating points' (2) and a table with columns 'to [°C]' and 'tc [°C]'. The table has two rows: A (-35, 35) and B (-10, 35). On the right, the 'Accessories' tab is active, showing the 'Oil cooler' dropdown highlighted in green. Below it, the 'Add to system configuration' checkbox is checked. The 'Configuration' section shows 'Design' (Coolant-Cooled), 'Water inlet temp.' (27 °C), 'Operating point' (Auto), and 'Common' (checked). The 'Product selection' section shows 'Compressor' (Oil cooler) and three 'OSNA8591-K' units (Auto). At the bottom, the 'Result' tab is active, showing a message: '#1: Oil coolers for ammonia on request: [157]'.

Fig. 22: Selecting an oil cooler in the BITZER SOFTWARE

All relevant data and information for choosing a suitable oil cooler can be found in BITZER SOFTWARE:

- ▶ Return to the tab RESULT in order to quit the accessories module.
- ▶ On the left side under EXTERNAL OIL COOLING, choose one of the parameters OIL INJECTION TEMP. COMP. or DISCHARGE GAS TEMP. WITH COOLING.
- ▶ Enter the desired temperature.
- ▶ Start the calculation by clicking the button and go to DETAIL.
- ▶ The data on oil volume flow, oil injection temperature and oil cooler load is displayed in the result window.

BITZER SOFTWARE

Screw Compressors, Open-Drive

Series: all

Refrigerant: R717 (NH3)

Reference temperature: Dew point temp.

Compressor selection

Cooling capacity: 300 kW

Compressor model

Number compressors: 3

1.1 OSNA8591-K incl. CR

1.2 OSNA8591-K incl. CR

1.3 OSNA8591-K incl. CR

Operating point

Number of operating points: 2

	to [°C]	tc [°C]
A	-35	35
B	-10	35

Operating conditions

Subcooling method: Economiser

Liq. subc. (in condenser): 0 K

Difference Tcu - Tms: 0 K

Suct. gas superheat: 1 K

Useful superheat: 100 %

External oil cooling

Discharge gas temp. with cooling: 80 °C

Cooling capacity: Auto

Drive

Compressor speed: 2900 /min

Result
Limits
Technical Data
Dimensions

Overview
Detail

	>> A	>> B
Evaporating SST	-35,00 °C	-10,00 °C
Condensing SDT	35,0 °C	35,0 °C

Compressor	Total	Total
Cooling capacity		
Cooling capacity	388 kW	1183 kW
Cooling capacity *	--	--
Evaporator capacity	388 kW	1183 kW
Shaft power	233 kW	290 kW
Condenser capacity	458 kW	1356 kW
Ratio	--	--
COP/EER	1,67	4,08
COP/EER *	--	--
Mass flow LP	1087 kg/h	3535 kg/h
Mass flow HP	1317 kg/h	3900 kg/h
Operating mode	Economiser	Economiser
Liquid temp. (sc)	--	--
Mass flow ECO	230 kg/h	365 kg/h
sub cooler load	70,6 kW	114,9 kW
sat. ECO Temp.	-15,26 °C	10,08 °C
ECO pressure	--	--
Oil volume flow	10,31 m³/h	9,11 m³/h
Cooling method	External	External
Oil injection temp. comp.	47,2 °C	53,5 °C
Oil cooler load	162,9 kW	116,9 kW
Recommended driving motor	--	--
Discharge gas temp. with cooling	80,0 °C	80,0 °C
Discharge gas temp. w/o cooling	--	121,4 °C

Fig. 23: Relevant data and information for choosing a suitable oil cooler in the BITZER SOFTWARE. Here, an oil cooler with a load of 162.9 kW is required.

For the oil characteristics: *Oils for refrigerant R717*.

For detailed information about oil cooling see also:

- *ST-140*: External oil cooling for screw compressors

6.2.3 Selecting an oil separator

The BITZER SOFTWARE will calculate the optimal combination for the selected compressors and application. Individual parameters such as DESIGN, OPERATING POINT can be changed manually via the respective drop-down menus (☑).

Further information is available in the tabs LIMITS, TECHNICAL DATA, DIMENSIONS, DOCUMENTATION.

BITZER SOFTWARE

Result Limits Technical Data Dimensions Accessories

Screw Compressors, Open-Drive

Series: all
 Refrigerant: R717 (NH3)
 Reference temperature: Dew point temp.

Compressor selection

○ Cooling capacity: 300 kW
 ● Compressor model

Number compressors: 3

1.1 OSNA8591-K incl. CR
 1.2 OSNA8591-K incl. CR
 1.3 OSNA8591-K incl. CR

Operating point

Number of operating points: 2

	to [°C]	tc [°C]
A	-35	35
B	-10	35

Operating conditions

Subcooling method: Economiser

Liq. subc. (in condenser): 0 K
 Difference Tcu - Tms: 0 K
 Suct. gas superheat: 1 K
 Useful superheat: 100 %

External oil cooling: Automatic Auto

Cooling capacity: Auto

Drive

Compressor speed: 2900 /min

Oil separator

Add to system configuration

Configuration

Design: Auto
 Operating point: Auto
 Common:

Product selection

Compressor: Oil separator
 OSNA8591-K: Auto
 OSNA8591-K: Auto
 OSNA8591-K: Auto

Result Limits Technical Data Dimensions Documentation

Compressor: (All)	
Recommendation:	OAHC65051A
Selection OAHC65051A	
Recommended operating point:	A
Selected operating point:	A
Quantity	1
Max. HP mass flow	6033 kg/h
Mass flow load	21,83 %
Max. oil volume flow	12,20 m³/h
Oil volume flow load	84,47 %

Fig. 24: Selecting an oil separator in the BITZER SOFTWARE

To go from the accessories module back to the calculation screen, choose the tab RESULT in the top menu.

7 Conversion of existing (H)CFC and HFC systems to R717

The refrigerant R717 is not suitable for the conversion of existing H(CFC) or HFC systems. A completely new design with all components would be required.