



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.12.2005 Patentblatt 2005/49

(51) Int Cl.7: **F04B 27/18**

(21) Anmeldenummer: **05010358.9**

(22) Anmeldetag: **12.05.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder: **Schwarzkopf, Otfried**
71106 Magstadt (DE)

(74) Vertreter: **Popp, Eugen et al**
MEISSNER, BOLTE & PARTNER
Widenmayerstrasse 48
80538 München (DE)

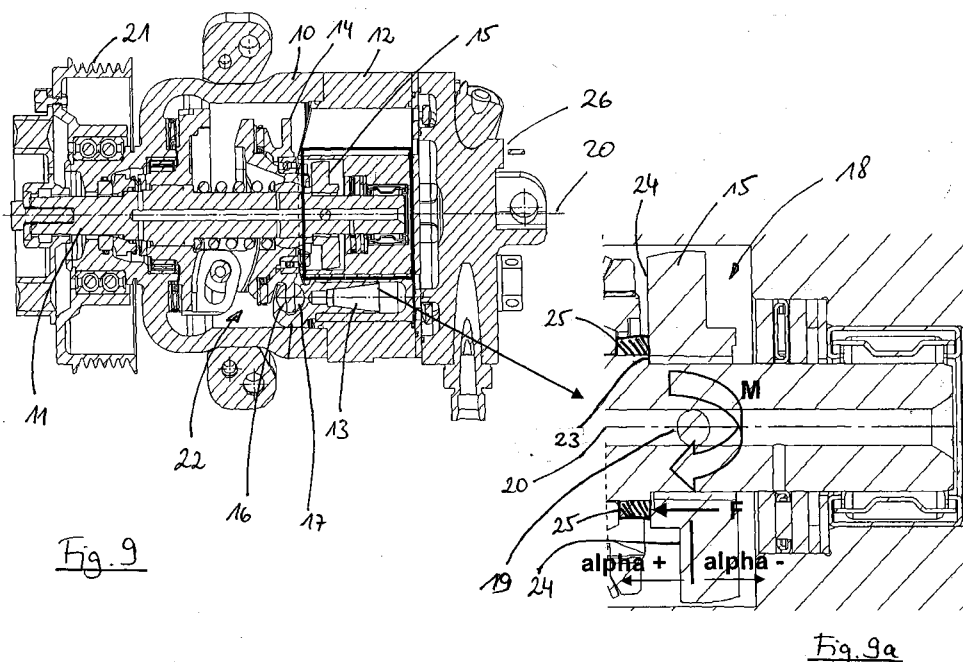
(30) Priorität: **04.06.2004 DE 102004027321**

(71) Anmelder: **Zexel Valeo Compressor Europe**
GmbH
68766 Hockenheim (DE)

(54) **Axialkolbenverdichter**

(57) Axialkolbenverdichter, insbesondere Verdichter für die Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse 10 und einer in dem Gehäuse 10 angeordneten, über eine Antriebswelle 11 angetriebene Verdichtereinheit zum Ansaugen und Verdichten eines Kältemittels, wobei die Verdichtereinheit in einem Zylinderblock 12 axial hin- und herlaufende Kolben 13 und eine die Kolben 13 antreibende mit der Antriebswelle 11 drehende Schwenscheibe (Schwenkring; Taumel- oder Schrägscheibe 14) umfaßt, wobei der Schwenscheibe 14 eine Zusatzmasse 15 zugeordnet ist, durch die in ei-

nem Bereich kleiner Kippwinkel der Schwenscheibe 14, insbesondere in einem Kippwinkelbereich von 0° bis 8°, insbesondere 0° bis 3°, ein ein Deviationsmoment der Schwenscheibe 14 weitgehend gleichgerichtetes Deviationsmoment erhalten wird, derart, daß das Kippmoment der Schwenscheibe 14 infolge des Deviationsmoments derselben in dem vorgenannten Kippwinkelbereich erhöht wird, um auf diese Weise die Auslenkung der Schwenscheibe 14 aus einem Bereich kleiner Kippwinkel heraus zu unterstützen (beschleunigtes Aufregeln des Verdichters).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Axialkolbenverdichter, insbesondere Verdichter für die Klimaanlage eines Kraftfahrzeuges, mit einem Gehäuse und einer in dem Gehäuse angeordneten, über eine Antriebswelle angetriebenen Verdichtereinheit zum Ansaugen und Verdichten eines Kältemittels, wobei die Verdichtereinheit in einem Zylinderblock axial hin- und herlaufende Kolben und eine die Kolben antreibende, mit der Antriebswelle drehende Schwenkscheibe, z.B. in Form eines Schwenkringes, einer Taumel- oder Schrägscheibe, umfaßt.

[0002] Ein derartiger Axialkolbenverdichter ist beispielsweise aus der DE 197 49 727 A1 bekannt. Dieser umfaßt ein Gehäuse, in dem in einer kreisförmigen Anordnung mehrere Axialkolben um eine rotierende Antriebswelle herum angeordnet sind. Die Antriebskraft wird von der Antriebswelle über einen Mitnehmer auf eine ringförmige Schwenkscheibe und von dieser wiederum auf die parallel zur Antriebswelle translatorisch verschiebbaren Kolben übertragen. Die ringförmige Schwenkscheibe ist an einer axial verschieblich an der Antriebswelle gelagerten Hülse schwenkbar gelagert. In der Hülse ist ein Langloch vorgesehen, durch das der erwähnte Mitnehmer hindurchgreift. Somit ist die axiale Beweglichkeit der Hülse auf der Antriebswelle durch die Abmessungen des Langloches begrenzt. Eine Montage erfolgt durch ein Hindurchstecken des Mitnehmers durch das Langloch. Antriebswelle, Mitnehmer, Schiebehülse und Schwenkscheibe sind in einem sog. Triebwerksraum angeordnet, in dem ein gasförmiges Arbeitsmedium des Verdichters mit einem bestimmten Druck vorliegt. Das Fördervolumen und damit die Förderleistung des Verdichters sind abhängig vom Druckverhältnis zwischen Saugseite und Druckseite der Kolben bzw. entsprechend abhängig von den Drücken in den Zylindern einerseits und im Triebwerksraum andererseits.

[0003] Eine etwas andere Bauart eines Axialkolbenverdichters ist zum Beispiel in der DE 198 39 914 A1 beschrieben. Die Schwenkscheibe ist als Taumelscheibe ausgeführt, wobei zwischen Taumelscheibe und den Kolben eine gegenüber der Taumelscheibe gelagerte, drehfeste Aufnahmescheibe angeordnet ist.

[0004] Aus der EP 1 172 557 A2 ist der in Fig. 13 dargestellte Verdichter bekannt. Dieser weist eine Schwenkscheibenvorrichtung mit einer Schwenkscheibe in Form einer Schrägscheibe 118 auf, an die Kolben 120 über Gleitsteine 121 angelenkt sind. Ferner weist die Schwenkscheibenvorrichtung eine Stützvorrichtung auf, die gleichzeitig als ein Mitnehmerbauteil ein Drehmoment zwischen einer Antriebswelle 114 und der Schrägscheibe 118 überträgt.

[0005] Eine an der Antriebswelle 114 befestigte erste Mitnehmerkomponente 117 in Form einer Lagerung des Mitnehmerbauteils, welche als Aufnahmebohrung ausgeführt ist, ist mit einem erheblichen Abstand neben der Schrägscheibe 118 angeordnet, und eine zweite, in die erste gelenkig eingreifende Mitnehmerkomponente 119 ist als seitlicher Fortsatz der Schrägscheibe 118 ausgebildet. Der vorstehend beschriebene Aufbau der Schrägscheibe in Form der paarweise ausgeführten Mitnehmerkomponenten 117 und 119 sorgt für einen exponierten Schwerpunkt der Schrägscheibenvorrichtung. Der von Kippachse und gleichfalls Kippgelenk entfernte Schwerpunkt bewirkt eine Unwucht, da das Triebwerk nur für einen in bevorzugter Weise mittleren Schrägscheibenkippwinkel gewuchtet werden kann. Es sei festgehalten, daß sich der Schwerpunkt in Abhängigkeit des Kippwinkels in erheblicher Entfernung zum Kippgelenk, das das Zentrum der Schwenkbewegung darstellt, bewegt. Die Schrägscheibe 118 weist ferner einen verdickten Nabenteil auf und hat, wie vorstehend erläutert, ein durch die Mitnehmerkomponenten 117 und 119 bedingtes verhältnismäßig großes Trägheitsmoment mit einem erheblich von der Kippachse entfernten Schwerpunkt, so daß eine plötzliche Veränderung der Drehgeschwindigkeit mit entsprechender Trägheit zu einer Neigungsverstellung der Schrägscheibe 118 führt.

[0006] Weiterhin bestimmt die Schwerpunktslage wesentlich ein Regelverhalten mit. Das Regelverhalten wird derart beeinflusst, daß der Verdichter stark aufregelt, d.h. die Massenträgheitskräfte der Schrägscheibe sowie deren Schwerpunktslage ein Deviationsmoment J bewirken, welches wiederum ein Kippmoment $M_{SW} = J \times \omega^2$ generiert. Das vorstehend erwähnte Kippmoment wirkt immer dem Deviationsmoment J entgegengesetzt. In der Regel bedeutet dies bei Verdichtern nach dem Stand der Technik eine Kippwinkelverringerung, insbesondere im Arbeitsbereich bei mittleren und größeren Kippwinkeln. Im allgemeinen greifen an einem Bauteil natürlich verschiedene Deviationsmomente an, wobei das hier erwähnte Deviationsmoment das für die Kippbewegung der Schrägscheibe relevante Deviationsmoment ist. Dieses Deviationsmoment wird durch den einzigen im System vorhandenen Freiheitsgrad, der durch das Kippgelenk bedingt ist, verursacht.

[0007] Eine Konstruktion wie die vorstehend beschriebene ist beispielsweise in dem Serienverdichter 6SEU 12 C von DENSO, in dem R134a als Kältemittel Verwendung findet, umgesetzt. Das (relevante) Deviationsmoment J der Schrägscheibe bewirkt ein Kippmoment M_{SW} um das Zentrum der Kippbewegung der Schrägscheibe, welches zumindest im Bereich mittlerer und größerer Schrägscheibenkippwinkel derart wirksam ist, daß sich der Kippwinkel der Schrägscheibe zu verringern sucht. Die Massenkräfte der Kolben bewirken (über ihre Auslenkung) an der Schrägscheibe ein Kippmoment $M_{k, ges}$, welches ebenfalls um das Zentrum der Kippbewegung der Schrägscheibe wirksam ist. Im Gegensatz zum Kippmoment der Schrägscheibe M_{SW} wirkt das durch die Kolben erzeugte Kippmoment in Richtung einer Vergrößerung des Kippwinkels der Schrägscheibe. Der Massenschwerpunkt des Systems, welcher außerhalb des Kipp- oder Drehpunktes der Schrägscheibe liegt, unterstützt den Effekt der Kolben zusätzlich. Der Effekt, den der Schwerpunkt bewirkt, fließt im allgemeinen in die Berechnung des (Gesamt-) Deviationsmomentes mit

ein, wo es über einen sogenannten Steineranteil berücksichtigt wird.

[0008] In bezug auf den erwähnten Verdichter 6SEU 12 C von DENSO ist anzumerken, daß die Masse einer Schwenkscheibe nicht beliebig erhöht werden kann, um das Regelverhalten eines Verdichters dadurch zu verändern. Das liegt daran, daß bei den Verdichtern der beschriebenen Art der Massenschwerpunkt der Schwenkscheibe in der Regel einen deutlichen Abstand zum Kippgelenk der Schwenkscheibe aufweist. Diese Konstruktion begründet sich im wesentlichen damit, daß die Schwenkscheibe zusätzlich zu einer geeigneten Führung auf der Antriebswelle über einen Stellmechanismus mit der Antriebswelle oder ein mit der Antriebswelle verbundenes Bauteil gekoppelt werden muß (Mitnehmerbauteil).

[0009] Der erwähnte Abstand vom Schwerpunkt der Schwenkscheibe und des Kippgelenks derselben führt zu einer Unwucht des Triebwerkes, insbesondere in Abhängigkeit vom Schwenkscheibenkippwinkel (der Schwerpunkt wandert "wie bei einer Schaukel" unterhalb des Kippgelenkes), und führt im ungünstigsten Fall zu einer aufregelnden Eigenschaft (sog. "Schwerpunktlage").

[0010] Zukünftige Verdichter sollten im Bereich der Schwenkscheibe keine exponierte Schwerpunktlage haben und die Unwucht infolge des Triebwerkes, die insbesondere durch die Schwenkscheibe hervorgerufen ist, sollte gering bzw. idealerweise gleich Null sein.

[0011] Im allgemeinen sind es die folgenden Momente, die im Zentrum der Kippbewegung der Schwenkscheibe Einfluß auf das Kippen der Schwenkscheibe haben. In Klammern ist die Richtung des Momentes angegeben, wobei (-) abregelnd (in Richtung des Minimalhubs) und (+) aufregelnd (in Richtung des Maximalhubs) bedeuten.

- Moment infolge der Gaskräfte in den Zylinderräumen (+)
- Moment infolge der Gaskräfte aus dem Triebwerksraum (-)
- Moment infolge einer Rückstellfeder (-)
- Moment infolge einer Aufstellfeder (+)
- Moment infolge rotierender Massen (-); inklusive Moment infolge Schwerpunktlage (zum Beispiel Schwenkscheibe: Kipp-Position $\neq$ Massenschwerpunkt): kann (+) oder (-) sein
- Moment infolge der translatorisch bewegten Massen (+)

[0012] Bei Drehzahlschwankungen und gleichzeitig weitgehend konstanten Betriebsbedingungen beeinflussen nur die beiden letztgenannten Momente, nämlich das Moment infolge der rotierenden Massen und das Moment infolge der translatorisch bewegten Massen das Regelverhalten. Maßgeblich ist hierbei insbesondere die Bilanz der Kräfte und Momente um das Zentrum der Kippbewegung der Schwenkscheibe.

[0013] Bei Verdichtern moderner Bauart ist es erwünscht, im Bereich kleiner Schwenkscheibenkippwinkel ein aufregelndes Moment bereitzustellen, während bei mittleren und größeren Kippwinkeln ein deutlich abregelndes Moment für die Schwenkscheibe favorisiert wird.

[0014] In diesem Zusammenhang sei auf die EP 0 809 027 verwiesen, in der darauf hingewiesen wird, daß es bei Verdichtern erstrebenswert ist, eine Konstantregelung der Fördermenge bereitzustellen. In der vorgenannten Druckschrift wird vorgeschlagen, die Kinematik eines Verdichters so zu konzipieren, daß die auf die Schwenkscheibe des Verdichters wirkenden abregelnden Kippmomente im Vergleich zu den aufregelnden Kippmomenten deutlich dominieren.

[0015] Dabei sei darauf hingewiesen, daß der Begriff "Fördermenge" relativ unscharf ist. Die Fördermenge könnte als konstant angesehen werden, wenn sich z.B. bei Verdoppelung der Drehzahl der Kippwinkel der Schwenkscheibe halbiert. Damit wäre geometrisch die Fördermenge konstant. Natürlich wirken auch noch andere Parameter auf die Fördermenge ein, wenn sich der Kippwinkel der Schwenkscheibe ändert, z.B. Liefergrad, Ölwurf od. dgl.

[0016] Für eine Konstantregelung der Fördermenge bei wechselnden Drehgeschwindigkeiten wird das rückstellende Drehmoment der Schwenkscheibe ausgenutzt, da die Schwenkscheibe ihrer Schrägstellung aufgrund der dynamischen Kräfte am mitdrehenden Scheibenteil entgegenwirkt. Dieses Verhalten kann durch die Kraft einer Feder unterstützt werden, so daß die bei ansteigender Drehgeschwindigkeit bzw. Drehzahl zunehmende Fördermenge durch Rückstellung der Schräg- bzw. Schwenkstellung der Schwenkscheibe zumindest teilweise kompensiert wird.

[0017] Zum besseren Verständnis ist das beschriebene Kippverhalten infolge einer Drehzahlschwankung in den Fig. 1 und 2 dargestellt. Fig. 1 zeigt die Abhängigkeit der Triebwerksraum-Druckdifferenz bezogen auf den Saugdruck über dem Kippwinkel α bzw. "alpha" der Schwenkscheibe. Für die Berechnung wurden exemplarisch folgende Drücke unterstellt:

Hochdruck 120 bar und Saugdruck 35 bar.

Gerechnet wurde weiterhin mit Drehzahlen:

600 U/min, 1200 U/min, 2500 U/min, 5000 U/min, 8000 U/min und 11000 U/min.

[0018] Zu erkennen sind in Fig. 1 allerdings nur fünf der sechs gerechneten Verläufe. Das liegt daran, dass die Verläufe für die Drehzahlen 600 U/min und 1200 U/min im wesentlichen vollständig übereinander liegen (wegen fehlender Dynamik); deshalb ist die im Stand der Technik geförderte "drehzahlunabhängige Fördermenge" eher eine Wunschvorstellung, die mit den dargelegten Maßnahmen nicht erfüllbar ist.

[0019] Anhand des Diagramms gemäß Fig. 1 läßt sich gut erkennen, dass sich Verläufe ergeben, die eine Verstellung der Schwenkscheibe zu größeren Kippwinkeln verursachen, wenn sich die Drehzahl erhöht. Dabei sei erwähnt, dass Fig. 1 nur als Beispiel mit einfacher Geometrie anzusehen ist. Die dargestellte Tendenz gilt jedoch auch für komplexere Geometrien. Der Berechnung lag ein Schwenkring zugrunde mit einem vorbestimmten Innen- und Außendurchmesser und einer vorbestimmten Höhe.

[0020] Daneben ist die Kolbenmasse relevant, der Teilkreisdurchmesser, auf dem die Kolben liegen, und die Anzahl der Kolben.

[0021] Der Schwenkring hat vorzugsweise ein Massenträgheitsmoment $J_2 = J_\eta$ bzw. $J = m/4 (r_a^2 + r_i^2 + h^2/3)$, das größer ist als 100.000 gmm². Vorzugsweise ist das Massenträgheitsmoment größer als $J=200.000-250.000$ gmm².

[0022] Weiter hat der Schwenkring vorzugsweise ein Massenträgheitsmoment von $J_3 = J_\zeta = \frac{m}{2} (r_a^2 + r_i^2)$, das größer ist als 200.000 gmm², vorzugsweise etwa 400.000 - 500.000 gmm².

[0023] Nachstehend ist die Herleitung des sog. Deviationsmomentes angegeben, welches für das Kippen der Schwenkscheibe bzw. eines Schwenkringes maßgeblich ist, und zwar im dargestellten Fall allein für das Kippen der Schwenkscheibe bzw. des Schwenkringes verantwortlich ist unter der Voraussetzung, dass der Massenschwerpunkt der Schwenkscheibe bzw. des Schwenkringes sowohl im Kippunkt als auch im geometrischen Mittelpunkt der Schwenkscheibe bzw. des Schwenkringes liegt. Hierbei handelt es sich um einen anzustrebenden Idealfall der Konstruktion. Für die Herleitung des Deviationsmomentes gilt ganz allgemein unter Bezugnahme auf Fig. 3:

$$J_{yz} = -J_1 \cos \alpha_2 \cos \alpha_3 - J_2 \cos \beta_2 \cos \beta_3 - J_3 \cos \gamma_2 \cos \gamma_3$$

$$\alpha_1 = 0$$

$$\beta_1 = 90^\circ \quad \text{Richtungswinkel der x-Achse}$$

$$\gamma_1 = 90^\circ \quad \text{gegenüber den Hauptträgheitsachsen } \xi \cdot \eta \cdot \zeta$$

$$\alpha_2 = 90^\circ$$

$$\beta_2 = \psi \quad \text{Richtungswinkel der y-Achse gegenüber den}$$

$$\gamma_2 = 90^\circ + \psi \quad \text{Hauptträgheitsachsen } \xi \cdot \eta \cdot \zeta$$

$$\alpha_3 = 90^\circ$$

$$\beta_3 = 90^\circ - \psi \quad \text{Richtungswinkel der z-Achse gegenüber den}$$

$$\gamma_3 = \psi \quad \text{Hauptträgheitsachsen } \xi \cdot \eta \cdot \zeta$$

$$J_2 = J_\eta = \frac{m}{4} (r_a^2 + r_i^2 + \frac{h^2}{3})$$

$$J_3 = J_\zeta = \frac{m}{2} (r_a^2 + r_i^2)$$

(Anmerkung: $J_3 \approx 2 J_2$)

Ziel: J_{yz} soll eine bestimmte Größe haben

$J_{yz} \uparrow \} J_3 \uparrow J_2$ erhöht sich zwangsläufig!)

[0024] Deviationsmoment

$$J_{yz} = -J_2 \cos \psi \sin \psi + J_3 \cos \psi \sin \psi$$

[0025] Unabhängig von Fig. 3 gilt:

[0026] Moment infolge Massenkraft der Kolben

$$\beta_i = \theta + 2\pi (i-1) \frac{1}{n}$$

$$Z_i = R \cdot \omega^2 \tan \alpha \cos \beta_i$$

$$F_{mi} = m_k \cdot z_i$$

$$M(F_{mi}) = m_k \cdot R \cdot \cos \beta_i \cdot z_i$$

$$M_{k,ges} = m_k \cdot R \sum_{i=1}^n z_i \cdot \cos \beta_i$$

[0027] Moment Msw infolge Deviationsmoment

$$M_{sw} = J_{yz} \cdot \omega^2$$

$$J_{yz} = \left\{ \frac{msw}{2} (r_a^2 + r_i^2) - \frac{msw}{4} (r_a^2 + r_i^2 + \frac{h^2}{3}) \right\} \cos \alpha \sin \alpha$$

$$J_{yz} = \frac{msw}{24} \sin 2\alpha (3r_a^2 + 3r_i^2 - h^2)$$

$$M_{sw} \geq M_{k,ges}$$

bzw.

$$[\omega^2 R^2 \cdot m_k \tan \alpha \sum_{i=1}^n \cos^2 \beta_i \leq \omega^2 \frac{msw}{24} \sin 2\alpha (3r_a^2 + 3r_i^2 - h^2)]$$

[0028] Dabei bedeuten die oben verwendeten Größen was folgt:

θ	Drehwinkel der Welle (wobei die vor- und nachstehenden Betrachtungen der Einfachheit halber für $\theta=0$ angestellt werden)
η	Anzahl der Kolben
R	Abstand der Kolbenachse zur Wellenachse
ω	Wellendrehzahl
α	Kippwinkel des Schwenkringes/Schwenkscheibe
m_k	Masse eines Kolbens inklusive Gleitsteine bzw. Gleitsteinpaar
$m_{k,ges}$	Masse aller Kolben inklusive Gleitsteine
msw	Masse des Schwenkringes
r_a	Außenradius des Schwenkringes
r_i	Innenradius des Schwenkringes
h	Höhe des Schwenkringes
ρ	Dichte des Schwenkringes
V	Volumen des Schwenkringes
β_i	Winkelposition des Kolbens i
z_i	Beschleunigung des Kolbens i
F_{mi}	Massenkraft des Kolbens i (inklusive einem Gleitsteinpaar)
$M(F_{mi})$	Moment infolge der Massenkraft des Kolbens i
$M_{k,ges}$	Moment infolge der Massenkraft aller Kolben
M_{sw}	Moment infolge des Aufstellmomentes des Schwenkringes/Schwenkscheibe bzw. infolge des Deviationsmoments (J_{yz})
$J =$	$f(\rho, r, h)$ Massenträgheitsmoment

[0029] Konkret lag der Fig. 1 folgende Kippmomentbestimmung der Schwenk- bzw. Schrägscheibe zugrunde, wobei α von 0° bis 16° variiert wurde:

Kippmomentbestimmung Schrägscheibe									
5	theta	0	0,00	[°]					
	n (p)	7			beta	i		Jz	208436
	R	29		[mm]	beta	1	0,0	0,00	
10	n	2500		[1/min]	beta	2	51,4	0,90	(Jx =) Jy 106137
	alpha	16	0,28	[°]	beta	3	102,9	1,80	
	mk	45		[g]	beta	4	154,3	2,69	Jyz 27105
	mk,ges	315		[g]	beta	5	205,7	3,59	
					beta	6	257,1	4,49	omega 262
	msw	230		[g]	beta	7	308,6	5,39	
15	ra	37		[mm]					
	ri	21		[mm]					
	h	10		[mm]	z"	i			Jy/mk,ges 337
					z"	1	569,9		
	rho	7,9		[g/cm³]	z"	2	355,4		Jy/msw 461
20					z"	3	-126,8		
					z"	4	-513,5		Jz/mk,ges 562
					z"	5	-513,5		
					z"	6	-126,8		Jz/msw 905
	V	29154		[mm²]	z"	7	355,4		msw/mk,ges 0,73
25									
					Fmi	i			
	R fr.eing	30			Fmi	1	25,6		
	R f(ra,ri)	29			Fmi	2	16,0		
30					Fmi	3	-5,7		
					Fmi	4	-23,1		
					Fmi	5	-23,1		
	sin2(alpha)	0,5299			Fmi	6	-5,7		
	tan(alpha)	0,2867			Fmi	7	16,0		
35									
					M(Fmi)	i			
					M(Fmi)	1	0,74		
					M(Fmi)	2	0,29		
					M(Fmi)	3	0,04		
					M(Fmi)	4	0,60		
40					M(Fmi)	5	0,60		
					M(Fmi)	6	0,04		
					M(Fmi)	7	0,29		
45									
	n	2500		[1/min]					
	alpha	16		[°]	Mk,ges		2,6032	Msw	1,8578

[0030] Es läßt sich erkennen, daß der Einfluß der Kolbenmassen überwiegt und sich damit das aufregelnde Verhalten der Schräg- bzw. Schwenkscheibe bei steigender Drehzahl ergibt.

[0031] Es handelt sich also um den Fall $M_{k,ges} > M_{sw}$

[0032] In Fig. 2 ist ein Diagramm für ein nahezu identisches Triebwerk angegeben, wobei sich dieses Diagramm nach folgendem Berechnungsschema ergibt, wobei auch hier α von 0° bis 16° variiert wurde:

Kippmomentbestimmung Schrägscheibe

	theta	0	0,00	[°]									
5	n (ρ)	7		-	beta	i			Jz		375185		
	R	29		[mm]	beta	1	0,0	0,00					
	n	2500		[1/min]	beta	2	51,4	0,90	(Jx =) Jy		198786		
	alpha	16	0,28	[°]	beta	3	102,9	1,80					
	mk	45		[g]	beta	4	154,3	2,69	Jyz		46739		
10	mk,ges	315		[g]	beta	5	205,7	3,59					
					beta	6	257,1	4,49	omega		262		
	msw	415		[g]	beta	7	308,6	5,39					
	ra	37		[mm]									
	ri	21		[mm]									
15	h	18		[mm]	z"	i			Jy/mk _{ges}		631		
					z"	1	569,9						
	rho	7,9		[g/cm³]	z"	2	355,4		Jy/msw		480		
					z"	3	-126,8						
					z"	4	-513,5		Jz/mk _{ges}		1191		
					z"	5	-513,5						
20					z"	6	-126,8		Jz/msw		905		
	V	52477		[mm³]	z"	7	355,4						
									m _{sw} /m _{k,ges}		1,32		
					Fmi	i							
25	R fr.eing	30			Fmi	1	25,6						
	R l(ra,ri)	29			Fmi	2	16,0						
					Fmi	3	-5,7						
					Fmi	4	-23,1						
					Fmi	5	-23,1						
30	sin2(alpha 0,5299°				Fmi	6	-5,7						
	tan(alpha) 0,2867				Fmi	7	16,0						
					M(Fmi)	i							
					M(Fmi)	1	0,74						
35					M(Fmi)	2	0,29						
					M(Fmi)	3	0,04						
					M(Fmi)	4	0,60						
					M(Fmi)	5	0,60						
					M(Fmi)	6	0,04						
40					M(Fmi)	7	0,29						
	n	2500		[1/min]					Mk,ges		2,6032		
	alpha	16		[°]					Msw		3,2034		

45 Hier liegt der Fall $M_{k,ges} < M_{sw}$ vor.

[0033] Dieses Berechnungsschema zeigt, daß im Vergleich zu der Berechnung zu Fig. 1 die Dicke bzw. Höhe der Schräg- bzw. Schwenkscheibe von 10 mm (Fig. 1) auf 18 mm (Fig. 2) erhöht worden ist. Das hat zur Konsequenz, daß das relevante Massenträgheitsmoment J_z vergleichsweise auf den etwa doppelten Wert ansteigt. In Fig. 2 ist ein abregelndes Verhalten des Schwenkscheibentriebwerkes zu erkennen. Angedeutet wird dieser Trend durch den Pfeil "n" in Fig. 2, wobei "n" die Drehzahl der Schwenkscheibe bzw. Antriebswelle bedeutet. Die gleiche Bedeutung hat natürlich der Pfeil "n" in Fig. 1, nur ist dort der Pfeil umgekehrt gerichtet, wodurch ein Aufregeln mit zunehmender Drehzahl angezeigt werden soll.

[0034] Die Fig. 1 gibt den Stand der Technik wieder. Dabei ist das aufregelnde Verhalten entsprechend Fig. 1 bei gegenwärtigen R134a Serienverdichter häufig feststellbar. Bei neueren Entwicklungen versucht man eher, diesen Trend in das Gegenteil zu wandeln, nämlich entsprechend Fig. 2.

[0035] In Fig. 4 ist noch der Fall dargestellt, in dem die abregelnden Kippmomente infolge der Massenträgheitsmomente/Deviationsmomente der Schwenkscheibe bzw. der Schwenkscheibenbaugruppe so dimensioniert sind, daß sich ein Regelverhalten ergibt, bei dem bei einer Erhöhung der Drehzahl der Kippwinkel der Schwenkscheibe nahezu

konstant bleibt, oder sich verringert, wobei dadurch zumindest ein Teil der sich alleine durch die Drehzahlsteigerung ergebenden steigenden Förderleistung kompensiert wird.

[0036] Der Darstellung in Fig. 4 liegt folgende Berechnung zugrunde:

Kippmomentbestimmung Schrägscheibe									
theta	0	0,00	[°]						
n (p)	7		-	beta	i			Jz	297897
R	29		[mm]	beta	1	0,0	0,00		
n	2500		[1/min]	beta	2	51,4	0,90	(Jx =) Jy	154552
alpha	16	0,28	[°]	beta	3	102,9	1,80		
mk	45		[g]	beta	4	154,3	2,69	Jyz	37981
mk,ges	315		[g]	beta	5	205,7	3,59		
				beta	6	257,1	4,49	omega	262
msw	329		[g]	beta	7	308,6	5,39		
ra	37		[mm]						
ri	21		[mm]						
h	14,292		[mm]	z"	i			Jy/mk,ges	491
				z"	1	569,9			
rho	7,9		[g/cm³]	z"	2	355,4		Jy/msw	470
				z"	3	-126,8			
				z"	4	-513,5		Jz/mk,ges	946
				z"	5	-513,5			
				z"	6	-126,8		Jz/msw	905
V	41667		[mm³]	z"	7	355,4			
								msw/mk,ges	1,04
				Fmi	i				
R fr,eing	30			Fmi	1	25,6			
R f(ra,ri)	29			Fmi	2	16,0			
				Fmi	3	-5,7			
				Fmi	4	-23,1			
				Fmi	5	-23,1			
sin2(alpha)	0,5299			Fmi	6	-5,7			
tan(alpha)	0,2867			Fmi	7	16,0			
				M(Fmi)	i				
				M(Fmi)	1	0,74			
				M(Fmi)	2	0,29			
				M(Fmi)	3	0,04			
				M(Fmi)	4	0,60			
				M(Fmi)	5	0,60			
				M(Fmi)	6	0,04			
				M(Fmi)	7	0,29			
n	2500		[1/min]						
alpha	16		[°]	Mk,ges		2,6032		Msw	2,6032

n	2500	[1/min]		
alpha	1	[°]	Mk,ges	0,1585
			Msw	0,1714
n	2500	[1/min]		
alpha	8	[°]	Mk,ges	1,2759
			Msw	1,3540
n	2500	[1/min]		
alpha	16	[°]	Mk,ges	2,6032
			Msw	2,6032
n	11000	[1/min]		
alpha	1	[°]	Mk,ges	3,0679
			Msw	3,3191
n	11000	[1/min]		
alpha	8	[°]	Mk,ges	24,7014
			Msw	26,2141
n	11000	[1/min]		
alpha	16	[°]	Mk,ges	50,3983
			Msw	50,3972

[0037] In den Figuren 5, 6 und 7 sind die zu den Figuren 1, 2 und 4 korrespondierenden Kippmomente M_{SW} , $M_{k,ges}$ sowie die Summen der beiden vorgenannten Momente für eine Drehzahl in Abhängigkeit des Kippwinkels der Schwenkscheibe bzw. des geometrischen Hubvolumens des Verdichters dargestellt. In Fig. 5 kann man die aufregelnde Charakteristik des Verdichters anhand der sich im positiven Bereich befindlichen Momentensumme gut erkennen, während in Fig. 6 die Momentensumme für sämtliche Kippwinkel der Schrägscheibe negativ ist. Ein Verdichter, der dem Verlauf der Momente gemäß Fig. 6 folgt, besitzt abregelnde Charakteristik. Letztendlich sei auf Fig. 7 verwiesen, die einen Momentenverlauf bei ungefährr Momentgleichheit von $M_{k,ges}$ und M_{SW} darstellt, so daß die Momentensumme für sämtliche Kippwinkel der Schrägscheibe annähernd Null ist.

[0038] In Fig. 8 a ist die Summe $M_{SW} + M_{k,ges}$ für verschiedene Drehzahlen angegeben. Fig. 8a korrespondiert zu den Figuren 1 und 5, und zeigt deutlich das für zunehmende Drehzahlen ansteigende, aufregelnde Gesamtmoment.

[0039] In Fig. 8b ist die vorstehend erwähnte Summe für den in den Figuren 2 und 6 behandelten Fall dargestellt, wobei gut ersichtlich ist, daß mit zunehmenden Drehzahlen ein zunehmend abregelndes Moment erhalten wird.

[0040] Es sei darauf hingewiesen, daß das Deviationsmoment der Schwenkscheibe im Falle der Figuren 8a und 8b beim Kippwinkel 0° gleich Null ist. D.h. ist in diesem Beispiel fallen bei der Schrägscheibe Kippgelenk und Massenschwerpunkt zusammen, wobei keine exponierte Schwerpunktslage auftritt.

[0041] Das Diagramm in Fig. 8c zeigt das Verhalten eines Verdichters, bei dem das Deviationsmoment und das resultierende Kippmoment $M_{SW} + M_{k,ges}$ bei einem Kippwinkel der Schrägscheibe von 0° ungleich Null ist. Dies führt dazu, daß der Verdichterstart durch ein Moment unterstützt wird, jedoch ergeben sich folgende Probleme: Dadurch, daß bei einem sehr kleinen Kippwinkel von beispielsweise 0° bereits $M_{SW} + M_{k,ges}$ ungleich Null ist, spiegelt sich der erwähnte Betrag über dem gesamten Kippwinkelbereich wieder. Der Kurvenverlauf ist demnach gegenüber einem Kurvenverlauf mit einem Startwert von $M_{SW} + M_{k,ges}$ gleich Null etwa parallel verschoben. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß im Bereich größerer Kippwinkel der aufregelnde Effekt durch das zusätzliche Kippmoment verstärkt wird (vgl. hierzu Fig. 8a). Da bei modernen Verdichtern der Trend zu einem Regelverhalten geht, der eher dem Verlauf der Figuren 2 und 6 bzw. 4 und 7 folgt, ist ein aufregelndes Verhalten im Bereich größerer Kippwinkel unerwünscht.

[0042] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Verdichter anzugeben, bei dem die Auslenkung der Schrägscheibe aus einem Bereich kleiner Kippwinkel heraus unterstützt wird, während unerwünschte Begleiterscheinungen wie eine Unwucht oder eine verstärkte Auslenkung der Schrägscheibe bei größeren Kippwinkeln vermieden werden soll.

[0043] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, wobei vorteilhafte Weiterentwicklungen und konstruktive Details der Erfindung in den Unteransprüchen beschrieben sind.

[0044] Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung liegt darin, der Schwenkscheibe eine Zusatzmasse zuzuordnen, durch die in einem Bereich kleiner Kippwinkel der Schwenkscheibe ein ein Deviationsmoment der Schwenkscheibe weitgehend gleichgerichtetes Deviationsmoment erhalten wird. Es handelt sich dabei um ein Moment, das durch ein Aufstellmoment der Zusatzmasse bedingt ist und einem Moment M_{SW} , das durch ein Aufstellmoment der Schwenkscheibe bedingt ist, weitgehend gleichgerichtet ist. Der vorstehend angesprochene Bereich kleiner Kippwinkel umfaßt insbesondere den Bereich von 0° bis 8° , bevorzugt sogar einen noch kleineren Kippwinkelbereich der Schwenkscheibe, nämlich den Bereich von 0° bis 3° . Das durch die Zusatzmasse erhaltene zusätzliche Deviationsmoment bewirkt, daß

das Kippmoment der Schwenkscheibe im Bereich kleiner Kippwinkel, bevorzugt im Bereich der vorstehend genannten Kippwinkel, erhöht wird, um auf diese Weise die Auslenkung der Schwenkscheibe aus diesem Bereich kleiner Kippwinkel heraus zu unterstützen. Dies ermöglicht ein beschleunigtes Aufregeln des Verdichters. Dadurch, daß ein der Zusatzmasse zuordenbares zusätzliches Deviationsmoment nur im Bereich kleiner Kippwinkel erhalten wird, wird das Aufregeln des Verdichters erleichtert, während im Bereich großer Kippwinkel keine negativen Effekte wie beispielsweise eine Unwucht oder ein unerwünschtes Regelverhalten auftreten.

[0045] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Zusatzmasse mit der Antriebswelle drehfest gekoppelt, jedoch relativ zu dieser um eine Achse quer zur Achse der Antriebswelle kippbar gelagert. Dies stellt eine konstruktiv einfach ausführbare Realisierungsmöglichkeit eines erfindungsgemäßen Verdichters dar. Vorzugsweise ist die Kippbewegung der Zusatzmasse unabhängig von der Kippbewegung der Schwenkscheibe, wodurch eine optimierte Verteilung der Deviationsmomente und der Kippmomente, die im System auftreten, erreicht werden kann. Es ist anzumerken, daß durch die vorstehend erläuterte Maßnahme die Kippwinkel von Schwenkscheibe und Zusatzmasse quasi voneinander entkoppelt werden, wodurch beispielsweise die Zusatzmasse bei einem Kippwinkel der Schwenkscheibe von 0° einen deutlich von 0° unterschiedlichen Kippwinkel aufweisen kann. Damit ist eine optimierte, wunschgemäße Verteilung der beteiligten Deviationsmomente sichergestellt.

[0046] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Zusatzmasse Ring- oder Scheibenform auf. D.h. also, daß eine Konstruktion gewählt wird, in der die Zusatzmasse in Form einer Scheibe oder eines Rings an den Schwenkscheibenmechanismus gekoppelt wird, wobei das aufregelnde Kippmoment der Scheibe oder des Rings mit dem aufregelnden Kippmoment infolge des Deviationsmoments der Schwenkscheibe zusammenwirkt. Im einfachsten Fall der Kopplung addieren sich die Momente. Dies bedeutet, daß das durch die Zusatzmasse definierte Deviationsmoment dem Deviationsmoment der Schwenkscheibe überlagert wird. Es ist natürlich auch eine Konstruktion denkbar, bei der die Zusatzmasse kein Moment an die Schwenkscheibe überträgt, sondern eine Kraftübertragung stattfindet, derart, daß eine Reaktionskraft an der Schwenkscheibe entsteht, die ein entsprechendes Zusatz-Deviationsmoment auslöst. Dies ist bevorzugterweise in der Ausführungsform der Fall, in der die Kippbewegung der Zusatzmasse unabhängig von der Kippbewegung der Schwenkscheibe ist. Weiterhin sei angemerkt, daß die Zusatzmasse, die wie erwähnt vorzugsweise in Form einer Zusatzscheibe oder eines Zusatzrings vorliegt, in vorteilhafter Weise derart optimiert ist, daß das Verhältnis aus ihrem Massenträgheitsmoment und ihrer Bauteilmasse möglichst groß ist. Die Bauteilmasse soll also möglichst gering sein bei einem größtmöglichen Massenträgheitsmoment. Um dies zu erreichen, eignet sich als Zusatzmasse insbesondere ein Zusatzring mit einem Außendurchmesser, der nur geringfügig kleiner ist als der Innendurchmesser des Triebwerksgehäuses; falls anderweitige limitierende Faktoren für den Durchmesser vorhanden sind, ist ein größtmöglicher Außendurchmesser eines solchen Rings erstrebenswert. Liegt ein Ring vor, so ist der äußere Umfang dieses Rings vorzugsweise im Querschnitt ballig ausgeführt, um eine Kollision zwischen dem Zusatzring und dem Triebwerksgehäuse bzw. einem anderen Bauteil des Verdichters bei einem Verschwenken des Zusatzrings um seine Kippachse zu vermeiden. Der Abstand zwischen Zusatzring und einer Gehäuseinnenwand sollte bevorzugterweise unabhängig von der Kippstellung des Zusatzrings im wesentlichen konstant sein.

[0047] Vorzugsweise ist die Zusatzmasse teilweise oder weitgehend innerhalb einer Ausnehmung des Zylinderblocks angeordnet. Dies sichert auf der einen Seite die Nähe der Zusatzmasse zur Schrägscheibe, während auf der anderen Seite durch die Ausnehmung im Zylinderblock ein Verdichter mit einem möglichst geringen Gewicht ermöglicht wird.

[0048] Der Massenschwerpunkt der Zusatzmasse befindet sich in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform im Bereich eines der Zusatzmasse zugeordneten Kippgelenks. Bevorzugt liegt der Massenschwerpunkt weiterhin in etwa auf der Mittelachse der Antriebswelle. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Zusatzmasse mit einer auf der Antriebswelle verschiebbar gelagerten Hülse in Wirkeingriff, wobei die vorstehend genannte Hülse wiederum mit einer Führungs- oder Gelenkbuchse des Schrägscheibenmechanismus in Wirkeingriff steht. Durch eine derartige Konstruktion ist ein zuverlässiger Kraftübertrag von der Zusatzmasse auf den Schrägscheibenmechanismus gewährleistet; in diesem Fall wird eine Kraft von der Zusatzmasse auf die Schrägscheibe übertragen, die ein zusätzliches Deviationsmoment in derselben induziert. Eine derartige Konstruktion zeichnet sich dadurch aus, daß sie robust und fehlerunanfällig ist.

[0049] Die Zusatzmasse weist bevorzugt Stellen reduzierter Materialansammlung auf, so daß sie bei einem Kippwinkel der Schwenkscheibe von 0° ihr größtes Deviationsmoment besitzt. Stellen reduzierter Materialansammlung sind insbesondere durch Ausnehmungen und/oder Taschen und/oder Nuten und/oder Bohrungen realisiert. Durch eine derartige Konstruktion wird ein optimales Aufregelverhalten des erfindungsgemäßen Verdichters sichergestellt, wobei angemerkt sei, daß sich das Deviationsmoment der Schwenkscheibe bei einem Kippwinkel von 0° zweckmäßigerweise deutlich von Null unterscheidet.

[0050] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist ein der Zusatzmasse zugeordneter Kippbereich durch mindestens einen an der Antriebswelle angeordneten Anschlag begrenzt. Durch das Anbringen eines Anschlags wird mit einfachen konstruktiven Mitteln sichergestellt, daß der Kippbereich nicht über den gewünschten Rahmen hinausgeht. Vorzugsweise ist der Anschlag bzw. sind die zugeordneten Anschläge in Form eines Absatzes der Antriebswelle

ausgebildet, was eine konstruktiv einfache, materialsparende Variante einer erfindungsgemäßen Konstruktion darstellt.

[0051] Die Zusatzmasse steht vorzugsweise derart mit der Schwenkscheibe in Wirkeingriff, daß sich weitgehend ein Gesamtmoment ergibt, das der Summe zweier Einzelmomente, nämlich des Moments M_{SW} der Schwenkscheibe und eines zu diesem korrespondierenden Moments $M_{SW,Z}$ der Zusatzmasse, entspricht. Dies sichert eine optimale Verteilung der Momente in einem erfindungsgemäßen Verdichter.

[0052] Die Erfindung wird nachfolgend in Hinsicht auf weitere Vorteile und Merkmale beispielhaft und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben. Die Zeichnungen zeigen in:

Fig. 9 einen erfindungsgemäßen Verdichter im Längsschnitt, wobei das Triebwerk sich in einer Stellung für minimalen Kolbenhub befindet;

Fig. 9a eine Detailansicht eines Ausschnitts des in Fig. 9 dargestellten Verdichters;

Fig. 10 einen Verdichter entsprechend Fig. 9, wobei das Triebwerk sich in einer Stellung befindet, in der der Kolbenhub maximal ist;

Fig. 10a eine Detailansicht eines Ausschnitts des in Fig. 10 dargestellten Verdichters;

Fig. 11 das Triebwerk des Verdichters gemäß den Figuren 9 und 10 in perspektivischer Explosionsdarstellung; und

Fig. 12 eine Darstellung des für die Kippbewegung der Schwenkscheibe verantwortlichen Deviationsmoments in Abhängigkeit vom Kippwinkel derselben.

[0053] Der in den Fig. 9 und 10 im Längsschnitt dargestellte Axialkolbenverdichter für die Klimaanlage eines Kraftfahrzeuges umfaßt ein Triebwerksgehäuse 10, welches topfförmig ausgebildet ist, und an dessen Umfangsrand ein Zylinderblock 12 anschließt. Innerhalb des Zylinderblocks 12 sind mehrere, vorzugsweise 5, 6 oder 7 axial hin- und herlaufende Kolben angeordnet, wobei die Verteilung der Kolben um die Gehäusemittelachse 18 herum gleichförmig ist. Durch den Boden des topfförmigen Gehäuses 10 hindurch erstreckt sich eine über eine Riemenscheibe 21 angetriebene Antriebswelle 11 in das Gehäuseinnere bzw. in einen Triebwerksraum 22 hinein. Die Lagerung der Antriebswelle erfolgt zum einen im Bereich des Bodens des topfförmigen Gehäuses 10 und zum anderen innerhalb des Zylinderblocks 12. Innerhalb des Triebwerksraumes ist ein Schwenkscheibenmechanismus wirksam, durch den die Drehbewegung der Antriebswelle 11 in Axialbewegung der Kolben 13 umgesetzt wird. Zu diesem Zweck greift eine Schwenkscheibe in Form einer Schrägscheibe 14 mit ihrem Umfangsrand über eine Gelenkanordnung in C-förmige Ausnehmungen an der Rückseite der Kolben 13 ein. Die Gelenkanordnung ist ebenso wie beim Stand der Technik durch zwei kugelsegmentartige Gelenksteine 16, 17 definiert, zwischen denen die Schrägscheibe 14 gleitend eingreift. Den sphärischen Lagerflächen der Gelenksteine 16, 17 sind korrespondierende sphärische Mulden an den einander zugekehrten Stirnseiten der C-förmigen Ausnehmungen der Kolben 13 zugeordnet. Zwischen einem Zylinderkopf 26 und dem Zylinderblock 12 sind Ein- und Auslaßventile in einer herkömmlichen, beispielsweise aus dem Stand der Technik bekannten Weise angeordnet.

[0054] Der Kippwinkel der Schrägscheibe 14 ist zwischen den Stellungen gemäß Fig. 9 und gemäß Fig. 10 veränderbar, wobei in Fig. 9 der Kippwinkel der Schrägscheibe 14 minimal und in Fig. 10 maximal ist. Entsprechend ist auch der Hub der Kolben 13 minimal bzw. maximal.

[0055] Der Schrägscheibe 14 ist eine Zusatzmasse in Form einer Zusatzscheibe 15 zugeordnet. Die Zusatzmasse in Form der Zusatzscheibe 15 ist über ein Gelenk in Form zweier Bolzen 19 (vergleiche hierzu insbesondere Fig. 11) an der Antriebswelle 11 befestigt. Die Zusatzscheibe 15 ist in einer Ausnehmung 18 im Zylinderblock 12 angeordnet. Dies stellt eine kompakte Bauweise des Verdichters sicher, wobei durch die Aussparung im Zylinderblock zusätzlich eine Gewichtsersparnis realisiert wird.

[0056] Die Zusatzscheibe 15 ist bezüglich einer Achse des Gelenks, mittels dessen sie an der Antriebswelle befestigt ist, kippbar gelagert. Die Zusatzscheibe 15 kann in einem Bereich von 0° bis 3° um die vorstehend erwähnte Achse verkippt werden, die sich quer zu einer Antriebswellen-Mittelachse 20 erstreckt, die gleichzeitig die Mittelachse des Gehäuses darstellt. Der Winkel maximaler Auslenkung wird durch einen Anschlag 23 in Form eines Absatzes auf der Antriebswelle 11 festgelegt. Die Zusatzscheibe 15 steht mit einem Teil ihrer einem Triebwerksraum 22 zugewandten Oberfläche 24 mit einer Hülse 25 in Wirkeingriff, die wiederum mit einer Führungs- bzw. Gelenkbuchse des Schwenkscheibenmechanismus in Wirkeingriff steht. Dementsprechend bewirkt das Kippmoment der Zusatzscheibe 15 eine Kraft F (in Fig. 9a angedeutet), die ein Kippmoment im Schrägscheibenmechanismus in Richtung eines größeren Kippwinkels induziert.

[0057] Durch die Begrenzung des Arbeitsbereichs der Zusatzscheibe, die durch den Anschlag 23 bedingt ist, werden der Schwenkscheibenmechanismus und der Mechanismus der Zusatzscheibe 15 ab einem Kippwinkel von 3° vonein-

ander separiert. Dies heißt also in anderen Worten gesagt, daß die Schrägscheibe inklusive ihrer Zusatzmasse bei minimalem Kippwinkel beim Aufregeln unterstützt wird, während bei größeren Kippwinkeln die das Aufregeln unterstützende Zusatzscheibe 15 keinen Einfluß auf das Regelverhalten des Verdichters mehr aufweist. Um dem Regelverhalten eines modernen Verdichters gerecht zu werden, ist die Schrägscheibe 14 bzw. der gesamte Schwenkscheibenmechanismus derart ausgelegt, daß insbesondere bei großen Kippwinkeln und hohen Drehzahlen die Schrägscheibe eine abregelnde Tendenz aufweist. Es sei an dieser Stelle angemerkt, daß an dem Punkt, an dem der Eingriff der Zusatzmasse limitiert ist bzw. an seine Grenzen stößt, je nach Bedarf entweder ein leichter Sprung im Verlauf des Gesamt-Kippmoments denkbar ist oder aber auch nicht (vgl. hierzu Fig. 12, in der das aufregelnde Deviationsmoment in Abhängigkeit des Kippwinkels der Schrägscheibe 14 dargestellt ist). Je nach Bedarf kann die entsprechende technische Realisierung gewählt werden. Ferner sei angemerkt, daß verschiedene Koppelmechanismen denkbar sind, u. a. auch, daß das Moment der Zusatzmasse direkt eingeleitet wird. Aus Fig. 12 ist weiterhin ersichtlich, daß das aufregelnde Deviationsmoment für einen Kippwinkel der Schrägscheibe 14 von 0° maximal ist.

[0058] In Fig. 11 ist das Triebwerk gemäß den Figuren 9 und 10 in Explosionsdarstellung gezeigt. Die Zusatzscheibe 15 ist, wie bereits bei der Beschreibung der Figuren 9 und 10 angedeutet, mittels zweier Gelenkstifte 19 an der Antriebswelle 11 in einer Richtung quer zu deren Längserstreckung kippbar gelagert.

[0059] Obwohl die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen mit fester Merkmalskombination beschrieben wird, umfaßt sie doch auch die denkbaren weiteren vorteilhaften Kombinationen dieser Merkmale, wie sie insbesondere, aber nicht erschöpfend, durch die Unteransprüche angegeben sind. Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Bezugszeichenliste

[0060]

- | | |
|-----|--|
| 10 | Gehäuse |
| 11 | Antriebswelle |
| 12 | Zylinderblock |
| 13 | Kolben |
| 14 | Schrägscheibe |
| 15 | Zusatzscheibe (Zusatzmasse) |
| 16 | Gleitstein |
| 17 | Gleitstein |
| 18 | Ausnehmung im Zylinderblock |
| 19 | Gelenkstift |
| 20 | Antriebswellen-Mittelachse |
| 21 | Riemenscheibe |
| 22 | Triebwerksraum |
| 23 | Anschlag |
| 24 | der Triebwerkskammer zugewandte Seite der Zusatzscheibe 15 |
| 25 | Hülse |
| 26 | Zylinderkopf |
| 114 | Antriebswelle |
| 117 | erste Mitnehmerkomponente |
| 118 | Schrägscheibe |
| 119 | zweite Mitnehmerkomponente |
| 120 | Kolben |
| 121 | Gleitstein |

Patentansprüche

1. Axialkolbenverdichter, insbesondere Verdichter für die Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse (10) und einer in dem Gehäuse (10) angeordneten, über eine Antriebswelle (11) angetriebene Verdichtereinheit zum Ansaugen und Verdichten eines Kältemittels, wobei die Verdichtereinheit in einem Zylinderblock (12) axial hin- und herlaufende Kolben (13) und eine die Kolben (13) antreibende, mit der Antriebswelle (11) drehende Schwenkscheibe (Schwenkring; Taumel- oder Schrägscheibe (14)) umfaßt,
dadurch gekennzeichnet, daß

der Schwenkscheibe (14) eine Zusatzmasse (15) zugeordnet ist, durch die in einem Bereich kleiner Kippwinkel der Schwenkscheibe (14), insbesondere in einem Kippwinkelbereich von 0° bis 8° , insbesondere 0° bis 3° , ein in einem Moment (M_{SW}) infolge eines Aufstellmoments der Schwenkscheibe (14) weitestgehend gleichgerichtetes Moment infolge eines Aufstellmoments der Zusatzmasse erhalten wird, derart, daß das Kippmoment der Schwenkscheibe (14) infolge des Deviationsmoments derselben in dem vorgenannten Kippwinkelbereich erhöht wird, um auf diese Weise die Auslenkung der Schwenkscheibe (14) aus einem Bereich kleiner Kippwinkel heraus zu unterstützen (beschleunigtes Aufregeln des Verdichters).

2. Verdichter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zusatzmasse (15) mit der Antriebswelle (11) drehfest gekoppelt, jedoch relativ zu dieser um eine Achse quer zur Achse der Antriebswelle (11) kippbar gelagert ist.
3. Verdichter nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Kippbewegung der Zusatzmasse (15) unabhängig von der Kippbewegung der Schwenkscheibe (14) ist.
4. Verdichter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zusatzmasse (15) Ring- oder Scheibenform aufweist.
5. Verdichter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zusatzmasse (15) teilweise oder weitgehend innerhalb einer Ausnehmung (18) des Zylinderblocks (12) angeordnet ist.
6. Verdichter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zusatzmasse (15) ihren Massenschwerpunkt im Bereich eines ihr zugeordneten Kippgelenks hat, wobei der Massenschwerpunkt in etwa auf einer Mittelachse der Antriebswelle (11) liegt.
7. Verdichter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zusatzmasse (15) mit einer auf der Antriebswelle (11) verschiebbar gelagerten Hülse (25) in Wirkeingriff steht, die mit einer Führungs- oder Gelenkbuchse des Schrägscheibenmechanismus in Wirkeingriff steht.
8. Verdichter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zusatzmasse (15) Stellen reduzierter Materialansammlung, insbesondere Ausnehmungen und/oder Taschen und/oder Nuten und/oder Bohrungen aufweist derart, daß sie bei einem Kippwinkel der Schwenkscheibe (14) von 0° ihr größtes Deviationsmoment besitzt.
9. Verdichter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Kippbereich der Zusatzmasse (15) durch mindestens einen an der Antriebswelle (11) angeordneten Anschlag (23) begrenzt ist, welcher vorzugsweise in Form eines Absatzes der Antriebswelle (11) vorliegt.
10. Verdichter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zusatzmasse (15) mit der Schwenkscheibe (14) derart in Wirkeingriff steht, daß sich weitgehend ein Gesamtmoment in Form der Summe der beiden Momente M_{SW} der Schwenkscheibe (14) und $M_{SW,Z}$ der Zusatzmasse (15) ergibt.

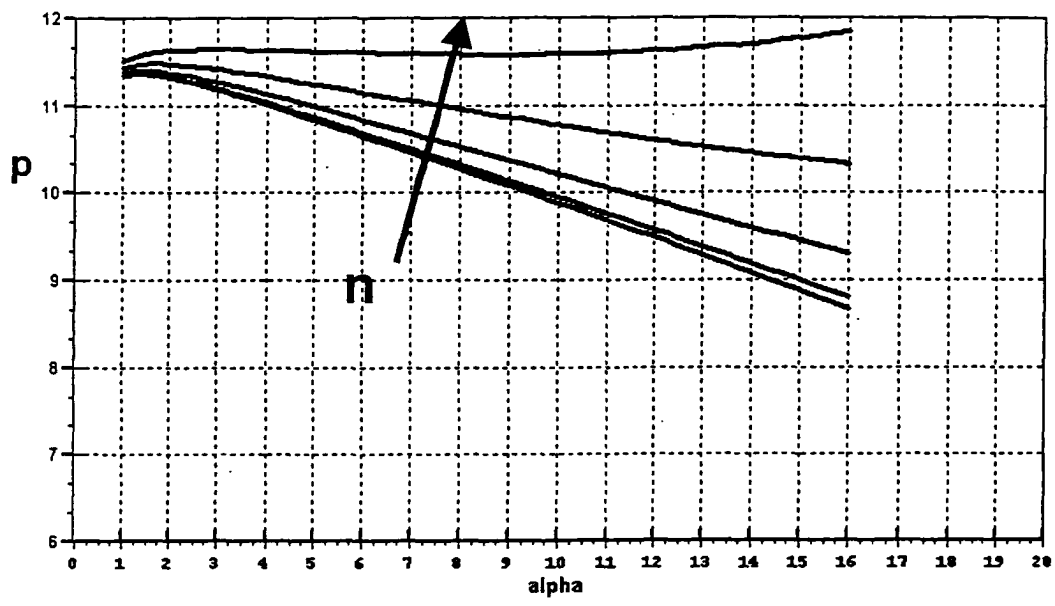


Fig. 1

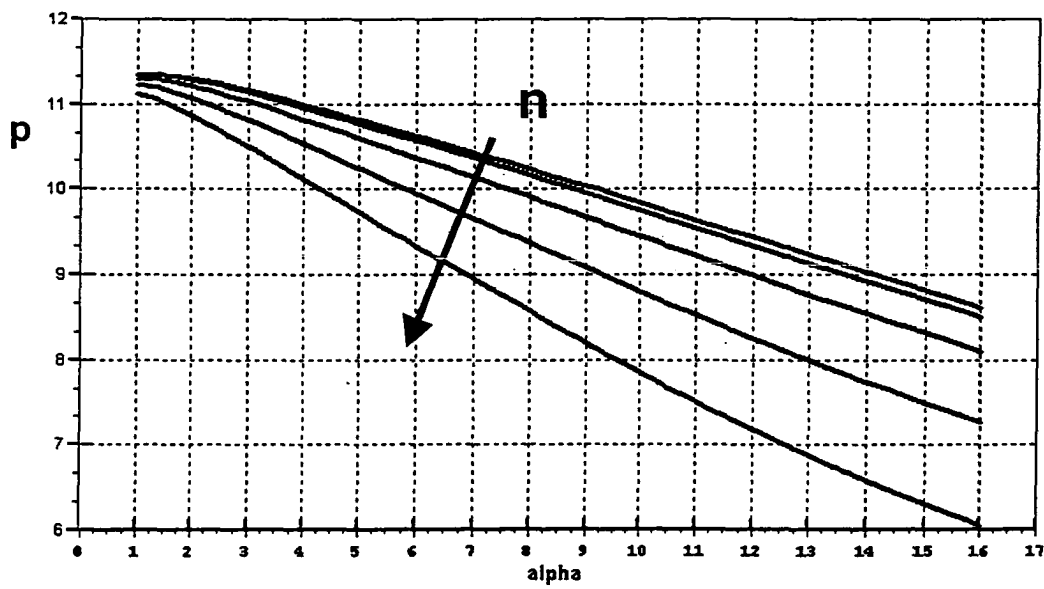


Fig. 2

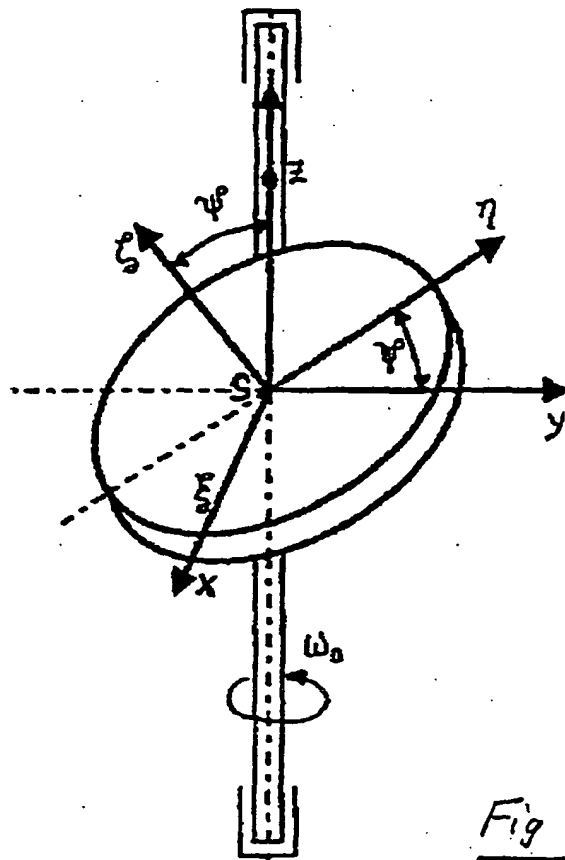
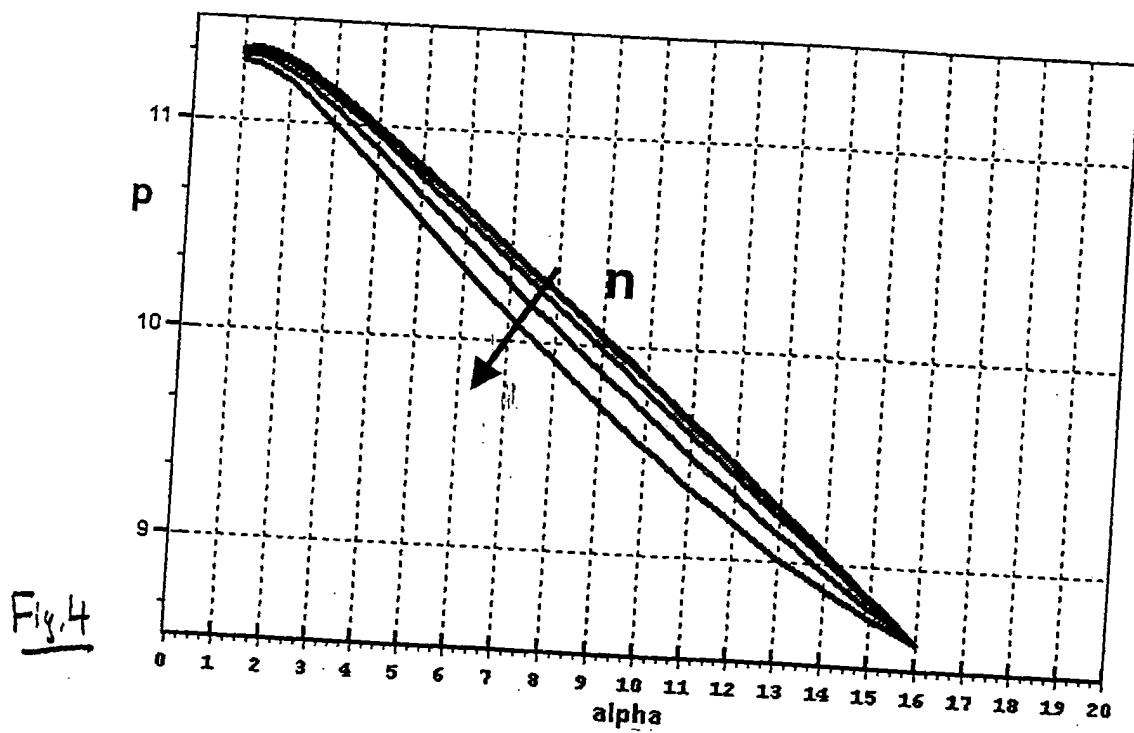


Fig 3



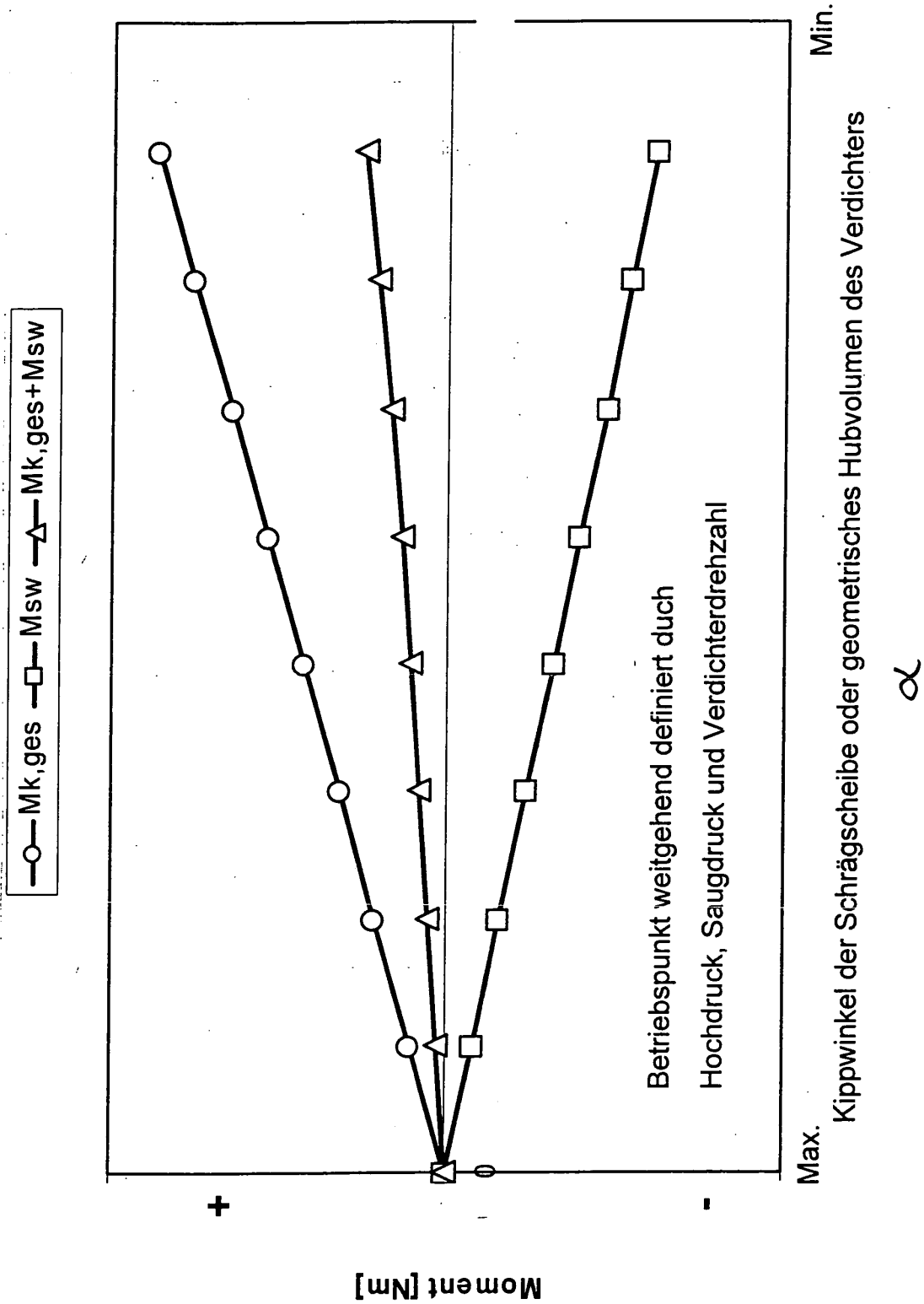


Fig. 5

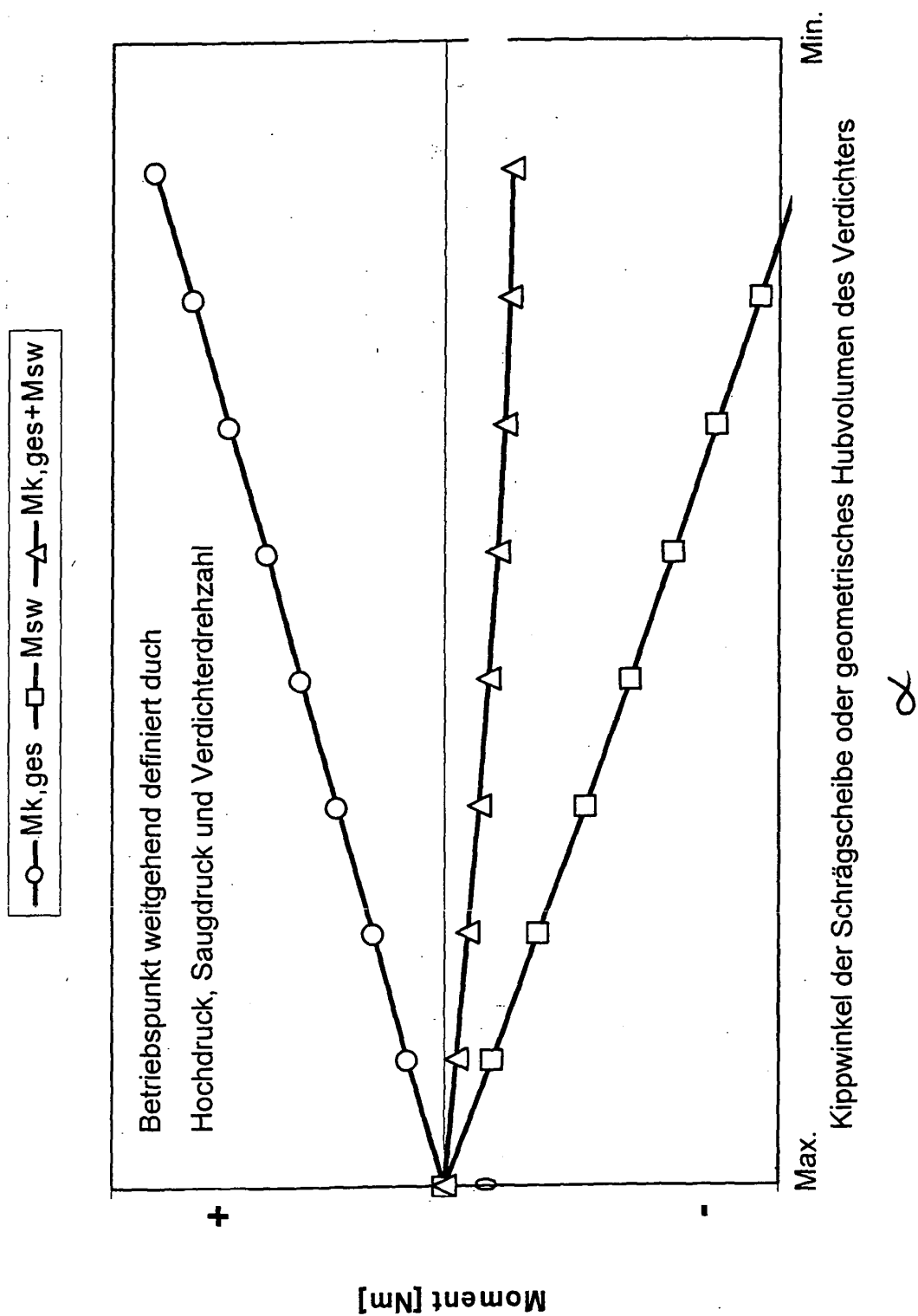


Fig. 6

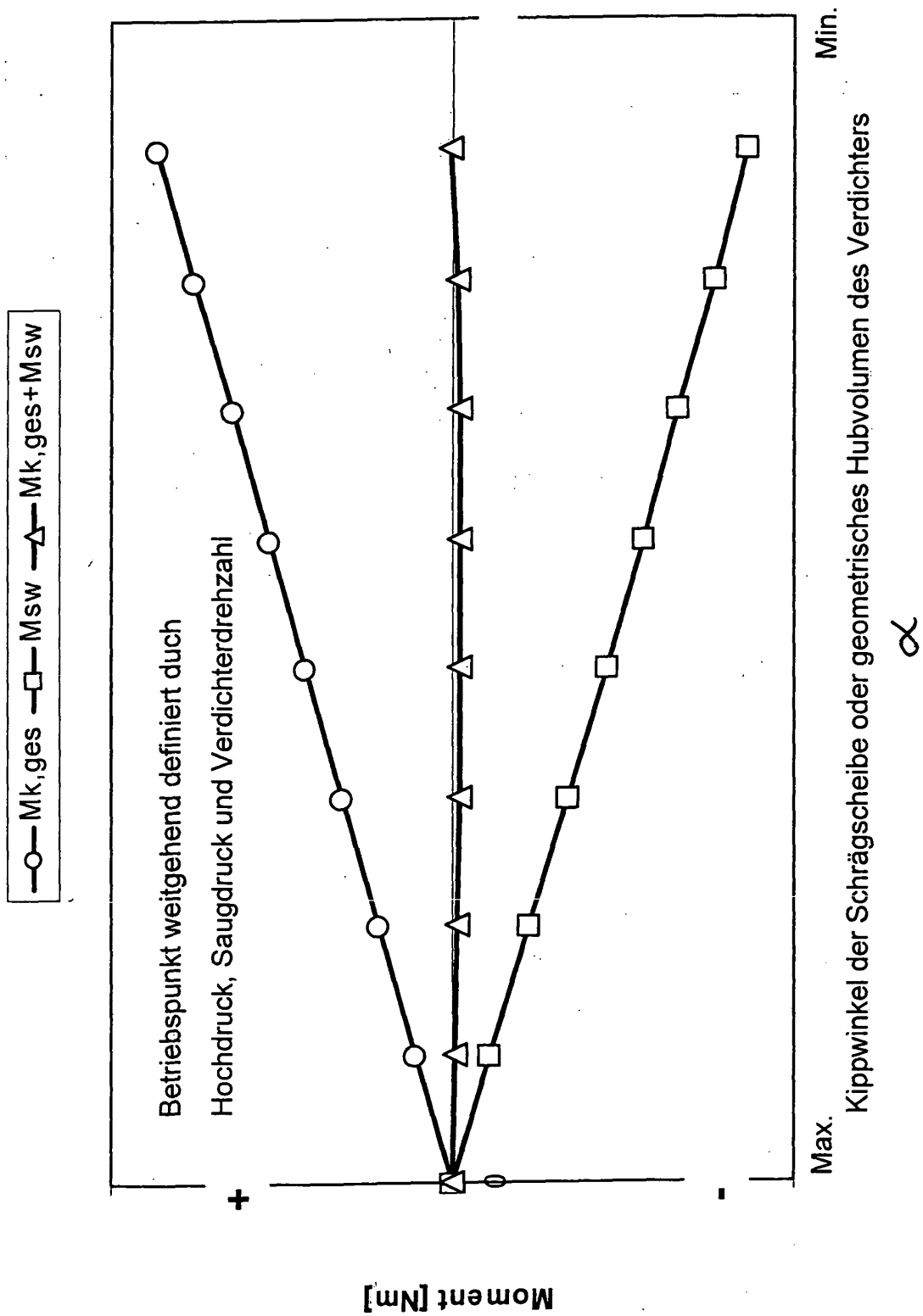


Fig. 7

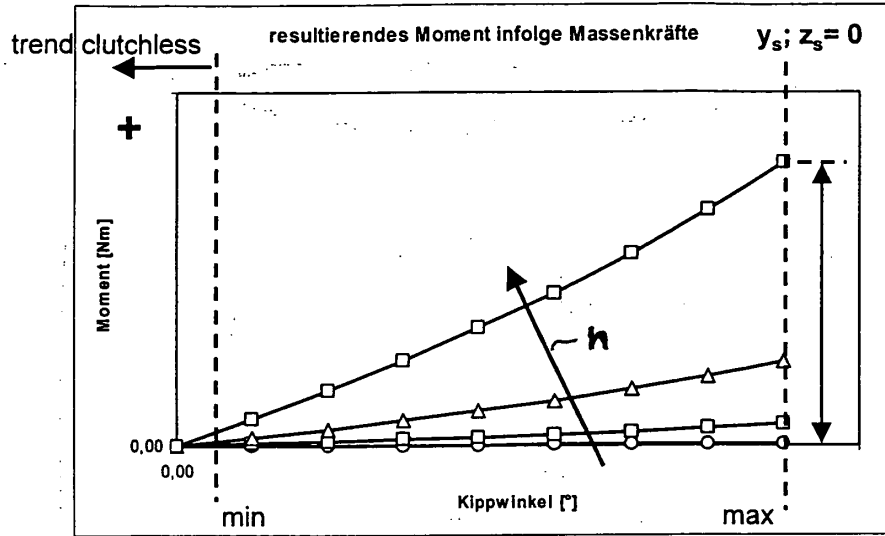


Fig. 8a

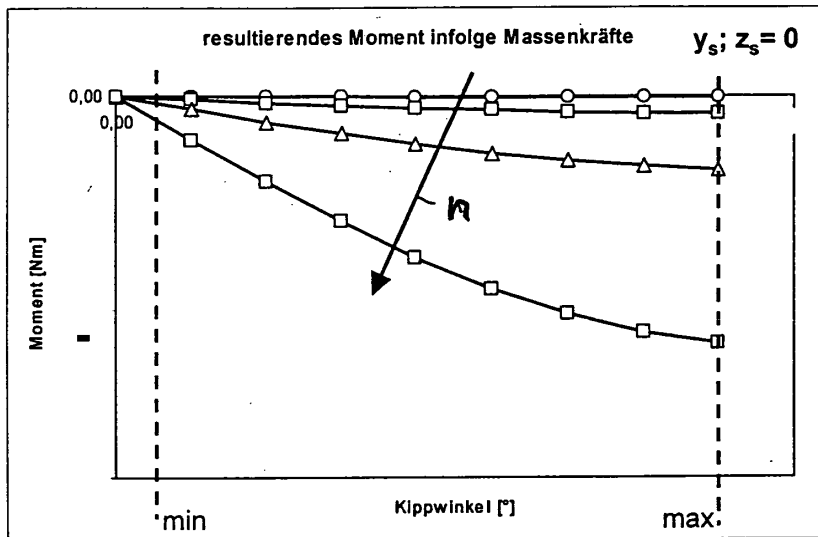


Fig. 8b

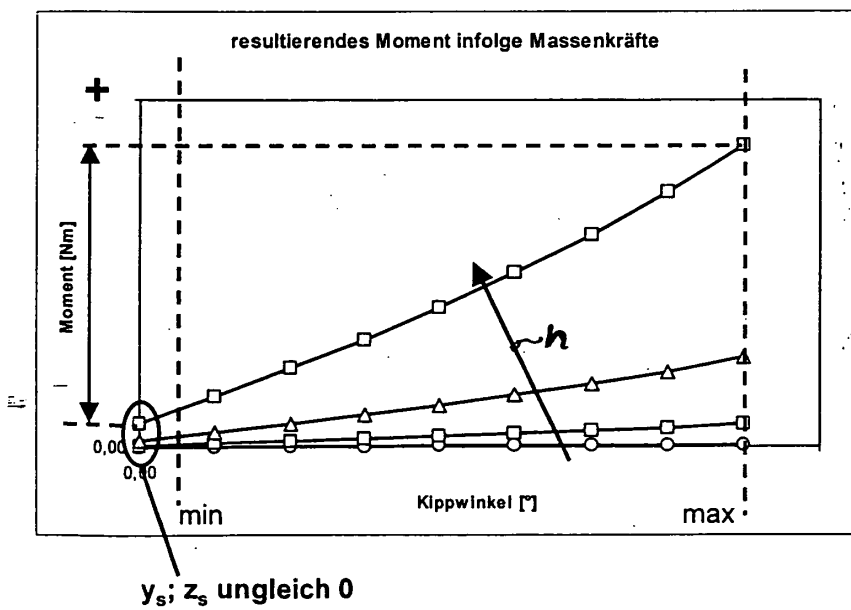
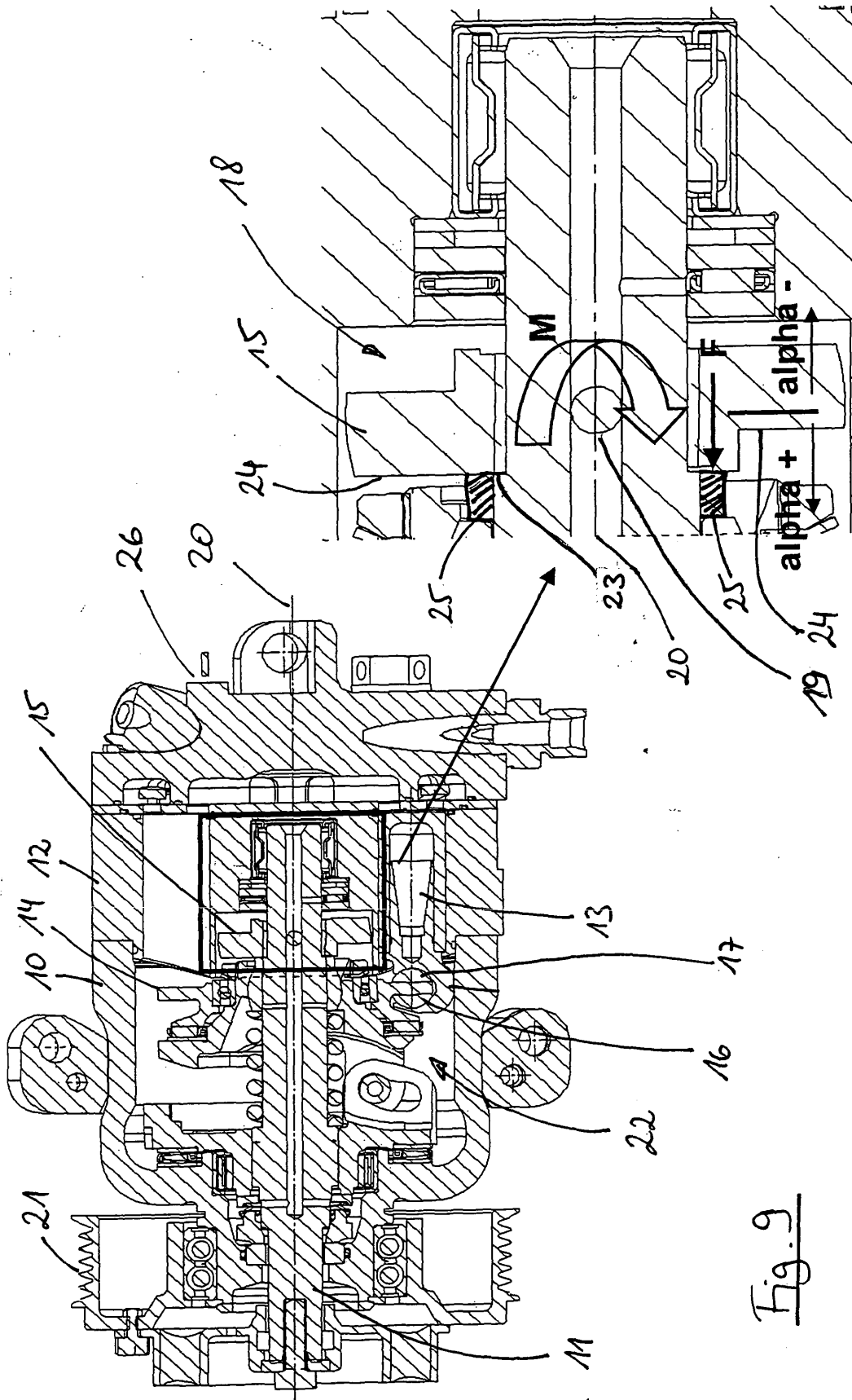


Fig. 8c



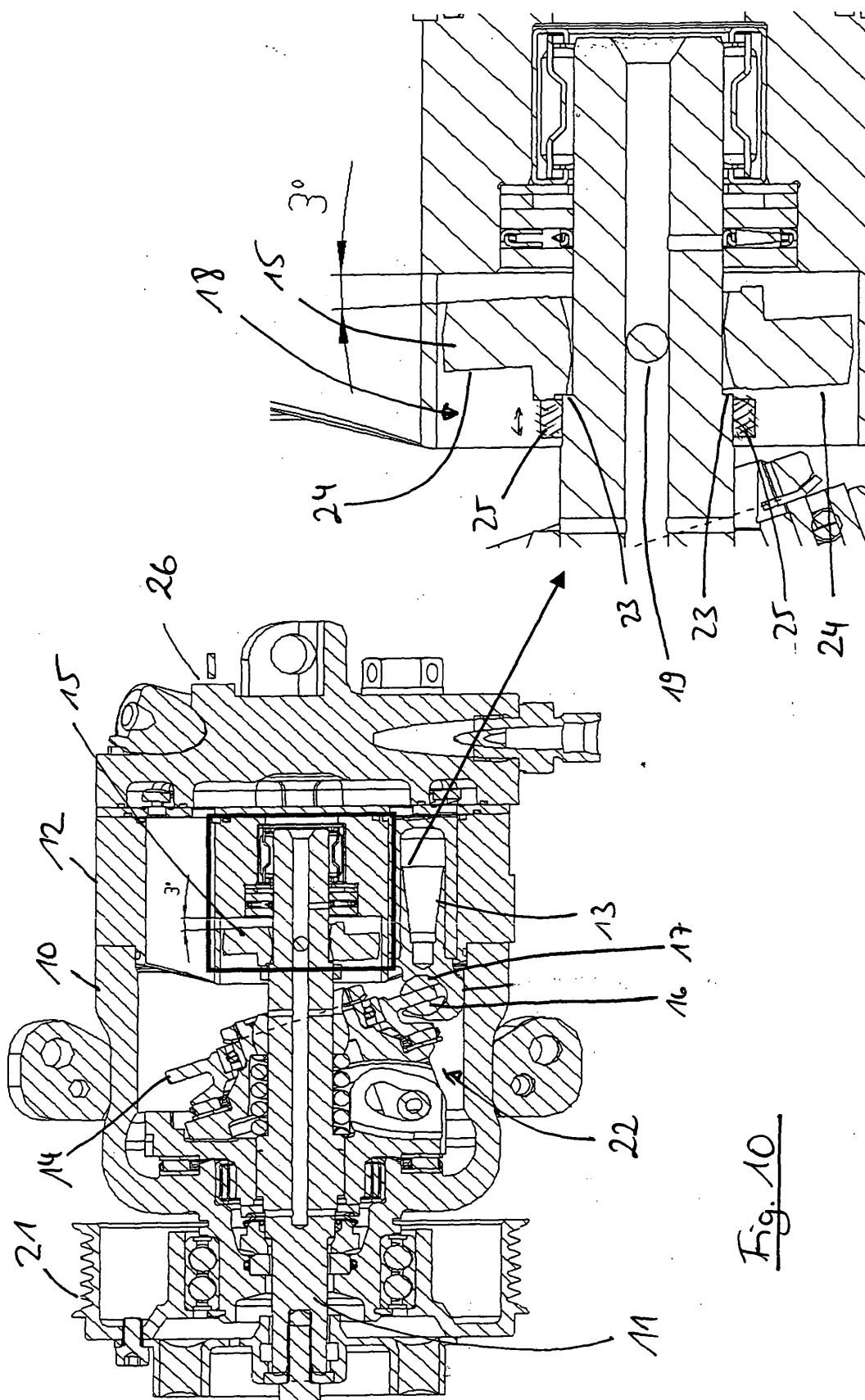


Fig. 10

Fig. 10a

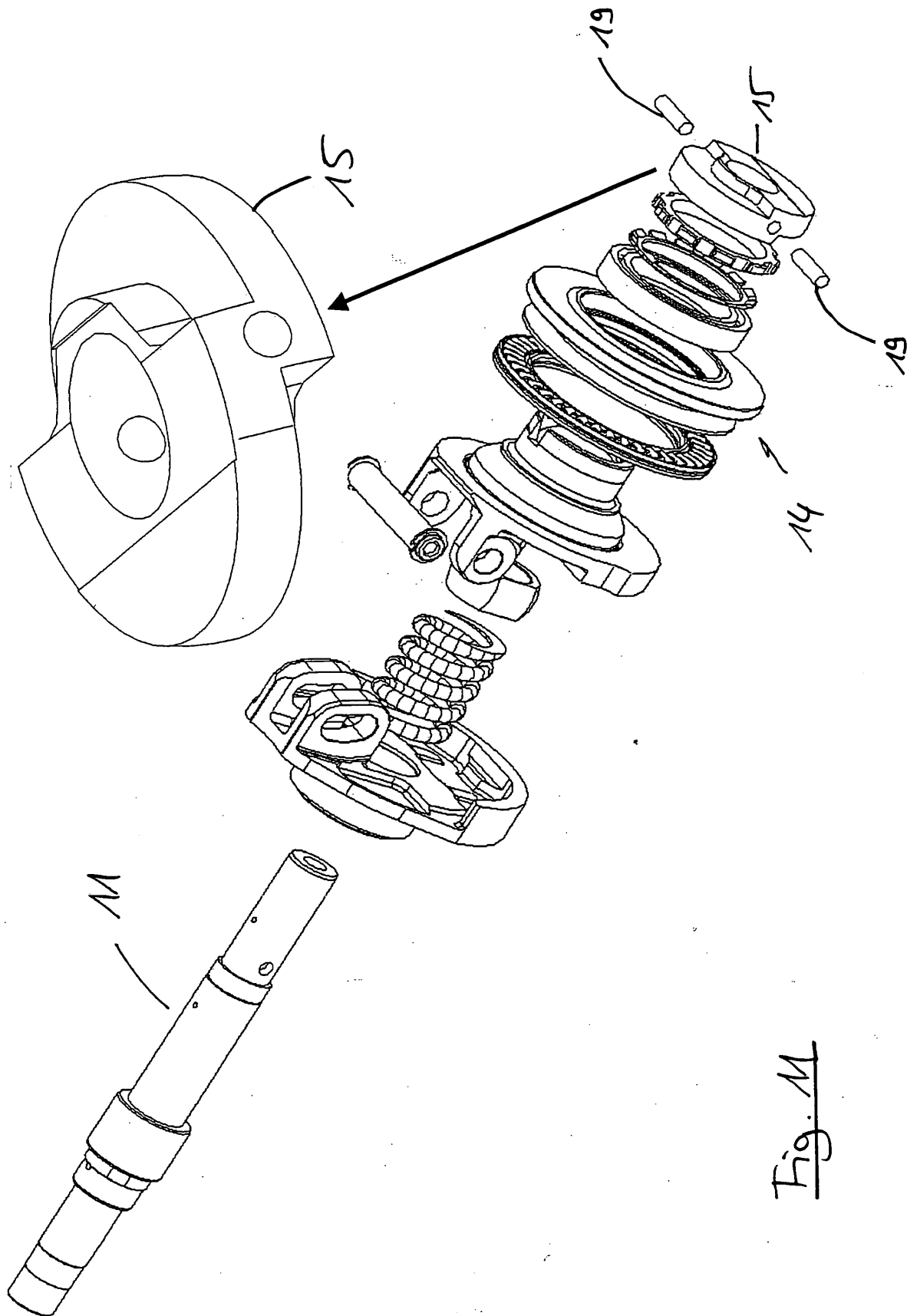
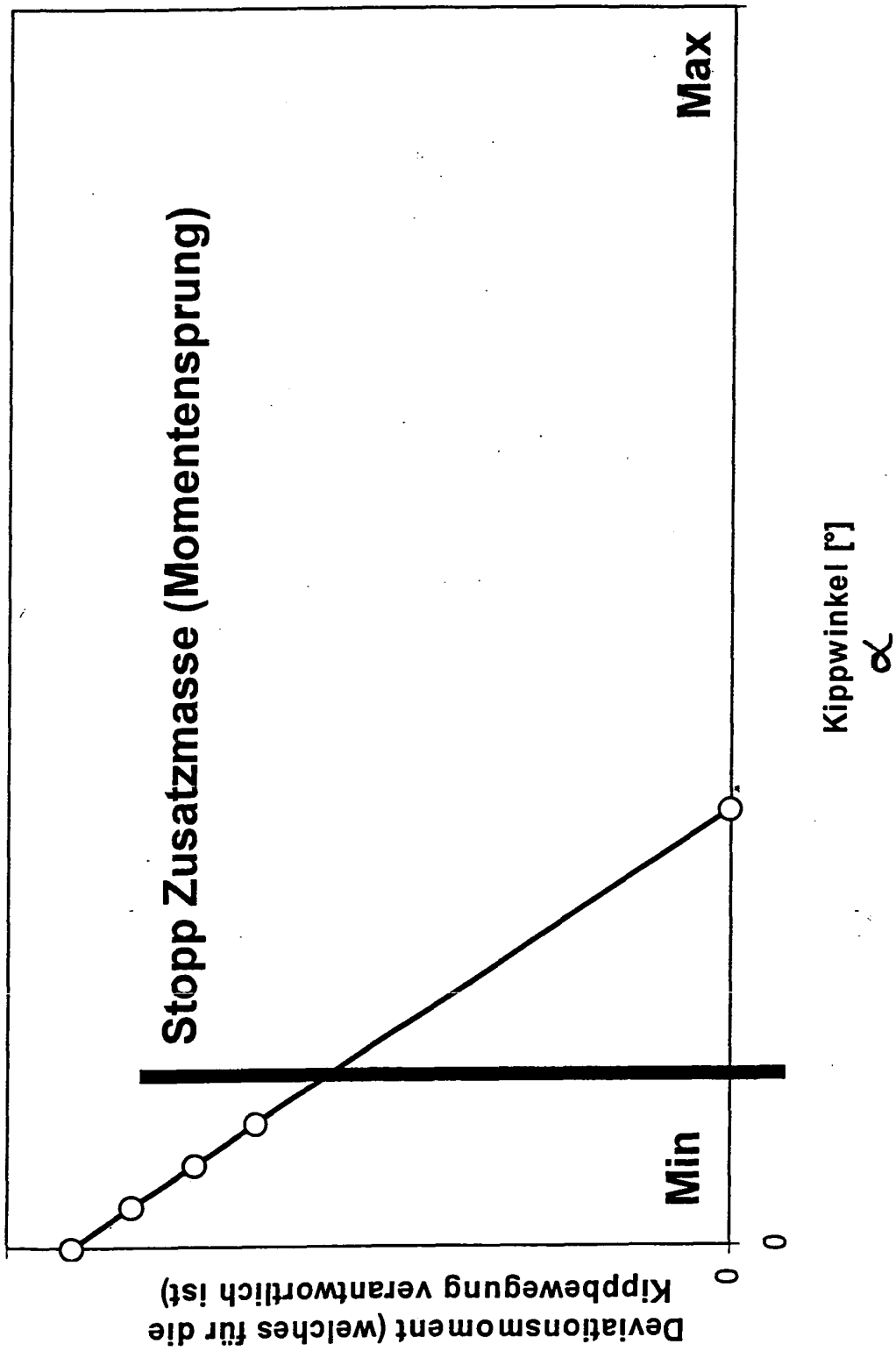


Fig. 11

Fig. 12

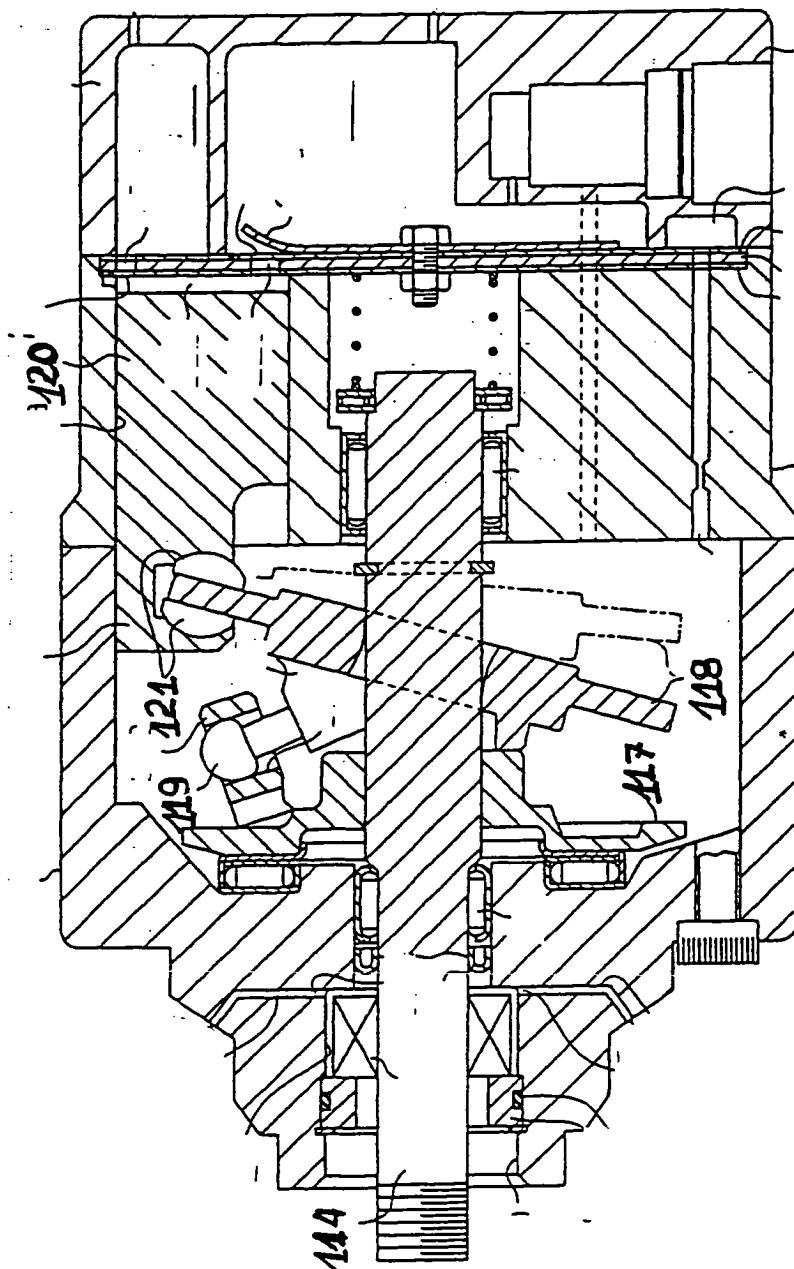


Fig. 13