

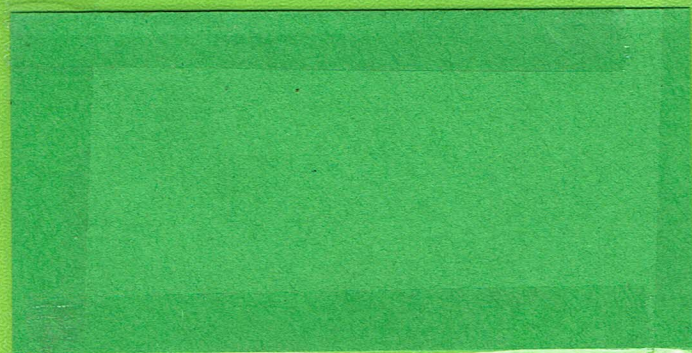
Konstantpumpe/motor

Erzeugnisgruppe E/C

EX|CX

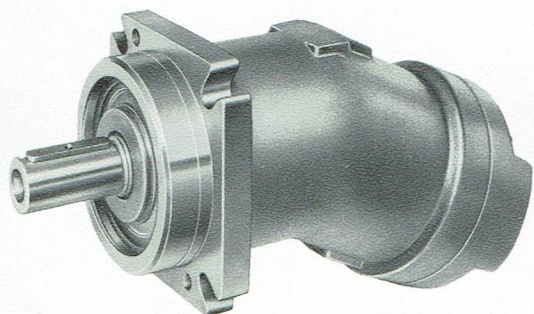
Katalog-Register EX/CX

Ausgabe D 5/77

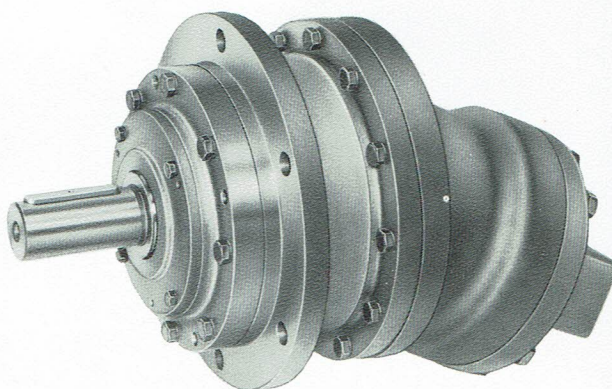


Typschlüssel	2/3
Beschreibung	4/5
Kreislaufarten	6
Kenngößen	7
Hydraulische Kenngößen	8

Kennlinien und Kennfelder	9
Antrieb und Abtrieb	10/12
Berechnungen	13
Geräteabmessungen NG 71–250	14
Geräteabmessungen NG 295–2000	15



EX Nenngröße 71–250



CX Nenngröße 295–2000

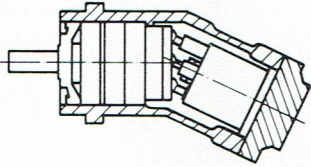
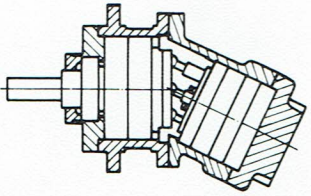
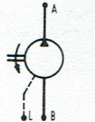

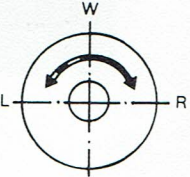
BRUENINGHAUS
HYDRAULIK HORB



EINE GESELLSCHAFT DER REXROTH-GRUPPE

Typenbezeichnung

Bestellangaben

1. Nenngröße	2. Baureihe	3. Bauform	4. Kreislaufart	5. Drehrichtung
125	E	X	8	W
Hubvolumen (71 cm ³ /U) 71* (125 cm ³ /U) 125* (250 cm ³ /U) 250* (294,8 cm ³ /U) 295 (352 cm ³ /U) 352 (481,3 cm ³ /U) 481* (551,3 cm ³ /U) 551 (658,3 cm ³ /U) 658 (763,3 cm ³ /U) 764 (900,1 cm ³ /U) 900* (2000 cm ³ /U) 2000	NG 71 ... 250 E NG 295 ... 2000 C	Konstantpumpe/motor X	Einsatzart: Konstantpumpe offener Kreislauf 1 geschl. Kreislauf 2 Einsatzart: Konstantmotor 8	Blick auf Triebwelle rechts R links L wechselnd W
	Typ EX  Typ CX 		 offener Kreislauf  geschlossener Kreislauf	
Schnittbilder (schematische Darstellung)				

* bevorzugt anzuwenden

NG 1463 auf Anfrage

Bestellbeispiel

125 EX - 8 W Z 1
 Konstantmotor EX,
 Nenngröße 125, Drehrichtung
 wechselnd, Triebwelle mit
 Zahnwellenprofil, Gewinde-
 anschluss

6. Triebwelle

7. Leitungsanschluß

Z

1

Paßfeder

P

Gewindeanschluß

1

Zahnwelle
(nicht für NG 2000)

Z

SAE-
Flanschanschluß

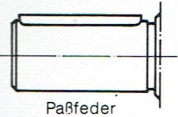
2

Flanschanschluß

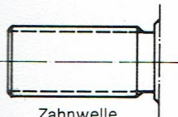
3

Flanschanschluß
für Kreislaufart 1

4



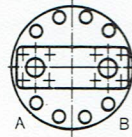
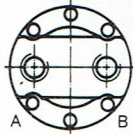
Paßfeder



Zahnwelle

1

Typ EX
NG 71
bis 250



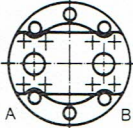
3

Typ CX
NG 295
bis 2000

Anschlüsse
A, B Arbeitsleitungen
L Leckflüssigkeit

2

Typ EX
NG 71
bis 250



4

Typ EX
NG 71
bis 250



1. Beschreibung

Die Brueninghaus-Axialkolbeneinheit mit konstantem Verdrängungsvolumen kann als Hydropumpe oder als Hydromotor verwendet werden.

Der Förderstrom ist bei Einsatz als Hydropumpe proportional der Antriebsdrehzahl.

Die Förderrichtung wird von der Antriebsdrehrichtung bestimmt.

Bei Einsatz als Hydromotor ist die Abtriebsdrehzahl proportional der Schluckstromgröße. Die Abtriebsrichtung ist abhängig von der Schluckstromrichtung.

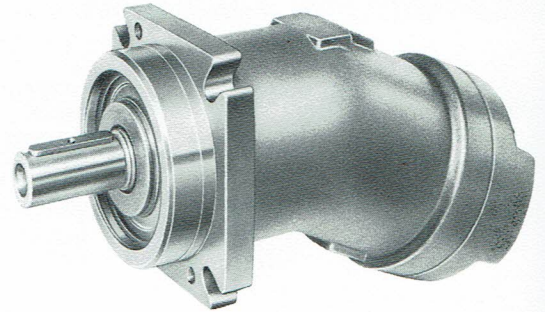
Die Axialkolbeneinheit eignet sich für Rechts- oder Linkslauf und für wechselnden Drehrichtungsbetrieb.

Das Drehmoment an der Triebwelle ist proportional der Druckdifferenz zwischen Hoch- und Niederdruckseite.

1.1 Konstruktionsprinzip

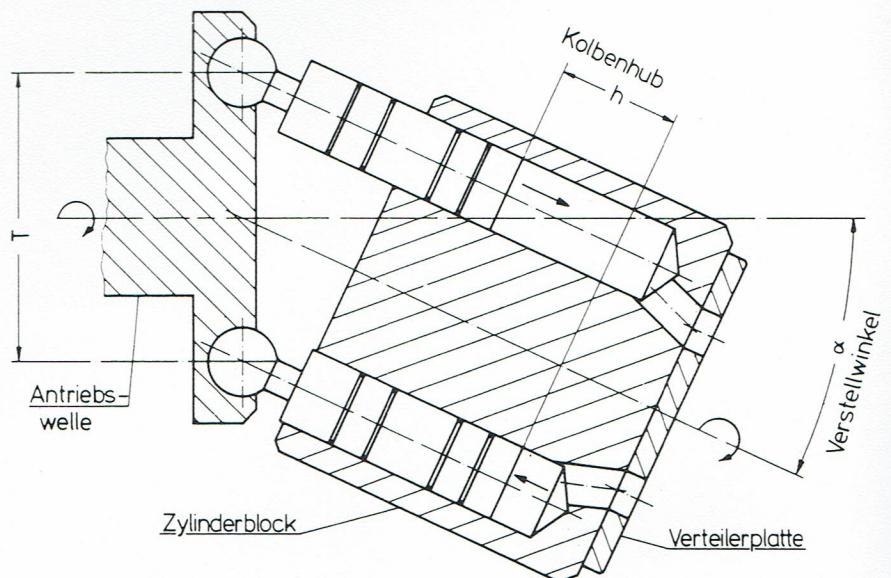
Das kinematische Prinzip der Brueninghaus-Axialkolbeneinheit ist der räumliche Kurbeltrieb, der bei Verwendung als Pumpe eine Drehbewegung der Antriebswelle in eine translatorische Bewegung der Kolben umwandelt. Bei Verwendung als Hydromotor erfolgt die Umwandlung der Bewegungsart im umgekehrten Sinn. Das untenstehende Bild zeigt, wie der Kolbenhub aus der Drehbewegung der Antriebswelle entsteht.

Die Größe des Hubes bestimmt sich aus der Größe des Triebkreises T und dem Verstellwinkel zwischen der Drehachse der Antriebswelle und der des Zylinderblocks. Durch Veränderung des Winkels wird der Hub des Kolbens geändert. Der größte Verstellwinkel beträgt 25° . Das pro Umdrehung der Pumpe verdrängte Volumen wird Verdrängungsvolumen V_g genannt und ist abhängig von der Kolbenfläche A_k , dem Kolbenhub h und der Kolbenzahl. Die Brueninghaus-Axialkolbeneinheit hat 7 Kolben. Diese Anzahl darf unter Berücksichtigung der Ungleichförmigkeit des Förderstroms und des Bauaufwandes als optimal gelten.



Typ 71 ... 250 EX

295 ... 2000 CX



Kolbenhub: $h = T \cdot \sin \alpha$ (cm)

geometrisches Verdrängungsvolumen:

$$V_g = 7 \cdot A_k \cdot T \cdot \sin \alpha \text{ (cm}^3\text{)}$$

Ungleichförmigkeitsgrad des Förderstroms bei $\alpha = \text{konstant}$:

$$\delta = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\text{mittel}}} = 0,0253$$

Frequenz des Förderstroms:

$$f = 0,233 \cdot n$$

1.2

Die Bau-
größ-
opti-
Ant-
well-
dere-
wes-
dau-

Sieb-
gele-
gela-
Kolb-
Zylin-
Mitn-
und-
nigu-
bei-
und-
verg-
ober-

Der-
gen-
Steu-

Typ 7

1.2 Konstruktionsmerkmale

Die Brueninghaus-Axialkolbeneinheit der Baureihe EX/CX wird in elf Nenngrößen gefertigt. Feine Abstufung und optimale Auslegung des hydrostatischen Antriebs sind also möglich. Die Triebwelle wird in Schrägkugellagern geführt, deren Anordnung und Dimensionierung wesentlichen Einfluß auf die Lebensdauer der Axialkolbeneinheit haben.

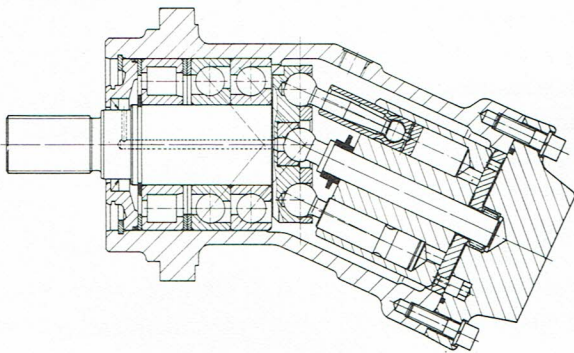
Sieben Kolbenstangen, in Kugelgelenken im Triebflansch und Kolben gelagert, sorgen durch Anlage im Kolbenhemd für die Rotation des Zylinderblocks. Das minimal gehaltene Mitnahmespiel zwischen Kolbenstange und Kolben garantiert gutes Beschleunigungsvermögen beim Anfahren und bei Drehzahlschwankungen. Kolben und Kolbenstangen werden aus hochvergütetem Material gefertigt und oberflächengehärtet.

Der Zylinderblock, in dessen Bohrungen die Kolben gleiten, ist an der Steuerfläche hydraulisch ausgeglichen.

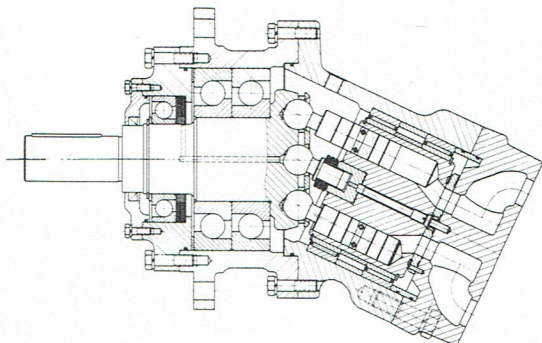
Hohe volumetrische Wirkungsgrade in allen Betriebsphasen sind deshalb gewährleistet. Der hochwertige Lagerwerkstoff des Zylinderblocks bietet überdurchschnittliche Gleiteigenschaften und Druck-Dauerfestigkeit bis 400 bar. Bei der Baureihe C wird der Zylinderblock in robuster Außenlagerung geführt.

Lager und Zylinderblock sind separat austauschbar. Bei der Baureihe E übernimmt ein Mittelzapfen die Führung. Er ist einerseits in einem hochbelastbaren Nadellager und andererseits in einem Kugelgelenk abgestützt.

Die stirnseitige Anpressung des Zylinderblocks an die Verteilerplatte erfolgt durch Tellerfedern. Durch zusätzliche druckabhängige Anpressung wird eine automatische Spaltkompensation erreicht, die geringen Verschleiß, geringe mechanische Verlustleistung und geringe Leckage bewirkt. Die Verteilerplatte, deren nierenförmige Schlitze die Saug- und Druckseite steuern, besteht aus hochwertigem, gehärtetem Stahl.



Typ 71 ... 250 EX 295 ... 2000 CX



1.3 Betriebsmerkmale

Bei Brueninghaus entstehen durch Verwendung hochfester Werkstoffe, sorgfältige Formgebung und präzise Fertigung der Einzelteile zuverlässige Axialkolbeneinheiten mit hohem mechanischem und volumetrischem Wirkungsgrad. Kleines Einbauvolumen, niedriges Leistungsgewicht und geringe Trägheitsmomente werden durch kompakte Bauweise erreicht. Die robuste Triebwellenlagerung gewährleistet lange Lebensdauer und läßt Querkräftbelastungen am Wellenende zu. Das Konstruktionsprinzip der Schrägachsenbauweise ermöglicht bei Einsatz als Hydromotor hohe Anlaufmomente.

Die ausgereifte Konstruktion der Axialkolbeneinheiten berücksichtigt einfache Austauschbarkeit der Verschleißteile.

2. Kreislaufarten

2.1 Kreislaufart 1

Offener Kreislauf – Saugbetrieb

Beim offenen Kreislauf fließt das Betriebsmittel vom Tank zur Hydropumpe und wird von dort zum Hydromotor gefördert. Vom Hydromotor fließt das Medium entspannt zum Tank zurück und erneut zur Hydropumpe. Die Abtriebsrichtung des Hydromotors kann durch Zwischenschalten eines Wegeventils geändert werden. Ein Druckbegrenzungsventil schützt das hydrostatische Getriebe vor Überlastung. Die Filterung des Betriebsmittels erfolgt im Rücklauf.

Wenn beim Schalten des Wegeventils im Sekundärbereich Drucksitzen auftreten (verursacht durch große Schwungmassen am Abtrieb), ist eine Sekundärabsicherung erforderlich.

Die Größe des Pumpenförderstroms wird durch die Antriebsdrehzahl bestimmt. Drehzahlregelung am Abtrieb ist über Stromventile im Zu- oder Rücklauf möglich.

Falls bei Reduzierung des Pumpenförderstroms der Hydromotor nachläuft, muß eine Möglichkeit zum Nachsaugen geschaffen werden. Durch Drosselung des Rücklaufs läßt sich der Hydromotor abbremsen.

2.2 Kreislaufart 2

Geschlossener Kreislauf – Speisebetrieb

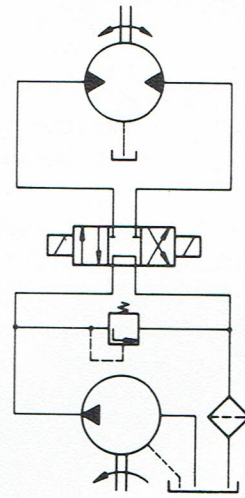
Beim geschlossenen Kreislauf fließt das vom Hydromotor zurückströmende Betriebsmittel direkt zur Hydropumpe. Zum Füllen des Kreises und zur laufenden Ergänzung des unvermeidlichen Leckstroms dient eine Speisepumpe, deren Förderstrom ca. 15 % des Hauptförderstroms betragen muß. Dieser Wert liegt wesentlich höher als die anfallende Leckagemenge. Deshalb wird ein der Differenzmenge entsprechender Teil warmen Öls, das vom Hydromotor zurückfließt, über das Spülventil aus dem Kreislauf ausgeschieden. Über den Wärmetauscher und den Behälter gelangt das gekühlte Öl wieder zur Speisepumpe, von der es über das entsprechende Rückschlagventil in die Niederdruckleitung gedrückt wird.

Zwei separat einstellbare Druckbegrenzungsventile schützen das hydrostatische Getriebe vor Überlastung. Die Filterung des Betriebsmittels erfolgt in der Rücklaufleitung des Spülventils oder in der Speiseleitung.

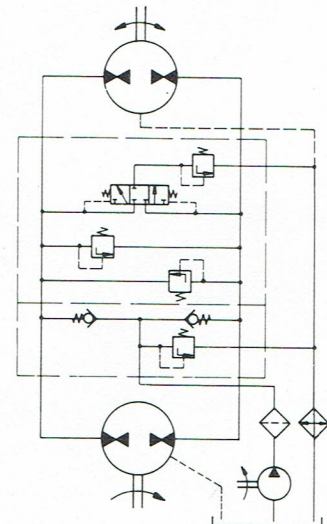
Die Größe des Pumpenförderstroms ist von der Antriebsdrehzahl abhängig. Die Richtungsumkehr am Hydromotor wird entweder durch Zwischenschalten eines Wegeventils oder durch Wechseln der Antriebsdrehrichtung an der Hydropumpe erreicht. Bei Drehrichtungswechsel muß allerdings die Speisepumpe unabhängig vom Hauptantrieb angetrieben werden.

Der geschlossene Kreislauf erlaubt einen Funktionstausch von Hydropumpe und Hydromotor, so daß treibende Momente und Kräfte am Abtrieb über die Hydropumpe auf die Antriebsmaschine geleitet werden können. Diese Umkehrung des Energieflusses ermöglicht eine nahezu verlustlose Bremsung.

Offener Kreislauf – Saugbetrieb



Geschlossener Kreislauf – Speisebetrieb



3. Kenngrößen nach VDI 3278 und 3279

3.1 Allgemeines

3.1.1. Typenbezeichnung siehe
Seiten 2 und 3

3.1.2. Sinnbilder

Konstantpumpe
Kreislaufart: 1
offener Kreislauf



Konstantpumpe/Konstantmotor
Kreislaufart: 2 (Hydropumpe)
8 (Hydromotor)
geschlossener Kreislauf



Anschlüsse:

A, B Arbeitsleitungen

(offener Kreislauf: die Saug- bzw.
Druckseite ist abhängig von der
Antriebsdrehrichtung)

L Leckflüssigkeit

3.1.3 Bauart

Axialkolbeneinheit mit konstantem Verdrängungsvolumen, Schrägachsenbauart mit Schlitzsteuerung

3.1.4 Befestigungsart

Flanschausführung

3.1.5. Leitungsanschluß
und Anschlußgröße

siehe 5. Geräteabmessungen

3.1.6. Drehrichtung
und Durchflußrichtung

Drehrichtung: rechts, links, wechselnd
Durchflußrichtung: siehe 5. Geräte-
abmessungen

3.1.7 Drehzahlbereich

$$n_{\min} \dots n_{\max} \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

3.1.7.1 Minimaldrehzahl n_{\min} (min⁻¹)

nicht begrenzt;

bei hohen Anforderungen an die Gleichförmigkeit der Drehbewegung bitten wir um Rücksprache, falls die Drehzahl folgende Werte unterschreitet:

$$71 \dots 250 \text{ EX: } n = 50 \text{ min}^{-1}$$

$$295 \dots 2000 \text{ CX: } n = 20 \dots 30 \text{ min}^{-1}$$

3.1.7.2 Maximaldrehzahl n_{\max} (min⁻¹)

und Maximalförderstrom

$$Q_{\max} \text{ (l/min)}$$

Einsatzart: Hydropumpe³⁾

Nenngröße	71	125	250	295	352	481	551	658	764	900	2000	
offener Kreislauf – Saug- betrieb ¹⁾	n_{zul} (min ⁻¹)	2200	1850	1450	1500	1265	925	1225	1025	885	750	650
	Q_{zul} (l/min)	156	230	362	442	445	445	675	675	675	675	1300
ge- schlossener Kreislauf – Speise- betrieb ²⁾	n_{\max} (min ⁻¹)	3800	3200	2500	1500	1500	1500	1250	1250	1250	1250	1200
	Q_{\max} (l/min)	269,5	400	625	442	528	721,5	689	822,5	954	1125	2400

Die Angaben gelten bei mineralischen Betriebsmitteln 35 cSt/50°C

1) Offener Kreislauf

Die Werte n_{zul} und Q_{zul} gelten bei absolutem Druck $p_e = 1$ bar unmittelbar am Pumpeneingang. Bei Erhöhung der Antriebsdrehzahl auf n errechnet sich der erforderliche Eingangsdruck p_e (absolut) nach folgender Beziehung:

$$p_e = \left(\frac{n}{n_{\text{zul}}} \right)^2$$

Bei Behältereinbau und offenem Leckölanschluß ist der max. zulässige Gehäusedruck zu beachten.

Der Effektivstrom kann bedingt durch Füllverluste bis zu minus 3 % von Q_{zul} (Idealstrom) abweichen. (Leckageverluste unberücksichtigt.)

2) Geschlossener Kreislauf

Die angegebenen Maximalwerte gelten bei absolutem Druck $p_e = 5 \dots 16$ bar unmittelbar am Pumpeneingang.

3) Bei Einsatz als Hydromotor gelten die Drehzahlen des „Speisebetriebs“.

Bei höheren Drehzahlen bitten wir um Rücksprache.

3.1.8 Gewicht (kg)

und Füllmenge (l)

Nenngröße	71	125	250	295	352	481	551	658	764	900	2000
Gewicht (kg) (ohne Füllmenge)	30	46	97	265	265	265	470	470	470	470	1183
Füllmenge (l)	0,65	1,2	2,2	4,8	4,8	4,8	9,4	9,4	9,4	9,4	23,4

3.1.9. Einbaulage: beliebig;

Leckölleitung muß so verlegt sein,
daß Pumpe oder Motor mit Öl gefüllt bleibt.

3.2 Hydraulische Kenngrößen

3.2.1 Betriebsdruckbereich

Eingang p_e (bar)

3.2.1.1 Pumpe

Absoluter Druck am Anschluß A oder B

Saugbetrieb: $p_{e \min} = 0,8$ bar

Speisebetrieb:

$p_{e \min} \dots p_{e \max} 5 \dots 16$ bar

3.2.1.2 Motor

Nenndruck

$p_N = 350$ bar

Höchstdruck

$p_{\max} = 400$ bar

3.2.2 Betriebsdruckbereich

Ausgang p_a (bar)

3.2.2.1 Pumpe

Nenndruck

$p_N = 350$ bar

Höchstdruck

$p_{\max} = 400$ bar

3.2.3 Betriebsdruckbereich

Eingang p_e und Ausgang p_a

bei Einsatzart:

Hydromotor in Reihenschaltung

3.2.3.1 Betriebszustand: statisch

Eingang: $p_{e \max} = p_{\max} = 400$ bar

Ausgang: $p_{a \max} = p_{\max} = 400$ bar

3.2.3.2 Betriebszustand: dynamisch

Eingang: $p_{e \max} = p_N = 350$ bar

Ausgang: $p_{a \max} = 0,5 p_N = 175$ bar
(bei $p_e = p_N$)

3.2.3.2.1

Eingang: $p_e =$ bis $p_N = 350$ bar

Ausgang: $p_a = 525$ bar $- p_e$

3.2.4 Gehäusedruck

max. zulässiger Leckflüssigkeitsdruck
am Anschluß L

71 ... 250 EX: $p_{\max} = 2,5$ bar absolut

295 ... 2000 CX: $p_{\max} = 2,0$ bar absolut

3.2.5 Druckmitteltemperaturbereich

$\vartheta_{\min} \dots \vartheta_{\max} = -20^\circ \text{C} \dots +80^\circ \text{C}$

(andere Bereiche auf Anfrage)

3.2.6 Viskositätsbereich

$\nu_{\min} \dots \nu_{\max} = 10 \dots 1000$ cSt

3.2.7. Betriebsviskosität

$\nu_{\text{Betrieb}} = 12 \dots 100$ cSt

3.2.8 Druckflüssigkeit

Mineralöle nach

DIN 51 524 / DIN 51 525. Außerdem
können ATF-Öle und HD-Motorenöle

(Mehrbereichsöle) verwendet werden

(andere Druckflüssigkeiten auf An-
frage).

Ausführliche Angaben über Mineralöle, schwer entflammare Flüssigkeiten enthält
unser Prospekt DFK.

3.2.9 Filterung

Empfohlene Filterfeinheit:

bei Rücklauffilterung: 25 .. 40 μm

bei Speisekreisfilterung: 10 .. 25 μm

Mit abnehmender Filterfeinheit ver-
mindert sich die Lebensdauer.

3.3 Kennlinien und Kennfelder

3.3.1 Wirkungsgrad η

Die Leistungsverluste der Axialkolben-einheiten werden in „volumetrische“ und „hydraulisch-mechanische“ aufgeteilt. Man definiert den Gesamtwirkungsgrad:

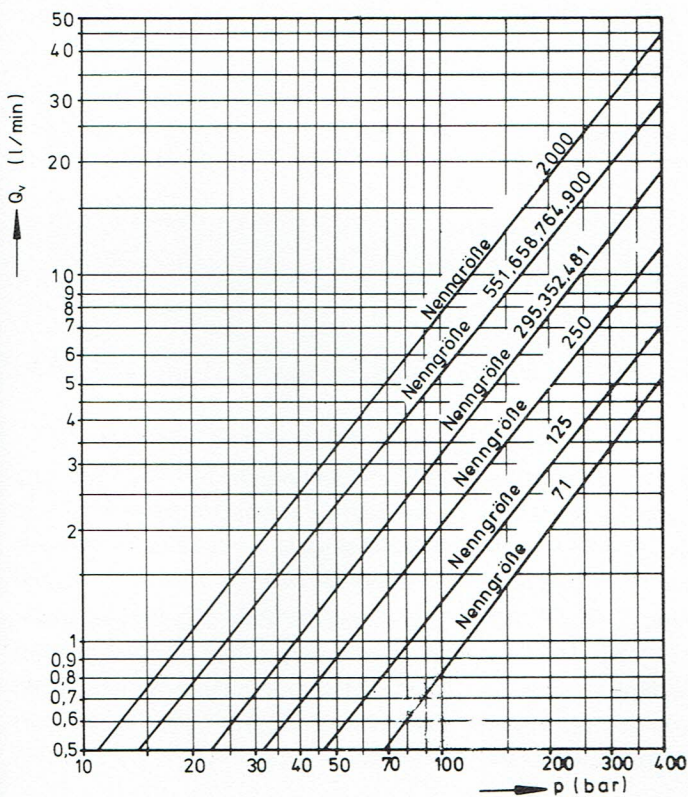
$$\eta_t = \eta_v \cdot \eta_{hm}$$

3.3.1.1 Volumetrischer Wirkungsgrad η_v

Der volumetrische Wirkungsgrad η_v erfaßt im wesentlichen die Leckverluste. Der Leckstrom dient zum Schmieren der Gleitflächen zwischen Kolben und Zylinderbohrung sowie der Steuerfläche zwischen Zylinderblock und Verteilerplatte. Durch optimale Auslegung des Kolbenspiels und der Steuerflächenanpressung ist der Leckstrom gering.

Der Verluststrom Q_v ist vom Arbeitsdruck und von der Zähigkeit des Betriebsmittels abhängig.

Nachstehendes Diagramm zeigt Grenzwerte des Verluststroms Q_v der Brüninghaus-Axialkolbeneinheit in Abhängigkeit vom Druck bei einer Betriebsmittelzähigkeit von 35 cSt bei 50° C.



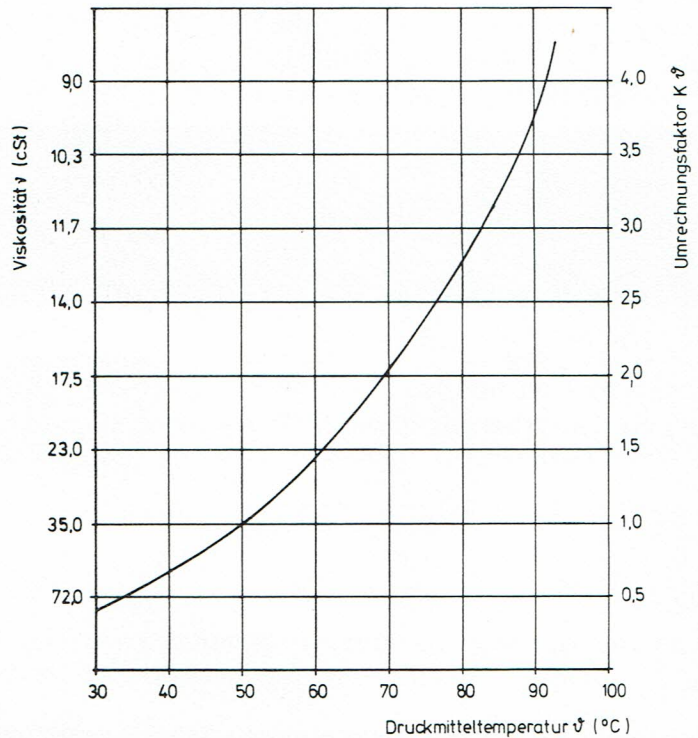
Für andere Temperaturen sind die Werte des Diagramms mit dem Umrechnungsfaktor K_{ϑ} aus folgendem Diagramm zu multiplizieren. Das Diagramm entspricht dem Zähigkeitsverlauf einer üblichen mineralischen

Hydraulikflüssigkeit von 35 cSt/50° C und einem Viskositätsindex $VI \approx 100$. Bei anderen Hydraulikflüssigkeiten kann über die Zähigkeit der Umrechnungsfaktor K_{ϑ} eingesetzt werden.

Der volumetrische Wirkungsgrad errechnet sich wie folgt:

$$\text{Hydropumpe: } \eta_{v1} = \frac{Q_{th} - Q_v \cdot K_{\vartheta}}{Q_{th}}$$

$$\text{Hydromotor: } \eta_{v2} = \frac{Q_{th}}{Q_{th} + Q_v \cdot K_{\vartheta}}$$



3.3.1.2 Hydraulisch-mechanischer Wirkungsgrad η_{hm} (Drehmomentwirkungsgrad)

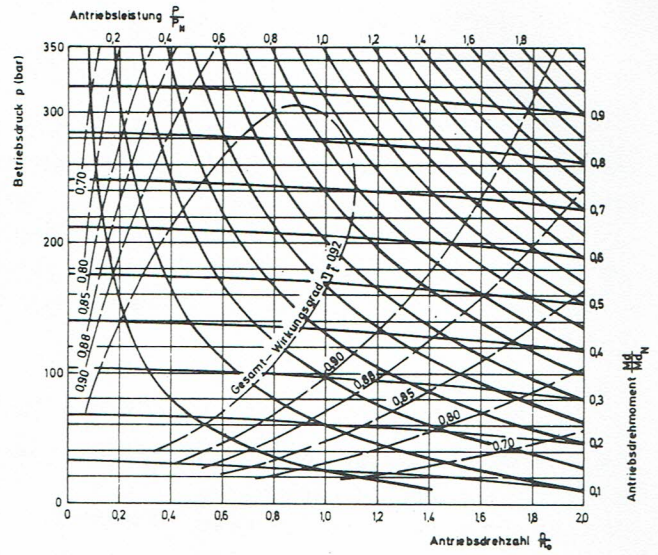
Der hydraulisch-mechanische Wirkungsgrad berücksichtigt die Reibungs- und Strömungsverluste. Mit Hilfe von Diagrammen kann der Wirkungsgrad η_{hm} in jedem Betriebspunkt ermittelt werden. Bei Bedarf Diagramme anfordern.

3.3.2 Leistungskennfeld

3.3.2.1 Hydropumpe mit konstantem Verdrängungsvolumen

Nenngröße	71	125	250	295	352	481	551	658	764	900	2000
Antriebsleistung ¹⁾ P_N (kW)	78,5	116,6	184,2	176,2	210,2	288,1	277	330,5	384,3	453,2	712,2
Antriebsdrehmoment ¹⁾ M_{dN} (kpm)	42,5	74,8	149,5	176	210	287,8	328,5	392,5	456,5	538,3	1196
Bezugsdrehzahl ²⁾ n_o (min ⁻¹)	1800	1520	1200	975	975	975	820	820	820	820	580

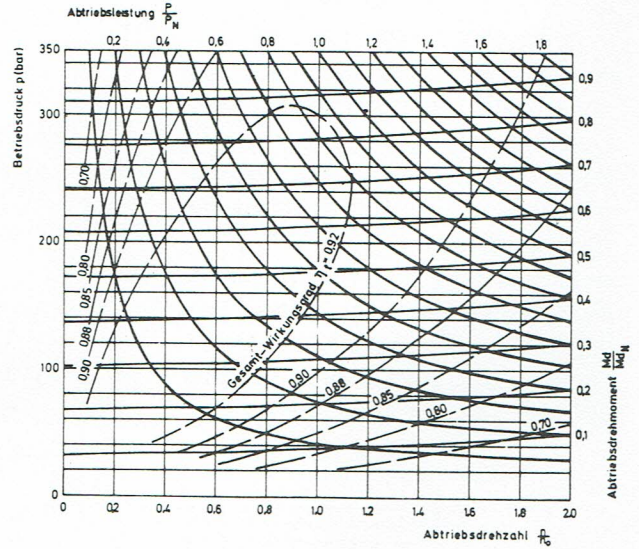
- 1) bei $P_N = 350$ bar, Bezugsdrehzahl n_o , $\eta_{hm} = 0,95$, 35 cSt/50° C
- 2) Die Bezugsdrehzahl n_o ergibt für alle Nenngrößen gleiche Hubgeschwindigkeit am Kolben (bei Schwenkwinkel $\alpha = 25^\circ$)



3.3.2.2 Hydromotor mit konstantem Verdrängungsvolumen

Nenngröße	71	125	250	295	352	481	551	658	764	900	2000
Abtriebsleistung ¹⁾ F_N (kW)	70	105,3	166,3	159,1	190	260,1	250,8	298,2	346,9	409,0	642,9
Abtriebsdrehmoment ¹⁾ M_{dN} (kpm)	38,3	67,5	134,9	159	189,9	259,7	297,5	354,2	411,9	485,7	1079
Bezugsdrehzahl ²⁾ n_o (min ⁻¹)	1800	1520	1200	975	975	975	820	820	820	820	580

- 1) bei $P_N = 350$ bar, Bezugsdrehzahl n_o , $\eta_{hm} = 0,95$, 35 cSt/50° C
- 2) Die Bezugsdrehzahl n_o ergibt für alle Nenngrößen gleiche Hubgeschwindigkeit am Kolben (bei Schwenkwinkel $\alpha = 25^\circ$)



3.3.3 Geometrisches Verdrängungsvolumen je Umdrehung V_g (cm³) und theoretische Drehmomentkonstante pro bar M_{dth}/bar (kpm/bar)

Nenngröße	71	125	250	295	352	481	551	658	764	900	2000
V_g (cm ³)	71,0	125,0	250,0	294,8	352,0	481,3	551,3	658,3	763,3	900,1	2000
M_{dth}/bar (kpm/bar)	0,115	0,203	0,405	0,479	0,572	0,781	0,895	1,069	1,238	1,461	3,246

3.4 Antrieb und Abtrieb

3.4.1 Zulässige Anfahrwinkel – beschleunigung ϵ_A (sec⁻²)

und zulässige Drehzahlschwankung Δn (min⁻¹) $\Delta n = n_{max} - n_{min}$

Die Synchronisation der Drehbewegung von Triebwelle und Zylinderblock wird über die Kolben vorgenommen. Dabei ist ein geringes Mitnahmespiel zwischen Kolben und Kolbenstange notwendig.

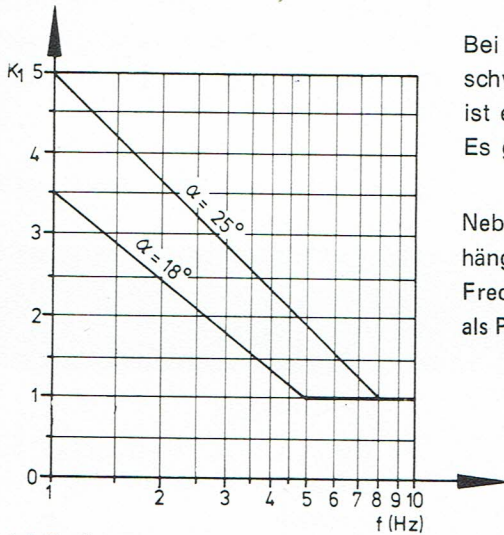
Deshalb kann bei häufigem Anfahren mit allzu hoher Winkelbeschleunigung oder bei großen und schnellen Dreh-

zahlschwankungen des Antriebs (insbesondere Drehschwingungen) das Triebwerk der Axialkolbeneinheit beschädigt werden.

Um in jedem Fall Dauerfestigkeit zu gewährleisten, dürfen folgende Anfahrwinkelbeschleunigungen ϵ_A und Drehzahlschwankungen Δn nicht überschritten werden:

Nenn
 ϵ_A
 Δn
 K_1
 3.4.
 3.4.
 Nenn
 J (k
 3.4.
 Die
 laub
 Wel
 Abtr
 derg
 Nenn
 F_{qMo}
 K_2
 3.4.4
 Bei
 lauf
 Que
 auf
 über
 unter
 spar

Nenngröße	71	125	250	295	352	481	551	658	764	900	2000
ϵ_A (sec ⁻²) ¹⁾	2000	1200	750	200	200	200	100	100	100	100	75
Δn (min ⁻¹)	90	75	55	30	30	30	21	21	21	21	13



Bei Drehzahlschwankungen oder Drehbeschleunigungen mit niedriger Frequenz ist ein höheres Δn zulässig.

Es gilt dann:

$$\Delta n_{zul} = K_1 \cdot \Delta n \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

Nebstehendes Diagramm zeigt die Abhängigkeit des Faktors K_1 von der Frequenz f mit dem Schwenkwinkel α als Parameter.

1) Die Beschränkung der Winkelbeschleunigung auf ϵ_A gilt nur für den Anfahrbeginn; nach einer geringen Drehung (max. 5 Grad) ist die fünf-fache Winkelbeschleunigung zulässig, da die Kolbenstangen dann mit Sicherheit in Anlage sind.

Zur Beachtung:

Bei häufigem Anfahren oder schnellen Drehzahlschwankungen ist darauf zu achten, daß die Verbindung zwischen Triebwelle und Gegenstück, z. B. Kupplung, in Umfangsrichtung spielfrei ist und spielfrei bleibt.

3.4.2 Zulässiger Ungleichförmigkeitsgrad δ

Der zulässige Ungleichförmigkeitsgrad errechnet sich wie folgt:

$$\delta = \frac{\Delta n}{n}$$

3.4.3 Massenträgheitsmoment aller rotierender Teile J (kgm²)

Nenngröße	71	125	250	295	352	481	551	658	764	900	2000
J (kgm ²)	0,010	0,0275	0,080	0,340	0,340	0,340	0,921	0,921	0,921	0,921	4,125

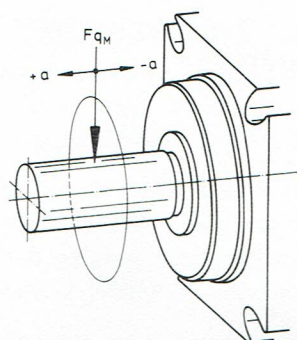
3.4.4 Maximale Querkraft auf die Triebwelle F_q (kp)

Die robuste Triebwellenlagerung erlaubt relativ große Querkräfte auf das Wellenende. Deshalb ist der An- bzw. Abtrieb mit Keilriemen, Zahnrad oder dergl. möglich.

Nenngröße	71	125	250	295	352	481	551	658	764	900	2000
F_{qM0} (kp)	160	220	360	500	500	500	700	700	700	700	1000
K_2 ($\frac{kp}{cm}$)	20	20	30	30	30	30	35	35	35	35	40

3.4.4.1 Maximale Querkraft bei Betriebsdruck $p = 0$ bar F_{qM0} (kp)

Bei Stillstand oder im drucklosen Umlauf der Axialkolbeneinheit darf die Querkraft auf die Triebwelle, bezogen auf Wellenmitte, den Wert F_{qM0} nicht überschreiten (z. B. bei Riemenantrieb unter Berücksichtigung der Vorspannung).



Bei Verlagerung des Angriffsabstandes um den Betrag a (cm) von Wellenmitte in Richtung Wellenende (+ a) oder umgekehrt (- a) verändert sich die zulässige Querkraft nach folgender Beziehung:

$$F_{q\alpha 0} = F_{qM0} - K_2 \cdot a \text{ (kp)}$$

bei Verlagerung in Richtung + a

$$F_{q\alpha 0} = F_{qM0} + K_2 \cdot a \text{ (kp)}$$

bei Verlagerung in Richtung - a

F_{qM0} und Konstante K_2 sind aus obiger Tabelle zu entnehmen.

3.4.4.2 max. Querkraft bei

Betriebsdruck $p \leq 400$ bar

Bei herrschendem Betriebsdruck p ist eine größere Querkraft auf das Wellenende zulässig. Dies ist besonders für An- bzw. Abtrieb über Zahnräder von Bedeutung. Unter Zugrundelegung der max. zulässigen Querkraft (Zahnkraft)¹⁾, bezogen auf Wellenmitte, er-

geben sich folgende minimalen Ritzelabmessungen:

für Nenngröße 71 .. 250 : $r_{Mmin} = d_1$

für Nenngröße 295 .. 2000 : $r_{Mmin} = 2 \cdot d_1$

r_{Mmin} = kleinster Teilkreisradius des Ritzels, bei dem bei beliebigem Angriffswinkel der Querkraft die angegebenen Lebensdauerwerte (siehe 4.) gewährleistet werden.

d_1 = Triebwellendurchmesser der Axialkolbeneinheit

(Abmessungen: siehe 5. Geräteabmessungen).

Bei Verlagerung des Angriffsabstandes um den Betrag a (cm) von Wellenmitte in Richtung Wellenende vergrößert sich die min. Ritzelabmessung nach folgender Beziehung:

$$r_{amin} = r_{Mmin} (1 + K_3 \cdot a)$$

Die Konstante K_3 ist folgender Tabelle zu entnehmen:

Nenngröße	71	125	250	295	352	481	551	658	764	900	2000
K_3 (cm ⁻¹)	0,060	0,050	0,040	0,030	0,030	0,030	0,025	0,025	0,025	0,025	0,020

¹⁾ Verzahnung mit Bezugsprofil nach DIN 867

3.4.5 Maximale Axialkraft an der Triebwelle

Eine in Richtung $F_{ax}(+)$ wirkende Axialkraft verringert zwar die Lebensdauer der Lagerung, ist im übrigen jedoch unbedenklich.

Eine in Richtung $F_{ax}(-)$ wirkende Axialkraft erhöht durch die Entlastung der Lagerung die Lebensdauer, ist aber aus konstruktiven Gründen nicht unbegrenzt zulässig.

Es gilt hierfür:

$$F_{ax\ zul(-)} = F_{axo(-)} + K_4 \cdot p \text{ (kp)}$$

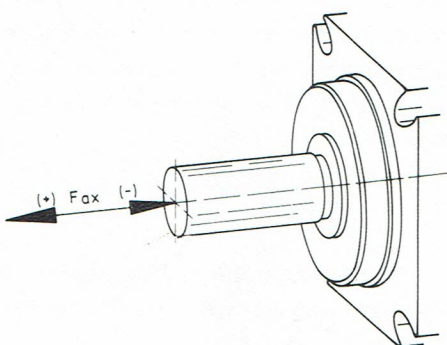
$F_{axo(-)}$ = zul. Axialkraft in Richtung (-) bei Betriebsdruck $p = 0$ bar

K_4 = Konstante,

p = Betriebsdruck

$F_{axo(-)}$ und K_4 sind nachstehender Tabelle zu entnehmen:

Nenngröße	71	125	250	295	352	481	551	658	764	900	2000
$F_{axo(-)}$ (kp)	120	160	260	300	300	300	400	400	400	400	600
K_4 (cm ²)	4	6	9	14	14	14	22	22	22	22	36



3.4.6 An- und Abtriebselemente

3.4.6.1 Kupplung

Der Antrieb erfolgt im allgemeinen über drehsteife elastische Kupplungen. Bei ungleichförmigem Antrieb und bei häufigen schlagartigen Druckwechseln ist auf genügende Steifheit der Verbindungselemente zu achten. Zwischen den Kupplungselementen ist in axialer Richtung ein Spiel von ca. 2... 4 mm vorzusehen.

3.4.6.4 Hohlrad

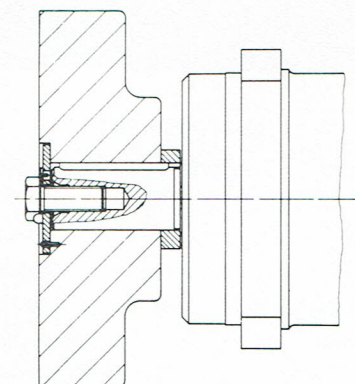
Die Wellen sind so auszurichten, daß keine Biegemomente auf die Triebwelle kommen.

3.4.6.5 Allgemeine Hinweise

Die An- bzw. Abtriebselemente dürfen grundsätzlich nicht auf die Welle aufgeschlagen werden. Sie sind vielmehr stets mittels der an der Triebwelle stirnseitig angebrachten Gewindebohrung aufzuziehen.

Das Aufziehen hat bis zum Wellenansatz zu erfolgen. Bei Bedarf ist eine Distanzscheibe zu unterlegen. Die An- bzw. Abtriebselemente sind gegen axiale Verschiebung zu sichern.

Bei Antrieb durch Verbrennungsmotor darf der maximal zulässige Ungleichförmigkeitsgrad in keiner Betriebsphase überschritten werden. (Berechnung des Ungleichförmigkeitsgrades siehe 3.4.2.)



3.4.6.2 Keilriemen oder Zahnrad

Zulässige Querkräfte beachten, Werte siehe 3.4.4.

3.4.6.3 Gelenkwelle

Max. zulässige Drehzahl für Gelenkwelle beachten. Wellenköpfe vorschriftsmäßig montieren, so daß Dreh-schwingungen vermieden werden.

Beide Wellenenden parallel anordnen, um gleichförmige Drehbewegung zu erreichen. Längenausgleich vorsehen.

▲ Befestigungsbeispiel einer Kupplungshälfte

4. Berechnungen

Lebensdauer-Berechnung

Die mittlere mechanische Lebensdauer kann über die bekannten Gleichungen für die Belastungsabhängigkeit der Lebensdauer von Wälzlagerungen errechnet werden.

Das nebenstehende Lebensdauerdiagramm stützt sich auf rechnerische Werte, bezogen auf die Lebensdauer der Triebwellenlagerung.

Die Belastung der Lager ist im wesentlichen eine Funktion des Druckes p . Die anderen Einflußgrößen (z. B. Schwenkwinkel) können vernachlässigt werden. In den meisten Fällen ist p nicht konstant, sondern zeitlich wechselnd. Wenn die Zeitanteile t_i gegeben sind, während der die Drücke p_i auf der Hochdruckseite herrschen, errechnet sich der vergleichbare, für die Lebensdauer maßgebende Druck p_v nach der Gleichung:

$$p_v = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^n p_i^3 \cdot t_i}$$

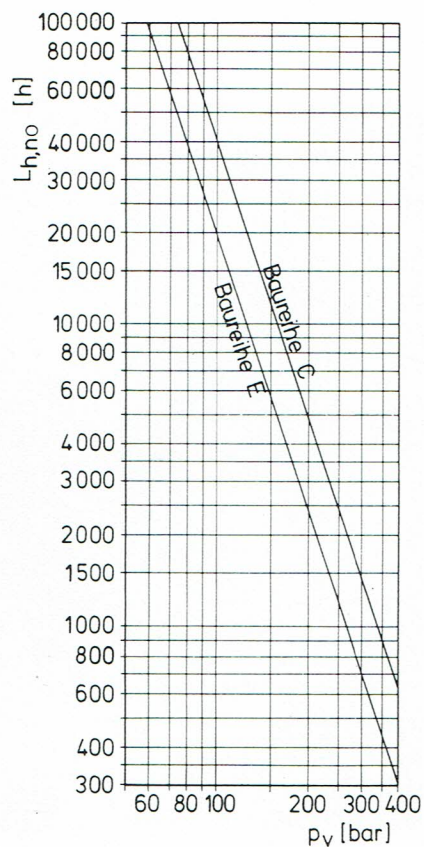
Mit der Größe von p_v ergibt sich aus dem Diagramm unmittelbar die mittlere mechanische Lebensdauer L_{h, n_0} bei Bezugsdrehzahl n_0 . (Bezugsdrehzahl n_0 : siehe 3.3.2.)

Bei einer anderen Drehzahl muß dieser Wert im Verhältnis der Drehzahlen umgerechnet werden:

$$L_h = L_{h, n_0} \cdot \frac{n_0}{n}$$

Die tatsächliche Lebensdauer der Triebwellenlagerung erreicht in der Praxis das Drei- bis Fünffache des rechnerisch ermittelten Wertes.

Die Gebrauchsdauer der gesamten Axialkolbeneinheit wird jedoch entscheidend vom Verschleiß und von evtl. auftretenden Druckspitzen beeinflusst.



Beispiel einer Lebensdauer-Berechnung:

Eine Axialkolbeneinheit Nenngröße 125 (Baureihe E) wird bei einer Drehzahl von $n = 2000 \text{ min}^{-1}$ mit folgenden Drücken belastet:

$$p_1 = 10 \text{ bar}; t_1 = 0,75$$

$$p_2 = 100 \text{ bar}; t_2 = 0,20$$

$$p_3 = 300 \text{ bar}; t_3 = 0,05$$

$$t_1 + t_2 + t_3 = 1,00$$

Dann ist:

$$p_v = \sqrt[3]{10^3 \cdot 0,75 + 100^3 \cdot 0,20 + 300^3 \cdot 0,05}$$

$$p_v = 116 \text{ bar}$$

Aus dem Diagramm folgt für die Baureihe E:

$$L_{h, n_0} = 15\,000 \text{ h bei } n_0 = 1520 \text{ min}^{-1}$$

Für $n = 2000 \text{ min}^{-1}$ ist:

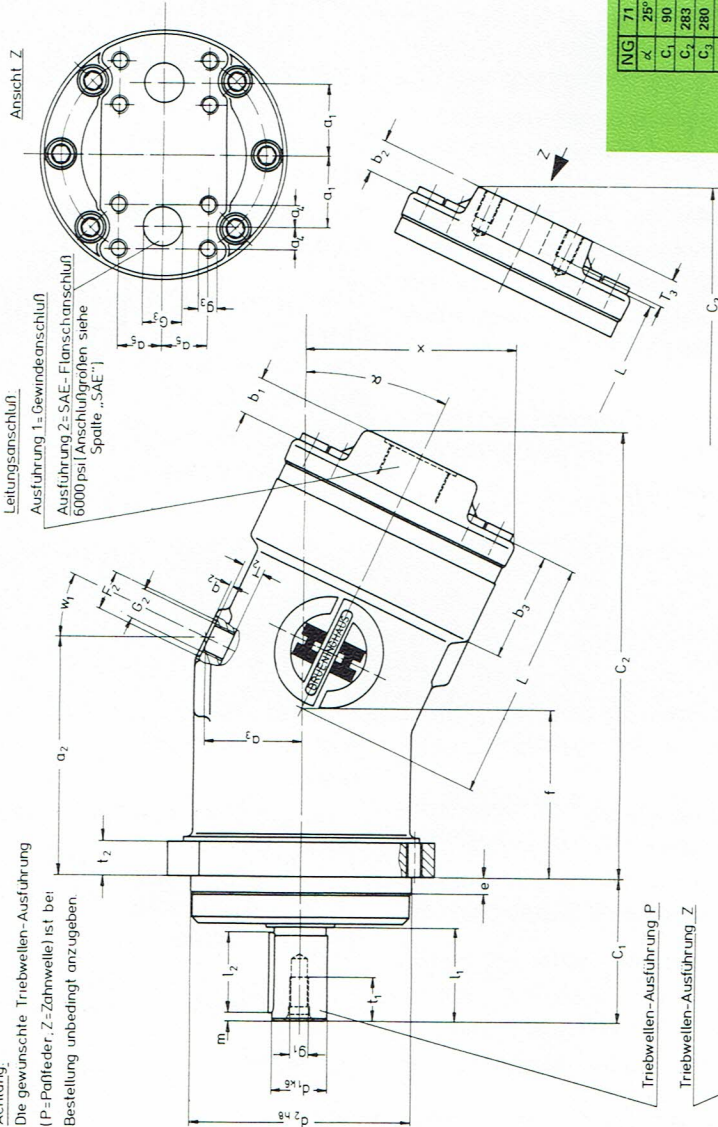
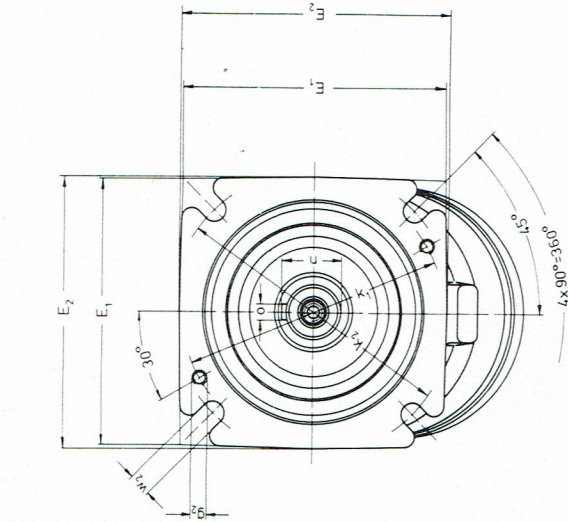
$$L_h = 15\,000 \cdot \frac{1520}{2000}$$

$$L_h = 11\,400 \text{ h}$$

5. Geräteabmessungen 5.1. Typ 71 ... 250 EX

Achtung:

Die gewünschte Triebwellen-Ausführung (P=Paflfeder, Z=Zahnwelle) ist bei Bestellung unbedingt anzugeben.



Ansicht Z

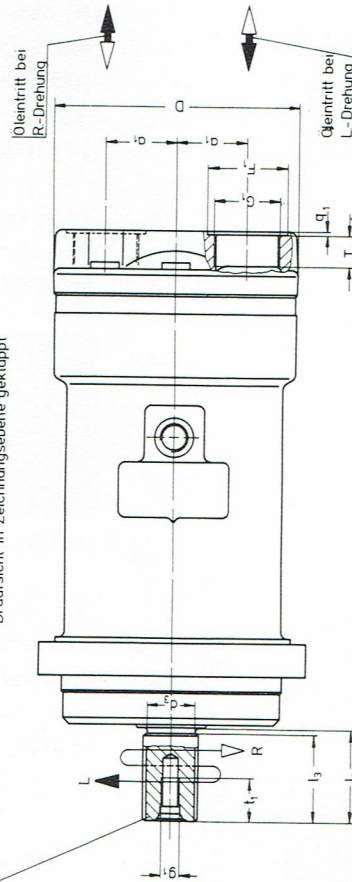
Leitungsanschluss
Ausführung 1=Gewindeanschluss
Ausführung 2=SAE-Flanschanschluss
6000psi Anschlussprofilen siehe Spalte „SAE 1“

NG	71	125	250
d3	30,2	35,2	45,2
e	10	10	12
f	105	124	138
g	M10	M12	M16
h	M10	M12	M16
i	M12	M14	M16
k	165	184	260
k2	180	200	280
l	58	82	82
l2	50	70	70
l3	50	74	74
m	5	5	5
n	38	43	53,5
o	10	12	14
q1	2	2	2
q2	1,5	2	2
r	27	33	33
s	20	25	30
w1	25°	25°	25°
w2	14	18	22
x	133	157	195
SAE	1"	1 1/4"	1 1/2"

NG	71	125	250
α	25°	25°	25°
C1	90	122	132
C2	283	329	394
C3	280	326	391
D	156	183	227
E1	166,5	186	260
E2	170	190	265
F1	41	56	66
F2	25	28	28
G1	M33	M42	M48
G2	M18	M22	M22
G3	x2	x2	x2
L	150	177	220
L1	18	20	22
L2	14,5	14	18
L3	18	22	24
a1	43	53	63
a2	149	173	187
a3	62	71	93
a4	13,9	15,9	18,3
a5	28,6	33,35	39,7
b1	24	27	36
b2	21	24	33
b3	68	67	77
d1	35	40	50
d2	140	160	224

Brüninghaus-Axialkolbeneinheiten,
konstantes Verdrängungsvolumen,
Typ 71 ... 250 EX

Draufsicht in Zeichnungsebene geklappt



Ölenritt bei R-Drehung

Ölenritt bei L-Drehung

Anderungen vorbehalten

Mafte für nicht bearbeitete Kanten sind Richtmafte

DIE REXROTH GRUPPE

REXROTH
HYDROMATIK
BRUENINGHAUS
INDRAMAT
SIGMA
EXCENTRA
CARRON

Wir informieren Sie über die REXROTH-GRUPPE mit dem umfassenden Hydraulik-Programm für Mittel-, Hoch- und Höchstdruck.

Zahnradpumpen/motoren
Flügelzellenpumpen
Radialkolbenpumpen/motoren
Kombinationspumpen
Axialkolbenpumpen/motoren
in Schrägscheibenbauart:
Konstantpumpen/motoren
Verstellpumpen
mit Regel- und Steuergeräten
Axialkolbenpumpen/motoren
in Schrägachsenbauart:
Konstantpumpen/motoren
Verstellmotoren
Verstellpumpen
und Verstell Doppelpumpen
mit Regel- und Steuergeräten
Stufenlos verstellbare hydrostatische
Getriebe in Split- und Kompaktbauweise
für Industrie und Mobilsektor
Sonderausführungen in Serie
Hydrozylinder
Wegeventile, Sperrventile
in An- und Einbauausführung

Druck- und Stromventile in An-
und Einbauausführung
Kompaktblöcke
Verkettungssysteme, Höhen- und
Längsverkettung
Mehrstufige Servo-, Druck-
und Wegeventile einschließlich der
regeltechnischen Komponenten
Standard-Antriebsaggregate
Antriebs-Steuer-Stationen
für Großanlagen, in verschiedenen
Bauausführungen und Größen,
wie Ventilstände, Pumpen-Tank-
Aggregate, Pumpenstationen

Zubehör für die Hydraulik, Manometer-
wahlschalter, Einfüll- und Belüftungs-
filter, Druckschalter, Rücklauf-
filter, Entlüftungsventile

Komplette Hydraulik-Programme für:
Werkzeugmaschinen, Pressen,
Plastikmaschinen,
Mobilanwendungen, Schiffsbau

BRUENINGHAUS HYDRAULIK GMBH, Postfach 14 40, An den Kelterwiesen 14, D-7240 Horb 1, Telefon (074 51) 20 21, Telex 0765 321

VERTRIEBSORGANISATION DER REXROTH-GRUPPE

Stammwerke und Produktionsbetriebe

REXROTH, Lohr · HYDROMATIK, Ulm · BRUENINGHAUS, Horb · INDRAMAT, Lohr ·
REXROTH-SIGMA, Venissieux · EXCENTRA, Fellbach · CARRON, Kirkcaldy

Technische Büros in Berlin (West), Hamburg, Hannover,
Hamm, Düsseldorf, Siegburg, Frankfurt, Betzdorf (Steg),
Scheiderberg, Stuttgart, Nürnberg, München

Tochtergesellschaften und Vertretungen in

Argentinien	Mexiko
Australien	Niederlande
Belgien	Norwegen
Brasilien	Österreich
Dänemark	Portugal
Finnland	Schweden
Frankreich	Schweiz
Großbritannien	Spanien
Indien	Südafrika
Irland	Türkei
Israel	Ungarn
Italien	USA
Japan	
Kanada	... und Lizenzen in der
Luxemburg	Sowjetunion, in Polen und Japan



BRUENINGHAUS

Axialkolbenpumpen/motoren in Schrägachsenbauart

Das umfassende Programm
für den hydrostatischen Antrieb
im Leistungsbereich von 5 bis
1200 kW pro Getriebeeinheit
Konstantpumpen/motoren
Verstellmotoren
Verstellpumpen
und Verstell Doppelpumpen
mit Regel- und Steuergeräten
Hydrostatische Getriebe,
stufenlos verstellbar,
in Split- und Kompaktbauweise
für den Industrie-, Mobil-,
Schiffbau- und Offshorebereich
Komplette Hydraulikanlagen
Sonderausführungen in Serie