

## Enerpac & HKI's 'Lexikon' stehen für hydraulische Informationen!

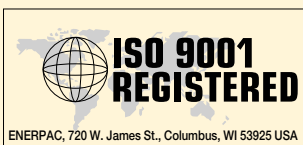
Wenn die Auswahl hydraulischer Ausrüstungen nicht zu Ihren täglichen Arbeitsaufgaben gehört, werden Sie die folgenden Seiten sicher zu schätzen wissen. Sie werden Ihnen die Grundlagen der Hydraulik vermitteln und ferner, wie man Hydrauliksysteme zusammenstellt und die häufigst vorkommenden Techniken der Hydraulik erklären. Je sorgfältiger Sie Ihre Ausrüstung wählen, um so mehr praktische Vorteile werden Sie daraus ziehen. Nehmen Sie sich Zeit, um die nützlichen Informationen auf den vorliegenden 'Gelben Seiten' durchzulesen. Dann bieten Enerpacs Hochdruck-Hydraulikausrüstungen Ihnen noch mehr Vorteile.

Katalogteil		Seite
Sicherheitsanweisungen		264-265 ▶
Auswahl von Pumpen Produktwahl-Arbeitsblatt		266 ▶ 267 ▶
Grundlagen der Einrichtung hydraulischer Systeme		268-269 ▶
Grundlagen der Hydraulik		270-271 ▶
Umrechnungstabellen Geschwindigkeitstabellen		272 ▶ 273 ▶
Informationen zu Ventilen Sechskant-Bolzen & Muttern		274 ▶ 275 ▶
Drehmomentverschraubung		276-277 ▶



### Weltweite Garantie

Informationen zur weltweiten Lebensdauergarantie erhalten Sie auf unserer Website oder bei Ihrem autorisierten Servicecenter.



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.

### ISO 1402, ISO 4672, ISO 6803

Die thermoplastischen Schläuche von Enerpac erfüllen alle Ansprüche dieser Normen.



### ATEX 95-zertifiziert

Die Pneumatikpumpen der Serien ATP, ZA und XA sowie die Drehmomentschlüssel der Serien S und W entsprechen der ATEX-Richtlinie 2014/34/EU. Der Explosionsschutz gilt für Gerätegruppe II, Gerätekategorie 2 (Gefahrenzone 1), in gas- bzw. staubhaltigen Umgebungen. Pneumatikpumpen der ATP-, ZA- und XA-Serie sind folgendermaßen gekennzeichnet: Ex II 2 GD ck T4.

### 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 CSA getestet und zertifiziert.

### EMC-Richtlinie

Wenn spezifiziert, erfüllen Elektropumpen von Enerpac die Anforderungen der Richtlinie 2004/108/EC 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.

### ASME B30.1-2015

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



# Sicherheitsanweisungen



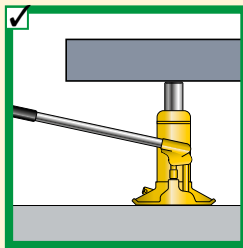
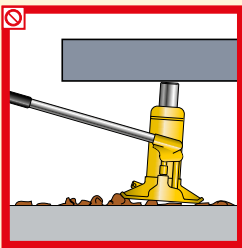
Hydraulische Kraft ist eine der sichersten Kraftquellen, vorausgesetzt, daß sie richtig eingesetzt wird und einige einfache Vorsichtsmaßregeln beachtet werden, die für nahezu alle hydraulischen Systeme gelten.

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

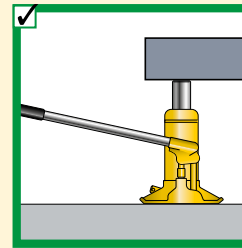
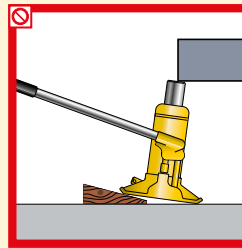
Die Zeichnungen und Fotos der Anwendungen von Enerpac Produkten in diesem Katalog dienen der Darstellung, wie unsere Kunden ihre hydraulischen Systeme in verschiedenen Anwendungsbereichen der Industrie eingesetzt haben. Beim Entwurf ähnlicher Systeme müssen Sie darauf achten, die richtigen Komponenten 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



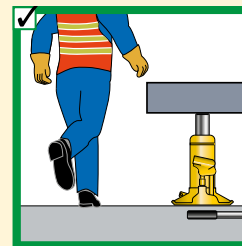
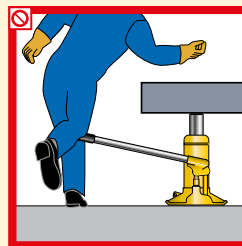
Stellen Sie den Sockel des Hebers ganz auf einen ebenen Grund mit ausreichender Tragfähigkeit.



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

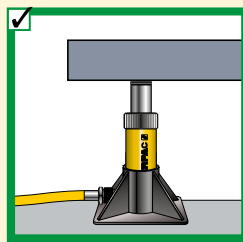
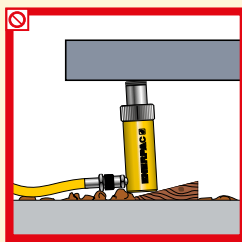


Arbeiten Sie nie unter Lasten. Die Last muß abgestützt sein.

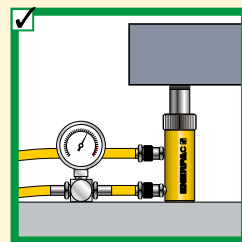
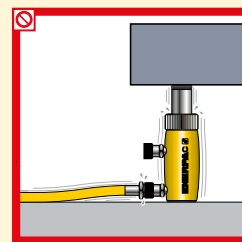


Entfernen Sie den Heber, wenn der Handgriff nicht betätigt wird.

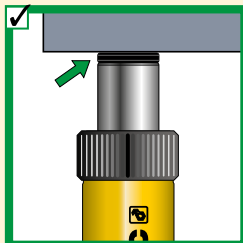
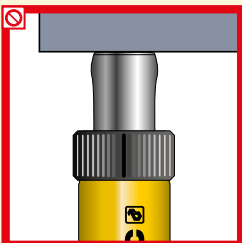
## Zylinder



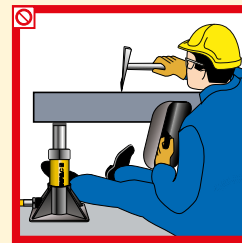
Stellen Sie die Fußplatte des Zylinders auf einen ebenen Grund mit ausreichender Tragfähigkeit.



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



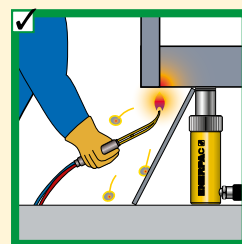
Verwenden Sie die Zylinder nicht ohne Druckstück. So vermeiden Sie Stauchverformungen des Zylinderkolbens.



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.

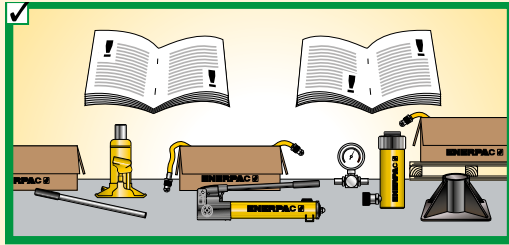


Zylinder dürfen durch die Hydraulikkupplungen niemals angehoben werden.

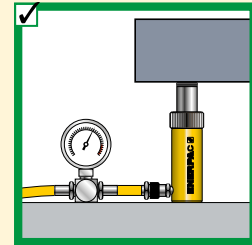
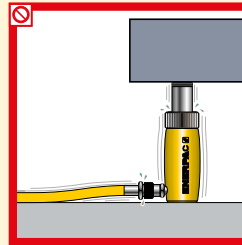


## Grundsätzliche Regeln

**80%** Die hier angegebenen Werte für Lasten und Hubhöhen sind max. Sicherheitswerte. Hydraulikausrüstungen nur mit 80% dieser Werte belasten! **80%**

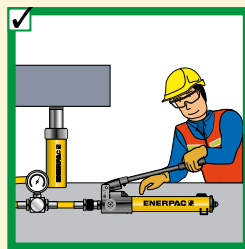
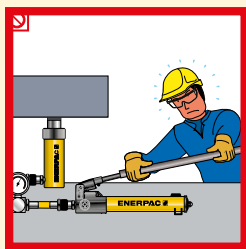


Die Sicherheitsanweisungen und -warnungen, die mit Ihrer Enerpac Hydraulikausrüstung geliefert werden, sorgfältig lesen.

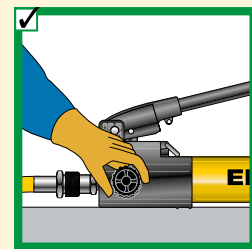
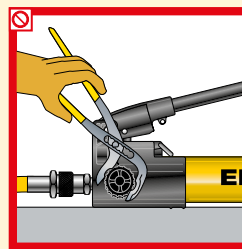


Nie die werkseitige Einstellung von Druckbegrenzungsventilen überschreiten. Immer ein Manometer verwenden.

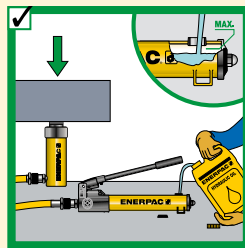
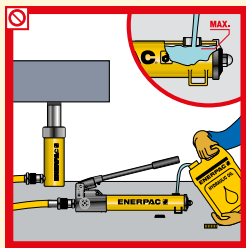
## Pumpen



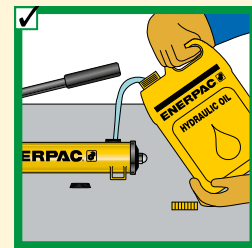
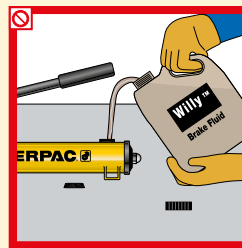
Keine Handhelmlängerer verwenden. Beim richtigen Einsatz sollten Handpumpen jederzeit leicht zu bedienen sein.



Das Druckbegrenzungsventil nur mit der Hand anziehen. Vermeiden Sie zu festes Anziehen, da das Ventil dadurch beschädigt werden kann.

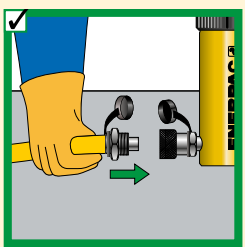
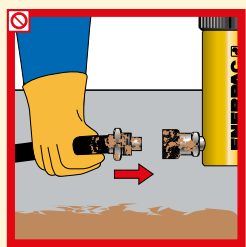


Pumpen nur bis zum empfohlenen Pegel füllen. Das Nachfüllen sollte nur bei ganz eingefahrenem Zylinder erfolgen.

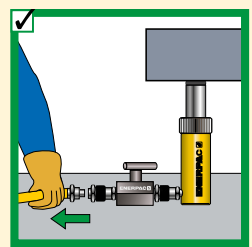
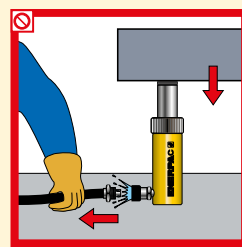


Nur Original-Enerpac Hydrauliköl verwenden. Falsche Flüssigkeiten können die Pumpe beschädigen und machen die Garantie hinfällig.

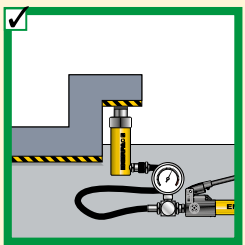
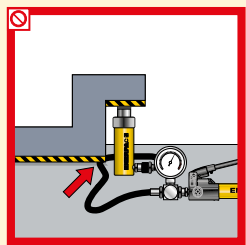
## Hydraulikschläuche und Kupplungen



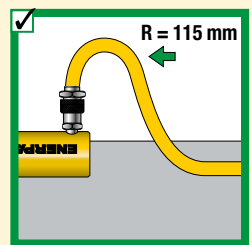
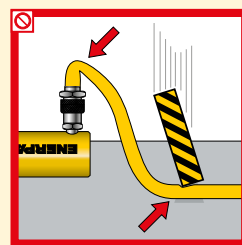
Vor dem Anschluß beide Kupplungsteile reinigen.



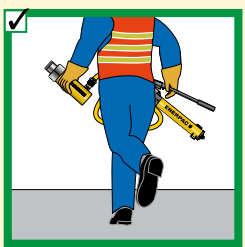
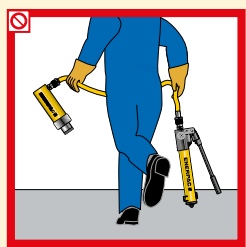
Hydraulikzylinder nur demontieren, wenn sie ganz eingefahren sind oder Absperrventile bzw. Sicherheitsventile verwenden.



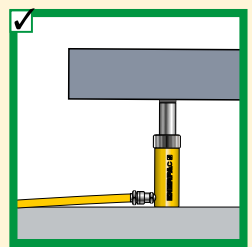
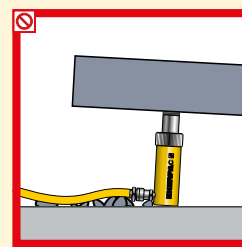
Achten Sie darauf, daß Hydraulikschläuche außerhalb des Bereichs schwerer Lasten sind.



Hydraulikschläuche niemals knicken. Niemals über die Schläuche fahren und schwere Gegenstände auf die Schläuche fallen lassen.







Hydraulische Geräte niemals an den Schlauchverbindungen tragen.



Zylinder dürfen durch die Hydraulikcupplungen niemals angehoben werden.









## ▼ AUSWAHLTABELLE FÜR HANDPUMPEN UND EINFACHWIRKENDE ZYLINDER

Druckkraft ▶	5 t	10 t	15 t	25 t	30 t	50 t	60 t	75 t	100 t	150 t
▼ Hub										
< 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										
		<b>P-392</b>			<b>P-80</b>					
		Seite: 72			Seite: 74		Seite: 74			

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

## ▼ AUSWAHLTABELLE FÜR ANGETRIEBENE PUMPEN

Durchflußmenge *	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	5,7 Liter	4 - 40 Liter	4 - 40 Liter	10 - 40 Liter	20 - 150 Liter
Betriebsart **	Intermittierend	Kontinuierlich	Intermittierend	Kontinuierlich	Kontinuierlich	Kontinuierlich
Tragbarkeit ***	Tragbar	Stationär	Tragbar	Stationär	Stationär	Stationär
Empfohlene Pumpen	<b>PU-Serie Kompaktpumpe</b>	<b>PE-Serie Tauchpumpe</b>	<b>ZU4-Serie</b>	<b>ZE3, ZE4, ZE5-Serie</b>	<b>ZE6-Serie</b>	<b>SFP-Serie</b>
						
	Seite: 84	Seite: 86	Seite: 92	Seite: 98	Seite: 98	Seite: 240

\* Durchflußmenge

- 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

<b>Tragbar</b>	<b>Ortsfest</b>
• Ergonomisch geformte Tragegriffe	• Montagezubehör
• Flexible Energieanforderungen	• Erfordert normalerweise gleichmäßige Energieversorgung.

# Arbeitsblatt für die richtige Produktwahl



▼ Beantworten Sie nachfolgende Fragen, um das richtige Produkt zu wählen:

Auswählen eines Zylinders	Frage:	Tips/Hilfe:	Daten	Modellnummer
	<b>Erforderliche Gesamtdruckkraft in t:</b>	Gesamtlast	<input type="text"/>	
	<b>Erforderliche Anzahl Zylinder:</b>	Anzahl der Hebestellen	<input type="text"/>	
	<b>Kraft je Zylinder in t:</b>	Max. 80% gesamten Druckkraft	<input type="text"/>	
	<b>Erforderlicher Hub:</b>	Kolbenhub	<input type="text"/>	
	<b>Einfach- oder doppelwirkend (DW)</b>	DW für Zugkraft oder Einfahrtgeschw. wichtig ist	<input type="text"/>	
	<b>Kolbenstangenausführung:</b>	Hohl oder massiv	<input type="text"/>	
	<b>Eingefahrene Bauhöhe:</b>		<input type="text"/>	
	<b>Druckstück (wahlweise):</b>	Drehbar, gerillt, flach	<input type="text"/>	
	<b>Zylinderfuß,</b>	Erhöht die Stabilität	<input type="text"/>	
	<b>Zubehör für Zylinder (RC-Serie):</b>	Erweiterte Funktionalität	<input type="text"/>	
	<b>Gewähltes Zylindermodell:</b>		▶	<input type="text"/>
	Einschl. Kupplungsmodell:		<input type="text"/>	

Auswählen einer Pumpe	Verfügbare Energiequelle: <input type="checkbox"/> Handbetätigt <input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> Elektrisch <input type="checkbox"/> Preßluft <input type="checkbox"/> Benzin			
Die am häufigsten gewählten Pumpen sind Handpumpen, Elektropumpen und lufthydraulische Pumpen. Benzinbetriebene Pumpen können jedoch auf dieselbe Weise ausgewählt werden.	<b>Handpumpe</b>	Nicht für Schnellfrequenzwerkzeuge	<input type="text"/>	
	<b>Einfach- o. doppelwirkend</b>	4-Wegeventil für DW-Anwendungen Siehe Geschw.diagr. auf Seite 273	<input type="text"/>	
	<b>Gewählte Handpumpe:</b>		▶	<input type="text"/>
	<b>Elektro- oder Preßluftpumpe</b>			
	<b>Soll die Pumpe tragbar sein?</b>			
	<b>Betriebsart:</b>	Intermittierend oder Schnellfrequent	<input type="text"/>	
	<b>Erforderliches nutzbares Ölvolumen:</b>	Intermittierend: 1,2 x Ölvolumen	<input type="text"/>	
	<b>Schnellfrequent:</b>	2 x Ölvolumen	<input type="text"/>	
	<b>Verfügbare Spannung:</b>		<input type="text"/>	
	<b>Hubgesch.keit (wichtig/nicht wichtig):</b>	Siehe Geschw.diagr. auf Seite 273	<input type="text"/>	
<b>Steuerungsart:</b>	Handbetätigt/ferngesteuert	<input type="text"/>		
<b>Betätigungs-/Funktionsart:</b>	Ausfahren/Halt/Einfahren	<input type="text"/>		
<b>Zubehör:</b>	Schutzrahmen, Rücklauffilter, ....	<input type="text"/>		
<b>Gewählte Pumpe:</b>		▶	<input type="text"/>	
<b>Einschließlich Kupplungen:</b>	Ölanschluß	<input type="text"/>		

Systemkomponenten	Erforderliche Anzahl Hydraulikschläuche und Länge:		
	<b>Gewählte Hydraulikschläuche:</b>		▶ <input type="text"/>
	<b>Verteiler oder T-Stück:</b>		▶ <input type="text"/>
	<b>Zusätzlicher Schlauch je Verteiler (2)</b>		▶ <input type="text"/>
	<b>Manometer (Anzeige kN oder bar)</b>	Glyzerin für schnellfrequente Anw.	▶ <input type="text"/>
	<b>Verschraubungen:</b>		▶ <input type="text"/>
	<b>Druckbegrenzungssicherheitsventil:</b>		▶ <input type="text"/>
	<b>Ventile zum Halten der Last:</b>		▶ <input type="text"/>
	<b>Hydrauliköl</b>		▶ <input type="text"/>

**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 71

**4 Hydraulikschlauch**

Für den Transport der Hydrauliköl.  
Seite 122-123

**5 Kupplungsstecker**

Dient der schnellen Verbindung des Schlauchs mit den Systemkomponenten.  
Seite 124-125

**6 Kupplungsmuffe**

Dient der schnellen Verbindung des Schlauchs mit den Systemkomponenten.  
Seite 124-125

**7 Manometer**

Dient der Überwachung des Drucks im Hydrauliksystem.  
Seite 128-134

**8 Manometer-Zwischenstück**

Für den schnellen und problemlosen Einbau des manometers.  
Seite 134-135

**9 Drehverschraubung**

Ermöglicht ein exaktes Ausrichten von Ventilen und/oder Manometern. Wird verwendet, wenn mit einander verbundene Einheiten nicht gedreht werden können.  
Seite 135

**10 Selbstdämpfendes Ventil V-10**

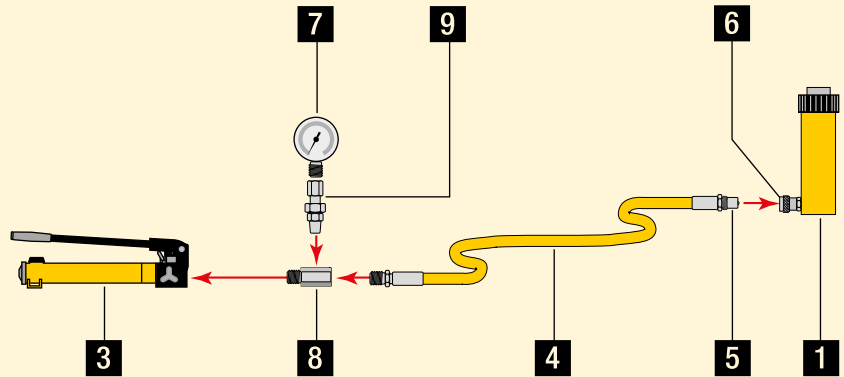
Zu verwenden zum Schutz des Manometers vor Beschädigung durch Druckstöße bei plötzlicher Lastfreigabe im Hydrauliksystem. Ermöglicht die genaue Positionierung des Manometers vor dem Festschrauben.  
Seite 136-137

**11 4-Wege-Steuerventil**

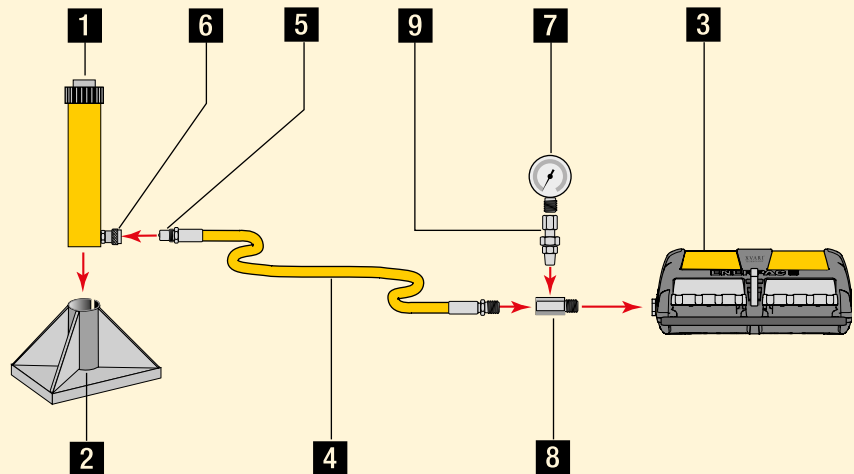
Regelt die Bewegungsrichtung in doppelwirkenden Systemen.  
Seite 116-117

**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.

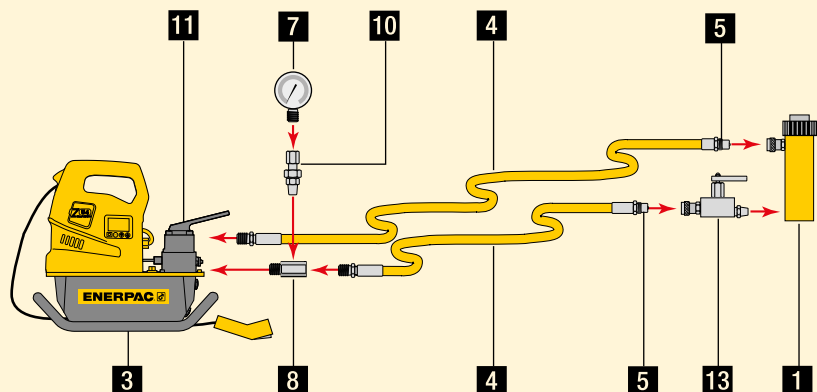
Beispiele für Sets (Pumpe, Zylinder, Hydraulikschlauch) siehe Seiten 58-61.



**Einfachwirkende Zylinder mit langem Hub zum Heben von Lasten.**

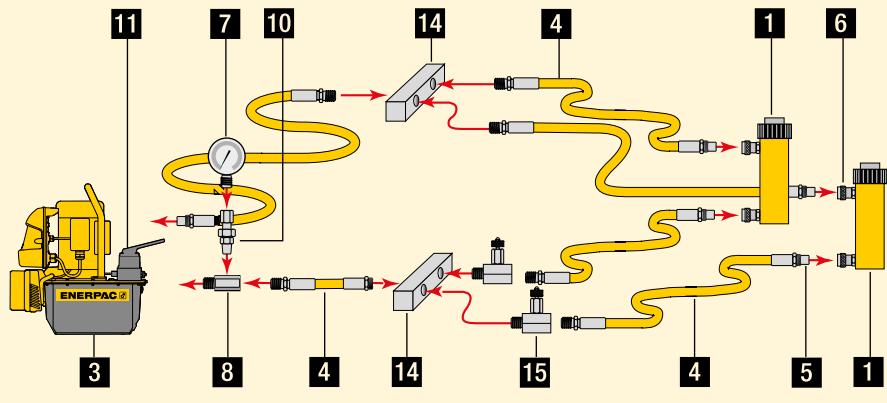


**Einrichtung eines doppelwirkenden Zylinders zum Heben von Lasten**, wobei ein langsames, kontrolliertes Ablassen der Last gewährleistet sein muß.





Aufbau mit doppelwirkenden Zylindern zum Schieben oder Ziehen.



**12 3-Wege-Steuerventil**

Regelt die Bewegungsrichtung in einfachwirkenden Systemen.  
Seite 116-117

**13 Absperr- und Sicherheitsventil V-66**

Kontrolliert bei Hebeanwendung das Ablassen von Lasten.  
Seite 136-137

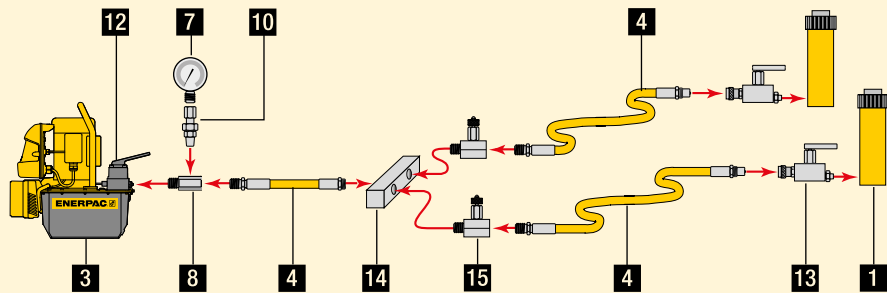
**14 Verteiler**

Erlauben den Anschluß mehrerer Zylinder an ein Aggregat.  
Seite 126

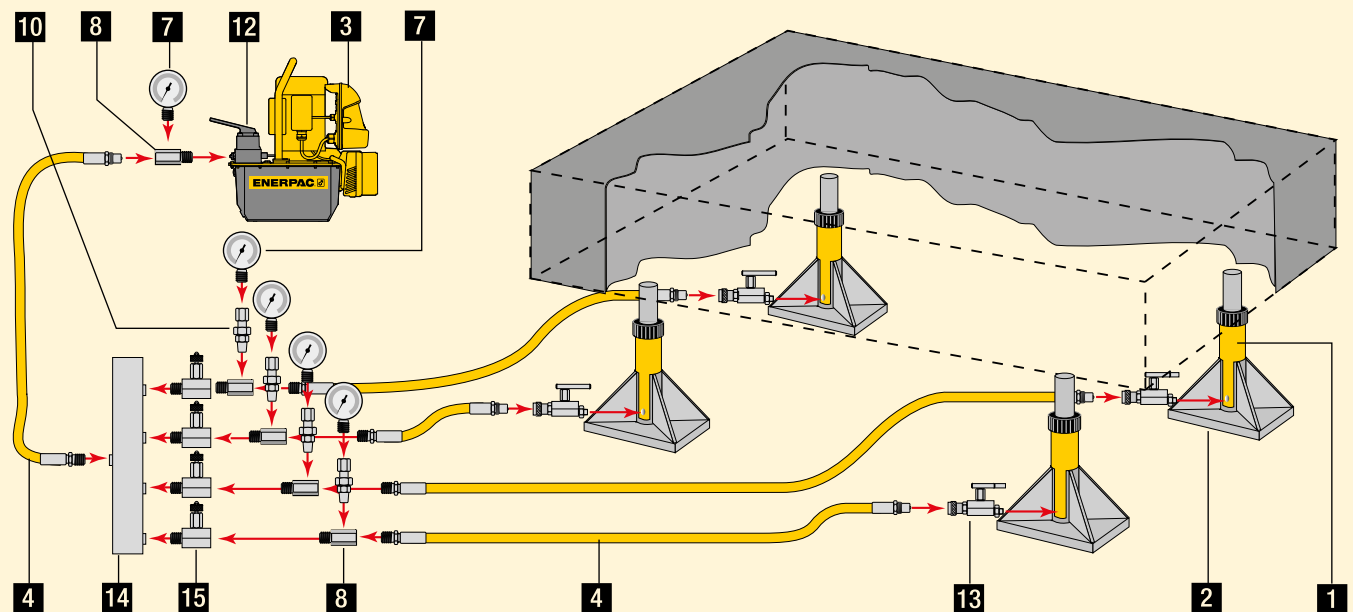
**15 Absperr- oder Nadelventil V-82**

Reguliert den Durchfluß der Hydraulikflüssigkeit zu oder von den Zylindern.  
Seite 136-137

Vorrichtung zum Heben einer Last an zwei Stellen mittels einfachwirkender Zylinder.



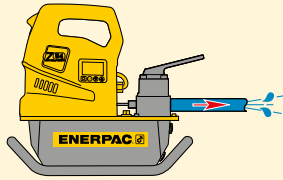
Vorrichtung zum Heben einer Last an vier Stellen mittels einfachwirkender Zylinder und Regelventile.



**www.enerpac.com**  
Besuchen Sie unsere Website; dort erfahren Sie mehr über die Hydraulik und die Systemauslegungen.

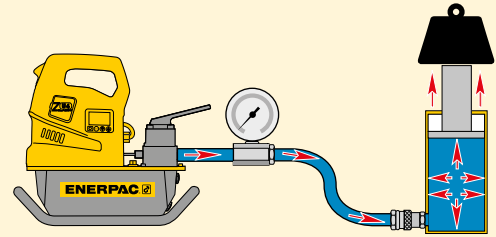


**Durchfluß** Eine Hydraulikpumpe erzeugt Fördervolumen (Durchfluß).



**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.

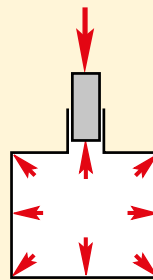


Abbildung 1

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).

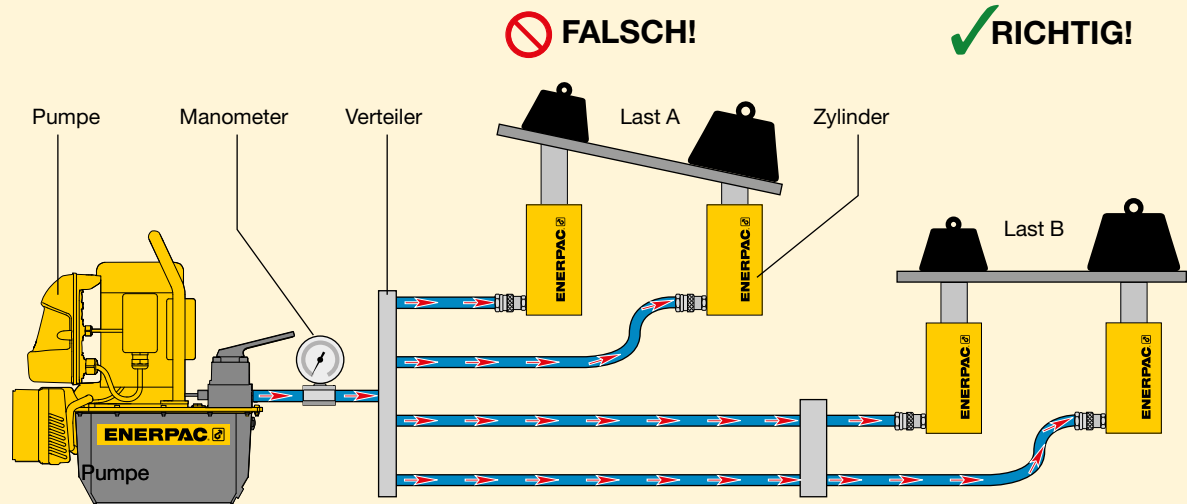


Abbildung 2

Synchronhubsystem oder Regelventile zum gleichmäßigen Anheben der Last



**WARNUNG !**  
Beim Heben oder Drücken immer ein **Manometer verwenden!**

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

Seite: 121



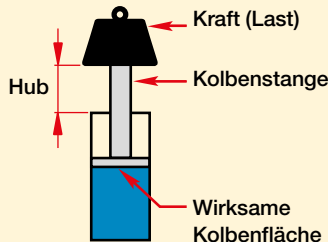
**Erfahren Sie mehr über Hydraulik**

Besuchen Sie uns unter **www.enerpac.com** dort erfahren Sie mehr über die Hydraulik und die Systemauslegungen.



## Kraft

Die Kraft, die ein hydraulischer Zylinder erzeugen kann, ist gleich dem hydraulischen Druck multipliziert mit der "wirksamen Kolbenfläche" des Zylinders (siehe die Auswahltabellen für Zylinder).



<b>Kraft</b>	=	<b>Betriebsdruck</b>	x	<b>Wirksame Kolbenfläche</b>
<b>F</b>	=	<b>P</b>	x	<b>A</b>

Verwenden Sie diese Formel zur Bestimmung der Kraft, des Betriebsdrucks oder der wirksamen Kolbenfläche des Zylinders, wenn zwei der Variablen bekannt sind.

### 1. Beispiel

Welche Druckkraft erzeugt ein RC-106 Zylinder mit einer wirksamen Kolbenfläche von 14,5 cm<sup>2</sup> bei 700 bar?

$$\text{Kraft} = 7000 \text{ N/cm}^2 \times 14,5 \text{ cm}^2 = 101500 \text{ N} = \mathbf{101,5 \text{ kN}}$$

### 2. Beispiel

Welchen Druck erfordert ein RC-106 Zylinder zum Heben einer Last von 7000 kg?

$$\text{Druck} = 7000 \times 9,8 \text{ N} \div 14,5 \text{ cm}^2 = 4731,0 \text{ N/cm}^2 = \mathbf{473 \text{ bar}}$$

### 3. Beispiel

Zur Erzeugung einer Kraft von 190.000 N wird ein RC-256 Zylinder benötigt. Wie hoch ist der erforderliche Druck?

$$\text{Druck} = 190.000 \text{ N} \div 33,2 \text{ cm}^2 = 5722,9 \text{ N/cm}^2 = \mathbf{572 \text{ bar}}$$

### 4. Beispiel

Zur Erzeugung einer Kraft von 800.000 N werden vier RC-308 Zylinder benötigt. Wie hoch ist der erforderliche Druck?

$$\text{Druck} = 800.000 \text{ N} \div (4 \times 42,1 \text{ cm}^2) = 4750,6 \text{ N/cm}^2 = \mathbf{475 \text{ bar}}$$

Bitte beachten: Da vier Zylinder zusammen verwendet werden, ist die wirksame Kolbenfläche eines Zylinders mit der Anzahl der Zylinder zu multiplizieren.

### 5. Beispiel

Ein HCL-2506 Zylinder soll mit einem Antriebsaggregat mit einer Leistung von 500 bar verwendet werden. Wie hoch ist die Kraft, die theoretisch von diesem Zylinder erzeugt werden kann?

$$\text{Kraft} = 5000 \text{ N/cm}^2 \times 363,1 \text{ cm}^2 = 1.815.500 \text{ N} = \mathbf{1815 \text{ kN}}$$

## Ölvolumen des Zylinders

Die für einen Zylinder benötigte Ölmenge ist gleich der wirksamen Kolbenfläche des Zylinders multipliziert mit dem Zylinderhub\*.

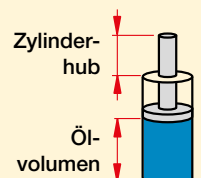
<b>Ölvolumen</b>	=	<b>Wirksame Kolbenfläche des Zylinders</b>	x	<b>Zylinderhub</b>
------------------	---	--	---	--------------------

\* Hinweis: Die aufgeführten Beispiele sind theoretisch. Die Kompressibilität des Öls bei hohem Druck wurde dabei nicht berücksichtigt.

### 1. Beispiel

Welches Ölvolumen erfordert ein RC-158 Zylinder mit einer wirksamen Kolbenfläche von 20,3 cm<sup>2</sup> und einem Kolbenhub von 200 mm?

$$\text{Ölvolumen} = 20,3 \text{ cm}^2 \times 20 \text{ cm} = \mathbf{406 \text{ cm}^3}$$



### 2. Beispiel

Wieviel Öl benötigt ein RC-5013 Zylinder mit einer wirksamen Kolbenfläche von 71,2 cm<sup>2</sup> und einem Kolbenhub von 320 cm?

$$\text{Ölvolumen} = 71,2 \text{ cm}^2 \times 32 \text{ cm} = \mathbf{2278 \text{ cm}^3}$$

### 3. Beispiel

Welches Ölvolumen erfordert ein RC-10010 Zylinder mit einer wirksamen Kolbenfläche von 133,3 cm<sup>2</sup> und einem Hub von 260 mm?

$$\text{Ölvolumen} = 133,3 \text{ cm}^2 \times 26 \text{ cm} = \mathbf{3466 \text{ cm}^3}$$

### 4. Beispiel

Es werden 4 RC-308 Zylinder mit verwendet je 42,1 cm<sup>2</sup> wirksamer Kolbenfläche und 209 mm Hub. Wieviel Öl wird benötigt?

$$\text{Ölvolumen} = 42,1 \text{ cm}^2 \times 20,9 \text{ cm} = 880 \text{ cm}^3 \times 4 = \mathbf{3520 \text{ cm}^3}$$



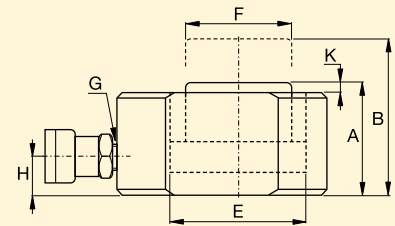
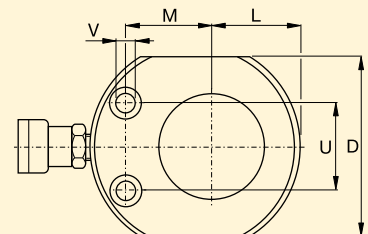
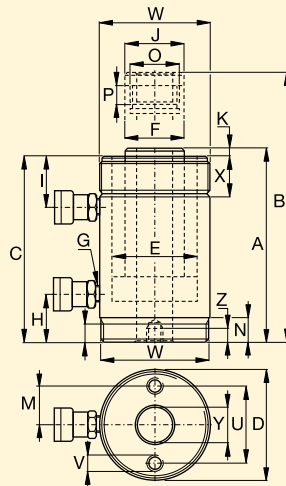
**WARNUNG!**  
Die Kompressibilität von Enerpac Hydrauliköl beträgt bei 350 bar 2,28 % bzw. bei 700 bar 4,1 %.



## 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                                   | M = Befestigungsbohrungen bis Kolbenstangenmittelpunkt    |
| B = Bauhöhe, ausgefahren                                   | N = Länge des kleineren Zylinderteils                     |
| C = Gehäuselänge   | O = Kolbenstangenbohrung oder Druckstückgewinde           |
| D = Gehäuse-Außendurchmesser                               | P = Kolbenstangengewindetiefe                             |
| D1 = Zylinderbreite  | Q = Kolbenstangengewinde                                  |
| E = Gehäuse-Innendurchmesser                               | U = Lochkreisdurchmesser der Befestigungsbohrungen        |
| F = Kolbenstangendurchmesser                               | V - Bodenbefestigungsgewinde                              |
| G = Ölschlußgewinde  | W = Befestigungsgewindelänge                              |
| H = Zylinderboden bis Ölschlußgewinde                      | X = Befestigungsgewinde                                   |
| I = Gehäuseoberkante bis Ölschlußgewinde                   | X1 = Länge Gehäuseabsatz                                  |
| J = Druckstück-Außendurchmesser                            | Y = Mittelloch-Durchmesser                                |
| K = Kolbenüberstand bei eingefahrenem Zylinder             | Z = Gehäuseinnengewinde                                   |
| L = Kolbenstangenmittelpunkt bis Zylinder-Außendurchmesser | 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 [www.enerpac.com](http://www.enerpac.com); dort können Sie sich das kostenlos herunterladen.

### Druck:

1 psi	= 0,069 bar
1 bar	= 14,50 psi
	= 9,8 N/cm <sup>2</sup>
	= 100.000 Pa
1 kPa	= 0,145 psi

### Volumen:

1 in <sup>3</sup>	= 16,387 cm <sup>3</sup>
1 cm <sup>3</sup>	= 0,061 in <sup>3</sup>
1 l (Liter)	= 61,02 in <sup>3</sup>
	= 0,264 gal
	= 1000 cm <sup>3</sup>
1 gal (US)	= 3,785 cm <sup>3</sup>
	= 3,785 l
	= 231 in <sup>3</sup>

### 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 in (Zoll)
1 in <sup>2</sup>	= 6,452 cm <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup>	= 0,155 in <sup>2</sup>
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

# Geschwindigkeitstabelle für Zylinder



Diese Tabelle hilft Ihnen bei der Berechnung der Zeit zum Heben einer Last mit einer Enerpac 700 bar Pumpe. Diese Tabelle kann auch verwendet werden, um die Pumpenausführung und das Modell zu wählen, das am besten für Ihre Anwendung geeignet ist, wenn die erforderliche Kolbengeschwindigkeit bekannt ist.

## Ermitteln der Kolbengeschwindigkeit

Ein RC-256 (Druckkraft 25 t) wird von einer Pumpe der ZE3 Serie zweistufig angetrieben. Der Zylinderkolben hebt den Last mit 2,8 mm pro Sekunde. Beim Ausfahren in Richtung der Last fährt der Zylinderkolben mit 30,9 mm pro Sekunde.

## Ermitteln der optimalen Pumpe

Ihr 25 t-Zylinder soll eine Last mit einer Geschwindigkeit von 3,0 mm/Sek. bewegen. Gehen Sie in der Tabelle einfach von oben nach unten zum dort aufgeführten Wert 2,8 mm/Sek. Gehen Sie dann nach rechts. Die optimale Pumpe für Ihre Anwendung ist eine Pumpe der ZE3-Serie.

## Millimeter RC-Serien Zylinderkolbenstangenbewegung pro Handpumpenhub

Zyl. Druckkraft ▶	5 t		10 t		15 t		25 t		30 t		50 t		75 t		100 t		Pumpen Ausführung	Seite:
	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last		
▼ Antrieb																		
<b>Handbetätigt</b>	1,4	1,4	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<b>P-141</b>	<b>72</b>
	3,9	3,9	1,7	1,7	1,2	1,2	0,7	0,7	0,6	0,6	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	<b>P-391</b>	<b>72</b>
	17,6	3,9	7,8	1,7	5,5	1,2	3,4	0,7	2,6	0,6	1,6	0,3	1,0	0,2	0,8	0,2	<b>P-392</b>	<b>72</b>
	25,3	3,8	11,2	1,7	7,9	1,2	4,9	0,7	3,7	0,6	2,3	0,3	1,5	0,2	1,1	0,2	<b>P-77/80/801/84</b>	<b>74</b>
	61,4	3,9	27,1	1,7	19,3	1,2	11,8	0,7	9,0	0,6	5,5	0,3	3,5	0,2	2,8	0,2	<b>P-802/842</b>	<b>74</b>
	197	7,4	87,1	3,3	61,8	2,3	37,9	1,4	29,0	1,1	17,7	0,7	11,4	0,4	8,8	0,3	<b>P-462/464</b>	<b>74</b>

## RC-Serien Kolbengeschwindigkeit in mm/Sek.

Zyl. Druckkraft ▶	5 t		10 t		15 t		25 t		30 t		50 t		75 t		100 t		Pumpen Ausführung	Seite:
	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last	ohne Last	mit Last		
▼ Antrieb																		
<b>Elektrisch</b> (bei 50 Hz)	51,3	6,4	23,0	2,9	16,4	2,1	10,0	1,3	7,9	1,0	4,7	0,6	3,2	0,4	2,5	0,3	<b>XC Batterie betrieben</b>	<b>82</b>
	86	8,3	38	3,7	27	2,6	17	1,6	13	1,3	7,7	0,7	5,4	0,5	4,1	0,4	<b>PU Kompakt-Serie</b>	<b>84</b>
	53	7,1	24	3,2	17	2,2	10	1,4	8,1	1,1	4,8	0,6	3,3	0,4	2,6	0,3	<b>PE Tauchpumpen</b>	<b>86</b>
	295	25,6	132	11,5	94,4	8,2	57,7	5,0	45,5	4,0	26,9	2,3	18,7	1,6	14,4	1,3	<b>ZU4-Serie</b>	<b>90, 92</b>
	15,1	14,1	6,8	6,3	4,8	4,5	3,0	2,8	2,3	2,2	1,4	1,3	1,0	0,9	0,7	0,7	<b>ZE3-Serie einstufig</b>	<b>90, 98</b>
	158	14,1	70,7	6,3	50,5	4,5	30,9	2,8	24,3	2,2	14,4	1,3	10,0	0,9	7,7	0,7	<b>ZE3-Serie zweistufig</b>	<b>90, 98</b>
	22,3	21,0	10,0	9,4	7,1	6,7	4,4	4,1	3,4	3,2	2,0	1,9	1,4	1,3	1,1	1,0	<b>ZE4 Serie einstufig</b>	<b>90, 98</b>
	228	21,0	102	9,4	72,9	6,7	44,6	4,1	35,2	3,2	20,8	1,9	14,4	1,3	11,1	1,0	<b>ZE4-Serie zweistufig</b>	<b>90, 98</b>
	44,9	42,1	20,1	18,9	14,4	13,5	8,8	8,2	6,9	6,5	4,1	3,8	2,8	2,7	2,2	2,1	<b>ZE5 Serie einstufig</b>	<b>90, 98</b>
	298	42,1	133	18,9	95,3	13,5	58,3	8,2	46,0	6,5	27,2	3,8	18,9	2,7	14,5	2,1	<b>ZE5-Serie zweistufig</b>	<b>90, 98</b>
	76,9	70,0	34,5	31,4	24,6	22,4	15,1	13,7	11,9	10,8	7,0	6,4	4,9	4,4	3,8	3,4	<b>ZE6 Serie einstufig</b>	<b>90, 98</b>
	315	70,0	141	31,4	101	22,4	61,7	13,7	48,7	10,8	28,8	6,4	20,0	4,4	15,4	3,4	<b>ZE6-Serie zweistufig</b>	<b>90, 98</b>
	53,8	53,8	24,1	24,1	17,2	17,2	10,5	10,5	8,3	8,3	4,9	4,9	3,4	3,4	2,6	2,6	<b>SFP421 (11 kW)</b>	<b>240</b>
<b>Luft</b> (bei 6,9 bar Luftdruck)	51,3	6,4	23,0	2,9	16,4	2,1	10,0	1,3	7,9	1,0	4,7	0,6	3,2	0,4	2,5	0,3	<b>XA-Serie</b>	<b>108</b>
	25,9	4,2	11,6	1,9	8,2	1,3	5,0	0,8	4,0	0,6	2,3	0,4	1,6	0,3	1,3	0,2	<b>Turbo II Luft</b>	<b>106</b>
	17	3,4	7,6	1,5	5,4	1,1	3,3	0,7	2,6	0,5	1,5	0,3	1,1	0,2	0,8	0,2	<b>PA-Serie</b>	<b>104</b>
	277	3,8	123	1,7	88	1,2	53	0,7	42	0,6	25	0,3	17	0,2	13,0	0,2	<b>PAM-Serie</b>	<b>105</b>
	357	33,6	160	15,1	114	10,8	69,9	6,6	55,1	5,2	32,6	3,1	22,6	2,1	17,4	1,6	<b>ZA-Serie</b>	<b>110</b>
<b>Benzin</b>	295	41	132	18,4	94,4	13,1	57,7	8,0	45,5	6,3	26,9	3,7	18,7	2,6	14,4	2,0	<b>ZG5-Serie 4,1 kW</b>	<b>112</b>
	166	41	74,7	18,4	53,4	13,1	32,6	8,0	25,7	6,3	15,2	3,7	10,6	2,6	8,1	2,0	<b>ZG5-Serie 4,8 kW</b>	<b>112</b>
	376	85	169	37,9	121	27,1	73,8	16,6	58,2	13,1	34,4	7,7	23,9	5,4	18,4	4,1	<b>ZG6-Serie 9,7 kW</b>	<b>112</b>

“Ohne Last” gibt die Kolbenstangengeschwindigkeit beim Ausfahren in Richtung der Last an (1. Stufe).

“Mit Last” gibt die Kolbenstangengeschwindigkeit an beim Heben der Last bei einem Systemdruck von 700 bar (2. Stufe).

**Beispiel:** Mit welcher Geschwindigkeit wird sich der RC-256 (25 t) Zylinder bewegen, angetrieben von einer Pumpe der ZE3-Serie? RC-256 Kolbenfläche = 33,2 cm<sup>2</sup> ZE3-Serie Fördervolumen (ohne last) = 6150 cm<sup>3</sup>/min

$$\text{Kolbengeschwindigkeit (mm/Sek.)} = \frac{\text{Fördervolumen (cm}^3\text{/min)} \times 10}{\text{Kolbenfläche (cm}^2\text{)} \times 60}$$

$$\text{Geschwindigk. V} = \frac{6150 \text{ cm}^3\text{/min} \times 10}{33,2} = 30,9 \text{ mm/Sek.}$$



**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

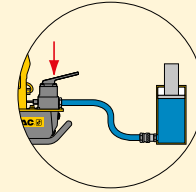


schwimmende Mittelstellung

## Wegeventile

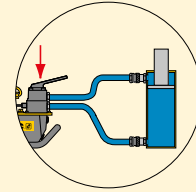
### 3-Wegeventile

werden mit einfachwirkenden Zylindern verwendet.



### 4-Wegeventile

werden mit doppelwirkenden Zylindern verwendet.

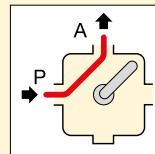


Ventile sind entweder für Pumpen- oder für Rohrleitungs- montage ausgelegt.	<b>Pumpenmontage</b>	<b>Rohrleitungs- montage</b>
Ventile sind entweder handbetätigte oder elektromagne- tische Ventile.	<b>Handbetätigt</b>	<b>Elektromagnetisch</b>

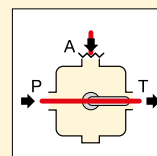
## Ausfahren/ Halten/ Einfahren

### Einfachwirkender Zylinder

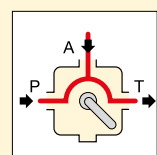
gesteuert von einem 3/3-Wegenventil



Kolbenstange wird ausgefahren.



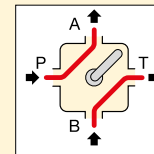
Kolbenstange bleibt unverändert in ihrer Stellung.



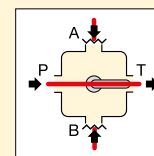
Zylinderkolbenstange wird eingefahren.

### Doppeltwirkender Zylinder

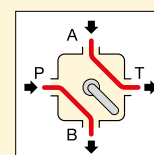
gesteuert von einem 4/3-Wegenventil



Zylinderöffnung B zum Tank T.



sind geschlossen: Die Kolbenstange bleibt unverändert in ihrer Stellung.



Die Zylinderkolbenstange wird eingefahren.



METRISCH		
Gewindegröße D (mm)	Sechskantgröße S (mm)	Innensechskantgröße J (mm)
M 10	17	8
M 12	19	10
M 14	22	12
M 16	24	14
M 18	27	14
M 20	30	17
M 22	32	17
M 24	36	19
M 27	41	19
M 30	46	22
M 33	50	24
M 36	55	27
M 39	60	27 (30)
M 42	65	32
M 45	70	-
M 48	75	36
M 52	80	36
M 56	85	41
M 60	90	46
M 64	95	46
M 68	100	50
M 72	105	55
M 76	110	60
M 80	115	65
M 85	120	70
M 90	130	70 (75)
M 95	135	-
M 100	145	85
M 105	150	-
M 110	155	-
M 115	165	-
M 120	170	-
M 125	180	-
M 130	185	-
M 140	200	-
M 150	210	-

ZÖLLIG		
Gewindegröße D (Zoll)	Sechskantgröße * S (Zoll)	Innensechskantgröße J (Zoll)
5/8"	1 1/16"	1/2"
3/4"	1 1/4"	5/8"
7/8"	1 7/16"	3/4"
1"	1 5/8"	3/4"
1 1/8"	1 13/16"	7/8"
1 1/4"	2"	7/8"
1 3/8"	2 3/16"	1"
1 1/2"	2 3/8"	1"
1 5/8"	2 9/16"	-
1 3/4"	2 3/4"	1 1/4"
1 7/8"	2 15/16"	1 3/8"
2"	3 1/8"	1 5/8"
2 1/4"	3 1/2"	1 3/4"
2 1/2"	3 7/8"	1 7/8"
2 3/4"	4 1/4"	2"
3"	4 5/8"	2 1/4"
3 1/4"	5"	2 1/4"

\* Sechskantmuttern mit großer Schlüsselweite.



Bestimmen Sie das maximale Drehmoment anhand der Bolzen-/ Mutterngröße und Festigkeit. Folgen Sie dazu immer den Herstellerangaben oder den technischen Instruktionen, wenn Sie Schraubverbindungen herstellen wollen.



### WICHTIG

Die Sechskantgrößen in der nachfolgenden Tabelle dienen lediglich als Anhaltswert.

Vor der Auswahl des Werkzeugs sollten Sie unbedingt die tatsächlichen Abmessungen prüfen.



### Stecknüsse

Verwenden Sie ausschließlich Heavy Duty Schlagschrauberrnüsse für Verschraubungsgeräte mit Motorantrieb, und

zwar gemäß ISO 2725 und ISO1174; DIN 3129 und DIN 3121 oder ASME-B107.2/1995.

Seite: 190





## 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.

### Kontrollierte Verschraubung

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

## 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.

### 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:

- BS1560-, MSS SP44-, API 6A- und 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.

## 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

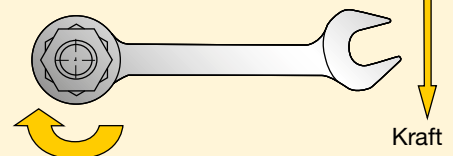
Wie viel Vorspannung durch die Verschraubung entsteht, wird hauptsächlich durch den Reibungswiderstand bedingt.

Grundsätzlich setzt sich das Drehmoment aus drei Komponenten zusammen:

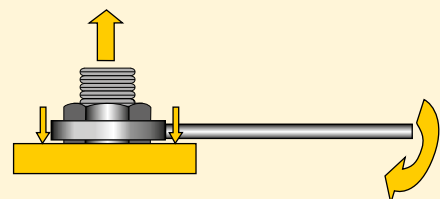
- Dem Drehmoment zur Verlängerung des Bolzens
- Dem Drehmoment zur Überwindung des Reibungswiderstands des Bolzen- und Muttergewindes
- Dem Drehmoment zur Überwindung des Reibungswiderstands an der Auflagefläche der Mutter.

## Drehmomentverschraubung

Drehbewegung



Verlängerung der Befestigung (Vorspannung)





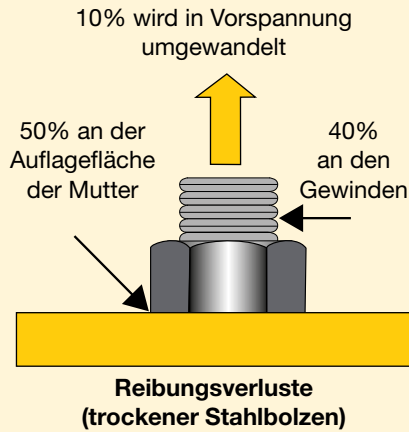


## Vorspannung (Restspannung) = Angewandtes Drehmoment *abzüglich* Reibungsverluste

### Schmierung reduziert die Reibung

Schmierung reduziert die Reibung während der Verschraubung, verringert das Risiko einer fehlerhaften Bolzenmontage und erhöht die Lebensdauer des Bolzens. Unterschiedliche Reibungskoeffizienten beeinträchtigen die bei einem bestimmten Drehmoment erreichte Vorspannung. Eine höhere Reibung bedeutet, dass mit einem betreffenden Drehmoment weniger Vorspannung erreicht werden kann. Um den genauen, erforderlichen Drehmomentwert bestimmen zu können, muss der Reibungskoeffizient des Schmiermittelherstellers bekannt sein. Es sollte ein Schmiermittel an der Auflagefläche der Mutter und am Bolzengewinde angebracht werden.

### Reibungsverluste

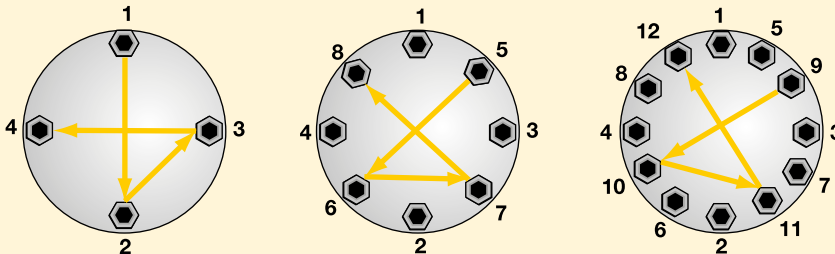


### Verschraubungsverfahren

Beim Verschrauben wird meistens nur ein Bolzen gleichzeitig festgezogen. Dies kann zu Punktbelastung und Streuung der Belastung führen.

Um dies zu vermeiden, sollte die Drehmomentverschraubung nach der folgenden Methode erfolgen:

### Ablauf der Drehmomentverschraubung



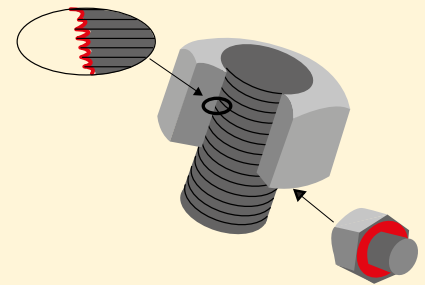
**Schritt 1** Mutter so weit auf den Bolzen drehen, dass etwa 2 - 3 Gewindegänge aus der Mutter herausstehen.

**Schritt 2** Alle Bolzen mit einem Drittel des letztendlich erforderlichen Drehmoments nach dem oben stehenden Muster festziehen.

**Schritt 3** Das Drehmoment nach dem oben stehenden Muster auf zwei Drittel des Gesamtdrehmoments erhöhen.

**Schritt 4** Das Drehmoment nach dem oben stehenden Muster auf das vollständige Drehmoment erhöhen.

**Schritt 5** Schließlich alle Bolzen, angefangen beim 1. Bolzen, im Uhrzeigersinn noch einmal mit dem vollständigen Drehmoment anziehen.



Bei der Drehmomentverschraubung immer alle Reibungspunkte schmieren.



### Auswahl des richtigen Drehmomentschlüssels

Gehen Sie bei der Wahl Ihres Enerpac-Drehmomentschlüssels

- von der folgenden Faustregel aus:
- Zum Lösen einer Mutter oder eines Bolzens ist gewöhnlich ein höheres Drehmoment erforderlich als beim Festziehen.
  - Unter normalen Bedingungen beträgt das Lösedrehmoment **2½ Mal** das Festziedrehmoment.
  - Beim Lösen oder Festziehen von Muttern oder Bolzen nicht mehr als 75% des höchstzulässigen Werkzeugdrehmoments anwenden.

### Einfluss von Umgebungsbedingungen auf Verschraubungen

- Korrosion (Rost) erfordert ein bis zu zweimal höheres Festziedrehmoment.
- Seewasser- und chemische Korrosion erfordert ein bis zu **2½ Mal** höheres Festziedrehmoment.
- Thermische Oxidation erfordert ein bis zu **3 Mal** höheres Festziedrehmoment.



### Lösedrehmoment

In der Regel liegt das Lösedrehmoment höher als das Festziedrehmoment.

Dies ist hauptsächlich durch Korrosion und Verformungen der Bolzen- und Muttergewinde bedingt.

Das Lösedrehmoment kann nicht genau berechnet werden, liegt jedoch ggf. bis zu **2½ Mal** über dem Festziedrehmoment.

Bei der Lösung von Verschraubungen sollten immer Kriechöl oder Anti-Seize-Produkte verwendet werden.