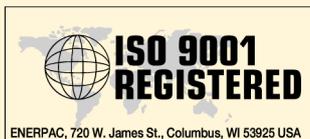




Katalogteil	
Sicherheitsanweisungen	
Auswahl von Pumpen Produktwahl-Arbeitsblatt	
Grundlagen der Einrichtung hydraulischer Systeme	
Grundlagen der Hydraulik	
Umrechnungstabellen Geschwindigkeitstabellen	
Informationen zu Ventilen Sechskant-Bolzen & Muttern	
Drehmomentverschraubung Vorspanntechnik	
INFORMATE: Verschraubungssoftware	
Enerpac Academy EMP: präventives Wartungsprogramm	



Enerpac ist nach mehreren Qualitätsstandards zertifiziert. Diese Standards erfordern die Einhaltung von Standards für Management, Verwaltung, Produktentwicklung und Fertigung. Stetig um Verbesserungen bestrebt, hat Enerpac große Anstrengungen unternommen, um die Qualitätsanforderungen nach ISO 9001 zu erfüllen.

DIN-ISO 1402

Die thermoplastischen Schläuche von Enerpac erfüllen alle Ansprüche dieser Normen.

ASME B30.1-2015

Mit Ausnahme der Serien RD, BRD, HCL, LPL, CUSP und JHA, erfüllen unsere Hydraulikzylinder alle Anforderungen der amerikanischen Normen des American National Standards Institute.

Konstruktionskriterien der Produkte

Sofern nicht ausdrücklich anders angegeben, sind alle Hydraulikbauteile für einen maximalen Betriebsdruck von 700 bar (10.000 psi) ausgelegt.



Wo angegeben, entsprechen die Elektrogeräte von Enerpac den Anforderungen, die vom kanadischen Normungsinstitut Standards Council of Canada (CAN C22.2 Nr. 68-92) und im Rahmen der UL73 für die Vereinigten Staaten von Amerika an die Ausführung, Montage und Tests der Produkte gestellt werden. Die Geräte wurden für sowohl die USA als auch für Kanada durch den TÜV und von USA-OSHA-NRTLs (Nationally Recognised Testing Laboratories) getestet und zertifiziert.

EMC-Richtlinie

Wenn spezifiziert, erfüllen Enerpac Elektropumpen die Anforderungen der Richtlinie 2014/30/EU für elektromagnetische Kompatibilität.



CE-Kennzeichnung und Konformität
Die Produkte von Enerpac, die den EU-Richtlinien entsprechen, sind mit dem CE-Kennzeichen gekennzeichnet und verfügen über eine Konformitätserklärung.



ATEX 95-zertifiziert

Die Drehmomentschlüssel der S-, W-, DSX- und HMT-Serien, die luftbetriebenen Pumpen der ATP-Serie, die SWi-Ex-Flanschspreizer, die HP-Ex-Handpumpen und die Schläuche des Typs 144 wurden entsprechend der „ATEX-Richtlinie“ 2014/34/EU getestet und zertifiziert. Der Explosionsschutz gilt für Gerätegruppe II, Gerätekategorie 2 (Gefahrenzone 1), in gas- bzw. staubhaltigen Umgebungen.

Drehmomentschlüssel der Serien:

S- und W:	Ex II 2 GD T4
DSX- und HMT:	Ex II 2 G c T6
NSH-Muttersprenger:	Ex II 2 G c T6
Pumpen ZA4-, ZA4T:	Ex II 2 GD ck T4
ZA4TX-QROP-Pumpe:	Ex IIC T4 Gc Ex IIIC T135°C Dc
Pumpen ATP, XA-Serie:	Ex II 2 GD ck T4
Pumpen LAT-Serie:	Ex IIC T4 Gc und Ex IIIC T135°C Dc
SWi-Ex-Spreizer:	II 2G Ex h IIB T5 Gb und II 2D Ex h IIIC T85°C Db
HP-Ex-Handpumpen:	II 2G Ex h IIB T5 Gb und II 2D Ex h IIIC T100°C Db
144-Schläuche:	II 2G Ex h IIB T5 Gb und II 2D Ex h IIIC T100°C Db



Hydraulische Kraft ist eine der sichersten Kraftquellen, vorausgesetzt, daß sie richtig eingesetzt wird und

einige einfache Vorsichtsmaßregeln beachtet werden, die für nahezu alle hydraulischen Systeme gelten.

- Lasten stets langsam heben und den Druck oft kontrollieren
- Niemals in der Kraftlinie stehen
- Mögliche Probleme voraussehen und Maßnahmen zur Vermeidung dieser einleiten.

Die Zeichnungen und Fotos der Anwendungen von Enerpac Produkten in diesem Katalog dienen der Darstellung, wie unsere Kunden ihre hydraulischen Systeme in verschiedenen Anwendungsbereichen der Industrie eingesetzt haben.

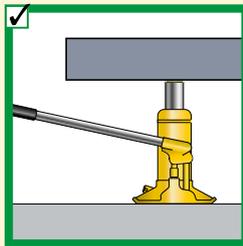
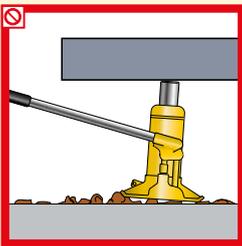
Beim Entwurf ähnlicher Systeme müssen Sie darauf achten, die richtigen Komponenten auszuwählen, die zu Ihrem spezifischen Bedarfsfall passen, so daß ein sicherer Betrieb gewährleistet ist.

Kontrollieren Sie, daß alle Vorsichtsmaßnahmen getroffen wurden, um Verletzungsgefahren durch und unnötige Schäden an Ihrer Anwendung bzw. Ihrem System zu vermeiden.

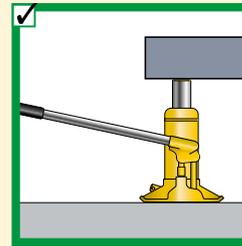
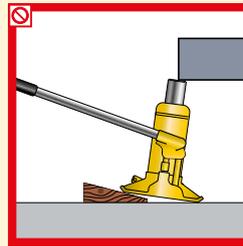
Enerpac übernimmt keinerlei Haftung bei Schäden oder Verletzungen, die auf die unsachgemäße Nutzung, Wartung oder Verwendung seiner Produkte zurückzuführen sind.

Wenden Sie sich bitte an Ihre Enerpac-Vertretung, wenn Sie Fragen hinsichtlich der Sicherheitsbestimmungen haben.

Heber



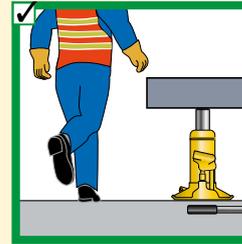
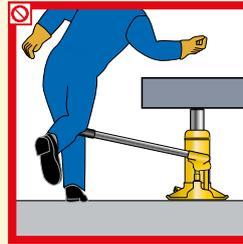
◀ Stellen Sie den Sockel des Hebers ganz auf einen ebenen Grund mit ausreichender Tragfähigkeit.



◀ Das gesamte Druckstück muß mit der zu hebenden Last haben.

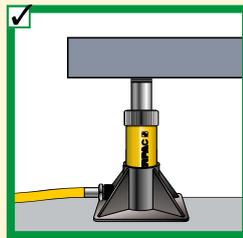
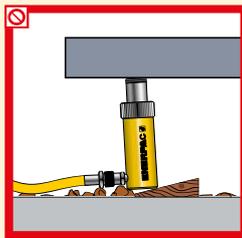


◀ Arbeiten Sie nie unter Lasten. Die Last muß abgestützt sein.

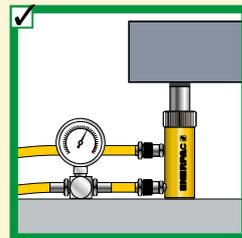
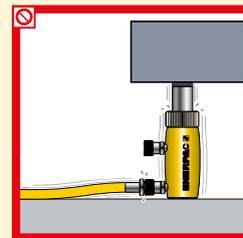


◀ Entfernen Sie den Heber, wenn der Handgriff nicht betätigt wird.

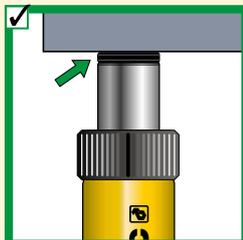
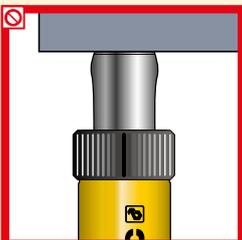
Zylinder



◀ Stellen Sie die Fußplatte des Zylinders auf einen ebenen Grund mit ausreichender Tragfähigkeit.



◀ Stellen Sie bei doppelwirkenden Zylindern sicher, daß beide Kupplungen angeschlossen sind. Stellen Sie sicher, daß der Rücklaufschlauch montiert ist.



◀ Verwenden Sie die Zylinder nicht ohne Druckstück. So vermeiden Sie Stauchverformungen des Zylinderkolbens.



◀ Arbeiten Sie nie unter Lasten, die von Zylindern gehoben werden. Die Last muß abgestützt sein.



◀ Schützen Sie die Gewinde der Zylinder, da sie zum Befestigen von Zubehör erforderlich sind.



◀ Halten Sie die Hydraulikausrüstung fern von offenem Feuer und Temperaturen von über 65 °C (150 °F).



▼ AUSWAHLTABELLE FÜR HANDPUMPEN UND EINFACHWIRKENDE ZYLINDER

Druckkraft ▶ ▼ Hub	5 t	10 t	15 t	25 t	30 t	50 t	60 t	75 t	100 t	150 t
< 25 mm										
25 mm										
50 mm										
75 mm										
100 mm										
125 mm										
150 mm										
175 mm										
200 mm										
225 mm										
250 mm										
300 mm										
325 mm										
350 mm										
		P392			P80		P462			
		<i>Seite:</i> 76			<i>Seite:</i> 78		<i>Seite:</i> 78			

Hinweis: Die Auswahl basiert auf den Anforderungen an das Ölvolumen der Zylinder.

▼ AUSWAHLTABELLE FÜR ANGETRIEBENE PUMPEN

Fördervolumen *	Niedrig (0,1 - 0,3 L/min)		Mittel (0,5 - 2,0 L/min)		Hoch (2,0 - 4,2 L/min)	
Tankinhalt	1,9 - 3,8 Liter	3,0 Liter	4,6 - 39 Liter	4,6 - 39 Liter	9,8 - 39 Liter	9, 20, 135 Liter
Betriebsart **	Intermittierend	Kontinuierlich	Intermittierend	Kontinuierlich	Kontinuierlich	Kontinuierlich
Tragbarkeit ***	Tragbar	Tragbar	Tragbar	Stationär	Stationär	Stationär
Empfohlene Pumpen	PU-Serie Kompaktpumpe	E-Serie E-Pulse®	ZU4-Serie	ZE3, ZE4, ZE5-Serie	ZE6-Serie	SFP-Serie
	<i>Seite:</i> 90	<i>Seite:</i> 94	<i>Seite:</i> 98	<i>Seite:</i> 104	<i>Seite:</i> 104	<i>Seite:</i> 336

* Fördervolumen

- Abhängig von der Motorleistung
- Beeinflusst direkt die Anforderungen an die Stromversorgung
- Bestimmt die Geschwindigkeit des Zylinders oder des Werkzeugs.

** Betriebsart

- Dauerbetrieb = Anwendungen, die eine Pumpenbetriebszeit von mehr als 1 Stunde erfordern
- Intermittierend = Anwendungen, die eine Pumpenbetriebszeit von weniger als 1 Stunde erfordern je nach Tankgröße.

*** Tragbarkeit

- | | |
|--|---|
| Tragbar <ul style="list-style-type: none"> • Ergonomisch geformte Tragegriffe • Flexible Energieanforderungen | Ortsfest <ul style="list-style-type: none"> • Montagezubehör • Erfordert normalerweise gleichmäßige Energieversorgung. |
|--|---|



1 Zylinder

Dient der Übertragung hydraulischer Kraft.

Seite 5

2 Zylinderfuß

Wird zum Heben schwerer Lasten verwendet, wo eine zusätzliche Stabilität des Zylinders erforderlich ist.

Seite 10

3 Pumpe

Wird zum Heben schwerer Lasten verwendet, wo eine zusätzliche Stabilität des Zylinders erforderlich ist.

Seite 73-75

4 Hydraulikschlauch

Für den Transport der Hydrauliköl.

Seite 128-129

5 Kupplungsstecker

Dient der schnellen Verbindung des Schlauchs mit den Systemkomponenten.

Seite 130-131

6 Kupplungsmuffe

Dient der schnellen Verbindung des Schlauchs mit den Systemkomponenten.

Seite 130-131

7 Manometer

Dient der Überwachung des Drucks im Hydrauliksystem.

Seite 136-142

8 Manometer-Zwischenstück

Für den schnellen und problemlosen Einbau des manometers.

Seite 142-143

9 Drehverschraubung

Ermöglicht ein exaktes Ausrichten von Ventilen und/oder Manometern. Wird verwendet, wenn mit einander verbundene Einheiten nicht gedreht werden können.

Seite 143

10 Selbstdämpfendes Ventil V10

Zu verwenden zum Schutz des Manometers vor Beschädigung durch Druckstöße bei plötzlicher Lastfreigabe im Hydrauliksystem. Ermöglicht die genaue Positionierung des Manometers vor dem Festschrauben.

Seite 144-145

11 4-Wege-Steuerventil

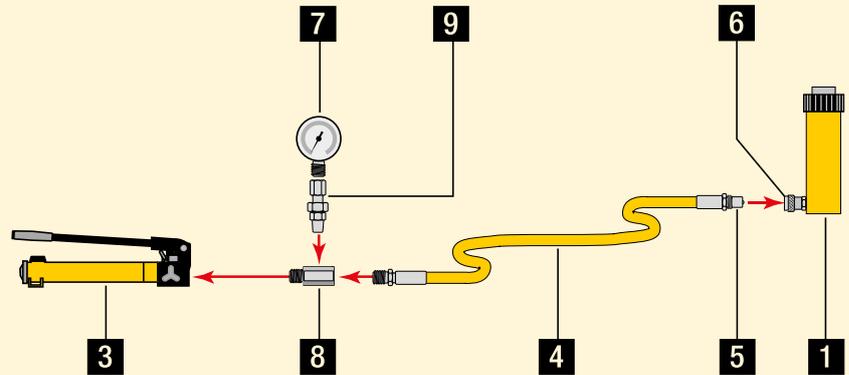
Regelt die Bewegungsrichtung in doppelwirkenden Systemen.

Seite 122-123

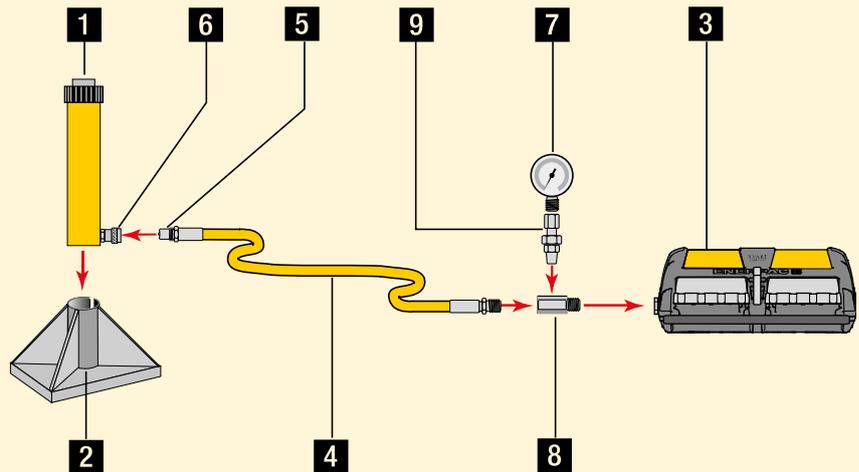
Einfachwirkende Anwendung zum Schieben, wie z.B. bei einer Presse.

Die Handpumpe gewährleistet ein kontrolliertes Ausfahren des Zylinders. Sie kann jedoch relativ viele Pumpenhübe bei längeren Hubanwendungen erfordern, wenn die Druckkraft des Zylinders 25t oder mehr beträgt.

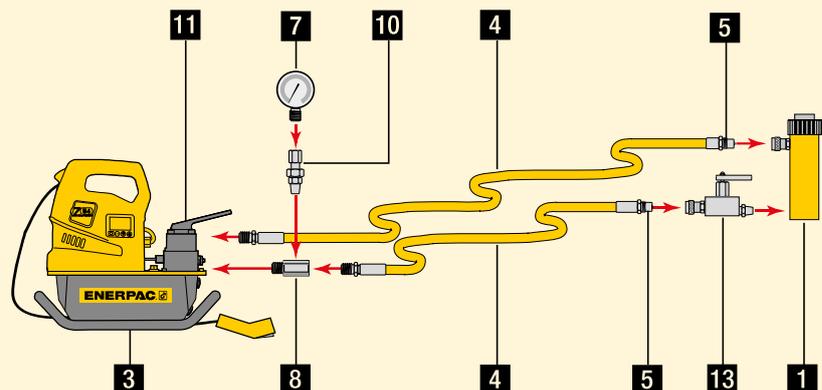
Beispiele für Sets (Pumpe, Zylinder, Hydraulikschlauch) siehe **Seiten 62-65**.



Einfachwirkende Zylinder mit langem Hub zum Heben von Lasten.



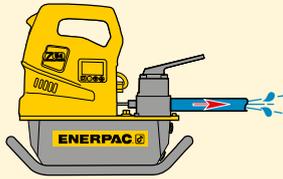
Einrichtung eines doppelwirkenden Zylinders zum Heben von Lasten, wobei ein langsames, kontrolliertes Ablassen der Last gewährleistet sein muß.





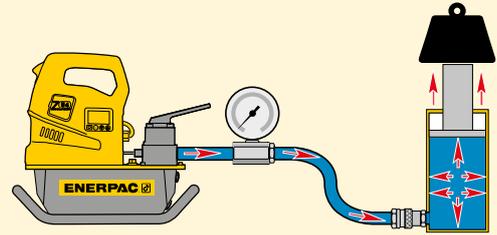
Durchfluß

Eine Hydraulikpumpe erzeugt Fördervolumen (Durchfluß).



Druck

Druck entsteht, wenn Widerstand auf den Durchfluß ausgeübt wird.



Pascalsches Gesetz

Regelt die Bewegungsrichtung (Abbildung 1). Das heißt, daß bei der Verwendung mehrerer Zylinder jeder einzelne Zylinder entsprechend der Kraft, die zum Heben der Last an der betreffenden Stelle erforderlich ist, ausfahren wird (Abbildung 2).

Die die leichteste Last hebenden Zylinder fahren zuerst aus, und die die schwerste Last hebenden Zylinder fahren zuletzt aus (Last A), vorausgesetzt, die Zylinder haben die gleiche Druckkraft.

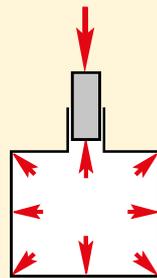
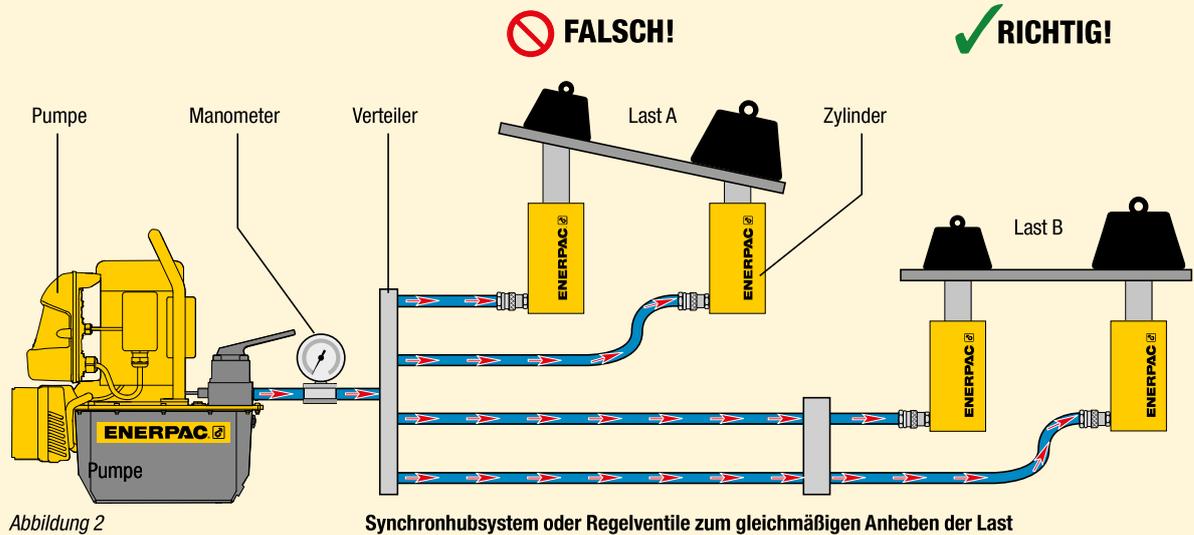


Abbildung 1

Zum gleichmäßigen Ausfahren aller Zylinder auch bei unterschiedlichen Lasten sind im Hydrauliksystem entweder Steuerventile (siehe Katalogteil Ventile) oder spezielle Komponenten des Synchronhubsystems (siehe Katalogteil Schwerlast-Hebezeuge) einzubauen (Last B).



WARNUNG !
Beim Heben oder Drücken immer ein Manometer verwenden!

Ermöglicht eine Kontrolle des Hydraulik-systems und zeigt die Abläufe an. Sie finden Manometer im Katalogteil Systemkomponenten.

Seite: 127



Erfahren Sie mehr über Hydraulik

Besuchen Sie uns unter www.enerpac.com dort

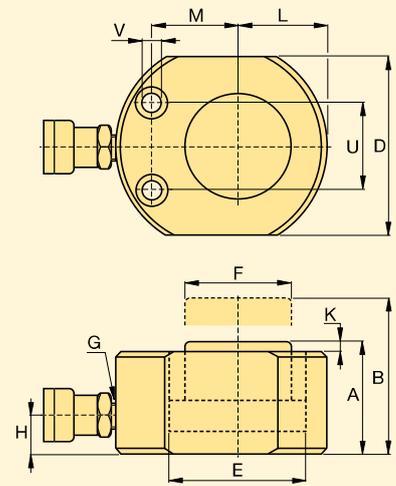
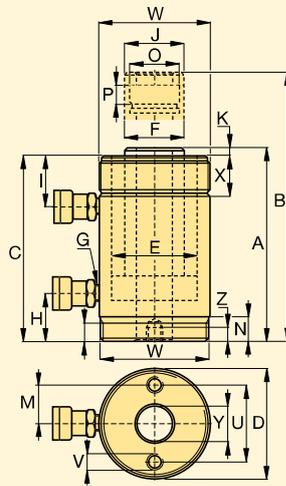
erfahren Sie mehr über die Hydraulik und die Systemauslegungen.



Schriftzeichenerklärung

Die in den Auswahltabellen für Zylinder aufgeführten Abmessungen sind in den entsprechenden Zeichnungen durch nebenstehende Buchstaben gekennzeichnet von A für Bauhöhe, eingefahren, bis Z1 für Tiefe der Bodenbefestigungsbohrung.

- A = Bauhöhe, eingefahren
- B = Bauhöhe, ausgefahren
- C = Gehäuselänge
- D = Gehäuse-Außendurchmesser
- D1 = Zylinderbreite
- E = Gehäuse-Innendurchmesser
- F = Kolbenstangendurchmesser
- G = Ölanschlußgewinde
- H = Zylinderboden bis Ölanschlußgewinde
- I = Gehäuseoberkante bis Ölanschlußgewinde
- J = Druckstück-Außendurchmesser
- K = Kolbenüberstand bei eingefahrenem Zylinder
- L = Kolbenstangenmittelpunkt bis Zylinder-Außendurchmesser
- M = Befestigungsbohrungen bis Kolbenstangenmittelpunkt
- N = Länge des kleineren Zylinderteils
- O = Kolbenstangenbohrung oder Druckstückgewinde
- P = Kolbenstangengewindetiefe
- Q = Kolbenstangengewinde
- U = Lochkreisdurchmesser der Befestigungsbohrungen
- V = Bodenbefestigungsgewinde
- W = Befestigungsgewindelänge
- X = Befestigungsgewinde
- X1 = Länge Gehäuseabsatz
- Y = Mittelloch-Durchmesser
- Z = Gehäuseinnengewinde
- Z1 = Tiefe der Gehäuseinnen- und Bodenbefestigungsbohrung



Umrechnung der Maßeinheiten

Sämtliche in diesem Katalog enthaltenen Maße und Leistungen wurden in einheitlichen Werten angegeben. Zur Umrechnung verwenden Sie bitte die nebenstehende Tabelle.

Alle Angaben zu Zylinderkräften in diesem Katalog sind in metrischen Tonnen und dienen nur der Zylinder-Einteilung.

Für Berechnungen verwenden Sie bitte nur die Angaben in kN.

Umrechnungsprogramm

Besuchen Sie unsere Website unter enerpac.com; dort können Sie sich das kostenlos herunterladen.

Druck:

- 1 psi = 0,069 bar
- 1 bar = 14,50 psi
- = 9,8 N/cm²
- = 100.000 Pa
- 1 kPa = 0,145 psi

Volumen:

- 1 in³ = 16,387 cm³
- 1 cm³ = 0,061 in³
- 1 l (Liter) = 61,02 in³
- = 0,264 gal
- = 1000 cm³
- 1 gal (US) = 3,785 cm³
- = 3,785 l
- = 231 in³

Gewicht:

- 1 pound (lb) = 0,4536 kg
- 1 kg = 2,205 lbs
- = 9,806 N
- 1 metrische t = 2205 lbs
- = 1000 kg
- 1 t (short) = 2000 lbs
- = 907,18 kg

Drehmoment:

- 1 Nm = 0,738 Ft.lbs
- = 0,102 kgf.m
- 1 Ft.lbs = 1,356 Nm
- = 0,138 kgf.m

Temperatur:

- Zur Umwandlung von °C in °F:
 $T^{\circ}F = (T^{\circ}C \times 1,8) + 32$
- Zur Umwandlung von °F in °C:
 $T^{\circ}C = (T^{\circ}F - 32) \div 1,8$

Andere Maßeinheiten:

- 1 in (Zoll) = 25,4 mm
- 1 mm = 0,039 inch (Zoll)
- 1 in² = 6,452 cm²
- 1 cm² = 0,155 in²
- 1 PS = 0,746 kW
- 1 kW = 1,359 PS
- 1 Nm = 0,102 kgf/m
- 1 Nm = 0,73756 Ft.lbs
- 1 Ft.lbs = 1,355818 Nm
- 1 kN = 225 lbs

Zoll nach mm

Zoll	Dezimal	mm
1/16	.06	1,59
1/8	.13	3,18
3/16	.19	4,76
1/4	.25	6,35
5/16	.31	7,94
3/8	.38	9,53
7/16	.44	11,11
1/2	.50	12,70
9/16	.56	14,29
5/8	.63	15,88
11/16	.69	17,46
3/4	.75	19,05
13/16	.81	20,64
7/8	.88	22,23
15/16	.94	23,81
1	1.00	25,40



Wegeventile: Ein 3-Wegeventil hat drei Anschlüsse: Druck (P), Tank (T) und Zylinder (A).

Ein 4-Wegeventil hat vier Anschlüsse: Druck (P), Tank (T), Ausfahren (A) und Einfahren (B).

Einfachwirkende Zylinder erfordern ein 3-Wegeventil, und können, unter gewissen Umständen, auch mit einem 4-Wegeventil betätigt werden.

Doppeltwirkende Zylinder erfordern ein 4-Wegeventil, die den Durchfluß zu jeder Zylinderöffnung regeln.

Schaltstellen: Die Anzahl der Steuerungspunkte eines Ventils. Mit einem Ventil mit 2 Schaltstellungen kann lediglich die Ausfahr- und Einfahrbewegung des Zylinders geregelt werden. Um den Zylinder auch in der Stellung HALT regeln zu können, muß das Ventil eine 3. Schaltstellung haben.

Die **Mittelstellung** eines Ventils ist die Stellung, in der keine Bewegung der hydraulischen Komponente (ein hydraulisches Werkzeug oder Zylinder) erforderlich ist.



Die **Tandem-Mittelstellung** ist die am häufigsten vorkommende Ventilausführung. Sie sorgt für nur wenig oder gar keine Zylinderbewegung sowie für Entlastung der Pumpe und gewährleistet, daß nur geringe Wärme entwickelt wird.



Die **geschlossene Mittelstellung** wird vorwiegend zur unabhängigen Steuerung von Anwendungen mit mehreren Zylindern verwendet und sorgt wiederum für wenig oder gar keine Zylinderbewegung sowie für das Absperren der Pumpe, indem sie vom Kreislauf isoliert wird. Bei der Verwendung dieses Ventiltyps kann zur Verhinderung von Wärmeentwicklung eine Vorrichtung zur Entlastung der Pumpe erforderlich sein.

Es gibt viele andere Ventiltypen, wie z.B. Ventile mit **offener** und **schwimmender Mittelstellung**. Diese Ventile werden meist in komplizierten Hydraulikkreisläufen eingesetzt und erfordern andere, spezielle Überlegungen.



offene Mittelstellung

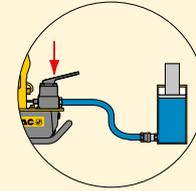


schwimmende Mittelstellung

Wegeventile

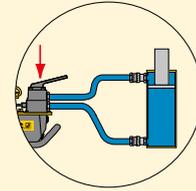
3-Wegeventile

werden mit einfachwirkenden Zylindern verwendet.



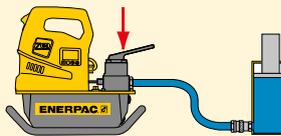
4-Wegeventile

werden mit doppelwirkenden Zylindern verwendet.

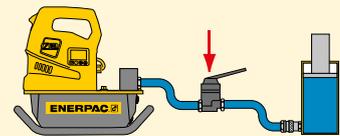


Ventile sind entweder für Pumpen- oder für Rohrleitungs- montage ausgelegt.

Pumpenmontage

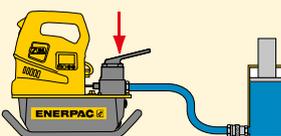


Rohrleitungs- montage

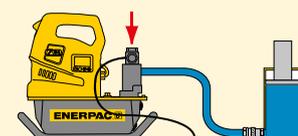


Ventile sind entweder handbetätigte oder elektromagnetische Ventile.

Handbetätigt



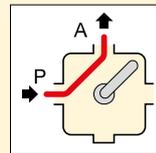
Elektromagnetisch



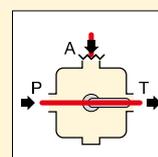
Ausfahren/ Halten/ Einfahren

Einfachwirkender Zylinder

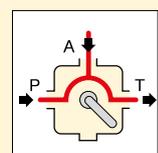
gesteuert von einem 3/3-Wegeventil



Kolbenstange wird ausgefahren.



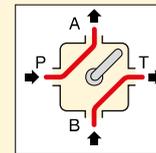
Kolbenstange bleibt unverändert in ihrer Stellung.



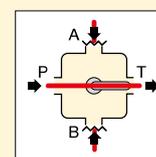
Die Zylinderkolbenstange wird eingefahren.

Doppeltwirkender Zylinder

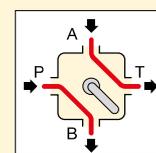
gesteuert von einem 4/3-Wegeventil



Zylinderöffnung B zum Tank T.



sind geschlossen: Die Kolbenstange bleibt unverändert in ihrer Stellung.



Die Zylinderkolbenstange wird eingefahren.



Verschraubungsmethoden

Grundsätzlich gibt es zwei Verschraubungsmethoden: „Kontrolliert“ und „unkontrolliert“.

Unkontrollierte Verschraubung

Die Ergebnisse der eingesetzten Geräte bzw. Verfahren können nicht kontrolliert werden. Auf die Bolzen-/Mutter-Anordnung wird mit einem Hammer und einem Schraubenschlüssel oder einem anderen Schlagwerkzeug eine bestimmte Vorspannung angewandt.

Die Vorteile kontrollierter Verschraubung

Bekannte, kontrollierbare und genaue Bolzenbelastungen

Einsatz von Werkzeugen mit kontrollierbaren Ergebnissen und Anwendung von Berechnungen zur Bestimmung der erforderlichen Werkzeugeinstellungen.

Einheitliche Bolzenbelastung

Besonders wichtig bei abgedichteten Verbindungen, da die Wirksamkeit einer Dichtung durch einen gleichmäßigen und gleichbleibenden Druck bedingt wird.

Sicherer Betrieb durch vorgeschriebene Verfahren

Bei manueller, unkontrollierter Verschraubung auftretende, gefährliche Handlungen werden ausgeschlossen. Setzt die Schulung des Bedienungspersonals und die Einhaltung vorgeschriebener Verfahren voraus.

Kontrollierte Verschraubung

Es kommen kalibrierte und kontrollierbare Geräte sowie geschultes Personal zum Einsatz. Außerdem werden vorgeschriebene Verfahren befolgt.

Reduzierter Arbeitsaufwand ermöglicht Produktivitätssteigerung

Geringerer Verschraubungsaufwand und geringere Ermüdung des Bedienungspersonals durch kontrollierten Werkzeugeinsatz statt körperlicher Anstrengungen.

Zuverlässige und reproduzierbare Ergebnisse

Durch den Einsatz von kalibrierten, getesteten Geräten und geschultem Bedienungspersonal sowie die Befolgung von vorgeschriebenen Verfahren werden konstante Ergebnisse erzielt.

Sofort das richtige Resultat

Die mit einer fehlerhaften Verschraubung verbundenen Risiken können reduziert werden, wenn die Verbindung gleich beim ersten Mal richtig montiert und verschraubt wird.



Lösungen für die Verschraubungstechnik

Für nähere Informationen über Drehmomentverschraubung oder andere kontrollierte Verschraubungsmethoden besuchen Sie unsere Website oder bestellen Sie unseren Katalog Lösungen für die Verschraubungstechnik.

On-line Verschraubungsberechnung

Eine umfassende, kostenlose Online-Softwarelösung für Verschraubungen. Integrierte Datenbank mit Angaben zu:

- ASME B16.5, ASME B16.47, API 6A und API 17D Flanschverbindungen
- allgemeinem Dichtungsmaterial und -ausführungen
- unserem umfassenden Bolzenmaterialsoriment
- unserem umfassenden Schmiermittelsoriment
- Geräten von Enerpac für kontrollierte Verschraubung einschließlich: Drehmomentvervielfältiger, hydraulische Drehmomentschlüssel und Bolzenspannwerkzeuge.

Auch Ihre eigenen Verschraubungsdaten können erfasst werden.

Die Software ermöglicht die Werkzeugauswahl, Schraubenlastberechnungen und Werkzeugdruckeinstellungen. Außerdem steht ein kombinierter Bericht mit Anwendungsdatenblatt und Verschraubungsprüfbericht zur Verfügung.

Seite: **412**

Was ist Drehmoment?

Das Drehmoment ist die physikalische Größe die besagt, wie viel Kraft erforderlich ist, um ein Objekt zum Drehen zu bringen.

Was ist Drehmomentverschraubung?

Die Anwendung einer Vorspannung auf eine Schraubbefestigung durch Drehen der Befestigungsmutter.

Drehmomentverschraubung und Vorspannung

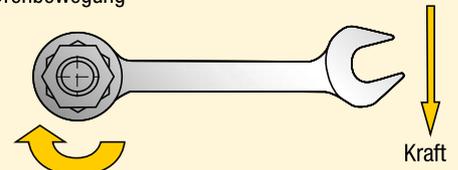
Wie viel Vorspannung durch die Verschraubung entsteht, wird hauptsächlich durch den Reibungswiderstand bedingt.

Grundsätzlich setzt sich das Drehmoment aus drei Komponenten zusammen:

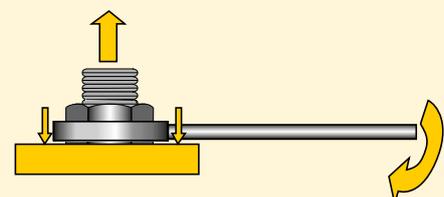
- Dem Drehmoment zur Verlängerung des Bolzens
- Dem Drehmoment zur Überwindung des Reibungswiderstands des Bolzen- und Muttergewindes
- Dem Drehmoment zur Überwindung des Reibungswiderstands an der Auflagefläche der Mutter.

Drehmomentverschraubung

Drehbewegung



Verlängerung der Befestigung (Vorspannung)

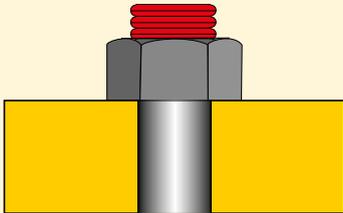




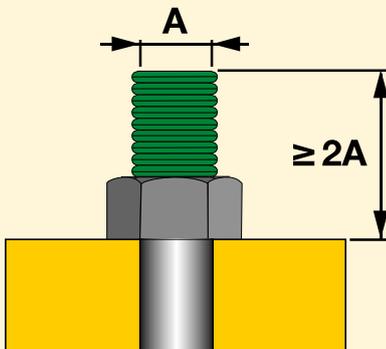
Vorspannen erfordert längere Bolzen



FALSCH



RICHTIG



Was ist Bolzenvorspannen?

Bolzenvorspannen ist die direkte Dehnung des Bolzenschafts in Axialrichtung zur Erzeugung der Vorspannung. Ungenauigkeiten aufgrund von Reibung werden eliminiert. Die relativ hohe Kraft zur Erzeugung des Drehmoments wird durch den einfach zu erzeugenden Hydraulikdruck ersetzt. Durch gleichzeitige Spannung aller Bolzen wird eine in allen Bolzen identische Vorspannung erreicht.

Vorspannen erfordert längere Schrauben und um die Mutter herum muss außerdem eine Auflagefläche vorhanden sein. Vorspannen kann mit abnehmbaren Vorspannzylinder oder mit Hydraulikmuttern bewerkstelligt werden.



Vorspannung (Restspannung) = Aufgebrachte Last abzüglich Vorspannungsverluste

Was ist Vorspannungsverlust?

Vorspannungsverlust ist der Verlust der ursprünglichen Bolzendehnung durch Einwirkung von Gewindeverbiegung, radiale Erweiterung der Mutter oder Einsinken der Mutter in den Auflagebereich des Flansches. Vorspannungsverlust wird in den Berechnungen berücksichtigt und zur verlangten Vorspannung addiert, um die anfängliche **aufgebrachte Last** zu bestimmen.

Die Vorspannung hängt von der aufgebrachten Last und dem Lastverlust ab (Lastverlustfaktor).



GLOSSAR DER VERWENDETEN BEGRIFFE

Aufgebrachte Last:

Die während der Spannung auf einen Bolzen wirkende Zuglast einschließlich dem Zuschlag für Lastverlust.

Bolzenspannen:

Ein Verfahren zum kontrollierten Bolzenspannen, das die Vorspannung durch Axialzug direkt am Bolzen erzeugt.

Lösedrehmoment:

Das Drehmoment, das zum Lösen eines festgezogenen Bolzens erforderlich ist. (Gewöhnlich erfordert das Lösen ein höheres Drehmoment als das Festziehen.)

Elastischer Bereich:

Der Bereich auf der Last- / Dehnungskurve eines Bolzens, in dem die Dehnung linear proportional mit der einwirkenden Last ist.

Plastischer Bereich:

Der Bereich auf der Last- / Dehnungskurve eines Bolzens, in dem die Dehnung den Bolzen permanent verformt.

Vorspannungsverlust:

Die Lastverluste, die bei der Übertragung der Last aus einem Spannwerkzeug auf eine Bolzenverbindung auftreten (sie können durch Verformung der Gewindegänge oder Einsinken der Mutter in die Flanschkontaktfläche entstehen und werden rechnerisch als Quotient aus Schraubenlänge und Bolzendurchmesser angegeben).

Laststreuung:

Die Verteilung unterschiedlicher Lasten in einer Reihe von Bolzen nach Aufbringen der Last. Sie entsteht hauptsächlich durch elastische Einwirkung auf die Bolzen und die Flanschteile, da die zuletzt angezogenen Bolzen den Flansch zusätzlich zusammendrücken, werden die zuvor angezogenen Bolzen dadurch leicht entspannt.

Vorspannung:

Die unmittelbar nach der Verschraubung verbleibende Bolzenspannung.

Prüflast:

Die Prüflast wird oft gleichbedeutend mit Reißfestigkeit verwendet, wird aber gewöhnlich bei 0,2% plastischer Verformung gemessen.

Reißpunkt:

Der Punkt auf der Last-/Dehnungskurve, bei dem die Zugbelastung des Bolzens das Reißen des Bolzens bewirkt.

Drehmomentspannen:

Die Anwendung von Vorspannung auf einen Bolzen durch Drehen der Mutter des Bolzens.

Zugfestigkeit:

Die maximale Zugspannung, die in einem Bolzen durch Zugbelastung erzeugt werden kann.

Fließgrenze:

Der Punkt, bei dem die Zugbelastung des Bolzens den Beginn seiner plastischen Verformung bewirkt.

HINWEIS: Bolzen wird hier als generischer Begriff aller Arten von Befestigungsmitteln verwendet, die über ein Gewinde verfügen.