## Leseprobe



seit 1931

Betriebliche Ausbildung · Berufsfeld Metalltechnik

## Pneumatik/E-Pneumatik

Pneumatische Antriebstechnik



Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG www.christiani.de



seit 1931

#### Vorwort

In der Automatisierungstechnik haben pneumatische Antriebe eine enorme Bedeutung. Sie stehen im direkten Wettbewerb mit elektrischen und hydraulischen Antrieben. Im Vergleich zum Elektromotor sind pneumatische Antriebe einfacher zu handhaben und günstiger in der Investition, aber weniger flexibel in der Anwendung. Im Vergleich zu hydraulischen Antrieben sind pneumatische Antriebe kleiner, schneller, kostengünstiger, mit weniger Umweltproblemen belastet, aber können bei Weitem nicht die gleichen Kräfte aufbringen.

Der praktische Einsatz pneumatischer Antriebe verlangt sowohl Grundlagenkenntnisse der Pneumatik als auch Kenntnisse darüber, wie der Pneumatikzylinder einzusetzen ist, und welche Vielfalt unterschiedlicher Zylinder es heute gibt.

Der vorliegende Übungsband soll Auszubildenden und Schüler/innen die Möglichkeit geben, sich mit den pneumatischen Antrieben experimentell zu beschäftigen. Vor allem in der Ausbildung hat dabei auch der Ausbildungsbetrieb eine große Bedeutung: Welche Antriebe werden eingesetzt, welche Randbedingungen sind zu berücksichtigen, warum dieser und kein anderer Antrieb?

Daneben bietet das Angebot an Übungs-Hardware umfangreiche Möglichkeiten, in der Ausbildungswerksstatt oder im Pneumatik-Labor der Berufsschule die pneumatischen Antriebe kennenzulernen.

Bei der Entwicklung der Übungen und des Aufbaus waren zwei Auszubildende und ihr Ausbilder sehr hilfreich, die Versuchsanleitungen aufgebaut, kommentiert und ergänzt haben.

Herr Joscha Völker und Herr Fabian Lang haben inzwischen ihre Ausbildung zum Mechatroniker erfolgreich abgeschlossen. Herr Petros Kermentzoglou, Ausbilder, hat die beiden betreut und mit ihnen die Versuchsaufbauten besprochen. DANKE!

Wenn Sie Fragen oder Anregungen, Kritik oder Änderungswünsche haben, senden Sie eine Mail an info@christiani.de

Bergisch Gladbach, April 2020

Artikelnr.: 34615 | ISBN 978-3-95863-289-9



Übung 1:	Kraft, Druck, Luftdruck, Druckluft  Kraft  Druck  Druckluft	3 3 5 7
Übung 2:	Woher kommt die Druckluft?	9
Übung 3:	Umsetzung von Druckluft in Bewegung: Einfach- und doppeltwirkender Kolbenstangenzylinder	13
Übung 4:	Druckluft schalten: Das Pneumatikventil	25
Übung 5:	Die Geschwindigkeit des Pneumatikzylinders	31
Übung 6:	Eine Drehbewegung mit Druckluft erzeugen	35
Übung 7:	Ein Zylinder ohne Kolbenstange	37
Übung 8:	Pneumatisch greifen	39
Übung 9:	Mit Unterdruck arbeiten	43
Übung 10:	Material stoppen	49
Übung 11:	Die Kolbenstange anhalten	53
Übung 12:	Sonderbauformen von pneumatischen Antrieben	61
Anhang		
	r die Übungeneichnis	65 67



seit 1931

## Band 1: Pneumatik Grundstufe – Pneumatische Antriebstechnik

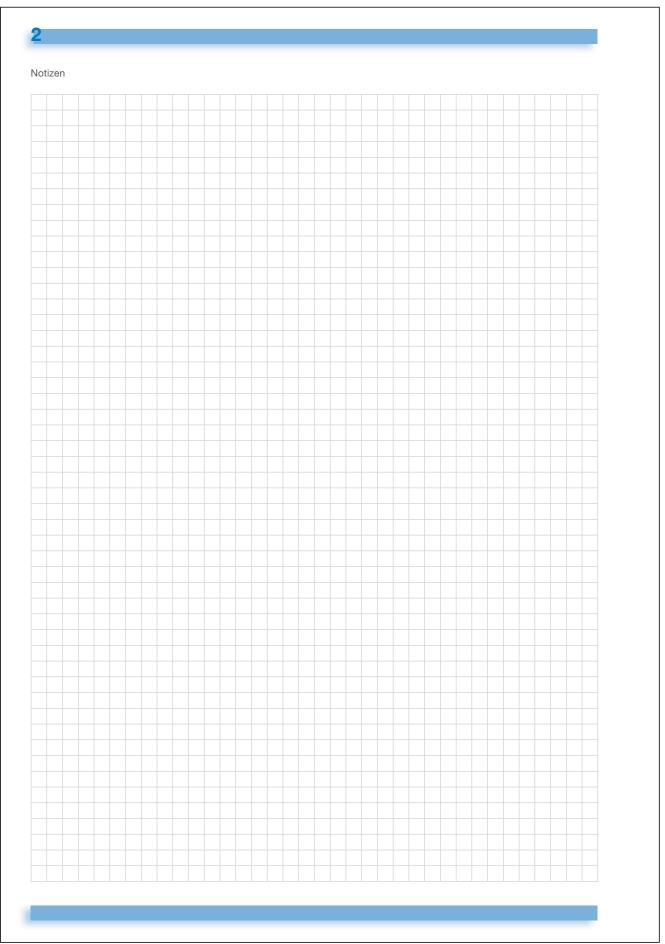
Um Pneumatik verstehen und anwenden zu können, müssen zuerst einige Grundbegriffe bekannt und verstanden sein. Zur Beantwortung der Fragen stehen Ihnen verschiedene Hilfsmittel zur Verfügung:

- Gedruckte Unterlagen, zum Beispiel
  - Plagemann: Steuerungstechnik Pneumatik, Übungen für den Auszubildenden, Dr.-Ing. Paul Christiani, Konstanz, 2019, Best.-Nr. 80344
  - Pneumatik Lehrgang für gewerbliche Berufe, Dr.-Ing. Paul Christiani, Konstanz, 2017, Best.-Nr. 77364
  - Crashkurs GRAFCET, Dr.-Ing Paul Christiani, Konstanz, 2017, Best.-Nr. 82459
  - Tabellenbuch Metall oder Tabellenbuch Mechatronik
- Informationen aus dem Internet, zum Beispiel
  - www.wikipedia.de
  - www.lernhelfer.de/schuelerlexikon
  - www.grund-wissen.de
  - www.leifiphysik.de/
- Die Menschen in Ihrer Umgebung



Pneumatische Antriebstechnik pneumatic drive technology





Artikelnr.: 34615 | ISBN 978-3-95863-289-9





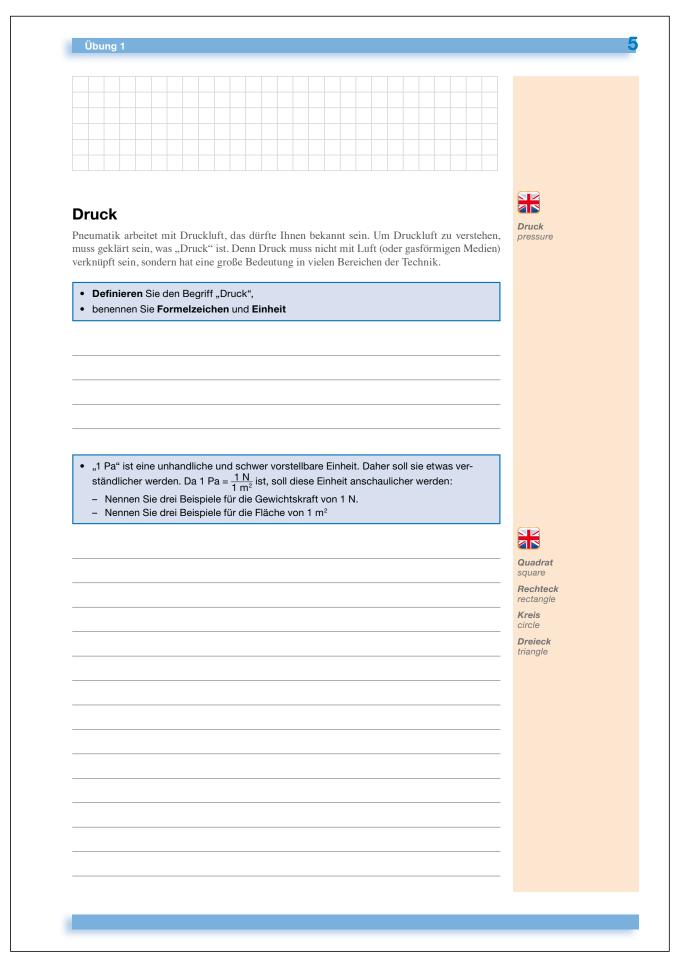
Artikelnr.: 34615 | ISBN 978-3-95863-289-9



seit 1931

Übung 1 **Beispiel: Mein Rucksack** Sie packen Ihren Rucksack mit Büchern, Taschenrechner, Wasserflasche und mehr. Anschließend stellen Sie Ihren Rucksack auf eine Waage und messen das "Gewicht". Sie wissen, dass dieser Rucksack auf dem Mond viel "leichter" ist als bei uns auf der Erde. Der Fachbegriff ist die "Gewichtskraft"  $F_{\rm G}$ . • Was ist die Gewichtskraft? • Angenommen die Waage zeigt für Ihren Rucksack den Wert 8,3. Welche Einheit gehört zu diesem Wert? Gewichtskraft - Welche Gewichtskraft hier auf der Erde ergibt sich daraus? weight force Beschleunigung acceleration **Erdbeschleunigung** gravity Beispiel: Beschleunigung Ein Mittelklasse-Auto mit einem Gewicht von etwa 1,5 to beschleunigt laut Datenblatt in 9 Sekunden von 0 auf 100 km/h. • Wie groß ist die durchschnittliche Beschleunigung? • Wie groß ist die Beschleunigung im Vergleich zur Erdbeschleunigung? • Welche Kraft ist nötig für diese Beschleunigung?









Übung 1



Umgebungsdruck ambient pressure

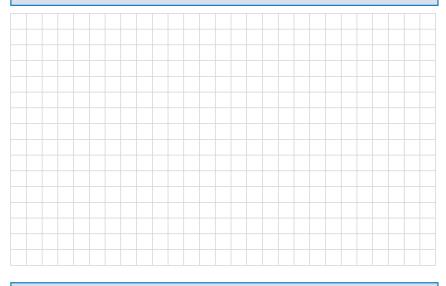
Die Einheit Pa für Pascal ist auch deshalb nicht sehr gebräuchlich, weil sie nicht zu dem Druck passt, der im Alltag am häufigsten genannt wird: Der Umgebungsdruck. In unserer Umgebung herrscht ein Druck von etwa 100 000 Pa, genannt "1 bar". Das bedeutet: 1 bar = 100 000 Pa

Bitte füllen Sie die nachfolgende Tabelle aus:

1 bar	Pa	MPa	kPa	N/cm <sup>2</sup>	N/mm²	mbar
1						

Nun soll die Abhängigkeit des Drucks von Kraft und Fläche noch etwas genauer betrachtet werden.

Betrachten Sie einen Schifahrer. Schifahrer können über Schnee fahren, auch wenn Wanderer längst einsinken würden. Angenommen unser Wintersportler habe ein Gewicht von 85 kg, der Schi habe eine Länge von 1,8 m und eine Breite von 6 cm, ein Wanderschuh der Größe 42 habe eine Länge von 300 mm und eine Breite von 150 mm (Schi und Schuhe werden vereinfacht als Rechteck betrachtet). Welchen Druck übt der Schifahrer, welchen Druck der Wanderer auf den Schnee aus?





Fläche area

Bei der Klärung, was Gewichtskraft ist, haben Sie einen Rucksack so gepackt, dass er 8,3 kg schwer ist. Wenn der Rucksack auf dem Boden steht, belege er eine Fläche von rund  $40 \cdot 15 \text{ cm}^2$ . Welchen Druck übt der Rucksack auf den Boden aus? Und wie klein müsste die Standfläche sein, damit der Druck auf 500 bar ansteigt?

#### ■ Hinweis

Beachten Sie sorgfältig die Einheiten.

Um die Fläche zu berechnen benutzen Sie die Formel:

$$A = \frac{F}{D}$$

Die Einheiten sind:

$$m^2 = \frac{N}{Pa}$$

Damit das funktioniert, muss Pa zurück auf die SI-Einheiten geführt werden:

$$m^2 = \frac{N}{\frac{N}{m^2}} = \frac{N \cdot m^2}{N} = m^2$$



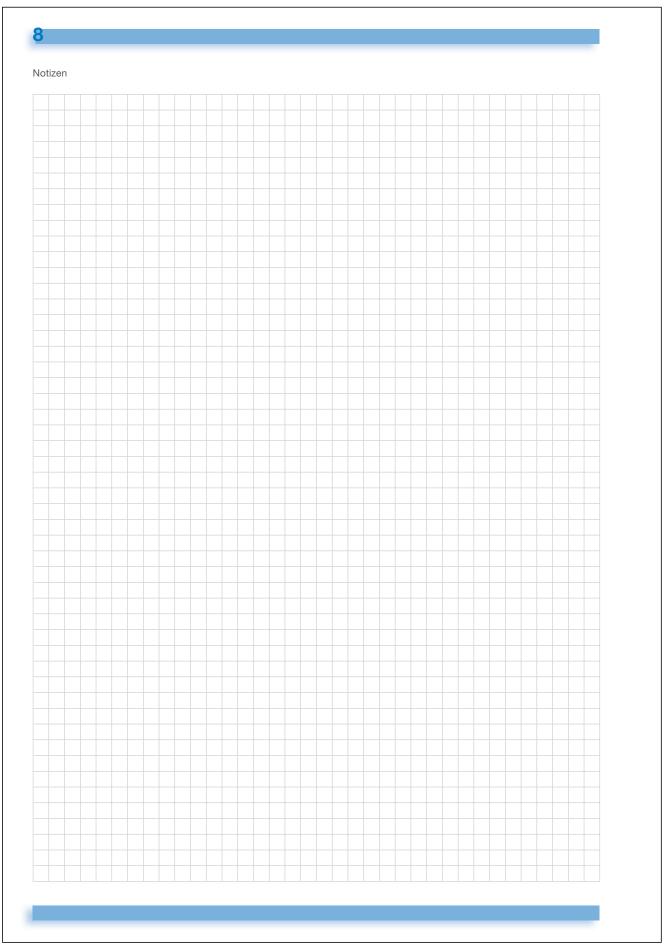
Artikelnr.: 34615 | ISBN 978-3-95863-289-9



seit 1931

# Übung 1 **Druckluft** Wenn klar ist, was Druck ist, dann kann auch die Druckluft verstanden werden. Dazu sind wieder einige Begriffe zu erklären. • **Definieren** Sie die Begriffe Druckluft und Luftdruck. Erstellen Sie eine **grafische** Darstellung mit den Begriffen Überdruck, Unterdruck, Umgebungsdruck, Absoluter Druck, Vakuum. Druckluft compressed air Luftdruck Umgebungsdruck ambient pressure Überdruck pressure, positive pressure Unterdruck negative pressure, vacuum Absoluter Druck Vakuum vacuum





Übung 2



seit 1931

## Übung 2: Woher kommt die Druckluft?

Für diese Übung können Sie auch benutzen:

- http://www.drucklufttechnik.de/
- Handbuch der Drucklufttechnik, unter: http://www.atlascopco.us/content/dam/atlas-copco/local-countries/germany/documents/Handbuch%20der%20Drucklufttechnik%20-%208%20Ausgabe.pdf

Druckluft ist der Energieträger der Pneumatik. Dabei ist Druckluft nichts wirklich Besonderes. Sie haben in Ihrem Leben vermutlich schon oft die Fähigkeiten von Druckluft ebenso wie Vakuum genutzt. Daher soll die Druckluft hier praktisch und theoretisch erkundet werden.

#### Druckluft außerhalb der Ausbildungswerkstatt

Druckluft wird in vielen Bereichen benutzt. Beschreiben Sie mindestens 5 Anwendungen von Druckluft **außerhalb** Ihres Arbeitsbereichs und geben Sie an, welche Drücke dort benutzt werden.

**Druckluftflasche** compressed air bottle

#### Druckluft in Ihrem Betrieb/Lehrwerkstatt/Schule

Erkunden Sie die Drucklufterzeugung in Ihrem Betrieb.

- Welcher Kompressortyp wird eingesetzt?
- Wie wird gekühlt?
- Wie wird gefiltert, sind die Filter austauschbar?
- Wie groß ist der Druckluftkessel?
- Wie wird getrocknet?
- Wie wird das Kondensat abgeleitet oder entsorgt?
- Welchen Betriebsdruck gibt die Drucklufterzeugeranlage an das Leitungsnetz ab?
- Wie groß ist die maximale Liefermenge an Druckluft?
- Welche Leistung hat der Antrieb des Kompressors?
- Bei welchem Druck schaltet der Kompressor ein, bei welchem Druck schaltet er ab?



Kompressor compressor

Kühler

cooler

Trockner drver

Kondensat condensate

**Liefermenge** quantity supplied



seit 1931

10

Übung 2



Ringleitung ring circuit

**Stichleitung** branch linetap line



- · Werden Ring- oder Stichleitungen verwendet?
- Wo sind Möglichkeiten der Entwässerung gegeben?
- Vergleichen Sie mit einem Manometer den Druck möglichst weit entfernt von der Kompressorstation mit dem Druck in unmittelbarer Nähe zum Kompressor.

#### Druckluftaufbereitung

Unmittelbar an der Verbrauchsstelle, also an der Anlage, die Druckluft benötigt, wird mit Hilfe einer Wartungseinheit die Druckluft "aufbereitet".

- Suchen Sie eine Anlage in Ihrem Betrieb und analysieren Sie die Wartungseinheit, evtl. auch die Wartungseinheit an Ihrem Pneumatik-Übungsplatz in der Lehrwerkstatt.
- · Aus welchen Komponenten besteht die Wartungseinheit?
- Welche Größe, d.h. welche Durchflussleistung hat die Wartungseinheit?
- Wird der Druck nur angezeigt mit einem Manometer oder auch elektrisch überwacht?
- Ist ein Ventil an der Wartungseinheit angebracht? Wenn ja, wie wird das Ventil betätigt?
- Wie wird Kondensat abgelassen?

\*

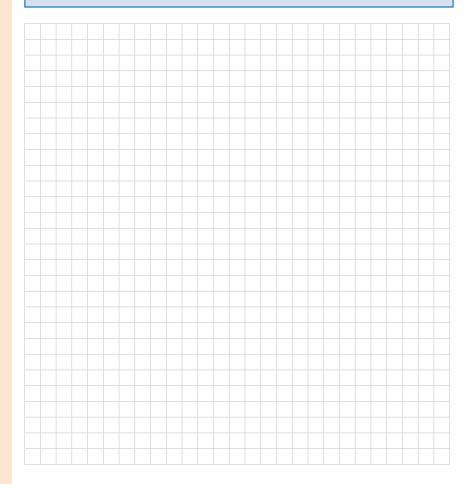
**Druckluftaufbereitung** compressed air preparation

Symbole nach
 DIN ISO 1219
 Referenzkennzeichen
 nach DIN EN 81 346



Die technische Darstellung

Erstellen Sie eine technische Zeichnung der Wartungseinheit Ihres Pneumatik-Experimentierplatzes mit allen Einzelheiten, also auch den Handventilen u. ä. Benutzen Sie die Symbole nach DIN ISO 1219, vergeben Sie Referenzkennzeichen nach DIN EN 81346-2 und füllen Sie die nachfolgende Tabelle aus.

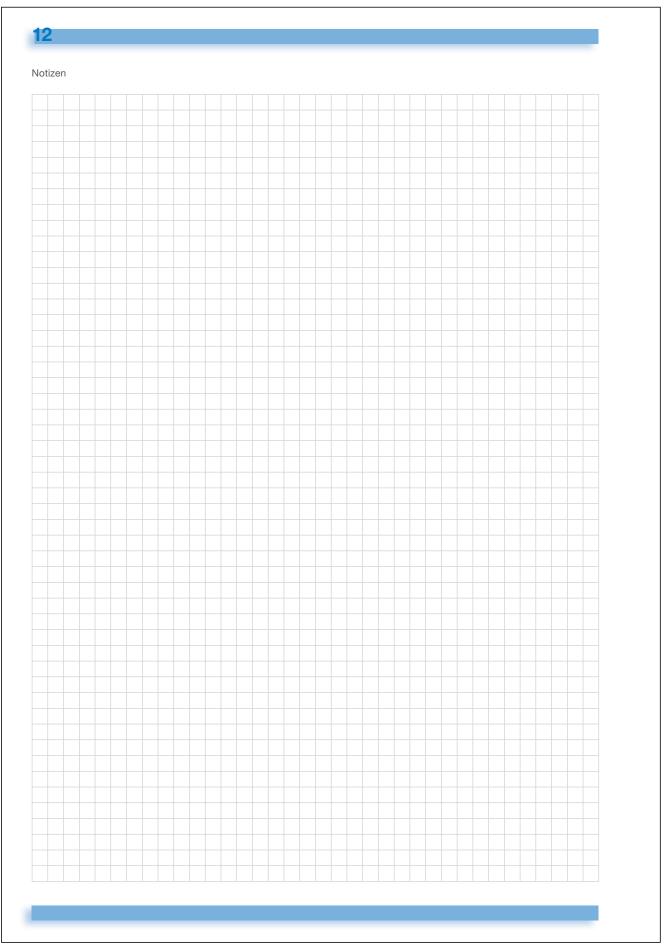






Symbol	Name	Name (English)	Hinweis





Artikelnr.: 34615 | ISBN 978-3-95863-289-9



seit 1931

Übung 3

### Übung 3: Umsetzung von Druckluft in Bewegung: Einfach- und doppeltwirkender Kolbenstangenzylinder

Jetzt ist der Weg der Druckluft bis zum Arbeitsplatz deutlich geworden. Am Arbeitsplatz wird eine Aufbereitungseinheit installiert und ein Druckluftverteiler.

#### Beachten Sie bitte:

Sobald Sie mit Druckluft arbeiten, müssen Sie bedenken, dass Pneumatikschläuche zu Peitschen werden können, wenn sie an Druckluft angeschlossen sind. Daher müssen Sie eine Schutzbrille tragen, sobald Sie die Druckluft einschalten.

In dieser Übung geht es um die beiden wichtigsten pneumatischen Antriebe: den einfach- und den doppeltwirkenden Pneumatikzylinder.

#### Voraussetzung:

Sie haben Ihren Pneumatik-Arbeitsplatz so aufgebaut, wie in Übung 2 entwickelt: Druckluftversorgung 

Wartungseinheit bestehend aus Filter, Entwässerung, Druckregler mit Manometer und

Wehmen Sie die beiden Kolbenstangenzylinder aus Ihrer Schublade, achten Sie darauf, dass auf en Kolbenstangen die Schaltnocken sicher und fest angebracht sind, und analysieren Sie:	
Zuerst noch ein wenig <b>Theorie:</b> Die beiden Kolbenstangenzylinder  • Was ist ein "einfachwirkender Zylinder"?  • Was ist ein "doppeltwirkender Zylinder"?  • Was sind Unterschiede?  • Wie sehen die Schaltplansymbole der beiden Zylinder aus?  • Welche Bezeichnung nach DIN EN 81346-2 erhalten die Zylinder?	

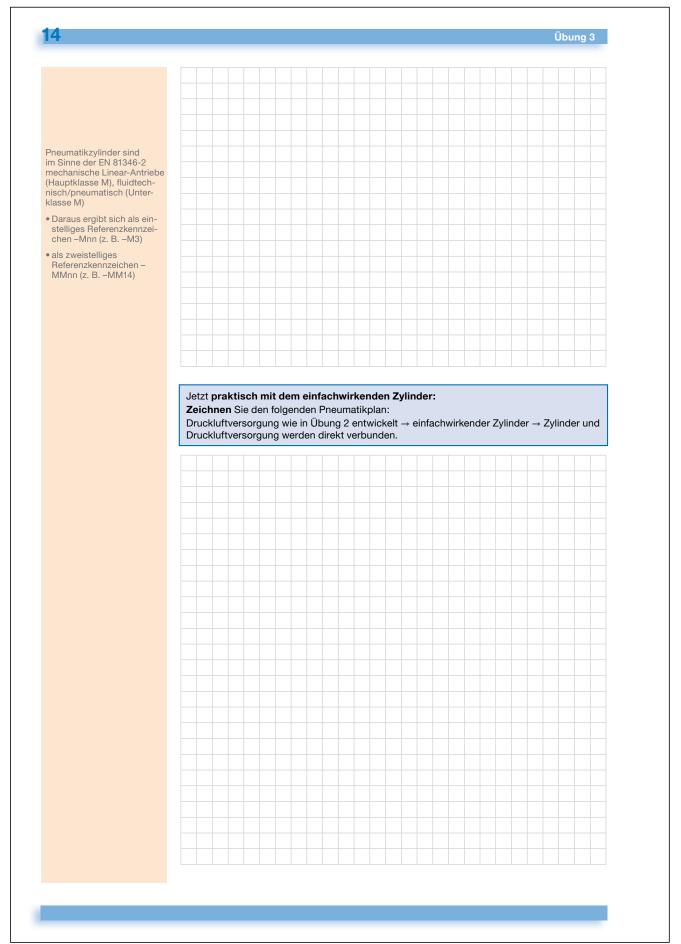


Zylinder cylinder

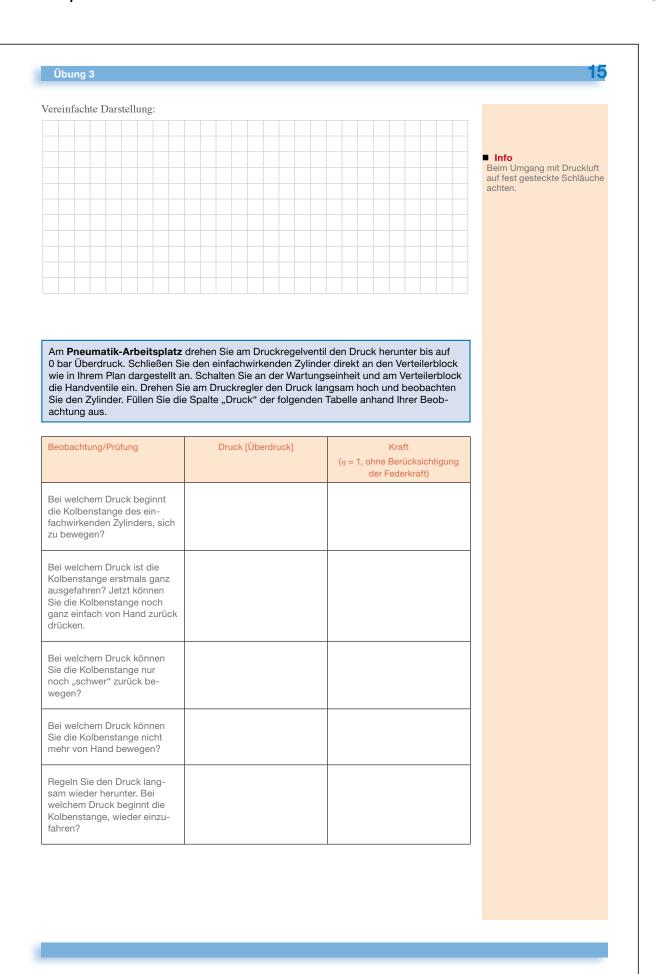
Einfachwirkender Zylinder single-acting cylinder

Doppeltwirkender Zylinder











	Der v	on Ihn	en ben	utzte	einfac	chwirk	ende 2	Zylind	er sc	ollte e	in Typ	oenso	child	habe	en. L	.esen	Sie	
	das T	ypens	child a	b. Red	cherch	nieren	Sie di	e Bed	deutu	ıng d	er An	gabe	n det	aillie	rt.			
_									_									
_									_									
ben zu Kolben-									-									
sser und Hublänge er Regel in der Zy-									_									
eichnung enthalten.																		
er Kolbendurchmes- die Hublänge.																		
ür alle Pneumatik-																		
eit ist mm.																		
-																		
_																		
-																		
_																		_
- [	Jetzt	prakti	isch m	it der	m dor	pelty	/irken	den 2	Zvlin	der:								
-			isch m								n Sie	die S	Stück	liste				
-	Zeich	hnen S	Sie den	folge	nden	Pneur	natikp	lan uı	nd er	stelle						Reide	a Δn.	
	<b>Zeich</b> Druck	<mark>hnen</mark> S kluftve		folge ng wie	nden e in Ül	Pneur bung 2	natikp 2 entw	lan uı ickelt	nd er : → D	stelle oppe	eltwirk	kende	er Zyl	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beid€	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beidd	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beido	e An-	-
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	
	Zeich Druck schlü	hnen S kluftve Isse de	Sie den rsorgu es Zylin	folge ng wie ders v	nden e in Ül werde	Pneur bung 2 n dire	natikp 2 entw kt an (	lan ui ickelt den D	nd er : → D ruck	stelle oppe luftve	eltwirk erteile	kende r ang	er Zyl Jesch	inde	r →	Beide	e An-	-