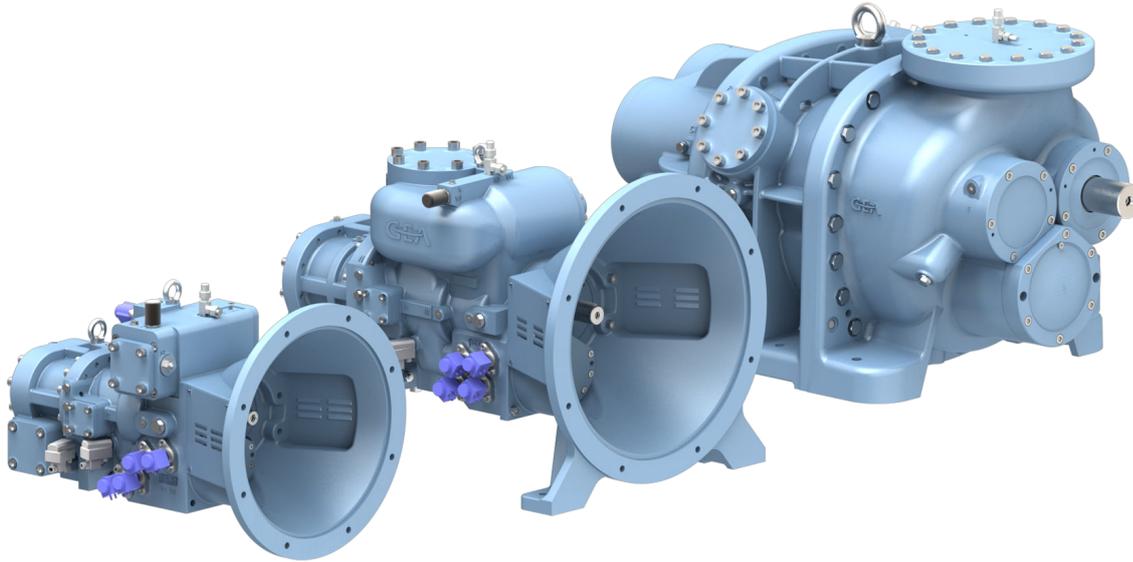


PRODUKTINFORMATION

Originaldokument



GEA Schraubenverdichter Baugrößen C ... XH

COPYRIGHT

Alle Rechte vorbehalten.

Nichts aus dieser Dokumentation darf ohne die vorherige schriftliche Genehmigung der

- GEA Refrigeration Germany GmbH

nachfolgend **Hersteller** genannt, in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) vervielfältigt oder verbreitet werden. Diese Einschränkung gilt auch für die in der Dokumentation enthaltenen Zeichnungen und Diagramme.

GESETZLICHER HINWEIS

Diese Dokumentation wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Der Hersteller haftet nicht für die in dieser Dokumentation enthaltenen Fehler bzw. für die sich daraus ergebenden Folgen.

VERWENDETE SYMBOLE

Gefahr

Steht für eine unmittelbare Gefahr, die zu schweren Körperverletzungen oder zum Tod führt.

► Beschreibung zur Abwendung der Gefahr.

Warnung

Steht für eine möglicherweise gefährliche Situation, die zu schweren Körperverletzungen oder zum Tod führt.

► Beschreibung zur Abwendung der gefährlichen Situation.

Vorsicht

Steht für eine möglicherweise gefährliche Situation, die zu leichten Körperverletzungen oder zu Sachschäden führen könnte.

► Beschreibung zur Abwendung der gefährlichen Situation.

Achtung

Steht für einen wichtigen Hinweis, dessen Beachtung für die bestimmungsgemäße Verwendung und Funktion des Produktes wichtig ist.

► Beschreibung der erforderlichen Aktion zur bestimmungsgemäßen Funktion des Produktes.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	7
1.1	Einsatzfeld	7
1.2	Lieferprogramm	7
1.3	Technische Merkmale	9
2	PRODUKTÜBERSICHT	11
3	VERDICHTERBEZEICHNUNG	12
3.1	Produktbezeichnung Schraubenverdichter	12
4	ERZEUGNISAUSFÜHRUNG	16
5	EINSATZBEDINGUNGEN	18
6	Baureihe M; Baugrößen C, D, E, G	22
6.1	Nenndaten; Baugrößen C, D, E, G	22
6.2	Hauptabmessungen; Baugrößen C, D, E, G	24
6.3	Kupplungsgehäuse	32
6.4	Anschlüsse Baugrößen C, D, E, G	36
6.5	Bedingungen für Kältemittelanschlüsse	44
6.6	Aufstellung des Verdichters	45
6.7	Technische Forderungen für Kupplungen	48
6.8	Schwingungen, Schall, zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen C, D, E, G	50
6.9	Einsatzgrenzen	55
6.10	Inbetriebnahme, Baugrößen C, D, E, G	58
6.10.1	Erstinbetriebnahme	58
6.10.2	Inbetriebnahme nach längerer Stillstandszeit	63
6.10.3	Automat-Betrieb (Start-Stop Betrieb)	67
7	Baureihe M; Baugrößen H, L, M, N	70
7.1	Nenndaten; Baugrößen H, L, M, N	70
7.2	Hauptabmessungen; Baugrößen H, L, M, N	71
7.3	Kupplungsgehäuse	77
7.4	Anschlüsse; Baugrößen H, L, M, N	89
7.5	Bedingungen für Kältemittelanschlüsse	97
7.6	Aufstellung des Verdichters	98
7.7	Technische Forderungen für Kupplungen	100
7.8	Schwingungen, Schall, Zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen H, L, M, N	101
7.9	Einsatzgrenzen	107
7.10	Inbetriebnahme, Baugrößen H, L, M, N	111
7.10.1	Erstinbetriebnahme	111
7.10.2	Inbetriebnahme nach längerer Stillstandszeit	116
7.10.3	Automat-Betrieb (Start-Stop Betrieb)	120
8	Baureihe LT; Baugrößen P - XH	124
8.1	Nenndaten; Baugrößen P, R, S, T, V, W, Y	124
8.2	Nenndaten; Baugrößen Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF	125
8.3	Nenndaten; Baugrößen XG, XH	126
8.4	Hauptabmessungen; Baugrößen P, R, S, T, V, W, Y	128
8.5	Hauptabmessungen; Baugrößen Z, XA, XB, XC, XD	134
8.6	Hauptabmessungen; Baugrößen XE, XF	138
8.7	Hauptabmessungen; Baugrößen XG, XH	140
8.8	Anschlüsse; Baugrößen P; R, S, T; V, W, Y	142
8.9	Anschlüsse; Baugrößen Z, XA; XB, XC, XD; XE, XF	150
8.10	Anschlüsse; Baugrößen XG, XH	160
8.11	Bedingungen für Kältemittelanschlüsse	164
8.12	Bedingungen für Ölanschlüsse; Baugrößen P - XF	165
8.13	Bedingungen für Ölanschlüsse; Baugrößen XG, XH	167
8.14	Aufstellung des Verdichters	169
8.15	Technische Forderungen für Kupplungen	171
8.16	Schwingungen, Schall, zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen P - XF	173
8.17	Schwingungen, Schall, zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen XG, XH	179
8.18	Einsatzgrenzen; Baugrößen P - XH	183
8.19	Inbetriebnahme, Baugrößen P - XH	187
8.19.1	Erstinbetriebnahme	187
8.19.2	Inbetriebnahme nach längerer Stillstandszeit	190

8.19.3	Automatik-Betrieb (Start-Stop Betrieb) _____	193
9	ELEKTROANSCHLÜSSE _____	196
10	BETRIEBSDATENÜBERWACHUNG _____	199
11	SCHMIERÖLE FÜR SCHRAUBENVERDICHTER _____	200
11.1	Freigegebene Öle _____	200
11.2	HINWEISE ZUR AUSWAHL VON KÄLTEMASCHINENÖL _____	201
12	Vorschrift für die Lagerung von Verdichtern _____	207
12.1	Vorschrift zur Lagerung von Verdichtern mit einfach wirkender Gleitringdichtung _____	207
12.2	Vorschrift zur Lagerung von Verdichtern mit Dual-Gleitringdichtung _____	209

1 EINFÜHRUNG

In dieser Produktinformation sind speziell Schraubenverdichter für den Einsatz in der Kältetechnik, Klimatechnik und Wärmepumpentechnik beschrieben.

Für Produktinformationen zu davon abweichenden Einsatzfällen kontaktieren sie bitte die GEA Refrigeration Germany GmbH.

1.1 Einsatzfeld

Die Schraubenverdichter sind zweiwellige Drehkolbenmaschinen, die nach dem Verdrängerprinzip arbeiten und mit Öleinspritzung betrieben werden.

Die Maschinen stehen als Standardkälteverdichter für den einstufigen Betrieb, als Booster, als Wärmepumpenverdichter und als Verdichter zur Prozessgas-, Erdgas- oder Heliumverdichtung zur Verfügung.

Die Verdichter sind unter anderem für die Einsatzgebiete: Kühlhäuser, Lebensmittelindustrie (Schlachthöfe, Brauereien, Molkereien, Obst- und Gemüseverarbeitung), Klimatisierung, chemische und petrochemische Industrie, Gefrier-, Kühl- und Klimaanlage auf Schiffen sowie für den Wärmepumpenbetrieb geeignet.

Es können die Kältemittel NH₃, R744 (CO₂), R290 (Propan), R1270 (Propen), R22, R23, R134a, R404A, R407C, R410A, R507 und weitere Kältemittel und Kältemittelgemische in Abhängigkeit der Verdichterbaugröße bis zu einem maximalen Betriebsdruck von 52 bar eingesetzt werden.

Für diese Kältemittel sind Kältemaschinenöle gemäß der Informationen zu den Schmierölen für Schraubenverdichter (Kapitel 11, Seite 200) auszuwählen.

Die Verdichter werden in den meisten Einsatzfällen durch einen Elektromotor über eine elastische Kupplung direkt angetrieben. Sie sind unter Berücksichtigung der Baugröße für Drehzahlen zwischen 1000 min⁻¹ und 6000 min⁻¹ geeignet. Der Antrieb der Verdichter durch Verbrennungs- oder Gasmotoren ist möglich.

1.2 Lieferprogramm

Das Lieferprogramm von Grasso Schraubenverdichtern besteht derzeit aus 24 Baugrößen, die der Baureihe M und Baureihe LT zugeordnet sind. Mit den Verdichtern dieser Baugrößen können Saugvolumenströme von 231 bis zu 11467 m³/h (bei 2940 min⁻¹) realisiert werden. Verdichter gleicher Baugröße können durch eine spezielle innere Konstruktion unterschiedliche Saugvolumina aufweisen. Die Zuordnung von Verdichterbaugröße und Saugvolumen ist der Typenbezeichnung gemäß Datenblatt (Kapitel 3, Seite 12) zu entnehmen.

Die Baureihe M umfasst die Baugrößen C, D, E, G, H, L, M und N.

Die Baureihe LT umfasst die Baugrößen: P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG und XH

Die Baureihen unterscheiden sich im Integrationsgrad von Funktionselementen des Öl- und Kältemittelkreislaufes.

Bestandteile der Kompakt-Schraubenverdichter der Baureihe M (**M**edium) sind saugseitiges Rückschlagventil, Saugfilter und integrierte Magnetventile für Leistungsregelung und Verstellung des inneren Volumenverhältnis (Vi). Die Ölzuführung für Funktions- und Injektionsöl kann zentral oder getrennt erfolgen. Bei Verdichtern der Baugrößen C, D, E und G kann optional ein Ölfilter integriert werden. Die Verdichter werden mit Kupplung und Kupplungsgehäuse angeboten, damit ein Antriebsmotor mit Flansch direkt montiert werden kann. Optional können diese Verdichter auch einzeln vom Antriebsmotor aufgestellt werden.

Schraubenverdichter der Baureihe LT besitzen eine integrierte Magnetventilkombination für Leistungsregelung und Verstellung des inneren Volumenverhältnis (Vi). Schraubenverdichter der Baureihe LT benötigen externe Filter und Ventile, sowie ein aufgeteiltes Ölzuführungssystem.

Die Schraubenverdichter weisen eine stufenlose Leistungsregelung auf und können wahlweise mit selbstregelndem, veränderbarem innerem Volumenverhältnis (Vi) ausgerüstet werden (Tandemschieber, System TS). Verdichter mit fest eingebautem innerem Volumenverhältnis Vi stehen in Abhängigkeit von der Verdichterbaugröße in Stufen von 1,8 bis 5,5 zur Verfügung. Der Vi-Wert wird im Verdichterauswahlprogramm für den spezifizierten Einsatzfall errechnet. Die konkrete Ausführung und die notwendigen Ausstattungsmerkmale des Verdichters werden bei der Auftragsbearbeitung spezifiziert.

Alle Verdichter sind mit einem oder zwei Economizer- Anschlüssen versehen und besitzen Anschlüsse zur Kältemitelein-spritzung, sowie zur Rückführung von Öl aus dem Anlagensystem. Verdichter für hohe Druckverhältnisse sind für ein selbststeuerndes System zum pulsationsarmen Betrieb im unteren Teillastbereich ausgerüstet.

Alle Verdichterbaugrößen besitzen vorbereitete Anschlussflächen zur Installation von Sensoren zur Schwingungsmessung. Die Verdichter der Baureihe LT können unter Berücksichtigung der Baugröße bei Bedarf mit Sensoren zur Lagertemperaturüberwachung, sowie zur Überwachung der axialen Rotorposition ausgerüstet werden. Die Verdichter der Baureihe M können unter Berücksichtigung der Baugröße bei Bedarf mit Sensoren zur Überwachung der axialen Rotorposition ausgerüstet werden.

Die Grasso Schraubenverdichter zeichnen sich unter anderem durch ihre kompakte Bauweise, durch ihre Zuverlässigkeit, durch den Einsatz hochwertiger Komponenten und durch ihre Servicefreundlichkeit aus.

Jeder Verdichter erhält vor Auslieferung einen Prüflauf mit Stickstoff im Druckbereich des späteren Einsatzes und ein dazugehöriges Werkabnahmezertifikat. Optional sind bei einem entsprechendem Mehraufwand, Prüfläufe mit Ammoniak möglich. Bei Bedarf wird ein Zertifikat anerkannter Klassifikationsgesellschaften wie TÜV, Lloyds Register of Shipping, Germanischer Lloyd, Norske Veritas, Bureau Veritas ausgestellt.

Magnetventile und Positionssensoren für Leistungsregelung und Vi-Verstellung können mit UL/CSA-Zertifikat geliefert werden.

Die Verdichter sind in explosionsgeschützter Ausführung lieferbar.

Ein durchgängiges Qualitätssicherungssystem gemäß DIN ISO 9001 in Design/ Entwicklung, Produktion, Montage, Prüfung und Kundendienst gewährleistet die Qualität der Schraubenverdichter.

Die Verdichter werden ohne Öl ausgeliefert.

Alle Anschlussstellen sind verschlossen und der Verdichter ist mit trockenem Stickstoff (0,5 bar Überdruck) aufgefüllt. Zu jedem Verdichter gehört eine Installations- und Wartungsanleitung mit Sicherheitshinweisen, Hinweisen zum Arbeitsprinzip und Installation, für Wartung und Instandsetzung, sowie zum Umfang an Werkzeugen und Ersatzteilen.

1.3 Technische Merkmale

Rotoren

Die Rotoren sind aus gewalztem oder geschmiedetem Werkzeugstahl hergestellt. Sie sind nach Kriterien eines niedrigen Energieverbrauches und hohem Liefergrad gestaltet (patentiertes Profil). Der Antrieb erfolgt hauptrotorseitig, der Nebenrotor wird über einen dünnen Ölfilm direkt vom Hauptrotor angetrieben.

Das Antriebswellenende besitzt eine zylindrische Außenkontur und ist in Abhängigkeit von der Baugröße mit oder ohne Passfedernut ausgeführt. Bei einer Verdichterausführung nach ATEX-Richtlinie besitzt das Antriebswellenende eine zylindrische Außenkontur mit Passfedernut.

Gehäuse

Die Gehäuse sind für Betriebsdrücke bis 28 bar aus laminarem Grauguss und für Betriebsdrücke bis 52 bar und höher aus Sphäroguss gefertigt. Verdichter mit besonderen Anforderungen nach API 619 können mit einem Gehäuse aus Stahlguss bezogen werden.

Lagerung

Die Verdichter der Baureihe M sind vollständig wälzgelagert. Hochleistungszyylinderrollenlager zur Aufnahme der Radialkräfte und Schrägkugellager für die Aufnahme der Axialkraft gewährleisten eine theoretische Lebensdauer von bis zu 100.000 Betriebsstunden. Bei Verdichtern der Baureihe LT nehmen verschleißarme Gleitlager über einen dünnen Ölfilm berührungslos die Radialkräfte der Rotorwellen und Schrägkugellager die Axialkraft auf. Ein hydraulisch belasteter Ausgleichkolben reduziert die auf die Axiallager wirkende Axialkraft und erhöht die Auslegungslebensdauer der Axiallager.

Wellendichtung

Eine ölgesperrte Gleitringdichtung mit einem rotierenden und einem feststehenden Ring übernimmt die Abdichtung der angetriebenen Hauptrotorwelle zur Atmosphäre. In Abhängigkeit der zu erwartenden Beanspruchung der Gleitringdichtung, kommen verschiedene Werkstoffpaarungen zum Einsatz. Die entlastete Bauweise der Dichtung sowie der dünne Ölfilm zwischen den Ringen garantieren eine hohe Lebensdauer. Für spezielle Einsatzfälle können die Verdichter mit einer doppelt wirkenden Gleitringdichtung ausgerüstet werden.

Leistungsregelung

Durch einen stufenlos verschiebbaren Regelschieber mittels eines Hydraulikmechanismus, ist das angesaugte Fördervolumen zwischen 100% und einem Minimumwert veränderbar. Verdichter mit veränderbarem Volumenverhältnis arbeiten nach einem System der kombinierten Vi-Teillastregelung.

Positionssignalisierung

Zur Stellanzeige der Hydrauliksysteme von Leistungsregelung und Vi-Einstellung wird ein hermetischer Wegsensor eingesetzt, der ein Ausgangssignal zwischen 4 und 20 mA liefert.

Bei einer Verdichterausführung nach ATEX-Richtlinie kommt ein Wegsensor mit dem Schutzgrad $\text{Ex II 2G Ex ib IIC T5/T6 Gb}$ zum Einsatz. Dieser ist zusammen mit der vom Hersteller des Sensors vorgegebenen Zener-Barriere einzusetzen.

Bei Schraubenverdichtern, die im Parallelverbund mit weiteren Verdichtern arbeiten und bei denen druckseitig ein Rückschlagventil angeordnet ist, ist der Verstellweg des Regelschiebers der Leistungsregelung durch eine Parametrierung in der Verdichtersteuerung eine Mindestregelschieberstellung während des Betriebes des Verdichters zu begrenzen. Die Mindestregelschieberstellung

begrenzt die MIN-Position des Schiebers und gewährleistet eine Mindestfördermenge des Verdichters.

Optionale Ausstattungsmerkmale

Neben den vorgenannten Ausstattungsmerkmalen können die Verdichter werkseitig optional mit anderen und weiteren Komponenten ausgestattet werden.

- Doppelt wirkende Gleitringdichtung.
- Axialgleitlager.
- Lagertemperaturüberwachung der Gleitlager.
- Rotorpositionssystem, zur Überwachung der axialen Position der Rotoren.

2 PRODUKTÜBERSICHT

GEA Grasso Schraubenverdichter

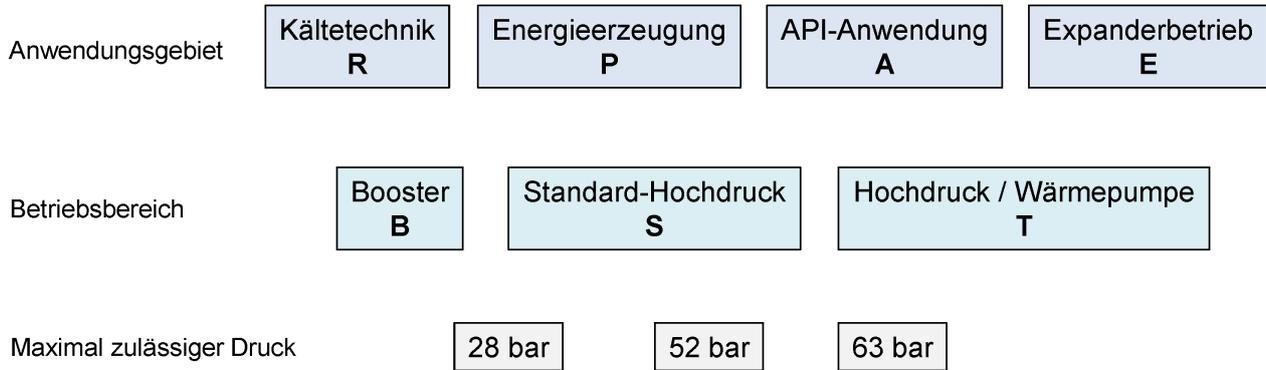


Abb.1: Produktübersicht/ Anwendungsfälle

Verdichter mit einem maximal zulässigen Druck von 63 bar sind für ausgewählte Baugrößen verfügbar

Achtung

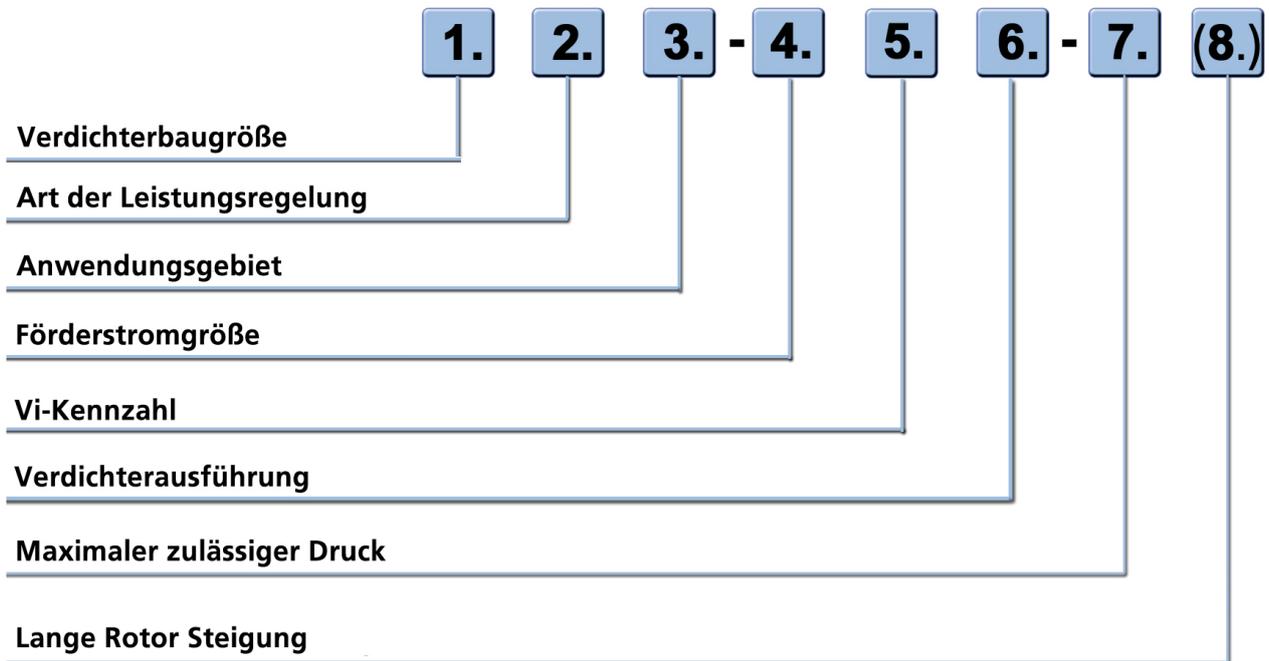
Hinweis!

► Die genaue Typenbezeichnung geht aus Kapitel 3, Seite 12 hervor

3 VERDICHTERBEZEICHNUNG

3.1 Produktbezeichnung Schraubenverdichter

Baureihen GEA Grasso M und GEA Grasso LT



Produktcode Beschreibung

Kennung	Beschreibung
1.	Verdichterbaugröße
2.	Art der Leistungsregelung ¹
3.	Anwendungsgebiet
4.	Förderstromgröße
5.	Vi-Kennzahl
6.	Verdichterausführung
7.	Maximaler zulässiger Druck
(8.)	Lange Rotor Steigung

1. Verdichterbaugröße

Es gibt 24 Verdichterbaugrößen, die durch die folgenden Buchstaben gekennzeichnet sind.

Baureihe	Verdichterbaugröße									
M	C	D	E	G						
	H	L	M	N						
LT	P	R	S	T	V	W	Y	Z	XA	
	XB	XC	XD	XE	XF	XG	XH			

¹ Gilt nur für Verdichter der Baureihe GEA Grasso M.

2. Art der Leistungsregelung

(nachfolgend auch "Bauform" genannt)

Kennung	Beschreibung
S	„S“peedcontrolled capacity, Der Verdichter wird mit einer drehzahlgeregelten Antriebsmaschine angetrieben. Die Leistungsregelung erfolgt über die Drehzahl der Antriebsmaschine. Der Verdichter ist mit variablem Vi ausgerüstet und besitzt nur einen Vi-Schieber.
M	„M“echanical capacity control, Der Verdichter wird im Allgemeinen mit einer konstanten Drehzahl angetrieben. Die Leistungsregelung erfolgt über eine mechanische Schieberregelung. Der Verdichter kann mit festem oder variablem Vi ausgerüstet sein

3. Anwendungsgebiet

Kennung	Beschreibung	
R	Kälte-, Klima-, Wärmepumpentechnik	"Refrigeration"
P	Energieerzeugung	"Power Generation"
A	API 619-Anforderungen	"API 619 Standard"
E	Expanderbetrieb (Energierückgewinnung)	"Expander Operation" (Energy Recovery)

4. Förderstromgröße

Die Förderstromgröße kennzeichnet den Saugvolumenstrom des Verdichters und wird mit Buchstaben gekennzeichnet. Diese sind identisch mit den Verdichterbaugrößen.

Im Standardfall besitzen Verdichterbaugröße und Förderstromgröße den gleichen Buchstaben.

Falls sich die Buchstaben unterscheiden, ist der Saugvolumenstrom reduziert, was durch eine spezielle Verdichterausführung erreicht wird (Schwerlastausführung).

Förderstromgröße	Saugvolumenstrom in m ³ /h ²		Förderstromgröße	Saugvolumenstrom in m ³ /h ²
C	231		P	805
D	265		R	1040
E	321		S	1290
G	372		T	1460
H	471		V	1740
L	544		W	1990
M	708		Y	2390
N	870		Z	2748
			XA	3250
			XB	4150
			XC	4900
			XD	5800
			XE	7170
			XF	8560
			XG	9807
			XH	11467

2 Bei 2940 min⁻¹ (50 Hz-Netz); für 60 Hz sind die Werte mit 1,2 zu multiplizieren.

VERDICHTERBEZEICHNUNG

Produktbezeichnung Schraubenverdichter

5. Vi-Kennzahl

Die Vi-Kennzahl kennzeichnet das innere Volumenverhältnis Vi.

Kennung	Festes Vi - Standard-Kennzahlen, alle Baureihen								
	Vi	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,6	4,8	5,5
Kennzahl		18	20	22	26	30	36	48	55

Variables Vi - Standard-Kennzahlen, Baureihe GEA Grasso M

Baureihe	M				
	M			S	
Vi	1,8...3,0	2,2...4,0	2,6...5,5	1,4...2,7	1,8...5,0
Kennzahl	1830	2240	2655	1427	1850

Variables Vi - Standard-Kennzahlen, Baureihe GEA Grasso LT

Baureihe	LT					
	P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF			XG, XH		
Vi	1,8...3,0	2,2...4,0	2,6...5,5	1,8...2,8	2,2...3,8	2,6...5,2
Kennzahl	1830	2240	2655	1828	2238	2652

6. Verdichterausführung

Kennung	Beschreibung
A	Axiallagerung als Gleitlagerung, Standard- Ausgleichskolben.
B	Booster: Standard-Axiallagerung, HR + NR, ohne Ausgleichskolben.
C	Standard-Axiallagerung, HR + NR, verkleinerter Ausgleichskolben.
D	Axiallagerung in Triax-Ausführung, HR, verkleinerter Ausgleichskolben.
E	Axiallagerung in Triax-Ausführung, HR, ohne Ausgleichskolben.
H	Axiallagerung in Triax-Ausführung, HR + NR, Standard- Ausgleichskolben.
J	Axiallagerung in Triax-Ausführung, HR + NR, verkleinerter Ausgleichskolben.
K	Axiallagerung als Gleitlagerung, verkleinerter Ausgleichskolben.
R	Axiallagerung in Tandemausführung, HR, Standard- Ausgleichskolben.
S	Standard-Axiallagerung, HR + NR, Standard- Ausgleichskolben.
T	Axiallagerung in Triax-Ausführung, HR, Standard- Ausgleichskolben.
V	variable Leistungsregelung über Drehzahlregelung, variables Vi mittels Vi-Schieber-Verstellung, kein Regelschieber. Axiallagerung in Tandemausführung, HR.

7. Maximal zulässiger Druck (Überdruck)

Der maximal zulässige Druck orientiert sich an der DIN EN 378-1 und kennzeichnet den Grenzwert für den Arbeitsdruck, der weder bei eingeschalteter noch bei ausgeschalteter Anlage am Verdichter überschritten werden darf. Neben der Festigkeit der Gehäuseteile werden die maximal zulässigen Belastungen von Antriebswelle und Lagerung betrachtet, die sich aus den Betriebsbedingungen des Verdichters (Saugdruck, Enddruck) ergeben. Der maximal zulässige Druck ist auf dem Erzeugnisschild des Verdichters ersichtlich.

Die Verdichter stehen in den Standardausführungen für drei maximal zulässige Drücke zur Verfügung:

- 28 bar

- 52 bar
- 63 bar, für ausgewählte Baugrößen verfügbar

Abweichend von den Standardausführungen kann in Abhängigkeit vom Einsatzfall ein anderer maximal zulässiger Druck vereinbart werden.

8. Lange Rotor Steigung

Die Verwendung einer langen Rotor Steigung dient der Erweiterung des Einsatzfeldes einzelner Verdichter.

Nur die Verdichter mit "Langer Steigung" werden durch ein zusätzlichen Buchstaben gekennzeichnet.

Zusammenfassung der Bezeichnungselemente:								
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Variable Größen	C, D, E, G H, L, M, N P, R, S, T V, W, Y, Z, XA XB, XC, XD XE, XF	S, M	A E P R	C, D, E, G H, L, M, N P, R, S, T V, W, Y, Z, XA XB, XC, XD XE, XF	18, 20 22, 26, 30 36, 48, 55 1427, 1850 2640, 3248, 2648 1830, 2240, 2655	A B C D E H J K R S T V	28 52 63	(L)
	XG, XH			XG, XH	18, 20 22, 26, 30 36, 48, 55 1828, 2238, 2652	28		

4 ERZEUGNISAUSFÜHRUNG

Verdichter Baugröße	Theoretischer Saugvolumenstrom [m³/h] (0)	ZM/ZF (1)	Vi-Verstellung (2)	Verdichterausstattung (3)	Lagerung radial/axial (4)	Ölversorgung (5)	Antriebsmotor (6)
C	231	5/6	TS ES	B, C	W/W	M/N	F/E
D	265	5/6	TS ES	B, C	W/W	M/N	F/E
E	321	5/6	TS ES	B, C	W/W	M/N	F/E
G	372	5/6	TS ES	B, C	W/W	M/N	F/E
H	471	5/6	TS ES	B, C	W/W	M/N	F/E
L	544	5/6	TS ES	B, C	W/W	M/N	F/E
M	708	5/6	TS ES	B, C	W/W	M/N	F/E
N	870	5/6	TS ES	B, C	W/W	M/N	F/E
P	805	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
R	1040	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
S	1290	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
T	1460	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
V	1740	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
W	1990	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
Y	2390	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
Z	2748	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
XA	3250	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
XB	4150	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
XC	4900	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
XD	5800	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
XE	7170	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
XF	8560	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
XG	9807	5/6	TS	A, B	G/W	M	E
XH	11467	5/6	TS	A, B	G/W	M	E

(0)		bei 2940 min-1 (50 Hz-Netz; für 60 Hz-Netz sind die Werte mit dem Faktor 1,2 zu multiplizieren). Die angegebenen Werte des Saugvolumens beziehen sich auf die Normalausführung des Verdichters, wenn Baugröße und Förderstromgröße den gleichen Buchstaben aufweisen (siehe Typenbezeichnung Kapitel 3, Seite 12)
(1)	ZM	Zähnezahl Hauptrotor
	ZF	Zähnezahl Nebenrotor
(2)	TS	Tandemschiebersystem TS : stufenlose Vi-Verstellung
	ES	Einzelschieber ES : stufenlose Vi-Verstellung
(3)	A	Grundausrüstung mit Magnetventilblöcken für Leistungs- und Vi-Verstellung am Verdichter;
	B	Sonderausführung ohne angeflanschte Magnetventile / Magnetventilblöcke;

	C	angeflanschte Magnetventile für Leistungsregelung und Vi-Verstellung am Verdichter, Saugfilter ^{*)} , saugseitiges Rückschlagventil ^{*)} , Ölfilter ^{*)} (nur Baugrößen C, D, E, G)
(4)	W	Wälzlager
	G	Gleitlager
(5)	M	Verdichterbetrieb mit externer Ölpumpe
	N	Verdichterbetrieb ohne Ölpumpe
(6)	F	Flanschmotor
	E	Motor und Verdichter getrennt aufgestellt
		mit ^{*)} gekennzeichnete Komponenten sind optional.

5 EINSATZBEDINGUNGEN

Die Schraubenverdichter können innerhalb der angegebenen Einsatzgrenzen nach den jeweils vorliegenden Anforderungen unter verschiedensten Arbeitsbedingungen betrieben werden. Die aufgezeigten Einsatzgrenzen basieren auf thermodynamischen Zusammenhängen und ergeben sich aufgrund der Einsatzbedingungen, sowie des konstruktiven Aufbaus. Die tabellarischen Werte gelten für ein- und zweistufigen Betrieb, sowie für den Wärmepumpeneinsatz. In Abhängigkeit der konkreten Betriebsbedingungen können durch das Verdichterauswahlprogramm des Herstellers Einschränkungen der in der Tabelle angegebenen Grenzwerte auftreten.

Achtung

Hinweis zur Verdichter Auswahl!

- Für den konkreten Einsatzfall erfolgen Auswahl und Überprüfung im Verdichterauswahlprogramm des Herstellers **"RTSelect"**.

⚠ Vorsicht

Warnung vor Verdichterschäden!

- Zur Vermeidung einer "Null-Förderung" des Verdichters, die zur Schädigung des Verdichters führen kann, ist die durch das Verdichterauswahlprogramm des Herstellers **"RTSelect"** angezeigte minimale Regelschieberstellung zu beachten. **"Minimale Regelschieberstellung <wert>%, ausgenommen Start."**
- Ist der angegebene Wert "**> 0**", so ist in Abstimmung mit dem Hersteller eine Wegbegrenzung des Regelschiebers zum Ausschluss einer Null-Förderung beim Betrieb des Verdichters vorzunehmen. Die Wegbegrenzung kann virtuell durch die Steuerung ("virtuelle Anschlaghülse") des Verdichters vorgenommen werden.

zulässiger Druck (EN 378) (Überdruck)	p	max.	≤ 28 bar oder ≤ 52 bar
Druckverhältnis (p_c / p_0)	π	min.	$> 1,5$
		max.	< 22
Druckdifferenz ($p_c - p_0$)	Δp	min.	$> 0,8$ bar ³
Ansaugtemperatur ⁴	t_{0h}	min.	$\geq -60^\circ\text{C}$
Endtemperatur (Verdichteraustritt)	t_e	max.	$\leq 120^\circ\text{C}$

3 In Abhängigkeit von der Verdichter-Baugröße, vom konkreten Einsatzfall und Betriebsbedingungen können abweichende Werte gelten. (M-Serie, C, D, E, G, siehe Abschnitt 6.9, Seite 55, M-Serie: H, L, M, N, siehe Abschnitt 7.9, Seite 107, LT Serie, P - XH, siehe Abschnitt 8.18, Seite 183)

4 Es ist ein trocken-gesättigter Dampf beim Ansaugvorgang zu garantieren (keine Flüssigkeit).

Verdichter-Baugröße		C/D	E/G *)		H/L	M/N *)	
			28 bar	52 bar		28 bar	52 bar
max. Antriebsleistung (kW) bei	3000 min ⁻¹	150	150	220	300	300	530
	3600 min ⁻¹	180	180	265	360	360	640
max. Nenndrehmoment **)	Nm	500	500	710	960	960	1700
max. zulässige Drehzahlen	min ⁻¹	6000	6000	6000	4500	4500	4500
min. zulässige Drehzahl	min ⁻¹	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Verdichter-Baugröße		P	R/ S/ T	V/ W /Y	Z/ XA	XB/ XC/ XD	XE/ XF	XG/ XH
max. Antriebsleistung (kW) bei	3000 min ⁻¹	530	530	1250	1250	1800	3280	3472
	3600 min ⁻¹	640	640	1500	1500	2160	3940	4193
	4500 min ⁻¹	-	800	-	-	-	-	-
max. Nenndrehmoment **)	Nm	1700	1700	4000	4000	5750	10440	11278
max. zulässige Drehzahlen	min ⁻¹	3600	4500	3600	3600	3600	3600	3600
min. zulässige Drehzahl	min ⁻¹	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500

*) Bei den Baugrößen E/G und M/N besitzen die Verdichter bei 28 bar und 52 bar unterschiedliche Antriebswellenenden.

**) Bei Antrieb des Verdichters, anders als einem elektrischen Antrieb, reduziert sich das maximale Drehmoment um 25%.

Die genannten max. zulässigen Antriebsleistungen sind Obergrenzen, die durch die Antriebswellenenden bestimmt werden. Die Überprüfung wird im Verdichterauswahlprogramm vorgenommen.

Achtung

Praxishinweis!

► **Alle in den Abschnitten "Einsatzgrenzen", "Aufstellung" und die nachfolgend aufgeführten Anforderungen müssen für die Gewährleistung des sicheren Betriebs des Verdichters erfüllt sein!**

► Verdichter für einen Enddruck bis 52 bar, 63 bar sind aus einem Gehäusewerkstoff höherer Festigkeit gefertigt und mit speziellen Bauteilen ausgerüstet.

► Mindestansaugüberhitzung bei Verdichtereintritt: „Nasse“ Fahrweise ist auszuschließen.

► Für $\Delta p = p - p_0 \leq 2,9$ bar ist bei den Verdichterbaugrößen C bis N eine externe Ölpumpe vorzusehen.

► Für $\Delta p = p - p_0 \leq 4$ bar ist bei Verdichtern der Baureihe LT mit Vi-Verstellung ein Funktionsöldruck von $p_{\text{Öl}} \geq p_0 + 4,5$ bar zu gewährleisten.

► Für $\pi \geq 8$ ist ein Gasschwingungsschutz erforderlich.

► Für den CO₂-Einsatz ist bei den Verdichtern aller Typen, in Abhängigkeit von der Einsatzbedingung, die Verwendung einer Vollstrom-Ölpumpe für Injektions- und Funktionsöl zu überprüfen; bei den Typen Z bis XH ist in Abhängigkeit von der Einsatzbedingung die Verwendung einer Vollstrom-Ölpumpe oder einer Teilstrom-Ölpumpe für das Funktionsöl zu überprüfen.

► Die Verdichtungsendtemperatur t_e muss mindestens 10 K über der Kondensationstemperatur liegen ($t_e \geq t_c + 10$ K).

► Auf Grund der Löslichkeit von Kältemittel im Öl gilt:

- für Ammoniak:

- $t_e \geq t_{\text{Öl}} + 5$ K;

- $t_e \geq t_{\text{Öl}} + 10$ K, bei Verwendung eines PAG-Öles (Löslichkeit des Kältemittels im Öl).

- für R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R507, CO₂, Erdgas, Kohlenwasserstoff-Verbindungen:

- $t_e \geq t_{\text{Öl}} + 10$ K, bei Löslichkeit des Kältemittels im Öl.

→ **Zur Bestimmung der zulässigen Differenz zwischen Verdichtungsendtemperatur (t_e) und Öleintrittstemperatur ($t_{\text{Öl}}$) ist für den konkreten Einsatzfall die Ermittlung der Viskosität und das Löslichkeitsdiagramm für die Kältemittel-Öl -Paarung des Schmierstofflieferanten zu beachten.**

► Es ist eine Ölviskosität von $\geq 7 \dots 70$ cSt für die Lagerölversorgung zu gewährleisten (Baugrößen XG, XH: $\geq 15 \dots 70$ cSt). Die Viskositätsabsenkung durch im Öl gelöstes Kältemittel ist zu beachten!

► Grenzwerte für Temperaturdifferenzen werden im Verdichterauswahlprogramm berücksichtigt.

► Die Öltemperatur vor Eintritt in den Verdichter muss mindestens 18°C betragen, gegebenenfalls ist das Öl vorzuwärmen.

► Die Temperaturänderungsgeschwindigkeit an der Saugseite des Verdichters darf 0,1 K/s nicht überschreiten.

► Drehrichtung: Mit Blick auf die Verdichterwelle, im Uhrzeigersinn.

► Für Einsatzfälle außerhalb der zulässigen Drehzahlen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu nehmen.

p_c	Enddruck / Kondensationsdruck	t_{0h}	Ansaugtemperatur (Verdichtereintritt)
p_0	Saugdruck	t_e	Endtemperatur (Verdichteraustritt)
Δp	Druckdifferenz ($p_c - p_0$)	t_c	Kondensationstemperatur
π	Druckverhältnis (p_c / p_0)	$t_{\text{Öl}}$	Öleintrittstemperatur in den Verdichter

Anmerkungen:

1. Bei Überprüfung eines konkreten Einsatzfalles sind alle in den Tabellen angegebenen Bedingungen zu berücksichtigen und einzuhalten.
2. Werden für einen speziellen Anwendungsfall die angegebenen Grenzen nicht eingehalten, so ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.
3. Neben den in den Tabellen aufgeführten Einsatzgrenzen sind die einzuhaltenden Betriebsbedingungen des jeweiligen Verdichtertyps zu berücksichtigen (z. B. Startregime, Öldruck, Ölmenge usw.).
4. In Abhängigkeit von den kältetechnischen Anforderungen erfolgt der Economizerbetrieb zwischen 100% und ca. 70% Regelschieberposition.
5. Beim Einsatz von **R134a** als Kältemittel und einer **Verflüssigungstemperatur > 60 °C** ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.

6 Baureihe M; Baugrößen C, D, E, G

6.1 Nenndaten; Baugrößen C, D, E, G

Nenndaten; Baugrößen C, D, E, G; 28 bar									
		Verdichter Baugröße							
		C		D		E		G	
		Bauform M	Bauform S	Bauform M	Bauform S	Bauform M	Bauform S	Bauform M	Bauform S
Ansaugvolumenstrom bei 2940 min ⁻¹	[m ³ /h]	231		265		321		372	
Zähnezahl Rotoren HR / NR	[-]	5 / 6							
Drehzahl, max	[min ⁻¹]	6000							
Drehzahl, min	[min ⁻¹]	1000							
Bereich der Leistungsregelung, stufenlos		10% * ... 100 %							
Max. Antriebsleistung bei 50 Hz / 60 Hz	[kW]	150 / 180							
Max. Nenndrehmoment	[Nm]	500							
Vi-variabel		1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5	1,4...2,7 1,8...5,0	1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5	1,4...2,7 1,8...5,0	1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5	1,4...2,7 1,8...5,0	1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5	1,4...2,7 1,8...5,0
Vi - fest		1,8 / 2,0 / 2,2 / 2,6 / 3,0 / 3,6 / 4,8 / 5,5	-	1,8 / 2,0 / 2,2 / 2,6 / 3,0 / 3,6 / 4,8 / 5,5	-	1,8 / 2,0 / 2,2 / 2,6 / 3,0 / 3,6 / 4,8 / 5,5	-	1,8 / 2,0 / 2,2 / 2,6 / 3,0 / 3,6 / 4,8 / 5,5	-
Massenträgheitsmo- ment des Rotorpaars	[kgm ²]	0,0325		0,0385		0,0618		0,0716	
Masse ohne Motor mit / ohne Kupplungs- gehäuse	[kg]	392 / 292		401 / 301		444 / 344		451 / 351	

*, in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen kann dieser Wert abweichen.

Nenndaten; Baugrößen E, G; 52 bar					
		Verdichter Baugröße			
		E			G
		Bauform M			Bauform M
		Förderstromgröße			Förderstromgröße
		C	D	E	G
Ansaugvolumenstrom bei 2940 min ⁻¹	[m³/h]	231	265	321	372
Zähnezahl Rotoren HR / NR	[-]	5 / 6			
Drehzahl, max	[min ⁻¹]	6000			
Drehzahl, min	[min ⁻¹]	1000			
Bereich der Leistungsregelung, stufenlos		10% * ... 100 %			
Max. Antriebsleistung bei 50 Hz / 60 Hz	[kW]	150 / 180			
Max. Nenndrehmoment	[Nm]	710			
Vi-variabel		1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5			1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5
Vi - fest		1,8 / 2,0 / 2,2 / 2,6 / 3,0 / 3,6 / 4,8 / 5,5			1,8 / 2,0 / 2,2 / 2,6 / 3,0 / 3,6 / 4,8 / 5,5
Massenträgheitsmoment des Rotorpaars	[kgm²]	0,0469	0,0529	0,0618	0,0716
Masse ohne Motor mit / ohne Kupplungsgehäuse	[kg]	444 / 344			451 / 351

*, in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen kann dieser Wert abweichen.

6.2 Hauptabmessungen; Baugrößen C, D, E, G

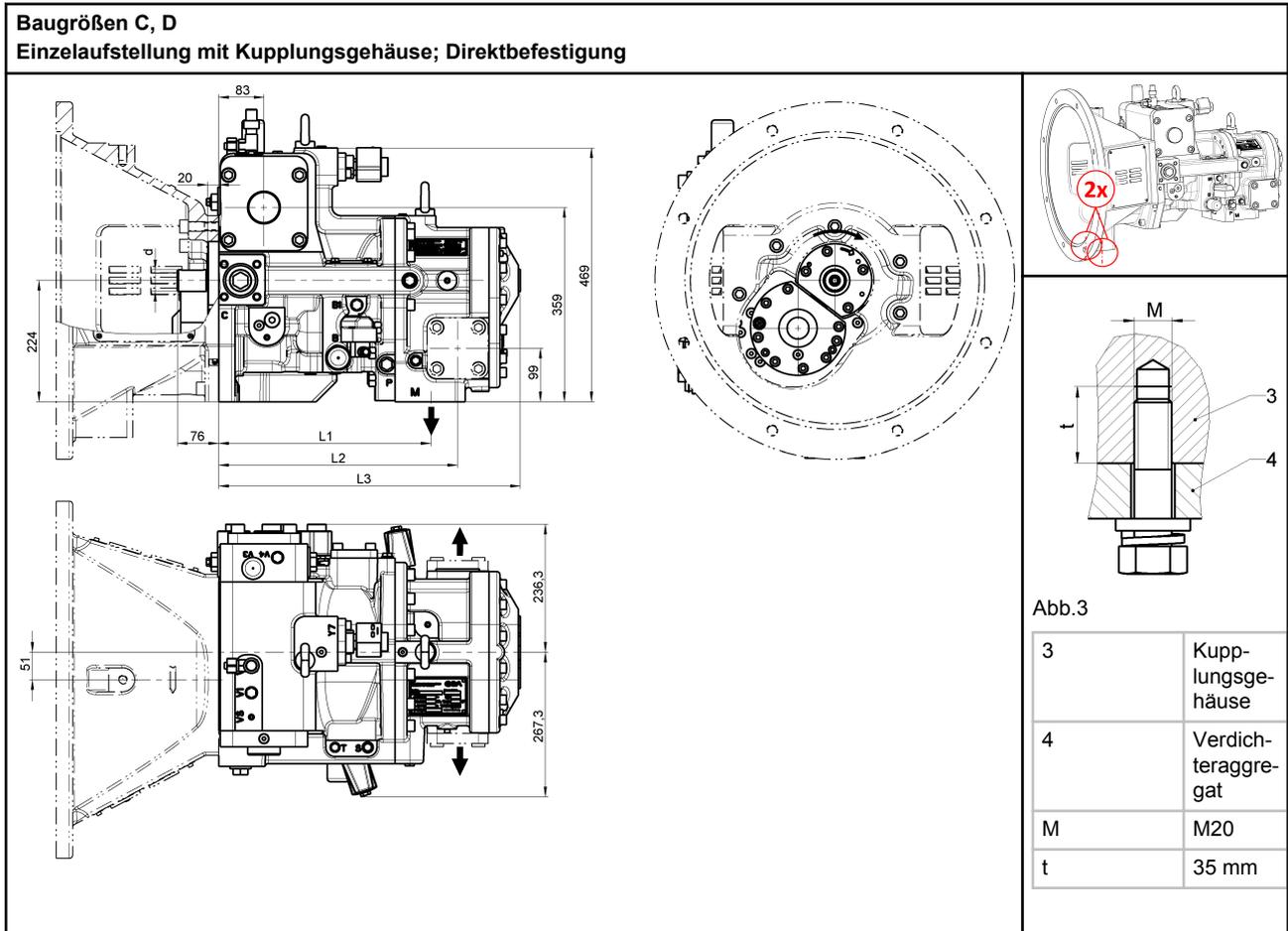
Baugrößen C, D
Einzelaufstellung mit Kupplungsgehäuse; Befestigungsleiste

Abb.2

1	Kugelscheibe
2	Kegelpfanne
3	Kupplungsgehäuse
4	Verdichteraggregat

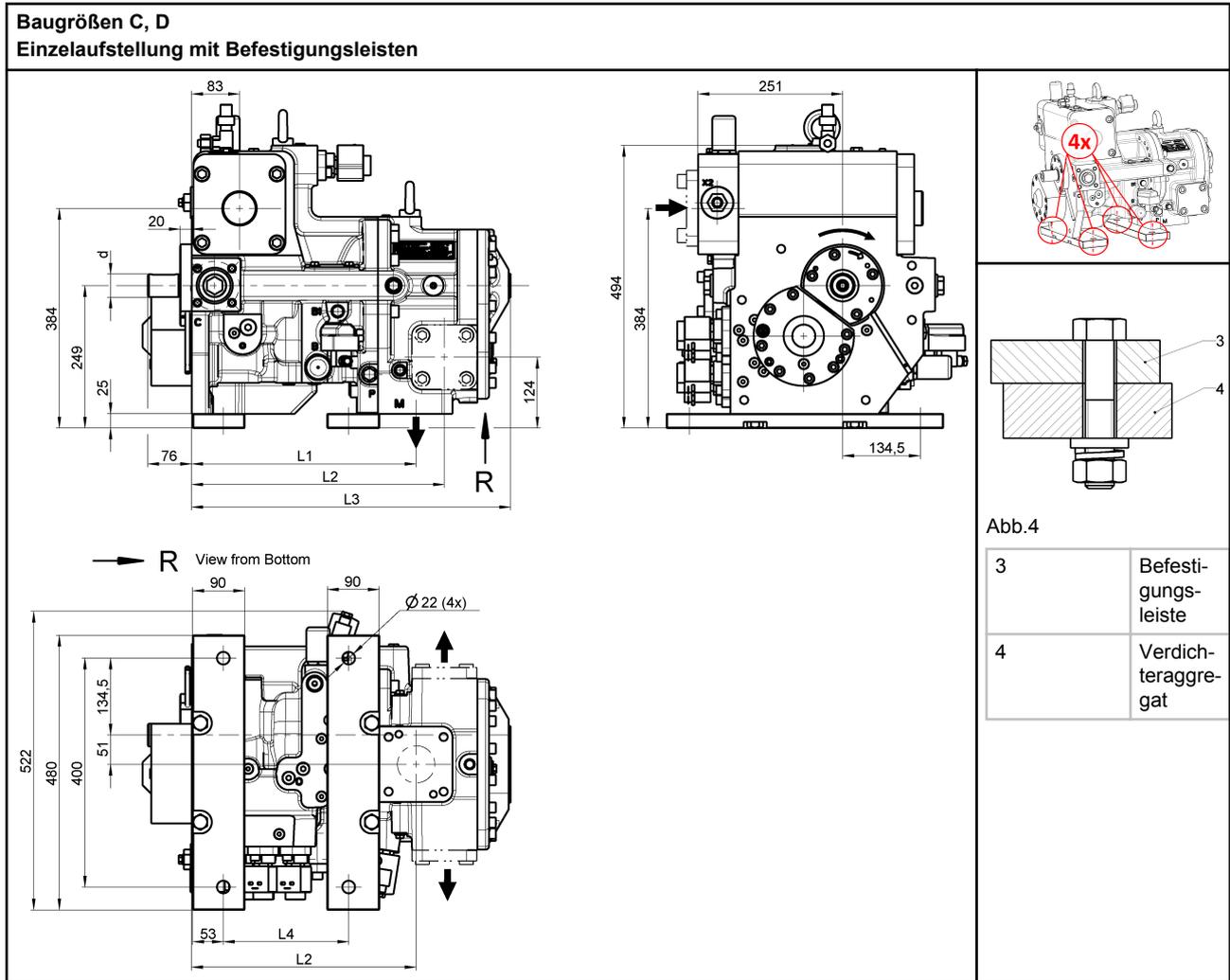
Hauptabmaße, Anschlussmaße Einzelaufstellung mit Kupplungsgehäuse; Befestigungsleiste			
Maße	Verdichter <u>ohne</u> Kupplungsgehäuse und Kupplung		
	Baugröße C	Baugröße D	
I1 [mm]	389,5	419,5	
I2 [mm]	438,5	468,5	
I3 [mm]	553,5	583,5	
Durchmesser Antriebswelle d [mm]	40 h6	40 h6	
Anschluss	Saugseite	DN 80	DN 80
	Druckseite	DN 65	DN 65
	Economizer	DN 40	DN 40
ca. Masse (kg) mit / ohne Kupplungsgehäuse	392 / 292	401 / 301	

Die Abmaße der Kupplungsgehäuses siehe Abschnitt 6.3, Seite 32 und folgende.

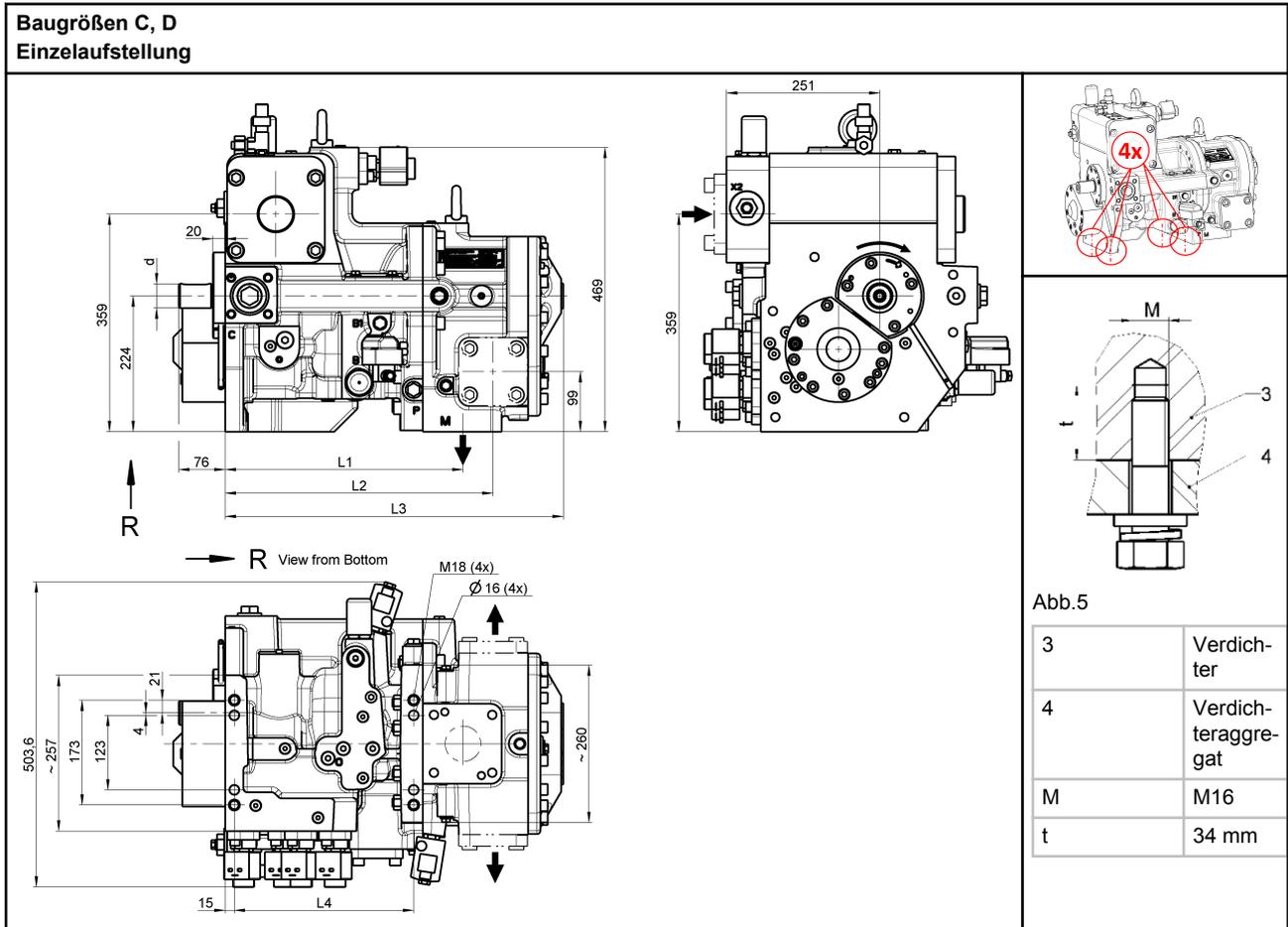


Hauptabmaße, Anschlussmaße			
Einzelanstellung mit Kupplungsgehäuse; Direktbefestigung			
Maße	Verdichter <u>ohne</u> Kupplungsgehäuse und Kupplung		
	Baugröße C	Baugröße D	
l1 [mm]	389,5	419,5	
l2 [mm]	438,5	468,5	
l3 [mm]	553,5	583,5	
Durchmesser Antriebswelle d [mm]	40 h6	40 h6	
Anschluss	Saugseite	DN 80	DN 80
	Druckseite	DN 65	DN 65
	Economizer	DN 40	DN 40
ca. Masse (kg) mit / ohne Kupplungsgehäuse	392 / 292	401 / 301	

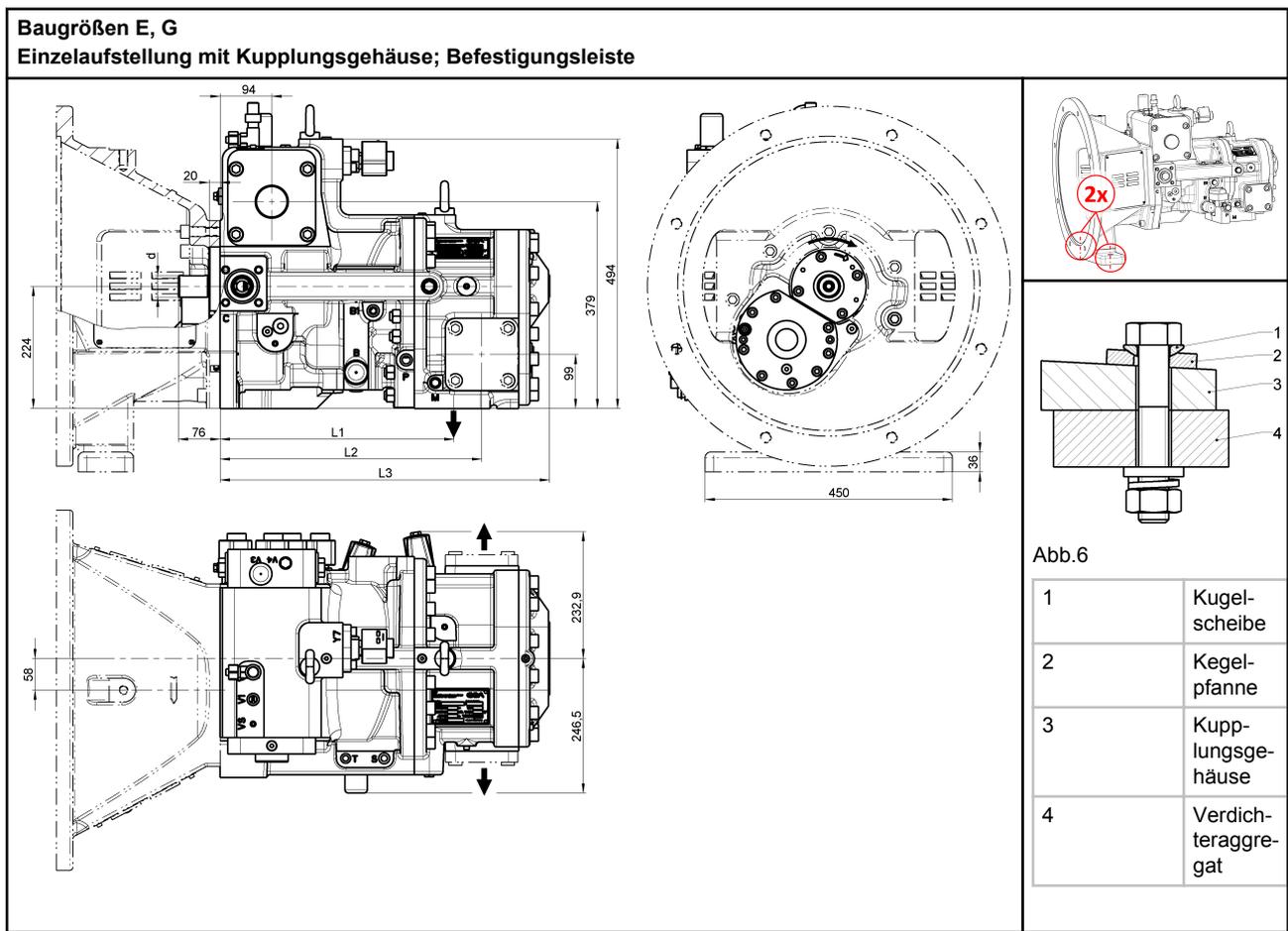
Die Abmaße der Kupplungsgehäuses siehe Abschnitt 6.3, Seite 32 und folgende.



Hauptabmaße, Anschlussmaße Einzelaufstellung mit Befestigungsleisten		
Maße	Verdichter	
	Baugröße C	Baugröße D
l1 [mm]	389,5	419,5
l2 [mm]	438,5	468,5
l3 [mm]	553,5	583,5
l4 [mm]	217,5	247,5
Durchmesser Antriebswelle d [mm]	40 h6	40 h6
Anschluss	Saugseite	DN 80
	Druckseite	DN 65
	Economizer	DN 40
ca. Masse (kg)	292	301

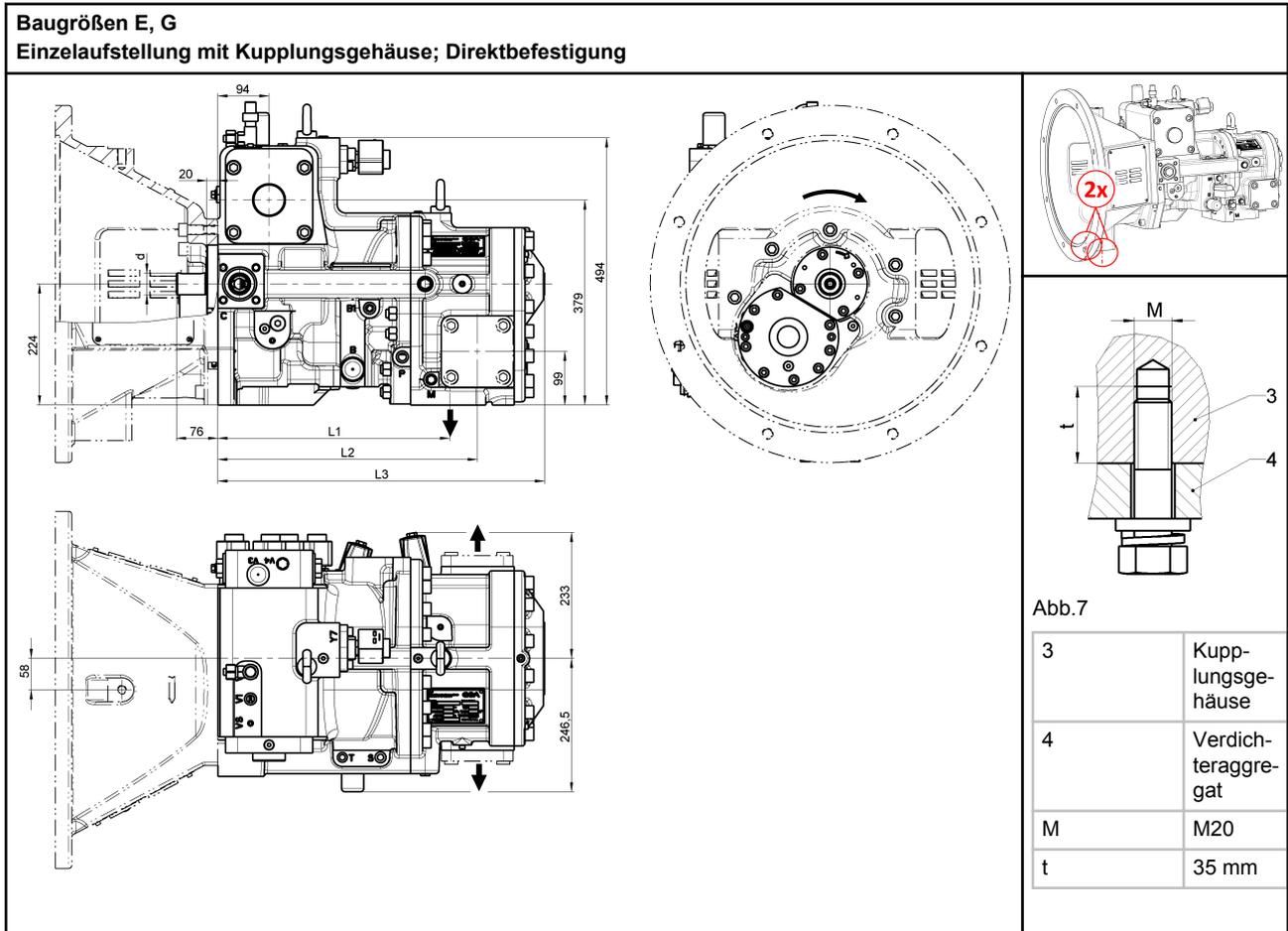


Hauptabmaße, Anschlussmaße Einzelaufstellung			
Maße	Verdichter		
		Baugröße C	Baugröße D
I1 [mm]		389,5	419,5
I2 [mm]		438,5	468,5
I3 [mm]		553,5	583,5
I4 [mm]		293,5	323,5
Durchmesser Antriebswelle d [mm]		40 h6	40 h6
Anschluss	Saugseite	DN 80	DN 80
	Druckseite	DN 65	DN 65
	Economizer	DN 40	DN 40
ca. Masse (kg)		292	301



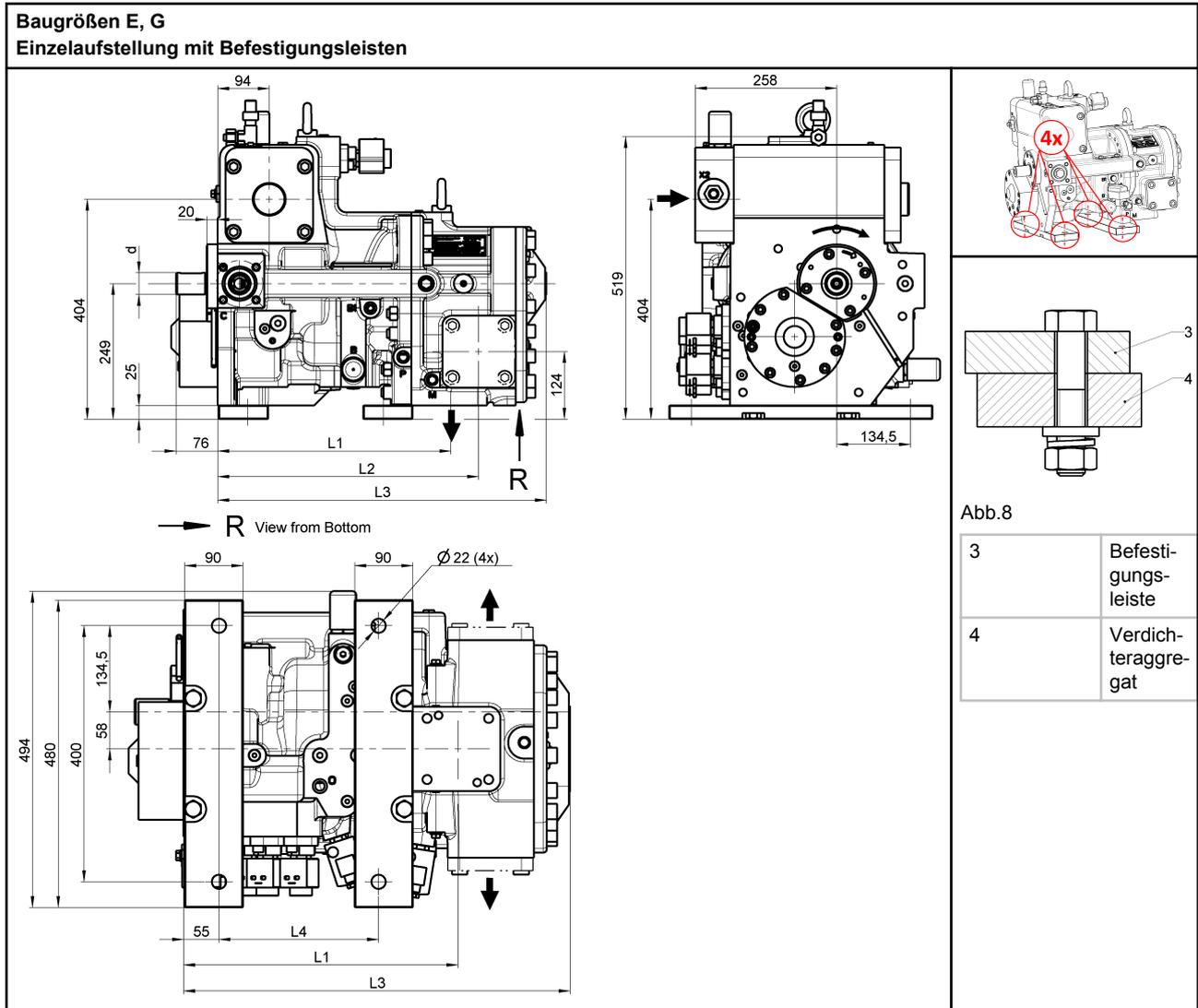
Hauptabmaße, Anschlussmaße			
Einzelanstellung mit Kupplungsgehäuse; Befestigungsleiste			
Maße	Verdichter ohne Kupplungsgehäuse und Kupplung		
	Baugröße E		Baugröße G
I1 [mm]	425,5		454,5
I2 [mm]	476		505
I3 [mm]	599,5		628,5
Durchmesser Antriebswelle d [mm]	40 h6 (28 bar)		40 h6 (28 bar)
	45 h6 (52 bar)		45 h6 (52 bar)
Anschluss	Saugseite	DN 80	DN 80
	Druckseite	DN 80	DN 80
	Economizer	DN 40	DN 40
ca. Masse (kg) mit / ohne Kupplungsgehäuse	444 / 344		451 / 351

Die Abmaße der Kupplungsgehäuses siehe Abschnitt 6.3, Seite 32 und folgende.

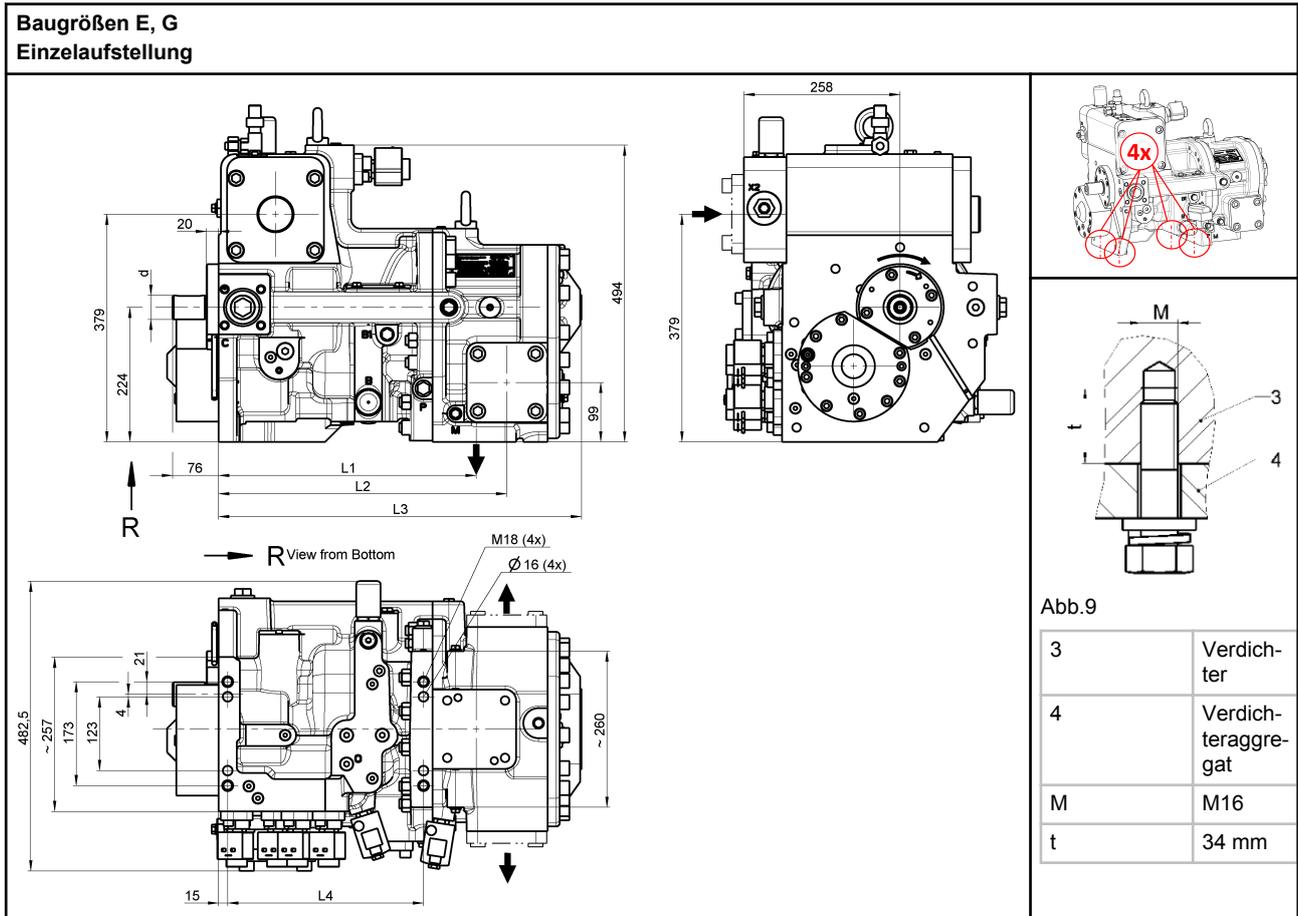


Hauptabmaße, Anschlussmaße		
Einzelaufstellung mit Kupplungsgehäuse; Direktbefestigung		
Maße	Verdichter <u>ohne</u> Kupplungsgehäuse und Kupplung	
	Baugröße E	Baugröße G
I1 [mm]	425,5	454,5
I2 [mm]	476	505
I3 [mm]	599,5	628,5
Durchmesser Antriebswelle d [mm]	40 h6 (28 bar)	40 h6 (28 bar)
	45 h6 (52 bar)	45 h6 (52 bar)
Anschluss	Saugseite	DN 80
	Druckseite	DN 80
	Economizer	DN 40
ca. Masse (kg) mit / ohne Kupplungsgehäuse	444 / 344	451 / 351

Die Abmaße der Kupplungsgehäuses siehe Abschnitt 6.3, Seite 32 und folgende.

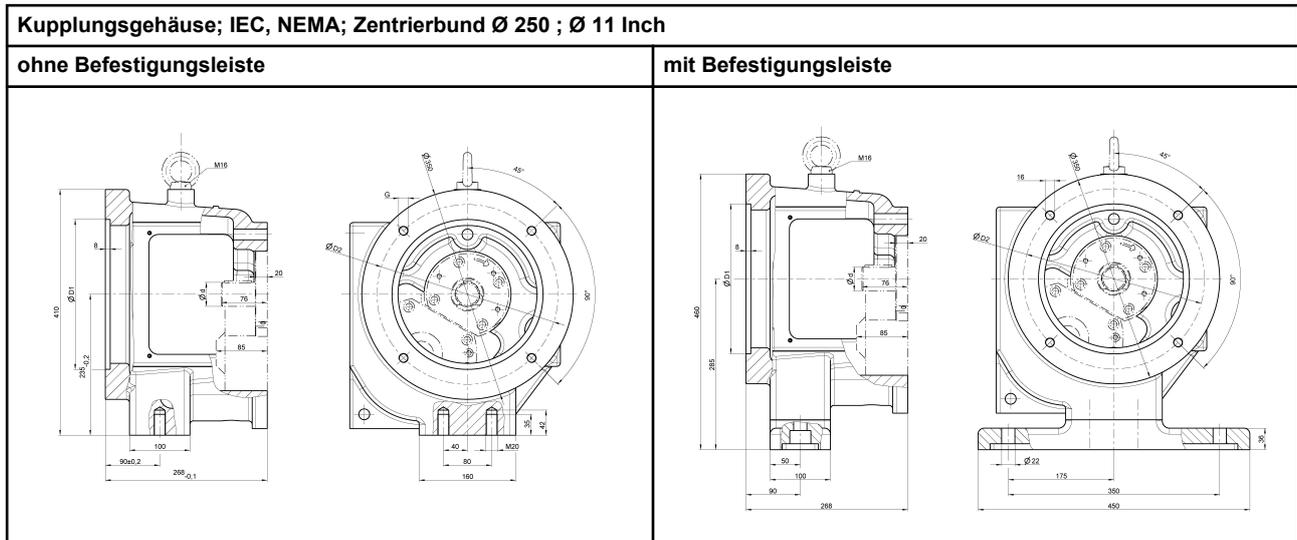


Hauptabmaße, Anschlussmaße Einzelanstellung mit Befestigungsleisten		
Maße	Verdichter	
	Baugröße E	Baugröße G
I1 [mm]	425,5	454,5
I2 [mm]	476	505
I3 [mm]	599,5	628,5
I4 [mm]	247,5	276,5
Durchmesser Antriebswelle d [mm]	40 h6 (28 bar)	40 h6 (28 bar)
	45 h6 (52 bar)	45 h6 (52 bar)
Anschluss	Saugseite	DN 80
	Druckseite	DN 80
	Economizer	DN 40
ca. Masse (kg)	344	351



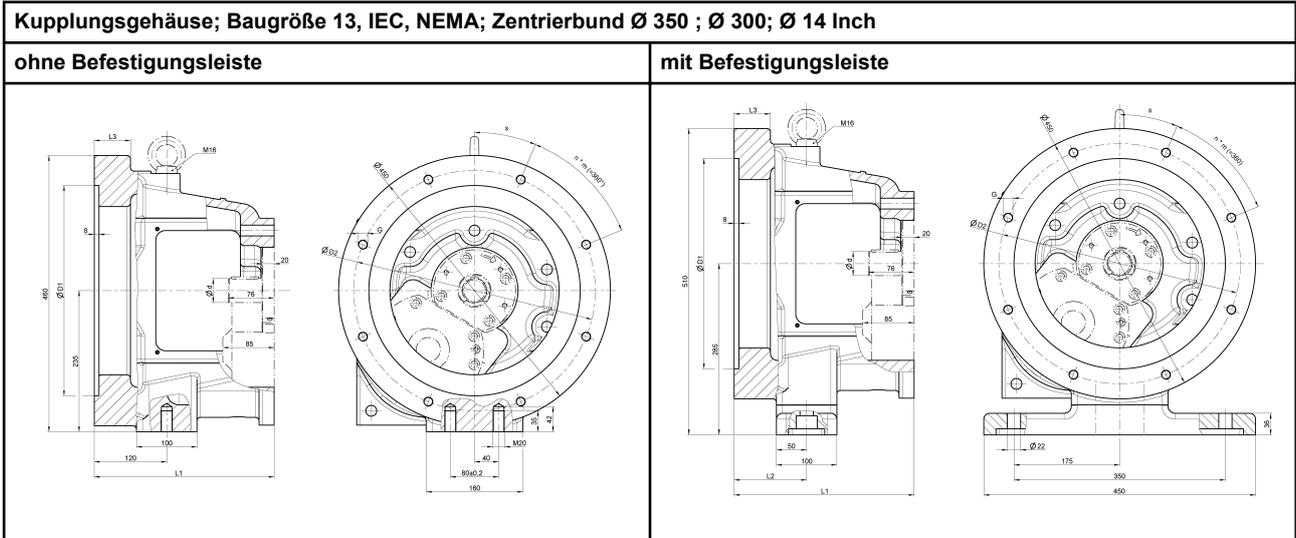
Hauptabmaße, Anschlussmaße Einzelaufstellung		
Maße	Verdichter	
	Baugröße E	Baugröße G
I1 [mm]	425,5	454,5
I2 [mm]	476	505
I3 [mm]	599,5	628,5
I4 [mm]	323,5	352,5
Durchmesser Antriebswelle d [mm]	40 h6 (28 bar)	40 h6 (28 bar)
	45 h6 (52 bar)	45 h6 (52 bar)
Anschluss	Saugseite	DN 80
	Druckseite	DN 80
	Economizer	DN 40
ca. Masse (kg)	344	351

6.3 Kupplungsgehäuse für Verdichterbaugrößen C, D, E, G



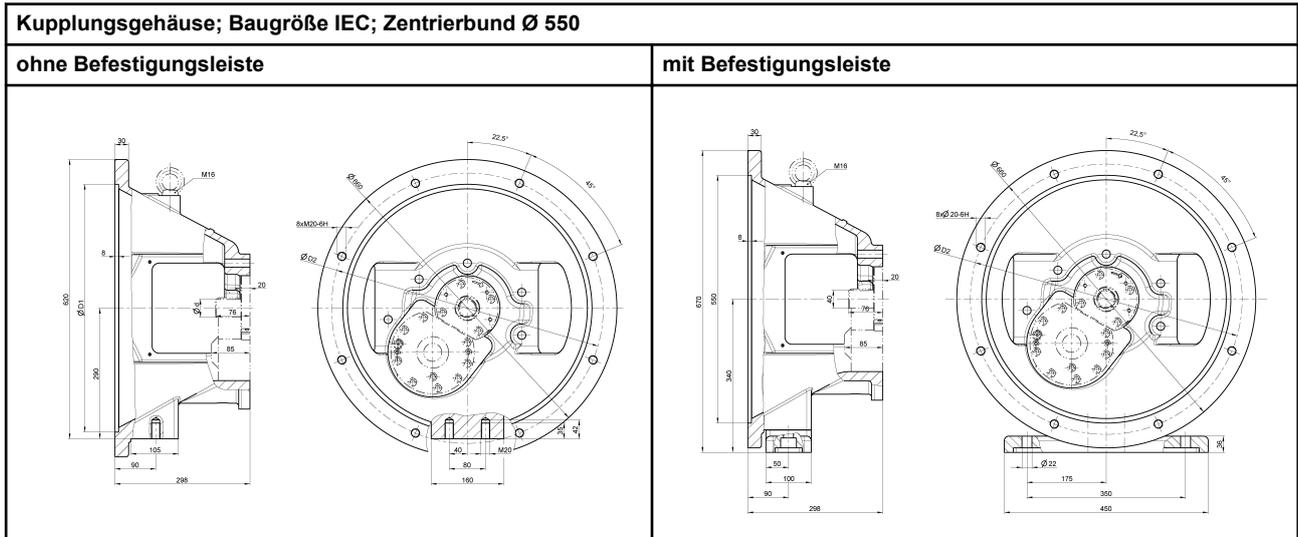
Kupplungsgehäuse Baugröße 12, IEC, NEMA Zentrierbund Ø 250 ; Ø 11 Inch		Variante	
		0820000	0820139
Durchmesser Zentrierbund	D1	250	11 Zoll
Teilkreisdurchmesser der Motorbefestigung	D2	300	12,5 Zoll
Gewinde für Motorbefestigung	G	4x M16	
Durchmesser Antriebswelle	d	40 h6 (28 bar)	
		45 h6 (52 bar)	
Befestigungsschrauben Kupplungsgehäuse - Aggregaterahmen		M20	
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorgewicht		2000 Nm	
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorkippmoment		1500 Nm	

Bauraum für Kupplung, verdichterseitig				
	Kupplungsgehäuse Baugröße 12, IEC, NEMA Zentrierbund Ø 250 ; Ø 11 Inch		Verdichterbaugröße	
			C, D	E, G
	Naben-Flanschdurchmesser	Ø A	≤ 145 mm	≤ 175 mm
	Nabendurchmesser	Ø B	≤ 85 mm	≤ 95 mm
	Montagemaß	a	≥ 25 mm	≥ 25 mm
	Abstand	b	≥ 50 mm	≥ 50 mm



Kupplungsgehäuse Baugröße 13, IEC, NEMA Zentrierbund Ø 350 ; Ø 300; Ø 14 Inch		Variante			
		0820002	0820005	0820006	0820007
Durchmesser Zentrierbund	D1	350	350	300	14 Inch
Teilkreisdurchmesser der Motorbefestigung	D2	400	400	350	16 Inch
Gewinde für Motorbefestigung	G	8x M16	8x M16	4x M16	4x M16
Startwinkel des Gewindes	s	22,5°	22,5°	45°	45°
Durchmesser Antriebswelle	d	40 h6 (28 bar)			
		45 h6 (52 bar)			
Länge Kupplungsgehäuse	L1	268	298	268	268
Abstand Motorflansch - Rahmenbefestigung Kupplungsgehäuse	L2	90	120	90	90
Befestigungsschrauben Kupplungsgehäuse - Aggregaterahmen		M20			
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorgewicht		2500 Nm			
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorkippmoment		1500 Nm			

Bauraum für Kupplung, verdichterseitig				
	Kupplungsgehäuse Baugröße 13, IEC, NEMA Zentrierbund Ø 350 ; Ø 300; Ø 14 Inch		Verdichterbaugröße	
			C, D	E, G
	Naben-Flanschdurchmesser	Ø A	≤ 145 mm	≤ 175 mm
	Nabendurchmesser	Ø B	≤ 85 mm	≤ 95 mm
	Montagmaß	a	≥ 25 mm	≥ 25 mm
	Abstand	b	≥ 50 mm	≥ 50 mm



Kupplungsgehäuse Baugröße IEC Zentrierbund Ø 550		Variante
		0819882
Durchmesser Zentrierbund	D1	550
Teilkreisdurchmesser der Motorbefestigung	D2	600
Gewinde für Motorbefestigung	G	4x M20
Durchmesser Antriebswelle	d	40 h6 (28 bar)
		45 h6 (52 bar)
Befestigungsschrauben Kupplungsgehäuse - Aggregaterahmen		M20
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorgewicht		4850 Nm
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorkippmoment		1500 Nm

Bauraum für Kupplung, verdichterseitig				
	Kupplungsgehäuse Baugröße IEC Zentrierbund Ø 550		Verdichterbaugröße	
			C, D	E, G
	Naben-Flanschdurchmesser	Ø A	≤ 145 mm	≤ 175 mm
	Nabendurchmesser	Ø B	≤ 85 mm	≤ 95 mm
	Montagemaß	a	≥ 25 mm	≥ 25 mm
	Abstand	b	≥ 50 mm	≥ 50 mm

6.4 Anschlüsse Baugrößen C, D, E, G

P+I DIAGRAMM

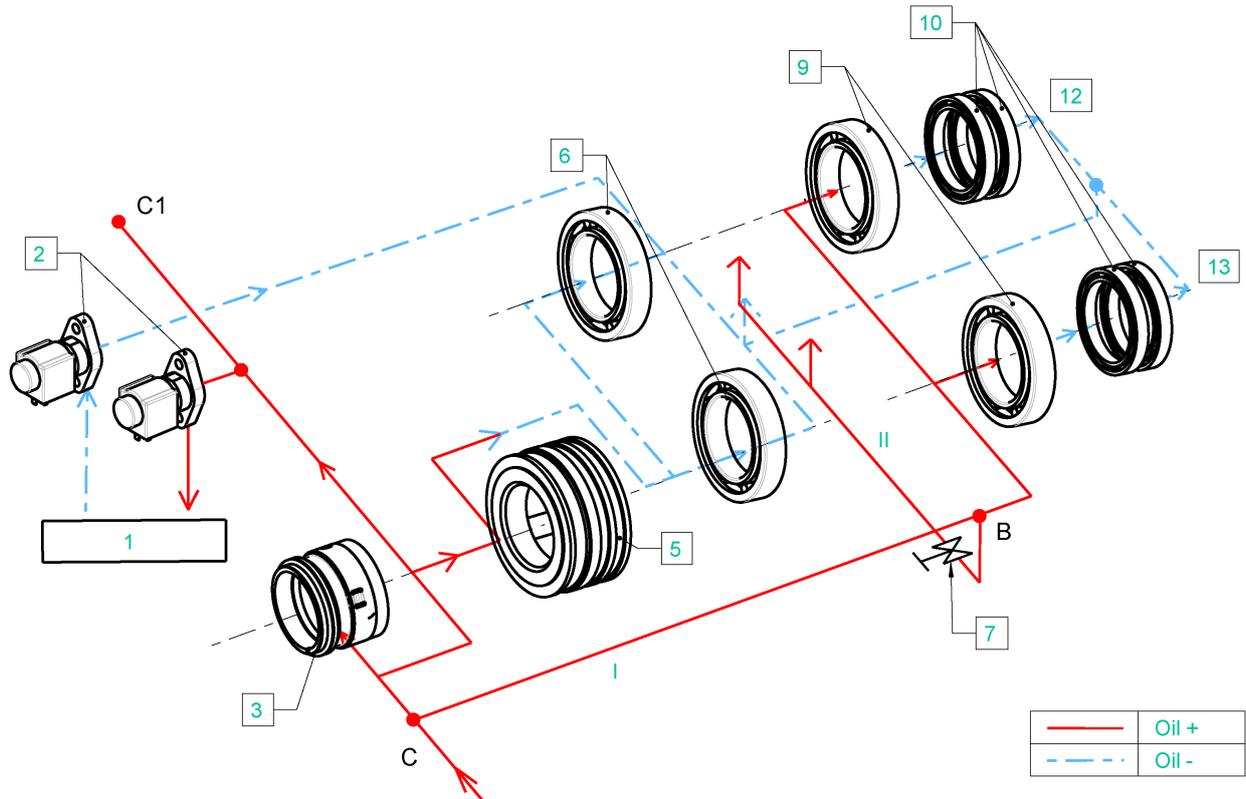
Achtung

Allgemeiner Hinweis zum P+I Diagramm.

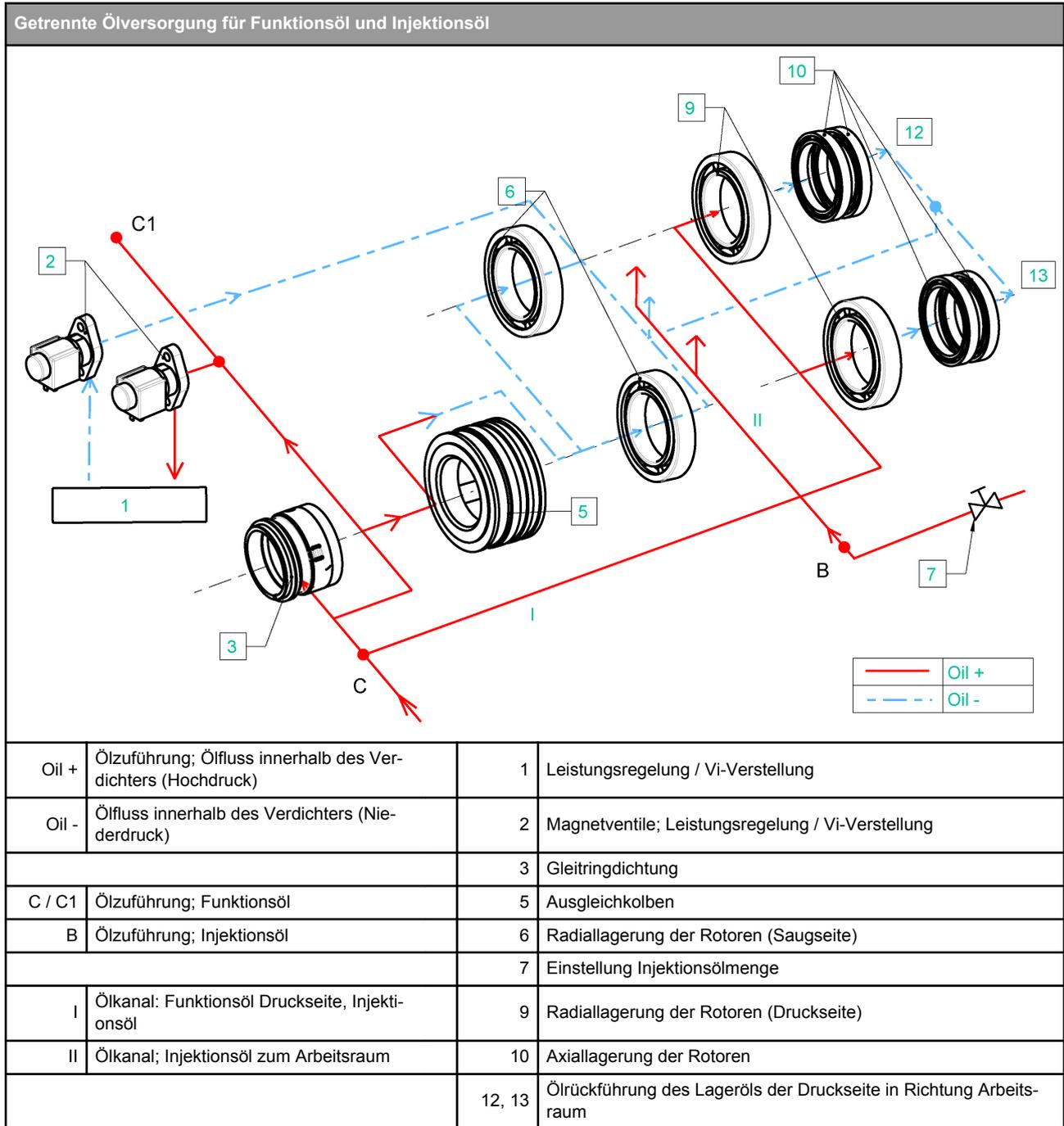
- ▶ Das P+I Diagramm gilt nur für den Schraubenverdichter.
 - ▶ Das P+I Diagramm für den Schraubenverdichter zeigt nur die Anschlussbedingungen zum Schraubenverdichteraggregat.
 - ▶ Das P+I Diagramm des Schraubenverdichters berücksichtigt nicht das Leitungsschema und die Sicherheitseinrichtungen des Schraubenverdichteraggregates.
 - ▶ Die Bezeichnung des P+I Diagramms des Schraubenverdichters ist auf dem Typenschild des Verdichters vermerkt.
 - ▶ Das dem Verdichter zugehörige P+I Diagramm ist Bestandteil der Dokumentation und wird mit dem Verdichter mitgeliefert.
-

Für den Anschluss des Aggregat-Ölkreislaufes an den Verdichter existieren P+I Diagramme, die entsprechend des jeweiligen Einsatzfalles der Maschine festgelegt werden und eine spezielle Bezeichnung besitzen.

Zentrale Ölversorgung für Funktionsöl und Injektionsöl



Oil +	Ölzuführung; Ölfluss innerhalb des Verdichters (Hochdruck)	1	Leistungsregelung / Vi-Verstellung
Oil -	Ölfluss innerhalb des Verdichters (Niederdruck)	2	Magnetventile; Leistungsregelung / Vi-Verstellung
		3	Gleitringdichtung
C / C1	Ölzuführung; Funktionsöl, Injektionsöl	5	Ausgleichkolben
B, 7	Einstellung Injektionsölmenge	6	Radiallagerung der Rotoren (Saugseite)
		7	Einstellung Injektionsölmenge
I	Ölkanal; Funktionsöl Druckseite, Injektionsöl	9	Radiallagerung der Rotoren (Druckseite)
II	Ölkanal; Injektionsöl zum Arbeitsraum	10	Axiallagerung der Rotoren
		12, 13	Ölrückführung des Lageröls der Druckseite in Richtung Arbeitsraum



ANSCHLÜSSE

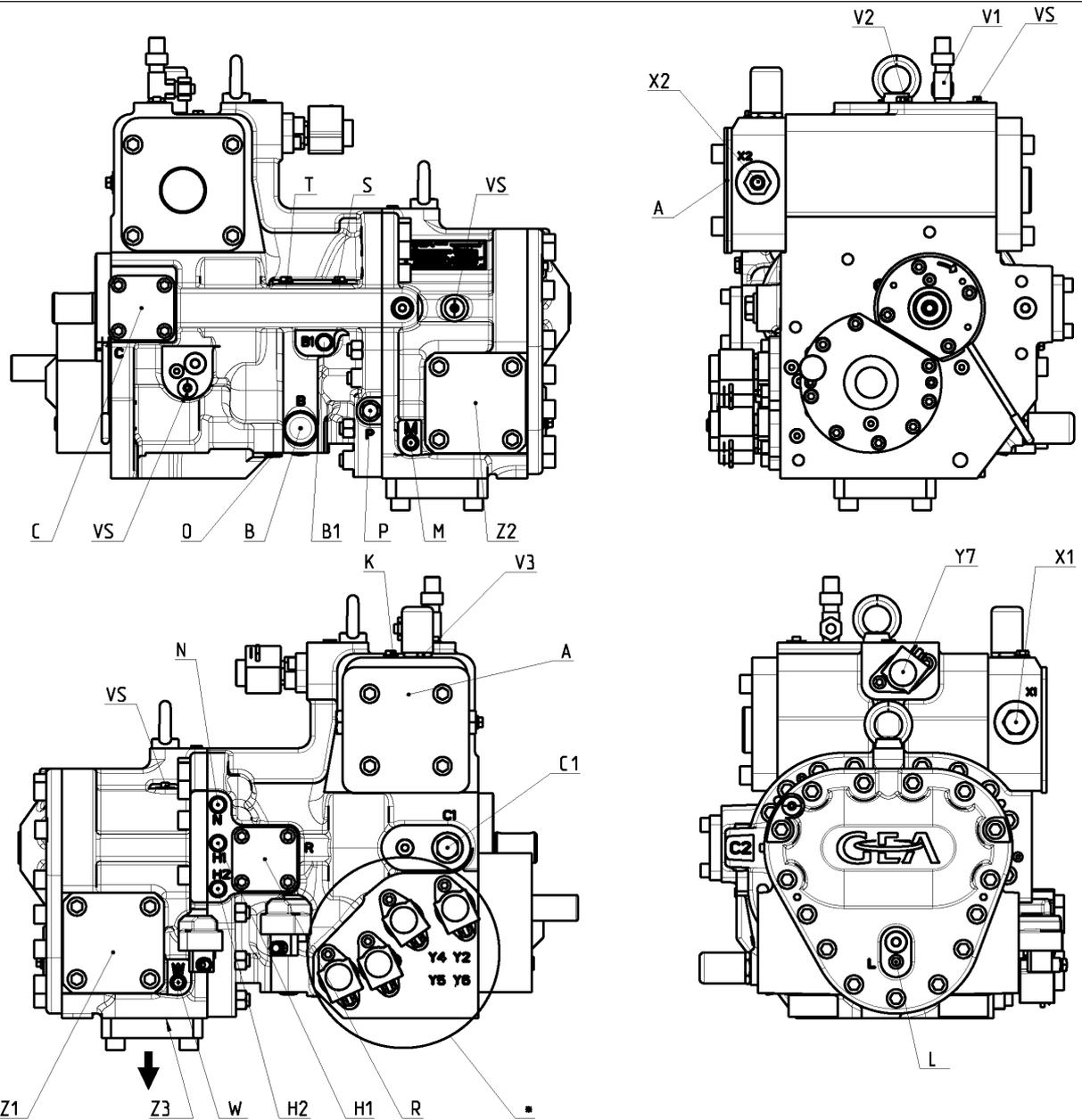


Abb.10: Anschlüsse, Beispiel: Baugröße E, Vi variabel

*	Magnetventile, Bezeichnung, Funktion und Anordnung in Abhängigkeit von Verdichterbauform und -ausführung, siehe Seite 43.
---	---

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE			
Anschluss	Zweck	Nenndurchmesser/ Gewinde	
		Verdichterbaugrößen	
		C, D	E, G
A	Saugstutzen	DN 80 *	DN 80 *
B	Einstellung Injektionsölmenge Option: externe Zuführung Injektionsöl	G ¼"	
B1	Zusatzölinjektion	M16 x 1,5	
C	Funktions- und Injektionsöl	M33 x 2	
C1	Funktions- und Injektionsöl optional zu Anschluss C	M33 x 2	
	Option: externe Zuführung Öl für Magnetventile, bei Funktions- und Injektionsöl über Anschluss C	M16 x 1,5	
C2	Option: Funktionsöl Lager Druckgehäuse	M16 x 1,5	
H1	Kältemitelein-spritzung (LP)	M16 x 1,5	
H2	Kältemitelein-spritzung (HP)	M16 x 1,5	
K	Messung Saugdruck	G ¼	
L	Messung Endtemperatur	M12 x 1,5	
M	Messung Enddruck	G ¼	
N	Ölrückführung vom Ölabscheider	M16 x 1,5	
O	Ölablassschraube	M16 x 1,5	
P	Gasschwingungsschutz	M16 x 1,5	
R	Economizer	DN 40 *	
S	Messung Öl-druck	G ¼	
T	Messung Öl-temperatur	M12 x 1,5	
V1	Serviceanschluss Saugseite, Entlüftungsventil	M16 x 1,5	
V2	Serviceanschluss Saugseite, nach Filter, Rückschlagventil	M16 x 1,5	
V3	Integriertes Serviceventil, Bypass saugseitiges Rückschlagventil	M24 x 1,5	
VS	Anschluss für Schwingungssensor	¼ " -28 UNF x 8	
W	Serviceanschluss Druckseite	M10 x 1	
X1	Anschluss Leitung Überströmventil	M48 x 2	
X2	Messung Saugtemperatur	M12 x 1,5	
Z1, Z2, Z3	Druckstutzen	DN 65 *	DN 80 *

* Flanschverbindung erforderlich; siehe Tabellen Seite 42, Seite 42

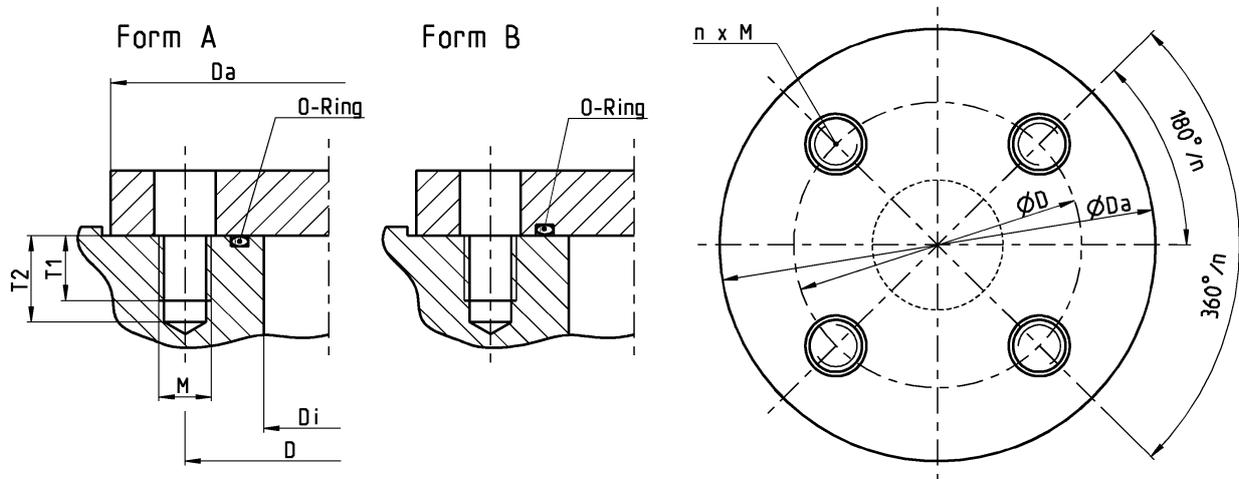
Achtung

Ölfilterung

- ▶ Ist im Verdichter-Aggregat kein Ölfilter-Modul vorhanden, kann ein vom Hersteller konfiguriertes Ölfilter-Modul direkt am Anschluss C des Verdichters angebracht werden.
- ▶ Am Ölfilter-Modul befinden sich Anschlüsse zur Überwachung des Ölkreislaufes, sowie Serviceanschlüsse.

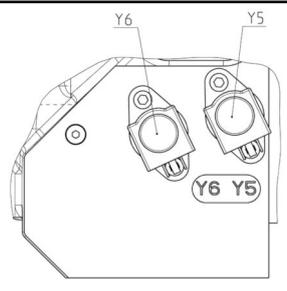
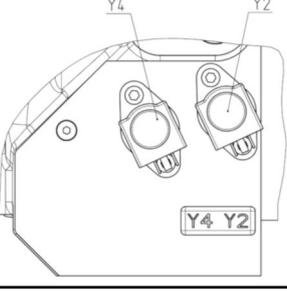
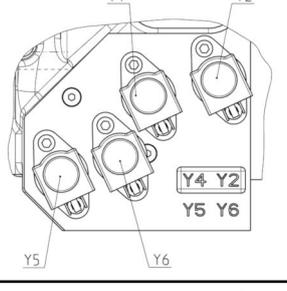
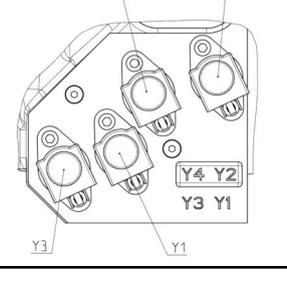
ELEKTROANSCHLÜSSE			
Anschluss	Zweck	Eingang	Ausgang
U1	Wegsensor: Positionsanzeige Regelschieber / Vi-Schieber	24 V (DC)	4 - 20 mA
U2	Wegsensor: Positionsanzeige Regelschieberbegrenzung	24 V (DC)	4 - 20 mA
Y1	Magnetventil	220 V / 230 V AC 110 V AC 24 V DC 230 V / 240 V AC, ATEX 110 V / 120 V AC, ATEX 24 V DC, ATEX	
Y2	Magnetventil		
Y3	Magnetventil		
Y4	Magnetventil		
Y5	Magnetventil		
Y6	Magnetventil		
Y7	Magnetventil (NO)		
		Die jeweilige Funktion des Magnetventils ist im Kapitel "Magnetventile" der Installations- und Wartungsanleitung beschrieben.	
		Heisgasbeaufschlagung Rückschlagventil	

Flanschverbindungen



Flanschverbindungen, Verdichterbaugrößen C, D				
	Saugstutzen A	Druckstutzen Z1; Z2	Druckstutzen Z3	Economizer R
Di	Ø 92	Ø 65	Ø 65	Ø 44
D	Ø 135	Ø 108	Ø 135	Ø 85
Da	□ 165	□ 112	Ø 170	□ 85
M	M16	M16	M16	M12
T1	34	34	34	27
n	4	4	4	4
Form	B	B	B	A
O-Ring	100 x 5	70 x 5	100 x 5	55 x 3

Flanschverbindungen, Verdichterbaugrößen E, G				
	Saugstutzen A	Druckstutzen Z1, Z2	Druckstutzen Z3	Economizer R
Di	Ø 92	Ø 80	Ø 80	Ø 44
D	Ø 135	Ø 135	Ø 135	Ø 85
Da	□ 165	□ 132	Ø 170	□ 85
M	M16	M16	M16	M12
T1	34	34	34	27
n	4	4	4	4
Form	B	B	B	A
O-Ring	100 x 5	100 x 5	100 x 5	55 x 3

Bezeichnung, Anordnung der Magnetventile			
Bauform	Verdichterausführung	Vi	Detail * aus Anschlussbild
"S"	"T" Triax	Vi variabel	
"M"	"S" Standard "T" Triax	Vi fest	
		Vi variabel	
	"B" Booster	Vi fest	

6.5 Bedingungen für Kältemittelanschlüsse

Anschluss	Filtermaschenweite	Bemerkungen
Saugstutzen vor dem Verdichter	100 µm	
Druckstutzen		Während des Druckausgleiches beim Abschalten des Verdichters ist dafür zu sorgen, dass aus den nachgeschalteten Anlagenteilen mit dem zurückströmenden Kältemitteldampf keine Fremdkörper in den Verdichter gelangen.
	100 µm	Optional kann ein Filter eingesetzt werden.
Economizer-Anschluss vor dem Verdichter	100 µm	Einsatzbereich zwischen 100% und ca. 70% Regelschieberposition, in Abhängigkeit von den kältetechnischen Anforderungen. Bei Economizerbetrieb während des Teillastbetriebes ist auf die Einhaltung des projektierten Zwischendruckes zu achten.
Kältemittelinjektions- Anschluss vor dem Verdichter	100 µm	Kältemittelspritzung nur in Verbindung mit trägheitsloser Temperaturmessung auf der Druckseite des Verdichters (Zeitkonstante $k < 10$ sec). Durch entsprechende Regelstrategie und Regelarmaturen ist dafür zu sorgen, dass kein flüssiges Kältemittel in den nachgeschalteten Ölabscheider gelangt

Vorsicht

Zerstörung der Filter und des Verdichters durch angesaugte Flüssigkeiten
 Flüssigkeit (Kältemittel oder Öl) kann zur Zerstörung der Filter am Saugstutzen und am Aufladungsanschluss (Economizer-Anschluss) führen.

- Es ist sicherzustellen, dass keine Flüssigkeiten angesaugt werden.

Achtung

Hinweis zur Auslegung der Rohrleitungen

- Bedingt durch das Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters treten an den Anschlüssen des Schraubenverdichters dynamische Druckanteile proportional der Antriebsdrehzahl multipliziert mit der Zähnezahl des Hauptrotors auf. Bei der Auslegung der Anschlussrohrleitungen sind diese auftretenden Belastungen zu beachten.

Achtung

Hinweis zur Leitungsführung am Druckstutzen

- Die Leitungsführung hat so zu erfolgen, dass ein freies Abfließen von Flüssigkeiten aus dem Verdichter in den Ölabscheider möglich ist.

6.6 Aufstellung des Verdichters

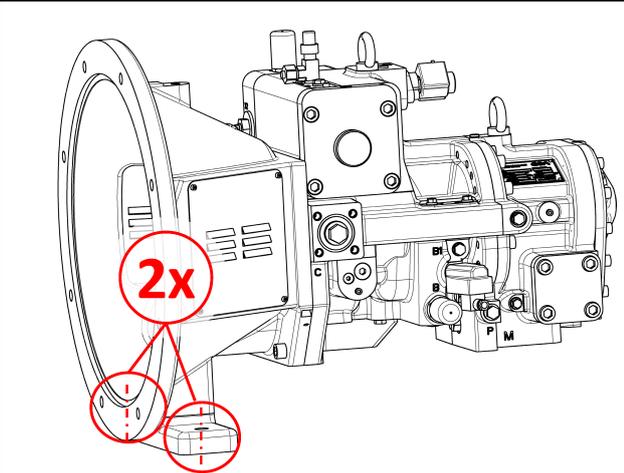
Aufstellbedingungen:

Verdichterauflagefläche

- Gesamtebenheit, bezogen auf alle Fussauflagen: 0,5 mm
- Dicke der Auflagenbleche: ≥ 25 mm

Befestigung des Verdichters

Einzelanstellung mit Kupplungsgehäuse und Befestigungsleiste



Einzelanstellung mit Kupplungsgehäuse, Direktbefestigung

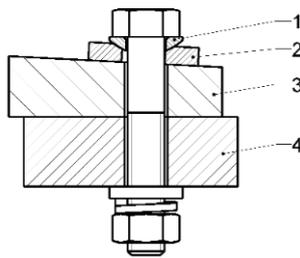
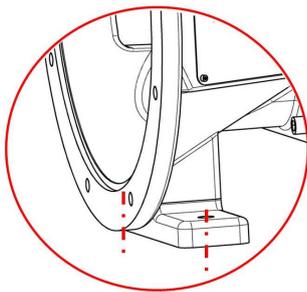
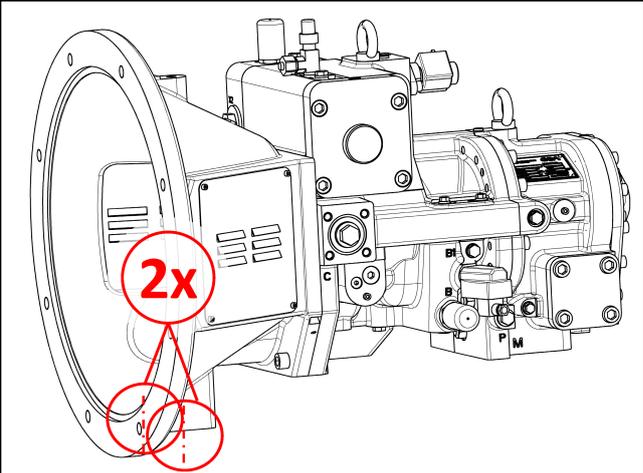


Abb.11

1	Kugelscheibe
2	Kegelpfanne
3	Kupplungsgehäuse
4	Verdichteraggregat

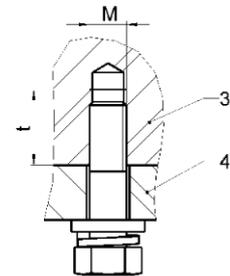
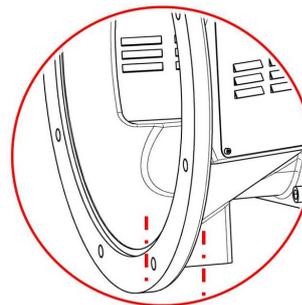


Abb.12

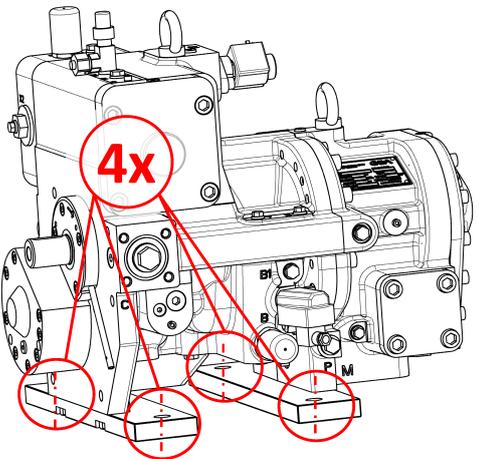
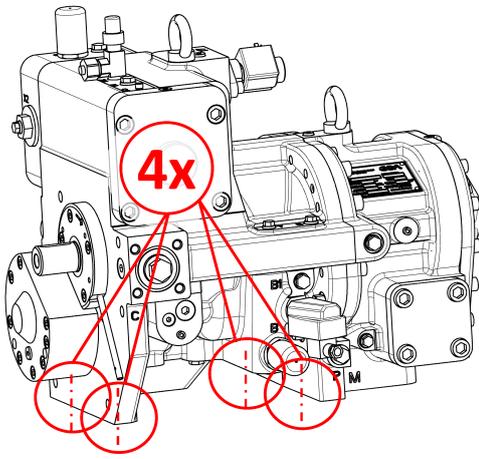
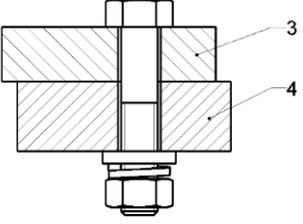
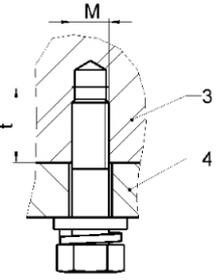
3	Kupplungsgehäuse
4	Verdichteraggregat
M	M20
t	35 mm

Achtung

Hinweis zum sicheren Stand und zur sicheren Funktion des Verdichters.

- Der Höhen- und Winkelversatz zwischen dem Druckstutzen und den Auflageflächen des Kupplungsgehäuses ist auszugleichen.

Bei der jährlichen Wartung des Verdichters sind die Befestigungsschrauben des Verdichters mit den in der Tabelle Seite 47 angegebenen Anzugsdrehmomenten nachzuziehen.

Befestigung des Verdichters													
<p>Einzelanstellung mit Befestigungsleisten</p> 	<p>Einzelanstellung</p> 												
 <p>Abb.13</p> <table border="1"> <tr> <td style="width: 50px;">3</td> <td>Befestigungsleiste, mit dem Verdichter verschraubt</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Verdichteraggregat</td> </tr> </table>	3	Befestigungsleiste, mit dem Verdichter verschraubt	4	Verdichteraggregat	 <p>Abb.14</p> <table border="1"> <tr> <td style="width: 50px;">3</td> <td>Verdichter</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Verdichteraggregat</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>M16</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>34 mm</td> </tr> </table>	3	Verdichter	4	Verdichteraggregat	M	M16	t	34 mm
3	Befestigungsleiste, mit dem Verdichter verschraubt												
4	Verdichteraggregat												
3	Verdichter												
4	Verdichteraggregat												
M	M16												
t	34 mm												
Achtung	Achtung												
<p>Hinweis zum sicheren Stand und zur sicheren Funktion des Verdichters.</p> <p>► Der Höhen- und Winkelversatz zwischen dem Druckstutzen und den Auflageflächen der Befestigungsleisten ist auszugleichen.</p>	<p>Hinweis zum sicheren Stand und zur sicheren Funktion des Verdichters.</p> <p>► Der Höhen- und Winkelversatz zwischen dem Druckstutzen und den Auflageflächen des Verdichtergehäuses ist auszugleichen.</p>												
<p>Bei der jährlichen Wartung des Verdichters sind die Befestigungsschrauben des Verdichters mit den in der Tabelle Seite 47 angegebenen Anzugsdrehmomenten nachzuziehen.</p>													

Geforderte Anzugsdrehmomente der Befestigungsschrauben des Verdichters		
Verdichter- Baugröße	Schraube / Gewinde	Anzugsdrehmoment ¹⁾ [Nm]
C, D, E, G mit Kupplungsgehäuse, Befestigungsleiste	M16	210
C, D, E, G mit Kupplungsgehäuse, Direktbefestigung	M20	425
C, D, E, G Einzelaufstellung, Befestigungsleiste	M20	425
C, D, E, G Einzelaufstellung,	M16	210

¹⁾ bezogen auf Schraubenqualität 8.8 und Reibungszahl 0,14

Antriebsmotor, Kupplung

Bei Einzelaufstellung ohne Kupplungsgehäuse hat die Ausrichtung des Antriebsmotors zum Verdichter nach den Anforderungen des Kupplungsherstellers zu erfolgen. Bitte machen Sie sich mit der Montageanleitung des Kupplungsherstellers vertraut und handeln Sie gemäß dieser Anleitung. Die Ausrichtung des Antriebsmotors ist nach Erstmontage im betriebswarmen Zustand zu wiederholen. Über die Ausrichtung ist ein Protokoll anzufertigen.

6.7 Technische Forderungen für Kupplungen

Beim Einsatz einer nicht vom Hersteller gelieferten Kupplung sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

Parameter		Verdichterbaugröße	
		C, D	E, G
			28 bar
			52 bar
Max. Antriebsleistung (60 Hz)	kW	180	180
			265
Nenn Drehmoment	Nm	500	500
			710
Max. Anlauf Drehmoment	Nm	1250	1250
			1750
Max. Drehzahl	min ⁻¹	6000	
Zulässige dynamische Unwucht	gcm	20	
Zulässige Radialkraft F _R ¹⁾	N	500	
Zulässige Axialkraft F _A	N	200	
Wellendurchmesser Verdichter *	mm	40 h6	40 h6
			45 h6
minimaler Abstand zwischen Wellenenden Verdichter/Motor ²⁾	mm	60 ⁺⁵	

* Bei der Baugröße E/G besitzen die Verdichter bei 28 bar und 52 bar unterschiedliche Antriebswellenenden.

1) Zulässige Kräfte, die auf das Verdichterwellenende wirken dürfen. Die Auswahl der Kupplung und das Ausrichten sind so vorzunehmen, dass diese Kräfte nicht überschritten werden.

2) Werte gelten bei Einsatz einfach wirkender Gleitringdichtungen (Standard). Beim Einsatz doppelt wirkender Gleitringdichtungen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.

Die genannten maximal zulässigen Antriebsleistungen sind Obergrenzen, die durch die Antriebswellenenden bestimmt werden. Aus Gründen der Lagerbelastung werden diese Antriebsleistungen nicht bei allen innerhalb einer Verdichterbaugröße verfügbaren Förderstromgrößen erreicht. Die Überprüfung wird im Verdichterauswahlprogramm vorgenommen.

Weitere Bedingungen:

Ausführung des Verdichterwellenendes:	zylindrisch mit Passfedernut.
Befestigung auf dem Verdichterwellenende:	formschlüssig über Passfeder, mit zusätzlichem Spannverband.
Drehrichtung:	links und rechts
An- und Abfahrhäufigkeit:	maximal 10 pro Stunde
Betriebstemperaturbereich:	- 20 °C bis + 55 °C für dynamische Betriebsbelastung

Wellenende des Verdichters			
		Verdichter Baugröße	
		Druckstufe	
		C, D, E, G 28 bar	E, G 52 bar
	D	40 h6	45 h6
	L1	5	5
	L2	45	40
	W	12	14
	T	5	4

6.8 Schwingungen, Schall, zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen C, D, E, G

Schwingungen				
Haupterregfrequenzen	Drehzahl			
	3000 min ⁻¹	3600 min ⁻¹	4500 min ⁻¹	6000 min ⁻¹
f ¹	50	60	75	100
f ²	100	120	150	200
f ³	250	300	375	500
f ⁴	500	600	750	1000

Wuchtgüte	
Wuchtgüte der Rotoren	Verdichterbaugröße
	C, D, E, G
Wuchtgüte G (mm/s) nach DIN ISO 21940	G 6,3

Grenzwerte für Schwingungen	
Verdichterbaugröße	Effektive Schwinggeschwindigkeit/ RMS ¹⁾ im Frequenzbereich A zwischen 10 Hz und 1000 Hz ²⁾
	Zulässiger Grenzwert (mm/s) ³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾
C, D, E, G	4,0

1) Messmethode gemäß DIN ISO 10816.

2) zu messender Frequenzbereich minimal bis 1000 Hz, oberhalb von 4000 min⁻¹ minimal bis 1500 Hz

3) Bei starrer Aufstellung des Verdichters.

4) Die Aufstellung des Verdichters, sowie die Auslegung von Rahmen und Druckrohrleitung des Aggregates haben so zu erfolgen, dass die angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden.

5) Grenzwerte gelten bis 3000 min⁻¹. Für Drehzahlen von 3600 min⁻¹ und höher ist der Grenzwert mit 1,2 zu multiplizieren.

6) Der Erwartungswert der effektiven Schwinggeschwindigkeit während des störungsfreien Dauerbetriebs beträgt bei optimaler Auslegung des Rahmens 50% des oben angegebenen Grenzwerts

Empfohlene Überwachungsgrenzen:

WARNUNG: 75...100% des zul. Grenzwerts

ABSCHALTUNG: 115...140% des zul. Grenzwerts

Achtung

Praxishinweis: Grenzwerte Stillstandsüberwachung, Stillstandsmessung

Ist die im Stillstand gemessene effektive Schwinggeschwindigkeit größer als 25% des angegebenen Grenzwerts:

- ▶ Einfluss der Störschwingungen reduzieren.
- ▶ Stoßartige Anregungen vermeiden.

Massenträgheitsmoment, Torsionssteifigkeit des Verdichtertorpaars

Achtung

Vorschrift Torsionsanalyse Antriebsstrang

- ▶ Sorgfältige mechanische Auslegung und Konstruktion des Verdichteraggregates.
- ▶ Durchführung einer Torsionsanalyse des Antriebsstrangs um einen sicheren Betrieb außerhalb der kritischen Torsionseigenfrequenzen zu gewährleisten.

Die für die Torsionsanalyse erforderlichen Werte des Massenträgheitsmoments und der Torsionssteifigkeit des Verdichtertorpaars sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben. Die Werte gelten für Verdichter mit einem maximalen Enddruck von 28 bar in den Verdichterausführungen "B", "S", "R". Werte für abweichende Verdichterausführungen sind beim Hersteller hinterlegt.

Werte zur Torsionsanalyse				
	Verdichterbaugröße			
	C	D	E	G
Massenträgheitsmoment [kg m ²]	0,0325	0,0385	0,0618	0,0716
Torsionssteifigkeit [kNm/rad]	110	110	113	113

Schall

Emittierte Schallwerte					
Verdichterbaugröße		C	D	E	G
Schalleistungspegel L _{WA}	dB (A)	82	83	84	85
Emissionsschalldruckpegel L _{pA}	dB (A)	68	69	70	71

Die Schalleistung des Verdichters hängt von dessen Leistung ab und schwankt mit den Betriebsbedingungen der Anlage. Der emittierte Schall wird vom Verdichtungsvorgang, Gaspulsationen und Schwingungen verursacht. Der Geräuschpegel wird stark von der Interaktion zwischen Verdichter und Verdichteraggregat beeinflusst. In der Praxis können die Schalleistungspegel von den angegebenen Werten abweichen.

Die Angaben gelten ausschließlich für die folgenden Betriebsbedingungen mit einer Schwankungsbreite von ± 3 dB:

- Drehzahl $n=2900 \dots 3100 \text{ min}^{-1}$
- Öltemperatur 45...55°C
- Medium NH₃ (R717)
- Betriebspunkte t_0/t_c [°C]: 5/50; -10/45; -35/40; ohne Economizer
- Betriebspunkte p_0/p_c [bar.a]: 5,2/20,3; 2,9/17,8; 0,96/15,5; ohne Economizer

Das innere Volumenverhältnis muss dem im Verdichterauswahlprogramm für den spezifizierten Betriebspunkt errechneten optimalen Vi-Wert entsprechen.

Der Emissionsschalldruckpegel L_{pA} in dB(A) in 1 m Abstand von der Maschinenoberfläche (A-Nahpegel bei Freifeldbedingungen auf reflektierende Grundfläche) ist ein um 13 bis 17 dB(A) verminderter Tabellenwert gegenüber dem Schalleistungspegel L_{WA}.

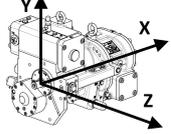
L_{WA} : A-bewerteter Schalleistungspegel nach DIN EN ISO 9614-2 und DIN 45635, Referenz: 1 pW

L_{pA} : A-bewerteter Emissionsschalldruckpegel in 1m Entfernung nach DIN EN ISO 11203, Referenz: 20 μ Pa

Achtung

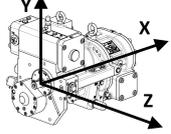
Hinweis zur Auslegung von Rohrleitungen.

- ▶ Bedingt durch das Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters treten an den Anschlüssen des Schraubenverdichters, insbesondere am Druckstutzen, dynamische Druckanteile mit einer zu der Antriebsdrehzahl multipliziert mit der Zähnezahl des Hauptrotors proportionalen Frequenz auf.
 - ▶ Bei der Auslegung der Anschlussrohrleitungen sind die von der Schallgeschwindigkeit abhängigen kritischen Rohrlängen zu beachten, um Resonanzen zu vermeiden.
 - ▶ Die Schallabstrahlung des Aggregats wird durch solche Druckpulsationen in Rohrleitungen wesentlich beeinflusst.
-

ZULÄSSIGE ROHRLEITUNGSKRÄFTE UND -MOMENTE einschließlich Gaskräften					
maximal zulässiger Druck	Angriffspunkt		Vektor	Verdichterbaugröße	
				C/D	E/G
28 bar	Saugstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x	900	900
			y _{max}	900	900
			y _{min}	-900	-900
		Moment [Nm]	z	900	900
			x	400	400
			y	400	400
	Druckstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse 8.8	Kraft [N]	x	1100	1200
			y	1100	1200
			z	1100	1200
		Moment [Nm]	x	500	500
			y	500	500
			z	500	500
	Ecostutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x		
			y		
			z		
Moment [Nm]		x			
		y			
		z			

Baureihe M; Baugrößen C, D, E, G

Schwingungen, Schall, zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen C, D, E, G

ZULÄSSIGE ROHRLEITUNGSKRÄFTE UND -MOMENTE einschließlich Gaskräften					
maximal zulässiger Druck	Angriffspunkt		Vektor 	Verdichterbaugröße	
				C/D	E/G
52 bar	Saugstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x	600	600
			y _{max}	600	600
			y _{min}	-600	-600
		Moment [Nm]	z	600	600
			x	200	200
			y	200	200
	Druckstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse 8.8	Kraft [N]	x	1000	1000
			y	1000	1000
			z	1000	1000
		Moment [Nm]	x	400	400
			y	400	400
			z	400	400
	Ecostutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x		
			y		
			z		
Moment [Nm]		x			
		y			
		z			

6.9 Einsatzgrenzen

Der Verdichter und die verbauten Komponenten sind für bestimmte Betriebsbedingungen ausgelegt, die für ein sicheres Arbeiten des Verdichters eingehalten werden müssen.

Vorsicht

Schädigung des Verdichters und des Verdichteraggregates

- ▶ Die nachfolgend angegebenen minimalen und maximalen Grenzwerte müssen unbedingt eingehalten werden.
- ▶ Der konstruktiv bedingte maximale zulässige Druck gemäß Erzeugnisschild darf nicht überschritten werden.
- ▶ Darüber hinaus gelten projektspezifische Einschränkungen bzw. Grenzwerte, die gesondert vereinbart werden können.

Prozessparameter			
zulässiger Druck (EN 378) (Überdruck)	p	max	28 bar / 52 bar, gemäß Erzeugnisschild
Ansaugtemperatur ⁵	t_{0h}	min	- 60°C
Endtemperatur	t_e	max	120°C
Druckverhältnis	p_c / p_0	min	1,5 ⁶
		max	22
Druckdifferenz	$p_c - p_0$		Normalbetrieb ohne / mit Ölpumpe: ⁷
			Boosterbetrieb: ⁸
			Anwendung "SWING": ⁹
			ohne Ölpumpe: • min. 2,9 bar * mit Ölpumpe: • min. 0,8 bar
			min. 0,8 bar max. 2,9 bar
			min. 0,8 bar
Öltemperatur	$t_{öl}$	min	18°C
		max	80°C
Öldruck ¹⁰	$p_{öl}$		Betrieb ohne Ölpumpe:
			Betrieb mit Ölpumpe:
		$p_{öl} \geq p_0 + 2 \text{ bar}^{11}$	$p_{öl} \geq p_0 + 2 \text{ bar}^{11}$
		UND	UND
		UND	$p_{öl} \leq p_c + 3,5 \text{ bar}^{12}$
		$p_{öl} \geq p_c - 3 \text{ bar}^{11}$ $p_{öl} \leq p_c^{13}$	UND $p_{öl} \geq p_c + 0,5 \text{ bar}$
Ölviskosität ¹⁴	ν	min	7 mm ² /s
		max	70 mm ² /s

- 5 Es ist ein trocken-gesättigter Dampf beim Ansaugvorgang zu garantieren (keine Flüssigkeit).
6 Bei Verdichtern mit verkleinertem Fördervolumen kann dieser Wert auch unterschritten werden.
7 Verdichter der Bauform "S", Verdichter der Bauform "M" mit festem und variablem V_i .
8 mit Ölpumpe; Verdichter der Bauform "M", Verdichterausführung "B".
9 mit Ölpumpe; Verdichter der Bauform "M" mit festem V_i , ausgerüstet für "SWING"-Anwendung.
10 Die angegebenen Öldrücke sind Grenzwerte. Bei Überschreitung oder Unterschreitung ist der Verdichter abzuschalten.
11 Die zeitlichen Einschränkungen siehe Inbetriebnahme (Abschnitt 6.10.1, Seite 58 ff.) sind einzuhalten.
12 Richtwert für Einstellung am externen Öldruckreguliventil $p_{öl} \leq p_c + 2,5 \text{ bar}$
13 Wenn $p_{öl} = p_c$ besteht die Gefahr einer Verdichterbeschädigung, da kein Ölfluss besteht.
14 Bei Start des Verdichters kann der Maximalwert kurzzeitig überschritten werden.

Prozessparameter			
Saugfiltermaschenweite	W_s	max	100 μm
Filterfeinheit Öl	$W_{\text{öl}}$	max	15 μm (Funktionsöl) bei offenen Prozessen (Gasverdichtung) oder $p > 28$ bar • $\beta_{(15)} \geq 200$ 25 μm (Injektionsöl) bei offenen Prozessen (Gasverdichtung) oder $p > 28$ bar • $\beta_{(25)} \geq 200$ 25 μm (Funktionsöl + Injektionsöl) bei geschlossenen Prozessen, $p < 28$ bar • $\beta_{(25)} \geq 200$

⚠ Vorsicht

Hinweis zu * Druckdifferenz $p_c - p_0$.

Schädigung des Verdichters durch Ölmangel bei Betrieb ohne Ölpumpe!

- ▶ Sicherstellung der Druckdifferenz $p_c - p_0 = 2,9$ bar.
- ▶ Installation eines Saugdruck-referenzierten Rückschlagventils nach dem Ölabscheider.
- ▶ Die Mindest-Druckdifferenz von 2,9 bar ist als Schaltwert einzustellen.

Umgebungsbedingungen	
Umgebungstemperatur	Wertebereich / zur Beachtung
Inbetriebnahme Verdichter	+5 °C ... +45 °C <div style="background-color: #0000FF; color: white; text-align: center; padding: 5px;">Achtung</div> Anforderung an die Mindest Umgebungstemperatur zur Vermeidung von Verdichterschäden. ▶ Die minimale Umgebungstemperatur von 5 °C muss mindestens 12 Stunden vor Inbetriebnahme des Verdichters erreicht sein.
Verdichterbetrieb	-20 °C ... +45 °C

Alle der nachfolgend aufgeführten Anforderungen müssen erfüllt sein!

Mindestansaugüberhitzung bei Verdichtereintritt: „Nasse“ Fahrweise ist auszuschließen.

Für $\pi \geq 8$ ist ein Gasschwingungsschutz erforderlich.

Für den CO₂-Einsatz ist bei den Verdichtern aller Baugrößen, in Abhängigkeit von der Einsatzbedingung, die Verwendung einer Vollstrom-Ölpumpe zu überprüfen.

Auf Grund der Löslichkeit von Kältemittel im Öl gilt:

- für Ammoniak:
 - $t_e \geq t_{\text{öl}} + 5 \text{ K}$;
 - $t_e \geq t_{\text{öl}} + 10 \text{ K}$, bei Verwendung eines PAG-Öles (Löslichkeit des Kältemittels im Öl).
- für R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R507, CO₂, Erdgas, Kohlenwasserstoff-Verbindungen:
 - $t_e \geq t_{\text{öl}} + 10 \text{ K}$, bei Löslichkeit des Kältemittels im Öl.

→ **Zur Bestimmung der zulässigen Differenz zwischen Verdichtungsendtemperatur (t_e) und Öleintrittstemperatur ($t_{\text{öl}}$) sind für den konkreten Einsatzfall die Ermittlung der Viskosität und das Löslichkeitsdiagramm für die Kältemittel-Öl -Paarung des Schmierstofflieferanten zu beachten.**

Es ist eine Ölviskosität von 7...70 cSt für die Lagerölversorgung zu gewährleisten. Die Viskositätsabsenkung durch im Öl gelöstes Kältemittel ist zu beachten!

Grenzwerte für Temperaturdifferenzen werden im Verdichterauswahlprogramm berücksichtigt.

Die Öltemperatur vor Eintritt in den Verdichter muss mindestens 18°C betragen, gegebenenfalls ist das Öl vorzuwärmen.

Die Temperaturänderungsgeschwindigkeit an der Saugseite des Verdichters darf 0,1 K/s nicht überschreiten.

Für Einsatzfälle außerhalb der zulässigen Drehzahlen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu nehmen.

p_c	Enddruck / Kondensationsdruck	t_{0h}	Ansaugtemperatur (Verdichtereintritt)
p_0	Saugdruck	t_e	Endtemperatur (Verdichteraustritt)
Δp	Druckdifferenz ($p_c - p_0$)	t_c	Kondensationstemperatur
π	Druckverhältnis (p_c / p_0)	$t_{\text{Öl}}$	Öleintrittstemperatur in den Verdichter

Anmerkungen:

1. Bei Überprüfung eines konkreten Einsatzfalles sind alle in den Tabellen angegebenen Bedingungen zu berücksichtigen und einzuhalten.
2. Werden für einen speziellen Anwendungsfall die angegebenen Grenzen nicht eingehalten, so ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.
3. Neben den in den Tabellen aufgeführten Einsatzgrenzen sind die einzuhaltenden Betriebsbedingungen des jeweiligen Verdichters zu berücksichtigen (z.B. Startregime, Öldruck, Ölmenge usw.).
4. Economizerbetrieb:
 - Bauform M: In Abhängigkeit von den kältetechnischen Anforderungen erfolgt der Economizerbetrieb zwischen 100% und ca. 70% Regelschieberposition.
 - Bauform S: In Abhängigkeit von den kältetechnischen Anforderungen erfolgt der Economizerbetrieb in einem definierten Drehzahlbereich.
5. Beim Einsatz von **R134a** als Kältemittel und einer **Verflüssigungstemperatur > 60 °C** ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.

6.10 Inbetriebnahme, Baugrößen C, D, E, G

6.10.1 Erstinbetriebnahme

Achtung

Allgemeine Vorgaben zur Erstinbetriebnahme des Verdichters

- ▶ Vor der Erstinbetriebnahme ist der Verdichter durch einen Sachverständigen zu überprüfen.
- ▶ Überprüfen Sie die Drehrichtung des Antriebsmotors bei demontierter Kupplung.
- ▶ Drehen Sie den Verdichter bei stromlosen Antriebsmotor und montierter Kupplung manuell an der Antriebswelle, um die Funktionsfähigkeit des Verdichters zu überprüfen.
- ▶ Führen Sie eine Druckprobe gemäß der Installations- und Wartungsanleitung durch.
- ▶ Führen Sie eine Vakuumprobe gemäß der Installations- und Wartungsanleitung durch.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter sowohl mechanisch, als auch elektrisch korrekt und vollständig angeschlossen ist.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter an alle erforderlichen Medien angeschlossen ist. Vergleichen Sie hierzu auch das auf dem Typenschild angegebene P+I Schema mit der dem Verdichter zugehörigen Dokumentation.
- ▶ Stellen Sie unmittelbar vor der Inbetriebnahme fest, dass die sichere Zufuhr mit allen erforderlichen Medien möglich ist. Öffnen Sie dazu alle notwendigen manuell zu betätigenden Absperrventile entsprechend des P+I Schemas des Aggregates.

Achtung

Allgemeiner Hinweis bei der Verwendung kältemittellöslicher Öle.

- ▶ Bei Erstinbetriebnahme und bei Inbetriebnahme nach längerem Stillstand oder Wartung des Verdichters, ist vor Inbetriebnahme des Schraubenverdichter-Aggregates für eine ausreichende Vermischung von Kältemittel und Öl zu sorgen, da die hohe Viskosität des unvermischten Öles zu Lagerschäden führt.

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

1. Position des Vi-Schiebers / Regelschiebers in Startposition

Bauform "S":

- Vor Start des Antriebsmotors:
 - Einzelverdichter:
Die Magnetventile Y5 und Y6 werden angesteuert und öffnen.
 - DUO-Pack / MULTI-Pack, ohne Ölpumpe:
Das Magnetventil Y6 wird angesteuert und öffnet.
- Starten des Antriebsmotors.
 - Mit Start des Antriebsmotors bleibt das Magnetventil Y6 angesteuert und geöffnet, das Magnetventil Y5 wird deaktiviert und geschlossen.
- Antriebsmotor fährt bis auf Startdrehzahl.
- 20 Sekunden nach Erreichen der Startdrehzahl erfolgt die Freigabe der automatischen Vi-Verstellung.
- Das Magnetventil Y7 wird angesteuert und schließt.

Bauform "M":

– **Vor Start** des Antriebsmotors:

- Einzelverdichter:
 - Vi fest: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y4,
 - Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2, Y4, Y5 und Y6,
 - Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,
 - Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,
- DUO-Pack / MULTI-Pack, ohne Ölpumpe:
 - Vi fest: Ansteuerung des Magnetventils Y4,
 - Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y4 und Y5,
- DUO-Pack / MULTI-Pack, mit Ölpumpe:
 - Vi fest: Ansteuerung des Magnetventils Y2,
 - Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y5,
 - Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3,
 - Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3,

Die Ansteuerung der Ventile erfolgt so, dass am Kolben des Regelschiebers ein Druckausgleich stattfindet und die eingebaute Feder den Regelschieber in die MIN-Position bewegen kann.

– Stromsignal der Positionsanzeige des Regelschiebers muss bei Start gemäß Angabe auf dem Positionsanzeiger:

- 4 ... 5 mA (0%...6%) betragen.

– Wird nach Ablauf von 180 Sekunden das o.g. Stromsignal nicht erreicht, so wird die Startbedingung bis zu einem Stromsignal von:

- 15 mA (0%...70%) erweitert.

– **Mit Start** des Antriebsmotors bleiben angesteuert:

- Vi fest: Magnetventil Y2,
- Vi variabel: Magnetventile Y2 und Y5,
- Vi fest, Ausführung "B": Magnetventile Y2 und Y3,

Die anderen Magnetventile werden mit Start des Antriebsmotors abgeschaltet und sind geschlossen.

- Start der externen Ölpumpe, falls vorhanden.
- Das Magnetventil Y7 wird angesteuert und schließt.

2. Öldruck

- Die Öldrücke sind dem Datenblatt Abschnitt 6.9, Seite 55 zu entnehmen.

3. Öltemperatur

- Die Öleintrittstemperatur in den Verdichter muss mindestens 18°C betragen (siehe Abschnitt 6.9, Seite 55).

In der Startphase kann die Ölviskosität auch kurzzeitig den maximal zulässigen Wert von 70 cSt überschreiten.

4. Zeitliche Einschränkungen

- Betrieb ohne Ölpumpe:
 - Innerhalb der ersten 20 Sekunden nach Start des Antriebsmotors ist die Öldrucküberwachung zu ignorieren.
 - Nach Ablauf der 20 Sekunden ist in den folgenden 120 Sekunden ein Differenzdruck von " $p_{\text{öl}} - p_0$ " > 0,5 bar einzuhalten.
 - Der Verdichter ist abzuschalten, wenn innerhalb der 120 Sekunden der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " für länger als 20 Sekunden "< 0,5 bar" beträgt.
 - Nach Ablauf der 120 Sekunden muss der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " > 2 bar betragen.
 - Der Verdichter ist abzuschalten, wenn der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " für länger als 20 Sekunden "< 2,0 bar" beträgt.
- Betrieb mit Ölpumpe:
 - Innerhalb von 15 Sekunden nach Start des Antriebsmotors muss der Öldruck $p_{\text{öl}} > p_0 + 2$ bar **und** $p_{\text{öl}} \geq p + 0,5$ bar betragen. (p = Druck auf Druckseite des Verdichters; p_0 = Saugdruck)

STOPPBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

Vor dem Stopp des Verdichters ist der Schieber in die MIN-Position zu verfahren.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit einer externen Ölpumpe.

► Bei der Verwendung einer **externen Ölpumpe** zur Versorgung des Verdichters mit Öl, ist die Ölpumpe **bei Stopp** des Antriebsmotors gleichzeitig **außer Betrieb** zu nehmen.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit Frequenzumrichter

► Bei der Verwendung eines drehzahlgeregelten Antriebs mit Frequenzumrichter hat der Stopp, parametrisiert im Frequenzumrichter, im Modus "**Free Wheel**" / "**Freier Auslauf**" zu erfolgen.

Mit Stopp des Verdichtermotors, Magnetventil Y7 deaktivieren.

Einschaltsperrzeit (Start to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Einschalt-Intervalle.

► Die minimale Einschaltsperrzeit, Wartezeit zwischen zwei Einschaltungen, muss **mindestens 600 Sekunden** betragen, wenn vom Hersteller des Antriebsmotors keine höhere Einschaltsperrzeit gefordert ist.

Zwangspause (Stopp to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Stopp-Intervalle.

► Die minimale Zwangspause, Zwangsstillstand nach Verdichterstopp, muss **mindestens 10 Sekunden** betragen.

Einstellen der Endtemperatur

Zur Anpassung der Endtemperatur an die im Projekt vereinbarten Betriebsbedingungen kann die in den Verdichter eingespritzte Injektionsölmenge verändert werden.

Die Voraussetzungen dafür sind:

- Der Verdichter arbeitet in den im Projekt vereinbarten Betriebsbedingungen (Saugdruck, Enddruck).
- Der Verdichter arbeitet in der im Projekt vereinbarten maximalen Drehzahl.
- Die Leistungsregelung des Verdichters ist auf 100% Leistung eingestellt.
- oder / und das große Vi ist in der Vi-Verstellung eingestellt.

Verändern Sie die eingespritzte Injektionsölmenge durch Öffnen oder Schließen des Regulierventils: oder in der Zuleitung zum Anschluß

- am Anschluss B (Seite 37)

oder

- oder in der Zuleitung zum Anschluß B (Seite 38).

Bedingt durch die Trägheit des Gesamtsystems, hat die Veränderung der eingespritzten Ölmenge in kleinen Schritten und mit einer Haltezeit zu erfolgen.

6.10.2 Inbetriebnahme nach längerer Stillstandszeit

Achtung

Allgemeiner Hinweis zur sicheren Inbetriebnahme.

- ▶ Vor der Inbetriebnahme nach längerer Stillstandszeit ist der Verdichter durch unterwiesenes Bedienpersonal zu überprüfen.
- ▶ Drehen Sie den Verdichter bei stromlosen Antriebsmotor und montierter Kupplung manuell an der Antriebswelle, um die Funktionsfähigkeit des Verdichters zu überprüfen.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter sowohl mechanisch, als auch elektrisch korrekt und vollständig angeschlossen ist.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter an alle erforderlichen Medien angeschlossen ist. Vergleichen Sie hierzu gegebenenfalls auch das auf dem Typenschild angegebene P+I Schema mit der dem Verdichter zugehörigen Dokumentation.
- ▶ Stellen Sie unmittelbar vor der Inbetriebnahme fest, dass die Zufuhr mit allen erforderlichen Medien möglich ist. Öffnen Sie dazu alle notwendigen manuell zu betätigenden Absperrventile entsprechend des P+I Schemas des Aggregates.

Achtung

Allgemeiner Hinweis bei der Verwendung kältemittellöslicher Öle.

- ▶ Bei Erstinbetriebnahme und bei Inbetriebnahme nach längerem Stillstand oder Wartung des Verdichters, ist vor Inbetriebnahme des Schraubenverdichter-Aggregates für eine ausreichende Vermischung von Kältemittel und Öl zu sorgen, da die hohe Viskosität des unvermischten Öles zu Lagerschäden führt.

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

1. Position des Vi-Schiebers / Regelschiebers in Startposition

Bauform "S":

- Vor Start des Antriebsmotors:
 - Einzelverdichter:
Die Magnetventile Y5 und Y6 werden angesteuert und öffnen.
 - DUO-Pack / MULTI-Pack, ohne Ölpumpe:
Das Magnetventil Y6 wird angesteuert und öffnet.
- Starten des Antriebsmotors.
 - Mit Start des Antriebsmotors bleibt das Magnetventil Y6 angesteuert und geöffnet, das Magnetventil Y5 wird deaktiviert und geschlossen.
- Antriebsmotor fährt bis auf Startdrehzahl.
- 20 Sekunden nach Erreichen der Startdrehzahl erfolgt die Freigabe der automatischen Vi-Verstellung.
- Das Magnetventil Y7 wird angesteuert und schließt.

Bauform "M":

- **Vor Start** des Antriebsmotors:
 - Einzelverdichter:

Vi fest: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y4,

Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2, Y4, Y5 und Y6,

Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,

Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,

- DUO-Pack / MULTI-Pack, ohne Ölpumpe:

Vi fest: Ansteuerung des Magnetventils Y4,

Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y4 und Y5,

- DUO-Pack / MULTI-Pack, mit Ölpumpe:

Vi fest: Ansteuerung des Magnetventils Y2,

Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y5,

Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3,

Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3,

Die Ansteuerung der Ventile erfolgt so, dass am Kolben des Regelschiebers ein Druckausgleich stattfindet und die eingebaute Feder den Regelschieber in die MIN-Position bewegen kann.

- Stromsignal der Positionsanzeige des Regelschiebers muss bei Start gemäß Angabe auf dem Positionsanzeiger:
 - 4 ... 5 mA (0%...6%) betragen.
- Wird nach Ablauf von 180 Sekunden das o.g. Stromsignal nicht erreicht, so wird die Startbedingung bis zu einem Stromsignal von:
 - 15 mA (0%...70%) erweitert.
- **Mit Start** des Antriebsmotors bleiben angesteuert:
 - Vi fest: Magnetventil Y2,
 - Vi variabel: Magnetventile Y2 und Y5,
 - Vi fest, Ausführung "B": Magnetventile Y2 und Y3,

Die anderen Magnetventile werden mit Start des Antriebsmotors abgeschaltet und sind geschlossen.

- Start der externen Ölpumpe, falls vorhanden.
- Das Magnetventil Y7 wird angesteuert und schließt.

2. Öldruck

- Die Öldrücke sind dem Datenblatt Abschnitt 6.9, Seite 55 zu entnehmen.

3. Öltemperatur

- Die Öleintrittstemperatur in den Verdichter muss mindestens 18°C betragen (siehe Abschnitt 6.9, Seite 55).

In der Startphase kann die Ölviskosität auch kurzzeitig den maximal zulässigen Wert von 70 cSt überschreiten.

4. Zeitliche Einschränkungen

- Betrieb ohne Ölpumpe:
 - Innerhalb der ersten 20 Sekunden nach Start des Antriebsmotors ist die Öldrucküberwachung zu ignorieren.
 - Nach Ablauf der 20 Sekunden ist in den folgenden 120 Sekunden ein Differenzdruck von " $p_{\text{öl}} - p_0$ " $> 0,5$ bar einzuhalten.
 - Der Verdichter ist abzuschalten, wenn innerhalb der 120 Sekunden der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " für länger als 20 Sekunden " $< 0,5$ bar" beträgt.
 - Nach Ablauf der 120 Sekunden muss der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " > 2 bar betragen.
 - Der Verdichter ist abzuschalten, wenn der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " für länger als 20 Sekunden " $< 2,0$ bar" beträgt.
- Betrieb mit Ölpumpe:
 - Innerhalb von 15 Sekunden nach Start des Antriebsmotors muss der Öldruck $p_{\text{öl}} > p_0 + 2$ bar **und** $p_{\text{öl}} \geq p + 0,5$ bar betragen. (p = Druck auf Druckseite des Verdichters; p_0 = Saugdruck)

STOPPBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

Vor dem Stopp des Verdichters ist der Schieber in die MIN-Position zu verfahren.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit einer externen Ölpumpe.

- ▶ Bei der Verwendung einer **externen Ölpumpe** zur Versorgung des Verdichters mit Öl, ist die Ölpumpe **bei Stopp** des Antriebsmotors gleichzeitig **außer Betrieb** zu nehmen.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit Frequenzumrichter

- ▶ Bei der Verwendung eines drehzahlgeregelten Antriebs mit Frequenzumrichter hat der Stopp, parametrisiert im Frequenzumrichter, im Modus **"Free Wheel" / "Freier Auslauf"** zu erfolgen.

Mit Stopp des Verdichtermotors, Magnetventil Y7 deaktivieren.

Einschaltsperrzeit (Start to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Einschalt-Intervalle.

- ▶ Die minimale Einschaltsperrzeit, Wartezeit zwischen zwei Einschaltungen, muss **mindestens 600 Sekunden** betragen, wenn vom Hersteller des Antriebsmotors keine höhere Einschaltsperrzeit gefordert ist.

Zwangspause (Stopp to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Stopp-Intervalle.

- ▶ Die minimale Zwangspause, Zwangsstillstand nach Verdichterstopp, muss **mindestens 10 Sekunden** betragen.

6.10.3 Automatk-Betrieb (Start-Stop Betrieb)

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

Achtung

Allgemeiner Hinweis zur sicheren Inbetriebnahme.

- ▶ Vor der Inbetriebnahme nach längerer Stillstandzeit ist der Verdichter durch unterwiesenes Bedienpersonal zu überprüfen.
- ▶ Drehen Sie den Verdichter bei stromlosen Antriebsmotor und montierter Kupplung manuell an der Antriebswelle, um die Funktionsfähigkeit des Verdichters zu überprüfen.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter sowohl mechanisch, als auch elektrisch korrekt und vollständig angeschlossen ist.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter an alle erforderlichen Medien angeschlossen ist. Vergleichen Sie hierzu gegebenenfalls auch das auf dem Typenschild angegebene P+I Schema mit der dem Verdichter zugehörigen Dokumentation.
- ▶ Stellen Sie unmittelbar vor der Inbetriebnahme fest, dass die Zufuhr mit allen erforderlichen Medien möglich ist. Öffnen Sie dazu alle notwendigen manuell zu betätigenden Absperrventile entsprechend des P+I Schemas des Aggregates.

Achtung

Allgemeiner Hinweis bei der Verwendung kältemittellöslicher Öle.

- ▶ Bei Erstinbetriebnahme und bei Inbetriebnahme nach längerem Stillstand oder Wartung des Verdichters, ist vor Inbetriebnahme des Schraubenverdichter-Aggregates für eine ausreichende Vermischung von Kältemittel und Öl zu sorgen, da die hohe Viskosität des unvermischten Öles zu Lagerschäden führt.

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

1. Position des Vi-Schiebers / Regelschiebers in Startposition

Bauform "S":

- Vor Start des Antriebsmotors: Die Magnetventile Y5 und Y6 werden angesteuert und öffnen.
- Starten des Antriebsmotors.
 - Mit Start des Antriebsmotors bleibt das Magnetventil Y6 angesteuert und geöffnet, das Magnetventil Y5 wird deaktiviert und geschlossen.
- Antriebsmotor fährt bis auf Startdrehzahl.
- 20 Sekunden nach Erreichen der Startdrehzahl erfolgt die Freigabe der automatischen Vi-Verstellung.

Bauform "M":

- **Vor Start** des Antriebsmotors:
 - Vi fest: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y4,
 - Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2, Y4, Y5 und Y6,
 - Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,
 - Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4, damit am Kolben des Regelschiebers ein Druckausgleich stattfindet und die eingebaute Feder den Regelschieber in die MIN-Position bewegen kann.

- Stromsignal der Positionsanzeige des Regelschiebers muss bei Start gemäß Angabe auf dem Positionsanzeiger:
 - 4 ... 5 (0%...6%) mA betragen.
- Wird nach Ablauf von 180 Sekunden das o.g. Stromsignal nicht erreicht, so wird die Startbedingung bis zu einem Stromsignal von:
 - 8 mA erweitert.
- **Mit Start** des Antriebsmotors bleiben angesteuert:
 - Vi fest: Magnetventil Y2,
 - Vi variabel: Magnetventile Y2 und Y5,
 - Vi fest, Ausführung "B": Magnetventile Y2 und Y3,Die anderen Magnetventile werden mit Start des Antriebsmotors abgeschaltet und sind geschlossen.
Start der externen Ölpumpe, falls vorhanden.
 - Ansteuerung des Magnetventils Y7, Schließen des Ventils

2. Öldruck

- Die Öldrücke sind dem Datenblatt Abschnitt 6.9, Seite 55 zu entnehmen.

3. Öltemperatur

- Die Öleintrittstemperatur in den Verdichter muss mindestens 18°C betragen (siehe Abschnitt 6.9, Seite 55).
In der Startphase kann die Ölviskosität auch kurzzeitig den maximal zulässigen Wert von 70 cSt überschreiten.

4. Zeitliche Einschränkungen

- Betrieb ohne Ölpumpe:
 - Innerhalb der ersten 20 Sekunden nach Start des Antriebsmotors ist die Öldrucküberwachung zu ignorieren.
 - Nach Ablauf der 20 Sekunden ist in den folgenden 120 Sekunden ein Differenzdruck von " $p_{\text{öl}} - p_0$ " > 0,5 bar einzuhalten.
 - Der Verdichter ist abzuschalten, wenn innerhalb der 120 Sekunden der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " für länger als 20 Sekunden "< 0,5 bar" beträgt.
 - Nach Ablauf der 120 Sekunden muss der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " > 2 bar betragen.
 - Der Verdichter ist abzuschalten, wenn der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " für länger als 20 Sekunden "< 2,0 bar" beträgt.
- Betrieb mit Ölpumpe:
 - Innerhalb von 15 Sekunden nach Start des Antriebsmotors muss der Öldruck $p_{\text{öl}} > p_0 + 2$ bar **und** $p_{\text{öl}} \geq p + 0,5$ bar betragen. (p = Druck auf Druckseite des Verdichters; p_0 = Saugdruck)

STOPPBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

Vor dem Stopp des Verdichters ist der Schieber in die MIN-Position zu verfahren.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit einer externen Ölpumpe.

- ▶ Bei der Verwendung einer **externen Ölpumpe** zur Versorgung des Verdichters mit Öl, ist die Ölpumpe **bei Stopp** des Antriebsmotors gleichzeitig **außer Betrieb** zu nehmen.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit Frequenzumrichter

- ▶ Bei der Verwendung eines drehzahlgeregelten Antriebs mit Frequenzumrichter hat der Stopp, parametrisiert im Frequenzumrichter, im Modus **"Free Wheel" / "Freier Auslauf"** zu erfolgen.

Mit Stopp des Verdichtermotors, Magnetventil Y7 deaktivieren.

Einschaltsperrzeit (Start to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Einschalt-Intervalle.

- ▶ Die minimale Einschaltsperrzeit, Wartezeit zwischen zwei Einschaltungen, muss **mindestens 600 Sekunden** betragen, wenn vom Hersteller des Antriebsmotors keine höhere Einschaltsperrzeit gefordert ist.

Zwangspause (Stopp to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Stopp-Intervalle.

- ▶ Die minimale Zwangspause, Zwangsstillstand nach Verdichterstopp, muss **mindestens 10 Sekunden** betragen.
-

7 Baureihe M; Baugrößen H, L, M, N

7.1 Nenndaten; Baugrößen, H, L, M, N

		Verdichter Baugröße							
		H		L		M		N	
		Bauform M	Bauform S						
Ansaugvolumenstrom bei 2940 min ⁻¹	[m ³ /h]	471		544		708		870	
Zähnezahl Rotoren HR / NR	[-]	5 / 6							
Drehzahl, max	[min ⁻¹]	4500							
Drehzahl, min	[min ⁻¹]	1000							
Bereich der Leistungsregelung, stufenlos		10% * ... 100 %							
Vi-variabel		1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5	1,4...2,7 1,8...5,0	1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5	1,4...2,7 1,8...5,0	1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5	1,4...2,7 1,8...5,0	1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5	1,4...2,7 1,8...5,0
Vi - fest		1,8 / 2,0 / 2,2 / 2,6 / 3,0 / 3,6 / 4,8 / 5,5	-	1,8 / 2,0 / 2,2 / 2,6 / 3,0 / 3,6 / 4,8 / 5,5	-	1,8 / 2,0 / 2,2 / 2,6 / 3,0 / 3,6 / 4,8 / 5,5	-	1,8 / 2,0 / 2,2 / 2,6 / 3,0 / 3,6 / 4,8 / 5,5	-
Masse ohne Motor mit / ohne Kupplungsgehäuse	[kg]	575 / 415		605 / 445		770 / 610		800 / 640	
Massenträgheitsmoment des Rotorpaars	[kgm ²]	0,109		0,128		0,223		0,272	
Max. Antriebsleistung bei 50 Hz / 60 Hz	[kW]	300 / 360 (28 bar)				300 / 360 (28 bar)	300 / 360 (28 bar)	300 / 360 (28 bar)	300 / 360 (28 bar)
						530 / 640 (52 bar)		530 / 640 (52 bar)	
Max. Nenndrehmoment	[Nm]	960 (28 bar)				960 (28 bar)	960 (28 bar)	960 (28 bar)	960 (28 bar)
						1700 (52 bar)		1700 (52 bar)	

* , in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen kann dieser Wert abweichen.

7.2 Hauptabmessungen; Baugrößen H, L, M, N

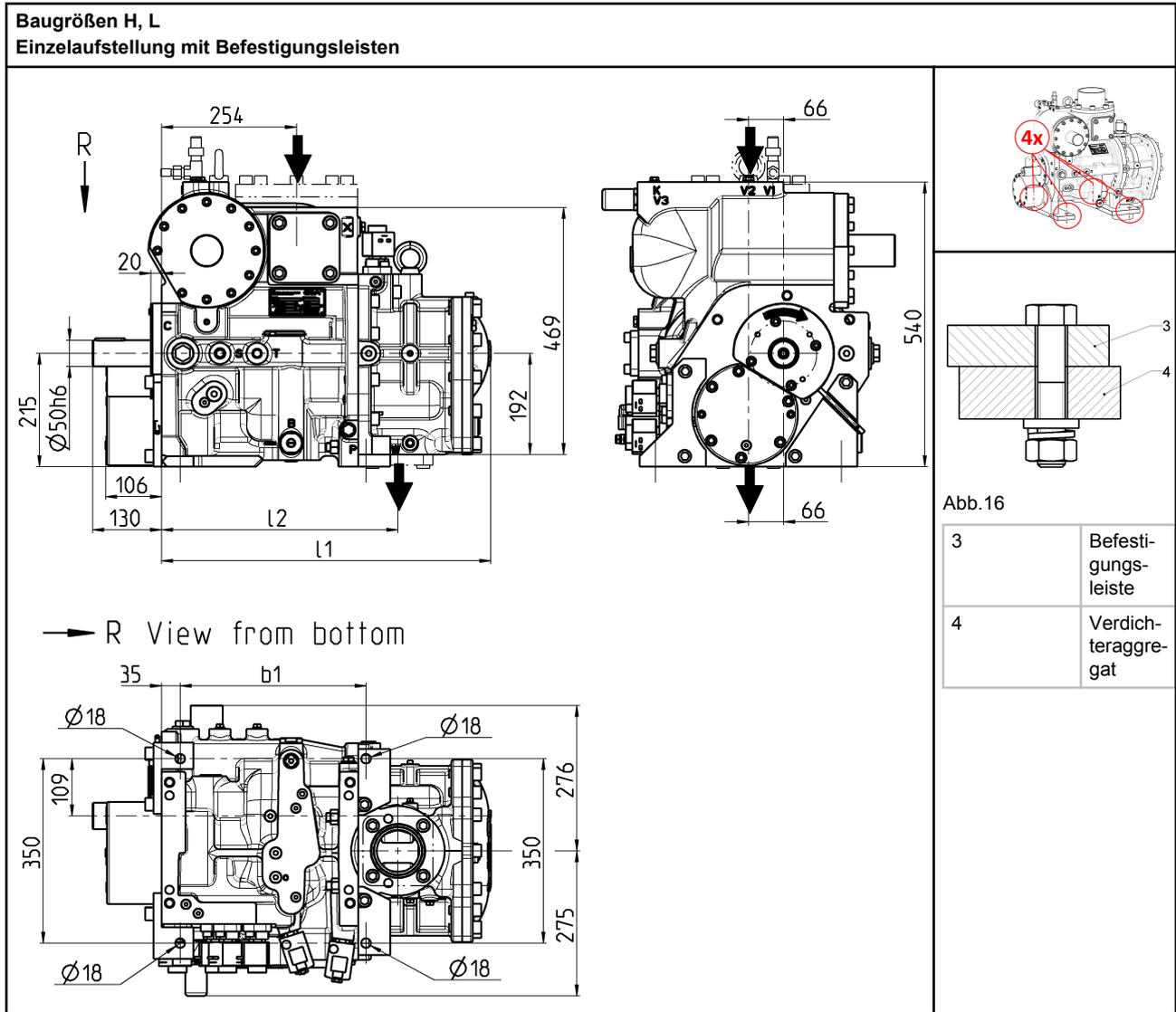
Baugrößen H, L
Einzelaufstellung mit Kupplungsgehäuse

Abb. 15

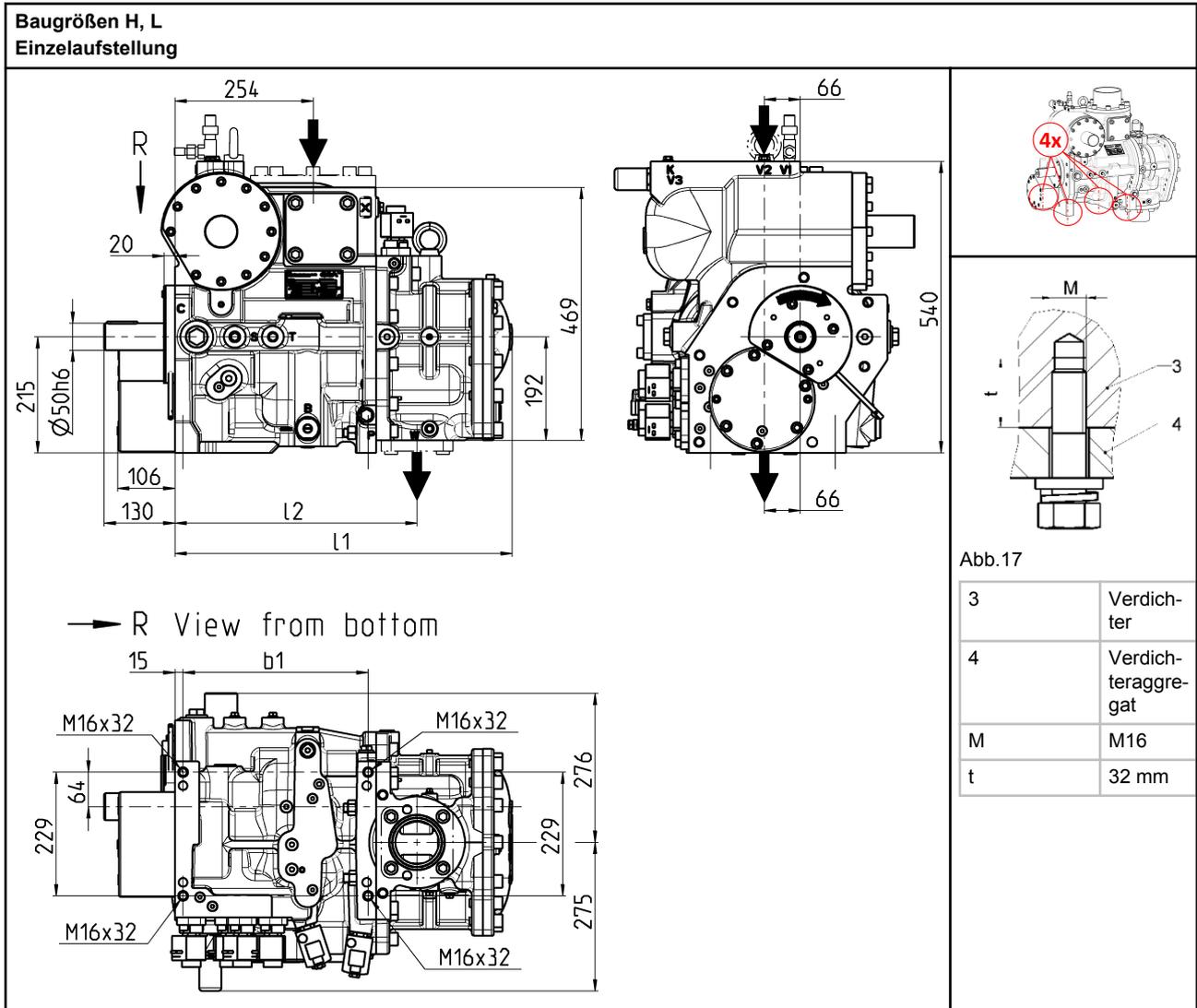
1	Kugelscheibe
2	Kegelpfanne
3	Kupplungsgehäuse
4	Verdichteraggregat

Hauptabmaße, Anschlussmaße Einzelaufstellung mit Kupplungsgehäuse			
Maße	Verdichter <u>ohne</u> Kupplungsgehäuse und Kupplung		
	Baugröße H	Baugröße L	
l1 [mm]	620 (28 bar)	656	
	670 (52 bar, 63 bar)		
l2 [mm]	445	481	
Durchmesser Antriebswelle	50 h6	50 h6	
Anschluss	Saugseite	DN 125	DN 125
	Druckseite	DN 80	DN 80
	Economizer	DN 40	DN 40
ca. Masse (kg) mit / ohne Kupplungsgehäuse	575 / 415	605 / 445	

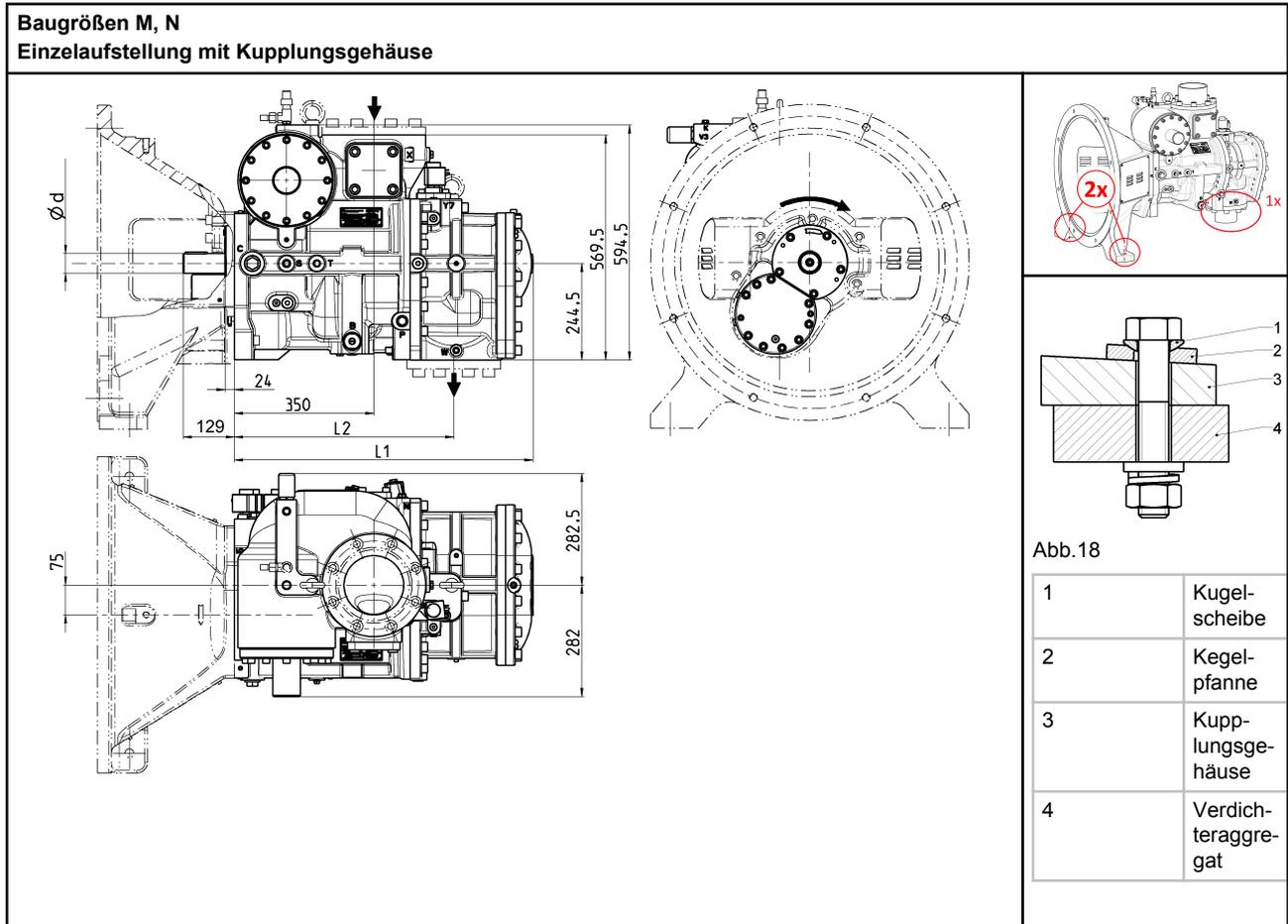
Die Abmaße der Kupplungsgehäuses siehe Abschnitt 7.3, Seite 77 und folgende.



Hauptabmaße, Anschlussmaße			
Einzelaufstellung mit Befestigungsleisten			
Maße	Verdichter		
		Baugröße H	Baugröße L
l1 [mm]		620 (28 bar)	656
		670 (52 bar, 63 bar)	
l2 [mm]		445	481
b1 [mm]		350	386
Durchmesser Antriebswelle		50 h6	50 h6
Anschluss	Saugseite	DN 125	DN 125
	Druckseite	DN 80	DN 80
	Economizer	DN 40	DN 40
ca. Masse (kg)		420	450

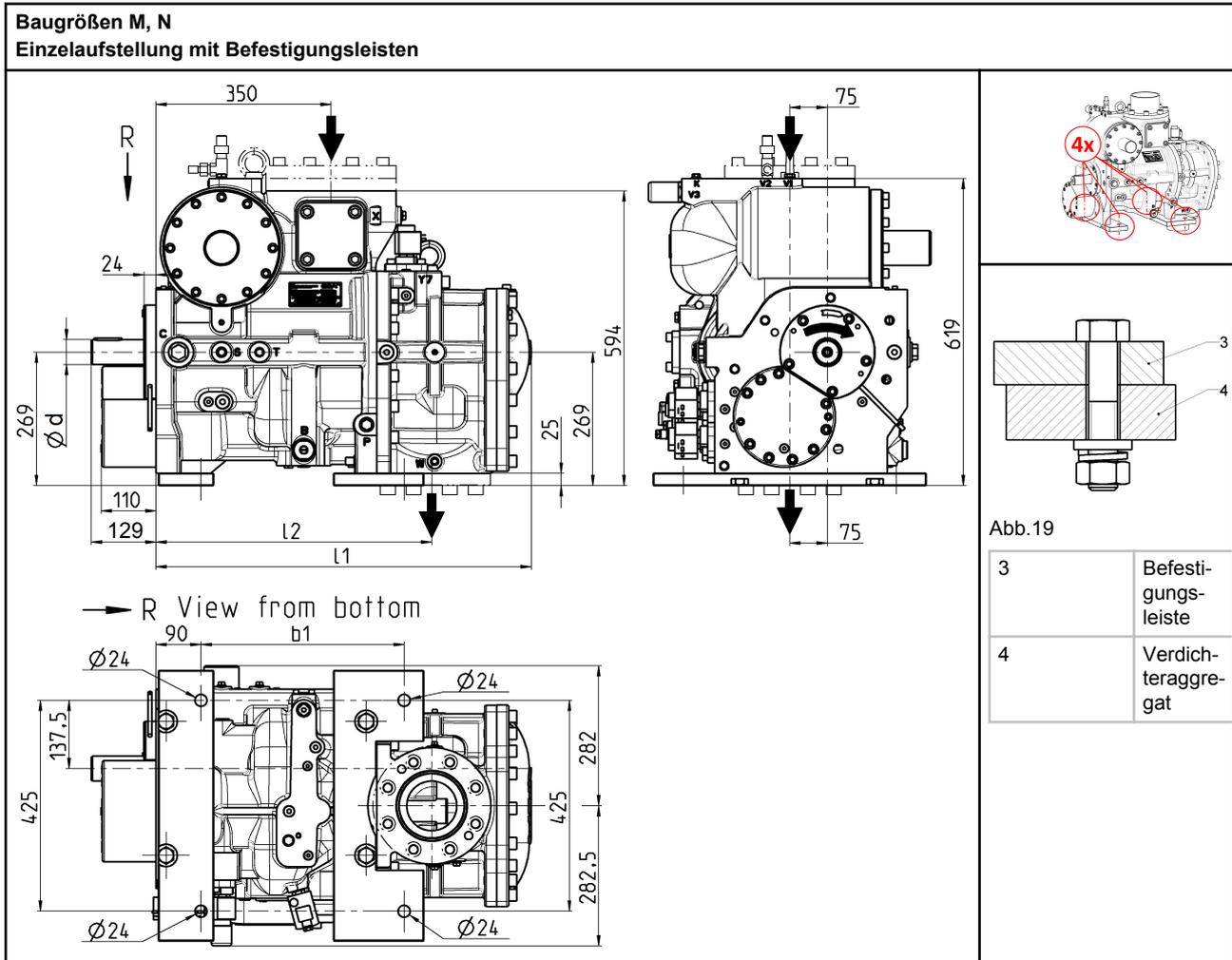


Hauptabmaße, Anschlussmaße Einzelaufstellung		
Maße	Verdichter	
	Baugröße H	Baugröße L
l1 [mm]	620 (28 bar)	656
	670 (52 bar, 63 bar)	
l2 [mm]	445	481
b1 [mm]	340	376
Durchmesser Antriebswelle	50 h6	50 h6
Anschluss	Saugseite	DN 125
	Druckseite	DN 80
	Economizer	DN 40
ca. Masse (kg)	415	445

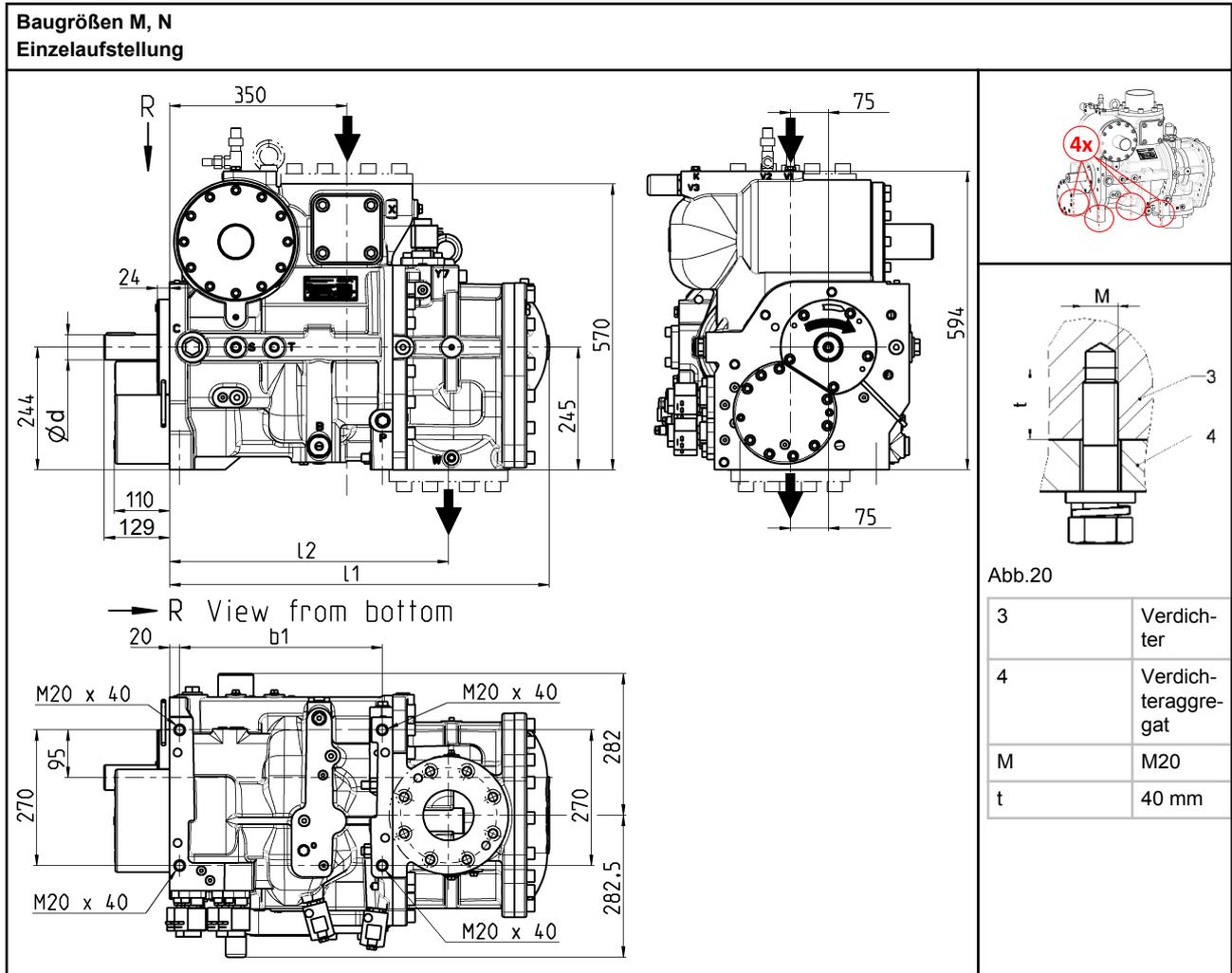


Hauptabmaße, Anschlussmaße Einzelanstellung mit Kupplungsgehäuse			
Maße		Verdichter <u>ohne</u> Kupplungsgehäuse und Kupplung	
		Baugröße M	Baugröße N
I1 [mm]		750 (28 bar)	801 (28 bar)
		800 (52 bar, 63 bar)	851 (52 bar, 63 bar)
I2 [mm]		551	602
Durchmesser Antriebswelle		50 h6 (28 bar)	50 h6 (28 bar)
		60 h6 (52 bar, 63 bar)	60 h6 (52 bar, 63 bar)
Anschluss	Saugseite	DN 150	DN 150
	Druckseite	DN 100	DN 100
	Economizer	DN 40	DN 40
ca. Masse (kg) mit / ohne Kupplungsgehäuse		770 / 610	800 / 640

Die Abmaße der Kupplungsgehäuses siehe Abschnitt 7.3, Seite 77 und folgende.

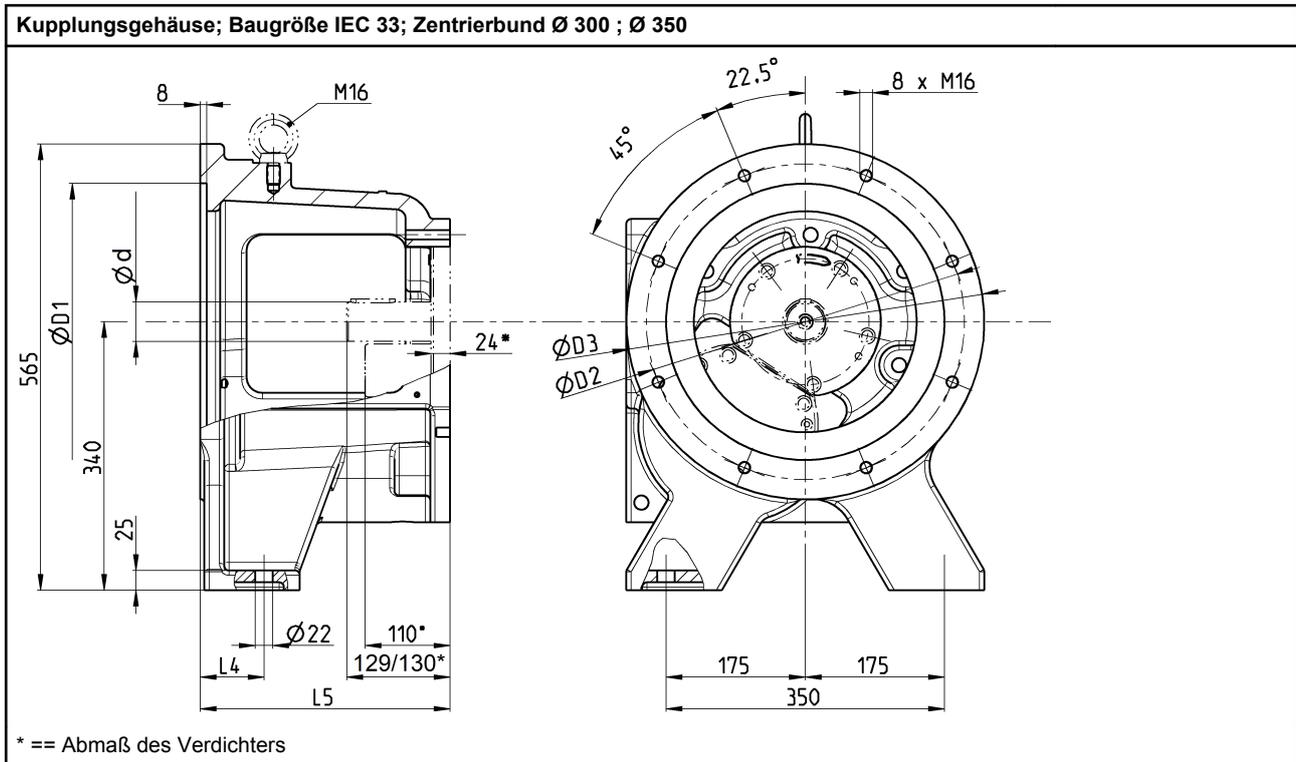


Hauptabmaße, Anschlussmaße Einzelaufstellung mit Befestigungsleisten			
Maße	Verdichter		
	Baugröße M	Baugröße N	
l1 [mm]	750 (28 bar)	801 (28 bar)	
	800 (52 bar, 63 bar)	851 (52 bar, 63 bar)	
l2 [mm]	551	602	
b1 [mm]	406	457	
Durchmesser Antriebswelle	50 h6 (28 bar)	50 h6 (28 bar)	
	60 h6 (52 bar, 63 bar)	60 h6 (52 bar, 63 bar)	
Anschluss	Saugseite	DN 150	DN 150
	Druckseite	DN 100	DN 100
	Economizer	DN 40	DN 40
ca. Masse (kg)	615	645	

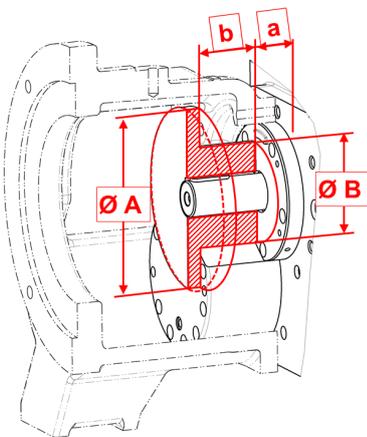
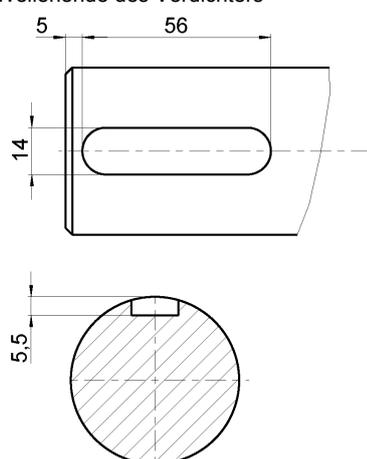


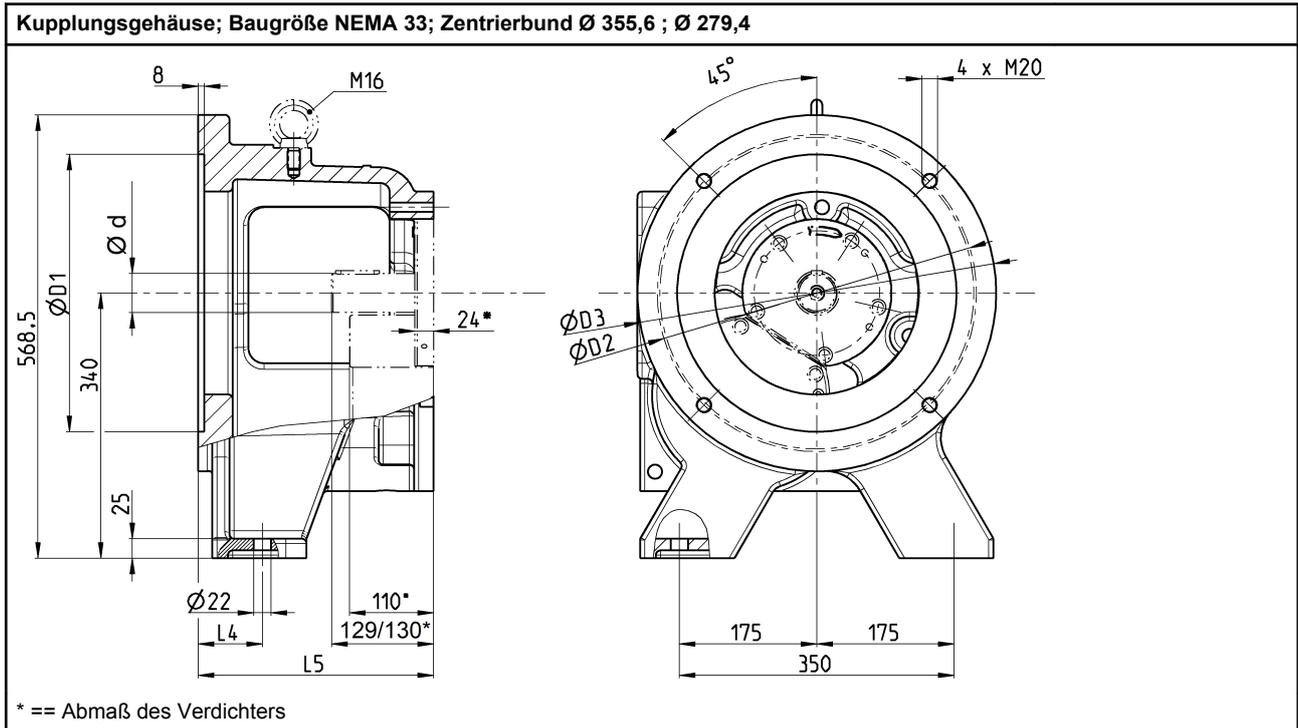
Hauptabmaße, Anschlussmaße Einzelanstellung			
Maße	Verdichter		
	Baugröße M	Baugröße N	
l1 [mm]	750 (28 bar)	801 (28 bar)	
	800 (52 bar, 63 bar)	851 (52 bar, 63 bar)	
l2 [mm]	551	602	
b1 [mm]	400	451	
Durchmesser Antriebswelle	50 h6 (28 bar)	50 h6 (28 bar)	
	60 h6 (52 bar, 63 bar)	60 h6 (52 bar, 63 bar)	
Anschluss	Saugseite	DN 150	DN 150
	Druckseite	DN 100	DN 100
	Economizer	DN 40	DN 40
ca. Masse (kg)	610	640	

7.3 Kupplungsgehäuse für Verdichterbaugrößen H, L, M, N

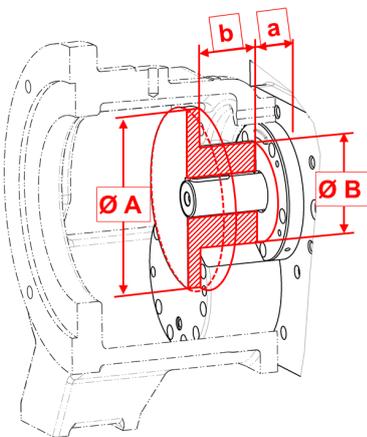
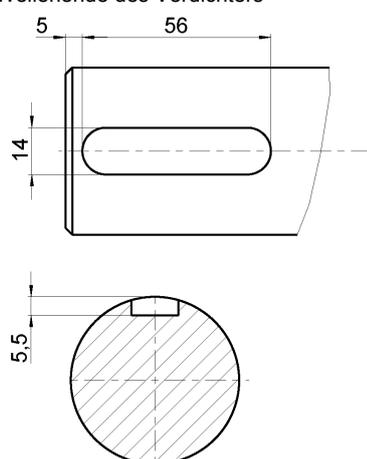


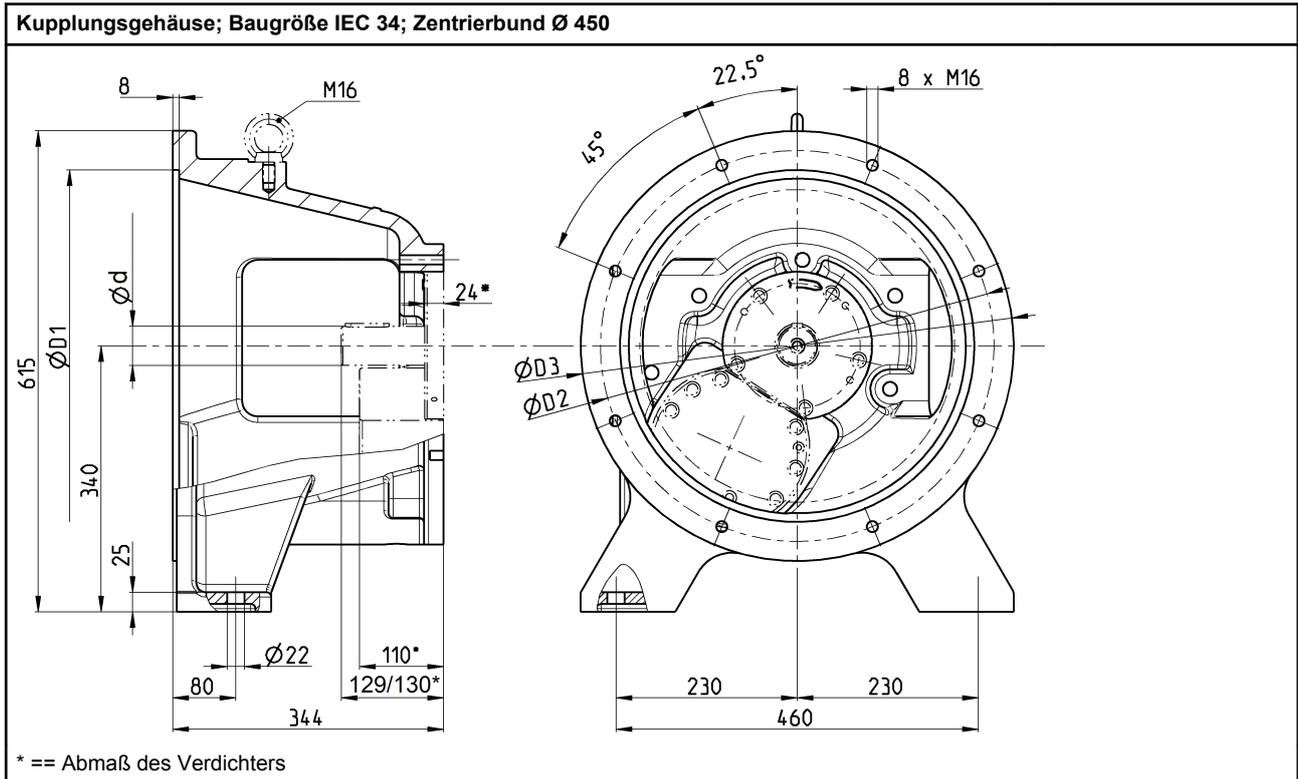
Kupplungsgehäuse Baugröße IEC 33 Zentrierbund Ø 300 ; Ø 350		Variante		
		0819087	0819088	0819089
Durchmesser Zentrierbund	D1	300	350	350
Teilkreisdurchmesser der Motorbefestigung	D2	350	400	400
Durchmesser Motorflansch	D3	450	450	450
Abstand Motorflansch - Rahmenbefestigung Kupplungsgehäuse	L4	80	80	110
Länge Kupplungsgehäuse	L5	314	314	344
Durchmesser Antriebswelle	d	50 h6 (28 bar)		
		60 h6 (52 bar, 63 bar)		
Befestigungsschrauben Kupplungsgehäuse - Aggregaterahmen		M20		
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorgewicht		4420 Nm		
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorkippmoment		1730 Nm		

Bauraum für Kupplung, verdichterseitig				
	Kupplungsgehäuse Baugröße IEC 33 Zentrierbund Ø 300 ; Ø 350		Verdichterbaugröße	
			H, L	M, N
	Naben-Flanschdurchmesser	Ø A	≤ 250 mm	
	Nabendurchmesser	Ø B	≤ 110 mm	≤ 140 mm
	Montagmaß	a	≥ 25 mm	≥ 30 mm
	Abstand	b	≥ 86 mm	≥ 85 mm
<p>Wellenende des Verdichters</p> 				



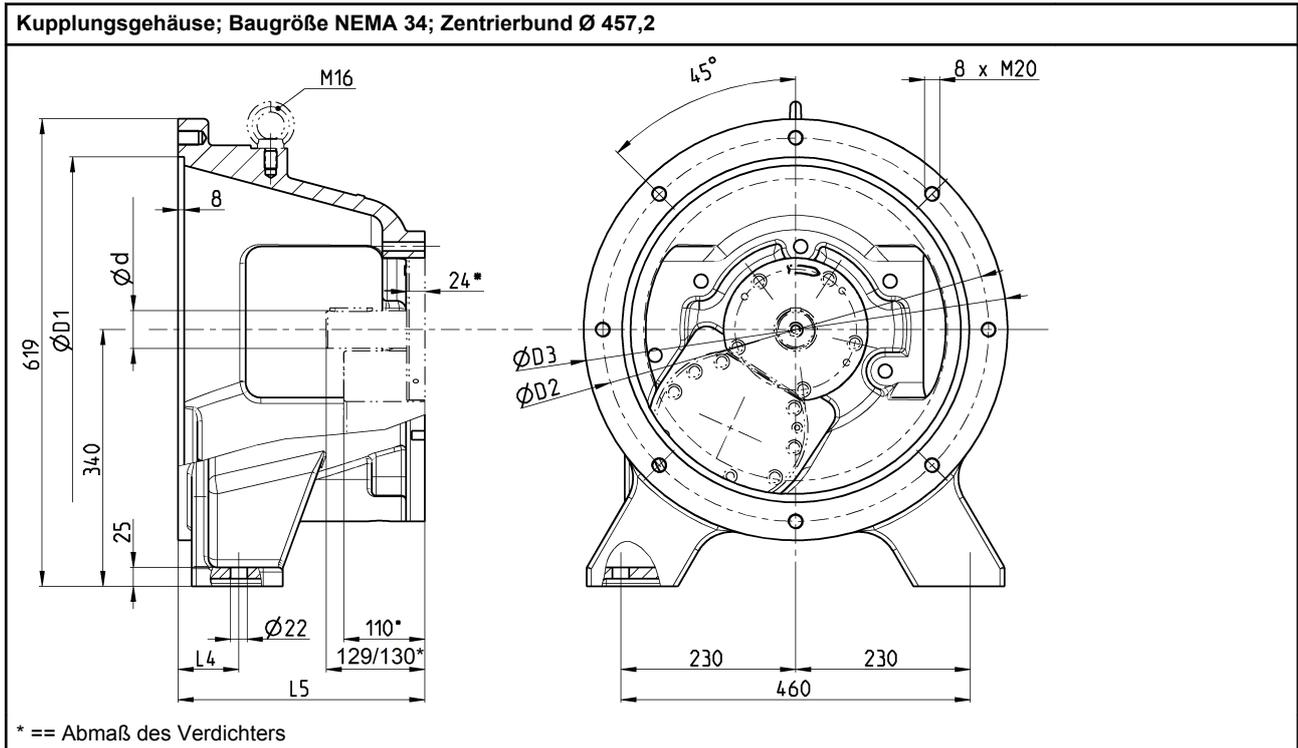
Kupplungsgehäuse Baugröße NEMA 33 Zentrierbund Ø 355,6 ; Ø 279,4		Variante	
		0819095	0819096
Durchmesser Zentrierbund	D1	355,6	279,4
Teilkreisdurchmesser der Motorbefestigung	D2	406,4	317,5
Durchmesser Motorflansch	D3	450	450
Abstand Motorflansch - Rahmenbefestigung Kupplungsgehäuse	L4	82	70
Länge Kupplungsgehäuse	L5	300	288
Durchmesser Antriebswelle	d	50 h6 (28 bar)	
		60 h6 (52 bar, 63 bar)	
Befestigungsschrauben Kupplungsgehäuse - Aggregaterahmen		M20	
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorgewicht		8820 Nm	
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorkippmoment		1730 Nm	

Bauraum für Kupplung, verdichterseitig				
	Kupplungsgehäuse Baugröße NEMA 33 Zentrierbund Ø 355,6; Ø 279,4		Verdichterbaugröße	
			H, L	M, N
	Naben-Flanschdurchmesser	Ø A	≤ 250 mm	
	Nabendurchmesser	Ø B	≤ 110 mm	≤ 140 mm
	Montagmaß	a	≥ 25 mm	≥ 30 mm
	Abstand	b	≥ 86 mm	≥ 85 mm
<p>Wellenende des Verdichters</p> 				

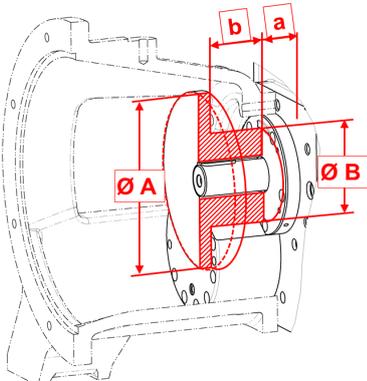
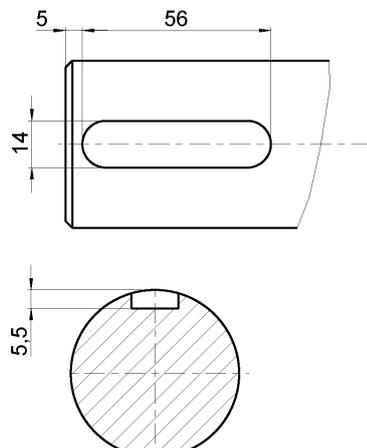


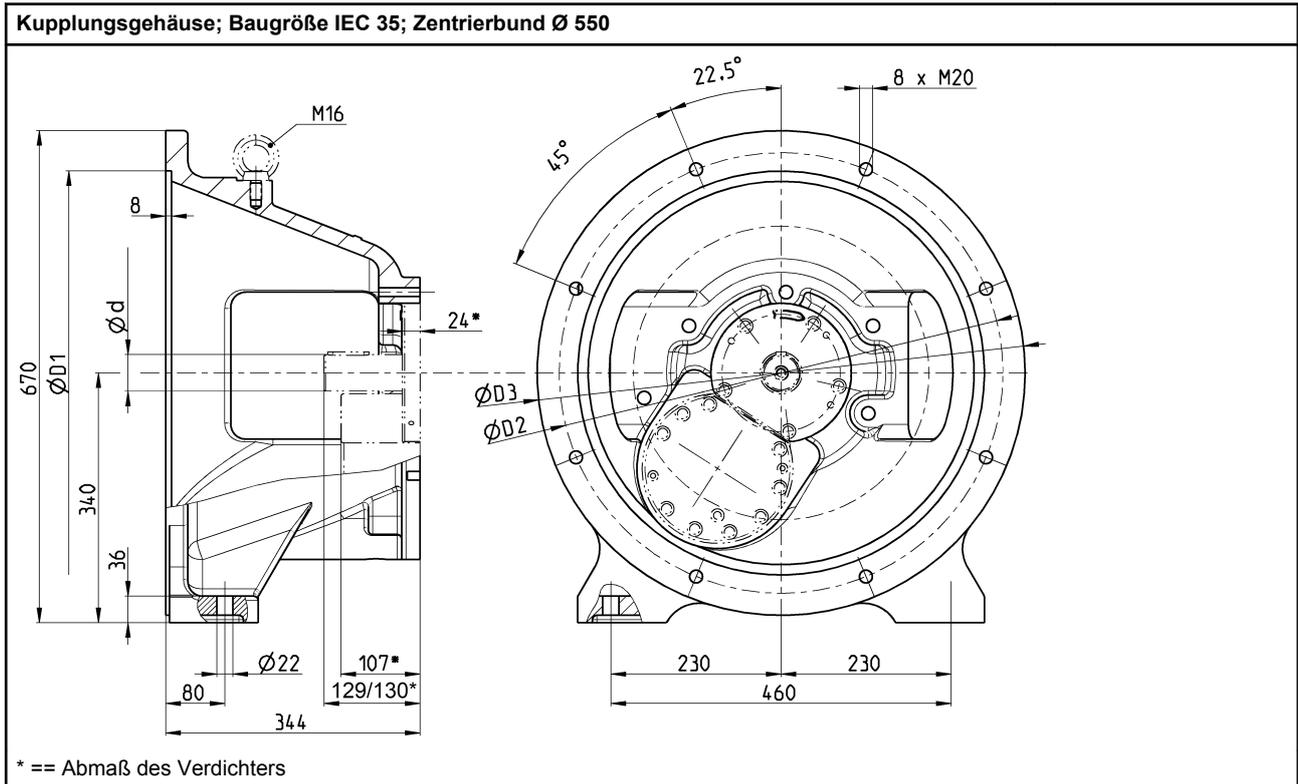
Kupplungsgehäuse Baugröße IEC 34 Zentrierbund Ø 450		Variante
		0819091
Durchmesser Zentrierbund	D1	450
Teilkreisdurchmesser der Motorbefestigung	D2	500
Durchmesser Motorflansch	D3	550
Durchmesser Antriebswelle	d	50 h6 (28 bar)
		60 h6 (52 bar, 63 bar)
Befestigungsschrauben Kupplungsgehäuse - Aggregaterahmen		M20
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorgewicht		8820 Nm
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorkippmoment		1730 Nm

Bauraum für Kupplung, verdichterseitig				
	Kupplungsgehäuse Baugröße IEC 34 Zentrierbund Ø 450		Verdichterbaugröße	
			H, L	M, N
	Naben-Flanschdurchmesser	Ø A	≤ 280 mm	
	Nabendurchmesser	Ø B	≤ 110 mm	≤ 140 mm
	Montagmaß	a	≥ 25 mm	≥ 30 mm
	Abstand	b	≥ 86 mm	≥ 85 mm
<p>Wellenende des Verdichters</p>				

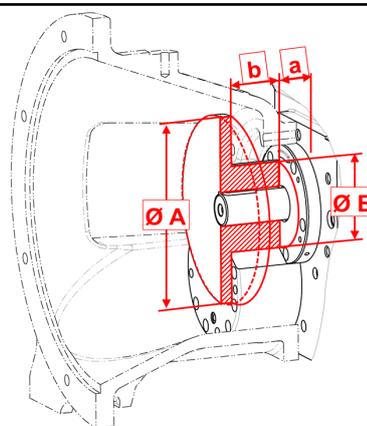
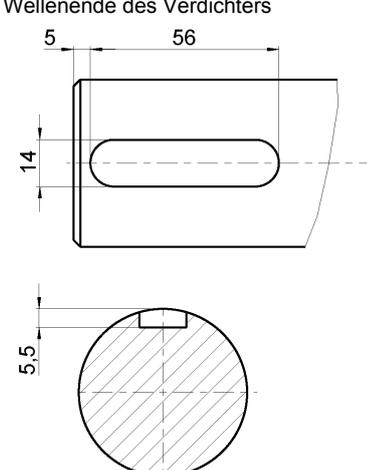


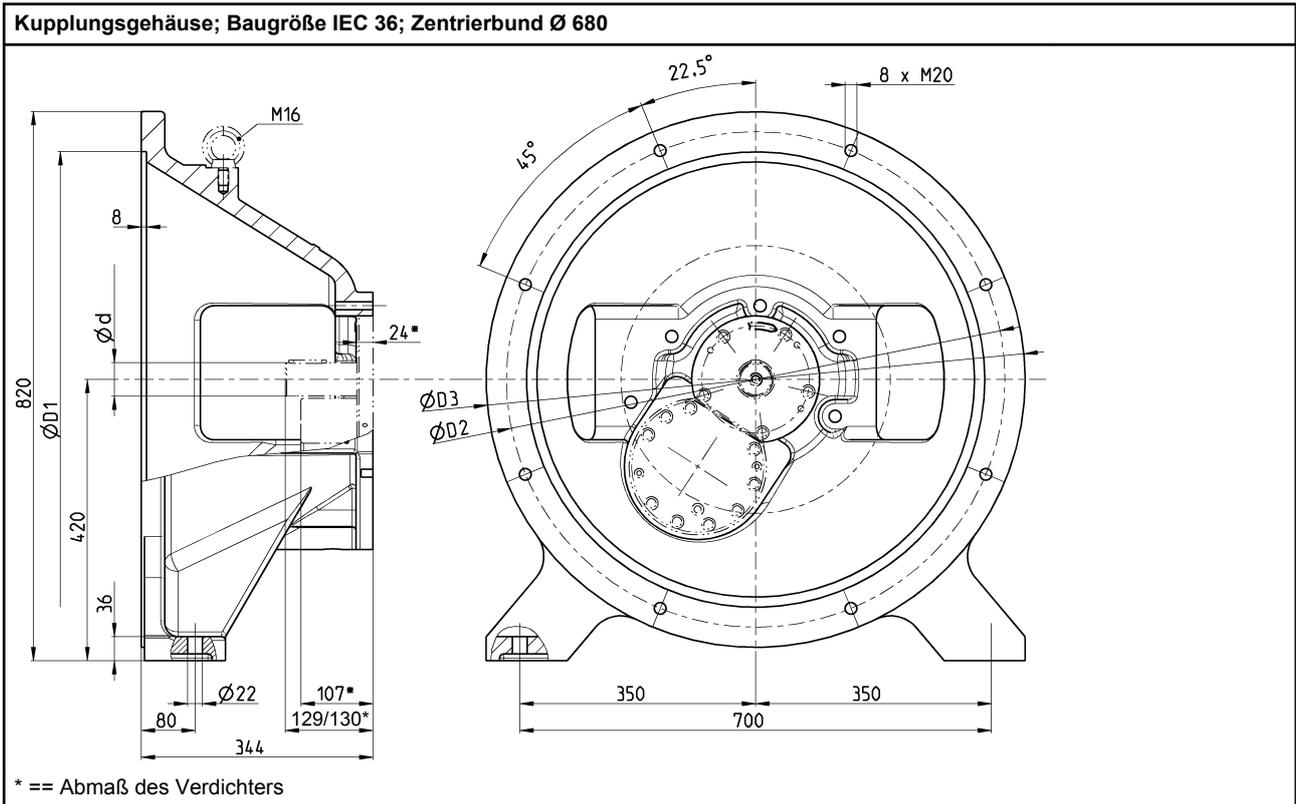
Kupplungsgehäuse Baugröße NEMA 34 Zentrierbund Ø 457,2		Variante	
		0819098	0819099
Durchmesser Zentrierbund	D1	457,2	457,2
Teilkreisdurchmesser der Motorbefestigung	D2	508	508
Durchmesser Motorflansch	D3	550	550
Abstand Motorflansch - Rahmenbefestigung Kupplungsgehäuse	L4	80	67
Länge Kupplungsgehäuse	L5	325	312
Durchmesser Antriebswelle	d	50 h6 (28 bar)	
		60 h6 (52 bar, 63 bar)	
Befestigungsschrauben Kupplungsgehäuse - Aggregaterahmen		M20	
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorgewicht		8820 Nm	
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorkippmoment		1730 Nm	

Bauraum für Kupplung, verdichterseitig				
	Kupplungsgehäuse Baugröße NEMA 34 Zentrierbund Ø 457,2		Verdichterbaugröße	
			H, L	M, N
	Naben-Flanschdurchmesser	Ø A	≤ 280 mm	
	Nabendurchmesser	Ø B	≤ 110 mm	≤ 140 mm
	Montagmaß	a	≥ 25 mm	≥ 30 mm
	Abstand	b	≥ 86 mm	≥ 85 mm
<p>Wellenende des Verdichters</p> 				

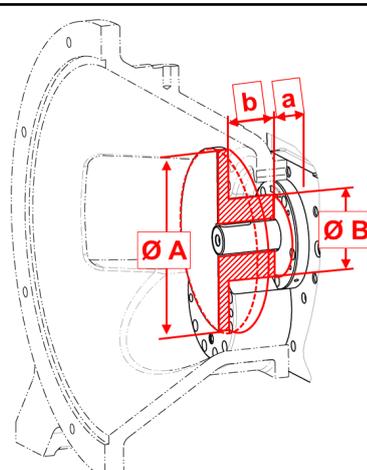
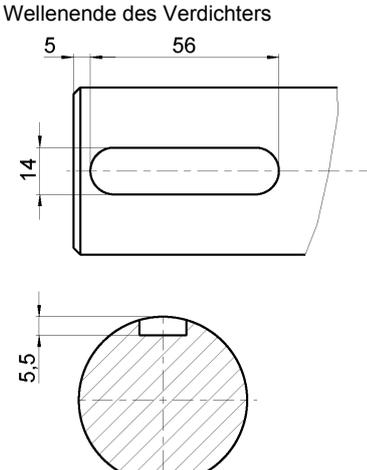


Kupplungsgehäuse Baugröße IEC 35 Zentrierbund Ø 550		Variante
		0818480
Durchmesser Zentrierbund	D1	550
Teilkreisdurchmesser der Motorbefestigung	D2	600
Durchmesser Motorflansch	D3	660
Durchmesser Antriebswelle	d	50 h6 (28 bar)
		60 h6 (52 bar, 63 bar)
Befestigungsschrauben Kupplungsgehäuse - Aggregaterahmen		M20
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorgewicht		8820 Nm
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorkippmoment		1140 Nm

Bauraum für Kupplung, verdichterseitig				
	Kupplungsgehäuse Baugröße IEC 35 Zentrierbund Ø 550		Verdichterbaugröße	
			H, L	M, N
	Naben-Flanschdurchmesser	Ø A	≤ 300 mm	
	Nabendurchmesser	Ø B	≤ 110 mm	≤ 140 mm
	Montagmaß	a	≥ 25 mm	≥ 30 mm
	Abstand	b	≥ 86 mm	≥ 85 mm
Wellenende des Verdichters 				



Kupplungsgehäuse Baugröße IEC 36 Zentrierbund Ø 680		Variante
		0819093
Durchmesser Zentrierbund	D1	680
Teilkreisdurchmesser der Motorbefestigung	D2	740
Durchmesser Motorflansch	D3	800
Durchmesser Antriebswelle	d	50 h6 (28 bar)
		60 h6 (52 bar, 63 bar)
Befestigungsschrauben Kupplungsgehäuse - Aggregaterahmen		M20
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorgewicht		8820 Nm
Maximal zulässiges Drehmoment am Motorflansch durch Motorkippmoment		1730 Nm

Bauraum für Kupplung, verdichterseitig				
	Kupplungsgehäuse Baugröße IEC 36 Zentrierbund Ø 680		Verdichterbaugröße	
			H, L	M, N
	Naben-Flanschdurchmesser	Ø A	≤ 320 mm	
	Nabendurchmesser	Ø B	≤ 110 mm	≤ 140 mm
	Montagmaß	a	≥ 25 mm	≥ 30 mm
	Abstand	b	≥ 86 mm	≥ 85 mm
<p>Wellenende des Verdichters</p> 				

7.4 Anschlüsse; Baugrößen H, L, M, N

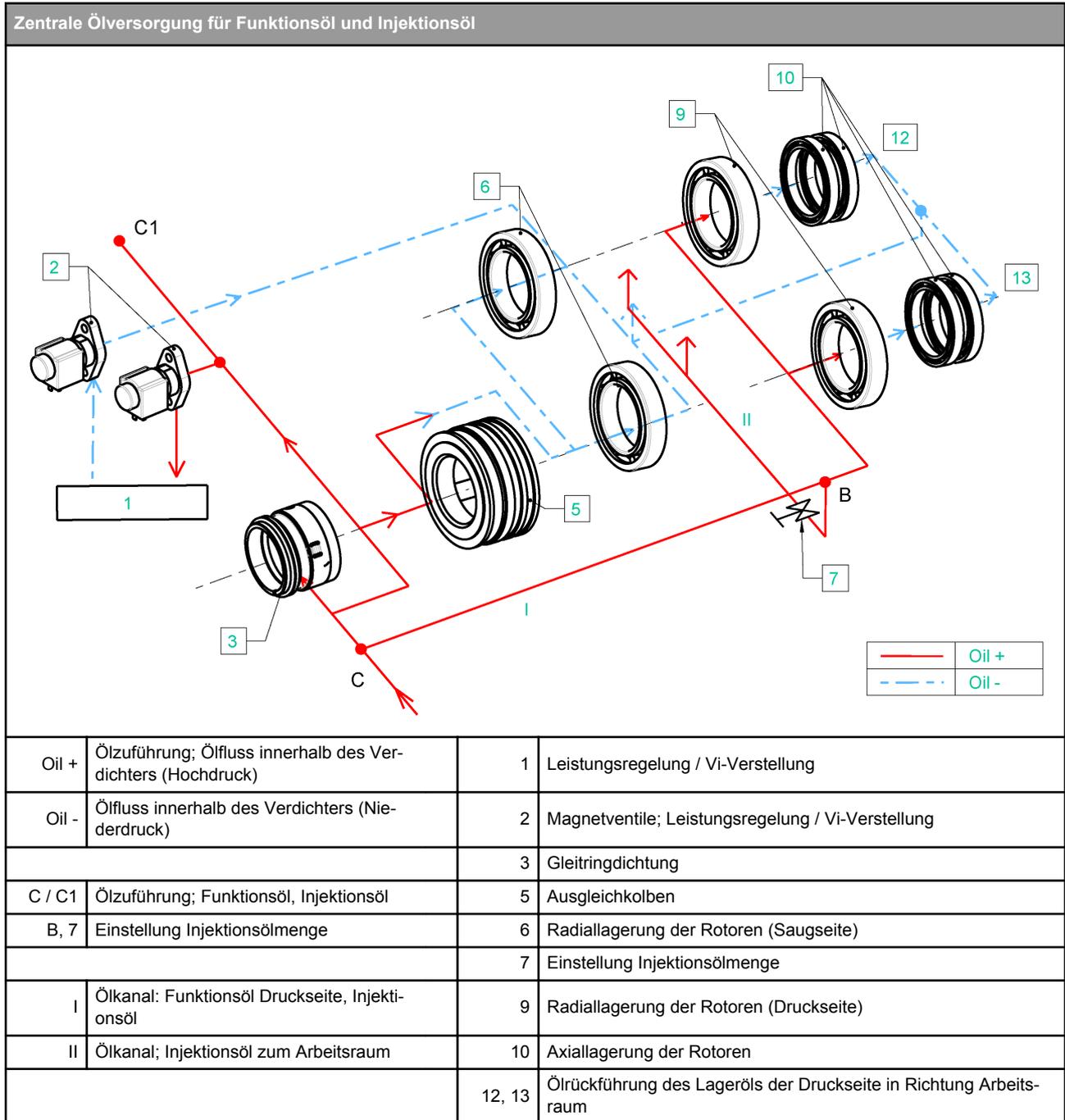
P+I DIAGRAMM

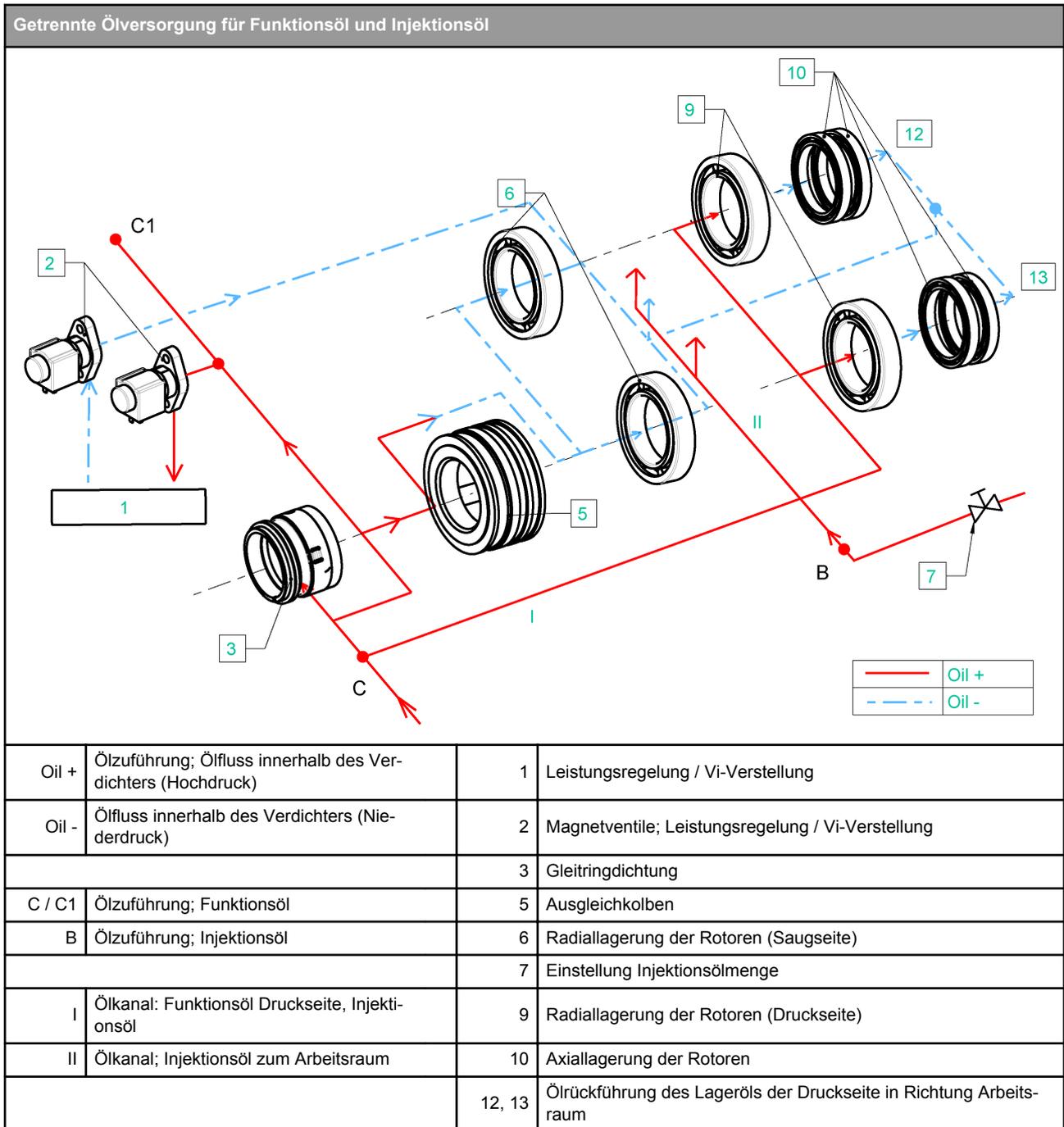
Achtung

Anwendungshinweis!

- ▶ Die Bezeichnung des P+I Diagramms des Schraubenverdichters ist auf dem Erzeugnis-schild des Verdichters vermerkt.
 - ▶ Das P+I Diagramm gilt nur für den Schraubenverdichter.
 - ▶ Das P+I Diagramm für den Schraubenverdichter zeigt nur die Anschlussbedingungen zum Schraubenverdichteraggregat.
 - ▶ Das P+I Diagramm des Schraubenverdichters berücksichtigt nicht das Leitungsschema und die Sicherheitseinrichtungen des Schraubenverdichteraggregates.
 - ▶ Das dem Verdichter zugehörige P+I Diagramm ist Bestandteil der Dokumentation und wird mit dem Verdichter mitgeliefert.
-

Für den Anschluss des Aggregat-Ölkreislaufes an den Verdichter existieren P+I Diagramme, die entsprechend des jeweiligen Einsatzfalles der Maschine festgelegt werden und eine spezielle Bezeichnung besitzen.





ANSCHLÜSSE

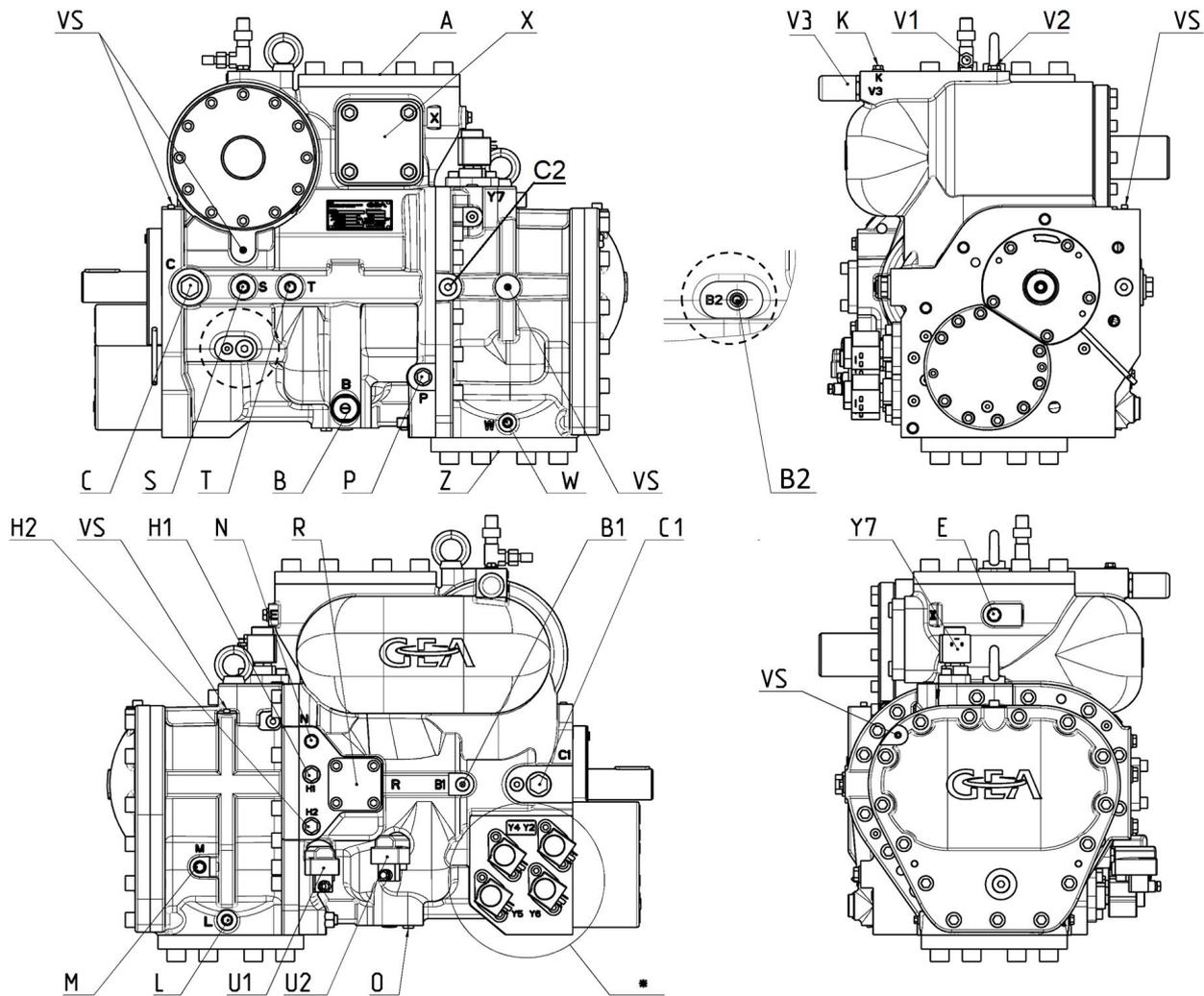


Abb.21: Anschlüsse, Beispiel: Typ M, Vi variabel

*	Magnetventile, Bezeichnung, Funktion und Anordnung in Abhängigkeit von Verdichterbauform und -ausführung, siehe Seite 96.
---	---

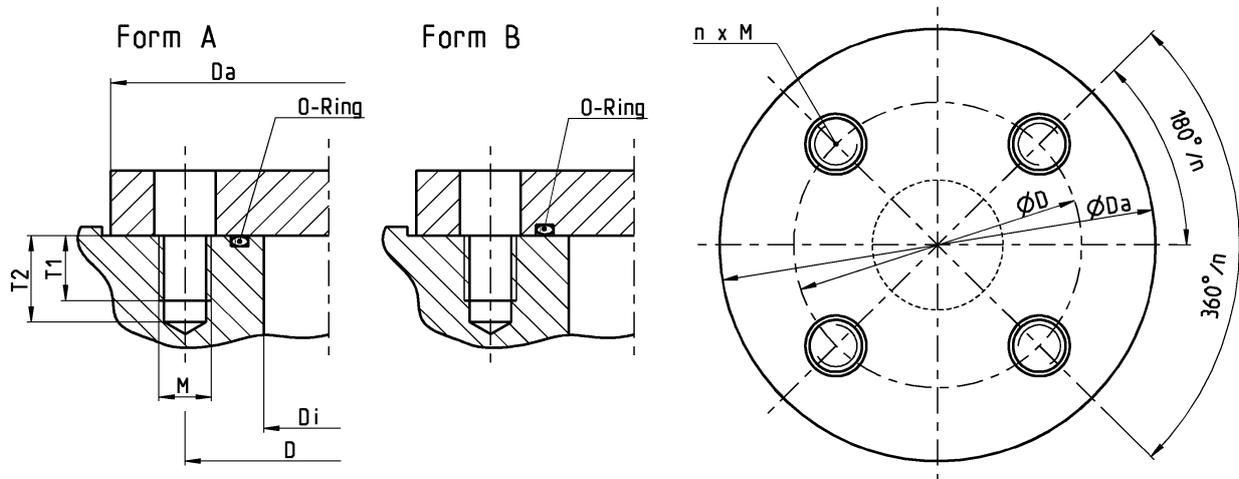
ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE			
Anschluss	Zweck	Nenndurchmesser/ Gewinde	
		Verdichterbaugrößen	
		H, L	M, N
A	Saugstutzen	DN 125 *	DN 150 *
B	Einstellung Injektionsölmenge Option: externe Zuführung Injektionsöl	G ¾"	
B1	Zusatzölinjektion	M16 x 1,5	
B2	Zusatzölinjektion, nur Bauform "S"	M16 x 1,5	
C	Funktions- und Injektionsöl	M33 x 2	
C1	Funktions- und Injektionsöl optional zu Anschluss C	M33 x 2	
	Option: externe Zuführung Öl für Magnetventile, bei Funktions- und Injektionsöl über Anschluss C	M16 x 1,5	
C2	Option: Funktionsöl Lager Druckgehäuse	M22 x 1,5	
E	Messung Saugtemperatur	M12 x 1,5	
H1	Kältemittelspritzung (LP)	M16 x 1,5	M22 x 1,5
H2	Kältemittelspritzung (HP)	M16 x 1,5	M22 x 1,5
K	Messung Saugdruck	G ¼	
L	Messung Endtemperatur	M12 x 1,5	
M	Messung Enddruck	G ¼	
N	Ölrückführung vom Ölabscheider	M16 x 1,5	
O	Ölablassschraube	M16 x 1,5	
P	Gasschwingungsschutz	M16 x 1,5	M22 x 1,5
R	Economizer	DN 40 *	
S	Messung Öldruck	G ¼	
T	Messung Öltemperatur	M12 x 1,5	
V1, V2	Serviceanschluss Saugseite, Entlüftungsventil	M16 x 1,5	
V3	Integriertes Serviceventil, für saugseitiges Rückschlagventil	M24 x 1,5	
VS	Anschluss für Schwingungssensor	¼" -28 UNF x 8	
W	Serviceanschluss Druckseite	M10 x 1	
X	Anschluss Leitung Überströmventil	Ø80 *	
Z	Druckstutzen	DN 80 *	DN 100 *

* Flanschverbindung erforderlich; siehe Tabellen Seite 95, Seite 95

ELEKTROANSCHLÜSSE			
Anschluss	Zweck	Eingang	Ausgang
U1	Wegsensor: Positionsanzeige Regelschieber / Vi-Schieber	24 V (DC)	4 - 20 mA
U2	Wegsensor: Positionsanzeige Regelschieberbegrenzung	24 V (DC)	4 - 20 mA
Y1	Magnetventil	Die jeweilige Funktion des Magnetventils ist im Kapitel "Magnetventile" der Installati- ons- und Wartungsanleitung beschrieben.	220 V / 230 V AC 110 V AC 24 V DC 230 V / 240 V AC, ATEX 110 V / 120 V AC, ATEX
Y2	Magnetventil		
Y3	Magnetventil		
Y4	Magnetventil		

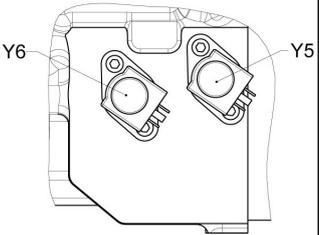
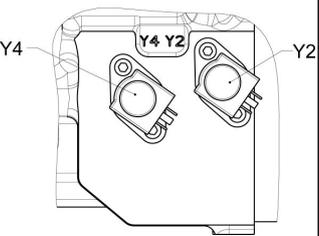
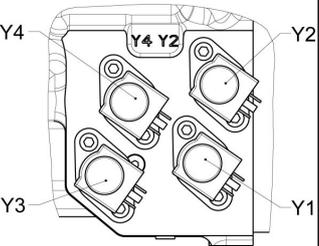
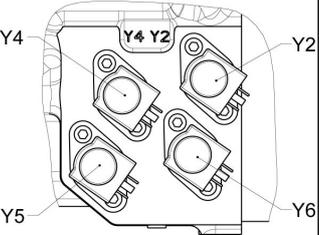
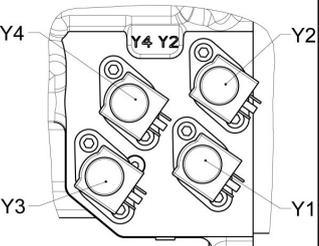
ELEKTROANSCHLÜSSE				
Anschluss	Zweck		Eingang	Ausgang
Y5	Magnetventil		24 V DC, ATEX	
Y6	Magnetventil			
Y7	Magnetventil (NO)			

Flanschverbindungen



Flanschverbindungen, Verdichterbaugrößen H, L				
	Saugstutzen A	Druckstutzen Z	Economizer R	Anschluss Leitung Über- strömventil X
Di	Ø 125	Ø 80	Ø 44	Ø 76
D	Ø 190	Ø 135	Ø 85	Ø 135
Da	Ø 230	Ø 170	Quadrat 85	Quadrat 132
M	M16	M16	M12	M16
T1	27	28	27	25
n	8	4	4	4
Form	B	B	A	B
O-Ring	150 x 5	100 x 5	55 x 3	90 x 5

Flanschverbindungen, Verdichterbaugrößen M, N				
	Saugstutzen A	Druckstutzen Z	Economizer R	Anschluss Leitung Über- strömventil X
Di	Ø 150	Ø 100	Ø 44	Ø 80
D	Ø 224	Ø 190	Ø 85	Ø 135
Da	Ø 260	Ø 235	Quadrat 85	Quadrat 132
M	M20	M20	M12	M16
T1	42	30	27	25
n	8	8	4	4
Form	B	B	A	B
O-Ring	180 x 5	130 x 5	55 x 3	90 x 5

Bezeichnung, Anordnung der Magnetventile			
Bauform	Verdichterausführung	Vi	Detail * aus Anschlussbild
"S"	"T"	Vi variabel	
"M"	"S" Standard "T" Triax	Vi fest	
		Vi fest Anwendung "SWING"	
		Vi variabel Anwendung "SWING"	Bei dieser Ausführung sind die Magnetventile durch Anschlussflansche ersetzt. Die Leistungsregelung und Vi-Verstellung erfolgt durch extern am Verdichteraggregat angeordnete Magnetventile oder Wegeventile.
		Vi variabel	
	"B" Booster	Vi fest	

7.5 Bedingungen für Kältemittelanschlüsse

Anschluss	Filtermaschenweite [µm]	Bemerkungen
Saugstutzen vor dem Verdichter	100 µm	
Druckstutzen		Während des Druckausgleiches beim Abschalten des Verdichters ist dafür zu sorgen, dass aus den nachgeschalteten Anlagenteilen mit dem zurückströmenden Kältemitteldampf keine Fremdkörper in den Verdichter gelangen, die größer sind, als die Maschenweite im Saugfilter.
	100 µm	Optional kann ein Filter eingesetzt werden.
Economizer-Anschluss vor dem Verdichter	100 µm	Einsatzbereich zwischen 100% und ca. 70% Regelschieberposition, in Abhängigkeit von den kältetechnischen Anforderungen. Bei Economizerbetrieb während des Teillastbetriebes ist auf die Einhaltung des projektierten Zwischendruckes zu achten.
Kältemittelinjektions-Anschluss vor dem Verdichter	100 µm	Kältemitteleinspritzung nur in Verbindung mit trägheitsloser Temperaturmessung auf der Druckseite des Verdichters (Zeitkonstante $k < 10$ sec). Durch entsprechende Regelstrategie und Regelarmaturen ist dafür zu sorgen, dass kein flüssiges Kältemittel in den nachgeschalteten Ölabscheider gelangt

Vorsicht

Zerstörung der Filter und des Verdichters durch angesaugte Flüssigkeiten

Flüssigkeit (Kältemittel oder Öl) kann zur Zerstörung der Filter am Saugstutzen und am Aufladungsanschluss (Economizer-Anschluss) führen.

- Es ist sicherzustellen, dass keine Flüssigkeiten angesaugt werden.

Achtung

Hinweis zur Auslegung der Rohrleitungen

- Bedingt durch das Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters treten an den Anschlüssen des Schraubenverdichters dynamische Druckanteile proportional der Antriebsdrehzahl multipliziert mit der Zähnezahl des Hauptrotors auf. Bei der Auslegung der Anschlussrohrleitungen sind diese auftretenden Belastungen zu beachten.

Achtung

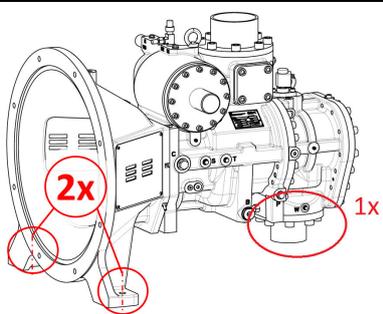
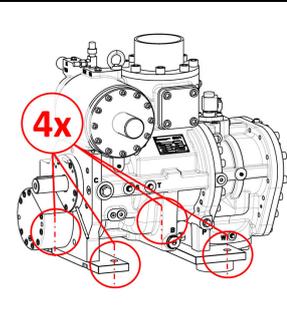
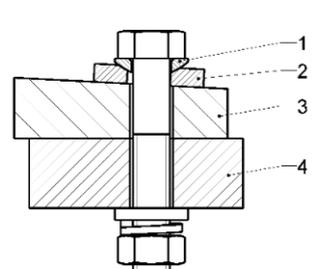
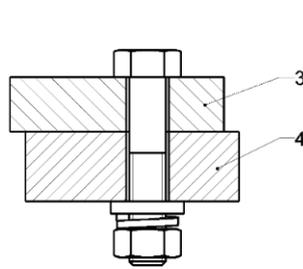
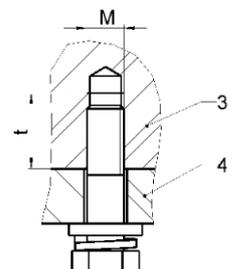
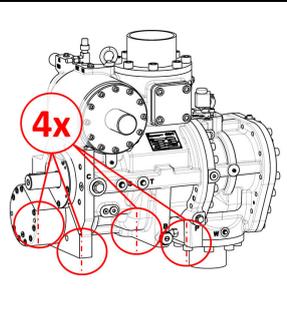
Hinweis zur Leitungsführung am Druckstutzen

- Die Leitungsführung hat so zu erfolgen, dass ein freies Abfließen von Flüssigkeiten aus dem Verdichter in den Ölabscheider möglich ist.

7.6 Aufstellung des Verdichters

Aufstellbedingungen:

- Verdichterauflagefläche
- Gesamtebenheit, bezogen auf alle Fussauflagen: 0,5 mm
 - Dicke der Auflagenbleche: ≥ 25 mm

Befestigung des Verdichters													
Einzelaufstellung mit Kupplungsgehäuse	Einzelaufstellung mit Befestigungsleisten												
 <p>2x Befestigung am Kupplungsgehäuse, 1x Befestigung am Druckstutzen</p>	<p>Verdichter in Einzelaufstellung mit Befestigungsleisten können gegen die bisherigen Verdichtern der Baureihe MC gleicher Baugröße ausgetauscht werden. Die Befestigungsmöglichkeiten zur Verdichterauflagefläche des Verdichteraggregates, und zum Saug- und Druckstutzen sind deckungsgleich.</p>  <p>4x Befestigung an den Befestigungsleisten</p>												
 <p>Abb.22</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Kugelscheibe</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Kegelpfanne</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Kupplungsgehäuse</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Verdichteraggregat</td> </tr> </table>	1	Kugelscheibe	2	Kegelpfanne	3	Kupplungsgehäuse	4	Verdichteraggregat	 <p>Abb.23</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">3</td> <td>Befestigungsleiste, mit dem Verdichter verschraubt</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Verdichteraggregat</td> </tr> </table>	3	Befestigungsleiste, mit dem Verdichter verschraubt	4	Verdichteraggregat
1	Kugelscheibe												
2	Kegelpfanne												
3	Kupplungsgehäuse												
4	Verdichteraggregat												
3	Befestigungsleiste, mit dem Verdichter verschraubt												
4	Verdichteraggregat												
 <p>Abb.24</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">3</td> <td>Verdichter</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Verdichteraggregat</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">M</td> <td>Baugrößen H, L: M16; Baugrößen M, N: M20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">t</td> <td>Baugrößen H, L: 32 mm; Baugrößen M, N: 40 mm</td> </tr> </table>	3	Verdichter	4	Verdichteraggregat	M	Baugrößen H, L: M16; Baugrößen M, N: M20	t	Baugrößen H, L: 32 mm; Baugrößen M, N: 40 mm	<p>Verdichter in Einzelaufstellung können mit Befestigungsleisten ausgerüstet werden, um sie gegen Verdichter gleicher Baugröße der Baureihe MC austauschen zu können.</p> <p>Für die Montage gelten spezielle Montagebedingungen, die mit der Dokumentation zu den Befestigungsleisten mitgeliefert wird.</p>  <p>4x Befestigung am Verdichtergehäuse</p>				
3	Verdichter												
4	Verdichteraggregat												
M	Baugrößen H, L: M16; Baugrößen M, N: M20												
t	Baugrößen H, L: 32 mm; Baugrößen M, N: 40 mm												

Befestigung des Verdichters		
Einzel aufstellung mit Kupplungsge- häuse	Einzel aufstellung mit Befestigungsleis- ten	Einzel aufstellung
Achtung	Achtung	Achtung
Hinweis zum sicheren Stand und zur sicheren Funktion des Verdichters. ▶ Der Höhen- und Winkelversatz zwischen dem Druckstutzen und den Auflageflächen des Kupplungsgehäuses ist auszugleichen.	Hinweis zum sicheren Stand und zur sicheren Funktion des Verdichters. ▶ Der Höhen- und Winkelversatz zwischen dem Druckstutzen und den Auflageflächen der Befestigungsleisten ist auszugleichen.	Hinweis zum sicheren Stand und zur sicheren Funktion des Verdichters. ▶ Der Höhen- und Winkelversatz zwischen dem Druckstutzen und den Auflageflächen des Verdichtergehäuses ist auszugleichen.
Bei der jährlichen Wartung des Verdichters sind die Befestigungsschrauben des Verdichters mit den in der Tabelle Seite 99 angegebenen Anzugsdrehmomenten nachzuziehen.		

Geforderte Anzugsdrehmomente der Befestigungsschrauben des Verdichters		
Verdichter- Baugröße	Schraube / Gewinde	Anzugsdrehmoment ¹⁾ Nm
H, L, M, N mit Kupplungsgehäuse	M20	425
H, Einzel aufstellung	M16	210
L, Einzel aufstellung		
M, Einzel aufstellung	M20	425
N, Einzel aufstellung		
¹⁾ bezogen auf Schraubenqualität 8.8 und Reibungszahl 0,14		

Antriebsmotor, Kupplung

Bei Einzel aufstellung ohne Kupplungsgehäuse hat die Ausrichtung des Antriebsmotors zum Verdichter nach den Anforderungen des Kupplungsherstellers zu erfolgen. Bitte machen Sie sich mit der Montageanleitung des Kupplungsherstellers vertraut und handeln Sie gemäß dieser Anleitung. Die Ausrichtung des Antriebsmotors ist nach Erstmontage im betriebswarmen Zustand zu wiederholen. Über die Ausrichtung ist ein Protokoll anzufertigen.

7.7 Technische Forderungen für Kupplungen

Beim Einsatz einer nicht vom Hersteller gelieferten Kupplung sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

Parameter		Verdichterbaugröße	
		H, L	M, N*
			28 bar
			52 bar
Max. Antriebsleistung (60 Hz)	kW	360	360
			640
Nenn Drehmoment	Nm	960	960
			1700
Max. Anlauf Drehmoment	Nm	2400	2400
			4200
Max. Drehzahl	min ⁻¹	4500	
Zulässige dynamische Unwucht	gcm	30	
Zulässige Radialkraft F _R ¹⁾	N	700	
Zulässige Axialkraft F _A	N	300	
Wellendurchmesser Verdichter	mm	50 h6	50 h6
			60 h6
minimaler Abstand zwischen Wellenenden Verdichter/Motor ²⁾	mm	70 ⁺⁵	

* Bei den Baugröße M/N besitzen die Verdichter bei 28 bar und 52 bar unterschiedliche Antriebswellenenden.

1) Zulässige Kräfte, die auf das Verdichterwellenende wirken dürfen. Die Auswahl der Kupplung und das Ausrichten sind so vorzunehmen, dass diese Kräfte nicht überschritten werden.

2) Werte gelten bei Einsatz einfach wirkender Gleitringdichtungen (Standard). Beim Einsatz doppelt wirkender Gleitringdichtungen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.

Die genannten maximal zulässigen Antriebsleistungen sind Obergrenzen, die durch die Antriebswellenenden bestimmt werden. Aus Gründen der Lagerbelastung werden diese Antriebsleistungen nicht bei allen innerhalb einer Verdichterbaugröße verfügbaren Förderstromgrößen erreicht. Die Überprüfung wird im Verdichterauswahlprogramm vorgenommen.

Weitere Bedingungen:

Ausführung des Verdichterwellenendes:	zylindrisch mit Passfedernut.
Befestigung auf dem Verdichterwellenende:	kraftschlüssig wirkender Spannverband mit zusätzlicher Passfeder.
Drehrichtung:	links und rechts
An- und Abfahrhäufigkeit:	maximal 10 pro Stunde
Betriebstemperaturbereich:	- 20 °C bis + 55 °C für dynamische Betriebsbelastung

7.8 Schwingungen, Schall, Zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen H, L, M, N

Schwingungen			
Haupterregfrequenzen	Drehzahl		
	3000 min ⁻¹	3600 min ⁻¹	4500 min ⁻¹
f ¹	50	60	75
f ²	100	120	150
f ³	250	300	375
f ⁴	500	600	750

Wuchtgüte	
Wuchtgüte der Rotoren	Verdichterbaugröße
	H, L, M, N
Wuchtgüte G (mm/s) nach DIN ISO 21940	G 4,0

Grenzwerte für Schwingungen	
Verdichterbaugröße	Effektive Schwinggeschwindigkeit/ RMS ¹⁾ im Frequenzbereich A zwischen 10 Hz und 1000 Hz ²⁾
	Zulässiger Grenzwert (mm/s) ³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾
H, L, M, N	5,0

1) Messmethode gemäß DIN ISO 10816.

2) zu messender Frequenzbereich minimal bis 1000 Hz, oberhalb von 4000 min⁻¹ minimal bis 1500 Hz

3) Bei starrer Aufstellung des Verdichters.

4) Die Aufstellung des Verdichters, sowie die Auslegung von Rahmen und Druckrohrleitung des Aggregates haben so zu erfolgen, dass die angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden.

5) Grenzwerte gelten bis 3000 min⁻¹. Für Drehzahlen von 3600 min⁻¹ und höher ist der Grenzwert mit 1,2 zu multiplizieren.

6) Der Erwartungswert der effektiven Schwinggeschwindigkeit während des störungsfreien Dauerbetriebs beträgt bei optimaler Auslegung des Rahmens 50% des oben angegebenen Grenzwerts

Empfohlene Überwachungsgrenzen:

WARNUNG: 75...100% des zul. Grenzwerts

ABSCHALTUNG: 115...140% des zul. Grenzwerts

Achtung

Praxishinweis: Grenzwerte Stillstandsüberwachung, Stillstandsmessung

Ist die im Stillstand gemessenen effektive Schwinggeschwindigkeit größer als 25% des angegebenen Grenzwerts:

- ▶ Einfluss der Störschwingungen reduzieren.
- ▶ Stoßartige Anregungen vermeiden.

Massenträgheitsmoment, Torsionssteifigkeit des Verdichtertorpaars

Achtung

Vorschrift Torsionsanalyse Antriebsstrang

- ▶ Sorgfältige mechanische Auslegung und Konstruktion des Verdichteraggregates.
- ▶ Durchführung einer Torsionsanalyse des Antriebsstrangs um einen sicheren Betrieb außerhalb der kritischen Torsionseigenfrequenzen zu gewährleisten.

Die für die Torsionsanalyse erforderlichen Werte des Massenträgheitsmoments und der Torsionssteifigkeit des Verdichtertorpaars sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben. Die Werte gelten für Verdichter mit einem maximalen Enddruck von 28 bar in den Verdichterausführungen "B", "S", "R". Werte für abweichende Verdichterausführungen sind beim Hersteller hinterlegt.

Werte zur Torsionsanalyse				
	Verdichterbaugröße			
	H	L	M	N
Massenträgheitsmoment [kg m ²]	0,109	0,128	0,224	0,272
Torsionssteifigkeit [kNm/rad]	240	240	234	234

Schall

Emittierte Schallwerte					
Verdichterbaugröße		H	L	M	N
Schalleistungspegel L _{WA}	dB (A)	86	87	88	88
Emissionsschalldruckpegel L _{pA}	dB (A)	72	73	74	74

Die Schalleistung des Verdichters hängt von dessen Leistung ab und schwankt mit den Betriebsbedingungen der Anlage. Der emittierte Schall wird vom Verdichtungsprozess, Gaspulsationen und Schwingungen verursacht. Der Geräuschpegel wird stark von der Interaktion zwischen Verdichter und Verdichteraggregat beeinflusst. In der Praxis können die Schalleistungspegel von den angegebenen Werten abweichen.

Die Angaben gelten ausschließlich für die folgenden Betriebsbedingungen mit einer Schwankungsbreite von ± 3 dB:

- Drehzahl $n=2900 \dots 3100 \text{ min}^{-1}$
- Öltemperatur $45 \dots 55^\circ\text{C}$
- Medium NH₃ (R717)
- Betriebspunkte t_0/t_c [$^\circ\text{C}$]: 5/50; -10/45; -35/40; ohne Economizer
- Betriebspunkte p_0/p_c [bar.a]: 5,2/20,3; 2,9/17,8; 0,96/15,5; ohne Economizer

Das innere Volumenverhältnis muss dem im Verdichterauswahlprogramm für den spezifizierten Betriebspunkt errechneten optimalen Vi-Wert entsprechen.

Der Emissionsschalldruckpegel L_{pA} in dB(A) in 1 m Abstand von der Maschinenoberfläche (A-Nahpegel bei Freifeldbedingungen auf reflektierende Grundfläche) ist ein um 13 bis 17 dB(A) verminderter Tabellenwert gegenüber dem Schalleistungspegel L_{WA} .

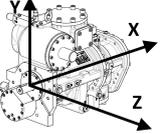
L_{WA} : A-bewerteter Schalleistungspegel nach DIN EN ISO 9614-2 und DIN 45635, Referenz: 1 pW

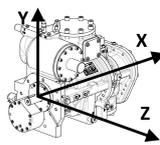
L_{pA} : A-bewerteter Emissionsschalldruckpegel in 1m Entfernung nach DIN EN ISO 11203, Referenz: 20 μ Pa

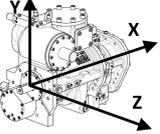
Achtung

Praxishinweis Auslegung der Anschlussrohrleitungen!

- ▶ Bedingt durch das Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters treten an den Anschlüssen des Schraubenverdichters, insbesondere am Druckstutzen, dynamische Druckanteile mit einer zu der Antriebsdrehzahl multipliziert mit der Zähnezahl des Hauptrotors proportionalen Frequenz auf.
 - ▶ Bei der Auslegung der Anschlussrohrleitungen sind die von der Schallgeschwindigkeit abhängigen kritischen Rohrlängen zu beachten, um Resonanzen zu vermeiden.
 - ▶ Die Schallabstrahlung des Aggregats wird durch solche Druckpulsationen in Rohrleitungen wesentlich beeinflusst.
-

ZULÄSSIGE ROHRLEITUNGSKRÄFTE UND -MOMENTE einschließlich Gaskräften					
maximal zulässiger Druck	Angriffspunkt		Vektor 	Verdichterbaugröße	
				H/L	M/N
28 bar	Saugstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x	2500	4800
			y _{max}	2500	4800
			y _{min}	-2500	-4800
		Moment [Nm]	z	2500	4800
			x	1100	2100
			y	1100	2100
	Druckstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse 8.8	Kraft [N]	z	2800	3400
			y	2800	5300
			x	2800	3400
		Moment [Nm]	x	1200	2100
			y	1200	2100
			z	1200	2100
	Ecostutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x		
			y		
			z		
Moment [Nm]		x			
		y			
		z			

ZULÄSSIGE ROHRLEITUNGSKRÄFTE UND -MOMENTE einschließlich Gaskräften					
maximal zulässiger Druck	Angriffspunkt		Vektor	Verdichterbaugröße	
				H/L	M/N
52 bar	Saugstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x	1700	3500
			y _{max}	1700	3500
			y _{min}	-1700	-3500
		Moment [Nm]	z	1700	3500
			x	700	1600
			y	700	1600
	Druckstutzen Schrauben- Festigkeitsklasse 8.8	Kraft [N]	x	2600	3400
			y	2600	5300
			z	2600	3400
		Moment [Nm]	x	1100	2100
			y	1100	2100
			z	1100	2100
	Ecostutzen Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x		
			y		
			z		
Moment [Nm]		x			
		y			
		z			

ZULÄSSIGE ROHRLEITUNGSKRÄFTE UND -MOMENTE einschließlich Gaskräften					
maximal zulässiger Druck	Angriffspunkt		Vektor 	Verdichterbaugröße	
				H/L	M/N
63 bar	Saugstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x	1200	2900
			y _{max}	1200	2900
			y _{min}	-1200	-2900
		Moment [Nm]	z	1200	2900
			x	500	1300
			y	500	1300
	Druckstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse 8.8	Kraft [N]	x	2500	3400
			y	2500	5300
			z	2500	3400
		Moment [Nm]	x	1100	2100
			y	1100	2100
			z	1100	2100
	Ecostutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x		
			y		
			z		
Moment [Nm]		x			
		y			
		z			

Achtung

Praxishinweis Auslegung der Anschlussrohrleitungen!

- ▶ Bedingt durch das Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters treten an den Anschlüssen des Schraubenverdichters dynamische Druckanteile proportional der Antriebsdrehzahl multipliziert mit der Zähnezahle des Hauptrotors auf.
- ▶ Bei der Auslegung der Anschlussrohrleitungen sind diese auftretenden Belastungen zu beachten.

7.9 Einsatzgrenzen

Der Verdichter und die verbauten Komponenten sind für bestimmte Betriebsbedingungen ausgelegt, die für ein sicheres Arbeiten des Verdichters eingehalten werden müssen.

Vorsicht

Schädigung des Verdichters und des Verdichteraggregates

- ▶ Die nachfolgend angegebenen minimalen und maximalen Grenzwerte müssen unbedingt eingehalten werden.
- ▶ Der konstruktiv bedingte maximale zulässige Druck gemäß Erzeugnisschild darf nicht überschritten werden.
- ▶ Darüber hinaus gelten projektspezifische Einschränkungen bzw. Grenzwerte, die gesondert vereinbart werden können.

Prozessparameter					
zulässiger Druck (EN 378) (Überdruck)	p	max	28 bar / 52 bar, gemäß Erzeugnisschild		
Ansaugtemperatur ¹⁵	t_{0h}	min	- 60°C		
Endtemperatur	t_e	max	120°C		
Druckverhältnis	p_c / p_0	min	1,5 ¹⁶		
		max	22		
Druckdifferenz	$p_c - p_0$		Normalbetrieb ohne / mit Ölpumpe: ¹⁷	Boosterbetrieb: ¹⁸	Anwendung "SWING": ¹⁹
			ohne Ölpumpe: • min. 2,9 bar * mit Ölpumpe: • min. 0,8 bar	min. 0,8 bar max. 2,9 bar	min. 0,8 bar
Öltemperatur	$t_{öl}$	min	18°C		
		max	80°C		
Öldruck ²⁰	$p_{öl}$		Betrieb ohne Ölpumpe:	Betrieb mit Ölpumpe:	
			$p_{öl} \geq p_0 + 2 \text{ bar }^{21}$	$p_{öl} \geq p_0 + 2 \text{ bar }^{21}$	
			UND	UND	
			$p_{öl} \leq p_c - 3 \text{ bar }^{21}$ $p_{öl} \leq p_c^{23}$	$p_{öl} \leq p_c + 3,5 \text{ bar }^{22}$ $p_{öl} \geq p_c + 0,5 \text{ bar}$	
Ölviskosität ²⁴	ν	min	7 mm ² /s		
		max	70 mm ² /s		

- 15 Es ist ein trocken-gesättigter Dampf beim Ansaugvorgang zu garantieren (keine Flüssigkeit).
16 Bei Verdichtern mit verkleinertem Fördervolumen kann dieser Wert auch unterschritten werden.
17 Verdichter der Bauform "S", Verdichter der Bauform "M" mit festem und variablem V_i .
18 mit Ölpumpe; Verdichter der Bauform "M", Verdichterausführung "B".
19 mit Ölpumpe; Verdichter der Bauform "M" mit festem V_i , ausgerüstet für "SWING"-Anwendung.
20 Die angegebenen Öldrücke sind Grenzwerte. Bei Überschreitung oder Unterschreitung ist der Verdichter abzuschalten.
21 Die zeitlichen Einschränkungen siehe Inbetriebnahme (Abschnitt 7.10.1, Seite 111 ff.) sind einzuhalten.
22 Richtwert für Einstellung em externen Öldruckreguliventil $p_{öl} \leq p_c + 2,5 \text{ bar}$
23 Wenn $p_{öl} = p_c$ besteht die Gefahr einer Verdichterbeschädigung, da kein Ölfluss besteht.
24 Bei Start des Verdichters kann der Maximalwert kurzzeitig überschritten werden.

Prozessparameter			
Saugfiltermaschenweite	W_s	max	100 μm
Filterfeinheit Öl	$W_{öl}$	max	15 μm (Funktionsöl) bei offenen Prozessen (Gasverdichtung) oder $p > 28 \text{ bar}$ • $\beta_{(15)} \geq 200$ 25 μm (Injektionsöl) bei offenen Prozessen (Gasverdichtung) oder $p > 28 \text{ bar}$ • $\beta_{(25)} \geq 200$ 25 μm (Funktionsöl + Injektionsöl) bei geschlossenen Prozessen, $p < 28 \text{ bar}$ • $\beta_{(25)} \geq 200$

⚠ Vorsicht

Schädigung des Verdichters durch Ölmangel bei Betrieb ohne Ölpumpe!

- ▶ Sicherstellung der Druckdifferenz $p_c - p_0 = 2,9 \text{ bar}$.
- ▶ Installation eines Saugdruck-referenzierten Rückschlagventils nach dem Ölabscheider.
- ▶ Die Mindest-Druckdifferenz von 2,9 bar ist als Schaltwert einzustellen.

Umgebungsbedingungen	
Umgebungstemperatur	Wertebereich / zur Beachtung
Inbetriebnahme Verdichter	+5 °C ... +45 °C <div style="background-color: blue; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Achtung</div> Anforderung an die Mindest Umgebungstemperatur zur Vermeidung von Verdichterschäden. ▶ Die minimale Umgebungstemperatur von 5 °C muss mindestens 12 Stunden vor Inbetriebnahme des Verdichters erreicht sein.
Verdichterbetrieb	-20 °C ... +45 °C

Achtung

Anwendungsvorschriften

► Alle in den Abschnitten "Einsatzgrenzen", "Aufstellung" und die nachfolgend aufgeführten Anforderungen müssen für die Gewährleistung des sicheren Betriebs des Verdichters erfüllt sein!

Mindestansaugüberhitzung bei Verdichtereintritt: „Nasse“ Fahrweise ist auszuschließen.

Für $\pi \geq 8$ ist ein Gasschwingungsschutz erforderlich.

Für den CO₂-Einsatz ist bei den Verdichtern aller Baugrößen, in Abhängigkeit von der Einsatzbedingung, die Verwendung einer Vollstrom-Ölpumpe zu überprüfen.

Auf Grund der Löslichkeit von Kältemittel im Öl gilt:

- für Ammoniak:
 - $t_e \geq t_{\text{Öl}} + 5 \text{ K}$;
 - $t_e \geq t_{\text{Öl}} + 10 \text{ K}$, bei Verwendung eines PAG-Öles (Löslichkeit des Kältemittels im Öl).
 - für R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R507, CO₂, Erdgas, Kohlenwasserstoff-Verbindungen:
 - $t_e \geq t_{\text{Öl}} + 10 \text{ K}$, bei Löslichkeit des Kältemittels im Öl.
- **Zur Bestimmung der zulässigen Differenz zwischen Verdichtungsendtemperatur (t_e) und Öleintrittstemperatur ($t_{\text{Öl}}$) sind für den konkreten Einsatzfall die Ermittlung der Viskosität und das Löslichkeitsdiagramm für die Kältemittel-Öl -Paarung des Schmierstofflieferanten zu beachten.**

Es ist eine Ölviskosität von 7...70 cSt für die Lagerölversorgung zu gewährleisten. Die Viskositätsabsenkung durch im Öl gelöstes Kältemittel ist zu beachten!

Grenzwerte für Temperaturdifferenzen werden im Verdichterauswahlprogramm berücksichtigt.

Die Öltemperatur vor Eintritt in den Verdichter muss mindestens 18°C betragen, gegebenenfalls ist das Öl vorzuwärmen.

Die Temperaturänderungsgeschwindigkeit an der Saugseite des Verdichters darf 0,1 K/s nicht überschreiten.

Für Einsatzfälle außerhalb der zulässigen Drehzahlen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu nehmen.

p_c	Enddruck / Kondensationsdruck	t_{0h}	Ansaugtemperatur (Verdichtereintritt)
p_0	Saugdruck	t_e	Endtemperatur (Verdichteraustritt)
Δp	Druckdifferenz ($p_c - p_0$)	t_c	Kondensationstemperatur
π	Druckverhältnis (p_c / p_0)	$t_{\text{Öl}}$	Öleintrittstemperatur in den Verdichter

Anmerkungen:

1. Bei Überprüfung eines konkreten Einsatzfalles sind alle in den Tabellen angegebenen Bedingungen zu berücksichtigen und einzuhalten.
2. Werden für einen speziellen Anwendungsfall die angegebenen Grenzen nicht eingehalten, so ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.

3. Neben den in den Tabellen aufgeführten Einsatzgrenzen sind die einzuhaltenden Betriebsbedingungen des jeweiligen Verdichters zu berücksichtigen (z.B. Startregime, Öldruck, Ölmenge usw.).
4. 4.1 Bauform M: In Abhängigkeit von den kältetechnischen Anforderungen erfolgt der Economizerbetrieb zwischen 100% und ca. 70% Regelschieberposition.
4.2 Bauform S: In Abhängigkeit von den kältetechnischen Anforderungen erfolgt der Economizerbetrieb in einem definierten Drehzahlbereich.
5. Beim Einsatz von **R134a** als Kältemittel und einer **Verflüssigungstemperatur > 60 °C** ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.

7.10 Inbetriebnahme, Baugrößen H, L, M, N

7.10.1 Erstinbetriebnahme

Achtung

Allgemeine Vorgaben zur Erstinbetriebnahme des Verdichters

- ▶ Vor der Erstinbetriebnahme ist der Verdichter durch einen Sachverständigen zu überprüfen.
- ▶ Überprüfen Sie die Drehrichtung des Antriebsmotors bei demontierter Kupplung.
- ▶ Drehen Sie den Verdichter bei stromlosen Antriebsmotor und montierter Kupplung manuell an der Antriebswelle, um die Funktionsfähigkeit des Verdichters zu überprüfen.
- ▶ Führen Sie eine Druckprobe gemäß der Installations- und Wartungsanleitung durch.
- ▶ Führen Sie eine Vakuumprobe gemäß der Installations- und Wartungsanleitung durch.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter sowohl mechanisch, als auch elektrisch korrekt und vollständig angeschlossen ist.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter an alle erforderlichen Medien angeschlossen ist. Vergleichen Sie hierzu auch das auf dem Typenschild angegebene P+I Schema mit der dem Verdichter zugehörigen Dokumentation.
- ▶ Stellen Sie unmittelbar vor der Inbetriebnahme fest, dass die sichere Zufuhr mit allen erforderlichen Medien möglich ist. Öffnen Sie dazu alle notwendigen manuell zu betätigenden Absperrventile entsprechend des P+I Schemas des Aggregates.

Achtung

Allgemeiner Hinweis bei der Verwendung kältemittellöslicher Öle.

- ▶ Bei Erstinbetriebnahme und bei Inbetriebnahme nach längerem Stillstand oder Wartung des Verdichters, ist vor Inbetriebnahme des Schraubenverdichter-Aggregates für eine ausreichende Vermischung von Kältemittel und Öl zu sorgen, da die hohe Viskosität des unvermischten Öles zu Lagerschäden führt.

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

1. Position des Vi-Schiebers / Regelschiebers in Startposition

Bauform "S":

- Vor Start des Antriebsmotors:
 - Einzelverdichter:
Die Magnetventile Y5 und Y6 werden angesteuert und öffnen.
 - DUO-Pack / MULTI-Pack, ohne Ölpumpe:
Das Magnetventil Y6 wird angesteuert und öffnet.
- Starten des Antriebsmotors.
 - Mit Start des Antriebsmotors bleibt das Magnetventil Y6 angesteuert und geöffnet, das Magnetventil Y5 wird deaktiviert und geschlossen.
- Antriebsmotor fährt bis auf Startdrehzahl.
- 20 Sekunden nach Erreichen der Startdrehzahl erfolgt die Freigabe der automatischen Vi-Verstellung.
- Das Magnetventil Y7 wird angesteuert und schließt.

Bauform "M":

– **Vor Start** des Antriebsmotors:

- Einzelverdichter:
 - Vi fest: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y4,
 - Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2, Y4, Y5 und Y6,
 - Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,
 - Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,
- DUO-Pack / MULTI-Pack, ohne Ölpumpe:
 - Vi fest: Ansteuerung des Magnetventils Y4,
 - Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y4 und Y5,
- DUO-Pack / MULTI-Pack, mit Ölpumpe:
 - Vi fest: Ansteuerung des Magnetventils Y2,
 - Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y5,
 - Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3,
 - Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3,

Die Ansteuerung der Ventile erfolgt so, dass am Kolben des Regelschiebers ein Druckausgleich stattfindet und die eingebaute Feder den Regelschieber in die MIN-Position bewegen kann.

– Stromsignal der Positionsanzeige des Regelschiebers muss bei Start gemäß Angabe auf dem Positionsanzeiger:

- 4 ... 5 mA (0%...6%) betragen.

– Wird nach Ablauf von 180 Sekunden das o.g. Stromsignal nicht erreicht, so wird die Startbedingung bis zu einem Stromsignal von:

- 15 mA (0%...70%) erweitert.

– **Mit Start** des Antriebsmotors bleiben angesteuert:

- Vi fest: Magnetventil Y2,
- Vi variabel: Magnetventile Y2 und Y5,
- Vi fest, Ausführung "B": Magnetventile Y2 und Y3,

Die anderen Magnetventile werden mit Start des Antriebsmotors abgeschaltet und sind geschlossen.

- Start der externen Ölpumpe, falls vorhanden.
- Das Magnetventil Y7 wird angesteuert und schließt.

2. Öldruck

- Die Öldrücke sind dem Datenblatt Abschnitt 7.9, Seite 107 zu entnehmen.

3. Öltemperatur

- Die Öleintrittstemperatur in den Verdichter muss mindestens 18°C betragen (siehe Abschnitt 7.9, Seite 107).

In der Startphase kann die maximale Ölviskosität diesen Wert auch kurzzeitig überschreiten.

4. Zeitliche Einschränkungen

- **Zeitliche Einschränkungen**

- Betrieb ohne Ölpumpe:

Innerhalb der ersten 20 Sekunden nach Start des Antriebsmotors ist die Öldrucküberwachung zu ignorieren.

Nach Ablauf der 20 Sekunden ist in den folgenden 120 Sekunden ein Differenzdruck von " $p_{\text{öl}} - p_0$ " > 0,5 bar einzuhalten.

Nach Ablauf der 120 Sekunden muss der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " > 2 bar betragen.

- Betrieb mit Ölpumpe:

Innerhalb von 15 Sekunden nach Start des Antriebsmotors muss der Öldruck $p_{\text{öl}} > p_0 + 2$ bar **und** $p_{\text{öl}} \geq p + 0,5$ bar betragen. (p = Druck auf Druckseite des Verdichters; p_0 = Saugdruck)

STOPPBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

Vor dem Stopp des Verdichters ist der Schieber in die MIN-Position zu verfahren.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit einer externen Ölpumpe.

► Bei der Verwendung einer **externen Ölpumpe** zur Versorgung des Verdichters mit Öl, ist die Ölpumpe **bei Stopp** des Antriebsmotors gleichzeitig **außer Betrieb** zu nehmen.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit Frequenzumrichter

► Bei der Verwendung eines drehzahlgeregelten Antriebs mit Frequenzumrichter hat der Stopp, parametrisiert im Frequenzumrichter, im Modus "**Free Wheel**" / "**Freier Auslauf**" zu erfolgen.

Mit Stopp des Verdichtermotors, Magnetventil Y7 deaktivieren.

Einschaltsperrzeit (Start to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Einschalt-Intervalle.

► Die minimale Einschaltsperrzeit, Wartezeit zwischen zwei Einschaltungen, muss **mindestens 600 Sekunden** betragen, wenn vom Hersteller des Antriebsmotors keine höhere Einschaltsperrzeit gefordert ist.

Zwangspause (Stopp to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Stopp-Intervalle.

► Die minimale Zwangspause, Zwangsstillstand nach Verdichterstopp, muss **mindestens 10 Sekunden** betragen.

Einstellen der Endtemperatur

Zur Anpassung der Endtemperatur an die im Projekt vereinbarten Betriebsbedingungen kann die in den Verdichter eingespritzte Injektionsölmenge verändert werden.

Die Voraussetzungen dafür sind:

- Der Verdichter arbeitet in den im Projekt vereinbarten Betriebsbedingungen (Saugdruck, Enddruck).
- Der Verdichter arbeitet in der im Projekt vereinbarten maximalen Drehzahl.
- Die Leistungsregelung des Verdichters ist auf 100% Leistung eingestellt.
- oder / und das große Vi ist in der Vi-Verstellung eingestellt.

Verändern Sie die eingespritzte Injektionsölmenge durch Öffnen oder Schließen des Regulierventils: oder in der Zuleitung zum Anschluß

- am Anschluss B (Seite 90)

oder

- oder in der Zuleitung zum Anschluß B (Seite 91).

Bedingt durch die Trägheit des Gesamtsystems, hat die Veränderung der eingespritzten Ölmenge in kleinen Schritten und mit einer Haltezeit zu erfolgen.

7.10.2 Inbetriebnahme nach längerer Stillstandszeit

Achtung

Allgemeiner Hinweis zur sicheren Inbetriebnahme.

- ▶ Vor der Inbetriebnahme nach längerer Stillstandszeit ist der Verdichter durch unterwiesenes Bedienpersonal zu überprüfen.
- ▶ Drehen Sie den Verdichter bei stromlosen Antriebsmotor und montierter Kupplung manuell an der Antriebswelle, um die Funktionsfähigkeit des Verdichters zu überprüfen.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter sowohl mechanisch, als auch elektrisch korrekt und vollständig angeschlossen ist.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter an alle erforderlichen Medien angeschlossen ist. Vergleichen Sie hierzu gegebenenfalls auch das auf dem Typenschild angegebene P+I Schema mit der dem Verdichter zugehörigen Dokumentation.
- ▶ Stellen Sie unmittelbar vor der Inbetriebnahme fest, dass die Zufuhr mit allen erforderlichen Medien möglich ist. Öffnen Sie dazu alle notwendigen manuell zu betätigenden Absperrventile entsprechend des P+I Schemas des Aggregates.

Achtung

Allgemeiner Hinweis bei der Verwendung kältemittellöslicher Öle.

- ▶ Bei Erstinbetriebnahme und bei Inbetriebnahme nach längerem Stillstand oder Wartung des Verdichters, ist vor Inbetriebnahme des Schraubenverdichter-Aggregates für eine ausreichende Vermischung von Kältemittel und Öl zu sorgen, da die hohe Viskosität des unvermischten Öles zu Lagerschäden führt.

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

1. Position des Vi-Schiebers / Regelschiebers in Startposition

Bauform "S":

- Vor Start des Antriebsmotors:
 - Einzelverdichter:

Die Magnetventile Y5 und Y6 werden angesteuert und öffnen.
 - DUO-Pack / MULTI-Pack, ohne Ölpumpe:

Das Magnetventil Y6 wird angesteuert und öffnet.
- Starten des Antriebsmotors.
 - Mit Start des Antriebsmotors bleibt das Magnetventil Y6 angesteuert und geöffnet, das Magnetventil Y5 wird deaktiviert und geschlossen.
- Antriebsmotor fährt bis auf Startdrehzahl.
- 20 Sekunden nach Erreichen der Startdrehzahl erfolgt die Freigabe der automatischen Vi-Verstellung.
- Das Magnetventil Y7 wird angesteuert und schließt.

Bauform "M":

- **Vor Start** des Antriebsmotors:
 - Einzelverdichter:

Vi fest: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y4,

Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2, Y4, Y5 und Y6,

Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,

Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,

- DUO-Pack / MULTI-Pack, ohne Ölpumpe:

Vi fest: Ansteuerung des Magnetventils Y4,

Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y4 und Y5,

- DUO-Pack / MULTI-Pack, mit Ölpumpe:

Vi fest: Ansteuerung des Magnetventils Y2,

Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y5,

Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3,

Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3,

Die Ansteuerung der Ventile erfolgt so, dass am Kolben des Regelschiebers ein Druckausgleich stattfindet und die eingebaute Feder den Regelschieber in die MIN-Position bewegen kann.

- Stromsignal der Positionsanzeige des Regelschiebers muss bei Start gemäß Angabe auf dem Positionsanzeiger:
 - 4 ... 5 mA (0%...6%) betragen.
- Wird nach Ablauf von 180 Sekunden das o.g. Stromsignal nicht erreicht, so wird die Startbedingung bis zu einem Stromsignal von:
 - 15 mA (0%...70%) erweitert.
- **Mit Start** des Antriebsmotors bleiben angesteuert:
 - Vi fest: Magnetventil Y2,
 - Vi variabel: Magnetventile Y2 und Y5,
 - Vi fest, Ausführung "B": Magnetventile Y2 und Y3,

Die anderen Magnetventile werden mit Start des Antriebsmotors abgeschaltet und sind geschlossen.

- Start der externen Ölpumpe, falls vorhanden.
- Das Magnetventil Y7 wird angesteuert und schließt.

2. Öldruck

- Die Öldrücke sind dem Datenblatt Abschnitt 7.9, Seite 107 zu entnehmen.

3. Öltemperatur

- Die Öleintrittstemperatur in den Verdichter muss mindestens 18°C betragen (siehe Abschnitt 7.9, Seite 107).
In der Startphase kann die maximale Ölviskosität diesen Wert auch kurzzeitig überschreiten.

4. Zeitliche Einschränkungen

- **Zeitliche Einschränkungen**

- Betrieb ohne Ölpumpe:

- Innerhalb der ersten 20 Sekunden nach Start des Antriebsmotors ist die Öldrucküberwachung zu ignorieren.

- Nach Ablauf der 20 Sekunden ist in den folgenden 120 Sekunden ein Differenzdruck von " $p_{\text{öl}} - p_0$ " $> 0,5$ bar einzuhalten.

- Nach Ablauf der 120 Sekunden muss der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " > 2 bar betragen.

- Betrieb mit Ölpumpe:

- Innerhalb von 15 Sekunden nach Start des Antriebsmotors muss der Öldruck $p_{\text{öl}} > p_0 + 2$ bar **und** $p_{\text{öl}} \geq p + 0,5$ bar betragen. (p = Druck auf Druckseite des Verdichters; p_0 = Saugdruck)

STOPPBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

Vor dem Stopp des Verdichters ist der Schieber in die MIN-Position zu verfahren.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit einer externen Ölpumpe.

- ▶ Bei der Verwendung einer **externen Ölpumpe** zur Versorgung des Verdichters mit Öl, ist die Ölpumpe **bei Stopp** des Antriebsmotors gleichzeitig **außer Betrieb** zu nehmen.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit Frequenzumrichter

- ▶ Bei der Verwendung eines drehzahlgeregelten Antriebs mit Frequenzumrichter hat der Stopp, parametrisiert im Frequenzumrichter, im Modus "**Free Wheel**" / "**Freier Auslauf**" zu erfolgen.

Mit Stopp des Verdichtermotors, Magnetventil Y7 deaktivieren.

Einschaltsperrzeit (Start to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Einschalt-Intervalle.

- ▶ Die minimale Einschaltsperrzeit, Wartezeit zwischen zwei Einschaltungen, muss **mindestens 600 Sekunden** betragen, wenn vom Hersteller des Antriebsmotors keine höhere Einschaltsperrzeit gefordert ist.

Zwangspause (Stopp to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Stopp-Intervalle.

- ▶ Die minimale Zwangspause, Zwangsstillstand nach Verdichterstopp, muss **mindestens 10 Sekunden** betragen.

7.10.3 Automatk-Betrieb (Start-Stop Betrieb)

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

Achtung

Allgemeiner Hinweis zur sicheren Inbetriebnahme.

- ▶ Vor der Inbetriebnahme nach längerer Stillstandzeit ist der Verdichter durch unterwiesenes Bedienpersonal zu überprüfen.
- ▶ Drehen Sie den Verdichter bei stromlosen Antriebsmotor und montierter Kupplung manuell an der Antriebswelle, um die Funktionsfähigkeit des Verdichters zu überprüfen.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter sowohl mechanisch, als auch elektrisch korrekt und vollständig angeschlossen ist.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter an alle erforderlichen Medien angeschlossen ist. Vergleichen Sie hierzu gegebenenfalls auch das auf dem Typenschild angegebene P+I Schema mit der dem Verdichter zugehörigen Dokumentation.
- ▶ Stellen Sie unmittelbar vor der Inbetriebnahme fest, dass die Zufuhr mit allen erforderlichen Medien möglich ist. Öffnen Sie dazu alle notwendigen manuell zu betätigenden Absperrventile entsprechend des P+I Schemas des Aggregates.

Achtung

Allgemeiner Hinweis bei der Verwendung kältemittellöslicher Öle.

- ▶ Bei Erstinbetriebnahme und bei Inbetriebnahme nach längerem Stillstand oder Wartung des Verdichters, ist vor Inbetriebnahme des Schraubenverdichter-Aggregates für eine ausreichende Vermischung von Kältemittel und Öl zu sorgen, da die hohe Viskosität des unvermischten Öles zu Lagerschäden führt.

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

1. Position des Vi-Schiebers / Regelschiebers in Startposition

Bauform "S":

- Vor Start des Antriebsmotors:
 - Einzelverdichter:

Die Magnetventile Y5 und Y6 werden angesteuert und öffnen.
 - DUO-Pack / MULTI-Pack, ohne Ölpumpe:

Das Magnetventil Y6 wird angesteuert und öffnet.
- Starten des Antriebsmotors.
 - Mit Start des Antriebsmotors bleibt das Magnetventil Y6 angesteuert und geöffnet, das Magnetventil Y5 wird deaktiviert und geschlossen.
- Antriebsmotor fährt bis auf Startdrehzahl.
- 20 Sekunden nach Erreichen der Startdrehzahl erfolgt die Freigabe der automatischen Vi-Verstellung.
- Das Magnetventil Y7 wird angesteuert und schließt.

Bauform "M":

- **Vor Start** des Antriebsmotors:

- Einzelverdichter:
 - Vi fest: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y4,
 - Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2, Y4, Y5 und Y6,
 - Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,
 - Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y1, Y2, Y3 und Y4,
- DUO-Pack / MULTI-Pack, ohne Ölpumpe:
 - Vi fest: Ansteuerung des Magnetventils Y4,
 - Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y4 und Y5,
- DUO-Pack / MULTI-Pack, mit Ölpumpe:
 - Vi fest: Ansteuerung des Magnetventils Y2,
 - Vi variabel: Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y5,
 - Vi fest, Ausführung "B": Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3,
 - Vi fest, Anwendung "SWING": Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3,

Die Ansteuerung der Ventile erfolgt so, dass am Kolben des Regelschiebers ein Druckausgleich stattfindet und die eingebaute Feder den Regelschieber in die MIN-Position bewegen kann.

- Stromsignal der Positionsanzeige des Regelschiebers muss bei Start gemäß Angabe auf dem Positionsanzeiger:
 - 4 ... 5 mA (0%...6%) betragen.
 - Wird nach Ablauf von 180 Sekunden das o.g. Stromsignal nicht erreicht, so wird die Startbedingung bis zu einem Stromsignal von:
 - 15 mA (0%...70%) erweitert.
 - **Mit Start** des Antriebsmotors bleiben angesteuert:
 - Vi fest: Magnetventil Y2,
 - Vi variabel: Magnetventile Y2 und Y5,
 - Vi fest, Ausführung "B": Magnetventile Y2 und Y3,
- Die anderen Magnetventile werden mit Start des Antriebsmotors abgeschaltet und sind geschlossen.
- Start der externen Ölpumpe, falls vorhanden.
 - Das Magnetventil Y7 wird angesteuert und schließt.

2. Öldruck

- Die Öldrücke sind dem Datenblatt Abschnitt 7.9, Seite 107 zu entnehmen.

3. Öltemperatur

- Die Öleintrittstemperatur in den Verdichter muss mindestens 18°C betragen (siehe Abschnitt 7.9, Seite 107).

In der Startphase kann die maximale Ölviskosität diesen Wert auch kurzzeitig überschreiten.

4. Zeitliche Einschränkungen

- **Zeitliche Einschränkungen**

- Betrieb ohne Ölpumpe:

Innerhalb der ersten 20 Sekunden nach Start des Antriebsmotors ist die Öldrucküberwachung zu ignorieren.

Nach Ablauf der 20 Sekunden ist in den folgenden 120 Sekunden ein Differenzdruck von " $p_{\text{öl}} - p_0$ " $> 0,5$ bar einzuhalten.

Nach Ablauf der 120 Sekunden muss der Differenzdruck " $p_{\text{öl}} - p_0$ " > 2 bar betragen.

- Betrieb mit Ölpumpe:

Innerhalb von 15 Sekunden nach Start des Antriebsmotors muss der Öldruck $p_{\text{öl}} > p_0 + 2$ bar **und** $p_{\text{öl}} \geq p + 0,5$ bar betragen. (p = Druck auf Druckseite des Verdichters; p_0 = Saugdruck)

STOPPBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE M

Vor dem Stopp des Verdichters ist der Schieber in die MIN-Position zu verfahren.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit einer externen Ölpumpe.

- ▶ Bei der Verwendung einer **externen Ölpumpe** zur Versorgung des Verdichters mit Öl, ist die Ölpumpe **bei Stopp** des Antriebsmotors gleichzeitig **außer Betrieb** zu nehmen.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit Frequenzumrichter

- ▶ Bei der Verwendung eines drehzahlgeregelten Antriebs mit Frequenzumrichter hat der Stopp, parametrisiert im Frequenzumrichter, im Modus **"Free Wheel" / "Freier Auslauf"** zu erfolgen.

Mit Stopp des Verdichtermotors, Magnetventil Y7 deaktivieren.

Einschaltsperrzeit (Start to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Einschalt-Intervalle.

- ▶ Die minimale Einschaltsperrzeit, Wartezeit zwischen zwei Einschaltungen, muss **mindestens 600 Sekunden** betragen, wenn vom Hersteller des Antriebsmotors keine höhere Einschaltsperrzeit gefordert ist.

Zwangspause (Stopp to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Stopp-Intervalle.

- ▶ Die minimale Zwangspause, Zwangsstillstand nach Verdichterstopp, muss **mindestens 10 Sekunden** betragen.

8 Baureihe LT; Baugrößen P - XH

8.1 Nenndaten; Baugrößen P, R, S, T, V, W, Y

		Verdichter Baugröße						
		P	R	S	T	V	W	Y
Ansaugvolumenstrom ^{*)} bei 2940 min ⁻¹	[m ³ /h]	805	1040	1290	1460	1740	1990	2390
Zähnezahl Rotoren HR/NR	[-]	5/6						
Drehzahl, max	[min ⁻¹]	3600	4500			3600		
Drehzahl, min	[min ⁻¹]	1500						
Bereich der Leistungsregelung, stufenlos		10% ^{**) ...} 100 %						
Vi-Ausführungen (Vi fest)		1,8; 2,0; 2,2; 2,6; 3,0; 3,6; 4,8; 5,5						
Vi-Verstellbereiche		1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5						
Masse ^{*)}	[kg]	598	890	960	1060	1280	1330	1390
Max. Antriebsleistung bei 3000 min ⁻¹	[kW]	530			1250			
Max. Antriebsleistung bei 3600 min ⁻¹		640			1500			
Max. Antriebsleistung bei 4500 min ⁻¹		-	800			-		
Max. Nenndrehmoment ^{***)}	[Nm]	1700			4000			

^{*)} in Abhängigkeit von der Förderstromgröße, der Verdichterausführung und vom Einsatz spezieller und zusätzlicher Komponenten weicht dieser Wert ab.

^{**) in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen kann dieser Wert abweichen.}

^{***)} Bei Antrieb des Verdichters mit einem anderen als einen elektrischen Antrieb, reduziert sich das maximale Drehmoment um 25%.

8.2 Nenndaten; Baugrößen Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF

		Verdichter Baugröße						
		Z	XA	XB	XC	XD	XE	XF
Ansaugvolumenstrom ^{*)} bei 2940 min ⁻¹	[m ³ /h]	2748	3250	4150	4900	5800	7170	8560
Zähnezahl Rotoren HR/NR	[-]	5/6						
Drehzahl, max	[min ⁻¹]	3600						
Drehzahl, min	[min ⁻¹]	1500						
Bereich der Leistungsregelung, stufenlos		10% ^{**) ...} 100 %						
Vi-Ausführungen (Vi fest)		1,8; 2,0; 2,2; 2,6; 3,0; 3,6; 4,8; 5,5						
Vi-Verstellbereiche		1,8...3,0 2,2...4,0 2,6...5,5						
Masse ^{*)}	[kg]	1670	1740	2400	2560	2650	3500	3800
Max. Antriebsleistung bei 50 Hz	[kW]	1250		1800			3280	
Max. Antriebsleistung bei 60 Hz		1500		2160			3940	
Max. Nenndrehmoment ^{***)}	[Nm]	4000		5750			10440	

^{*)} in Abhängigkeit von der Förderstromgröße, der Verdichterausführung und vom Einsatz spezieller und zusätzlicher Komponenten weicht dieser Wert ab.

^{**) in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen kann dieser Wert abweichen.}

^{***)} Bei Antrieb des Verdichters mit einem anderen als einen elektrischen Antrieb, reduziert sich das maximale Drehmoment um 25%.

8.3 Nenndaten; Baugrößen XG, XH

		Verdichter Baugröße	
		XG	XH
Ansaugvolumenstrom ^{*)} bei 2940 min ⁻¹	[m ³ /h]	9807	11467
	[cfm]	5772	6749
Ansaugvolumenstrom ^{*)} bei 3550 min ⁻¹	[m ³ /h]	11841	13846
	[cfm]	6970	8150
Zähnezahl Rotoren HR/NR	[-]	5/6	
Drehzahl, max	[min ⁻¹]	3600	
Drehzahl, min	[min ⁻¹]	1500	
Bereich der Leistungsregelung, stufenlos		10% ^{**)...} 100 %	
Vi-Ausführungen (Vi fest)		1,8; 2,0; 2,2; 2,6; 3,0; 3,6; 4,8; 5,5	
Vi-Verstellbereiche		1,8...2,8 2,2...3,8 2,6...5,2	
Masse ^{*)}	[kg]	4900	5200
Max. Antriebsleistung bei 2940 min ⁻¹	[kW]	3472	3472
Max. Antriebsleistung bei 3550 min ⁻¹		4193	4193
Max. Nenndrehmoment ^{***)}	[Nm]	11278	11278

^{*)} in Abhängigkeit von der Förderstromgröße, der Verdichterausführung und vom Einsatz spezieller und zusätzlicher Komponenten weicht dieser Wert ab.

^{**) in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen kann dieser Wert abweichen.}

^{***)} Bei Antrieb des Verdichters mit einem anderen als einen elektrischen Antrieb, reduziert sich das maximale Drehmoment um 25%.

8.4 Hauptabmessungen; Baugrößen P, R, S, T, V, W, Y

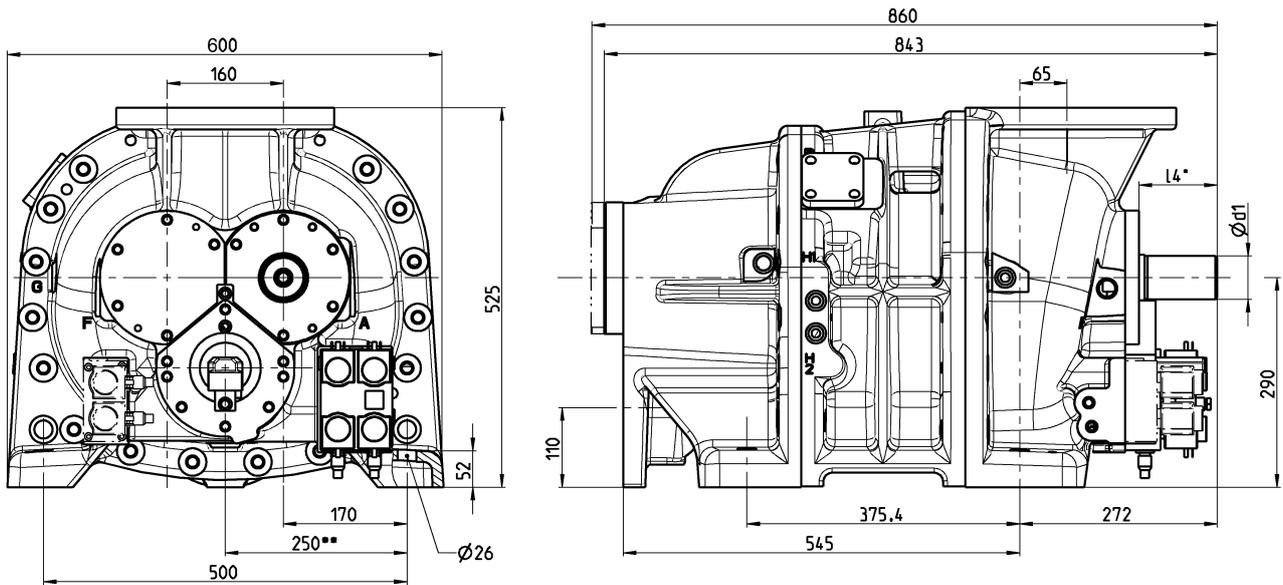
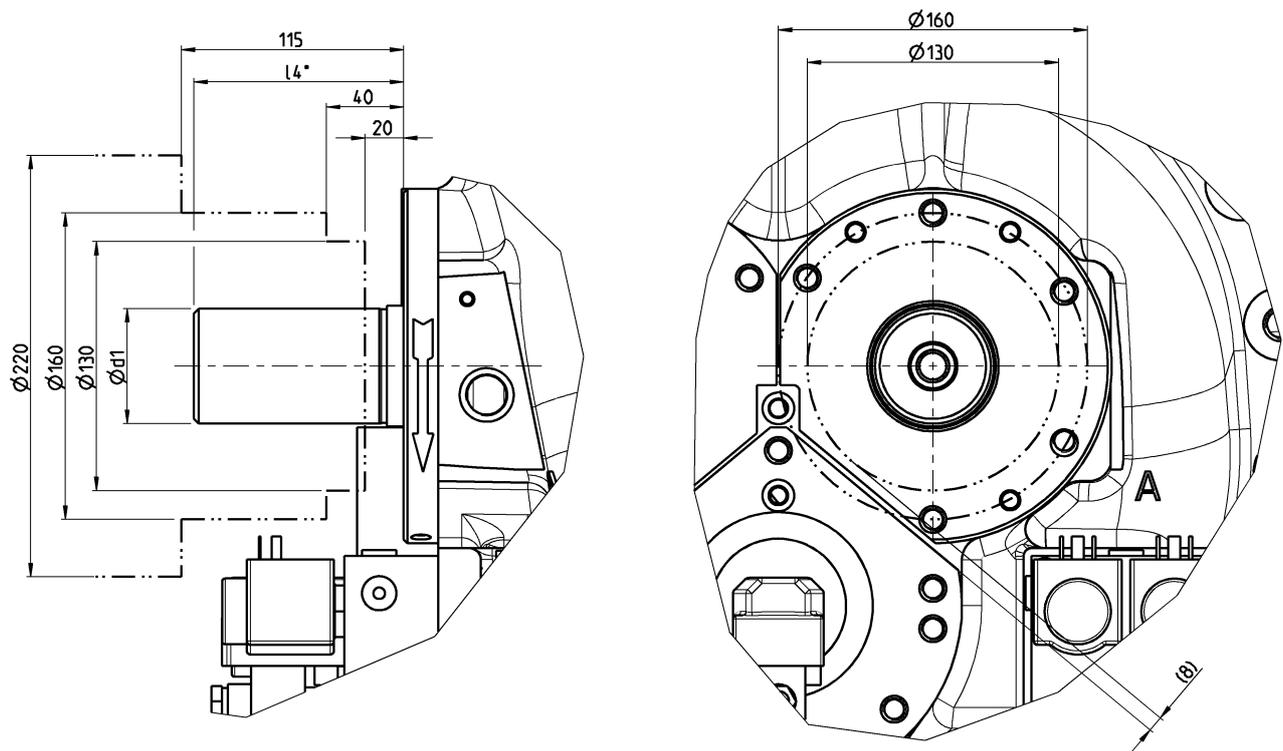


Abb.25: Baugröße P

**	Position Druckstutzen
	Maß 860 bei Verdichterausführung "T", Triax



Maße		Baugröße
		P
d1		Ø 60 h6
I4 * (Kupplungssitz)	Einfach- GLRD	108
	Doppel- GLRD	104
ca. Masse (kg)		598

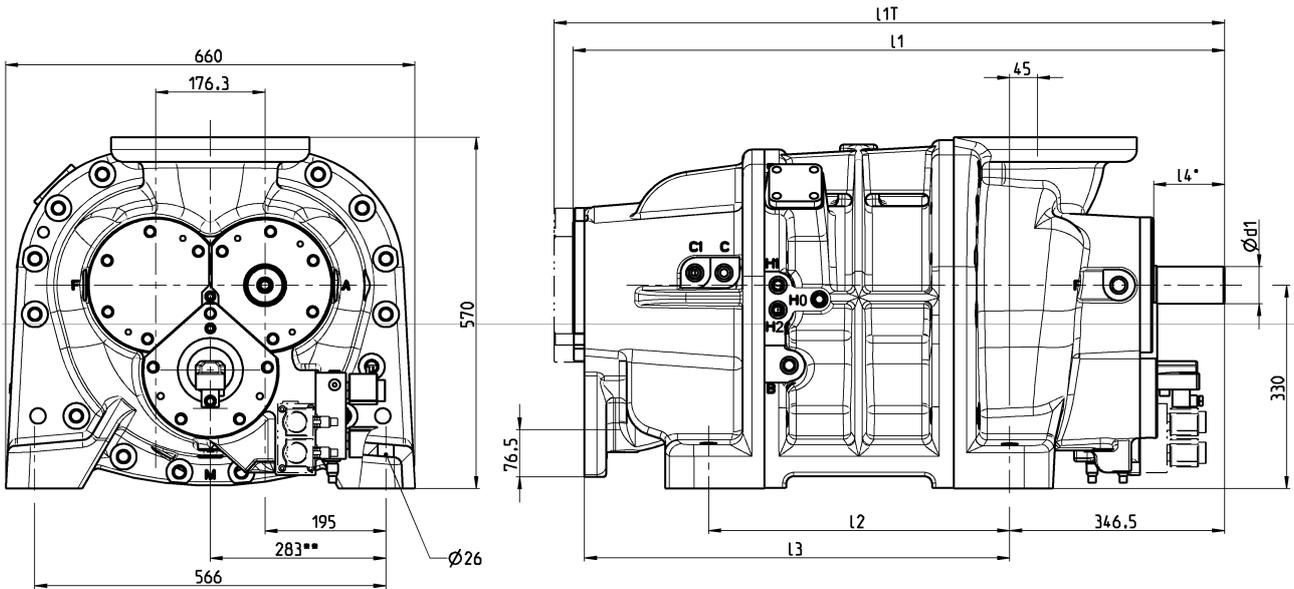


Abb.26: Baugrößen R, S, T

**	Position Druckstutzen
----	-----------------------

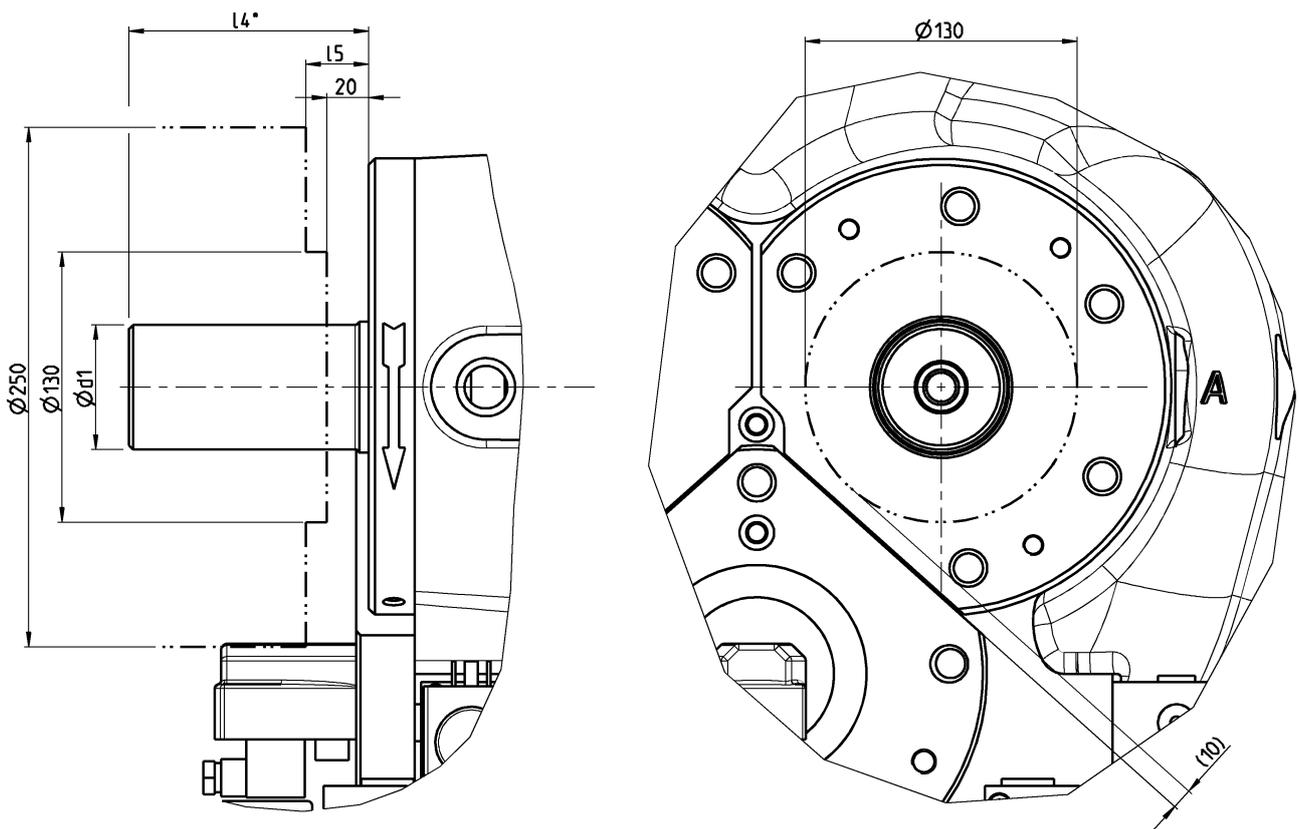


Abb.27

Maße		Baugröße		
		R	S	T
d1		Ø 60 h6		
l1		989,5	1050	1090
l1T		1014,5	1081	1121
l2		419	485,5	525,5
l3		619	685,5	725,5
l4 * (Kupplungs- sitz)	Einfach- GLRD	115		
	Doppel- GLRD	94		
l5		20	20	50
Anschluss	Saugseite	DN 175		
	Druckseite	DN 100		
	Aufladung (Economizer) HR	-		
	Aufladung (Economizer) NR	DN 40		
	Kältemittelinjektion	DN 15		
ca. Masse (kg)		890	960	1060

l1T: bei max. zulässigem Druck von 52 bar oder bei Triaxlagerung, siehe auch Abschnitt 3.1, Seite 12, Typenbezeichnung

* Der Fliehkreis der Kupplung ist zu beachten.

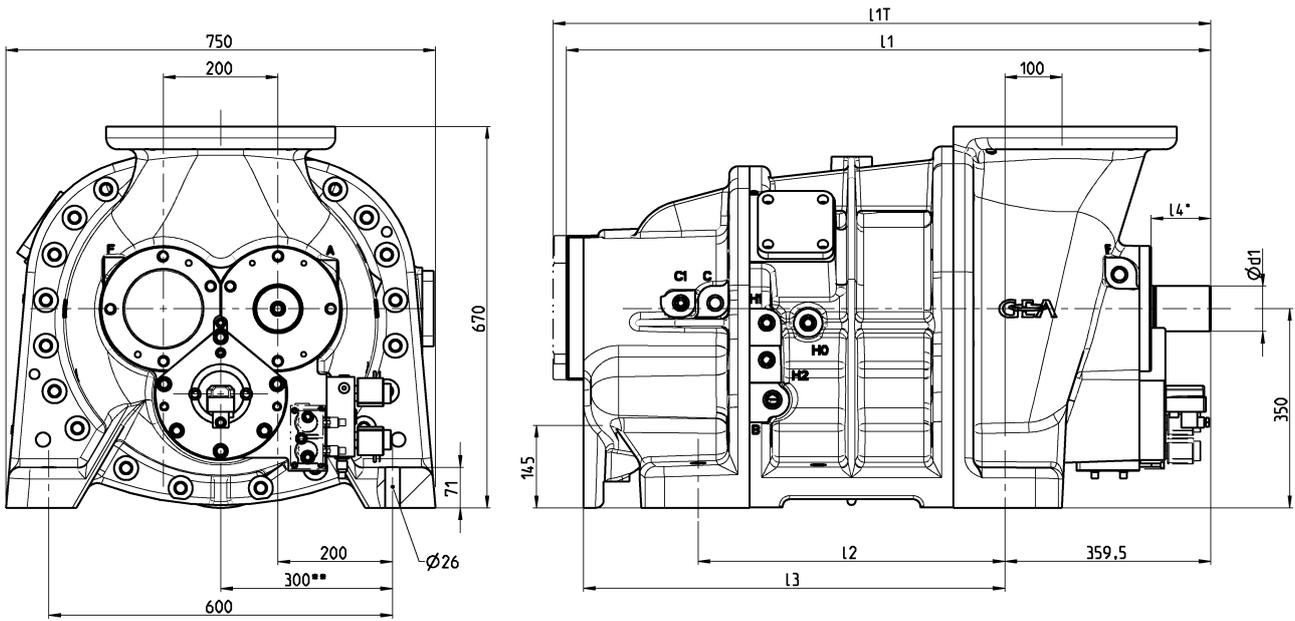


Abb.28: Baugrößen V, W, Y

**	Position Druckstutzen
----	-----------------------

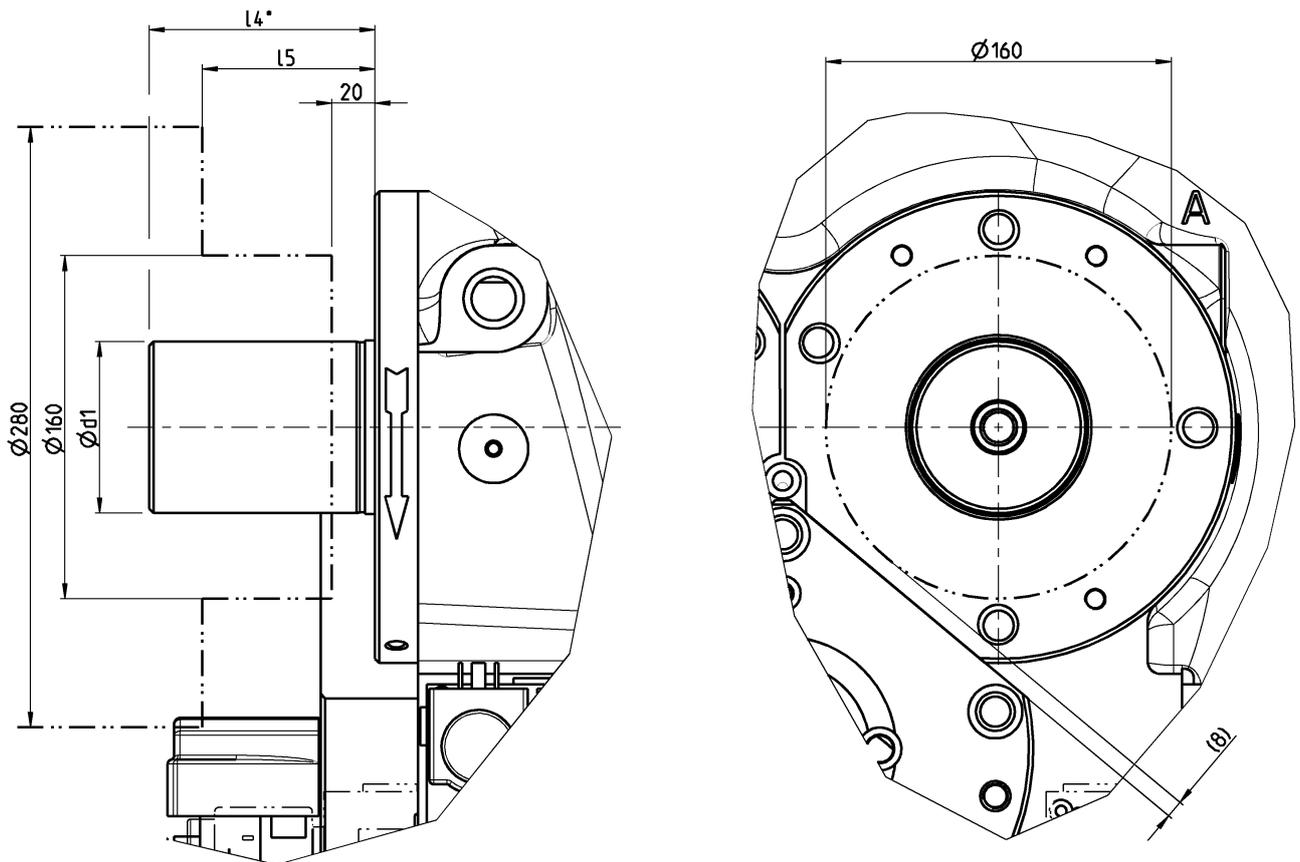


Abb.29

Maße		Baugröße		
		V	W	Y
d1		Ø 80 h6		
I1		1076	1130	1195
I1T		1103	1158	1223
I2		480,5	535,5	600,5
I3		680,5	735,5	800,5
I4 * (Kupplungs- sitz)	Einfach- GLRD	104,5		
	Doppel- GLRD	104,5		
I5		30		65
Anschluss	Saugseite	DN 250		
	Druckseite	DN 150		
	Aufladung (Economizer) HR	DN 65		
	Aufladung (Economizer) NR	DN 65		
	Kältemittelinjektion	DN 15		
ca. Masse (kg)		1280	1330	1390

I₁T: bei max. zulässigem Druck von 52 bar oder bei Triaxlagerung, siehe auch Abschnitt 3.1, Seite 12, Typenbezeichnung

* Der Fliehkreis der Kupplung ist zu beachten.

8.5 Hauptabmessungen; Baugrößen Z, XA, XB, XC, XD

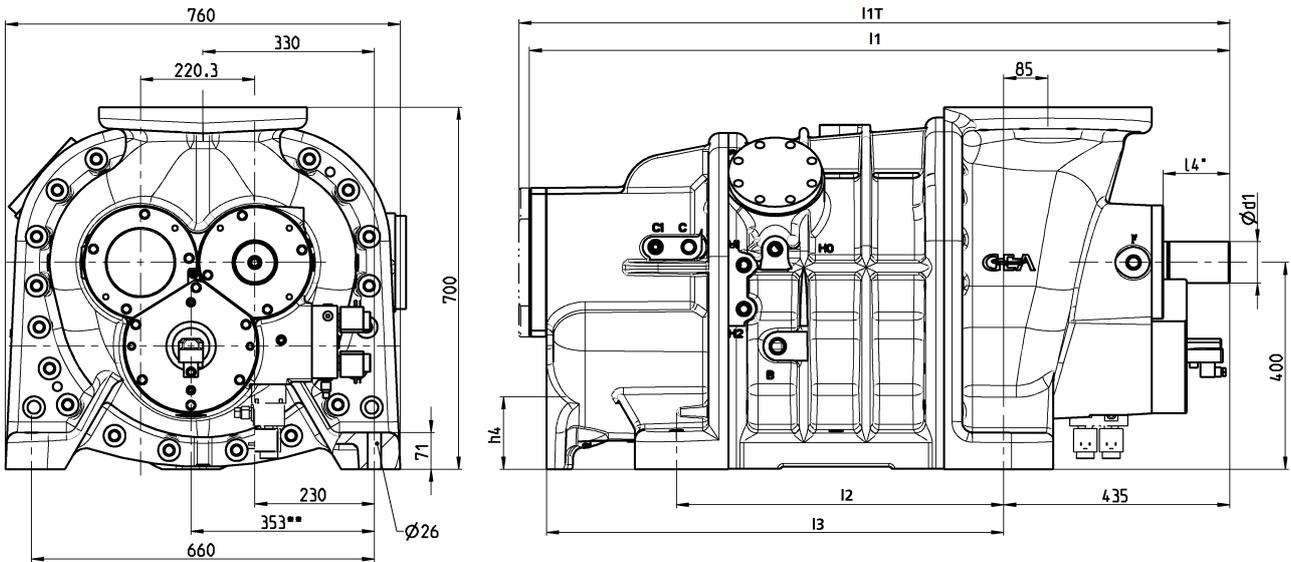
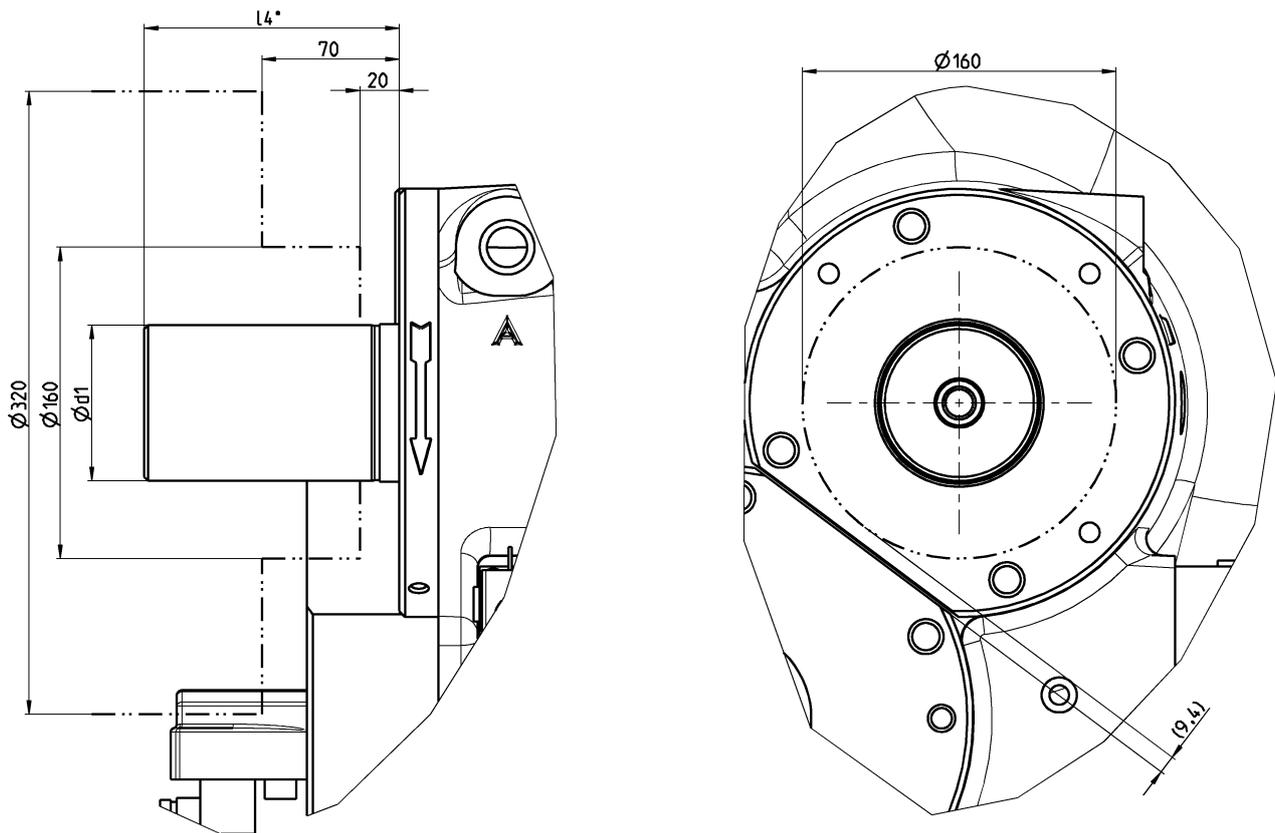


Abb.30: Baugrößen Z, XA

**	Position Druckstutzen
----	-----------------------



Maße		Baugröße	
		Z	XA
d1		Ø 80 h6	
h4		140	
l1		1348	1423
l1T		1368	1443
l2		630	705
l3		880	955
l4 (Kupplungs- sitz)	Einfach- GLRD	130	
	Doppel- GLRD	105	
Anschluss	Saugseite	DN 250	
	Druckseite	DN 150	
	Aufladung (Economizer) HR	DN 100	
	Aufladung (Economizer) NR	DN 100	
	Kältemittelinjektion	DN 15	
ca. Masse (kg)		1670	1740

l1T: bei max. zulässigem Druck von 52 bar oder bei Triaxlagerung, siehe auch Abschnitt 3.1, Seite 12, Produktbezeichnung

* Der Fliehkreis der Kupplung ist zu beachten.

Baureihe LT; Baugrößen P - XH
 Hauptabmessungen; Baugrößen Z, XA, XB, XC, XD

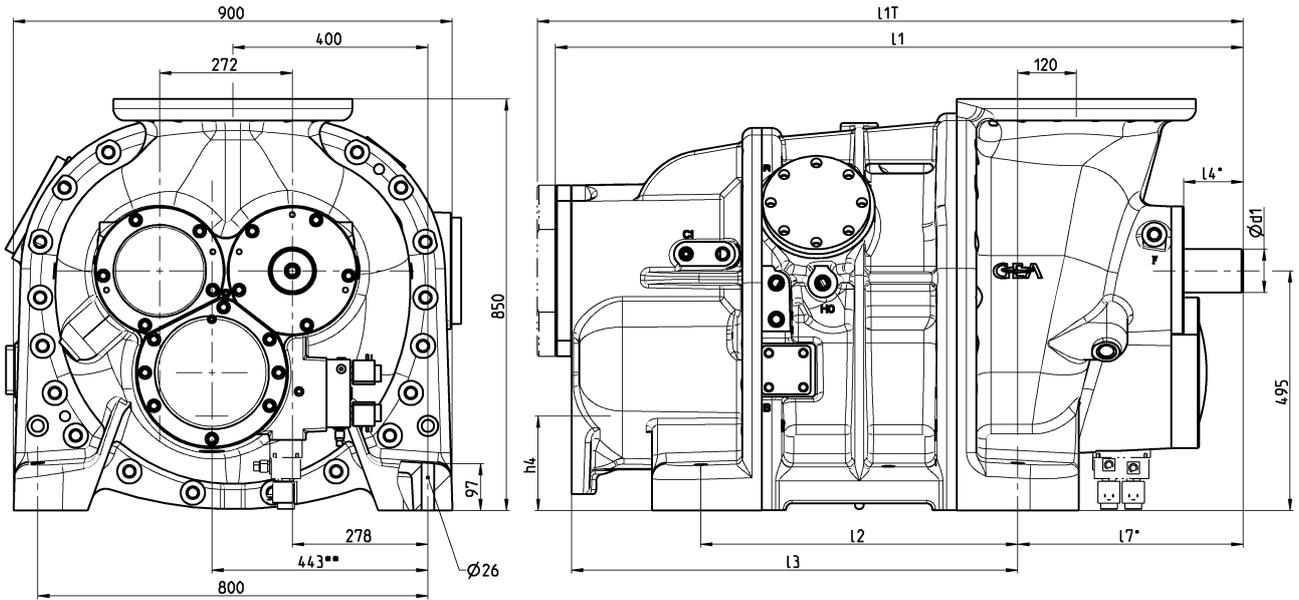
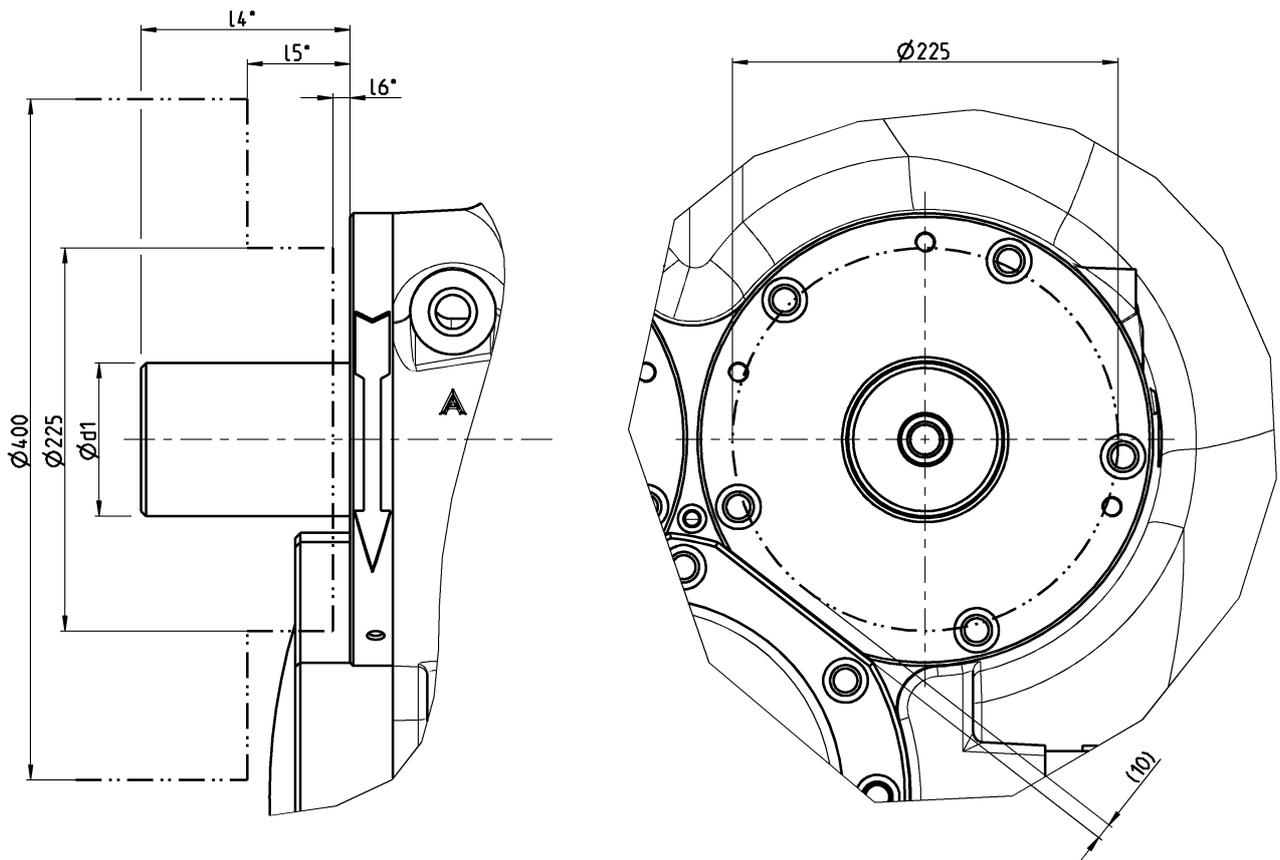


Abb.31: Baugrößen XB, XC, XD

**	Position Druckstutzen
----	-----------------------



Maße		Baugröße		
		XB	XC	XD
d1		Ø 90 h6		
h4		195		
l1		1410 / 1440**	1477 / 1507**	1560 / 1590**
l1T		1447 / 1477**	1514 / 1544**	1597 / 1627**
l2		650	717	800
l3		915	982	1065
l4 (Kupplungssitz)		122		
l5		35 / 30 **		80 / 75 **
l6		17 / 25 **		
l7		462 / 492 **		
Anschluss	Saugseite	DN 300		
	Druckseite	DN 200		
	Aufladung (Economizer) HR	DN 125		
	Aufladung (Economizer) NR	DN 125		
	Kältemittelinjektion	DN 18		
ca. Masse (kg)		2400	2560	2650

l1T: bei max. zulässigem Druck von 52 bar oder bei Triaxlagerung, siehe auch Abschnitt 3.1, Seite 12, Produktbezeichnung

* Der Fliehkreis der Kupplung ist zu beachten.

** bei der Ausführung mit doppelt wirkender Gleitringdichtung.

8.6 Hauptabmessungen; Baugrößen XE, XF

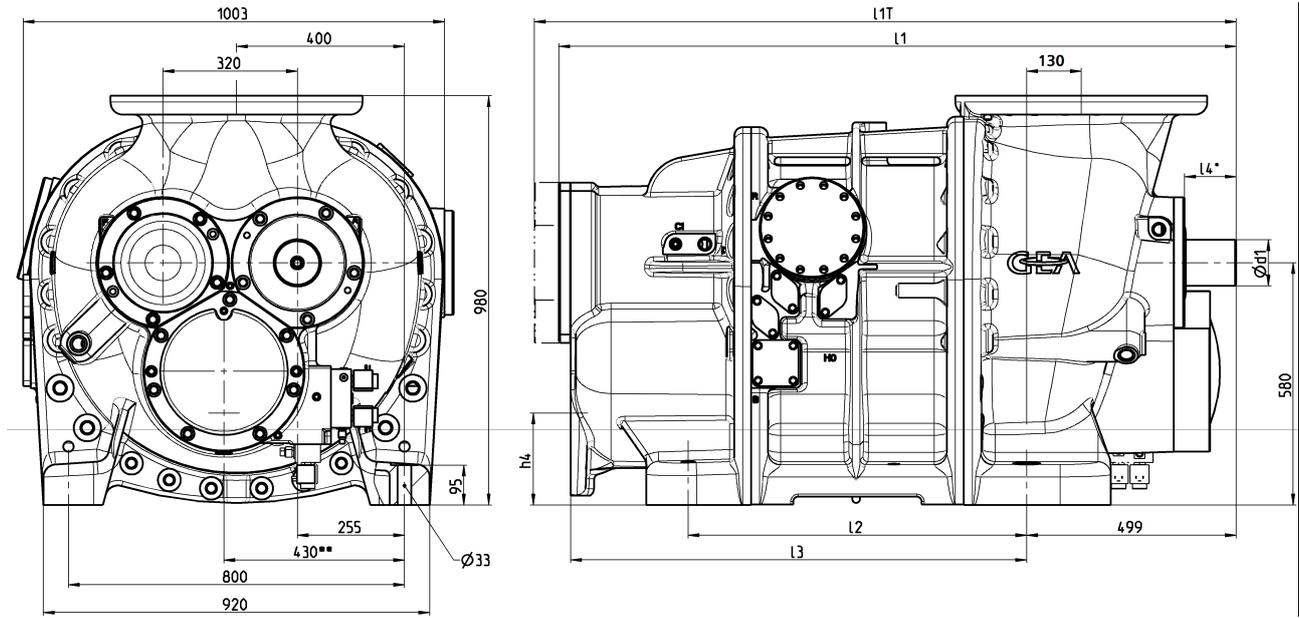
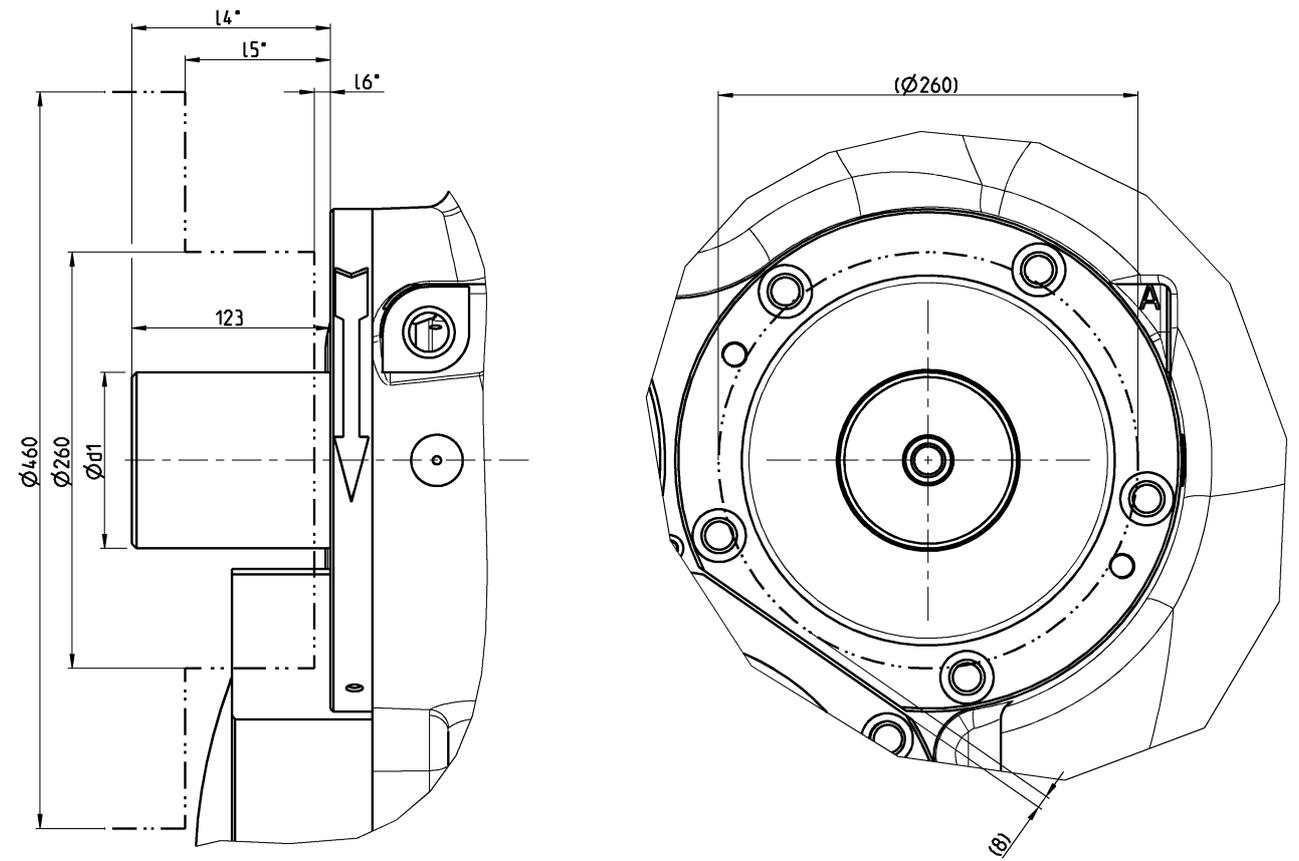


Abb.32: Baugrößen XE, XF

**	Position Druckstutzen
----	-----------------------



Maße		Baugröße	
		XE	XF
d1		Ø110 h6	
h4		220	
l1		1614	1713
l1T		1672	1771
l2		806	905
l3		1086	1185
l4 *		124 (80 / 108 / 110) **	
l5		25	75
l6		10 / 16 **	
Anschluss	Saugseite	DN 400	
	Druckseite	DN 250	
	Aufladung (Economizer) HR	DN 150	
	Aufladung (Economizer) NR	DN 150	
	Ölinjektion	DN 50	
	Kältemittelinjektion	DN 25	
ca. Masse (kg)		3500	3800

l₁T: bei max. zulässigem Druck von 52 bar oder bei Triaxlagerung, siehe auch Kapitel Produktbezeichnung.

* Der Fliehkreis der Kupplung ist zu beachten.

** bei der Ausführung mit doppelt wirkender Gleitringdichtung, in Abhängigkeit von der Anwendung und Hersteller.

8.7 Hauptabmessungen; Baugrößen XG, XH

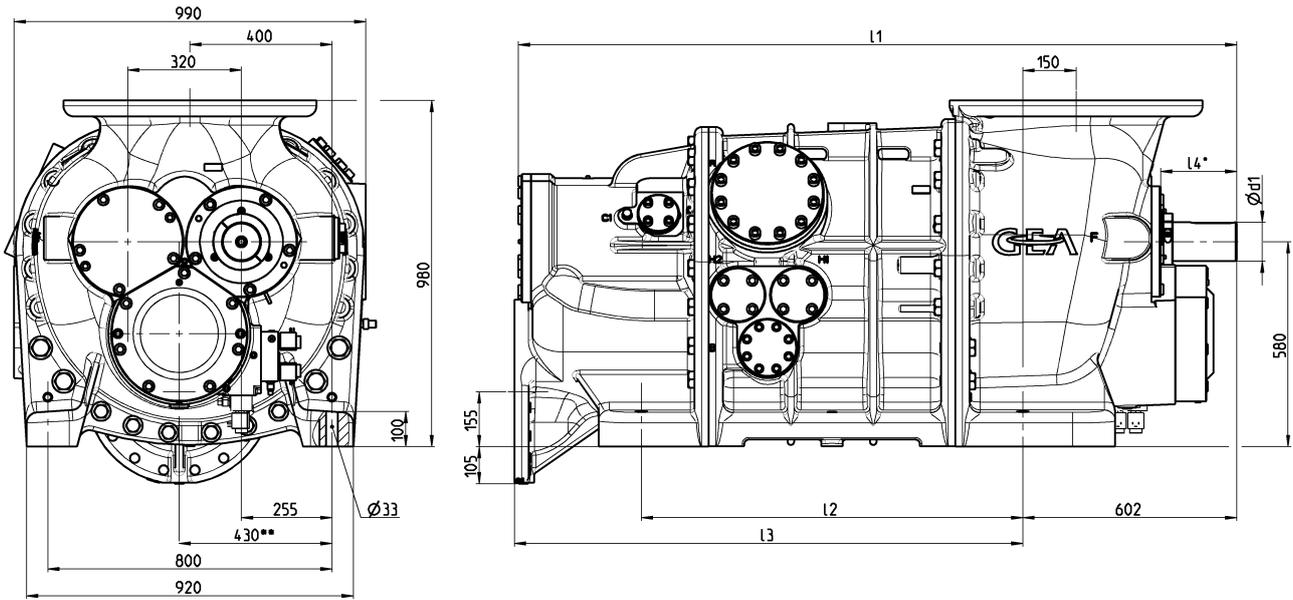


Abb.33

**	Position Druckstutzen
----	-----------------------

Kupplungsbauraum

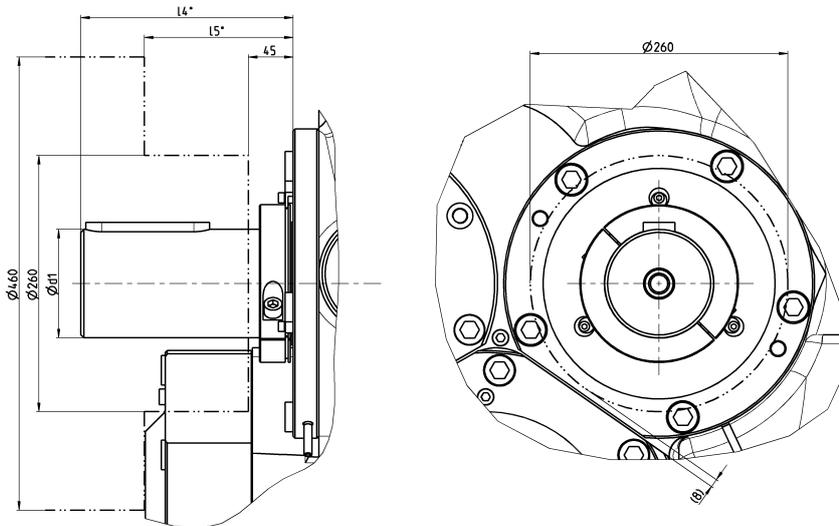


Abb.34

*	Die Abhängigkeit zur Art der verwendeten Gleitringdichtung ist zu beachten.
---	---

Maße		Baugröße	
		XG	XH
d1		Ø110 h6	
l1		2022	2140
l2		1074	1192
l3		1431	1549
l4*	Einfach- GLRD	180	
	Doppel- GLRD	171 **/ 199 **	
l5*	Einfach- GLRD	150	
	Doppel- GLRD	140	
ca. Masse (kg) **		4900	5200

* Die Abhängigkeit zur Art der verwendeten Gleitringdichtung und Hersteller ist zu beachten.

** Der Wert gilt für einen Verdichter mit dem Gehäusematerial Stahlguss ohne zusätzliche Komponenten.

In Abhängigkeit von dem Gehäusematerial, der Verdichterausführung und vom Einsatz spezieller und zusätzlicher Komponenten weicht dieser Wert ab.

8.8 Anschlüsse; Baugrößen P; R, S, T; V, W, Y

P+I DIAGRAMM

Achtung

Anwendungshinweise

- ▶ Die Bezeichnung des P+I Diagramms des Schraubenverdichters ist auf dem Erzeugnis-schild des Verdichters vermerkt.
- ▶ Das P+I Diagramm gilt nur für den Schraubenverdichter.
- ▶ Das P+I Diagramm für den Schraubenverdichter zeigt nur die Anschlussbedingungen zum Schraubenverdichteraggregat.
- ▶ Das P+I Diagramm des Schraubenverdichters berücksichtigt nicht das Leitungsschema und die Sicherheitseinrichtungen des Schraubenverdichteraggregates.
- ▶ Das dem Verdichter zugehörige P+I Diagramm ist Bestandteil der Dokumentation und wird mit dem Verdichter mitgeliefert.

Für den Anschluss des Aggregat-Ölkreislaufes an den Verdichter existieren P+I Diagramme, die entsprechend des jeweiligen Einsatzfalles der Maschine festgelegt werden und eine spezielle Bezeichnung besitzen.

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE Baugröße P

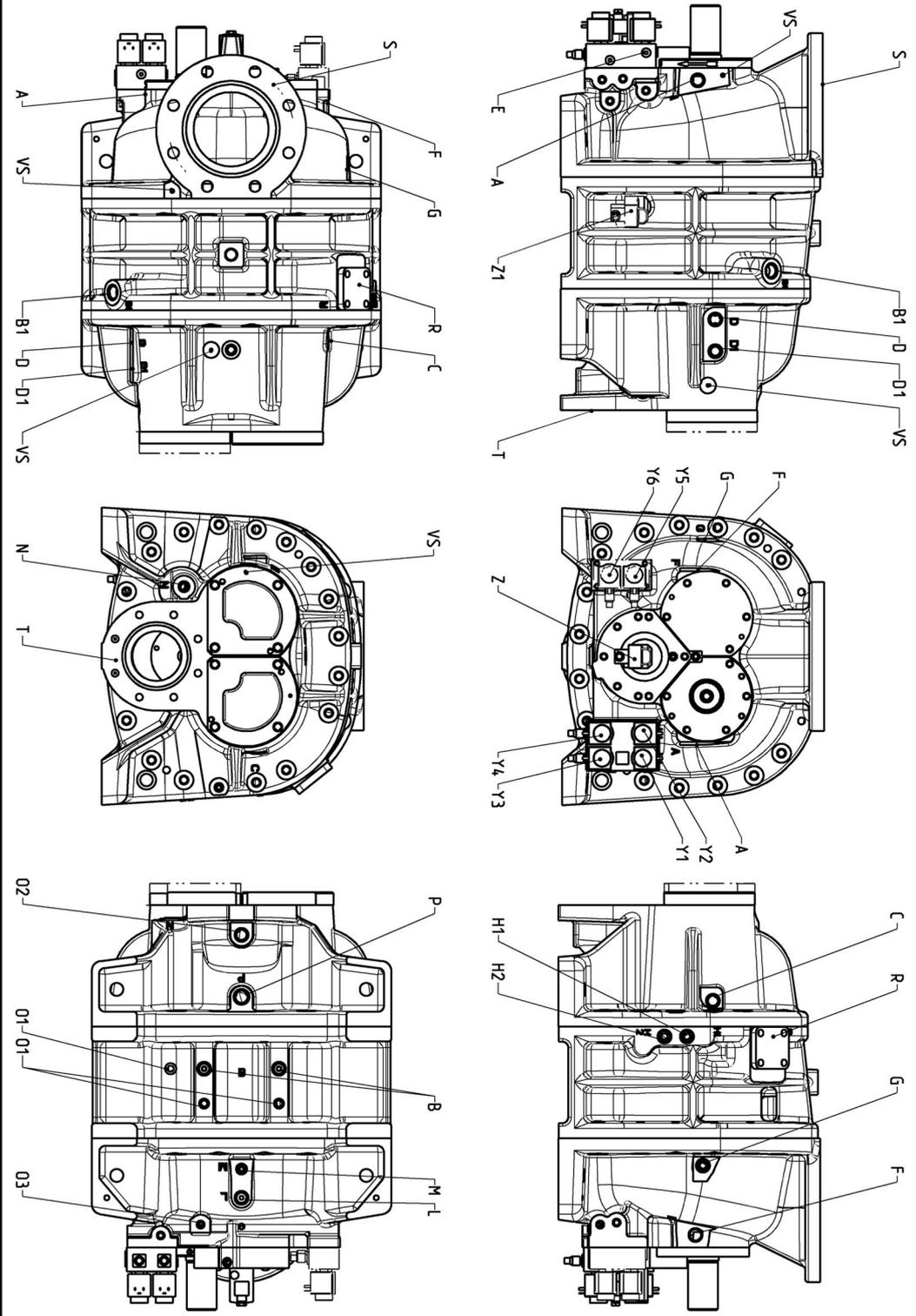


Abb.35: Anschlüsse, Baugröße P
 Die Beschreibung der Anschlüsse sind den Tabellen auf Seite 144, Seite 149 zu entnehmen.

Baugröße P			
Anschluss	Zweck	Schraubverbindung Gewinde im Gehäuse	Flanschverbindung Flanschgewinde
S	Saugstutzen	-	DN 150 M24 x 30 *
T	Druckstutzen	-	DN 100 M16 x 22 *
A	Ölzuführung Gleitringdichtung, saugseitige Lagerung	M22 x 1,5	
B	Öleinspritzung Arbeitsraum	M22 x 1,5	
B1	Zusatzöleinspritzung Arbeitsraum Hauptrotorseite	M26 x 1,5	
C	Ölzuführung druckseitige Lagerung, Ausgleichskolben	M22 x 1,5	
C1	Sonderanschluss Axiallager NR	-	
D	Ölzuführung Ausgleichskolben Wärmepumpe	M22 x 1,5	
D1	Sonderölanschluss Axiallager HR	M22 x 1,5	
E	Externe Ölzuführung Magnetventilblock Leistungsregelung	G ¼	
F	Zusatzöleinspritzung, Sonderölanschluss Sauggehäuse	M22 x 1,5	
G	Sonderölanschluss Sauggehäuse	M22 x 1,5	
H0	Kältemittleinspritzung (Saugdruck)	-	
H1	Kältemittleinspritzung (Niederdruck)	M22 x 1,5	
H2	Kältemittleinspritzung (Hochdruck)	-	
L	Ölablassschraube	M22 x 1,5	
M	Ölablassschraube	M16 x 1,5	
N	Ölrückführung Ölabscheider	M16 x 1,5	
P	Gasschwingungsschutz	M26 x 1,5	
R	Economizer-Anschluss Nebenrotor		DN 40 M12 x 25 *
R1	Economizer-Anschluss Hauptrotor	-	
VS	Anschluss für Schwingungssensor	¼ " -28 UNF x 10	
O1	Ölablassschraube	M14 x 1,5	
O2	Ölablassschraube	M22 x1,5	
O3	Ölablassschraube	M12 x 1,5	

* Flanschverbindung erforderlich; Flanschgewinde: Gewindedurchmesser x Gewindetiefe.

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE, Baugrößen R, S, T

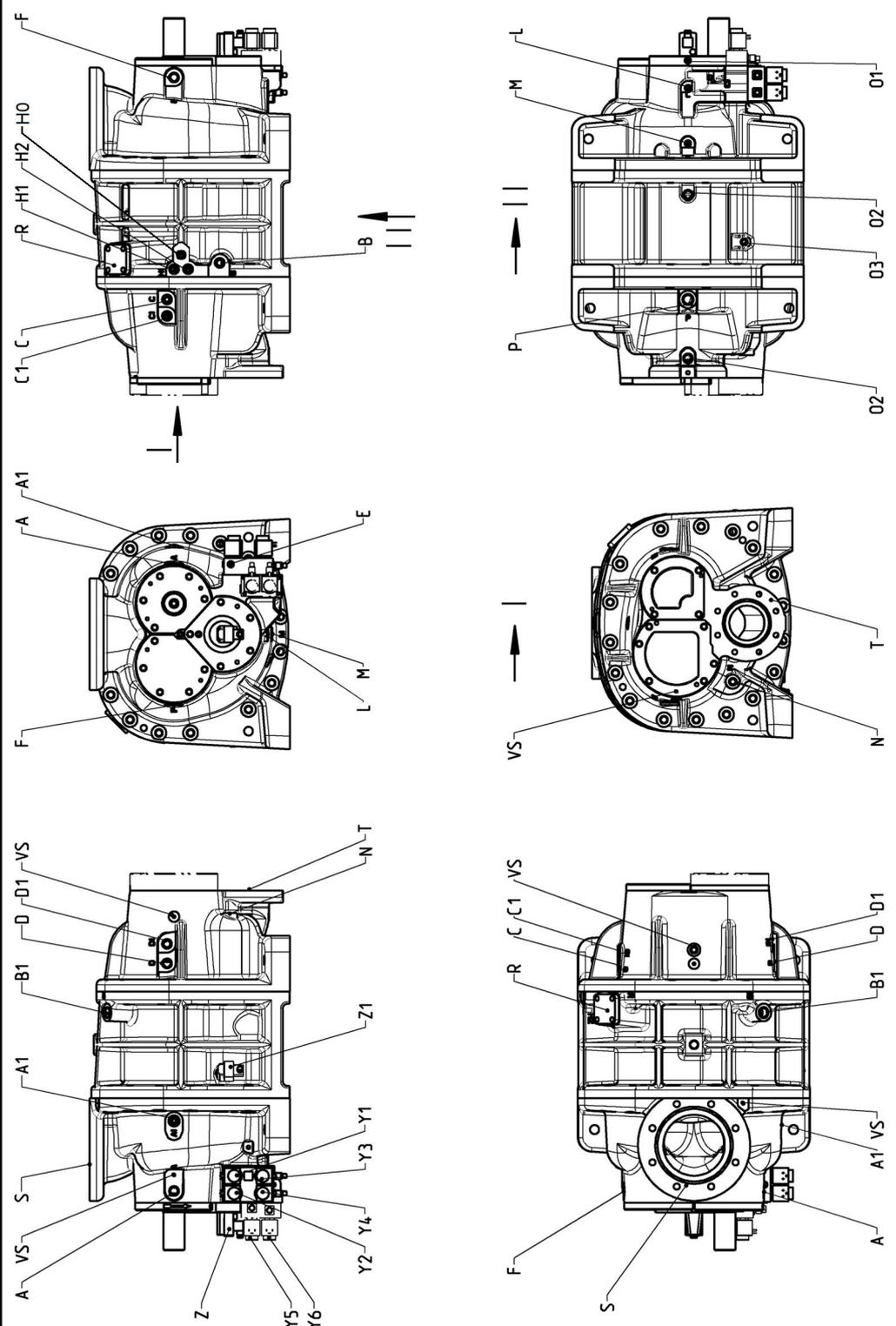


Abb.36: Anschlüsse, Baugrößen R, S, T
 Die Beschreibung der Anschlüsse sind den Tabellen auf Seite 146, Seite 149 zu entnehmen.

Baugrößen R, S, T			
Anschluss	Zweck	Schraubverbindung Gewinde im Gehäuse	Flanschverbindung Flanschgewinde
S	Saugstutzen		DN 175 M20 x 30 *
T	Druckstutzen		DN 100 M16 x 33 *
A	Ölzuführung Gleitringdichtung, saugseitige Lagerung	M22 x 1,5	
A1	Ölzuführung saugseitige Lagerung (Sonderausführung)	M22 x 1,5	
B	Öleinspritzung Arbeitsraum	M22 x 1,5	
B1	Zusatzöleinspritzung Arbeitsraum Hauptrotorseite	M26 x 1,5	
C	Ölzuführung druckseitige Lagerung, Ausgleichskolben	M22 x 1,5	
C1	Sonderanschluss Axiallager NR	M22 x 1,5	
D	Ölzuführung Ausgleichskolben Wärmepumpe	M22 x 1,5	
D1	Sonderölanschluss Axiallager HR	M22 x 1,5	
E	Externe Ölzuführung Magnetventilblock Leistungsregelung	G ¼	
F	Zusatzöleinspritzung, Sonderölanschluss Sauggehäuse	M22 x 1,5	
H0	Kältemitteleinspritzung (Saugdruck)	M22 x 1,5	
H1	Kältemitteleinspritzung (Niederdruck)	M22 x 1,5	
H2	Kältemitteleinspritzung (Hochdruck)	M22 x 1,5	
L	Ölablassschraube	M12 x 1,5	
M	Ölablassschraube	M12 x 1,5	
N	Ölrückführung Ölabscheider	M16 x 1,5	
P	Gasschwingungsschutz	M26 x 1,5	
R	Economizer-Anschluss Nebenrotor		DN 40 M12 x 25 *
VS	Anschluss für Schwingungssensor	¼ " -28 UNF x 10	
O1	Ölablassschraube	M22 x 1,5	
O2	Ölablassschraube	M22 x 1,5	
O3	Ölablassschraube	M14 x 1,5	

* Flanschverbindung erforderlich; Flanschgewinde: Gewindedurchmesser x Gewindetiefe.

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE, Baugrößen V, W, Y

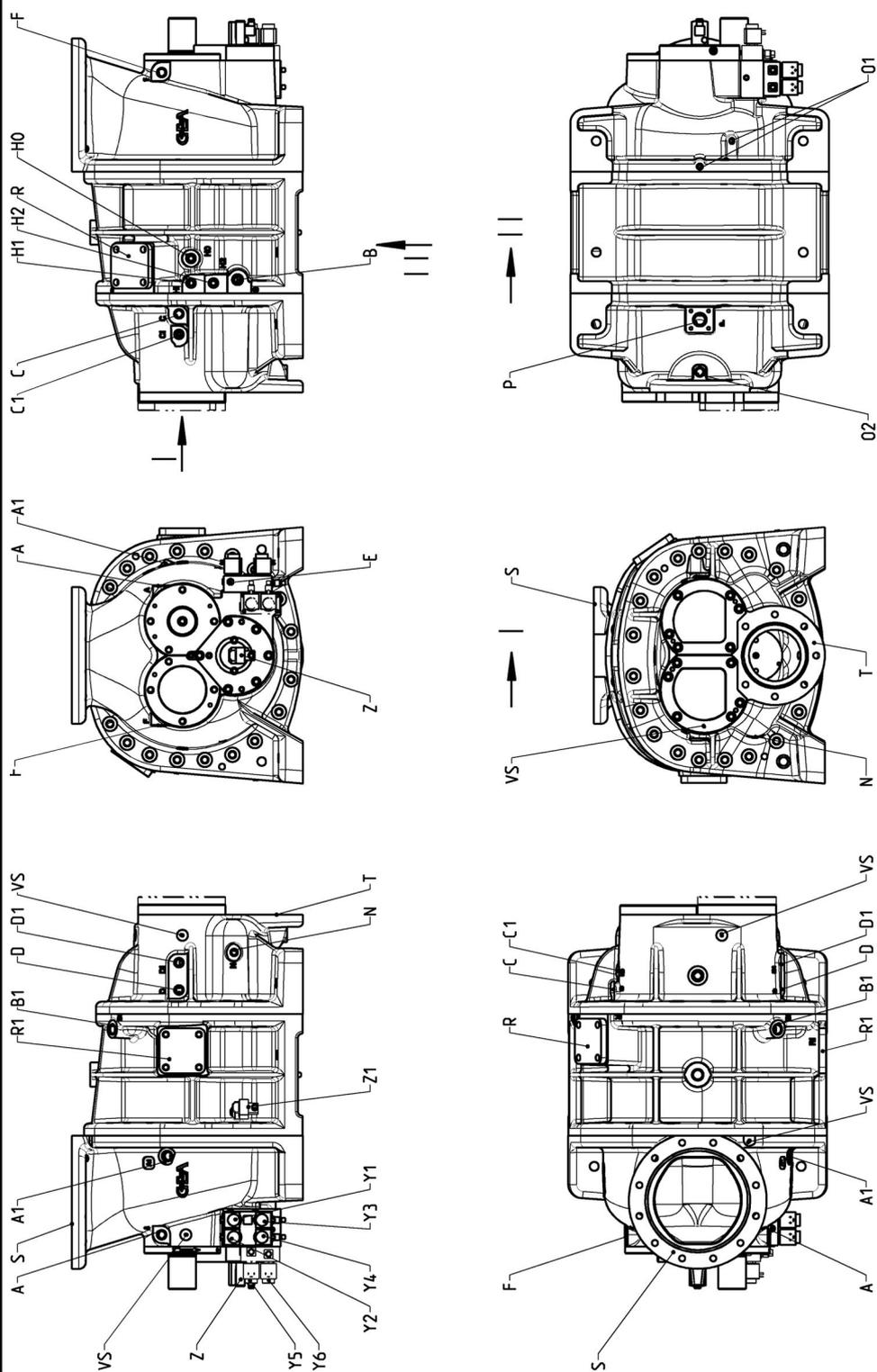


Abb.37: Anschlüsse, Baugrößen V, W, Y
 Die Beschreibung der Anschlüsse sind den Tabellen auf Seite 148, Seite 149 zu entnehmen.

Baugrößen V, W, Y			
Anschluss	Zweck	Schraubverbindung Gewinde im Gehäuse	Flanschverbindung Flanschgewinde
S	Saugstutzen		DN 250 M20 x 40 *
T	Druckstutzen		DN 150 M20 x 28 *
A	Ölzuführung Gleitringdichtung, saugseitige Lagerung	M22 x 1,5	
A1	Ölzuführung saugseitige Lagerung (Sonderausführung)	M22 x 1,5	
B	Öleinspritzung Arbeitsraum	M26 x 1,5	
B1	Zusatzöleinspritzung Arbeitsraum Hauptrotorseite	M26 x 1,5	
C	Ölzuführung druckseitige Lagerung, Ausgleichskolben	M22 x 1,5	
C1	Sonderanschluss Axiallager NR	M22 x 1,5	
D	Ölzuführung Ausgleichskolben Wärmepumpe	M22 x 1,5	
D1	Sonderölanschluss Axiallager HR	M22 x 1,5	
E	Externe Ölzuführung Magnetventilblock Leistungsregelung	G ¼	
F	Zusatzöleinspritzung, Sonderölanschluss Sauggehäuse	M22 x 1,5	
H0	Kältemitelein-spritzung (Saugdruck)	M22x1,5	
H1	Kältemitelein-spritzung (Niederdruck)	M22 x 1,5	
H2	Kältemitelein-spritzung (Hochdruck)	M22 x 1,5	
N	Ölrückführung Ölabscheider	M16 x 1,5	
P	Gasschwingungsschutz	M33 x 2	DN 25 M10 x 20 *
R	Economizer-Anschluss Nebenrotor		DN 65 M16 x 30 *
R1	Economizer-Anschluss Hauptrotor		DN 65 M16 x 30 *
VS	Anschluss für Schwingungssensor	¼ " -28 UNF x 10	
O1	Ölablassschraube	M12 x 1,5	
O2	Ölablassschraube	M22 x 1,5	

* Flanschverbindung erforderlich; Flanschgewinde: Gewindedurchmesser x Gewindetiefe.

ELEKTROANSCHLÜSSE

Anschluss	Zweck	Eingang	Ausgang
Z	Wegsensor: Positionsanzeige Regelschieber/Primärschieber	24 V (DC)	4 - 20 mA
Z1	Wegsensor: Positionsanzeige Sekundärschieber	24 V (DC)	4 - 20 mA
Y1/Y4	Magnetventile Leistungsregelung, Regelrichtung Vollast	220 V / 230 V AC 110 V AC 24 V DC 230 V / 240 V AC, ATEX 110 V / 120 V AC, ATEX 24 V DC, ATEX	
Y2/Y3	Magnetventile Leistungsregelung, Regelrichtung Teillast		
Y5	Magnetventil bei variablem Vi		
Y6	Magnetventil bei variablem Vi		

8.9 Anschlüsse; Baugrößen Z, XA; XB, XC, XD; XE, XF

P+I DIAGRAMM

Achtung

Anwendungshinweise

- ▶ Die Bezeichnung des P+I Diagramms des Schraubenverdichters ist auf dem Erzeugnis-schild des Verdichters vermerkt.
 - ▶ Das P+I Diagramm gilt nur für den Schraubenverdichter.
 - ▶ Das P+I Diagramm für den Schraubenverdichter zeigt nur die Anschlussbedingungen zum Schraubenverdichteraggregat.
 - ▶ Das P+I Diagramm des Schraubenverdichters berücksichtigt nicht das Leitungsschema und die Sicherheitseinrichtungen des Schraubenverdichteraggregates.
 - ▶ Das dem Verdichter zugehörige P+I Diagramm ist Bestandteil der Dokumentation und wird mit dem Verdichter mitgeliefert.
-

Für den Anschluss des Aggregat-Ölkreislaufes an den Verdichter existieren P+I Diagramme, die entsprechend des jeweiligen Einsatzfalles der Maschine festgelegt werden und eine spezielle Bezeichnung besitzen.

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE Baugröße Z

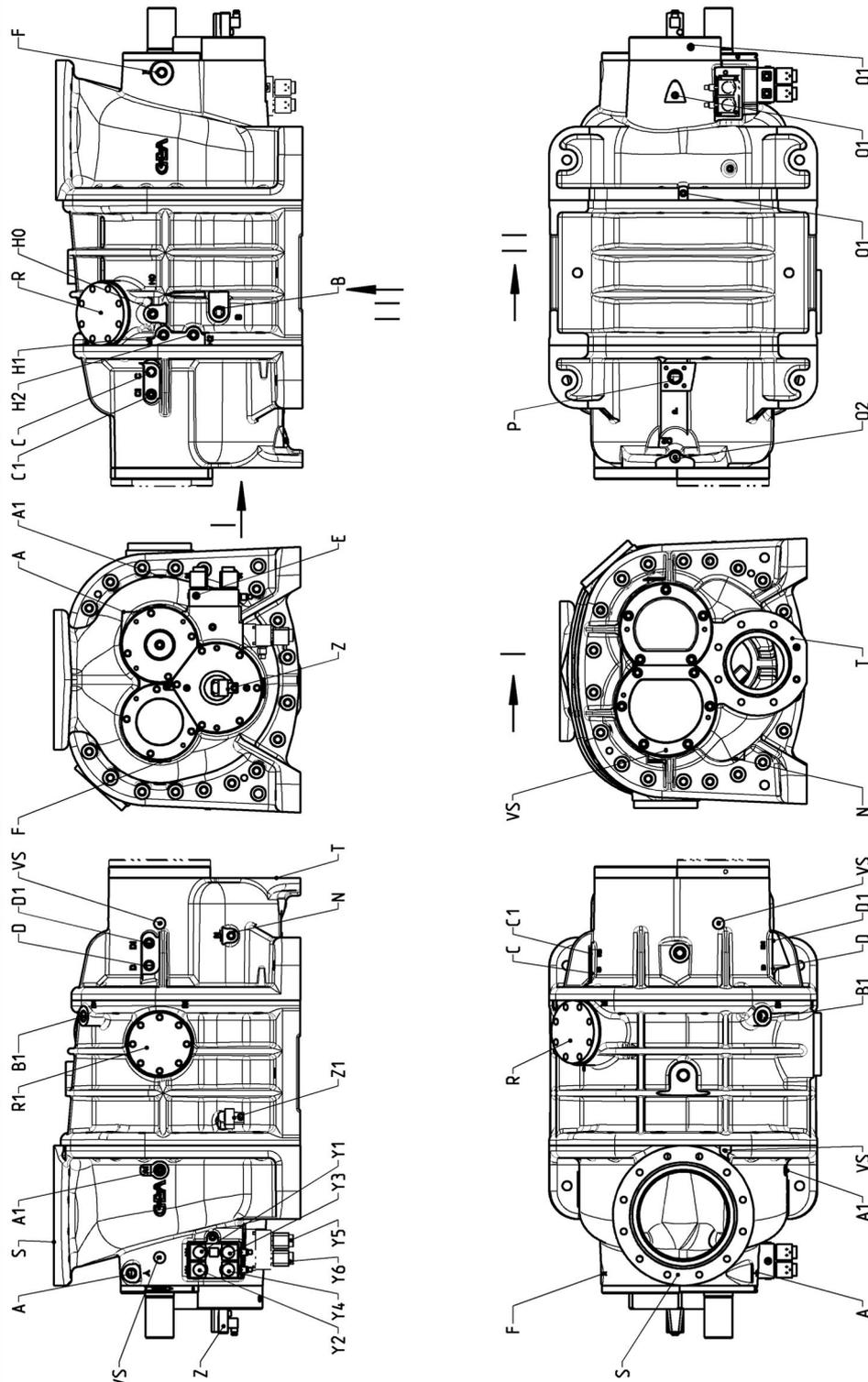


Abb.38: Baugröße Z
 Die Beschreibung der Anschlüsse sind den Tabellen auf Seite 152, Seite 159 zu entnehmen.

Baureihe LT; Baugrößen P - XH

Anschlüsse; Baugrößen Z, XA; XB, XC, XD; XE, XF

Baugröße Z			
Anschluss	Zweck	Schraubverbindung Gewinde im Gehäuse	Flanschverbindung Flanschgewinde
S	Saugstutzen		DN 250 M20 x 45 *
T	Druckstutzen		DN 150 M20 x 30 *
A	Ölzuführung Gleitringdichtung, saugseitige Lagerung	M22 x 1,5	
A1	Ölzuführung, saugseitige Lagerung (Sonderausführung)	M22 x 1,5	
B	Öleinspritzung Arbeitsraum	M26 x 1,5	
B1	Zusatzöleinspritzung Arbeitsraum Hauptrotorseite	M26 x 1,5	
C	Ölzuführung druckseitige Lagerung, Ausgleichskolben	M22 x 1,5	
C1	Sonderanschluss Axiallager NR	M22 x 1,5	
D	Ölzuführung Ausgleichskolben Wärmepumpe	M22 x 1,5	
D1	Sonderanschluss Axiallager HR	M22 x 1,5	
E	Externe Ölzuführung Magnetventilblock Leistungsregelung	G 1/4	
F	Sonderölanschluss Sauggehäuse	M22 x 1,5	
H0	Kältemitelein-spritzung (Niederdruck)	M22 x 1,5	
H1	Kältemitelein-spritzung (Zwischendruck)	M22 x 1,5	
H2	Kältemitelein-spritzung (Hochdruck)	M22 x 1,5	
N	Ölrückführung Ölabscheider	M16 x 1,5	
P	Gasschwingungsschutz	M33 x 2	DN 25 M10 x 21 *
R	Economizer-Anschluss Nebenrotor		DN 80 M16 x 30 *
R1	Economizer-Anschluss Hauptrotor		DN 80 M16 x 30 *
O1	Ölablassschraube	M12 x 1,5	
O2	Ölablassschraube	M12 x 1,5	
VS	Anschluss für Schwingungssensor	1/4 " – 28 UNF x 8	

* Flanschverbindung erforderlich; Flanschgewinde: Gewindedurchmesser x Gewindetiefe.

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE Baugröße XA

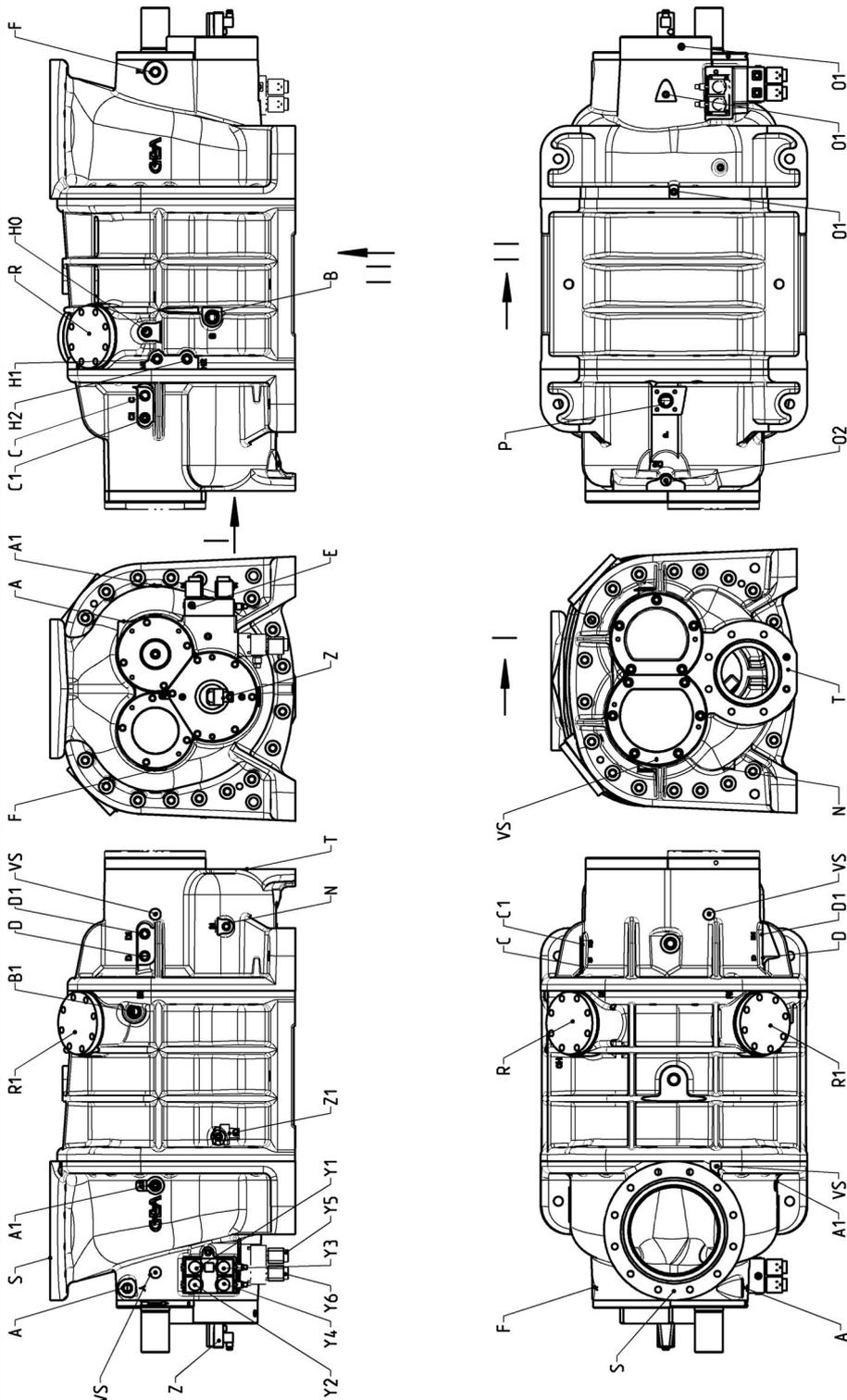


Abb.39: Baugröße XA

Die Beschreibung der Anschlüsse sind den Tabellen auf Seite 154, Seite 159 zu entnehmen.

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE Baugröße XA

Baugröße XA			
Anschluss	Zweck	Schraubverbindung Gewinde im Gehäuse	Flanschverbindung Flanschgewinde
S	Saugstutzen		DN 250 M20 x 45 *
T	Druckstutzen		DN 150 M20 x 30 *
A	Ölzuführung Gleitringdichtung, saugseitige Lagerung	M22 x 1,5	
A1	Ölzuführung, saugseitige Lagerung (Sonderausführung)	M22 x 1,5	
B	Öleinspritzung Arbeitsraum	M33 x 2	
B1	Zusatzöleinspritzung Arbeitsraum Hauptrotorseite	M33 x 2	
C	Ölzuführung druckseitige Lagerung, Ausgleichskolben	M22 x 1,5	
C1	Sonderanschluss Axiallager NR	M22 x 1,5	
D	Ölzuführung Ausgleichskolben Wärmepumpe	M22 x 1,5	
D1	Sonderanschluss Axiallager HR	M22 x 1,5	
E	Externe Ölzuführung Magnetventilblock Leistungsregelung	G 1/4	
F	Sonderölanschluss Sauggehäuse	M22 x 1,5	
H0	Kältemittleinspritzung (Niederdruck)	M22 x 1,5	
H1	Kältemittleinspritzung (Zwischendruck)	M22 x 1,5	
H2	Kältemittleinspritzung (Hochdruck)	M22 x 1,5	
N	Ölrückführung Ölabscheider	M16 x 1,5	
P	Gasschwingungsschutz	M33 x 2	DN 25 M10 x 30 *
R	Economizer-Anschluss Nebenrotor		DN 80 M16 x 30 *
R1	Economizer-Anschluss Hauptrotor		DN 80 M16 x 30 *
O1	Ölablassschraube	M12 x 1,5	
O2	Ölablassschraube	M12 x 1,5	
VS	Anschluss für Schwingungssensor	1/4" – 28 UNF x 8	

* Flanschverbindung erforderlich; Flanschgewinde: Gewindedurchmesser x Gewindetiefe.

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE Baugröße XB, XC, XD

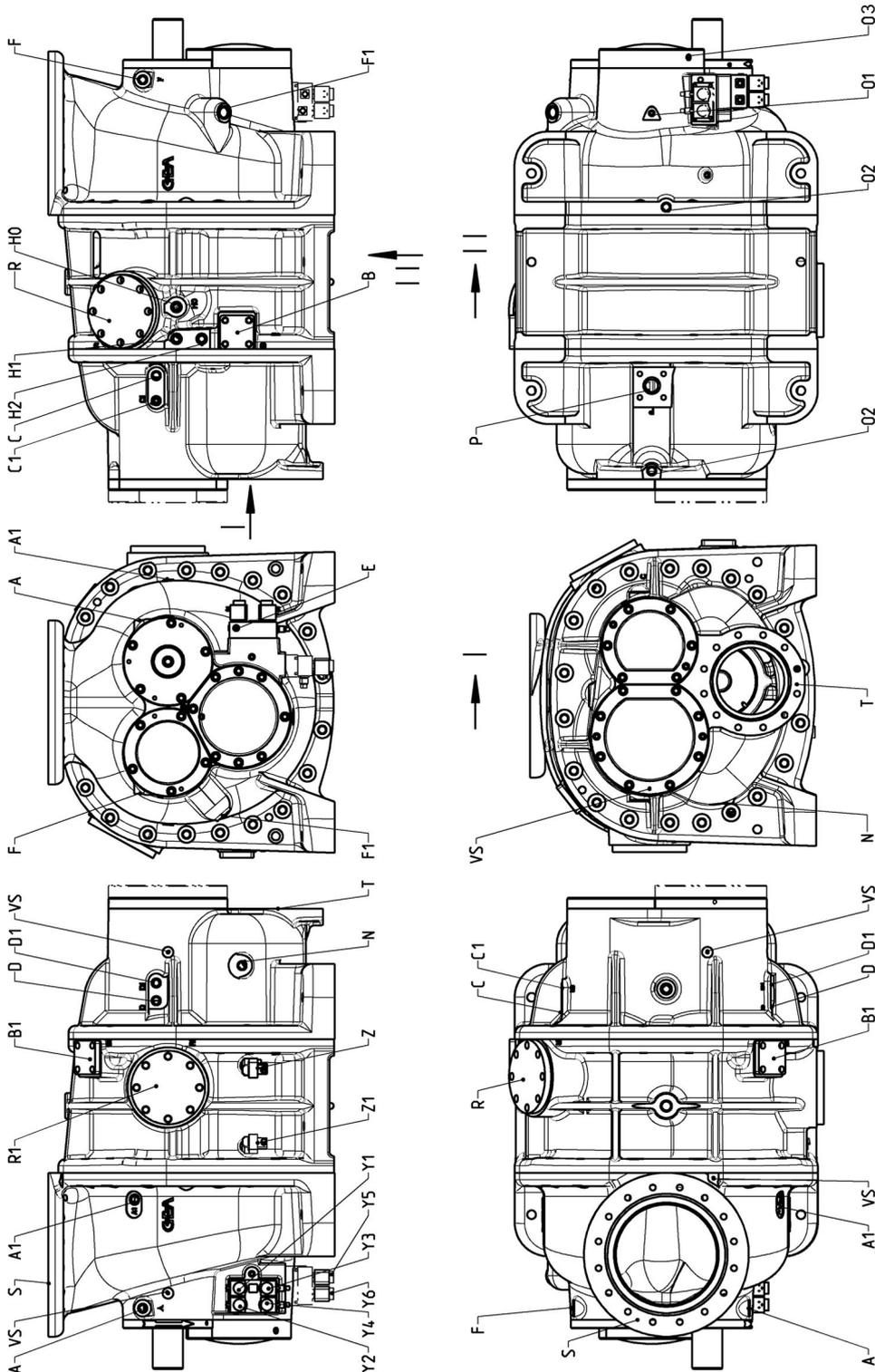


Abb.40: Baugrößen XB, XC, XD
 Die Beschreibung der Anschlüsse sind den Tabellen auf Seite 156, Seite 159 zu entnehmen.

Baureihe LT; Baugrößen P - XH

Anschlüsse; Baugrößen Z, XA; XB, XC, XD; XE, XF

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE Baugröße XB, XC, XD

Baugrößen XB, XC, XD			
Anschluss	Zweck	Schraubverbindung Gewinde im Gehäuse	Flanschverbindung Flanschgewinde
S	Saugstutzen		DN 300 M20 x 50 *
T	Druckstutzen		DN 200 M20 x 32 *
A	Ölzuführung Gleitringdichtung, saugseitige Lagerung	M22 x 1,5	
A1	Ölzuführung, saugseitige Lagerung (Sonderausführung)	M22 x 1,5	
B	Öleinspritzung Arbeitsraum		DN 50 M16 x 35 *
B1	Zusatzöleinspritzung Arbeitsraum Hauptrotorseite		DN 50 M16 x 35 *
C	Ölzuführung druckseitige Lagerung, Ausgleichskolben	M22 x 1,5	
C1	Sonderanschluss Axiallager NR	M22 x 1,5	
D	Ölzuführung Ausgleichskolben Wärmepumpe	M22 x 1,5	
D1	Sonderanschluss Axiallager HR	M22 x 1,5	
E	Externe Ölzuführung Magnetventilblock Leistungsregelung	G 1/4	
F	Sonderölanschluss Sauggehäuse	M22 x 1,5	
F1	Sonderölanschluss Sauggehäuse	M33 x 2	
H0	Kältemittleinspritzung (Niederdruck)	M26 x 1,5	
H1	Kältemittleinspritzung (Zwischendruck)	M26 x 1,5	
H2	Kältemittleinspritzung (Hochdruck)	M26 x 1,5	
N	Ölrückführung Ölabscheider	M22 x 1,5	
P	Gasschwingungsschutz	M42 x 2	DN 35 M16 x 35 *
R	Economizer-Anschluss Nebenrotor		DN 125 M20 x 40 *
R1	Economizer-Anschluss Hauptrotor		DN 125 M20 x 40 *
O1	Ölablassschraube	M12 X 1,5	
O2	Ölablassschraube	M22 X 1,5	
O3	Ölablassschraube	M16 X 1,5	
VS	Anschluss für Schwingungssensor	1/4 " – 28 UNF x 8	

* Flanschverbindung erforderlich; Flanschgewinde: Gewindedurchmesser x Gewindetiefe.

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE Baugröße XE, XF

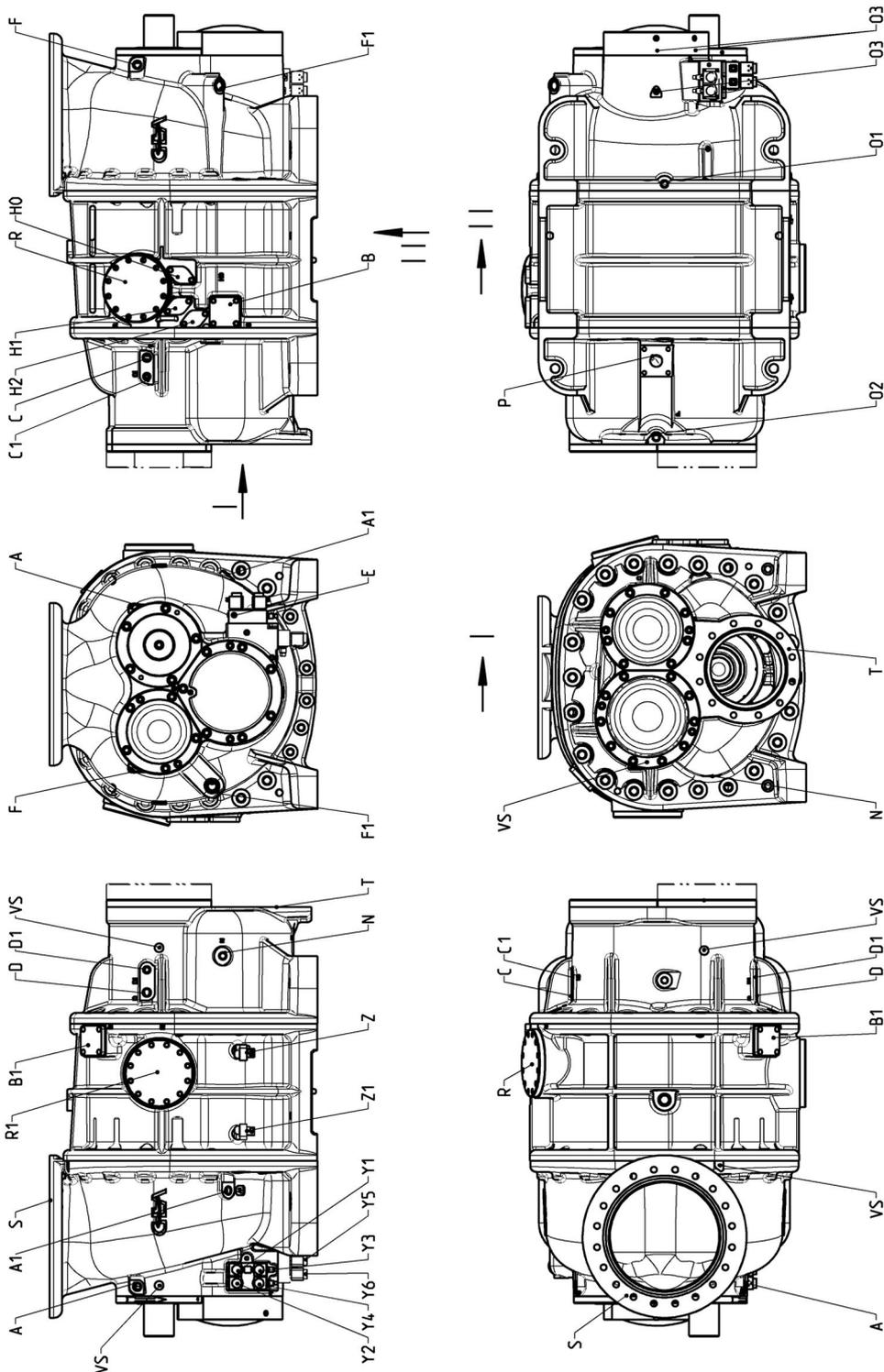


Abb.41: Baugrößen XE, XF

Die Beschreibung der Anschlüsse sind den Tabellen auf Seite 158, Seite 159 zu entnehmen.

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE Baugröße XE, XF

Baugrößen XE, XF			
Anschluss	Zweck	Schraubverbindung Gewinde im Gehäuse	Flanschverbindung Flanschgewinde
S	Saugstutzen		DN 400 M24 x 48 *
T	Druckstutzen		DN 250 M24 x 39 *
A	Ölzuführung Gleitringdichtung, saugseitige Lagerung	M26 x 1,5	
A1	Ölzuführung, saugseitige Lagerung (Sonderausführung)	M26 x 1,5	
B	Öleinspritzung Arbeitsraum		DN 50 M16 x 34 *
B1	Zusatzöleinspritzung Arbeitsraum Hauptrotorseite		DN 50 M16 x 34 *
C	Ölzuführung druckseitige Lagerung, Ausgleichskolben	M26 x 1,5	
C1	Sonderanschluss Axiallager NR	M22 x 1,5	
D	Ölzuführung Ausgleichskolben Wärmepumpe	M26 x 1,5	
D1	Sonderanschluss Axiallager HR	M22 x 1,5	
E	Externe Ölzuführung Magnetventilblock Leistungsregelung	G 1/4	
F	Sonderölanschluss Sauggehäuse	M26 x 1,5	
F1	Sonderölanschluss Sauggehäuse	M33 x 2	
H0	Kältemitteleinspritzung (Niederdruck)		DN 25 M16 x 34 *
H1	Kältemitteleinspritzung (Zwischendruck)		DN 25 M16 x 34 *
H2	Kältemitteleinspritzung (Hochdruck)		DN 25 M16 x 34 *
N	Ölrückführung Ölabscheider	M22 x 1,5	
P	Gasschwingungsschutz		DN 50 M16 x 30 *
R	Economizer-Anschluss Nebenrotor		DN 150 M16 x 30 *
R1	Economizer-Anschluss Hauptrotor		DN 150 M16 x 30 *
O1	Ölablassschraube	M22 X 1,5	
O2	Ölablassschraube	M22 X 1,5	
O3	Ölablassschraube	M12 X 1,5	
VS	Anschluss für Schwingungssensor	1/4 " – 28 UNF x 8	

* Flanschverbindung erforderlich; Flanschgewinde: Gewindedurchmesser x Gewindetiefe.

ELEKTROANSCHLÜSSE

Anschluss	Zweck	Eingang	Ausgang
Z	Wegsensor: Positionsanzeige Regelschieber/Primärschieber	24 V (DC)	4 - 20 mA
Z1	Wegsensor: Positionsanzeige Sekundärschieber	24 V (DC)	4 - 20 mA
Y1/Y4	Magnetventile Leistungsregelung, Regelrichtung Volllast	220 V / 230 V AC 110 V AC 24 V DC 230 V / 240 V AC, ATEX 110 V / 120 V AC, ATEX 24 V DC, ATEX	
Y2/Y3	Magnetventile Leistungsregelung, Regelrichtung Teillast		
Y5	Magnetventil bei variablem Vi		
Y6	Magnetventil bei variablem Vi		

8.10 Anschlüsse; Baugrößen XG, XH

P+I DIAGRAMM

Achtung

Anwendungshinweise

- ▶ Die Bezeichnung des P+I Diagramms des Schraubenverdichters ist auf dem Erzeugnis-schild des Verdichters vermerkt.
- ▶ Das P+I Diagramm gilt nur für den Schraubenverdichter.
- ▶ Das P+I Diagramm für den Schraubenverdichter zeigt nur die Anschlussbedingungen zum Schraubenverdichteraggregat.
- ▶ Das P+I Diagramm des Schraubenverdichters berücksichtigt nicht das Leitungsschema und die Sicherheitseinrichtungen des Schraubenverdichteraggregates.
- ▶ Das dem Verdichter zugehörige P+I Diagramm ist Bestandteil der Dokumentation und wird mit dem Verdichter mitgeliefert.

Für den Anschluss des Aggregat-Ölkreislaufes an den Verdichter existieren P+I Diagramme, die entsprechend des jeweiligen Einsatzfalles der Maschine festgelegt werden und eine spezielle Bezeichnung besitzen.

ROHRANSCHLÜSSE / GEWINDE Baugröße XG, XH

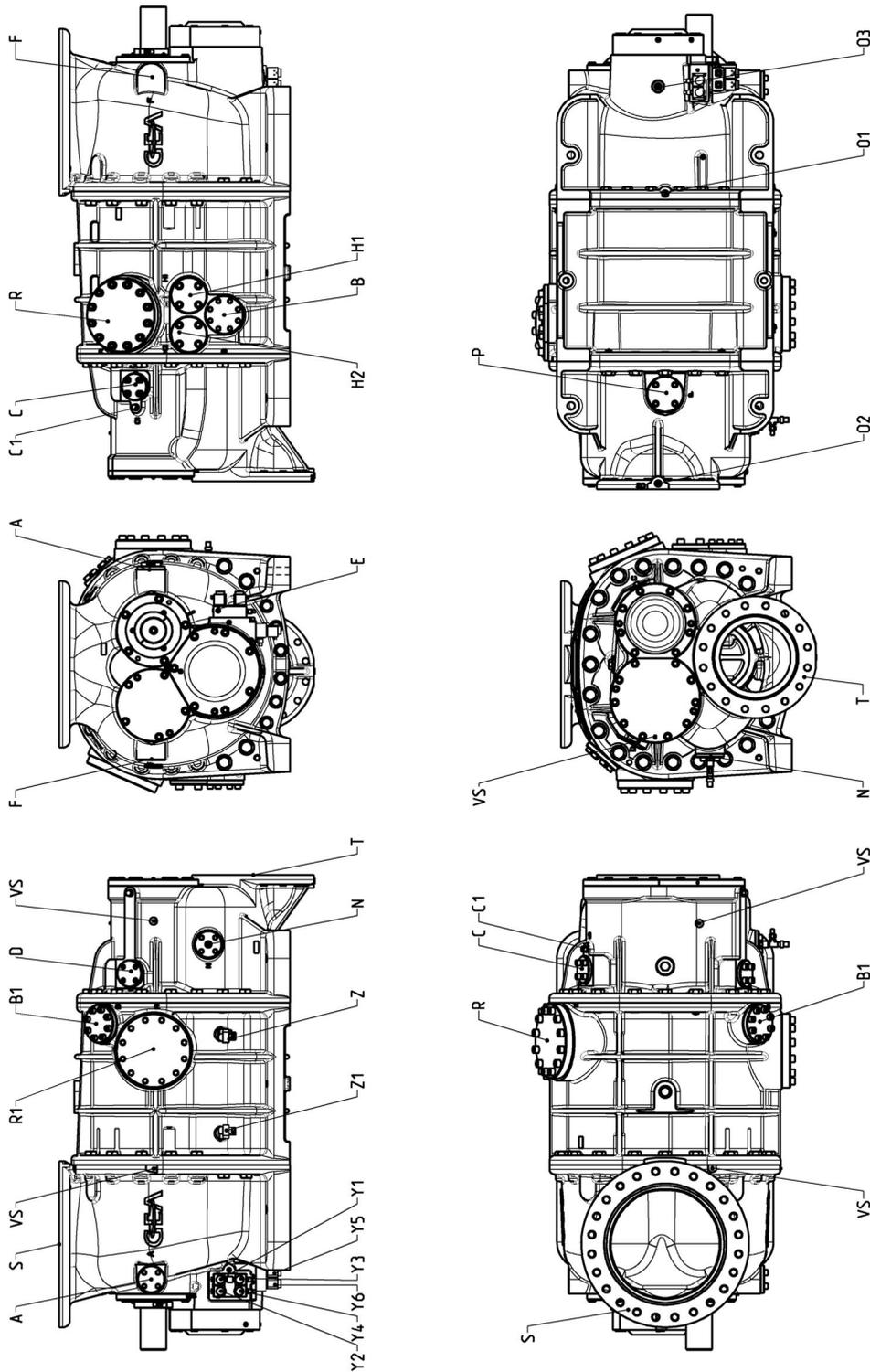


Abb.42: Baugrößen XG, XH

Die Beschreibung der Anschlüsse sind den Tabellen auf Seite 162, Seite 163 zu entnehmen.

Baugrößen XG, XH				
Anschluss	Zweck	Flanschverbindung ASME Class: 300 lb	Flanschverbindung Flanschgewinde	Schraubverbindung Gewinde im Gehäuse
S	Saugstutzen	18" *	M30 x 60 **	
T	Druckstutzen	12" *	M30 x 45 **	
A	Ölzuführung Gleitringdichtung, saugseitige Lagerung	¾" *	M16 x 32 **	
B	Öleinspritzung Arbeitsraum	2" *	M16 x 32 **	
B1	Zusatzöleinspritzung Arbeitsraum Hauptrotorseite	2" *	M16 x 32 **	
C	Ölzuführung druckseitige Lagerung, Ausgleichskolben	¾" *	M16 x 32 **	
C1	Sonderanschluss Axiallager NR			M22 x 1,5
D	Ölzuführung Ausgleichskolben Wärmepumpe	¾" *	M16 x 32 **	
D1***	Sonderanschluss Axiallager HR			M22 x 1,5
E	Externe Ölzuführung Magnetventilblock Leistungsregelung			G 1/4
F***	Sonderölanschluss Sauggehäuse	¾" *	M16 x 32 **	
H1	Kältemitteleinspritzung (Zwischendruck)	1 ½" *	M20 x 40 **	
H2	Kältemitteleinspritzung (Hochdruck)	1 ½" *	M20 x 40 **	
N	Ölrückführung Ölabscheider	¾" *	M16 x 32 **	
P	Gasschwingungsschutz	1 ½" *	M20 x 40 **	
R	Economizer-Anschluss Nebenrotor	6" *	M20 x 40 **	
R1	Economizer-Anschluss Hauptrotor	6" *	M20 x 40 **	
O1	Ölablassschraube			M22 X 1,5
O2	Ölablassschraube			M22 X 1,5
O3	Ölablassschraube			M22 X 1,5
VS	Anschluss für Schwingungssensor			¼" – 28 UNF x 8

* Flanschverbindung: Glatte Dichtfläche mit O-Ring-Nut.

** Flanschverbindung erforderlich; Flanschgewinde: Gewindedurchmesser x Gewindetiefe.

*** Anschluss nur bei Anforderung vorhanden.

ELEKTROANSCHLÜSSE

Anschluss	Zweck	Eingang	Ausgang
Z	Wegsensor: Positionsanzeige Regelschieber/Primärschieber	24 V (DC)	4 - 20 mA
Z1	Wegsensor: Positionsanzeige Sekundärschieber	24 V (DC)	4 - 20 mA
Y1/Y4	Magnetventile Leistungsregelung, Regelrichtung Volllast	220 V / 230 V AC 110 V AC 24 V DC 230 V / 240 V AC, ATEX 110 V / 120 V AC, ATEX 24 V DC, ATEX	
Y2/Y3	Magnetventile Leistungsregelung, Regelrichtung Teillast		
Y5	Magnetventil bei variablem Vi		
Y6	Magnetventil bei variablem Vi		

8.11 Bedingungen für Kältemittelanschlüsse

Anschluss	Filtermaschenweite [µm]	Bemerkungen
Saugstutzen vor dem Verdichter	140 µm	
Druckstutzen		Während des Druckausgleiches beim Abschalten des Verdichters ist dafür zu sorgen, dass aus den nachgeschalteten Anlagenteilen mit dem zurückströmenden Kältemitteldampf keine Fremdkörper in den Verdichter gelangen.
	140 µm	Optional kann ein Filter eingesetzt werden.
Economizer-Anschluss vor dem Verdichter	140 µm	Einsatzbereich zwischen 140% und ca. 70% Regelschieberposition, in Abhängigkeit von den kältetechnischen Anforderungen. Bei Economizerbetrieb während des Teillastbetriebes ist auf die Einhaltung des projektierten Zwischendruckes zu achten.
Kältemittelinjektions-Anschluss vor dem Verdichter	140 µm	Kältemittelspritzung nur in Verbindung mit trägheitsloser Temperaturmessung auf der Druckseite des Verdichters (Zeitkonstante $k < 10$ sec). Durch entsprechende Regelstrategie und Regelarmaturen ist dafür zu sorgen, dass kein flüssiges Kältemittel in den nachgeschalteten Ölabscheider gelangt

Vorsicht

Zerstörung der Filter und des Verdichters durch angesaugte Flüssigkeiten
 Flüssigkeit (Kältemittel oder Öl) kann zur Zerstörung der Filter am Saugstutzen und am Aufladungsanschluss (Economizer-Anschluss) führen.

- Es ist sicherzustellen, dass keine Flüssigkeiten angesaugt werden.

Achtung

Hinweis zur Auslegung der Rohrleitungen

- Bedingt durch das Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters treten an den Anschlüssen des Schraubenverdichters dynamische Druckanteile proportional der Antriebsdrehzahl multipliziert mit der Zähnezahl des Hauptrotors auf. Bei der Auslegung der Anschlussrohrleitungen sind diese auftretenden Belastungen zu beachten.

Achtung

Hinweis zur Leitungsführung am Druckstutzen

- Die Leitungsführung hat so zu erfolgen, dass ein freies Abfließen von Flüssigkeiten aus dem Verdichter in den Ölabscheider möglich ist.

8.12 Bedingungen für Ölschlüsse; Baugrößen P - XF

Verdichter Baugröße	Funktion, Zweck	Ölpumpe	Volumenstrom $Q_{\text{Öl}}$		Öldruck ^{*) **)} $p_{\text{Öl}}$		$t_{\text{Öl}}$	Ölviskosität V		Filterfeinheit
			l/min		bar		°C	mm ² /s		
			min	max	min	max	max	min	max	
P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF	Funktionsölstrom ¹⁾	ohne / mit	siehe Hinweise Seite 166		$p + 0,5$ ²⁾	$p + 3,5$ ³⁾	80	7	70	$\beta_{(15)} \geq 200$ ⁴⁾ / $\beta_{(25)} \geq 200$ ⁵⁾
	Ölinjektion	ohne / mit			$p - 2,5$ ²⁾	$p + 3,5$ ³⁾	100	7	70	$\beta_{(40)} \geq 200$
	Leistungsregelung	mit	2	6	Raum 1 ⁶⁾ $p + 0,5 \dots 3,5$ Raum 2 ⁶⁾ $p_0 + 7$ Raum 3 ⁶⁾ $p_0 + 4,5$ ⁷⁾	80	7	70	$\beta_{(15)} \geq 200$ ⁴⁾ / $\beta_{(25)} \geq 200$ ⁵⁾	

p Verdichtungsdruck [bar]

$p_{\text{Öl}}$ Öldruck [bar]

p_0 Saugdruck [bar]

$t_{\text{Öl}}$ Öltemperatur [°C]

$Q_{\text{Öl}}$ Volumenstrom Öl [l/min]

V Viskosität [mm²/s] = [cSt]

- 1) Funktionsölstrom Für Lagerung, Wellendichtung, Ausgleichkolben, Leistungsregelung, Vi-Verstellung
- 2) Bei Unterschreitung des Wertes ist der Verdichter abzuschalten.
- 3) Richtwert mit Ölpumpe, Bei Überschreitung eines Wertes von $p + 4,5$ bar ist der Verdichter abzuschalten.
- 4) Bei offenen Prozesse (Gasverdichtung) oder $p > 28$ bar, $\beta_{(15)} \geq 200$
- 5) Bei geschlossenen Prozessen, $p < 28$ bar, $\beta_{(25)} \geq 200$
- 6) Räume 1, 2 und 3 sind in der schematischen Darstellung umseitig definiert
- 7) wenn $p - p_0 < 4,0$ bar
- *) In Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen kann von diesen Werten abgewichen werden. Die Vorgaben gemäß der Herstellerspezifikation für die Einsatzbedingungen sind einzuhalten.
- ***) Nach der Inbetriebnahme des Antriebsmotors ist in der ersten Minute ein Ausfall des Öldruckes $p_{\text{Öl}}$ für 10 Sekunden, danach für 6 Sekunden zulässig.

Achtung

Hinweis zur Auslegung der Rohrleitungen

► Bedingt durch das Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters treten an den Anschlüssen des Schraubenverdichters dynamische Druckanteile proportional der Antriebsdrehzahl multipliziert mit der Zähnezahl des Hauptrotors auf. Bei der Auslegung der Anschlussrohrleitungen sind diese auftretenden Belastungen zu beachten.

Hinweise zum Ölkreislauf

1. Für die Auswahl und die Überprüfung des Schraubenverdichters bezogen auf den Einsatzfall, ist das Verdichterauswahlprogramm "RT-Select" des Herstellers zu benutzen. Das Verdichterauswahlprogramm gibt an, für welche Betriebszustände eine externe Ölpumpe für den Funktionsölkreislauf benötigt ("Externe Ölpumpe erforderlich") wird.
2. Die für den sicheren Verdichterbetrieb benötigten Ölvolumenströme werden in Abhängigkeit der Einsatzbedingung des Verdichters im Verdichterauswahlprogramm ausgewiesen. Die Ölpumpe ist so groß zu bemessen, dass das Fördervolumen mindestens den Wert

$$V_{\text{Ölpumpe}} = K \cdot V_{\text{Funktionsöl}}$$

K= 1,25 für Ammoniak

K= 1,4 für alle anderen Fördermedien

Im Verdichterauswahlprogramm werden die Begriffe

- **Funktionsölstrom**

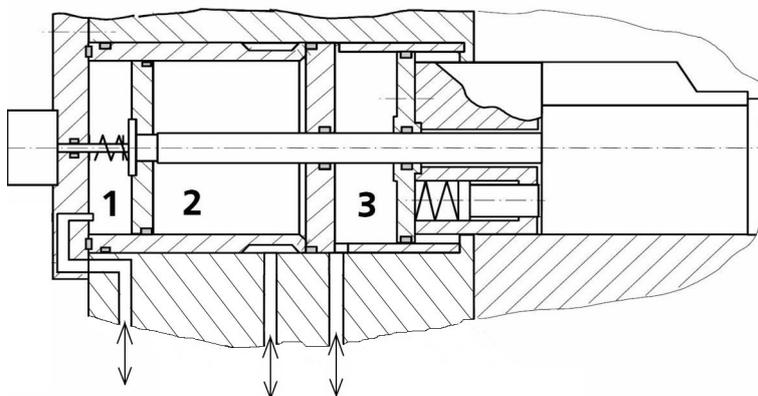
- **Gesamtölstrom**

verwendet.

3. Serie LT

Hydraulikräume für Leistungsregelung und Vi-Verstellung:

Die Hydraulikräume für Leistungsregelung und Vi-Verstellung werden durch Magnetventilblöcke, welche am Verdichtergehäuse angeflanscht sind, intern versorgt. Die in der Tabelle Seite 165 angegebenen Drücke werden durch den Funktionsöldruck, sowie durch in den Blöcken integrierte Regulierventile gewährleistet.



Schematische Darstellung der Hydraulikräume für Leistungsregelung und Vi-Verstellung.

1, 2 : Hydraulikräume für Leistungsregelung

1, 2, 3 : Hydraulikräume für kombinierte Vi-Teillastverstellung

8.13 Bedingungen für Ölschlüsse; Baugrößen XG, XH

Verdichter Baugröße	Funktion, Zweck	Ölpumpe	Volumenstrom $Q_{\text{Öl}}$		Öldruck ^{*) **)} $p_{\text{Öl}}$		$t_{\text{Öl}}$	Ölviskosität ν		Filterfeinheit
			l/min		bar		°C	mm ² /s		
			min	max	min	max	max	min	max	
XG, XH	Funktionsölstrom ¹⁾	ohne / mit	siehe Hinweise Seite 168		$p + 0,5$ ²⁾	$p + 3,5$ ³⁾	75	15	70	$\beta_{(15)} \geq 200$ ⁴⁾ / $\beta_{(25)} \geq 200$ ⁵⁾
	Ölinjektion	ohne / mit			$p - 2,5$ ²⁾	$p + 3,5$ ³⁾	100	15	70	$\beta_{(40)} \geq 200$
	Leistungsregelung	mit	2	6	Raum 1 ⁶⁾ $p + 0,5 \dots 3,5$ Raum 2 ⁶⁾ $p_0 + 7$ Raum 3 ⁶⁾ $p_0 + 4,5$ ⁷⁾	75	15	70	$\beta_{(15)} \geq 200$ ⁴⁾ / $\beta_{(25)} \geq 200$ ⁵⁾	

p Verdichtungsdruck [bar]

$p_{\text{Öl}}$ Öldruck [bar]

p_0 Saugdruck [bar]

$t_{\text{Öl}}$ Öltemperatur [°C]

$Q_{\text{Öl}}$ Volumenstrom Öl [l/min]

ν Viskosität [mm²/s] = [cSt]

- 1) Funktionsölstrom Für Lagerung, Wellendichtung, Ausgleichkolben, Leistungsregelung, Vi-Verstellung
- 2) Bei Unterschreitung des Wertes ist der Verdichter abzuschalten.
- 3) Richtwert mit Ölpumpe, Bei Überschreitung eines Wertes von $p + 4,5$ bar ist der Verdichter abzuschalten.
- 4) Bei offenen Prozesse (Gasverdichtung), $\beta_{(15)} \geq 200$
- 5) Bei geschlossenen Prozessen, $\beta_{(25)} \geq 200$
- 6) Räume 1, 2 und 3 sind in der schematischen Darstellung umseitig definiert
- 7) wenn $p - p_0 < 4,0$ bar
- *) In Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen kann von diesen Werten abgewichen werden. Die Vorgaben gemäß der Herstellerspezifikation für die Einsatzbedingungen sind einzuhalten.
- ***) Nach der Inbetriebnahme des Antriebsmotors ist in der ersten Minute ein Ausfall des Öldruckes $p_{\text{Öl}}$ für 10 Sekunden, danach für 6 Sekunden zulässig.

Achtung

Hinweis zur Auslegung der Rohrleitungen

► Bedingt durch das Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters treten an den Anschlüssen des Schraubenverdichters dynamische Druckanteile proportional der Antriebsdrehzahl multipliziert mit der Zähnezahl des Hauptrotors auf. Bei der Auslegung der Anschlussrohrleitungen sind diese auftretenden Belastungen zu beachten.

Hinweise zum Ölkreislauf

1. Für die Auswahl und die Überprüfung des Schraubenverdichters bezogen auf den Einsatzfall, ist das Verdichterauswahlprogramm "RT-Select" des Herstellers zu benutzen. Das Verdichterauswahlprogramm gibt an, für welche Betriebszustände eine externe Ölpumpe für den Funktionsölkreislauf benötigt ("Externe Ölpumpe erforderlich") wird.
2. Die für den sicheren Verdichterbetrieb benötigten Ölvolumenströme werden in Abhängigkeit der Einsatzbedingung des Verdichters im Verdichterauswahlprogramm ausgewiesen. Die Ölpumpe ist so groß zu bemessen, dass das Fördervolumen mindestens den Wert

$$V_{\text{Ölpumpe}} = K \cdot V_{\text{Funktionsöl}}$$

K= 1,25 für Ammoniak

K= 1,4 für alle anderen Fördermedien

Im Verdichterauswahlprogramm werden die Begriffe

- **Funktionsölstrom**

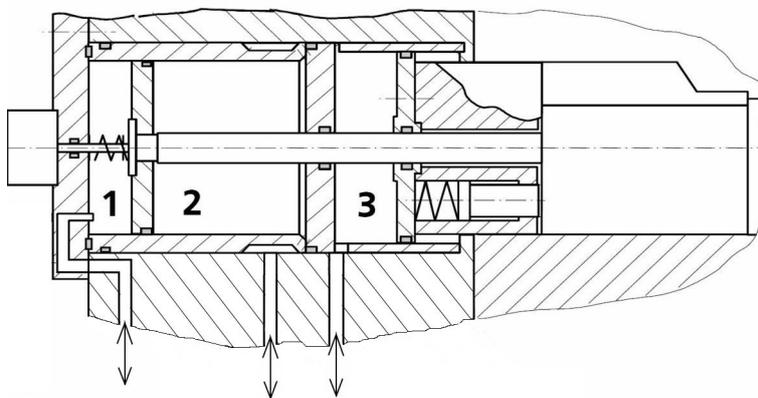
- **Gesamtölstrom**

verwendet.

3. Serie LT

Hydraulikräume für Leistungsregelung und Vi-Verstellung:

Die Hydraulikräume für Leistungsregelung und Vi-Verstellung werden durch Magnetventilblöcke, welche am Verdichtergehäuse angeflanscht sind, intern versorgt. Die in der Tabelle Seite 167 angegebenen Drücke werden durch den Funktionsöldruck, sowie durch in den Blöcken integrierte Regulierventile gewährleistet.



Schematische Darstellung der Hydraulikräume für Leistungsregelung und Vi-Verstellung.

1, 2 : Hydraulikräume für Leistungsregelung

1, 2, 3 : Hydraulikräume für kombinierte Vi-Teillastverstellung

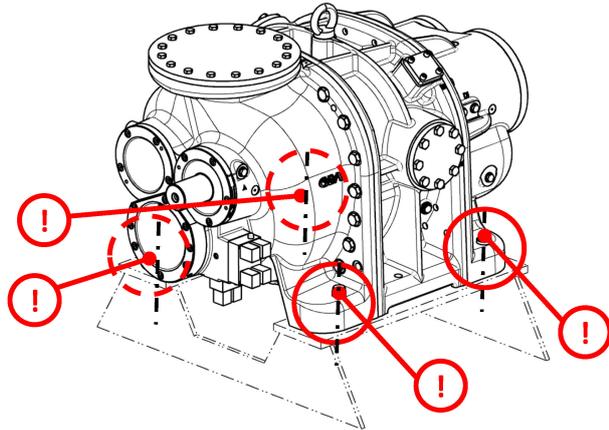
8.14 Aufstellung des Verdichters

Der Verdichter ist starr auf dem Aggregaterahmen aufzustellen und mit diesem zu verbinden.

AUFSTELLBEDINGUNGEN

Verdichterauflagefläche - Gesamtebenheit, bezogen auf alle Fußauflagen: 0,5 mm
- Dicke der Auflagenbleche: ≥ 25 mm

BEFESTIGUNG DES VERDICHTERS



Achtung

Praxishinweis

- ▶ Für die mechanische Befestigung des Schraubenverdichters auf dem Schraubenverdichteraggregat ist eine winkelausgleichende Unterlage als Kugelscheibe-Kegelpfanne-Kombination nach DIN 6319 zu verwenden siehe Abbildung 43, Seite 169. Diese Kugelscheibe-Kegelpfanne-Kombination ist dem Verdichter beigelegt.
- ▶ Die geforderten Anzugsdrehmomente nach Tabelle Seite 169 sind bei der Montage einzuhalten.
- ▶ Bei der jährlichen Wartung des Verdichters sind die Befestigungsschrauben des Verdichters mit den in Tabelle Seite 169 angegebenen Anzugsdrehmomenten nachzuziehen.

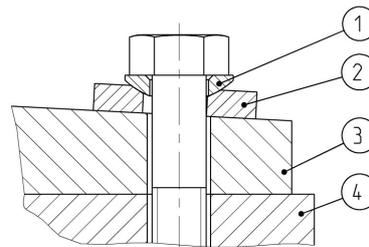


Abb.43: Kugelscheibe-Kegelpfanne-Kombination

- 1 Kugelscheibe
- 2 Kegelpfanne
- 3 Schraubenverdichterfuß
- 4 Schraubenverdichteraggregat (Rahmen)

Geforderte Anzugsdrehmomente der Befestigungsschrauben des Verdichters		
Verdichterbaugröße	Schraube	Anzugsmoment ¹⁾ [Nm]
P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD	M24	730
XE, XF XG, XH	M30	1450

¹⁾ bezogen auf Schraubenqualität 8.8 und Reibungszahl 0,14

Antriebsmotor, Kupplung

Der Antriebsmotor ist über 3D-Fixatoren mit dem Aggregaterahmen zu verbinden.

Die Ausrichtung des Antriebsmotors zum Verdichter hat nach den Anforderungen des Kupplungsherstellers zu erfolgen. Bitte machen Sie sich mit der Montageanleitung des Kupplungsherstellers vertraut und handeln Sie gemäß dieser Anleitung. Die Ausrichtung des Antriebsmotors ist nach

Erstmontage im betriebswarmen Zustand zu wiederholen. Über die Ausrichtung ist ein Protokoll anzufertigen.

8.15 Technische Forderungen für Kupplungen

Beim Einsatz einer nicht vom Hersteller gelieferten Kupplung sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

Parameter		Verdichterbaugröße						
		P	R, S, T	V, W, Y	Z, XA	XB, XC, XD	XE, XF	XG, XH
Max. Antriebsleistung bei 3600 min ⁻¹	kW	640	640	1500	1500	2160	3600	4193
Max. Antriebsleistung bei 4500 min ⁻¹	kW	-	800	-	-	-	-	-
Nenn Drehmoment	Nm	1700	1700	4000	4000	5750	10440	11278
Max. Anlaufdrehmoment	Nm	4200	4200	10000	10000	14300	23500	25000
Max. Drehzahl	min ⁻¹	3600	4500	3600				
Zulässige dynamische Unwucht	gcm	40			50	60	70	70
Zulässige Radialkraft F _R ¹⁾	N	900		1300	1400	1500	1600	1600
Zulässige Axialkraft F _A	N	400		600	600	800	800	800
Wellendurchmesser Verdichter	mm	60 h6		80 h6	80 h6	90 h6	110 h6	110 h6
minimaler Abstand zwischen Wellenenden Verdichter/Motor ²⁾	mm	70 ⁺⁵		80 ⁺⁵	80 ⁺⁵	80 ⁺⁵	90 ⁺⁵	90 ⁺⁵

1) Zulässige Kräfte, die auf das Verdichterwellenende wirken dürfen. Die Auswahl der Kupplung und das Ausrichten sind so vorzunehmen, dass diese Kräfte nicht überschritten werden.

2) Werte gelten bei Einsatz einfach wirkender Gleitringdichtungen (Standard). Beim Einsatz doppelt wirkender Gleitringdichtungen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.

Die genannten maximal zulässigen Antriebsleistungen sind Obergrenzen, die durch die Antriebswellenenden bestimmt werden. Aus Gründen der Lagerbelastung werden diese Antriebsleistungen nicht bei allen innerhalb einer Verdichterbaugröße verfügbaren Förderstromgrößen erreicht. Die Überprüfung wird im Verdichterauswahlprogramm vorgenommen.

Weitere Bedingungen:

Ausführung des Verdichterwellenendes:	zylindrisch; Verdichter in ATEX-Ausführung: zylindrisch mit Passfeder.
Befestigung auf dem Verdichterwellenende:	kraftschlüssig wirkender Spannverband; Verdichter in ATEX-Ausführung: kraftschlüssig wirkender Spannverband mit zusätzlicher Passfeder.
Drehrichtung:	links und rechts
An- und Abfahrfrequenz:	maximal 10 pro Stunde
Betriebstemperaturbereich:	- 20 °C bis + 55 °C für dynamische Betriebsbelastung

8.16 Schwingungen, Schall, zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen P - XF

Schwingungen			
Haupterregfrequenzen	Drehzahl		
	3000 min ⁻¹	3600 min ⁻¹	4500 min ⁻¹
f ¹	50	60	75
f ²	100	120	150
f ³	250	300	375
f ⁴	500	600	750

Drehzahlen größer als 3600 min⁻¹ nur für Verdichterbaugrößen R, S, T.

Wuchtgüte	
Wuchtgüte der Rotoren	Verdichterbaugröße
	P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF
Wuchtgüte G (mm/s) nach DIN ISO 21940	G 2,5

Grenzwerte für Schwingungen	
Verdichterbaugröße	Effektive Schwinggeschwindigkeit/ RMS ¹⁾ im Frequenzbereich A zwischen 10 Hz und 1000 Hz ²⁾
	Zulässiger Grenzwert (mm/s) ³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾
P, R, S, T	6,0
V, W, Y, Z, XA	7,0
XB, XC, XD	8,0
XE, XF	9,0

1) Messmethode gemäß DIN ISO 10816.

2) zu messender Frequenzbereich minimal bis 1000 Hz, oberhalb von 4000 min⁻¹ minimal bis 1500 Hz

3) Bei starrer Aufstellung des Verdichters.

4) Die Aufstellung des Verdichters, sowie die Auslegung von Rahmen und Druckrohrleitung des Aggregates haben so zu erfolgen, dass die angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden.

5) Grenzwerte gelten bis 3000 min⁻¹. Für Drehzahlen von 3600 min⁻¹ und höher sind die Grenzwerte mit 1,2 zu multiplizieren.

6) Der Erwartungswert der effektiven Schwinggeschwindigkeit während des störungsfreien Dauerbetriebs beträgt bei optimaler Auslegung des Rahmens 50% des oben angegebenen Grenzwerts

Empfohlene Überwachungsgrenzen:

WARNUNG: 75...100% des zul. Grenzwerts

ABSCHALTUNG: 115...140% des zul. Grenzwerts

Achtung

Praxishinweis: Grenzwerte Stillstandsüberwachung, Stillstandsmessung

Ist die im Stillstand gemessenen effektive Schwinggeschwindigkeit größer als 25% des angegebenen Grenzwerts:

- ▶ Einfluss der Störschwingungen reduzieren.
- ▶ Stoßartige Anregungen vermeiden.

Massenträgheitsmoment, Torsionssteifigkeit des Verdichterrotorpaares

Achtung

Vorschrift Torsionsanalyse Antriebsstrang

- ▶ Sorgfältige mechanische Auslegung und Konstruktion des Verdichteraggregates.
- ▶ Durchführung einer Torsionsanalyse des Antriebsstrangs um einen sicheren Betrieb außerhalb der kritischen Torsionseigenfrequenzen zu gewährleisten.

Die für die Torsionsanalyse erforderlichen Werte des Massenträgheitsmoments und der Torsionssteifigkeit des Verdichterrotorpaares sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben. Die Werte gelten für Verdichter mit einem maximalen Enddruck von 28 bar in den Verdichterausführungen "B", "S", "R". Werte für abweichende Verdichterausführungen sind beim Hersteller hinterlegt.

Werte zur Torsionsanalyse							
	Verdichterbaugröße						
	P	R	S	T	V	W	Y
Massenträgheitsmoment [kg m ²]	0,280	0,446	0,556	0,625	0,903	1,055	1,236
Torsionssteifigkeit [kNm/rad]	510	470	470	470	1108	1108	1108

Werte zur Torsionsanalyse							
	Verdichterbaugröße						
	Z	XA	XB	XC	XD	XE	XF
Massenträgheitsmoment [kg m ²]	1,778	2,08	4,09	4,73	5,52	9,76	11,57
Torsionssteifigkeit [kNm/rad]	975	975	1789	1789	1789	3530	3530

Schall

Emittierte Schallwerte								
		Verdichterbaugröße						
		P	R	S	T	V	W	Y
Schalleistungspegel L _{WA}	dB (A)	88	89	90	90	91	91	92
Emissionsschalldruckpegel L _{pA}	dB (A)	74	75	76	76	76	77	77

Emittierte Schallwerte								
		Verdichterbaugröße						
		Z	XA	XB	XC	XD	XE	XF
Schalleistungspegel L_{WA}	dB (A)	93	94	96	97	98	99	100
Emissionsschalldruckpegel L_{pA}	dB (A)	78	79	81	82	83	83	84

Die Schalleistung des Verdichters hängt von dessen Leistung ab und schwankt mit den Betriebsbedingungen der Anlage. Der emittierte Schall wird vom Verdichtungsprozess, Gaspulsationen und Schwingungen verursacht. Der Geräuschpegel wird stark von der Interaktion zwischen Verdichter und Verdichteraggregat beeinflusst. In der Praxis können die Schalleistungspegel von den angegebenen Werten abweichen.

Die Angaben gelten ausschließlich für die folgenden Betriebsbedingungen mit einer Schwankungsbreite von ± 3 dB:

- Drehzahl $n=2900 \dots 3100 \text{ min}^{-1}$
- Öltemperatur $45 \dots 55^\circ\text{C}$
- Medium NH_3 (R717)
- Betriebspunkte t_0/t_c [$^\circ\text{C}$]: 5/50; -10/45; -35/40; ohne Economizer
- Betriebspunkte p_0/p_c [bar.a]: 5,2/20,3; 2,9/17,8; 0,96/15,5; ohne Economizer

Das innere Volumenverhältnis muss dem im Verdichterauswahlprogramm für den spezifizierten Betriebspunkt errechneten optimalen V_i -Wert entsprechen.

Der Emissionsschalldruckpegel L_{pA} in dB(A) in 1 m Abstand von der Maschinenoberfläche (A-Nahpegel bei Freifeldbedingungen auf reflektierende Grundfläche) ist ein um 13 bis 17 dB(A) vermindertes Tabellenwert gegenüber dem Schalleistungspegel L_{WA} .

L_{WA} : A-bewerteter Schalleistungspegel nach DIN EN ISO 9614-2 und DIN 45635, Referenz: 1 pW

L_{pA} : A-bewerteter Emissionsschalldruckpegel in 1m Entfernung nach DIN EN ISO 11203, Referenz: 20 μPa

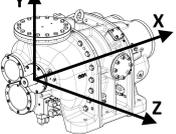
Achtung

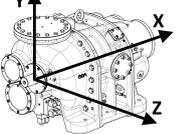
Hinweis zur Auslegung der Rohrleitungen

- ▶ Bedingt durch das Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters treten an den Anschlüssen des Schraubenverdichters, insbesondere am Druckstutzen, dynamische Druckanteile mit einer zu der Antriebsdrehzahl multipliziert mit der Zähnezahl des Hauptrotors proportionalen Frequenz auf.
- ▶ Bei der Auslegung der Anschlussrohrleitungen sind die von der Schallgeschwindigkeit abhängigen kritischen Rohrlängen zu beachten, um Resonanzen zu vermeiden.
- ▶ Die Schallabstrahlung des Aggregats wird durch solche Druckpulsationen in Rohrleitungen wesentlich beeinflusst.

Baureihe LT; Baugrößen P - XH

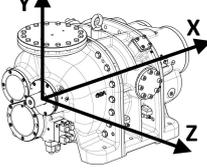
Schwingungen, Schall, zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen P - XF

ZULÄSSIGE ROHRLEITUNGSKRÄFTE UND -MOMENTE einschließlich Gaskräften									
maximal zulässiger Druck	Angriffspunkt		Vektor 	Verdichterbaugröße					
				P	R/S/T	V/W/Y	Z/XA	XB/XC/XD	XE/XF
28 bar	Saugstutzen: Schrauben- Festigkeits- klasse A2-70	Kraft [N]	x	2100	2500	3400	3400	4000	6000
			y _{max}	5300	6200	8800	8500	10000	14500
			y _{min}	-5300	-6200	-8800	-8500	-10000	-17000
			z	3400	4000	5200	5200	6000	7500
		Moment [Nm]	x	3800	2000	4250	4250	5100	7400
			y	2200	2500	3700	3750	4200	6800
	z		1700	2000	3200	3000	4000	6000	
	Druckstutzen: Schrauben- Festigkeits- klasse 8.8	Kraft [N]	x	3300	3300	2100	3200	3000	5200
			y	3450	3450	5500	5300	7200	8400
			z	3300	3300	3400	3400	4600	5200
		Moment [Nm]	x	1500	1500	2800	2800	3700	4300
			y	1500	1500	2200	2200	2900	3700
			z	1500	1500	2000	1900	2500	3100
	Ecostutzen: Schrauben- Festigkeits- klasse A2-70	Kraft [N]	x	300	300	1000	2300	1750	2100
			y	400	400	1000	2300	4350	5300
			z	300	300	1000	2300	2900	3400
		Moment [Nm]	x	100	100	450	1100	2420	1800
			y	100	100	450	1100	1700	2150
			z	200	200	550	1200	1500	1800

ZULÄSSIGE ROHRLEITUNGSKRÄFTE UND -MOMENTE einschließlich Gaskräften									
maximal zulässiger Druck	Angriffspunkt		Vektor 	Verdichterbaugröße					
				P	R/S/T	V/W/Y	Z/XA	XB/XC/XD	XE/XF
52 bar	Saugstutzen: Schrauben- Festigkeits- klasse A2-70	Kraft [N]	x	2100	1700	1400	1400	2000	5800
			y _{max}	5260	4000	5000	5000	2000	14500
			y _{min}	-5260	-4000	-5000	-7700	-10000	-17000
			z	3400	1700	1400	1400	2000	7500
		Moment [Nm]	x	3460	1200	1500	1500	1150	3100
			y	2150	900	1000	1000	1150	6800
	Druckstutzen: Schrauben- Festigkeits- klasse 8.8	Kraft [N]	x	3000	3000	2100	3200	3000	5200
			y	3450	3450	5500	5300	7200	8400
			z	3000	3000	3400	3400	4600	5200
		Moment [Nm]	x	1200	1200	1800	2800	3700	4300
			y	1300	1300	1800	2200	2900	3700
			z	1300	1300	1800	1900	2500	3100
	Ecostutzen: Schrauben- Festigkeits- klasse A2-70	Kraft [N]	x	300	300	700	1500	1750	2000
			y	400	400	700	1500	4350	3000
			z	300	300	700	1500	2900	2000
		Moment [Nm]	x	100	100	300	900	1300	1000
			y	100	100	300	900	1300	1000
			z	200	200	500	1200	1500	1800

Baureihe LT; Baugrößen P - XH

Schwingungen, Schall, zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen P - XF

ZULÄSSIGE ROHRLEITUNGSKRÄFTE UND -MOMENTE einschließlich Gaskräften							
maximal zulässiger Druck	Angriffspunkt		Vektor 	Verdichterbaugröße			
				R/S/T	V/W/Y	Z/XA	XB/XC/XD
63 bar	Saugstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x	1000	900	900	2000 *)
			y _{max}	2700	1400	1700	2000 *)
			y _{min}	-2700	-4000	-7700	-10000 *)
		Moment [Nm]	z	1000	900	900	2000 *)
			x	800	400	400	1150 *)
			y	600	400	400	1150 *)
	Druckstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse 8.8	Kraft [N]	z	800	400	400	1150 *)
			x	3000	2100	2100	3000
			y	3450	5500	5300	7200
		Moment [Nm]	z	3000	3400	3400	4600
			x	1100	1500	1900	3700
			y	1100	1500	1900	2900
	Ecostutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	z	1100	1500	1900	2500
			x	300	600	1450	1750
			y	300	600	1450	4350
		Moment [Nm]	z	300	600	1450	2900
			x	100	200	800	1200
			y	100	200	800	1200
			z	150	400	1050	1500

*) Verwendung von Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 erforderlich

8.17 Schwingungen, Schall, zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen XG, XH

Schwingungen		
Haupterregfrequenzen	Drehzahl	
	3000 min ⁻¹	3600 min ⁻¹
f ¹	50	60
f ²	100	120
f ³	250	300
f ⁴	500	600

Wuchtgüte	
Wuchtgüte der Rotoren	Verdichterbaugröße
	XG, XH
Wuchtgüte G (mm/s) nach DIN ISO 21940	G 2,5

Grenzwerte für Schwingungen	
Verdichterbaugröße	Effektive Schwinggeschwindigkeit/ RMS ¹⁾ im Frequenzbereich A zwischen 10 Hz und 1000 Hz ²⁾
	Zulässiger Grenzwert (mm/s) ³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾
XG, XH	10,0

1) Messmethode gemäß DIN ISO 10816.

2) zu messender Frequenzbereich minimal bis 1000 Hz, oberhalb von 4000 min⁻¹ minimal bis 1500 Hz

3) Bei starrer Aufstellung des Verdichters.

4) Die Aufstellung des Verdichters, sowie die Auslegung von Rahmen und Druckrohrleitung des Aggregates haben so zu erfolgen, dass die angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden.

5) Grenzwerte gelten bis 3000 min⁻¹. Für Drehzahlen von 3600 min⁻¹ und höher ist der Grenzwert mit 1,2 zu multiplizieren.

6) Der Erwartungswert der effektiven Schwinggeschwindigkeit während des störungsfreien Dauerbetriebs beträgt bei optimaler Auslegung des Rahmens 50% des oben angegebenen Grenzwerts

Empfohlene Überwachungsgrenzen:

WARNUNG: 75...100% des zul. Grenzwerts

ABSCHALTUNG: 115...140% des zul. Grenzwerts

Achtung

Praxishinweis: Grenzwerte Stillstandsüberwachung, Stillstandsmessung

Ist die im Stillstand gemessene effektive Schwinggeschwindigkeit größer als 25% des angegebenen Grenzwerts:

- ▶ Einfluss der Störschwingungen reduzieren.
- ▶ Stoßartige Anregungen vermeiden.

Massenträgheitsmoment, Torsionssteifigkeit des Verdichterrotorpaars

Achtung

Vorschrift Torsionsanalyse Antriebsstrang

- ▶ Sorgfältige mechanische Auslegung und Konstruktion des Verdichteraggregates.
- ▶ Durchführung einer Torsionsanalyse des Antriebsstrangs um einen sicheren Betrieb außerhalb der kritischen Torsionseigenfrequenzen zu gewährleisten.

Die für die Torsionsanalyse erforderlichen Werte des Massenträgheitsmoments und der Torsionssteifigkeit des Verdichterrotorpaars sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben. Die Werte gelten für Verdichter mit einem maximalen Enddruck von 28 bar in den Verdichterausführungen "B", "S", "R". Werte für abweichende Verdichterausführungen sind beim Hersteller hinterlegt.

Werte zur Torsionsanalyse		
	Verdichterbaugröße	
	XG	XH
Massenträgheitsmoment [kg m ²]	13,35	15,50
Torsionssteifigkeit [kNm/rad]	2732	2732

Schall

Emittierte Schallwerte			
		Verdichterbaugröße	
		XG	XH
Schalleistungspegel L _{WA}	dB (A)	101	102
Emissionsschalldruckpegel L _{pA}	dB (A)	85	85

Die Schalleistung des Verdichters hängt von dessen Leistung ab und schwankt mit den Betriebsbedingungen der Anlage. Der emittierte Schall wird vom Verdichtungsprozess, Gaspulsationen und Schwingungen verursacht. Der Geräuschpegel wird stark von der Interaktion zwischen Verdichter und Verdichteraggregat beeinflusst. In der Praxis können die Schalleistungspegel von den angegebenen Werten abweichen.

Die Angaben gelten ausschließlich für die folgenden Betriebsbedingungen mit einer Schwankungsbreite von ± 3 dB:

- Drehzahl $n=2900 \dots 3100 \text{ min}^{-1}$
- Öltemperatur 45...55°C
- Medium NH₃ (R717)
- Betriebspunkte t_0/t_c [°C]: 5/50; -10/45; -35/40; ohne Economizer
- Betriebspunkte p_0/p_c [bar.a]: 5,2/20,3; 2,9/17,8; 0,96/15,5; ohne Economizer

Das innere Volumenverhältnis muss dem im Verdichterauswahlprogramm für den spezifizierten Betriebspunkt errechneten optimalen Vi-Wert entsprechen.

Der Emissionsschalldruckpegel L_{pA} in dB(A) in 1 m Abstand von der Maschinenoberfläche (A-Nahpegel bei Freifeldbedingungen auf reflektierende Grundfläche) ist ein um 13 bis 17 dB(A) verminderter Tabellenwert gegenüber dem Schalleistungspegel L_{WA} .

L_{WA} : A-bewerteter Schalleistungspegel nach DIN EN ISO 9614-2 und DIN 45635, Referenz: 1 pW

L_{pA} : A-bewerteter Emissionsschalldruckpegel in 1m Entfernung nach DIN EN ISO 11203, Referenz: 20 μ Pa

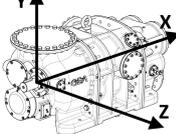
Achtung

Hinweis zur Auslegung der Rohrleitungen

- ▶ Bedingt durch das Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters treten an den Anschlüssen des Schraubenverdichters, insbesondere am Druckstutzen, dynamische Druckanteile mit einer zu der Antriebsdrehzahl multipliziert mit der Zähnezahl des Hauptrotors proportionalen Frequenz auf.
 - ▶ Bei der Auslegung der Anschlussrohrleitungen sind die von der Schallgeschwindigkeit abhängigen kritischen Rohrlängen zu beachten, um Resonanzen zu vermeiden.
 - ▶ Die Schallabstrahlung des Aggregats wird durch solche Druckpulsationen in Rohrleitungen wesentlich beeinflusst.
-

Baureihe LT; Baugrößen P - XH

Schwingungen, Schall, zulässige Rohrleitungskräfte; Baugrößen XG, XH

ZULÄSSIGE ROHRLEITUNGSKRÄFTE UND -MOMENTE einschließlich Gaskräften				
maximal zulässiger Druck	Angriffspunkt		Vektor	Verdichterbaugröße
				XG/XH
28 bar	Saugstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	x	7000
			y _{max}	16300
			y _{min}	-25000
		Moment [Nm]	z	8500
			x	9700
			y	7200
	Druckstutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse 8.8	Kraft [N]	z	7200
			x	6000
			y	10000
		Moment [Nm]	z	6000
			x	5100
			y	4200
	Ecostutzen: Schrauben- Festigkeitsklasse A2-70	Kraft [N]	z	4200
			x	2100
			y	5300
Moment [Nm]		z	3400	
		x	2800	
		y	2200	
			z	1900

8.18 Einsatzgrenzen; Baugrößen P - XH

Der Verdichter und die verbauten Komponenten sind für bestimmte Betriebsbedingungen ausgelegt, die für ein sicheres Arbeiten des Verdichters eingehalten werden müssen.

Vorsicht

Schädigung des Verdichters und des Verdichteraggregates

- ▶ Die nachfolgend angegebenen minimalen und maximalen Grenzwerte müssen unbedingt eingehalten werden.
- ▶ Der konstruktiv bedingte maximale zulässige Druck gemäß Erzeugnisschild darf nicht überschritten werden.
- ▶ Darüber hinaus gelten projektspezifische Einschränkungen bzw. Grenzwerte, die gesondert vereinbart werden können.

Prozessparameter		Einsatzgrenzen	
zulässiger Druck (EN 378) (Überdruck)	p	max	28 bar / 52 bar, gemäß Erzeugnisschild
Ansaugtemperatur ²⁵	t_{0h}	min	- 60°C
Endtemperatur	t_e	max	120°C
Druckverhältnis	p_c / p_0	min	1,5
		max	22
Druckdifferenz	$p_c - p_0$	min	0,8 bar
Öldruck Funktionsöl ²⁶	$p_{öl}$	min *	$p_c + 0,5 \text{ bar}^{27}$
		max *	$p_c + 3,5 \text{ bar (Richtwert)}^{28}$
Öltemperatur	$t_{öl}$	min	18°C
		max	80°C
Ölviskosität	ν	min	7 mm ² /s (cSt) 15 mm ² /s (cSt) bei XG, XH
		max	70 mm ² /s (cSt)
Saugfiltermaschenweite	W_s	max	140 µm
Filterfeinheit Öl	$W_{öl}$	max	15 µm (Funktionsöl) bei offenen Prozessen (Gasverdichtung) oder $p > 28 \text{ bar}$
			25 µm (Funktionsöl) bei geschlossenen Prozessen, $p < 28 \text{ bar}$
			40 µm Injektionsöl, $\beta_{(40)} \geq 200$

* mit der Verdichtersteuerung zu überwachende Prozessparameter einschließlich Warn- und Abschaltwerte für das Verdichteraggregat.

25 Es ist ein trocken-gesättigter Dampf beim Ansaugvorgang zu garantieren (keine Flüssigkeit).

26 gemessen zwischen Ölpumpe und Verdichter

27 Bei Unterschreitung des Wertes ist der Verdichter abzuschalten.

28 Bei Überschreitung eines Wertes von $p + 4,5 \text{ bar}$ ist der Verdichter abzuschalten.

Umgebungsbedingungen	
Umgebungstemperatur	Wertebereich / zur Beachtung
Inbetriebnahme Verdichter	+5 °C ... +45 °C Achtung Anforderung an die Mindest Umgebungstemperatur zur Vermeidung von Verdichterschäden. ▶ Die minimale Umgebungstemperatur von 5 °C muss mindestens 12 Stunden vor Inbetriebnahme des Verdichters erreicht sein.
Verdichterbetrieb	-20 °C ... +45 °C

Antriebsparameter								
Verdichter-Baugröße		P	R/ S/ T	V/ W/ Y	Z/ XA	XB/ XC/ XD	XE/ XF	XG/ XH
max. Antriebsleistung (kW) bei	3000 min ⁻¹	530	530	1250	1250	1800	3280	3472
	3600 min ⁻¹	640	640	1500	1500	2160	3940	4193
	4500 min ⁻¹	-	800	-	-	-	-	-
max. Nenndrehmoment *)	Nm	1700	1700	4000	4000	5750	10440	11278
max. zulässige Drehzahlen	min ⁻¹	3600	4500	3600	3600	3600	3600	3600
min. zulässige Drehzahl	min ⁻¹	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500

*) Bei Antrieb des Verdichters mit einem anderen als einen elektrischen Antrieb, reduziert sich das maximale Drehmoment um 25%.

Achtung

Anwendungsvorschriften

► Alle in den Abschnitten "Einsatzgrenzen", "Aufstellung" und die nachfolgend aufgeführten Anforderungen müssen für die Gewährleistung des sicheren Betriebs des Verdichters erfüllt sein!

Verdichter für einen Enddruck bis 52 bar sind aus einem Gehäusewerkstoff höherer Festigkeit gefertigt und mit speziellen Bauteilen ausgerüstet.

Mindestansaugüberhitzung bei Verdichtereintritt: „Nasse“ Fahrweise ist auszuschließen.

Für $\Delta p = p_c - p_o \leq 4$ bar ist bei Verdichtern der Baureihe LT mit Vi-Verstellung ein Funktionsöldruck von $p_{\text{ÖI}} \geq p_o + 4,5$ bar zu gewährleisten.

Für $\pi \geq 8$ ist ein Gasschwingungsschutz erforderlich.

Für den CO₂-Einsatz ist bei den Verdichtern aller Baugrößen, in Abhängigkeit von der Einsatzbedingung, die Verwendung einer Vollstrom-Ölpumpe für Injektions- und Funktionsöl zu überprüfen; bei den Baugrößen Z bis XH ist in Abhängigkeit von der Einsatzbedingung die Verwendung einer Vollstrom-Ölpumpe oder einer Teilstrom-Ölpumpe für das Funktionsöl zu überprüfen.

Die Verdichtungsendtemperatur t_e muss mindestens 10 K über der Kondensationstemperatur t_c liegen ($t_e \geq t_c + 10$ K).

Auf Grund der Löslichkeit von Kältemittel im Öl gilt:

- für Ammoniak:
 - $t_e \geq t_{\text{ÖI}} + 5$ K;
 - $t_e \geq t_{\text{ÖI}} + 10$ K, bei Verwendung eines PAG-Öles (Löslichkeit des Kältemittels im Öl).
- für R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R507, CO₂, Erdgas, Kohlenwasserstoff-Verbindungen:
 - $t_e \geq t_{\text{ÖI}} + 10$ K, bei Löslichkeit des Kältemittels im Öl.

→ **Zur Bestimmung der zulässigen Differenz zwischen Verdichtungsendtemperatur (t_e) und Öleintrittstemperatur ($t_{\text{ÖI}}$) sind für den konkreten Einsatzfall die Ermittlung der Viskosität und das Löslichkeitsdiagramm für die Kältemittel-Öl -Paarung des Schmierstofflieferanten zu beachten.**

Es ist eine Ölviskosität von $\geq 7 \dots 70$ cSt für die Lagerölversorgung zu gewährleisten (Baugrößen XG, XH: $\geq 15 \dots 70$ cSt). Die Viskositätsabsenkung durch im Öl gelöstes Kältemittel ist zu beachten!

Grenzwerte für Temperaturdifferenzen werden im Verdichterauswahlprogramm berücksichtigt.

Die Öltemperatur vor Eintritt in den Verdichter muss mindestens 18°C betragen, gegebenenfalls ist das Öl vorzuwärmen.

Die Temperaturänderungsgeschwindigkeit an der Saugseite des Verdichters darf 0,1 K/s nicht überschreiten.

Drehrichtung: Mit Blick auf die Verdichterwelle im Uhrzeigersinn.

Für Einsatzfälle außerhalb der zulässigen Drehzahlen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu nehmen.

p_c	Kondensationsdruck / Enddruck	t_{0h}	Ansaugtemperatur (Verdichtereintritt)
p_o	Saugdruck	t_e	Endtemperatur (Verdichteraustritt)

Δp	Druckdifferenz ($p_c - p_0$)	t_c	Kondensationstemperatur
π	Druckverhältnis (p_c / p_0)	$t_{\text{ÖI}}$	Öleintrittstemperatur in den Verdichter

Anmerkungen:

1. Bei Überprüfung eines konkreten Einsatzfalles sind alle in den Tabellen angegebenen Bedingungen zu berücksichtigen und einzuhalten.
2. Werden für einen speziellen Anwendungsfall die angegebenen Grenzen nicht eingehalten, so ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.
3. Neben den in den Tabellen aufgeführten Einsatzgrenzen sind die einzuhaltenden Betriebsbedingungen des jeweiligen Verdichters zu berücksichtigen (z. B. Startregime, Öldruck, Ölmenge usw.).
4. In Abhängigkeit von den kältetechnischen Anforderungen erfolgt der Economizerbetrieb zwischen 100% und ca. 70% Regelschieberposition.
5. Beim Einsatz von **R134a** als Kältemittel und einer **Verflüssigungstemperatur > 60 °C** ist Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.

8.19 Inbetriebnahme, Baugrößen P - XH

8.19.1 Erstinbetriebnahme

Achtung

Allgemeine Vorgaben zur Erstinbetriebnahme des Verdichters

- ▶ Vor der Erstinbetriebnahme ist der Verdichter durch einen Sachverständigen zu überprüfen.
- ▶ Überprüfen Sie die Drehrichtung des Antriebsmotors bei demontierter Kupplung.
- ▶ Drehen Sie den Verdichter bei stromlosen Antriebsmotor und montierter Kupplung manuell an der Antriebswelle, um die Funktionsfähigkeit des Verdichters zu überprüfen.
- ▶ Führen Sie eine Druckprobe gemäß der Installations- und Wartungsanleitung durch.
- ▶ Führen Sie eine Vakuumprobe gemäß der Installations- und Wartungsanleitung durch.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter sowohl mechanisch, als auch elektrisch korrekt und vollständig angeschlossen ist.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter an alle erforderlichen Medien angeschlossen ist. Vergleichen Sie hierzu auch das auf dem Typenschild angegebene P+I Schema mit der dem Verdichter zugehörigen Dokumentation.
- ▶ Stellen Sie unmittelbar vor der Inbetriebnahme fest, dass die sichere Zufuhr mit allen erforderlichen Medien möglich ist. Öffnen Sie dazu alle notwendigen manuell zu betätigenden Absperrventile entsprechend des P+I Schemas des Aggregates.

Achtung

Allgemeiner Hinweis bei der Verwendung kältemittellöslicher Öle.

- ▶ Bei Erstinbetriebnahme und bei Inbetriebnahme nach längerem Stillstand oder Wartung des Verdichters, ist vor Inbetriebnahme des Schraubenverdichter-Aggregates für eine ausreichende Vermischung von Kältemittel und Öl zu sorgen, da die hohe Viskosität des unvermischten Öles zu Lagerschäden führt.

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE LT (BAUGRÖßEN P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH):

1. Position des Regelschiebers im Minimumbereich

- Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3 bei Ausstattung des Verdichters mit einem Magnetventilblock,
Ansteuerung des Magnetventils Y2/Y3 bei Ausstattung des Verdichters mit einem Wegeventilblock, Regelrichtung Minimum.
- Start der externen Ölpumpe, um den Regelschieber in die MIN-Position zu verschieben.
- Stromsignal der Positionsanzeige des Regelschiebers muss bei Start betragen: 4...5 mA (0%...6%).

2. Zeitliche Reihenfolge und Einschränkungen

- Start der Ölpumpe vor Inbetriebnahme des Antriebsmotors
- Inbetriebnahme des Antriebsmotors, wenn die geforderte Min-Position des Regelschiebers und der Öldruck innerhalb der ersten 15 Sekunden nach dem Start der Ölpumpe erreicht werden.
- Werden eine oder beide Forderungen in dieser Zeit nicht erreicht, läuft die Ölpumpe bis maximal 180 Sekunden weiter, bis beide Forderungen erfüllt sind. Die Inbetriebnahme des Antriebsmotors unmittelbar danach ist jedoch untersagt.

3. Öldruck

- Die Öldrücke sind dem Abschnitt "Betriebsparameter / Grenzwerte" zu entnehmen.
- Vor dem Start des Verdichters ist durch die Steuerung:
 - der minimale und der maximale Öldifferenzdruck zu überwachen.
 - der maximale Öldruck zu überwachen.
- Nach der Inbetriebnahme des Antriebsmotors ist in der ersten Minute ein Ausfall des Öldruckes $p_{\text{Öl}}$ für 10 Sekunden, danach für 6 Sekunden zulässig.

4. Öltemperatur

- Die Öleintrittstemperatur in den Verdichter muss mindestens 18°C bei einer Ölviskosität von ≤ 70 cSt betragen (siehe Abschnitt "Betriebsparameter / Grenzwerte").

Achtung

Schädigung des Verdichters durch Ölfüllung des Arbeitsraumes.

- ▶ Es ist eine Pausenzeit von 600 Sekunden nach Abschalten der Ölpumpe erforderlich, wenn der Startversuch zwischen 15 Sekunden und 180 Sekunden beträgt. Erst danach darf die Ölpumpe wieder gestartet und der Antriebsmotor in Betrieb genommen werden.
 - ▶ Der Verdichter wurde mit Öl gefüllt, welches innerhalb der 600 Sekunden Pausenzeit aus dem Verdichter abfließt.
 - ▶ Läuft die Ölpumpe bei einem Startversuch länger als 180 Sekunden, ist ein weiterer Start untersagt.
 - ▶ Durch die Verdichtersteuerung ist eine Störungsmeldung anzugeben.
 - ▶ Es ist nach der Störungsursache zu suchen.
-

STOPPBEDINGUNGEN

Vor dem Stopp des Verdichters ist der Schieber in die MIN-Position zu verfahren.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit einer externen Ölpumpe.

- ▶ Bei der Verwendung einer **externen Ölpumpe** zur Versorgung des Verdichters mit Öl, ist die Ölpumpe **bei Stopp** des Antriebsmotors gleichzeitig **außer Betrieb** zu nehmen.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit Frequenzumrichter

- ▶ Bei der Verwendung eines drehzahlgeregelten Antriebs mit Frequenzumrichter hat der Stopp, parametrisiert im Frequenzumrichter, im Modus **"Free Wheel" / "Freier Auslauf"** zu erfolgen.

Einschaltsperrzeit (Start to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Einschalt-Intervalle.

- ▶ Die minimale Einschaltsperrzeit, Wartezeit zwischen zwei Einschaltungen, muss **mindestens 600 Sekunden** betragen, wenn vom Hersteller des Antriebsmotors keine höhere Einschaltsperrzeit gefordert ist.

Zwangspause (Stopp to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Stopp-Intervalle.

- ▶ Die minimale Zwangspause, Zwangstillstand nach Verdichterstopp, muss **mindestens 10 Sekunden** betragen.

8.19.2 Inbetriebnahme nach längerer Stillstandszeit

Achtung

Allgemeiner Hinweis zur sicheren Inbetriebnahme.

- ▶ Vor der Inbetriebnahme nach längerer Stillstandszeit ist der Verdichter durch unterwiesenes Bedienpersonal zu überprüfen.
- ▶ Drehen Sie den Verdichter bei stromlosen Antriebsmotor und montierter Kupplung manuell an der Antriebswelle, um die Funktionsfähigkeit des Verdichters zu überprüfen.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter sowohl mechanisch, als auch elektrisch korrekt und vollständig angeschlossen ist.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter an alle erforderlichen Medien angeschlossen ist. Vergleichen Sie hierzu gegebenenfalls auch das auf dem Typenschild angegebene P+I Schema mit der dem Verdichter zugehörigen Dokumentation.
- ▶ Stellen Sie unmittelbar vor der Inbetriebnahme fest, dass die Zufuhr mit allen erforderlichen Medien möglich ist. Öffnen Sie dazu alle notwendigen manuell zu betätigenden Absperrventile entsprechend des P+I Schemas des Aggregates.

Achtung

Allgemeiner Hinweis bei der Verwendung kältemittellöslicher Öle.

- ▶ Bei Erstinbetriebnahme und bei Inbetriebnahme nach längerem Stillstand oder Wartung des Verdichters, ist vor Inbetriebnahme des Schraubenverdichter-Aggregates für eine ausreichende Vermischung von Kältemittel und Öl zu sorgen, da die hohe Viskosität des unvermischten Öles zu Lagerschäden führt.

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE LT (BAUGRÖßEN P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH):

1. Position des Regelschiebers im Minimumbereich

- Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3 bei Ausstattung des Verdichters mit einem Magnetventilblock,
Ansteuerung des Magnetventils Y2/Y3 bei Ausstattung des Verdichters mit einem Wegeventilblock, Regelrichtung Minimum.
- Start der externen Ölpumpe, um den Regelschieber in die MIN-Position zu verschieben.
- Stromsignal der Positionsanzeige des Regelschiebers muss bei Start betragen: 4...5 mA (0%...6%).

2. Zeitliche Reihenfolge und Einschränkungen

- Start der Ölpumpe vor Inbetriebnahme des Antriebsmotors
- Inbetriebnahme des Antriebsmotors, wenn die geforderte Min-Position des Regelschiebers und der Öldruck innerhalb der ersten 15 Sekunden nach dem Start der Ölpumpe erreicht werden.
- Werden eine oder beide Forderungen in dieser Zeit nicht erreicht, läuft die Ölpumpe bis maximal 180 Sekunden weiter, bis beide Forderungen erfüllt sind. Die Inbetriebnahme des Antriebsmotors unmittelbar danach ist jedoch untersagt.

3. Öldruck

- Die Öldrücke sind dem Abschnitt "Betriebsparameter / Grenzwerte" zu entnehmen.
- Vor dem Start des Verdichters ist durch die Steuerung:
 - der minimale und der maximale Öldifferenzdruck zu überwachen.
 - der maximale Öldruck zu überwachen.
- Nach der Inbetriebnahme des Antriebsmotors ist in der ersten Minute ein Ausfall des Öldruckes $p_{\text{Öl}}$ für 10 Sekunden, danach für 6 Sekunden zulässig.

4. Öltemperatur

- Die Öleintrittstemperatur in den Verdichter muss mindestens 18°C bei einer Ölviskosität von ≤ 70 cSt betragen (siehe Abschnitt "Betriebsparameter / Grenzwerte").

Achtung

Schädigung des Verdichters durch Ölfüllung des Arbeitsraumes.

- ▶ Es ist eine Pausenzeit von 600 Sekunden nach Abschalten der Ölpumpe erforderlich, wenn der Startversuch zwischen 15 Sekunden und 180 Sekunden beträgt. Erst danach darf die Ölpumpe wieder gestartet und der Antriebsmotor in Betrieb genommen werden.
 - ▶ Der Verdichter wurde mit Öl gefüllt, welches innerhalb der 600 Sekunden Pausenzeit aus dem Verdichter abfließt.
 - ▶ Läuft die Ölpumpe bei einem Startversuch länger als 180 Sekunden, ist ein weiterer Start untersagt.
 - ▶ Durch die Verdichtersteuerung ist eine Störungsmeldung anzugeben.
 - ▶ Es ist nach der Störungsursache zu suchen.
-

STOPPBEDINGUNGEN

Vor dem Stopp des Verdichters ist der Schieber in die MIN-Position zu verfahren.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit einer externen Ölpumpe.

- ▶ Bei der Verwendung einer **externen Ölpumpe** zur Versorgung des Verdichters mit Öl, ist die Ölpumpe **bei Stopp** des Antriebsmotors gleichzeitig **außer Betrieb** zu nehmen.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit Frequenzumrichter

- ▶ Bei der Verwendung eines drehzahlgeregelten Antriebs mit Frequenzumrichter hat der Stopp, parametrisiert im Frequenzumrichter, im Modus **"Free Wheel" / "Freier Auslauf"** zu erfolgen.

Einschaltsperrzeit (Start to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Einschalt-Intervalle.

- ▶ Die minimale Einschaltsperrzeit, Wartezeit zwischen zwei Einschaltungen, muss **mindestens 600 Sekunden** betragen, wenn vom Hersteller des Antriebsmotors keine höhere Einschaltsperrzeit gefordert ist.

Zwangspause (Stopp to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Stopp-Intervalle.

- ▶ Die minimale Zwangspause, Zwangstillstand nach Verdichterstopp, muss **mindestens 10 Sekunden** betragen.

8.19.3 Automatik-Betrieb (Start-Stop Betrieb)

Achtung

Allgemeiner Hinweis zur sicheren Inbetriebnahme.

- ▶ Vor der Inbetriebnahme nach längerer Stillstandzeit ist der Verdichter durch unterwiesenes Bedienpersonal zu überprüfen.
- ▶ Drehen Sie den Verdichter bei stromlosen Antriebsmotor und montierter Kupplung manuell an der Antriebswelle, um die Funktionsfähigkeit des Verdichters zu überprüfen.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter sowohl mechanisch, als auch elektrisch korrekt und vollständig angeschlossen ist.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Verdichter an alle erforderlichen Medien angeschlossen ist. Vergleichen Sie hierzu gegebenenfalls auch das auf dem Typenschild angegebene P+I Schema mit der dem Verdichter zugehörigen Dokumentation.
- ▶ Stellen Sie unmittelbar vor der Inbetriebnahme fest, dass die Zufuhr mit allen erforderlichen Medien möglich ist. Öffnen Sie dazu alle notwendigen manuell zu betätigenden Absperrventile entsprechend des P+I Schemas des Aggregates.

Achtung

Allgemeiner Hinweis bei der Verwendung kältemittellöslicher Öle.

- ▶ Bei Erstinbetriebnahme und bei Inbetriebnahme nach längerem Stillstand oder Wartung des Verdichters, ist vor Inbetriebnahme des Schraubenverdichter-Aggregates für eine ausreichende Vermischung von Kältemittel und Öl zu sorgen, da die hohe Viskosität des unvermischten Öles zu Lagerschäden führt.

STARTBEDINGUNGEN FÜR VERDICHTER DER BAUREIHE LT (BAUGRÖßEN P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH):

1. Position des Regelschiebers im Minimumbereich

- Ansteuerung der Magnetventile Y2 und Y3 bei Ausstattung des Verdichters mit einem Magnetventilblock,
Ansteuerung des Magnetventils Y2/Y3 bei Ausstattung des Verdichters mit einem Wegeventilblock, Regelrichtung Minimum.
- Start der externen Ölpumpe, um den Regelschieber in die MIN-Position zu verschieben.
- Stromsignal der Positionsanzeige des Regelschiebers muss bei Start betragen: 4...5 mA (0%...6%).

2. Zeitliche Reihenfolge und Einschränkungen

- Start der Ölpumpe vor Inbetriebnahme des Antriebsmotors
- Inbetriebnahme des Antriebsmotors, wenn die geforderte Min-Position des Regelschiebers und der Öldruck innerhalb der ersten 15 Sekunden nach dem Start der Ölpumpe erreicht werden.
- Werden eine oder beide Forderungen in dieser Zeit nicht erreicht, läuft die Ölpumpe bis maximal 180 Sekunden weiter, bis beide Forderungen erfüllt sind. Die Inbetriebnahme des Antriebsmotors unmittelbar danach ist jedoch untersagt.

3. Öldruck

- Die Öldrücke sind dem Abschnitt "Betriebsparameter / Grenzwerte" zu entnehmen.
- Vor dem Start des Verdichters ist durch die Steuerung:
 - der minimale und der maximale Öldifferenzdruck zu überwachen.
 - der maximale Öldruck zu überwachen.
- Nach der Inbetriebnahme des Antriebsmotors ist in der ersten Minute ein Ausfall des Öldruckes p_{OI} für 10 Sekunden, danach für 6 Sekunden zulässig.

4. Öltemperatur

- Die Öleintrittstemperatur in den Verdichter muss mindestens 18°C bei einer Ölviskosität von ≤ 70 cSt betragen (siehe Abschnitt "Betriebsparameter / Grenzwerte").

Achtung

Schädigung des Verdichters durch Ölfüllung des Arbeitsraumes.

- ▶ Es ist eine Pausenzeit von 600 Sekunden nach Abschalten der Ölpumpe erforderlich, wenn der Startversuch zwischen 15 Sekunden und 180 Sekunden beträgt. Erst danach darf die Ölpumpe wieder gestartet und der Antriebsmotor in Betrieb genommen werden.
 - ▶ Der Verdichter wurde mit Öl gefüllt, welches innerhalb der 600 Sekunden Pausenzeit aus dem Verdichter abfließt.
 - ▶ Läuft die Ölpumpe bei einem Startversuch länger als 180 Sekunden, ist ein weiterer Start untersagt.
 - ▶ Durch die Verdichtersteuerung ist eine Störungsmeldung anzugeben.
 - ▶ Es ist nach der Störungsursache zu suchen.
-

STOPPBEDINGUNGEN

Vor dem Stopp des Verdichters ist der Schieber in die MIN-Position zu verfahren.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit einer externen Ölpumpe.

- ▶ Bei der Verwendung einer **externen Ölpumpe** zur Versorgung des Verdichters mit Öl, ist die Ölpumpe **bei Stopp** des Antriebsmotors gleichzeitig **außer Betrieb** zu nehmen.

Achtung

Vorgabe für den Betrieb mit Frequenzumrichter

- ▶ Bei der Verwendung eines drehzahlgeregelten Antriebs mit Frequenzumrichter hat der Stopp, parametrisiert im Frequenzumrichter, im Modus **"Free Wheel" / "Freier Auslauf"** zu erfolgen.

Einschaltsperrzeit (Start to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Einschalt-Intervalle.

- ▶ Die minimale Einschaltsperrzeit, Wartezeit zwischen zwei Einschaltungen, muss **mindestens 600 Sekunden** betragen, wenn vom Hersteller des Antriebsmotors keine höhere Einschaltsperrzeit gefordert ist.

Zwangspause (Stopp to Start)

Achtung

Schädigung des Verdichters durch kurze Stopp-Intervalle.

- ▶ Die minimale Zwangspause, Zwangstillstand nach Verdichterstopp, muss **mindestens 10 Sekunden** betragen.
-

9 ELEKTROANSCHLÜSSE

Wegsensoren / Einzelventile / Ventilblöcke

Teil	Anschlusswert	Ausgangssignal	Zweck	Verdichter Baugröße
Wegsensor	24 V (DC)	4-20 mA	Positionsanzeige Regelschieber (Primärschieber) Positionsanzeige Regelschieberbegrenzung (Sekundärschieber)	C, D, E, G H, L, M, N, P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH
Einzelventile	24 V (DC) 24 V (AC) 110 V (50/60 Hz) 220/230 V (50/60 Hz) 230/ 240 V (50/60 Hz) ATEX*	-	Betätigung der Leistungsregelung Betätigung der kombinierten Vi-Teillastverstellung Betätigung des saugseitigen Rückschlagventils (Heißgasventil)	C, D, E, G, H, L, M, N,
Ventilblock 2 Ventilblock 4	110/120 V (50/60 Hz) ATEX*	-	Betätigung Leistungsregelung mit Ventilblock 4 oder kombinierte Vi-Teillastverstellung mit Ventilblock 2 und 4	P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH
Wegeventilblock	24 V (DC) ATEX, UL 110 V (50/60 Hz) ATEX, UL 230/ 240 V (50/60 Hz) ATEX	-	Betätigung der Leistungsregelung Betätigung der kombinierten Vi-Teillastverstellung	P, R, S, T, V, W, Y, Z, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH

Die mit * gekennzeichneten Spulenkörper müssen gegen UV-Strahlung und gegen Feuchtigkeit geschützt sein.

Anschlusschema Wegsensor

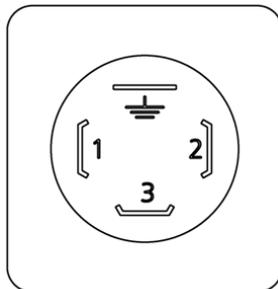


Abb.44: Anschlusschema Wegsensor

Anschlussbelegung:

- 1 : Spannung. 24V DC
- 2 : Nullleiter -, 0V DC
- 3 : Signalausgang, 4 - 20 mA
- ⊖ nicht belegt

Ausgangssignal:

Min-Pos. Regelschieber:	4 mA
Max-Pos. Regelschieber:	20 mA
Regelschieberbegrenzung	4 mA
Position Min:	20 mA
Position Max:	

Vorsicht

Anwendungsvorschrift!

- Schraubenverdichter mit variablem Vi dürfen nur dann betrieben werden, wenn der von Grasso vorgegebene Algorithmus zur Vi-Verstellung in der Verdichtersteuerung implementiert ist.

MAGNETVENTILE
Anschlussschema

Ventilblock 4
Installiert bei Verdichtern der Baureihe LT

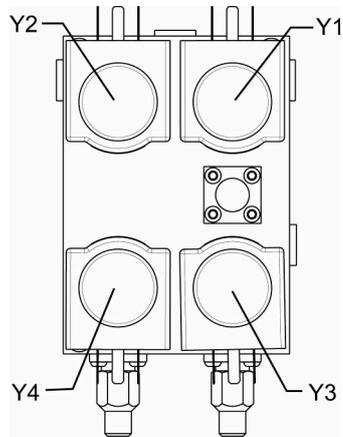


Abb.45: Ventilblock 4

Ventilblock 2
nur bei Verdichtern mit variablem Vi der Baureihe LT

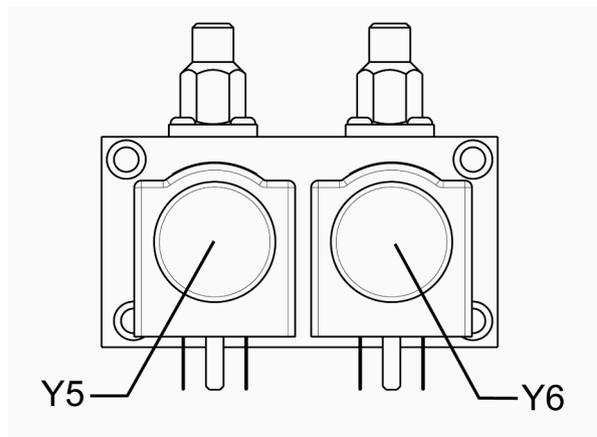


Abb.46: Ventilblock 2

Baureihe LT

Ventilblock 4 für Vi-Verstellung Baureihe LT, in Kombination mit Ventilblock 2, bei Vollastbetrieb (Modus 3).

Vi-Vergrößerung:
Verstellung Primärschieber in Richtung Druckseite: Y2 und Y3 geöffnet
Y1 und Y4 geschlossen

Vi-Verkleinerung:
Verstellung Primärschieber in Richtung Saugseite: Y1 und Y4 geöffnet
Y2 und Y3 geschlossen

Teillastbetrieb: (Modus 1)	Y5 geöffnet Y6 geschlossen
Teillastbetrieb: (Modus 2) Leistungsverkleinerung durch Verstellung Sekundärschieber in Richtung Saugseite	Y5 geöffnet Y6 geschlossen
Leistungsvergrößerung durch Verstellung Sekundärschieber in Richtung Druckseite	Y5 geschlossen Y6 geöffnet
Vollastbetrieb: (Modus 3) Sekundärschieber wird zur Vi-Verstellung mit Primärschieber gemeinsam verstellt	Y5 geschlossen Y6 geöffnet

Alternativlösung bei den Baugrößen XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH:
 Wegeventilblöcke für Leistungsregelung und optional Vi-Verstellung

Wegeventilblock Leistungsregelung

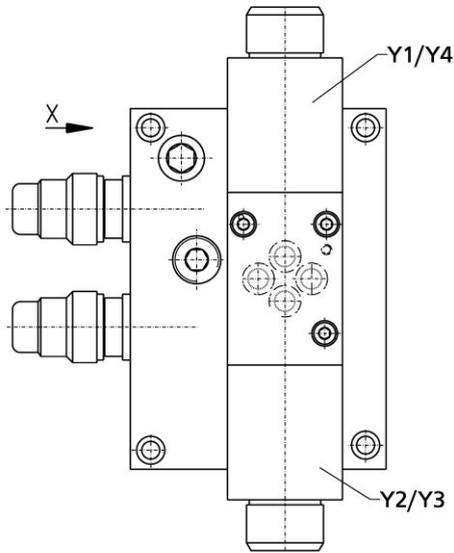


Abb.47: Anschlussschema Wegeventilblock Leistungsregelung

Leistungsregelung

Regelrichtung MAX:	Y1/Y4	geöffnet
	Y2/Y3	geschlossen
Regelrichtung MIN:	Y2/Y3	geöffnet
	Y1/Y4	geschlossen

Wegeventilblock Vi-Verstellung

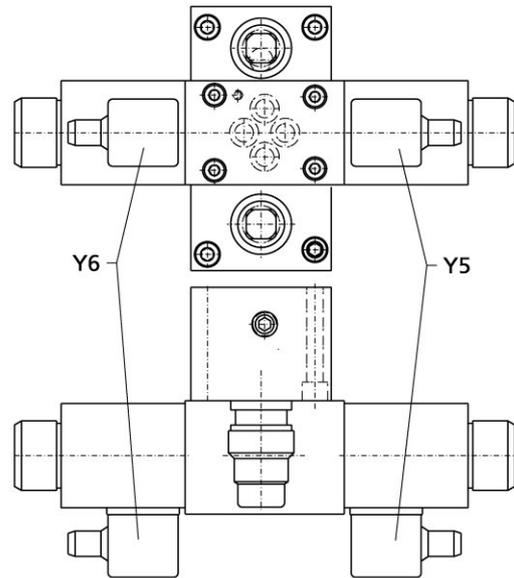


Abb.48: Anschlussschema Wegeventilblock Vi-Verstellung

Kombinierte Vi-/ Teillastregelung

Leistungsregelung im oberen Teillastbetrieb:

Leistungsvergrößerung	Y5	geschlossen
	Y6	geöffnet
Leistungsverkleinerung:	Y5	geöffnet
	Y6	geschlossen

Vi-Verstellung im Volllastbetrieb:

	Y6	generell geöffnet
	Y5	generell geschlossen
Vi-Vergrößerung	Y2/Y3	geöffnet
	Y1/Y4	geschlossen
Vi-Verkleinerung	Y2/Y3	geschlossen
	Y1/Y4	geöffnet

10 BETRIEBSDATENÜBERWACHUNG

Vorsicht

Personenschäden und Sachschäden durch Nichteinhaltung der Einsatzgrenzen!

- ▶ Verdichter dürfen nur innerhalb der vorgegebenen Einsatzgrenzen betrieben werden.
- ▶ Grenzwerte und Hinweise sind dem Verdichterauswahlprogramm und den Abschnitten **Einsatzgrenzen** zu entnehmen.

Folgende Parameter sind während des Verdichterbetriebes mindestens zu erfassen und zu überwachen:

Parameter	Zu erfassen	Zweck
Strom des Antriebsmotors	oberer Grenzwert (Nennstrombegrenzung)	Schutz von Motor und Verdichter
Drehzahl des Antriebsmotors ¹⁾	Drehzahl des Antriebsmotors	Einhaltung der minimal und maximal zulässigen Drehzahl
Position Regelschieber (Primärschieber)	Min.-Stellung	Gewährleistung der entlasteten Inbetriebnahme
	gesamter Verstellweg zwischen der Min.- und Max.-Stellung des Schiebers	- Zur Teillastregelung - Zur kombinierten Vi- Teillastregelung ²⁾
Position variable Regelschieberbegrenzung (Sekundärschieber) ³⁾	gesamter Verstellweg zwischen $V_{i_{max}}$ und $V_{i_{min}}$	Vi-Einstellung
Saugdruck	Saugdruck im vorzugebenden Messbereich	Regelgröße für Leistungsregelung und Vi-Einstellung
Verdichtungsenddruck	oberer Grenzwert	Schutz des Verdichters und der nachfolgenden Anlagenteile
	Verdichtungsenddruck im vorzugebenden Messbereich ⁴⁾	Regelgröße für Vi-Einstellung
Verdichtungsendtemperatur ⁴⁾	oberer Grenzwert	Schutz des Verdichters und der nachfolgenden Anlagenteile
Öltemperatur vor Verdichter	Ölzuführungstemperatur für Lager und Wellendichtung im vorzugebenden Messbereich	Schutz des Verdichters
Öldruck (vor Verdichter nach Ölpumpe)	Differenzdruck zwischen Öldruck und Verdichtungsenddruck	Schutz des Verdichters

¹⁾ Bei drehzahlgeregelten Antriebsmotoren.

²⁾ Bei Verdichtern mit variablem Vi.

³⁾ Es wird nach Vereinbarung ein Positionsgeber für die variable Regelschieberbegrenzung (Sekundärschieber) installiert.

⁴⁾ Erfassung mit Gebern geringer Zeitkonstante k ($k < 10 \text{ sec}$).

11 SCHMIERÖLE FÜR SCHRAUBENVERDICHTER

11.1 Freigegebene Öle

Die aktuell gültige Ölliste der vom Hersteller freigegebener Öle für Schraubenverdichter ist beim Hersteller hinterlegt.

11.2 HINWEISE ZUR AUSWAHL VON KÄLTEMASCHINENÖL

Die Eigenschaften des Kältemaschinenöles beeinflussen die Funktionsweise einer Kälteanlage mit ölüberfluteten Schraubenverdichtern, da trotz hochwirksamer Ölabscheider nicht auszuschließen ist, dass Reste des Kältemaschinenöles in den Kältemittelkreislauf gelangen. Deshalb sind bei der Ölauswahl neben

- einer ausreichenden Schmierfähigkeit des Öles an den Lagerstellen des Schraubenverdichters (Mindestölviskosität unter Berücksichtigung der Löslichkeit von Kältemitteln in Öl in Abhängigkeit von Druck und Temperatur),
- der Dampfdruck des Öles für ein gutes Abscheideverhalten im Ölabscheider,
- eine ausreichende Kaltfließfähigkeit des Öles bei Verdampfungstemperatur und bei Ansaugtemperatur,
- die Anforderungen an die Mischbarkeit der flüssigen Phasen von Kältemittel und Öl (Mischungslücke)

zu berücksichtigen.

Das verwendete Kältemittel, die Einsatzbedingungen und die konkrete Anlagenkonstruktion bestimmen die geforderten Eigenschaften des Kältemaschinenöles.

Derzeit werden 5 verschiedene Grundölsorten verwendet:

1. **M, M*:** Mineralöle für Ammoniak und R22
2. **PAO:** Polyalphaolefine für Ammoniak und CO₂ (R744), R290, R1270.
3. **AB:** Alkylbenzen für Ammoniak und R22
4. **PAG:** Polyglykol (PAG-Öl) für Ammoniak, sowie für Erdgas und Kohlenwasserstoffverbindungen, R290, R1270.
5. **E:** Esteröl für R22, R404A, R134a, R 507 und CO₂, sowie weitere Kältemittelgemische, wie z.B. R410A und R407C

Neben den reinen Grundölkomponenten werden auch Mischungen aus Mineralöl oder Alkylbenzen mit Polyalphaolefin verwendet.

Die Eigenschaften der Kältemittel in Bezug auf die genannten Öle sind sehr verschieden.

An das Arbeitsstoffpaar Kältemittel und Kältemaschinenöl werden dabei 2 grundlegende Anforderungen gestellt:

- eine Mindestölviskosität von 7 cSt, maximal 70 cSt, am Verdichtereintritt unter Berücksichtigung der Löslichkeit von Kältemittel in Öl
 - Für die Baugrößen XG, XH ist eine Mindestölviskosität von 15 cSt am Verdichtereintritt unter Berücksichtigung der Löslichkeit von Kältemittel in Öl gefordert.

und

- die Mischbarkeit der beiden flüssigen Phasen eines Ölanteiles (etwa 1 bis 2 %) und des Kältemittels.

Außer der Anforderung an eine ausreichende Schmierölviskosität müssen die Verdichtungsendtemperaturen im Verdichter so hoch sein, dass das mit Kältemittel beladene Öl um mindestens 5 K unterkühlt werden kann, damit es im Verdichter bei Druckabsenkung und/oder Temperaturerhöhung zu keiner Schaumbildung kommt, bevor das Öl die Lagerstellen erreicht.

Die zweite Grundanforderung wird von Mineralöl, Alkylbenzen und Polyalphaolefin in Verbindung mit Ammoniak nicht erfüllt, da dort eine 100 %ige Mischungslücke besteht und weder eine Löslichkeit des Kältemitteldampfes im Öl, noch eine Mischbarkeit der flüssigen Phasen gegeben ist. Trotzdem werden diese Öle in NH₃-Anlagen vorzugsweise eingesetzt. Ölfineabscheidestufen verhindern, dass größere Ölanteile in den Kältekreislauf gelangen.

Die genannten Grundölvarianten verursachen unterschiedlich große Ölurfraten, da die Flammpunkte der genannten Öle sehr voneinander abweichen (niedrigster Flammpunkt bei Alkylbenzen von ca. 160 °C, höchster Flammpunkt bei Polyalphaolefin mit deutlich über 200 °C).

Obwohl die Fließfähigkeit des Öles durch den Pourpoint charakterisiert ist, der von den Ölherstellern angegeben wird, weisen die o.g. Grundölsorten eine unterschiedliche VT-Charakteristik auf, so dass bei gleicher Ausgangsviskosität, z.B. von 68 cSt, bei tiefen Temperaturen im Verdampfer Viskositätsunterschiede auftreten können, die sich bei -20 °C zwischen etwa 1500 und 20000 cSt bewegen.

In Bezug auf die Öle haben die Kältemittel folgende Eigenschaften:

- **Ammoniak**

Ammoniak ist in geringem Maße mit Schmierstoffen löslich. Eine mechanische Durchmischung erfolgt jedoch sehr intensiv, so dass im Öl immer Ammoniak mitgeführt wird. Auf Grund des dennoch geringen Ammoniakanteils wird die Schmierfähigkeit des Öles nicht verändert, und die Mischbarkeit zwischen den flüssigen Phasen von Öl und Kältemittel ist ebenfalls nicht gegeben. Deshalb ist eine effiziente Ölabscheidung erforderlich.

- **HFC (z.B. R134a, R404A, R507)**

HFC besitzen kein Chlor und sind in ihrer Anwendung nicht eingeschränkt. Für diese Kältemittel werden Esteröle verwendet. Die größere Löslichkeit dieser Kältemittel im Esteröl muss bei der Ölauswahl beachtet werden, da sich die Ausgangsviskosität des Öles durch die Lösung von Kältemittel in Öl sehr stark verändern kann. Die Fließfähigkeit des Öles im Verdampfer ist auf Grund einer guten Mischbarkeit jedoch in weiten Grenzen gegeben.

Im Folgenden wird eine Beschreibung der wichtigsten Eigenschaften der Hauptölgruppen gegeben:

1. **Mineralöl**

Naphtenbasierte Mineralöle sind am besten geeignet für Kälteanlagen, aber es werden auch paraffinbasierte Öle verwendet. Durch Spezialbehandlung (entparaffinisieren) haben paraffinbasierte Öle mehr oder weniger die gleichen Eigenschaften wie naphtenbasierte Öle. Mineralöle sind gekennzeichnet durch relativ kleine Mischbarkeit zu HCFC's (z. B. R22) bei tieferen Temperaturen. Mineralöle haben einen relativ hohen Viskositätsindex und einen niedrigen Dampfdruck (höherer Flammpunkt) wodurch der Ölwurf positiv beeinflusst wird.

2. **Alkylbenzen (auch bekannt als Alkylbenzol)**

Alkylbenzene sind synthetische Öle, die aus Naturgas hergestellt werden. Sie sind charakterisiert durch hohe Mischbarkeit mit HCFC's (z.B. R22) auch bei tieferen Verdampfungstemperaturen. Alkylbenzene haben eine höhere thermische Stabilität als Mineralöle (Ammoniak Einsatz mit Kolbenkompressoren). Sie neigen jedoch zu einer höheren Schaumbildung als Mineralöle im Ölabscheider und damit zu größerem Ölwurf, bedingt durch den niedrigeren Flammpunkt. Nach einer Umstellung von Mineralöl auf Alkylbenzen ist zu beachten, dass Alkylbenzene eine starke Reinigungswirkung haben und dadurch die Filter nach dem Ölwechsel anfangs schneller verschmutzen als gewohnt.

3. **Polyalphaolefine**

Polyalphaolefine sind synthetische Öle mit hoher chemischer und thermischer Stabilität. Deshalb werden sie bevorzugt eingesetzt in Kompressoren, die mit hohen Verdichtungsendtemperaturen arbeiten, z.B. in Wärmepumpen. Polyalphaolefine werden auch in Ammoniakanlagen eingesetzt. Der sehr niedrige Pourpoint erlaubt sehr tiefe Verdampfungstemperaturen. Der hohe Flammpunkt der Polyalphaolefine führt zu kleinerem Ölwurf.

4. **Esteröle**

Im Gegensatz zu Mineralöl, Alkylbenzen und Polyalphaolefin sind Esteröle zu den neuen nicht-chlorierten HFC's (R134a, R404A, R507 usw.) löslich. Deshalb sind Esteröle derzeit die einzigen Schmierstoffe, die für die HFC's eingesetzt werden können. Esteröle haben einen höheren Flammpunkt, wodurch der Öldampfanteil aus dem Ölabscheider und damit der Ölwurf günstig beeinflusst wird. Esteröle sind hygroskopisch. Sie absorbieren Wasser, wenn sie mit der Atmosphäre in Berührung kommen. Deshalb müssen Esteröle in geschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden. Vor der Ölfüllung muss der Verdichter sorgfältig evakuiert werden.

5. ***Polyglykolöl***

Polyglykolöle sind ammoniaklöslich und sehr hygroskopisch. Deswegen sind die gleichen Anforderungen zu stellen, wie beim Umgang mit Esteröl. Bei der Ölauswahl ist der Abfall der Viskosität durch die Lösung von Kältemittel in Öl zu berücksichtigen. Die Fließfähigkeit des Öles im Verdampfer ist unter Beachtung der Mischbarkeit zwischen Kältemaschinenöl und Kältemittel bei den jeweiligen Verdampfungstemperaturen zu prüfen.

VERWENDETE KENNGRÖSSEN FÜR ÖLE:

Dichte

Für die Ölrückführung kann der Dichteunterschied zwischen Kältemittelflüssigkeit und Öl wichtig sein. Es ist zu berücksichtigen, dass Alkylbenzen eine kleinere Dichte als Mineralöl und Polyglykol eine größere Dichte als Mineralöl aufweist. Die Messmethode zur Dichtemessung ist in DIN 51757 beschrieben.

Viskosität

Gemäß dem Standard ISO 3448 sind Schmiermittel klassifiziert in Viskositätsklassen, die als ISO VG Nr. angegeben wird. Die ISO-Nr. ist dabei nur eine Nennrichtgröße, d. h. die tatsächliche Viskosität darf in bestimmten Bereichen abweichen (DIN 51562). Die Viskositätsangabe bezieht sich auf 40 °C und auf 100 °C.

Viskositätsindex

Der Viskositätsindex gibt den Zusammenhang zwischen der Änderung der Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur an (ISO 2909). Ein hoher Viskositätsindex bedeutet kleinere Viskositätsänderungen bei Temperaturänderungen im Vergleich zu einem niedrigeren Viskositätsindex.

Flammpunkt

Der Flammpunkt zeigt an, bei welcher Temperatur die aus einem beheizten Gefäß entweichenden Dämpfe über eine Flamme gezündet werden können. Die Messmethode ist in ISO 2592 beschrieben. Öle mit einem hohen Flammpunkt haben einen niedrigen Öldampfdruck. Das verbessert die Möglichkeiten der Ölabscheidung von einem verdichteten Gas im Ölabscheider und reduziert den Ölwurf des Verdichters in die Anlage.

Pourpoint

Der Pourpoint ist die Temperatur, bei welcher die Fließfähigkeit des Öles soweit abnimmt, dass es innerhalb von 5 s unter bestimmten Bedingungen nicht mehr aus einem Gefäß ausläuft. Gemäß der Norm ist die Pourpointtemperatur 3 % niedriger als die gemessene Temperatur (Messmethode gemäß ISO 3016). Der Pourpoint ist interessant für Arbeitsstoffpaare, die nicht miteinander löslich sind. Öle mit niedrigerem Pourpoint lassen sich leichter zur Saugseite zurückführen als Öle mit höherem Pourpoint. Aus der Praxis ist jedoch bekannt, dass es möglich ist, Öle auch bei Verdampfungstemperaturen, die tiefer sind als der Pourpoint, einzusetzen ohne dass Betriebsprobleme auftreten.

Flockpunkt

Der Flockpunkt gibt die Temperatur an, bei der R12-Flüssigkeit, der 10 % Öl beigemischt ist, sich durch Wachspartikel trübt, die sich aus dem Öl ausscheiden, wenn es gekühlt wird (Messmethode nach DIN 51351). Der Flockpunkt ist dann von Interesse, wenn Öl und Kältemittel sich mischen lassen. Der Flockpunkt zeigt an, dass ein Öl wenige Wachsbestandteile hat und das Anlagen mit HCFC (z. B. R22) mit niederen Verdampfungstemperaturen betrieben werden können. Bei Wachausscheidungen aus dem Öl können Probleme am Expansionsventil oder an Regelventilen erwartet werden. Für Esteröle wird eine kritische Lösungstemperatur angegeben, gemessen bei einem Gemisch von 10 % Öl und 90 % R134a. Die kritische Lösungstemperatur ist die Temperatur, bei der das Öl sich komplett aus dem Kältemittel ausscheidet (nicht standardisierte Größe).

Anilinpunkt

Der Anilinpunkt gibt die Temperatur an, bei der sich eine durch Erwärmung homogene Lösung mit gleichen Volumenanteilen eines Schmierstoffes bzw. Schmiermittels oder Öls und Anilin beim Abkühlen durch Entmischung wieder trübt. Der Anilinpunkt ist die Messung der Menge an ungesättigtem Kohlenstoff, der im Öl gefunden werden kann. Er ist auch ein Maß für die Verträglichkeit verschiedener Dichtwerkstoffe, mit denen das Öl in Kontakt kommt (Messmethode nach ISO 3977). Die meisten Kältemaschinenöle haben einen niedrigen Anilinpunkt. O-Ringe aus Neopren oder Chloropren quellen und müssen nach einer Demontage ausgetauscht werden.

Neutralisationszahl

Die Neutralisationszahl zeigt den Säuregehalt eines Öles an und wird durch Titration mit Kalilauge (KOH) nachgewiesen. Der Wert wird in mg KOH pro g Öl angegeben (Messmethode nach DIN 51558). Frischöle sollten eine niedrige Neutralisationszahl haben.

Achtung

Hinweise zum Ölwechsel

- ▶ Beim Wechsel der Ölsorte oder des Herstellers eines Öles sollte vorher der Verdichterhersteller konsultiert werden, um Probleme beim Anlagenbetrieb zu vermeiden.
- ▶ Bei unverträglichen Ölsorten sind Ausscheidungen aus dem Öl möglich, die zu Problemen in der Anlage führen können (ÖlfILTER, Schmierfähigkeit der Lager, Ölrückführung nicht gesichert).
- ▶ Sollte es dennoch nötig sein, einen anderen Öltyp einzusetzen, ist es unbedingt notwendig, das gesamte Öl aus der Anlage zu entfernen und Verdichter und Ölabscheider gründlich zu reinigen (möglichst zusätzlicher Spüllauf).

Achtung

Gültigkeit der Ölauswahltabellen

- ▶ Für die Grasso-Schraubenverdichter sind alle zugelassenen Öle in den Ölauswahltabellen angegeben. In Abhängigkeit der Spezifik der Anlage sind die oben angeführten technischen Besonderheiten bei der Ölauswahl zu berücksichtigen.

12 Vorschrift für die Lagerung von Verdichtern

12.1 Vorschrift zur Lagerung von Verdichtern mit einfach wirkender Gleitringdichtung

Der Verdichter ist vor der Montage auf ein Verdichteraggregat auf einer geeigneten Transportpalette eben und in Gebrauchslage (FüÙe nach unten) zu lagern.

Der Verdichter wird ohne Öfüllung ausgeliefert.

Der Verdichter wird bei Auslieferung vom Hersteller verschlossen und mit trockenem Stickstoff gefüllt (0,5 bar Überdruck, Feuchtigkeitsgehalt <300 ppm).

Achtung

Allgemeine Vorschriften zur Lagerung von Verdichtern.

- ▶ Alle nachfolgend aufgeführten Vorschriften sind einzuhalten.
 - ▶ Das Nichteinhalten der Vorschriften führt zu einem Verlust der Gewährleistung.
-

Vorschrift zur Lagerung des Verdichters vor Inbetriebnahme:

- Der Verdichter ist trocken zu lagern.
- Der Verdichter ist an der Kupplung / Antriebswelle in Abständen von 4 Wochen um jeweils vier bis fünf Wellenumdrehung weiterzudrehen.
- Bei einer Lagerung von länger als 16 Wochen:
 - Die werkseitige Stickstofffüllung ist in einem Zeitintervall von 16 Wochen zu überprüfen, zu dokumentieren und gegebenenfalls zu ergänzen (0,5 bar Überdruck, Feuchtigkeitsgehalt <300 ppm).
 - Wurde der Verdichter zwischenzeitlich geöffnet und ist eine weitere längere separate Lagerung vorgesehen, so ist er anschließend mit trockenem Stickstoff zu befüllen (0,5 bar Überdruck, Feuchtigkeitsgehalt <300 ppm).
 - Bei längerer Stillstandszeit besteht die Gefahr, dass die Gleitringdichtung auf der Welle festklebt. Bei Inbetriebnahme kann das zu Beschädigungen an der Gleitringdichtung führen. Deshalb wird der **Ausbau und die Säuberung der Gleitringdichtung** vor der Inbetriebnahme des Verdichters zur Gewährleistung ihrer späteren Funktionstüchtigkeit **vorgeschrieben**:
 - Abbau des Deckels der Gleitringdichtung einschließlich des darin eingesetzten Gegenringes der Dichtung mit Hilfe von zwei Abdrückschrauben.
 - Herausnahme des auf der Welle angeordneten Dichtungspaketes mit dem dazugehörigen Gleitring von Hand oder mittel einer Abzugvorrichtung. Bei loseem Sitz bleibt möglicherweise das Dichtungspaket am Gegenring haften und wird bereits beim Abbau des Deckels mit herausgezogen.
 - Den Wellensitz der Gleitringdichtung mit faserfreiem Tuch **säubern und leicht einfetten**.
 - Das Dichtungspaket auf die Welle schieben.
 - Das Dichtungspaket gegen die wirkende Federkraft von Hand zusammendrücken und überprüfen, ob die Dichtung selbsttätig ausfedert.
 - Den Deckel der Gleitringdichtung montieren.

Vorschrift für die Lagerung von Verdichtern

Vorschrift zur Lagerung von Verdichtern mit einfach wirkender Gleitringdichtung

- Bei einer Stillstandszeit von länger als 6 Monaten vor Inbetriebnahme, ist die Gleitringdichtung vor der Inbetriebnahme des Verdichters durch Demontage, wie oben, zu überprüfen. Die O-Ringe der Gleitringdichtung sind zu ersetzen.

Vorschrift für längere Stillstandszeiten nach Inbetriebnahme:

Bei Außerbetriebnahme des Verdichters über einen längeren Zeitraum (länger als eine Woche) wird folgendes vorgeschrieben:

- Schließen der saug- und druckseitigen Absperrventile des Schraubenverdichteraggregates.
- Verdichter an der Kupplung in Abständen von 4 Wochen um jeweils vier bis fünf Wellenumdrehung weiterdrehen.

12.2 Vorschrift zur Lagerung von Verdichtern mit Dual-Gleitringdichtung

Der Verdichter ist vor der Montage auf ein Verdichteraggregat auf einer geeigneten Transportpalette eben und in Gebrauchslage (Füße nach unten) zu lagern.

Der Verdichter wird ohne Ölfüllung ausgeliefert.

Der Verdichter wird bei Auslieferung vom Hersteller verschlossen und mit trockenem Stickstoff gefüllt (0,5 bar Überdruck, Feuchtigkeitsgehalt <300 ppm).

Achtung

Allgemeine Vorschriften zur Lagerung von Verdichtern.

- ▶ Alle nachfolgend aufgeführten Vorschriften sind einzuhalten.
 - ▶ Das Nichteinhalten der Vorschriften führt zu einem Verlust der Gewährleistung.
-

Vorschrift zur Lagerung des Verdichters vor Inbetriebnahme:

- Der Verdichter ist trocken zu lagern.
- Der Verdichter ist an der Kupplung / Antriebswelle in Abständen von 4 Wochen um jeweils vier bis fünf Wellenumdrehung weiterzudrehen.
- Bei einer Lagerung von länger als 16 Wochen:
 - Die werkseitige Stickstofffüllung ist in einem Zeitintervall von 16 Wochen zu überprüfen, zu dokumentieren und gegebenenfalls zu ergänzen (0,5 bar Überdruck, Feuchtigkeitsgehalt <300 ppm).
 - Wurde der Verdichter zwischenzeitlich geöffnet und ist eine weitere längere separate Lagerung vorgesehen, so ist er anschließend mit trockenem Stickstoff zu befüllen (0,5 bar Überdruck, Feuchtigkeitsgehalt <300 ppm).
- Bei einer Stillstandszeit von länger als 6 Monaten vor Inbetriebnahme, ist vor der Inbetriebnahme des Verdichters eine Vakuumprobe und Dichtigkeitsprobe gemäß Einbauanleitung des Verdichters vorzunehmen. Dabei ist auch der Sperrölraum der Dual- Gleitringdichtung mit einzubeziehen.

Achtung

Wichtiger Hinweis für die Dichtigkeitsprobe.

- ▶ Beachten Sie die Vorschriften und Hinweise der Betriebsanleitung der Gleitringdichtung.

4.1 Verdichter mit Druck beaufschlagen.

4.2 Sperrölkreislauf mit Druck beaufschlagen, max. 1 bar Überdruck.

- ▶ Der Druck im Sperrölkreislauf muss immer kleiner sein als der Druck im Verdichter. Das ist auch bei der Beendigung der Dichtigkeitsprobe zu beachten.
-

Vorschriften für längere Stillstandszeiten nach Inbetriebnahme:

Bei Außerbetriebnahme des Verdichters über einen längeren Zeitraum (länger als eine Woche) wird folgendes vorgeschrieben:

- Schließen der saug- und druckseitigen Absperrventile des Schraubenverdichteraggregates.
- Verdichter an der Kupplung in Abständen von 4 Wochen um jeweils vier bis fünf Wellenumdrehung weiterdrehen.

GEA Refrigeration Germany GmbH
Holzhauser Str. 165
13509 Berlin , Deutschland

Telefon +49 30 43592-600

Copyright © GEA Refrigeration - All rights reserved - Subject to modifications.