

Deadweight Tester / Pressure Balance

GB

Druckwaage / Kolbenmanometer

D

## LDW 1000



Deadweight Tester / Pressure Balance LDW 1000



**Information**

This symbol provides you with information, notes and tips.



**Warning!**

This symbol warns you against actions that can cause injury to people or damage to the instrument.

# Contents

<b>1. General</b>	<b>4</b>
1.1 General Instructions	4
1.2 Safety Instructions	5
<b>2. Product Description</b>	<b>6</b>
2.1 General Product Information	6
2.2 Basic principle of the Pressure Balance	7
2.3 Factors at work	7
2.3.1 Local fluctuations in the gravity-value	7
2.3.2 Temperature (Piston/Cylinder)	8
2.3.3 Ambient conditions	8
2.3.4 How the cross-sectional surface responds to pressure	9
2.4 Arrangement of control elements	10
<b>3. Commissioning and Operation</b>	<b>11</b>
3.1 Preparation	11
3.1.1 Setting up the Device	11
3.1.2 Filling in of operating liquid (first commissioning)	11
3.1.3 Installing the piston/cylinder system	12
3.1.4 Connecting the test specimen	13
3.1.5 Venting the System	13
3.2 Operation	15
3.2.1 Weight Pieces	15
3.2.2 Approaching the pressure value	16
3.2.3 Pressure stable	17
3.2.4 Next pressure level	18
3.2.5 Releasing pressure	18
3.3 Disassembly	18
<b>4. Troubleshooting measures</b>	<b>20</b>
<b>5. Maintenance and Care</b>	<b>21</b>
5.1 Cleaning	21
5.1.1 Piston/Cylinder system	21
5.1.1.1 Layout of the piston/cylinder system	21
5.1.1.2 Disassembly of the piston/cylinder system	21
5.1.1.3 Cleaning of the piston/cylinder system	22
5.1.1.4 Assembly of the piston/cylinder system	22
5.1.2 Weight Set	22
5.2 Wear Parts	22
5.3 Changing the Hydraulic Oil	23
5.4 Recalibration	23
<b>6. Specifications</b>	<b>24</b>
<b>7. Tables of masses</b>	<b>26</b>
7.1 Measuring ranges BAR	26
7.2 Measuring ranges PSI	26
<b>8. Accessories</b>	<b>27</b>

## **1. General**

### **1.1 General Instructions**

In the following chapters detailed information on the LDW 1000 pressure balance and its proper use can be found.

Should you require further information, or should there be problems which are not dealt within detail in the operating instructions, please contact the address below:

#### **DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH**

Bahnhofstr. 33

D-72138 Kirchentellinsfurt

Tel: +49-(0)7121-90920-0

Fax: +49-(0)7121-90920-99

E-Mail: DT-Export@Leitenberger.de

If nothing to the contrary is agreed, the pressure balance is calibrated in compliance with the currently valid body of international regulations and can be referred directly to a national standard.

The warranty period for the pressure balance is 24 months according to the general terms of supply of ZVEI.

The guarantee is void if the appliance is put to improper use or if the operating instructions are not observed or if an attempt is made to open the appliance or to release attachment parts or the tubing.

We also point out that the content of these operating instructions neither forms part of an earlier or existing agreement, assurance or legal relationship nor is meant to change these. All obligations of DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH result from the respective sales contract and the general business terms of DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.

LR-Cal is a trade mark of DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.

Names of companies or products mentioned in this handbook are registered trade marks of the manufacturer.

The devices described in this manual represent the latest state of the art in terms of their design, dimension and materials. We reserve the right to make changes to or replace materials without any obligation to give immediate notification.

Duplication of this manual in whole or in part is prohibited.

## 1.2 Safety Instructions



**Read these operating instructions carefully prior to operating the pressure balance LDW 1000. Its trouble-free operation and reliability cannot be guaranteed unless the safety advice given in this manual is followed when using the device.**

1. The system must only be operated by trained and authorised personnel who know the manual and can work according to them.
  2. Trouble-free operation and reliability of the device can only be guaranteed so long as the conditions stated under "Setting up the device" are taken into consideration.
  3. The LDW 1000 always has to be handled with the care required for a precision instrument (protect from humidity, impacts and extreme temperatures). The device, the piston-cylinder-system and the mass-set must be handled with care (don't throw, hit, etc.) and protect them from contamination. By no means apply any force to the operating elements of the LDW 1000.
  4. If the device is moved from a cold to a warm environment, you should therefore ensure the device temperature has adjusted to the ambient temperature before trying to put it into operation.
  5. If the equipment is damaged and might no longer operate safely, then it should be taken out of use and securely marked in such a way so that isn't used again.  
Operator safety may be at risk if:
    - There is visible damage to the device
    - The device is not working as specified
    - The device has been stored under unsuitable conditions for an extended period of time.
- If there is any doubt, please return the device to the manufacturer for repair or maintenance.
6. Customers must not attempt to alter or repair the device themselves. If the instrument is opened or attachment parts are released, its trouble-free operation and reliability is impaired and endangers the operator. Please return the device to the manufacturer for any repair or maintenance.
  7. There must be used only the original sealings in the device.
  8. Any operation not included in the following instructions or outside the specifications must not be attempted.

## **2. Product Description**

### **2.1 General Product Information**

#### **■ Application**

Pressure balances are the most accurate instruments for the calibration of electronic or mechanical pressure measuring instruments. The direct measurement of pressure, according to its definition as a quotient of force and area, and the use of high-quality materials result in small uncertainties of measurement and an excellent long-term stability of five years.

For these reasons pressure balances have already been used in calibration laboratories of industry, national institutes and research labs for many years. Due to the integrated pressure generation and the purely mechanical measuring principle the LDW 1000 is also ideally suited for on-site use as well as service and maintenance purposes.

#### **■ Piston/cylinder measuring system**

Pressure is defined as a quotient of force and area. Correspondingly, the core of the LDW 1000 is a very precisely manufactured piston/cylinder system. Both the piston and cylinder are manufactured from Tungsten Carbide and are very well protected in a solid stainless steel housing against touching, impacts or contamination from outside.

The entire construction design of the piston/cylinder unit and the very precise manufacturing of the piston and the cylinder stand for excellent operating characteristics with a long free rotation time and low fall rates and for a very high long term stability. Therefore the recommended re-calibration interval is 5 years.

The hydraulic systems are available for measuring ranges from 60 bar up to 1,000 bar resp. 1,000 psi up to 15,000 psi. The accuracy is 0.025 % of reading.

#### **■ Functioning**

In order to generate the individual test points, the piston cylinder system is weighted with mass-loads. The weight applied is proportional to the desired pressure and provided by using optimally graduated weights. These weights are manufactured to standard gravity (9.80665 m/s<sup>2</sup>) although for fixed location usage they can be adjusted to a customer specified local gravity.

The pressure is set via an integrated fine-adjustable precision spindle pump. As soon as the measuring system reaches equilibrium, there is a balance of forces between pressure and mass applied.

Due to the high-grade quality of the system this pressure remains stable over several minutes, so that for instance adjustments of your device under test can be carried out without any problems.

## 2.2 Basic principle of the Pressure Balance

Their operating principle is based on the physical definition of pressure, the quotient of force and surface.

$$Pr\ essure = \frac{Force}{Area}$$

The key element of the pressure balance is a precision-manufactured piston/cylinder system with a precisely measured cross-sectional surface.

To apply a pressure charge to the system, the piston is placed under a load with (calibrated) weight pieces.

Each holding disk from the set of weights is identified by a nominal weight, which generates a pressure value in the system (assuming standard reference conditions). Each weight has a number and in the calibration certificate there is described the mass value to each weight with its resultant pressure value. The weights are chosen according to the desired pressure value.

After that, the integrated spindle pump increases the pressure until the weights are in a floating state.

## 2.3 Factors at work

The piston pressure gauge is calibrated to standard reference conditions when it leaves the factory (depending on customer specifications).

If there are significant deviations between the application conditions and the defined reference conditions, appropriate corrections must be made.

Following are the main factors that enter into play and must be considered.



These corrections can be made automatically with the Intelligent Calibration Module IKM (see accessories point 8)!

### 2.3.1 Local fluctuations in the gravity-value

The local force of gravitation is subject to major fluctuations caused by geographical variation. The value may differ from one place on earth to another by as much as 0.5 %. Since this value has a direct effect on the measurement, it is essential that it be taken into consideration.

The weight pieces can even be adjusted during manufacturing to match the location where they will be used. Another option, especially if the device will be used at multiple locations, is to perform a calibration to the standard gravity,

"Standard-g = 9.80665 m/s<sup>2</sup>".

Then a correction must be performed for each measurement according to the formula below:

$$True\ pressure = Nominal\ value \cdot \frac{g - Application\ site}{Standard - g}$$

#### Example:

Local gravity set during manufacturing:	9.806650 m/s <sup>2</sup>
Locale gravity at application site:	9.811053 m/s <sup>2</sup>

Nominal pressure: 100 bar

$$True\ pressure: p = p_{Nominal} \frac{g_{Local}}{g_{Standard}} = 100bar \frac{9.81105}{9.80665} = 100.0449bar$$

Without the correction, measurements would all be "off" by 0.05 %.

### 2.3.2 Temperature (Piston/Cylinder)

The effective cross-sectional surface of the piston/cylinder system depends on the temperature. The effect depends on the material used and is described by the temperature coefficient (TK).

In the event of deviations from standard reference conditions (typically 20°C), the following formula must be used to make a correction:

$$\text{True pressure} = \text{Nominal value} \cdot \frac{1}{\left(1 + (t_{\text{Appl}} - t_{\text{Reference}}) \cdot TK\right)}$$

**Example:**

Reference temperature: 20°C  
Temperature during use: 23°C  
TK: 0.0022%

$$\text{True pressure} = 100\text{bar} \cdot \frac{1}{\left(1 + (23 - 20) \cdot 2.2 \cdot 10^{-5}\right)} = 99.99340\text{bar}$$

Without the correction, measurements would all be "off" by 0.007 %.

### 2.3.3 Ambient conditions

The effects of ambient conditions

- air pressure
- room temperature
- relative humidity

should always be taken into consideration if the highest level of accuracy is required. Fluctuations in ambient conditions change air density.

The air density affects the pressure through the buoyancy of the weights:

$$\text{Weight} = \text{Nominal weight} \cdot \left(1 - \frac{\text{Air density}}{\text{Weight density}}\right)$$

The air density is typically 1.2 kg/m<sup>3</sup>  
The density of the weights (non-magnetic steel) is 7900 kg/m<sup>3</sup>

A fluctuation of 5% in the relative humidity causes an additional uncertainty in the measurement of about 0.001%.

### 2.3.4 How the cross-sectional surface responds to pressure

At higher pressures, the effective cross-sectional surface changes due to the pressure load. The ratio of the cross-section and prevailing pressure is linear within an initial approximation. It is represented by the coefficient of expansion caused by pressure distortion ( $\lambda$ ).

$$\text{True pressure} = \frac{\text{Nominal pressure}}{1 + \lambda \cdot \text{Nominal pressure}}$$

**Example:**

Measuring point: 1000 bar

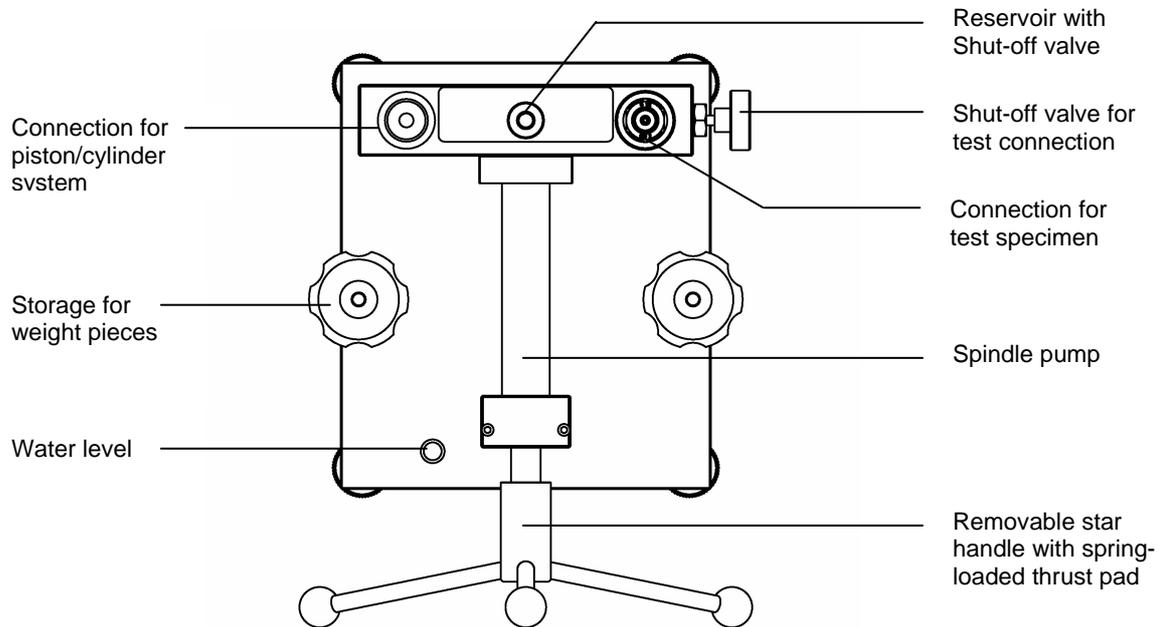
System with distortion coefficient:  $10^{-7}$  1/bar:

$$\text{True pressure} = \frac{1000}{1 + 1 \cdot 10^{-7} \cdot 1000} \text{bar} = 999.90 \text{bar}$$

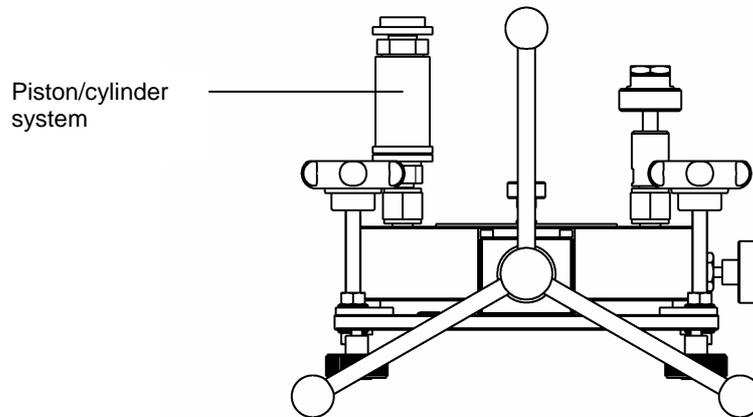
Without the correction, measurements would all be "off" by 0.01 %.

2.4 Arrangement of control elements

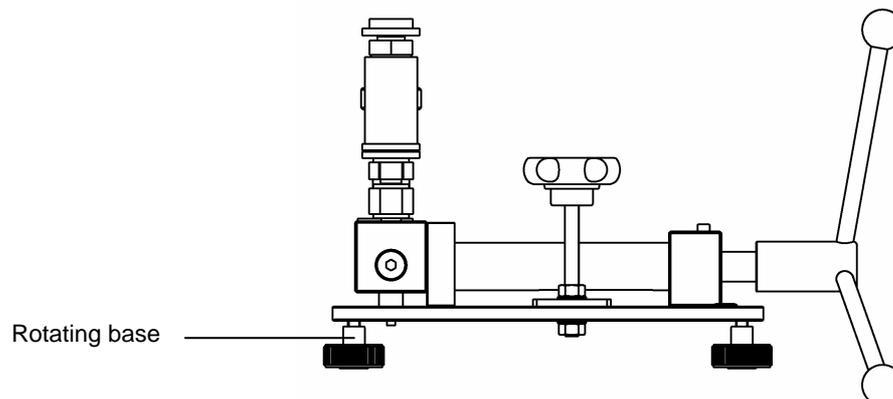
■ View from above



■ Front view



■ Side view



### 3. Commissioning and Operation

#### 3.1 Preparation

##### 3.1.1 Setting up the Device

- Set up the pressure balance on a solid surface. If it is not resting on a solid foundation or is subject to vibrations, measurements could be affected. This should be avoided.
- If no temperature control system is present, the device should at least not be placed near a heat element or window. This will reduce drafts and warm air flows as much as possible.
- The water level should be used to align the device. At this time, rough alignment can already be performed without the piston cylinder system. Using the rotating feed, position the device so that it is horizontal.
- Place the star handle with knobs onto the spindle pump. Ensure that the spring-loaded thrust pad engages into the star handle bushing.
- Remove the blind plugs from both pressure connections.

##### 3.1.2 Filling in of operating liquid (first commissioning)



**As an operating liquid only the included hydraulic oil is suitable for the LDW 1000.**

**Other pressure transmitting media are available on request.**

Fill the pressure balance with the operating liquid as follows:

- Turn the spindle completely clockwise.
- Open the shut-off valve of the reservoir and unscrew it completely, then remove the top cover of the reservoir.
- Pour the operating liquid carefully and slowly, alternating between both pressure connections. You can monitor how the operating liquid settles into the reservoir. Pour the liquid into the pressure connections until the reservoir is  $\frac{1}{2}$  to  $\frac{3}{4}$  full.
- Put the reservoir cap back on and fit the shut-off valve. However, leave the valve open!

### 3.1.3 Installing the piston/cylinder system

- The piston/cylinder system that is used depends on the device to be tested. You should select a system with a comparable or higher range.

**Example:**

Calibration of a 600-bar pressure gauge → 600 bar Piston/cylinder system

Calibration of a 160-bar pressure gauge → 250 bar Piston/cylinder system



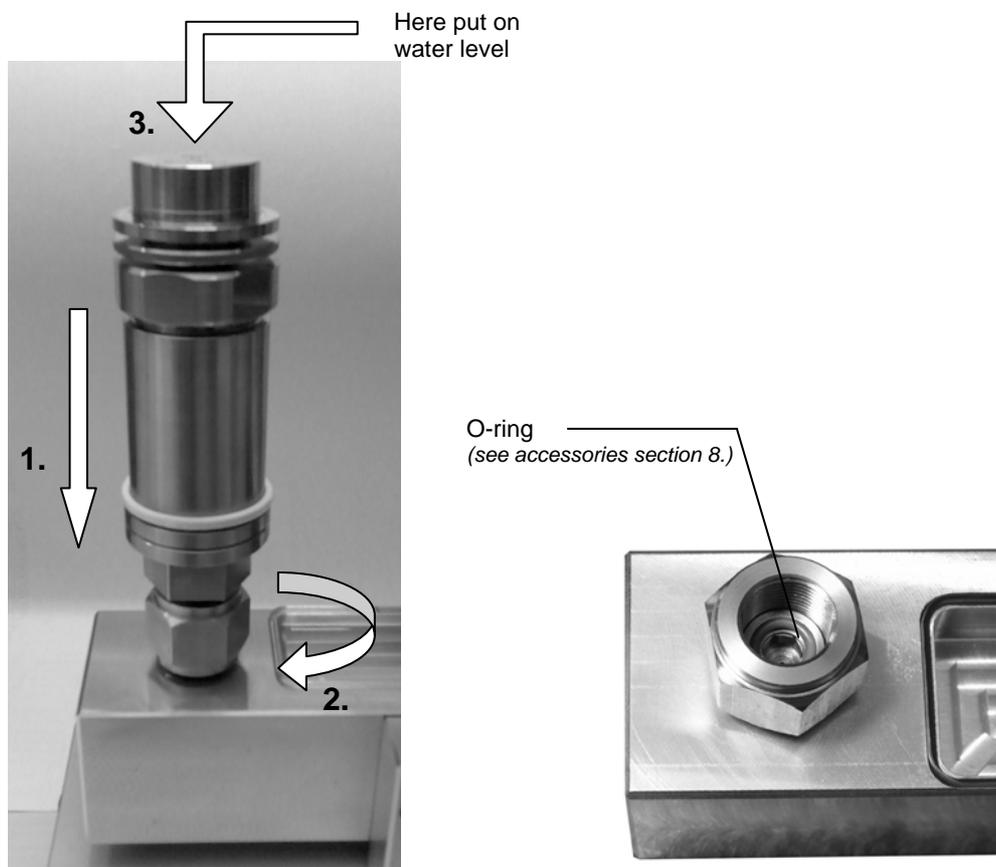
**Before releasing the closure plug on the instrument base, make sure the system is not under pressure (open the shut-off valve of the reservoir).**

- Place the piston/cylinder system vertically in the left pressure connection, and firmly tightened using a flat wrench with SW 32. An O-ring seal is already fitted, so no additional sealing material is required.



**Check the O-ring seal in the pressure connection for proper seat and for any wear. Replace, if necessary (see chapter 8. Accessories).**

- For an exact alignment of the device, the water level may be removed from the basement plate and placed on the top of the clamped piston/cylinder system. This will ensure the most accurate referencing of the piston/cylinder system.



### 3.1.4 Connecting the test specimen

- Place the device to be checked in the quick connector with the knurled nut. It can be freely positioned. Hand-tightening will suffice for safe sealing.
- To calibrate instruments with back pressure entry there is an angle connection 90° available (see accessories section 8).

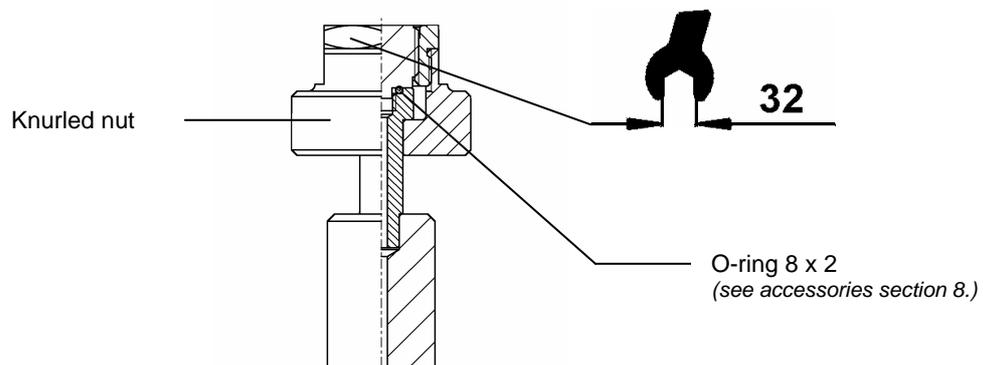


**Check the O-ring seal in the test specimen connection for proper seat and for any wear. Replace, if necessary.**  
**Please see to it, that each instrument mounted to the pressure balance must be clean inside.**

- The quick connector comes equipped with a G 1/2 threaded insert in the standard delivery package.



When you are calibrating devices with different connection threads, the threaded inserts can be changed as appropriate (see accessories "Adapter Set").



### 3.1.5 Venting the System

After the filling in of operating liquid and after the clamping of the piston/cylinder system and the test specimen, air may be trapped in the system. The system may be vented before beginning with calibration using the following procedure:

- The reservoir cap must be put back on and the shut-off valve of the reservoir must be mounted. However, leave the valve open!
- The piston/cylinder system and test specimen must be clamped, and the complete weight set must be placed on the piston/cylinder system.

- 1) Close the shut-off valve for test connection (2) by turning it clockwise.
- 2) Open the shut-off valve on the reservoir (3).
- 3) Turn the star handle (1) anticlockwise until fully out/open.  
Pressure medium is drawn from the reservoir into the cylinder of the pump.
- 4) Close the shut-off valve on the reservoir (3).
- 5) Open the shut-off valve for test connection (2) by turning it counterclockwise (less than one complete turn is sufficient).
- 6) Turn the star handle (1) clockwise until the test specimen indicates a pressure of approx. 50 to 100 bar.



If the connected instrument has still not been filled enough or if the required pressure has still not been reached, repeat steps 1) to 6) until the test specimen indicates a pressure of approx. 50 to 100 bar.

- 7) Increase the pressure with the spindle pump further until just below the final value of the value range of the piston-cylinder- system, or of the test specimen (the smaller pressure range is the decisive factor).

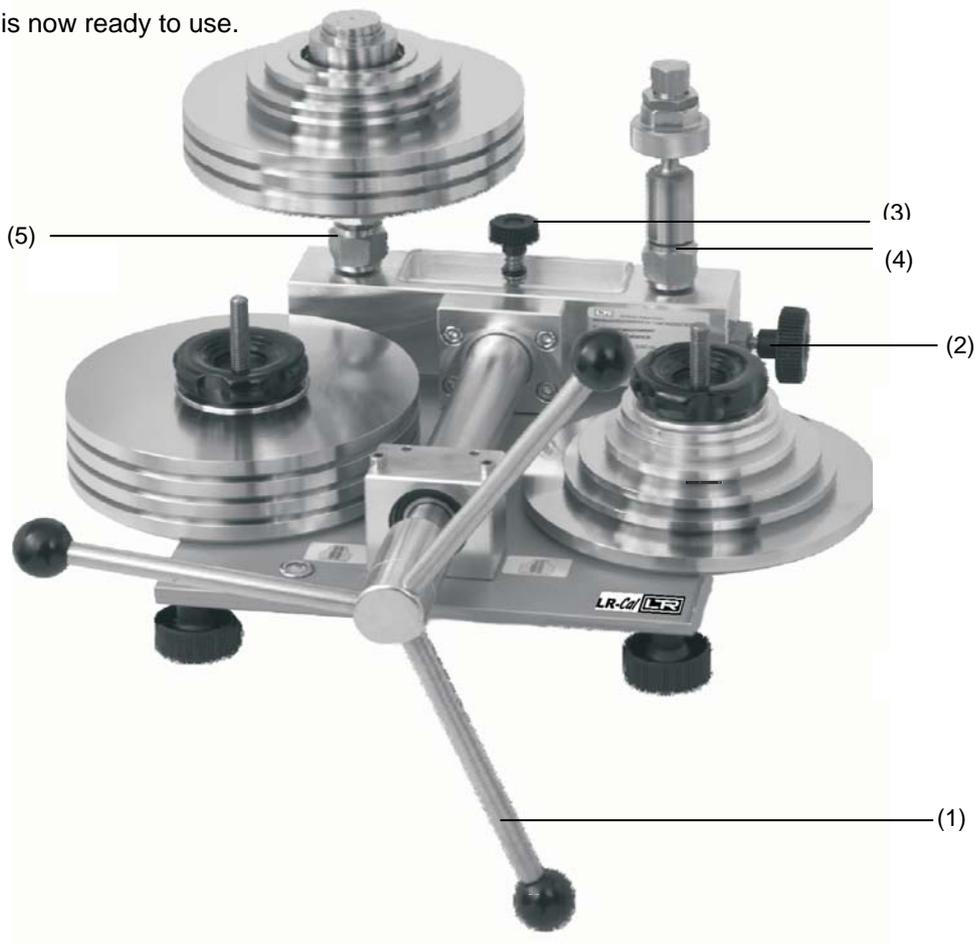


**Important: The piston/cylinder system must remain in its lower position for this operation, i.e. not yet moving into equilibrium.**

- 8) Open the shut-off valve on the reservoir (3), any trapped air will escape into the tank.

- Repeat steps 1) to 8) several times in order to remove all trapped air.

The device is now ready to use.



- (1) Star handle  
(2) Shut-off valve for test connection  
(3) Shut-off valve for reservoir  
(4) Test specimen  
(5) Piston/cylinder system

### 3.2 Operation

#### 3.2.1 Weight Pieces

- First of all put the bell onto the piston/cylinder system.
- Stack the weight pieces onto the bell depending on the pressure value that is required.
- It is usually best to start with the heaviest weight so that the centre of gravity is as low as possible.
- Each component is identified by a consecutive number. In the calibration certificate to each number the resultant pressure assuming reference conditions is listed.

Example table from a calibration certificate page 2:

**Druckwerte der Gewichtsstücke / Pressure values of masses**

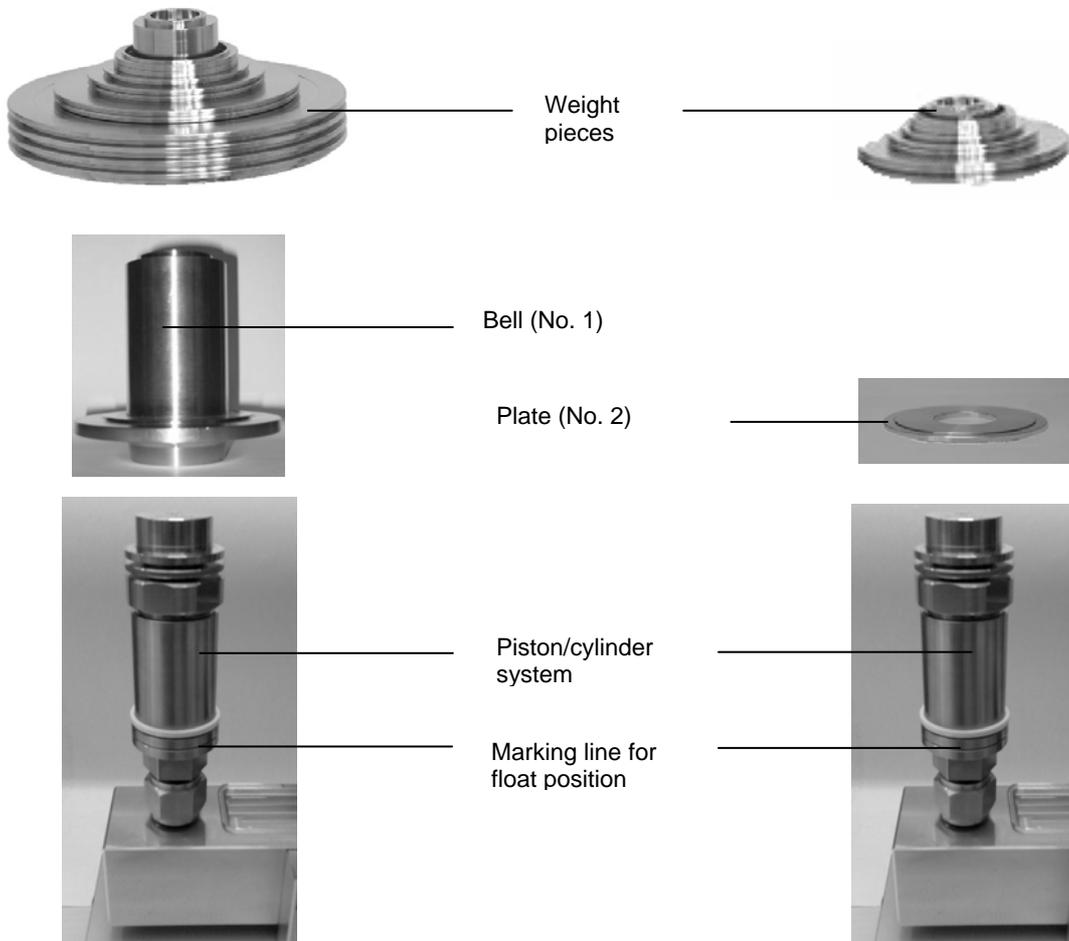
Bezeichnung des Gewichtsstückes <i>type of weight piece</i>	Nr. <i>no.</i>	wahre Masse <i>true mass</i> in kg	Druckwert für System <i>pressure value</i> for system in bar
Kolben / <i>piston</i>	1262	0.08160	0.4002
Glocke / <i>bell</i>	1	0.81560	3.9998
Teller / <i>plate</i>	2	0.05097	0.2499
Masse / <i>weight piece</i>	3	1.01954	5.0000
Masse / <i>weight piece</i>	4	1.01954	5.0000
Masse / <i>weight piece</i>	5	1.01954	5.0000
Masse / <i>weight piece</i>	6	1.01954	5.0000
Masse / <i>weight piece</i>	7	1.01954	5.0000
Masse / <i>weight piece</i>	8	1.01954	5.0000
Masse / <i>weight piece</i>	9	1.01954	5.0000
Masse / <i>weight piece</i>	10	1.01953	5.0000
Masse / <i>weight piece</i>	11	1.01952	4.9999
Masse / <i>weight piece</i>	12	0.50976	2.5000
Masse / <i>weight piece</i>	13	0.20391	1.0000
Masse / <i>weight piece</i>	14	0.20391	1.0000
Masse / <i>weight piece</i>	15	0.12234	0.6000
Masse / <i>weight piece</i>	16	0.10196	0.5000
Masse / <i>weight piece</i>	17	0.07137	0.3500
Masse / <i>weight piece</i>	18	0.05098	0.2500

Example: weight piece no. 5 generates a pressure value of 5.0000 bar with its weight value of 1.01954 kg assuming reference conditions (room temperature 20°C, air pressure 1013 mbar, relative humidity 40 %)

- The pressure that will be achieved thus corresponds to the sum of the basic weight (piston), the bell and the weight rings.
- To reduce the starting value, the weight plate (No. 2) can be used as the basic holding surface instead of the bell (No. 1).

Weight pieces with bell

Weight pieces with plate



### 3.2.2 Approaching the pressure value

- We recommend unscrewing the spindle pump completely when you start to record measurement values, (turning anticlockwise) to allow enough volume for measurements. The shut-off valve for the test connection (2) must be closed and the shut-off valve on the reservoir (3) must be opened during this process.
- After this close the shut-off valve on the reservoir (3) and open the shut-off valve for the test connection (2).
- To increase the test pressure turn the star handle (1) clockwise.

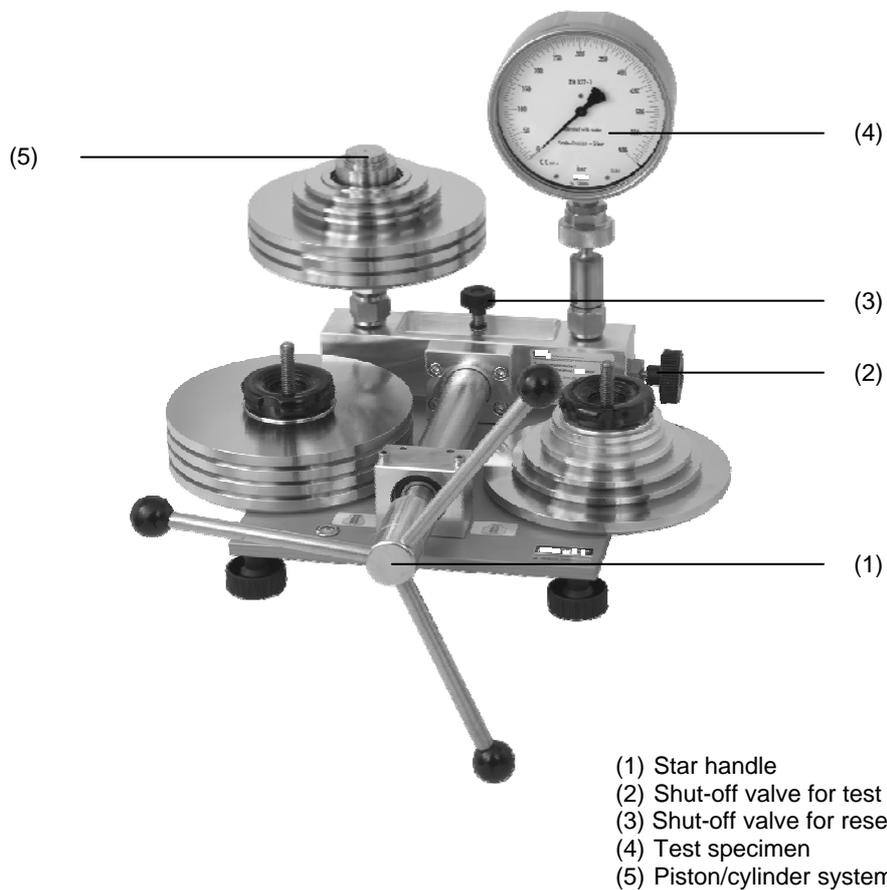


If, after the spindle has been fully wound in in a clockwise direction, there is no increase in pressure, then the connected test volume is not yet filled enough and new pressure medium must be drawn from the reservoir into the test specimen. For this purpose, proceed as follows:

- 1) Close the shut-off valve for test connection (2) by turning it clockwise.
- 2) Open the shut-off valve on the reservoir (3).
- 3) Turn the star handle (1) anticlockwise until fully out/open.  
Pressure medium is drawn from the reservoir into the cylinder of the pump.
- 4) Close the shut-off valve on the reservoir (3).
- 5) Open the shut-off valve for test connection (2) by turning it counterclockwise (less than one complete turn is sufficient).
- 6) Turn the star handle (1) clockwise until the test specimen and/or the reference indicates a pressure of approx. 10 to 50 bar (depending on the measuring range).



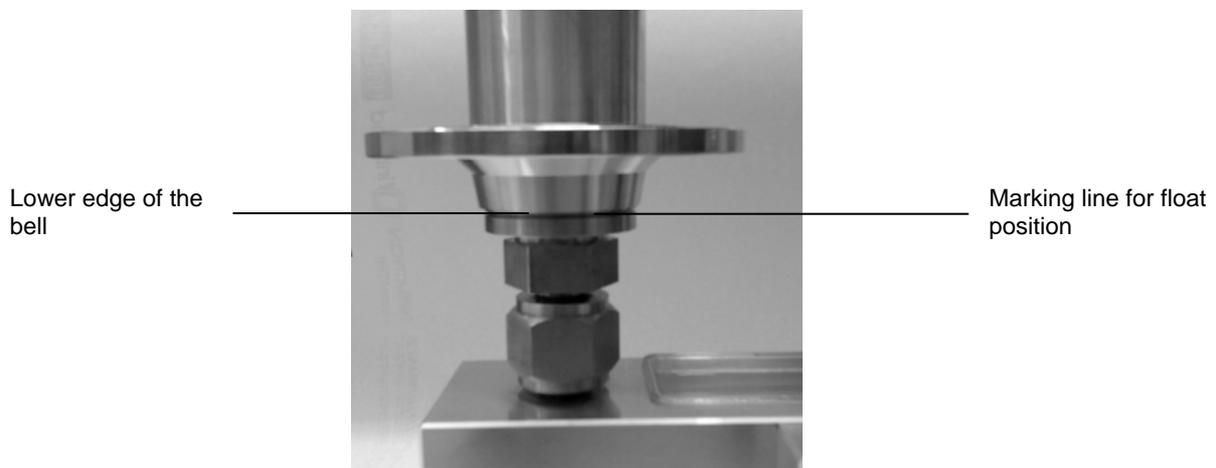
If the connected instrument has still not been filled enough or if the required pressure has still not been reached, repeat steps 1) to 6) until the test specimen indicates the appropriate pressure.



- (1) Star handle
- (2) Shut-off valve for test connection
- (3) Shut-off valve for reservoir
- (4) Test specimen
- (5) Piston/cylinder system

### 3.2.3 Pressure stable

- Continue admitting pressure until the system is in a state of equilibrium.
- In this case the lower edge of the bell must stay at the position of the marking line of the piston/cylinder system.





**Just before the float position, the system increases quickly.  
We therefore recommend turning the spindle slowly and evenly clockwise.**

- To minimise the effect of friction, move the system up against the weight pieces carefully and make a turning movement.



**Never move the system up and make a turning movement, if the piston is in the lower or upper block position.**

- The piston and thus the test pressure as well now remain stable for several minutes.

### 3.2.4 Next pressure level

- To adjust to the next highest pressure, repeat the previous steps from 3.2.1 to 3.2.3

### 3.2.5 Releasing pressure

- Turn the spindle pump anticlockwise to release pressure in the system.
- If the pressure is close to the next test level, make the fine adjustment with the spindle wheel.
- To release pressure more quickly or for venting, the shut-off valve for reservoir can also be carefully opened.



**Attention: In this case the piston must stay in the lower position!**



**Caution:  
The piston is lowered very quickly just before equilibrium is achieved.**

### 3.3 Disassembly

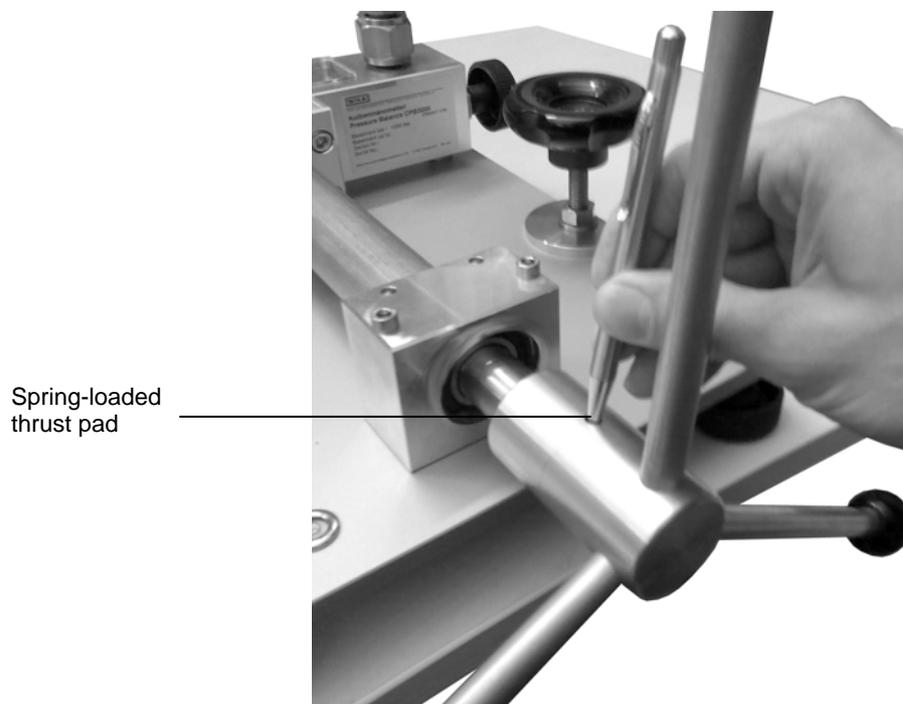
- After all pressure points have been recorded, open the shut-off valve for the reservoir.
- Now the test specimen can be removed from the quick clamp and if required also the piston/cylinder system can be disconnected from the pressure connection. The piston/cylinder system should then be stored in its protective container.



**Do not disconnect the test specimen or the piston/cylinder system until the pressure in the pressure balance has been completely released.**

- Close both pressure connections with the blind plugs again.

- In order to remove the star handle from the spindle pump, the spring-loaded thrust pad must be pressed downward with the aid of a small screwdriver, or a ball-point pen. The star handle may now be pulled off toward the front.



- In case of transporting the instrument the operating liquid should be drawn out of the reservoir e.g. with a suitable syringe (for this also see section 5.3 Removing hydraulic oil).

#### 4. Troubleshooting measures



If faults cannot be repaired, the system must be put out of operation immediately and this information is to be given to the manufacturer.

Repairs must only be carried out by the manufacturer. Interventions and changes on the appliance are not allowed.

In case of faults caused by defects of the hydraulic equipment the operators must inform their superiors immediately and call in the qualified and authorised technical staff for maintenance.

**Table: Fault description and measures**

Type of fault	Measures
I. Unable to build up pressure / leak in the system	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Close shut-off valve for the reservoir correctly</li> <li>■ Check whether the seals have been placed in the pressure connections and whether they are properly positioned.</li> </ul>
II. Unable to build up pressure, or range cannot be reached	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ After the clamping of the piston/cylinder system and the test specimen, air may be trapped in the system.</li> <li>■ <b>Please note:</b> The system should be vented before beginning with calibration. For this purpose, proceed according to section 3.1.5.</li> <li>■ Afterwards, build the pressure back up.</li> <li>■ If, after the spindle has been fully wound in in a clockwise direction, there is no increase in pressure, then the connected test volume is not yet filled enough and new pressure medium must be drawn from the reservoir into the test specimen. For this purpose, proceed according to section 3.2.2.</li> </ul>
III. Slow lowering of the piston in equilibrium	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Leak in the system, see fault I.</li> <li>■ After the clamping of the piston/cylinder system and the test specimen, air may be trapped in the system, see point II.</li> <li>■ Afterwards, build the pressure back up.</li> </ul>
IV. Piston is not turning or does not respond readily	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Attention:</b> If the piston is not turning easily or "squeaks", do not under any circumstances force it to turn. Doing so could cause lasting damage that would seriously affect measurement properties.</li> <li>■ The piston must be cleaned (see section 5.1.1)</li> </ul>

Further help can be found through DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.

## 5. Maintenance and Care

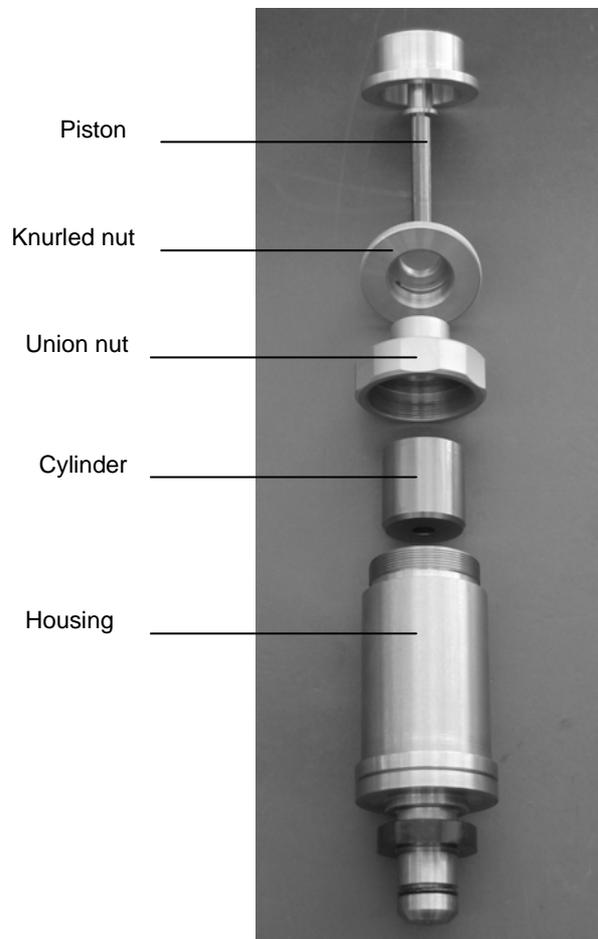
### 5.1 Cleaning

#### 5.1.1 Piston/Cylinder system

We recommend you to clean the piston/cylinder systems after every use as needed. Poor sensitivity or short free turning duration are indications the system needs to be cleaned.

To do this, remove the piston/cylinder system from the pressure connections and disassemble it under consideration of the following references.

##### 5.1.1.1 Layout of the piston/cylinder system



##### 5.1.1.2 Disassembly of the piston/cylinder system

- Loosen the knurled nut completely
- Now the piston can be drawn slowly and carefully out of the cylinder, removing it vertically upward. The best way to do this is set the complete unit down on a plate and keep it still.
- Unscrew the union nut
- The cylinder can be removed out of the housing

### 5.1.1.3 Cleaning of the piston/cylinder system

There are a number of ways to clean the individual parts.

It is recommended to wipe the parts with a dust-free, lint-free and soft wipe soaked in alcohol (e.g. ethyl alcohol), or to pull it through the cylinder, then drying them off with a dry, dust-free, lint-free and soft wipe.

For this we recommend the use of the cleaning-set for piston/cylinder systems, which is available as an accessory (see section 8. Accessories). It contains a detailed operating instruction for the cleaning process.



**Never touch the cleaned piston with your bare hands. The natural dermal-grease can cause a jamming of the piston/cylinder system.**

### 5.1.1.4 Assembly of the piston/cylinder system

Put the parts together again in the opposite order.

- Insert the cylinder into the housing (slanted edge facing down)
- Screw on the union nut
- Place the system vertically on the plate and carefully insert the piston from above. The piston should "fall" into the cylinder by its own weight.
- Tighten the knurled nut again



**Never press the piston forcibly into the cylinder. Otherwise it is damaged.**

The system is now ready to use again.

### 5.1.2 Weight Set

- The weights should be handled with gloves.
- If fingerprints or other impurities are found on the weight pieces in spite of this precaution, they can be removed with alcohol (spirit).

### 5.2 Wear Parts

The O-rings in the pressure connections for the piston/cylinder system and the test specimen are subjected to wear. Both O-rings must be checked for proper seat and any wear before any calibrating is performed. If necessary, the O-rings must be replaced in regular intervals, or whenever necessary (see Accessories, section 8).



**Important: Use original seals only. Seals having deviant measurements, or materials, or material grades, may cause damage to the device and test specimen, and pose a danger for the operator.**

### 5.3 Changing the Hydraulic Oil

The hydraulic oil should be changed whenever visible contamination is present.

#### Removing hydraulic oil

- Remove the piston/cylinder system and the test specimen from the pressure connections
- Open the shut-off valve for the reservoir, by unscrewing it completely.
- Take the transparent lid off.
- Draw the liquid out of the reservoir e.g. with a suitable syringe.
- In addition, any small residual quantities of oil can be drawn off at the pressure connections, by slowly turning the spindle pump, with the shut-off valve closed.
- Minute amounts of oil residue may remain in the piping



In case of severe contamination of the hydraulic oil, the complete cleaning of all media-contacted individual components of the basement in a dismantled state may be advisable. This procedure may be performed by the manufacturer only.



**Waste oil must be disposed of according to legal requirements.**

- To refill and vent the system follow the instructions already given in chapter 3.1.2 to 3.1.5.

### 5.4 Recalibration

The recommended interval between recalibrations is 5 years.

This is the recommendation of the German Calibration Service (DKD)

This interval assumes the system and weights are handled carefully.

If the system is in rough usage, we recommend shortening the interval to about three years.

The pressure balance should be immediately maintained and recalibrated, if:

- the operating characteristics deteriorate (duration of free rotation, sink rate, sensitivity)
- the weight pieces are damaged or corroded

For recalibration or if you have questions about the optimal recalibration cycle, the DKD lab would be happy to assist you:

DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH  
Customer Care  
Bahnhofstr. 33  
72138 Kirchentellinsfurt / Germany

Phone: (+49) 71 21 - 9 09 20 - 0

Fax: (+49) 71 21 - 9 09 20 - 99

E-Mail: DT-Export@Leitenberger.de

## 6. Specifications

### Model LDW 1000

Measuring range	bar <sup>1)</sup>	0.2 ... 60	1 ... 250	2 ... 600	2 ... 1,000
Required weights	kg	30	25	30	50
Smallest step	bar <sup>2)</sup>	0.1	0.5	1	1
Nominal cross-sectional area of the piston	cm <sup>2</sup>	0.5	0.1	0.05	0.05
Measuring range	psi <sup>1)</sup>	2.9 ... 1,000	14.5 ... 5,000	29 ... 10,000	29 ... 15,000
Required weights	kg	34	34	34	50
Smallest step	psi <sup>2)</sup>	2	10	20	20
Nominal cross-sectional area of the piston	cm <sup>2</sup>	0.5	0.1	0.05	0.05
Accuracy <sup>3)</sup>	% of reading	0.025 <sup>4)</sup>			
Pressure transmission medium	hydraulic	Operating fluid (0.5 litre is included in delivery), other mediums on request			
Oil reservoir	cm <sup>3</sup>	110			
Connection of the piston cylinder system		G 1/2 B male thread			
Connection for the test specimen		Quick connector G 1/2 B female thread as standard, freely rotating, changeable, other threaded inserts see accessories			
Material					
■ Piston		Tungsten Carbide			
■ Cylinder		Tungsten Carbide			
■ Mass-set		Stainless steel 1.4305 / Aluminium, unmagnetic			
Spindle pump					
■ Swept volume per revolution	cm <sup>3</sup>	approx. 0.1			
■ Overall swept volume	cm <sup>3</sup>	approx. 3.9			
■ Required moment at 250 bar	Nm	2.0			
■ Required moment at 500 bar	Nm	4.0			
■ Required moment at 1000 bar	Nm	8.0			
Operating temperature	°C	18 ... 28			
Weight					
■ Instrument base (without weight pieces)	kg	11.7			
■ Piston cylinder system	kg	1.5			
■ BAR basic mass-set incl. bell jar	kg	30.8			
■ BAR mass-set extension incl. carrying case (only for 1,000 bar)	kg	24.0			
■ PSI basic mass-set incl. bell jar	kg	37.0			
■ PSI mass-set extension incl. carrying case (only for 15,000 psi)	kg	21.5			
Dimensions					
■ Instrument base	mm	365 (W) x 483 (D) x 294 (H), for details see technical drawing			
■ Carrying case for mass-set extension	mm	215 (W) x 310 (D) x 310 (H)			
Calibration		Factory calibration certificate (optional: DKD calibration certificate)			

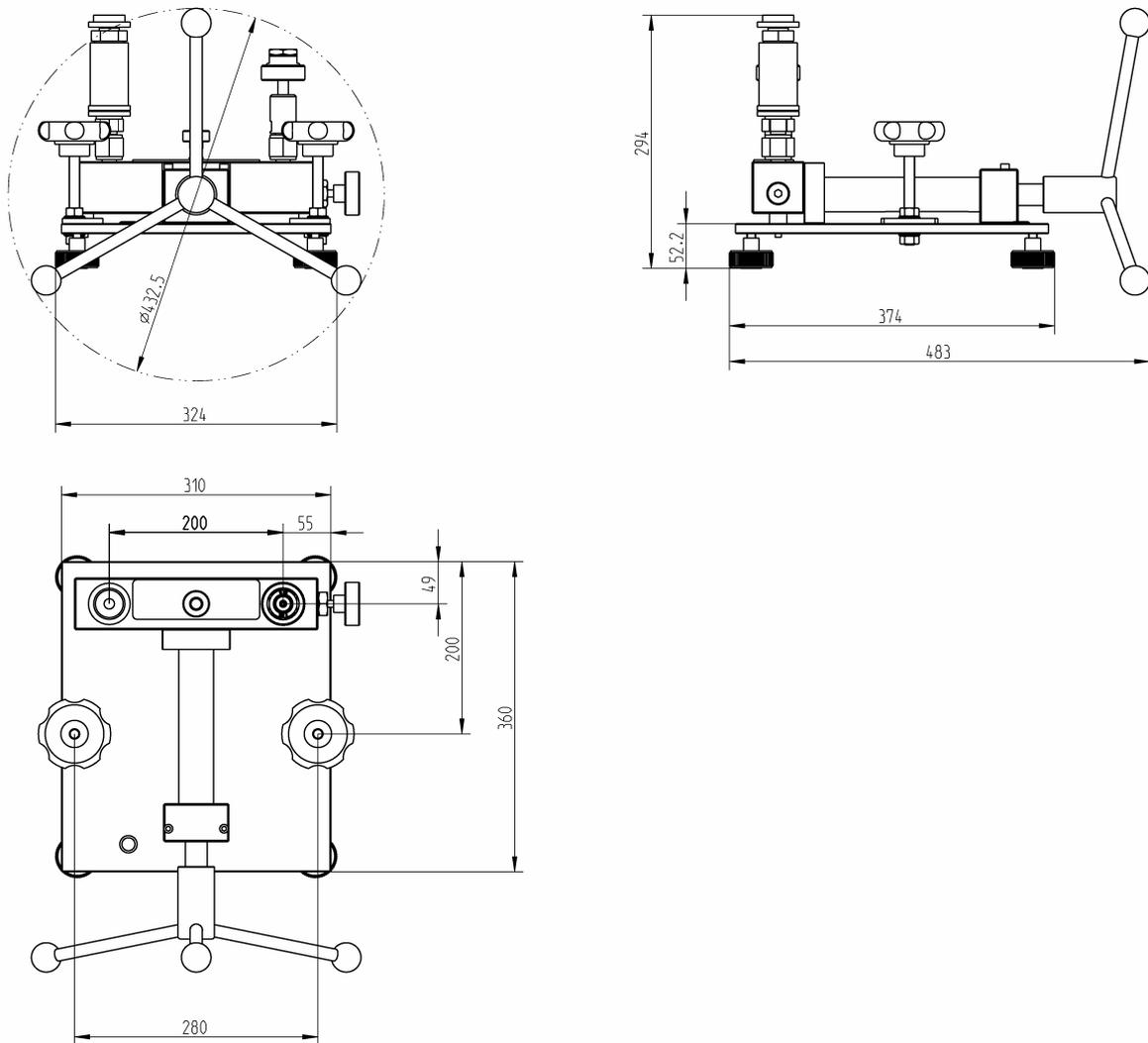
1) The starting value corresponds to the pressure value generated by the piston (by its own weight)

2) The lowest pressure change value that is reached based on the standard weight set. A fine weight set is also available for lower values.

3) The accuracy is in reference to the measurement value, from 10% of the measurement range. A fixed error is considered in the lower area in reference to 10% of the area.

4) Measurement uncertainty assuming reference conditions (room temperature 20°C, air pressure 1013 mbar, relative humidity 40 %). Corrections may be required for use without CalibratorUnit.

## Dimensions



## Scope of supply

- Instrument base with textile cover
- Spindle pump for pressure generation / fine adjustment
- Quick connection for test devices
- Piston cylinder system with bell jar
- Basic mass-set stored on the instrument base
- Mass-set extension in carrying case  
(only for measuring ranges 1,000 bar resp. 15,000 psi)
- Mass-set manufactured to standard gravity (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- Operating fluid (0.5 litre)
- Operating instructions in German and English
- Factory calibration certificate

## 7. Tables of masses

The following tables show the amount of weight pieces per measuring range within a weight set with their nominal mass values and the resulting nominal pressures.

Should you not operate the device under reference conditions (ambient temperature 20°C, air pressure 1013 mbar, relative humidity 40%), the corrections according to section 2.3 must be considered.

### 7.1 Measuring ranges BAR

Measuring range [bar]	0.2 ... 60		1 ... 250		2 ... 600		2 ... 1,000	
	pieces	nominal pressure per piece	pieces	nominal pressure per piece	pieces	nominal pressure per piece	pieces	nominal pressure per piece
		bar		bar		bar		bar
Piston	1	0.2	1	1	1	2	1	2
Bell	1	1.6	1	8	1	16	1	16
Aluminium plate	1	0.1	1	0.5	1	1	1	1
Masses á 4 kg	6	8	5	40	6	80	11	80
Masses á 2 kg	2	4	2	20	2	40	2	40
Masses á 1 kg	1	2	1	10	1	20	1	20
Masses á 0.5 kg	1	1	1	5	1	10	1	10
Masses á 0.2 kg	1	0.4	1	2	1	4	1	4
Masses á 0.1 kg	1	0.2	1	1	1	2	1	2
Masses á 0.05 kg	1	0.1	1	0.5	1	1	1	1

### 7.2 Measuring ranges PSI

Measuring range [psi]	2.9 ... 1,000		14.5 ... 5,000		29 ... 10,000		29 ... 15,000	
	pieces	nominal pressure per piece	pieces	nominal pressure per piece	pieces	nominal pressure per piece	pieces	nominal pressure per piece
		psi		psi		psi		psi
Piston	1	2.9	1	14.5	1	29	1	29
Bell	1	23.1	1	115.5	1	231	1	231
Aluminium plate	1	1.1	1	5.5	1	11	1	11
Masses á 3.5 kg	9	100	9	500	9	1000	14	1000
Masses á 1.4 kg	1	40	1	200	1	400	1	400
Masses á 1 kg	1	30	1	150	1	300	1	300
Masses á 0.7 kg	2	20	2	100	2	200	2	200
Masses á 0.35 kg	1	10	1	50	1	100	1	100
Masses á 0.175 kg	1	5	1	25	1	50	1	50
Masses á 0.14 kg	1	4	1	20	1	40	1	40
Masses á 0.07 kg	1	2	1	10	1	20	1	20

## 8. Accessories

### Intelligent Calibration Module IKM

Compact Tool for the use with a pressure balance.  
The IKM calculates the required mass-loads for any pressure step. As an option, it includes the required sensors for automatical correction of ambient conditions. Also available is a package for calibrating transmitters.



Specifications according to data sheet IKM.

The following models are available:

Description / Features	Order no.
IKM Basic system	CPB5000-KM-UB
IKM Metrology-Extension <sup>1)</sup>	CPB5000-KM-ME
IKM Transmitter-Extension <sup>2)</sup>	CPB5000-KM-TE

1) includes sensors for piston temperature (measurement directly at the system) and ambient conditions (temperature, air pressure, humidity)

2) multimeter function for analog transmitters incl. power supply DC 24 V

### Further accessories

Description / Features	Order no.
Trim-masses (1 mg up to 50 g), class F1	CPB5000-FGS
Adapter for test item connection for gauges up to NS 250	11279614
Set of adapters for quick-connector in a case with threaded inserts G 1/4, G 3/8, 1/2 NPT, 1/4 NPT and M 20 x 1.5 for adaptation to the knurled nut of the test item connection	LSP-ADAPTER-SET
Set of adapters „NPT“ for quick-connector in a case with threaded inserts 1/8 NPT, 1/4 NPT, 3/8 NPT and 1/2 NPT for adaptation to the knurled nut of the test item connection	LSP-ADAPTER-NPT
Angle connection 90°, for test specimens with back mounting connection	CPB5000-WA90
Set of O-rings consisting of 10 spare sealings for each pressure connection of the LDW 1000	LSP-DOV
Operating fluid for LDW 1000, 1 litre	CPB5000-FLUID
Cleaning set for piston-/cylinder-systems, hydraulic version	12481425

D



**Information**

Dieses Zeichen gibt Ihnen Informationen, Hinweise oder Tipps.



**Warnung!**

Dieses Symbol warnt Sie vor Handlungen, die Schäden an Personen oder am Gerät verursachen können.

# Inhalt

<b>1. Allgemeines</b>	<b>30</b>
1.1 Allgemeine Hinweise	30
1.2 Sicherheitshinweise	31
<b>2. Produktbeschreibung</b>	<b>32</b>
2.1 Allgemeine Produktinformationen	32
2.2 Grundprinzip Kolbenmanometer	33
2.3 Einflussfaktoren	33
2.3.1 Lokale Fallbeschleunigung	33
2.3.2 Temperatur (Kolben-Zylinder)	34
2.3.3 Umgebungsbedingungen	34
2.3.4 Druckabhängigkeit der Querschnittsfläche	35
2.4 Anordnung der Bedienelemente	36
<b>3. Inbetriebnahme und Betrieb</b>	<b>37</b>
3.1 Vorbereitung	37
3.1.1 Aufstellung des Gerätes	37
3.1.2 Befüllen des Systems mit Betriebsflüssigkeit (Erst-Inbetriebnahme)	37
3.1.3 Einbau des Kolben-Zylinder-Systems	38
3.1.4 Anschluss des Prüflings	39
3.1.5 Entlüftung des Systems	39
3.2 Betrieb	41
3.2.1 Masseauflagen	41
3.2.2 Druckwert anfahren	42
3.2.3 Druck stabil	43
3.2.4 Nächste Druckstufe	44
3.2.5 Druck entlasten	44
3.3 Abbau	44
<b>4. Maßnahmen bei Störungen</b>	<b>46</b>
<b>5. Pflege und Wartung</b>	<b>47</b>
5.1 Reinigung	47
5.1.1 Kolben-Zylinder-System	47
5.1.1.1 Aufbau des Kolben-Zylinder-Systems	47
5.1.1.2 Zerlegen des Kolben-Zylinder-Systems	47
5.1.1.3 Reinigen des Kolben-Zylinder-Systems	48
5.1.1.4 Zusammenbau des Kolben-Zylinder-Systems	48
5.1.2 Massensatz	48
5.2 Verschleißteile	48
5.3 Austausch des Hydrauliköls	49
5.4 Rekalibrierung	49
<b>6. Technische Daten</b>	<b>50</b>
<b>7. Gewichtstabellen</b>	<b>52</b>
7.1 Messbereiche in BAR	52
7.2 Messbereiche in PSI	52
<b>8. Zubehör</b>	<b>53</b>

## **1. Allgemeines**

### **1.1 Allgemeine Hinweise**

In den folgenden Kapiteln erhalten Sie nähere Informationen zum Kolbenmanometer LDW 1000 und seinen ordnungsgemäßen Einsatz. Sollten Sie weitere Informationen wünschen, oder treten besondere Probleme auf, die in der Betriebsanleitung nicht ausführlich behandelt werden, erhalten Sie Auskunft unter folgender Adresse:

#### **DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH**

Bahnhofstr. 33

72138 Kirchentellinsfurt - DEUTSCHLAND

Tel: +49-(0)7121-90920-0

Fax: +49-(0)7121-90920-99

E-Mail: DT-Info@Leitenberger.de

Das Kolbenmanometer ist, wenn nicht anders vereinbart, konform zu den aktuell gültigen internationalen Regelwerken kalibriert und direkt auf ein nationales Normal rückführbar.

Die Gewährleistungszeit für das Kolbenmanometer beträgt 24 Monate nach den Allgemeinen Lieferbedingungen des ZVEI. Sämtliche Gewährleistungsansprüche verfallen, bei unsachgemäßer Handhabung bzw. bei Nichtbeachtung der Betriebsleitungen oder bei dem Versuch das Gerät zu öffnen bzw. Anbauteile oder die Verrohrung zu lösen.

Außerdem weisen wir darauf hin, dass der Inhalt dieser Betriebsanleitung nicht Teil einer früheren oder bestehenden Vereinbarung, Zusage oder Rechtsverhältnisses ist oder diese abändern soll. Sämtliche Verpflichtungen der DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH ergeben sich aus dem jeweiligen Kaufvertrag und den Allgemeinen Geschäftsbedingungen der DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.

LR-Cal ist ein Warenzeichen der DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.

Firmen- oder Produktnamen, die in diesem Handbuch erwähnt werden, sind eingetragene Warenzeichen dieser Hersteller.

Die beschriebenen Geräte entsprechen in ihren Konstruktionen, Maßen und Werkstoffen dem derzeitigen Stand der Technik. Änderungen und den Austausch von Werkstoffen behalten wir uns vor, ohne den Zwang umgehend darauf hinzuweisen.

Eine Vervielfältigung dieses Handbuches oder Teilen davon ist untersagt.

## 1.2 Sicherheitshinweise



**Lesen Sie diese Bedienungsanleitung sorgfältig, bevor Sie das Kolbenmanometer LDW 1000 einsetzen. Die Funktion und Betriebssicherheit des Gerätes kann nur dann gewährleistet werden, wenn die Sicherheitshinweise der Betriebsanleitung beachtet werden.**

1. Das Gerät darf nur von dafür ausgebildeten und befugten Personen bedient werden, die die Betriebsanleitung kennen und danach arbeiten können!
2. Die einwandfreie Funktion und Betriebssicherheit des Gerätes kann nur unter Berücksichtigung der im Kapitel "Aufstellung des Gerätes" beschriebenen Bedingungen eingehalten werden.
3. Das LDW 1000 ist stets mit der für ein Präzisionsgerät erforderlichen Sorgfalt zu behandeln (vor Nässe, Stößen und extremen Temperaturen schützen). Gerät, Kolben-Zylinder-System und Massensatz müssen pfleglich behandelt werden (nicht werfen, aufschlagen, etc.) und sind vor Verschmutzung zu schützen. Vermeiden Sie unbedingt jegliche Gewalteinwirkung auf die Bedienungselemente des LDW 1000.
4. Wird das Gerät von einer kalten in eine warme Umgebung transportiert, muss die Angleichung der Gerätetemperatur an die Raumtemperatur vor einer erneuten Inbetriebnahme abgewartet werden.
5. Wenn anzunehmen ist, dass das Gerät nicht mehr gefahrlos betrieben werden kann, so ist es außer Betrieb zu setzen und vor einer Wiederinbetriebnahme durch Kennzeichnung zu sichern. Die Sicherheit des Benutzers kann durch das Gerät beeinträchtigt sein, wenn es zum Beispiel:
  - Sichtbare Schäden aufweist.
  - Nicht mehr wie vorgeschrieben arbeitet.
  - Längere Zeit unter ungeeigneten Bedingungen gelagert wurde.In Zweifelsfällen das Gerät grundsätzlich an den Hersteller zur Reparatur bzw. Wartung einschicken.
6. Es dürfen am Gerät keine Veränderungen oder Reparaturen vom Kunden vorgenommen werden. Das Öffnen des Gerätes oder das Lösen von Anbauteilen beeinträchtigt die Funktions- und Betriebssicherheit und stellt eine Gefahr für die Bedienperson dar. Zur Wartung oder Reparatur muss das Gerät zum Hersteller eingeschickt werden.
7. Es dürfen nur Original-Dichtungen im Gerät verwendet werden.
8. Ein anderer Betrieb als der in der folgenden Anleitung beschriebene oder außerhalb der Spezifikationen, ist bestimmungswidrig und muss deshalb ausgeschlossen werden.

## **2. Produktbeschreibung**

### **2.1 Allgemeine Produktinformationen**

#### **■ Einsatz**

Kolbenmanometer sind die genauesten am Markt verfügbaren Geräte zur Kalibrierung von elektronischen oder mechanischen Druckmessgeräten. Die direkte Messung des Druckes, gemäß seiner Definition als Quotient aus Kraft und Fläche, sowie der Einsatz hochwertiger Materialien ermöglichen sehr kleine Messunsicherheiten in Verbindung mit der ausgezeichneten Langzeitstabilität von fünf Jahren (Empfehlung gemäß des Deutschen Kalibrierdienstes DKD).

Das Kolbenmanometer findet somit seit Jahren seinen Einsatz in den Werks- und Kalibrierlaboratorien der Industrie, Nationalen Instituten sowie Forschungsanstalten. Aufgrund der integrierten Druckerzeugung sowie dem rein mechanischen Messprinzip, ist das LDW 1000 auch ideal für den Einsatz vor Ort, in der Wartung und im Service geeignet.

#### **■ Kolben-Zylinder Messsystem**

Druck ist definiert als der Quotient aus Kraft und Fläche. Das Herzstück des LDW 1000 bildet dementsprechend ein sehr präzise gefertigtes Kolben-Zylinder-System. Sowohl der Kolben, als auch der Zylinder sind aus Wolfram Carbid gefertigt und in einem massiven Gehäuse aus Edelstahl sehr gut geschützt gegen Berührung, Stöße oder Verschmutzung von außen.

Die Gesamtkonstruktion der Kolben-Zylinder-Einheit und die äußerst präzise Fertigung von Kolben und Zylinder stehen für ausgezeichnete Laufeigenschaften mit einer hohen freien Drehdauer und geringen Sinkraten und für eine sehr hohe Langzeitstabilität. Der empfohlene Rekalibrierungszyklus beträgt daher 5 Jahre.

Die hydraulischen Messsysteme sind für Messbereiche von 60 bar bis 1000 bar bzw. 1.000 psi bis 15.000 psi erhältlich. Die Genauigkeit liegt bei 0,025 % vom Messwert.

#### **■ Funktionsweise**

Zur Erzeugung der einzelnen Prüfpunkte, wird das Kolben-Zylinder-System mit Masse-Auflagen belastet. Die Masseauflage ist proportional zu dem angestrebten Druck und wird durch optimal abgestufte Scheiben-Gewichte erreicht. Diese Scheiben-Gewichte werden standardmäßig auf die Norm-Fallbeschleunigung von  $9,80665 \text{ m/s}^2$  gefertigt, können aber auch auf ihren speziellen Einsatzort abgestimmt und auch DKD-kalibriert werden.

Die Einstellung des Druckes erfolgt über eine integrierte, sehr fein regulierbare Präzisions-Spindelpumpe. Sobald sich dann das Messsystem im Schwebezustand befindet, herrscht ein Kräftegleichgewicht zwischen Druck und Masseauflagen.

Aufgrund der hochwertigen Verarbeitung des Systems steht dieser Druck stabil über mehrere Minuten, so dass problemlos z.B. auch längere Justagearbeiten am Prüfling vorgenommen werden können.

## 2.2 Grundprinzip Kolbenmanometer

Ihr Funktionsprinzip basiert auf der physikalischen Definition des Druckes, als Quotient aus Kraft und Fläche.

$$Druck = \frac{Kraft}{Fläche}$$

Herzstück des Kolbenmanometers bildet ein präzisionsgefertigtes Kolben-Zylinder-System mit exakt vermessener Querschnittsfläche.

Zur Kraft-Beaufschlagung des Systems, wird der Kolben mit (kalibrierten) Masseauflagen belastet. Jede Auflagescheibe aus dem Massensatz entspricht einem nominalen Massenwert (unter Referenzbedingungen), die einen entsprechenden Druck im System erzeugt. Die Massenscheiben sind nummeriert und im Kalibrierzeugnis sind die jeweiligen Massenwerte und die daraus resultierenden Druckwerte aufgeführt. Je nach gewünschtem Druckwert, erfolgt die Auswahl der dazu erforderlichen Massen.

Danach erfolgt über die integrierte Spindelpumpe eine Erhöhung des Druckes, bis sich die Massen im Schwebezustand befinden.

## 2.3 Einflussfaktoren

Das Kolbenmanometer wird werkseitig auf Referenzbedingungen (nach Kundenvorgabe) kalibriert. Ergeben sich große Abweichung zwischen den Anwendungsbedingungen zu den definierten Referenzen, müssen entsprechende Korrekturen angebracht werden. Nachfolgende Haupteinflussfaktoren sind zu berücksichtigen.



Mit dem Intelligenten Kalibrier-Modul IKM (siehe Zubehör Pkt. 8) können diese Korrekturen automatisiert erfolgen!

### 2.3.1 Lokale Fallbeschleunigung

Der lokale Schwerewert unterliegt großen, geographisch bedingten, Schwankungen. Weltweit kann sich der Wert um bis zu 0,5 % ändern. Da sich dieser Wert, direkt auf die Genauigkeit der Messung auswirkt, muss er unbedingt berücksichtigt werden.

Bereits bei der Herstellung kann eine Anpassung der Masseauflagen auf den späteren Einsatzort erfolgen. Alternativ hierzu, oder bei Einsatz an mehreren Orten, erfolgt der Abgleich auf „Norm-g = 9,80665 m/s<sup>2</sup>“.

Dann muss jeweils bei der Messung eine Korrektur nach folgender Formel durchgeführt werden:

$$wahrer\ Druck = \text{Nominalwert} \cdot \frac{g - \text{Einsatzort}}{\text{Norm} - g}$$

#### Beispiel:

Lokaler Schwerewert bei der Herstellung: 9,806650 m/s<sup>2</sup>  
Lokaler Schwerewert am Einsatzort: 9,811053 m/s<sup>2</sup>

Nominal-Druck: 100 bar

$$\text{Wahrer Druck: } p = p_{\text{Nominal}} \cdot \frac{g_{\text{lokal}}}{g_{\text{Norm}}} = 100 \text{ bar} \cdot \frac{9,81105}{9,80665} = 100,0449 \text{ bar}$$

Ohne Korrektur würde um 0,05 % „falsch“ gemessen werden.

### 2.3.2 Temperatur (Kolben-Zylinder)

Die effektive Querschnittsfläche des Kolben-Zylinder-Systems ist abhängig von der Temperatur. Der Einfluss ist abhängig vom verwendeten Material und wird beschrieben durch den Temperaturkoeffizient (TK).

Bei Abweichungen von den Referenzbedingungen (typischerweise 20°C), muss nach folgender Formel korrigiert werden:

$$\text{wahrer Druck} = \text{Nominalwert} \cdot \frac{1}{\left(1 + (t_{\text{Einsatz}} - t_{\text{Referenz}}) \cdot TK\right)}$$

**Beispiel:**

Referenztemperatur: 20°C  
Temperatur bei Einsatz: 23°C  
TK: 0,0022%

$$\text{wahrer Druck} = 100\text{bar} \cdot \frac{1}{\left(1 + (23 - 20) \cdot 2,2 \cdot 10^{-5}\right)} = 99,99340\text{bar}$$

Ohne Korrektur würde um 0,007 % „falsch“ gemessen werden.

### 2.3.3 Umgebungsbedingungen

Die Einflüsse der Umgebungsbedingungen

- Luftdruck
- Raumtemperatur
- Luftfeuchte

sollten immer berücksichtigt werden, wenn höchste Genauigkeit gefordert ist. Schwankungen der Umgebungsbedingungen verändern die Luftdichte.

Die Luftdichte beeinflusst den Druckwert über den Masseauftrieb:

$$\text{Masse} = \text{Nominalmasse} \cdot \left(1 - \frac{\text{Luftdichte}}{\text{Massendichte}}\right)$$

Die Luftdichte ist typischerweise 1,2 kg/m<sup>3</sup>

Die Dichte der Massen (nichtmagnetischer Stahl): 7900 kg/m<sup>3</sup>

Aus einer Schwankung der Luftdichte um 5% ergibt sich eine zusätzliche Messunsicherheit von ca. 0,001%.

### 2.3.4 Druckabhängigkeit der Querschnittsfläche

Bei höheren Drücken ändert sich die effektive Querschnittsfläche durch die Druckbelastung. Der Zusammenhang zwischen Querschnitt und anstehendem Druck ist in erster Näherung linear und wird durch den Druckausdehnungskoeffizienten ( $\lambda$ ) beschrieben.

$$\text{wahrer Druck} = \frac{\text{Nominaldruck}}{1 + \lambda \cdot \text{Nominaldruck}}$$

**Beispiel:**

Messpunkt: 1000 bar

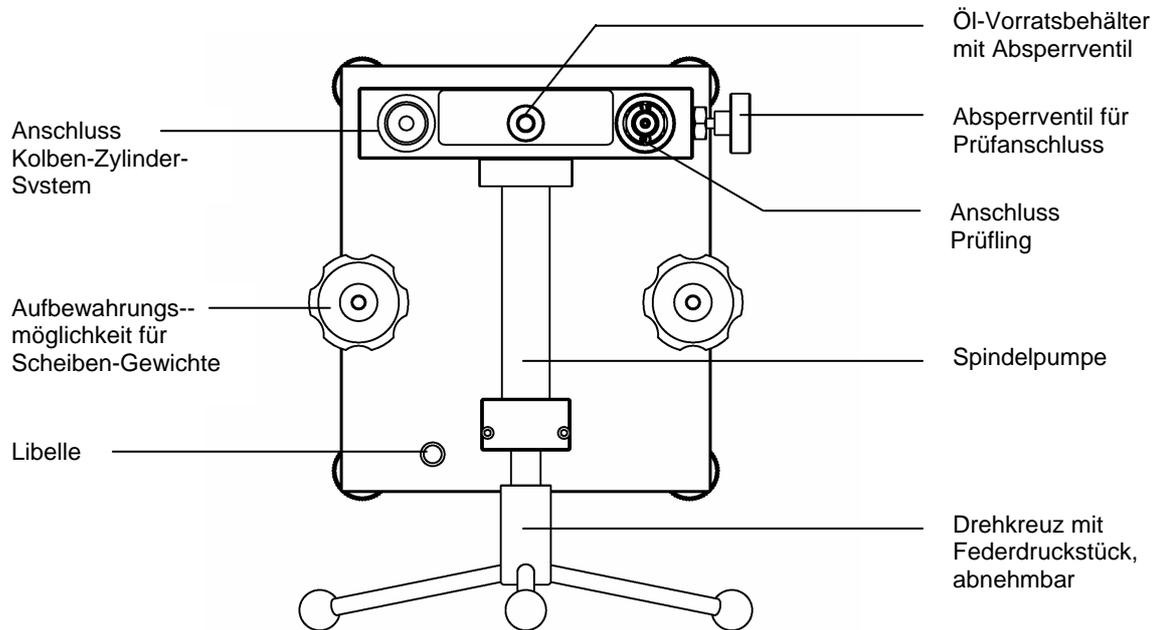
System mit Druckausdehnungskoeffizient:  $10^{-7}$  1/bar:

$$\text{wahrer Druck} = \frac{1000}{1 + 1 \cdot 10^{-7} \cdot 1000} \text{ bar} = 999,90 \text{ bar}$$

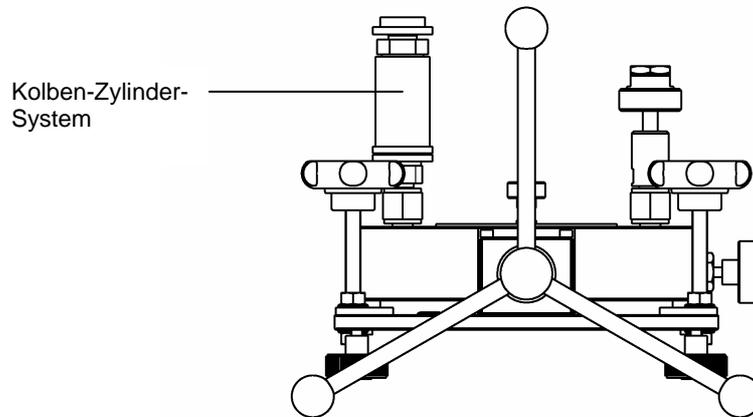
Ohne Korrektur würde um 0,01 % „falsch“ gemessen werden.

## 2.4 Anordnung der Bedienelemente

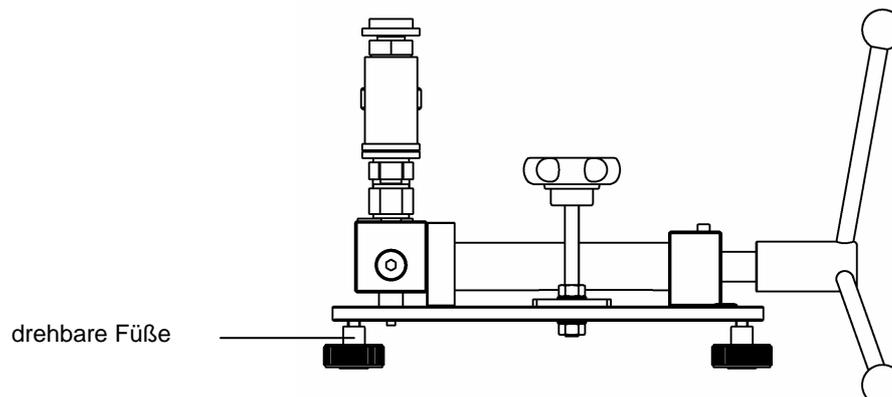
### ■ Draufsicht



### ■ Frontansicht



### ■ Seitenansicht



### **3. Inbetriebnahme und Betrieb**

#### **3.1 Vorbereitung**

##### **3.1.1 Aufstellung des Gerätes**

- Das Kolbenmanometer auf einer festen Unterlage aufstellen. Ein unsicherer Stand oder Vibrationen beeinflussen die Messung und sollten vermieden werden.
- Ist kein klimatisierter Raum vorhanden, sollte das Gerät zumindest nicht in der Nähe von Heizung oder Fenster stehen, um Zugerscheinungen oder Wärmeströmungen zu minimieren.
- Die Libelle zeigt die Ausrichtung des Gerätes an. Eine grobe Ausrichtung kann bereits jetzt ohne Kolben-Zylinder-System erfolgen. Über die drehbaren Füße wird das Gerät in die Waagrechte gestellt.
- Das Drehkreuz mit Griffen auf die Spindelpumpe aufstecken. Hierbei ist darauf zu achten, dass das Federdruckstück in die Drehkreuzhülse einrastet.
- Entfernen sie die Blindstopfen aus den beiden Druckanschlüssen.

##### **3.1.2 Befüllen des Systems mit Betriebsflüssigkeit (Erst-Inbetriebnahme)**



**Als Betriebsflüssigkeit ist für die LDW 1000 ausschließlich das mitgelieferte Spezialöl CPB5000-FLUID geeignet.**

**Andere Druckübertragungsmedien auf Anfrage.**

Befüllen Sie das Kolbenmanometer wie folgt mit der Betriebsflüssigkeit:

- Drehen Sie die Spindelpumpe vollständig in Uhrzeigerlaufrichtung ein.
- Öffnen Sie das Absperrventil am Vorratsbehälter und drehen Sie es vollständig heraus, nehmen Sie den Vorratsbehälter-Deckel ab.
- Füllen Sie die Betriebsflüssigkeit vorsichtig und langsam abwechselnd in beide Druckanschlüsse ein. Sie können dabei beobachten, wie die Betriebsflüssigkeit in den Vorratsbehälter austritt. Füllen Sie über die Druckanschlüsse so lange Flüssigkeit ein, bis der Vorratsbehälter zu  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  gefüllt ist.
- Setzen Sie den Vorratsbehälter-Deckel wieder auf und montieren Sie wieder das Absperrventil. Lassen Sie das Ventil jedoch noch geöffnet!

### 3.1.3 Einbau des Kolben-Zylinder-Systems

- Je nach zu prüfendem Gerät, ist das entsprechende Kolben-Zylinder-System einzusetzen. Hier wird die vergleichbare oder jeweils nächst höhere Abstufung gewählt.

**Beispiel:**

Kalibrierung eines 600 bar Federmanometers → 600 bar Kolben-Zylinder-System

Kalibrierung eines 160 bar Federmanometers → 250 bar Kolben-Zylinder-System



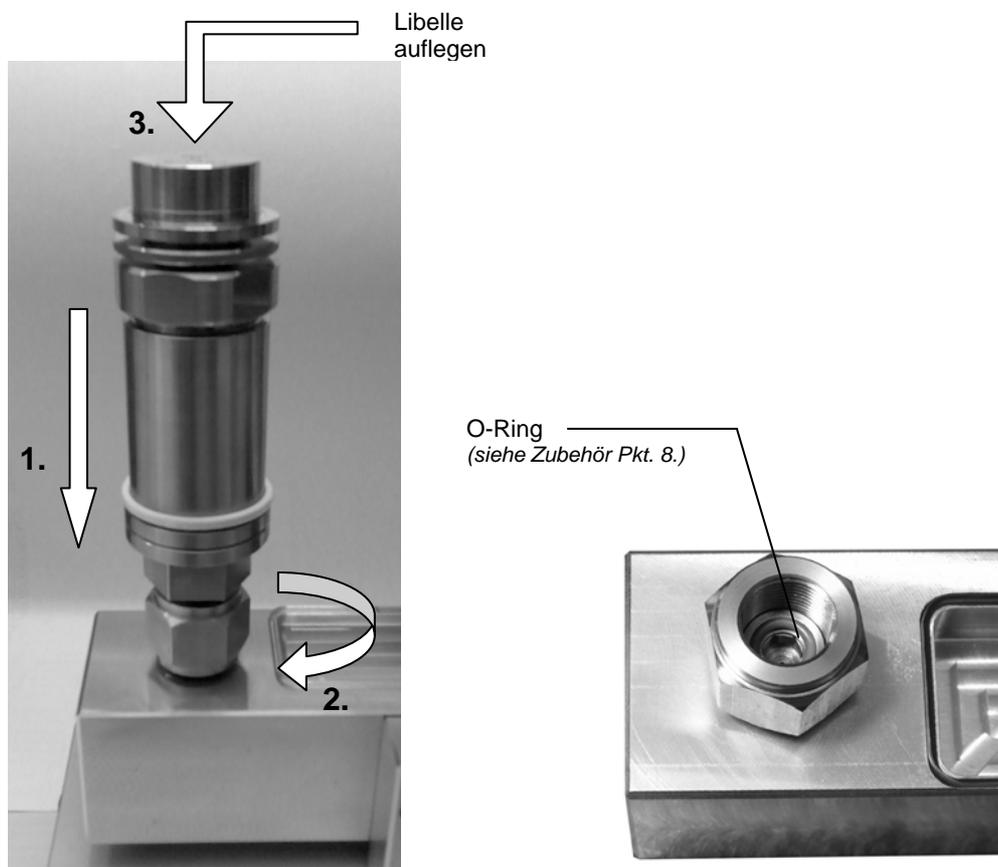
**Vor Lösen des Verschlussstopfens im Basement, den drucklosen Zustand des Systems (Absperrentil am Vorratsbehälter öffnen) sicherstellen.**

- Das Kolben-Zylinder-System wird vertikal in den linken Druckanschluss eingesetzt und mit einem Gabelschlüssel mit SW 32 fest angezogen. Eine O-Ring-Dichtung ist bereits vorhanden. Sie benötigen kein zusätzliches Dichtmaterial.



**Prüfen Sie die O-Ring-Dichtung im Druckanschluss auf richtigen Sitz und Verschleiß, gegebenenfalls austauschen. (siehe Kapitel 8. Zubehör)**

- Zum exakten Ausrichten des Gerätes kann jetzt die Libelle aus der Basisplatte herausgenommen werden und auf die Oberseite des eingespannten Kolben-Zylinder-Systems aufgelegt werden. Hierdurch ist die genaueste Referenzierung zum Kolben-Zylinder-System gegeben.



### 3.1.4 Anschluss des Prüflings

- Das zu überprüfende Gerät wird in den Schnellverschluss mit Rändelmutter eingesetzt und kann orientiert werden. Ein handfestes Anziehen reicht zum sicheren Abdichten aus.
- Um Geräte mit rückseitigem Anschluss zu kalibrieren, ist als Zubehör (siehe Punkt 8) ein Winkelanschlussstück erhältlich.

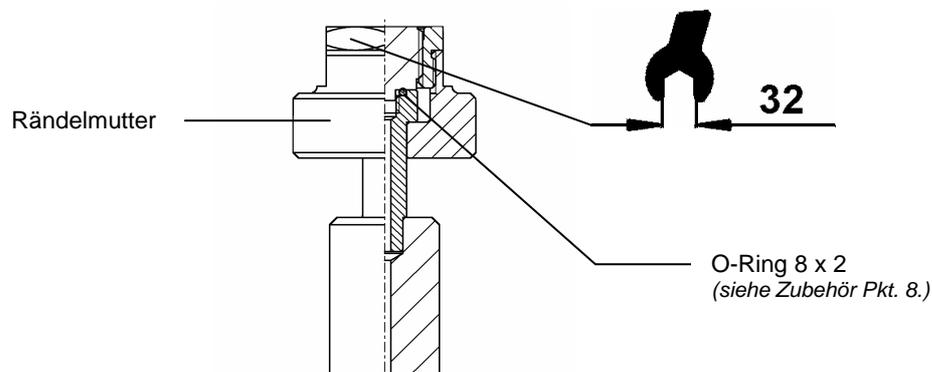


**Die O-Ring-Dichtung im Prüflinganschluss auf richtigen Sitz und Verschleiß überprüfen. Gegebenenfalls austauschen. Es ist darauf zu achten, dass jedes Gerät, das angeschlossen wird, im Inneren sauber ist.**

- Standardmäßig ist der Schnellverschluss mit Gewindeeinsatz G1/2 ausgestattet.



Bei Kalibrierung von Geräten mit anderen Anschlussgewinden, können die Gewindeeinsätze entsprechend ausgetauscht werden (siehe Zubehör „Adapterset“)



### 3.1.5 Entlüftung des Systems

Nach dem Befüllen des Systems mit Betriebsflüssigkeit und nach dem Aufspannen von Kolben-Zylinder-System und Prüfling können sich Lufteinschlüsse im System befinden. Das System kann vor dem Beginn der Kalibrierung durch folgende Vorgehensweise entlüftet werden:

- Der Vorratsbehälter-Deckel muss wieder aufgesetzt und das Tank-Absperrventil wieder montiert sein.
- Kolben-Zylinder-System und Prüfling müssen aufgespannt sein und der komplette Massensatz auf das Kolben-Zylinder-System aufgelegt sein.

- 1) Schließen Sie das Absperrventil für Prüfanschluss (2) durch Drehen in Uhrzeigerrichtung.
- 2) Öffnen Sie das Absperrventil am Vorratsbehälter (3).
- 3) Drehen Sie das Spindelrad (1) entgegen der Uhrzeigerrichtung vollständig heraus. Medium wird aus dem Vorratsbehälter in den Zylinder der Pumpe gesaugt.
- 4) Schließen Sie das Absperrventil am Vorratsbehälter (3).
- 5) Öffnen Sie das Absperrventil für Prüfanschluss (2) durch Drehen entgegen der Uhrzeigerrichtung (es reicht weniger als eine Umdrehung).
- 6) Drehen Sie das Spindelrad (1) in Uhrzeigerrichtung ein, bis der Prüfling einen Druckwert von ca. 50 bis 100 bar anzeigt.



Wenn das angeschlossene Messgerät noch nicht ausreichend gefüllt ist bzw. der gewünschte Druck noch nicht erreicht wurde, wiederholen Sie die Schritte 1) bis 6) so lange, bis der Prüfling einen Druckwert von ca. 50 bis 100 bar anzeigt.

7) Mit der Spindelpumpe (1) den Druck bis knapp unter den Messbereichsendwert des Kolben-Zylinder-Systems bzw. des Prüflings (kleinerer Druckbereich ist entscheidend) weiter erhöhen.

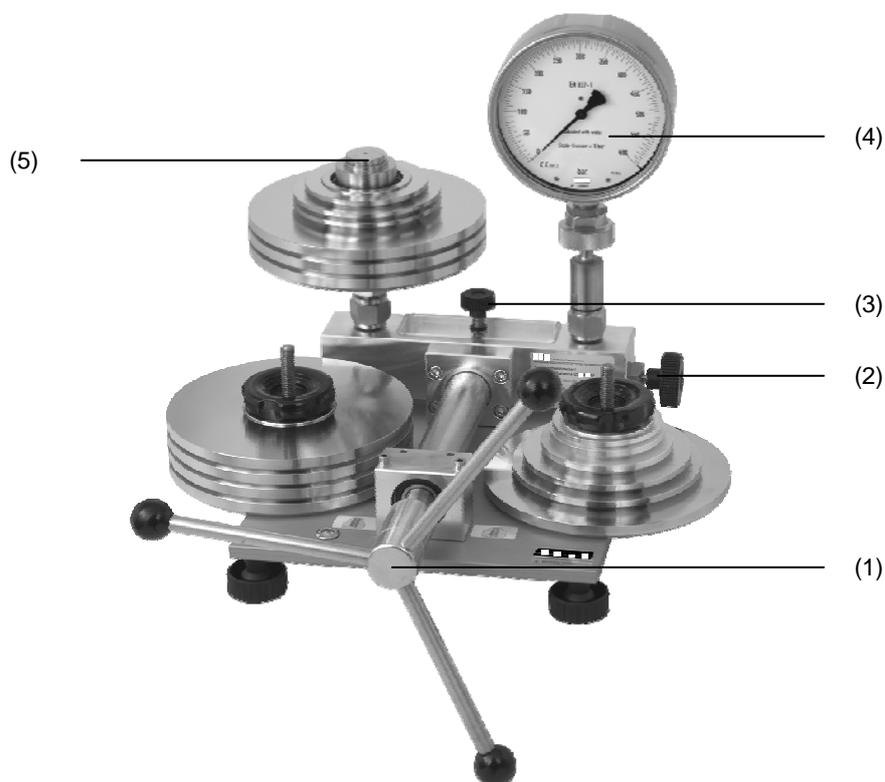


**Wichtig: Das Kolben-Zylinder-System muss hierbei in seiner unteren Position bleiben, also noch nicht in den Schwebезustand gehen.**

8) Öffnen Sie das Ventil am Vorratsbehälter (3), vorhandene Lufteinschlüsse entweichen in den Tank.

- Wiederholen Sie die Schritte 1) bis 8) noch einige Male, um sämtliche Lufteinschlüsse zu entfernen.

Das Gerät ist nun einsatzbereit.



- (1) Drehkreuz
- (2) Absperrventil Prüfanschluss
- (3) Absperrventil am Vorratsbehälter
- (4) Prüfling
- (5) Kolben-Zylinder-System

### 3.2 Betrieb

#### 3.2.1 Masseauflagen

- Setzen Sie zunächst die Glocke auf das Kolben-Zylinder-System.
- Je nach angestrebtem Druckwert, die entsprechenden Masseauflagen auf die Glocke stapeln.
- Typischerweise beginnend mit dem größten Gewicht, um einen möglichst tiefen Schwerpunkt zu erhalten.
- Jede Komponente ist mit einer fortlaufenden Nummer gekennzeichnet. Im Kalibrierschein ist zu jeder Nummer der resultierende Druck unter Referenzbedingungen aufgeführt.

Beispiel-Tabelle aus einem Kalibrierschein Seite 2:

**Druckwerte der Gewichtsstücke / Pressure values of masses**

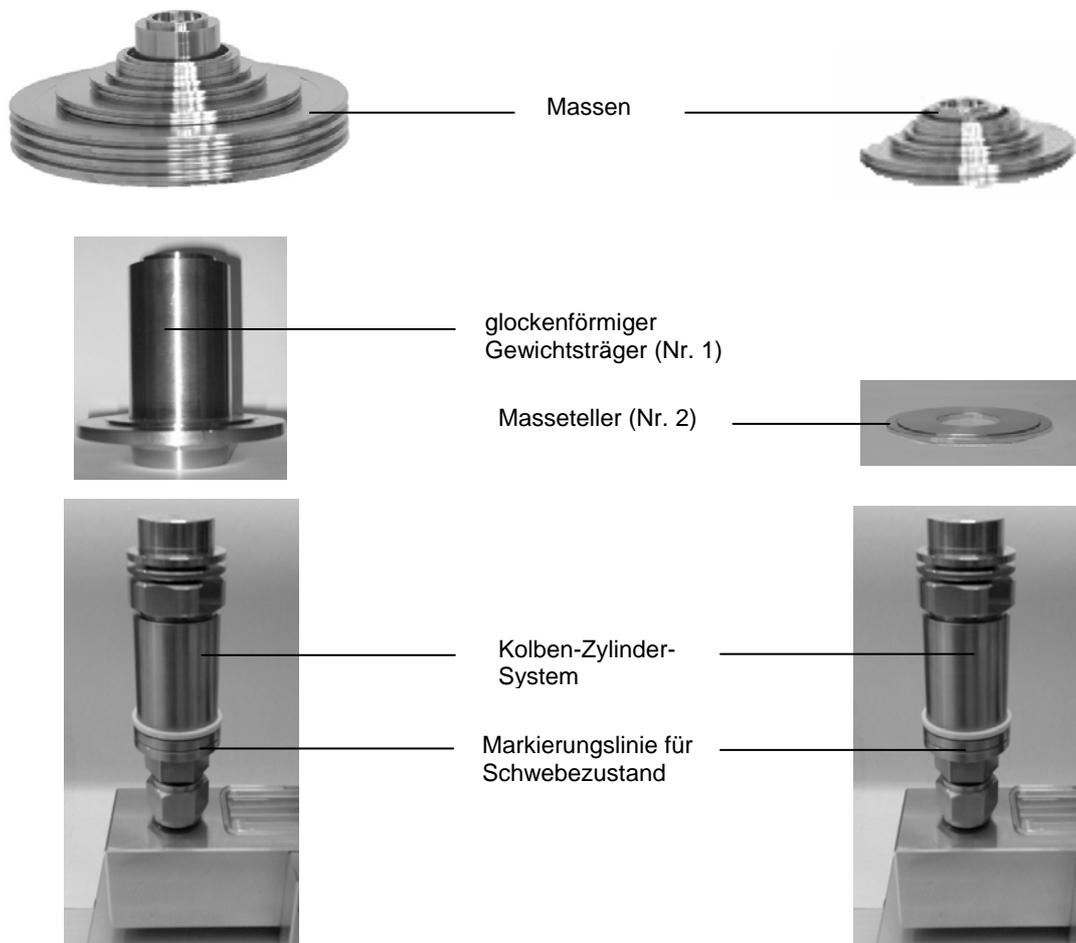
Bezeichnung des Gewichtsstückes <i>type of weight piece</i>	Nr. <i>no.</i>	wahre Masse <i>true mass</i> in kg	Druckwert für System <i>pressure value</i> for system in bar
Kolben / <i>piston</i>	1262	0,08160	0,4002
Glocke / <i>bell</i>	1	0,81560	3,9998
Teller / <i>plate</i>	2	0,05097	0,2499
Masse / <i>weight piece</i>	3	1,01954	5,0000
Masse / <i>weight piece</i>	4	1,01954	5,0000
Masse / <i>weight piece</i>	5	1,01954	5,0000
Masse / <i>weight piece</i>	6	1,01954	5,0000
Masse / <i>weight piece</i>	7	1,01954	5,0000
Masse / <i>weight piece</i>	8	1,01954	5,0000
Masse / <i>weight piece</i>	9	1,01954	5,0000
Masse / <i>weight piece</i>	10	1,01953	5,0000
Masse / <i>weight piece</i>	11	1,01952	4,9999
Masse / <i>weight piece</i>	12	0,50976	2,5000
Masse / <i>weight piece</i>	13	0,20391	1,0000
Masse / <i>weight piece</i>	14	0,20391	1,0000
Masse / <i>weight piece</i>	15	0,12234	0,6000
Masse / <i>weight piece</i>	16	0,10196	0,5000
Masse / <i>weight piece</i>	17	0,07137	0,3500
Masse / <i>weight piece</i>	18	0,05098	0,2500

Beispiel: Massenscheibe Nr. 5 erzeugt mit ihrem Gewicht von 1,01954 kg einen Druck von 5,0000 bar unter Referenzbedingungen (Umgebungstemperatur 20°C, Luftdruck 1013 mbar, relative Luftfeuchte 40 %)

- Der sich einstellende Druck entspricht dann der Summe aus der Grundlast (Kolben), Glocke sowie Masseringe.
- Zur Verringerung des Startwertes, kann statt der Glocke (Nr. 1), der Masseteller (Nr. 2) als Grundaufgabe eingesetzt werden

Masseauflage mit Glocke

Masseauflage mit Teller



### 3.2.2 Druckwert anfahren

- Es empfiehlt sich, die Spindelpumpe zu Beginn der Messwertaufnahme komplett herauszudrehen (im Gegen-Uhrzeigersinn) um genügend Volumen für die Messungen bereit zu stellen. Während dieses Vorgangs ist das Absperrventil am Prüfanschluss (2) zu schließen und das Absperrventil am Vorratsbehälter (3) zu öffnen.
- Danach Absperrventil am Vorratsbehälter (3) schließen und Absperrventil am Prüfanschluss (2) öffnen.
- Zum Erhöhen des Prüfdruckes drehen Sie das Drehkreuz (1) in Uhrzeigerrichtung.

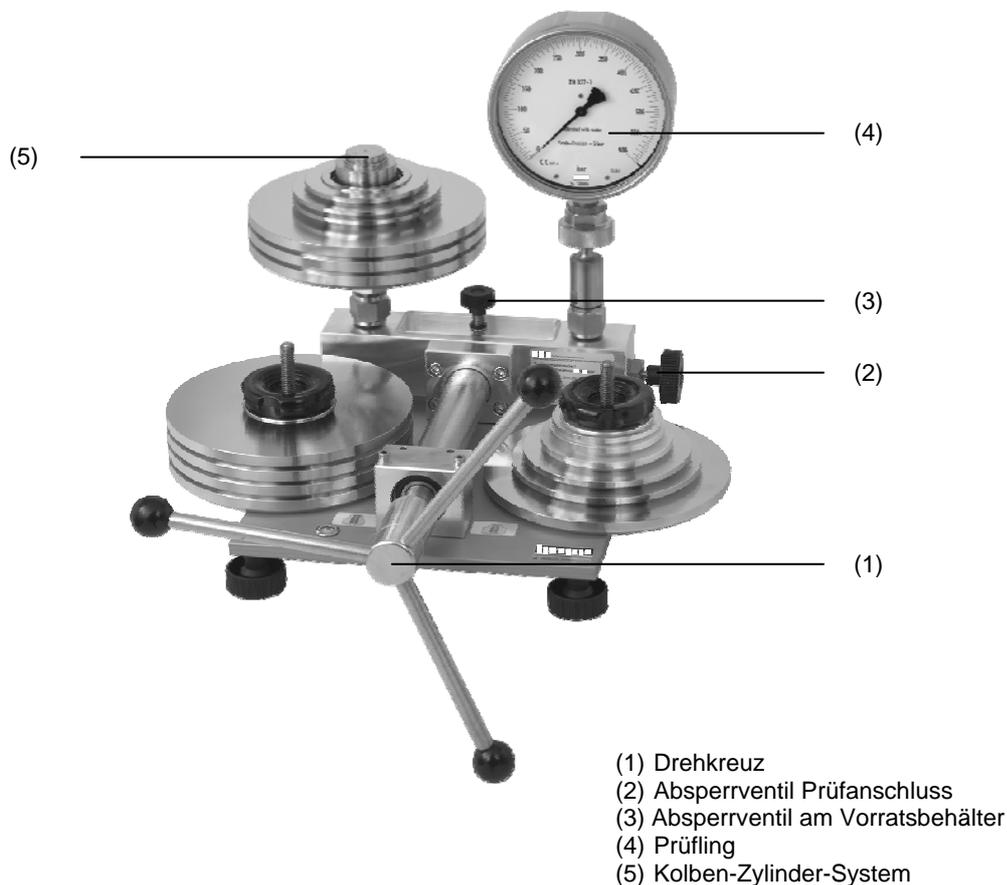


Wird nach dem vollständigen Eindrehen der Spindel im Uhrzeigersinn kein Druckanstieg erreicht, so ist das angeschlossene Prüfvolumen noch nicht ausreichend gefüllt und es muss weitere Betriebsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter in den Prüfling gebracht werden. Hierzu ist wie folgt vorzugehen:

- 1) Schließen Sie das Absperrventil für Prüfanschluss (2) durch Drehen in Uhrzeigerrichtung.
- 2) Öffnen Sie das Absperrventil am Vorratsbehälter (3).
- 3) Drehen Sie das Spindelrad (1) entgegen der Uhrzeigerrichtung vollständig heraus. Medium wird aus dem Vorratsbehälter in den Zylinder der Pumpe gesaugt.
- 4) Schließen Sie das Absperrventil am Vorratsbehälter (3).
- 5) Öffnen Sie das Absperrventil für Prüfanschluss (2) durch Drehen entgegen der Uhrzeigerrichtung (es reicht weniger als eine Umdrehung).
- 6) Drehen Sie das Spindelrad (1) in Uhrzeigerrichtung ein, bis der Prüfling einen Druckwert von ca. 10 bis 50 bar (abhängig vom jeweiligen Messbereich) anzeigt.

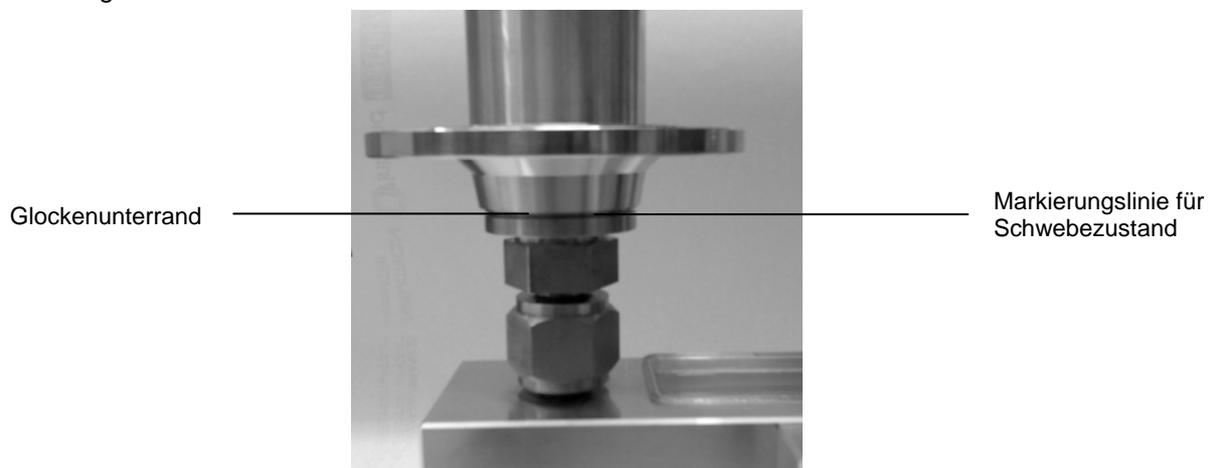


Wenn das angeschlossene Messgerät noch nicht ausreichend gefüllt ist bzw. der gewünschte Druck noch nicht erreicht wurde, wiederholen Sie die Schritte 1) bis 6) so lange, bis der Prüfling einen entsprechenden Druckwert anzeigt.



### 3.2.3 Druck stabil

- So lange Druck einlassen, bis sich das System im Gleichgewichtszustand befindet.
- Der Glockenunterrand muss in diesem Fall an der Markierungslinie des Kolben-Zylinder-Systems anliegen.





**Kurz vor dem Schwebezustand steigt das System rasch an. Es empfiehlt sich daher, die Spindel nur langsam und gleichmäßig im Uhrzeigersinn zu drehen.**

- Zur Minimierung von Reibungskräften wird das System an den Masseauflagen vorsichtig angestoßen und in eine Drehbewegung versetzt.



**Das System darf niemals in Rotation versetzt werden, wenn sich der Kolben am oberen oder unteren Anschlag befindet.**

- Der Kolben und damit auch der Prüfdruck stehen nun mehrere Minuten stabil.

### 3.2.4 Nächste Druckstufe

- Zur Einstellung des nächst höheren Druckes, wiederholen sie die vorherigen Punkte 3.2.1 bis 3.2.3

### 3.2.5 Druck entlasten

- Die Spindelpumpe im Gegen-Uhrzeigersinn drehen, um das System zu entlasten.
- Befindet sich der Druck in der Nähe der nächsten Prüfstufe, kann die Feineinstellung über das Spindelrad vorgenommen werden.
- Für schnellere Druckentlastung oder zur kompletten Entlüftung kann auch das Absperrventil am Vorratsbehälter vorsichtig geöffnet werden.



**Achtung: Der Kolben darf hierbei nicht in der Schwebe sein!**



**Vorsicht:  
Der Kolben sinkt kurz vor dem Gleichgewichtszustand recht schnell ab.**

### 3.3 Abbau

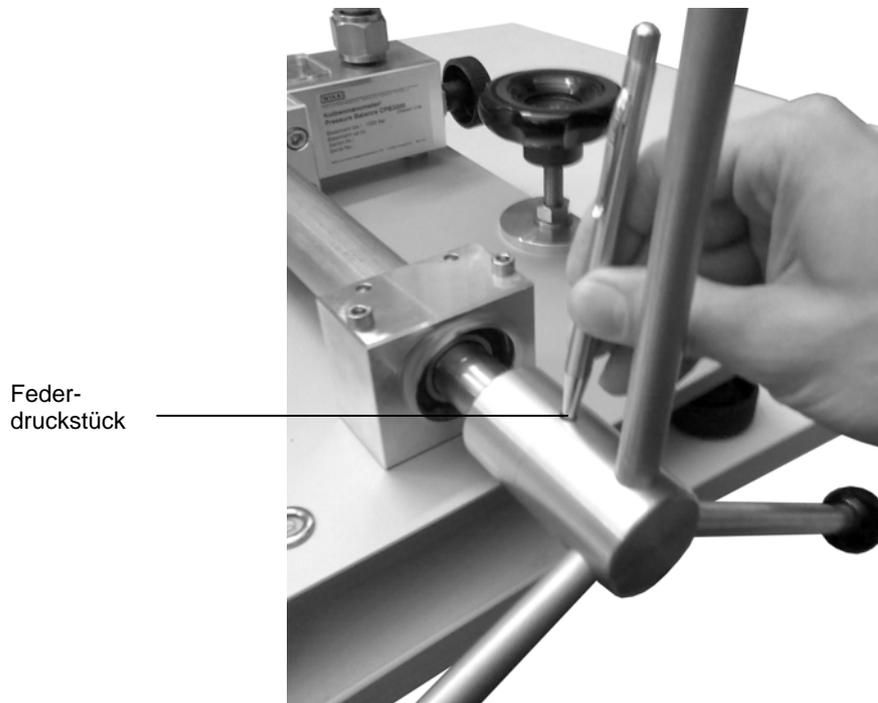
- Nach Aufnahme aller Druckpunkte, das Absperrventil am Vorratsbehälter öffnen.
- Jetzt kann der Prüfling vom Schnellspanner und bei Bedarf auch das Kolben-Zylinder-System vom Druckanschluss abgenommen werden. Das Kolben-Zylinder-System sollte im Schutzbehälter verstaut werden.



**Demontieren sie den Prüfling oder das Kolben-Zylinder-System erst, wenn der Druck im Kolbenmanometer vollständig abgebaut ist.**

- Verschließen sie die beiden Druckanschlüsse wieder mit den Blindstopfen.

- Zum Abnehmen des Drehkreuzes von der Spindelpumpe ist das Federdruckstück mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers oder Kugelschreibers nach unten zu drücken. Jetzt kann das Drehkreuz nach vorne abgezogen werden.



- Für den Transport des Gerätes sollte die Betriebsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter z.B. mit einer geeigneten Spritze abgesaugt werden (siehe hierzu auch Abschnitt 5.3 Hydrauliköl entfernen).

#### 4. Maßnahmen bei Störungen



Können Störungen mit der Hilfe der Betriebsanleitung nicht beseitigt werden, ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu setzen und der Hersteller ist zu kontaktieren.

Reparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden. Eingriffe und Änderungen am Gerät durch den Betreiber sind unzulässig.

Bei Störungen, die auf Defekte an der hydraulischen Ausrüstung zurückzuführen sind, muss das Bedienpersonal unverzüglich die Vorgesetzten informieren und qualifiziertes sowie autorisiertes Fachpersonal für Instandhaltung hinzuziehen.

**Tabelle: Fehlerbeschreibung und Maßnahmen**

Fehlerart	Maßnahmen
I. Kein Druckaufbau möglich / Leckage im System	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Absperrventil am Vorratsbehälter richtig verschließen.</li> <li>■ Überprüfen Sie, ob die Dichtungen in den Druckanschlüssen in einwandfreiem Zustand sind und korrekt eingelegt sind.</li> </ul>
II. Kein Druckaufbau möglich bzw. Messbereichsendwert nicht erreichbar	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nach dem Aufspannen von Kolben-Zylinder-System und Prüfling können sich Lufteinschlüsse im System befinden.</li> <li>■ <b>Achtung:</b> Das System sollte vor dem Beginn der Kalibrierung entlüftet werden. Hierbei ist wie unter Pkt. 3.1.5 beschrieben vorzugehen.</li> <li>■ Danach Druck neu aufbauen</li> <li>■ Wird nach dem vollständigen Eindrehen der Spindel im Uhrzeigersinn kein Druckanstieg erreicht, so ist das angeschlossene Prüfvolumen noch nicht ausreichend gefüllt und es muss weitere Betriebsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter in den Prüfling gebracht werden. Hierbei ist wie unter Pkt. 3.2.2 beschrieben vorzugehen.</li> </ul>
III. Langsames Absinken des Kolbens im Schwebezustand	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Leckage im System, siehe Punkt I.</li> <li>■ Nach dem Aufspannen von Kolben-Zylinder-System und Prüfling können sich Lufteinschlüsse im System befinden, siehe Punkt II.</li> <li>■ Danach Druck neu aufbauen</li> </ul>
IV. Kolben dreht nicht oder reagiert unempfindlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Achtung:</b> Dreht sich der Kolben nicht leichtgängig oder „quietscht“, keinesfalls unter Gewalteinwirkung drehen. Ansonsten entstehen bleibende Schäden, die die Messeigenschaften stark beeinflussen.</li> <li>■ Kolben muss gereinigt werden (siehe Abschnitt 5.1.1)</li> </ul>

Weitere Hilfe erhalten Sie durch DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.

## 5. Pflege und Wartung

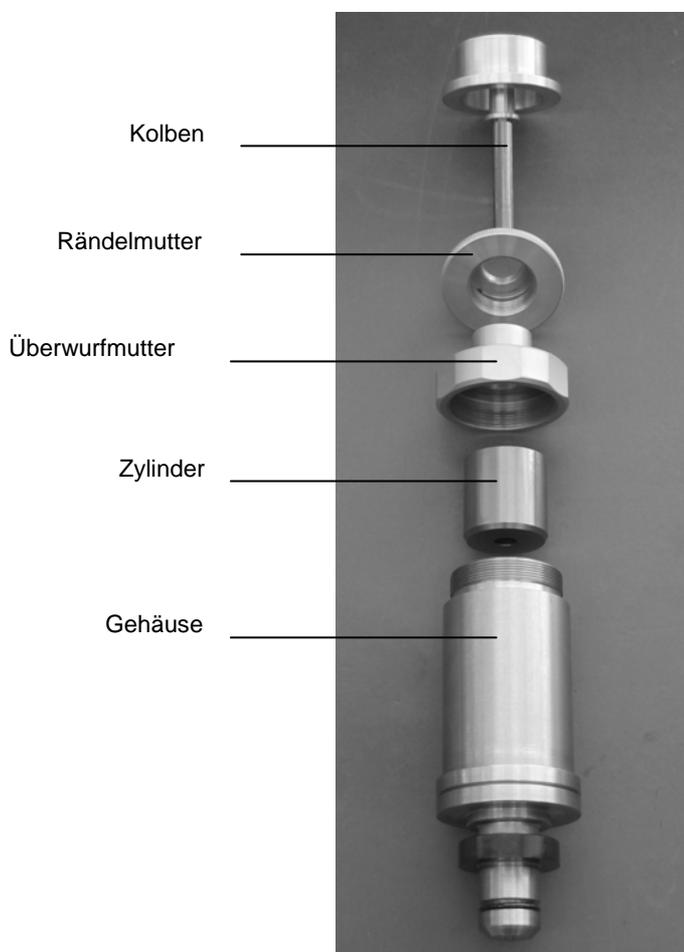
### 5.1 Reinigung

#### 5.1.1 Kolben-Zylinder-System

Je nach Einsatz empfiehlt es sich, das Kolben-Zylinder-System bei Bedarf zu reinigen. Anzeichen hierfür sind schlechte Sensitivität oder kurze freie Drehdauer.

Dazu wird das Kolben-Zylinder-System vom Druckanschluss entfernt und unter Beachtung folgender Hinweise zerlegt.

##### 5.1.1.1 Aufbau des Kolben-Zylinder-Systems



##### 5.1.1.2 Zerlegen des Kolben-Zylinder-Systems

- Die Rändelmutter vollständig lösen
- Der Kolben kann jetzt langsam und vorsichtig, senkrecht nach oben aus dem Zylinder gezogen werden. Dazu am besten die komplette Einheit auf einer Tischplatte abstellen und ruhig halten.
- Die Überwurfmutter abschrauben
- Der Zylinder kann aus dem Gehäuse entnommen werden

### 5.1.1.3 Reinigen des Kolben-Zylinder-Systems

Zur Reinigung der Einzelteile gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die Empfehlung ist, die Teile mit einem mit Alkohol (z.B. Spiritus) getränkten, staubfreien, fusselfreien und weichen Tuch abzuwischen bzw. durch den Zylinder durchzuziehen. Danach mit einem trockenen, staubfreien, fusselfreien und weichen Tuch gut abtrocknen.

Wir empfehlen hierfür die Verwendung des im Zubehör erhältlichen Reinigungs-Sets für Kolben-Zylinder-Systeme (siehe Abschnitt 8. Zubehör). Hierin ist eine detaillierte Reinigungsanleitung enthalten.



**Der gereinigte Kolben darf niemals mit bloßen Händen berührt werden. Das natürliche Hautfett kann zum Verkleben des Kolben-Zylinder-Systems führen.**

### 5.1.1.4 Zusammenbau des Kolben-Zylinder-Systems

Die Teile in umgekehrter Reihenfolge wieder zusammensetzen.

- Den Zylinder in das Gehäuse stecken (schräge Kante nach unten)
- Die Überwurfmutter aufschrauben
- Das System senkrecht auf die Tischplatte stellen und den Kolben vorsichtig von oben einführen. Er sollte aufgrund seines Eigengewichtes in den Zylinder „fallen“
- Die Rändelmutter wieder anziehen



**Der Kolben darf niemals gewaltsam in den Zylinder gedrückt werden, da er sonst beschädigt wird.**

Das System ist wieder einsatzbereit.

### 5.1.2 Massensatz

- Die Massen sollten nur mit Handschuhen angefasst werden.
- Sind trotzdem Fingerabdrücke oder andere Verschmutzungen an den Masseauflagen, können diese mit reinem Alkohol (Spiritus) entfernt werden.

### 5.2 Verschleißteile

Die O-Ringe in den Druckanschlüssen für Kolben-Zylinder-System und Prüfling unterliegen einem Verschleiß. Beide O-Ringe sind vor jeder Kalibrierung auf korrekten Sitz und Verschleiß zu prüfen. Die O-Ringe sind ggf. in regelmäßigen Zeitabständen oder bei Bedarf auszutauschen (siehe Zubehör Pkt. 8).



**Wichtig: Es dürfen nur Original-Dichtungen verwendet werden. Dichtungen abweichender Maße oder Werkstoffe bzw. Materialhärten können zu Beschädigungen am Gerät und am Prüfling führen und stellen eine Gefahr für den Bediener dar.**

### 5.3 Austausch des Hydrauliköls

Das Hydrauliköl sollte bei sichtbarer Verunreinigung ausgetauscht werden.

#### Hydrauliköl entfernen

- Entfernen Sie sowohl das Kolben-Zylinder-System als auch den Prüfling von den Druckanschlüssen
- Öffnen Sie das Absperrventil am Vorratsbehälter, schrauben Sie es vollständig heraus.
- Nehmen Sie den transparenten Behälterdeckel ab.
- Saugen Sie die Flüssigkeit aus dem Vorratsbehälter z.B. mit einer geeigneten Spritze ab.
- Kleine Restölmengen können bei geschlossenem Absperrventil am Vorratsbehälter durch langsames Eindrehen der Spindelpumpe zusätzlich an den Druckanschlüssen abgesaugt werden.
- Geringe Restölmengen können in der Spindelpumpe zurückbleiben.



Bei starker Verschmutzung des Hydrauliköls ist ggf. eine Komplettreinigung aller medienberührten Einzelkomponenten des Basements im demontierten Zustand zu empfehlen. Dieser Eingriff darf nur vom Hersteller durchgeführt werden.



**Die Altölsorgung muss gemäß den gesetzlichen Bestimmungen erfolgen.**

- Zum Wiederbefüllen und Entlüften des Systems gehen Sie wie unter Kapitel 3.1.2 bis 3.1.5 beschrieben vor.

### 5.4 Rekalibrierung

Die empfohlene Rekalibrierungsdauer beträgt: 5 Jahre

Hierbei handelt es sich um eine Empfehlung des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD). Voraussetzung für dieses Intervall ist ein sorgsamer Umgang mit System und Massen. Sollten diese, bedingt durch rauen Einsatz, Verschmutzungen oder Beschädigungen aufweisen, empfiehlt sich eine Verkürzung des Intervalls auf ca. drei Jahre.

Das Kolbenmanometer sollte sofort überholt und neu kalibriert werden, wenn:

- Die Laufeigenschaften des Kolbens sich verschlechtern (Drehdauer, Sinkrate, Sensitivität)
- Die Gewichte beschädigt sind oder korrodieren

Zur Rekalibrierung oder bei Fragen hinsichtlich des optimalen Rekalibrierungszyklus steht das DKD-Labor gerne zur Verfügung:

DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH  
Kunden-Service  
Bahnhofstr. 33  
72138 Kirchentellinsfurt

Tel: 07121-90920-0  
Fax: 07121-90920-99  
E-Mail: DT-Info@Leitenberger.de

**6. Technische Daten**
**Typ LDW 1000**

Messbereich	bar <sup>1)</sup>	0,2 ... 60	1 ... 250	2 ... 600	2 ... 1000
Erforderliche Massen	kg	30	25	30	50
Kleinsten Step	bar <sup>2)</sup>	0,1	0,5	1	1
Nominale Kolbenquerschnittsfläche	cm <sup>2</sup>	0,5	0,1	0,05	0,05
Messbereich	psi <sup>1)</sup>	2,9 ... 1000	14,5 ... 5000	29 ... 10000	29 ... 15000
Erforderliche Massen	kg	34	34	34	50
Kleinsten Step	psi <sup>2)</sup>	2	10	20	20
Nominale Kolbenquerschnittsfläche	cm <sup>2</sup>	0,5	0,1	0,05	0,05
Genauigkeit <sup>3)</sup>	% v. Messwert	0,025 <sup>4)</sup>			
Druckübertragungsmedium	hydraulisch	Spezialöl (0,5 Liter im Lieferumfang enthalten), andere Medien auf Anfrage			
Ölvorratsbehälter	cm <sup>3</sup>	110			
Anschluss Kolben-Zylinder-System		G 1/2 B Außengewinde			
Prüflingsanschluss		Schnellanschluss G 1/2 B Innengewinde standardmäßig, freilaufend, wechselbar, andere Gewindeeinsätze siehe Zubehör			
Werkstoff					
■ Kolben		Wolfram Carbid			
■ Zylinder		Wolfram Carbid			
■ Massensatz		CrNi-Stahl 1.4305 / Aluminium, nicht-magnetisch			
Spindelpumpe					
■ Hubvolumen pro Umdrehung	cm <sup>3</sup>	ca. 0,1			
■ Hubvolumen gesamt	cm <sup>3</sup>	ca. 3,9			
■ Kraftaufwand bei 250 bar	Nm	2,0			
■ Kraftaufwand bei 500 bar	Nm	4,0			
■ Kraftaufwand bei 1000 bar	Nm	8,0			
Betriebstemperatur	°C	18 ... 28			
Gewicht					
■ Basement (ohne Massenscheiben)	kg	11,7			
■ Kolben-Zylinder-System	kg	1,5			
■ BAR Grundmassensatz inkl. Glocke	kg	30,8			
■ BAR Erweiterungsmassensatz inkl. Tragekoffer (nur für 1000 bar)	kg	24,0			
■ PSI Grundmassensatz inkl. Glocke	kg	37,0			
■ PSI Erweiterungsmassensatz inkl. Tragekoffer (nur für 15000 psi)	kg	21,5			
Abmessungen					
■ Basement	mm	365 (B) x 483 (T) x 294 (H), Details siehe technische Zeichnung			
■ Tragekoffer für Erweiterungsmassensatz	mm	215 (B) x 310 (T) x 310 (H)			
Kalibrierung		Werkskalibrierschein (optional: DKD-Kalibrierschein)			

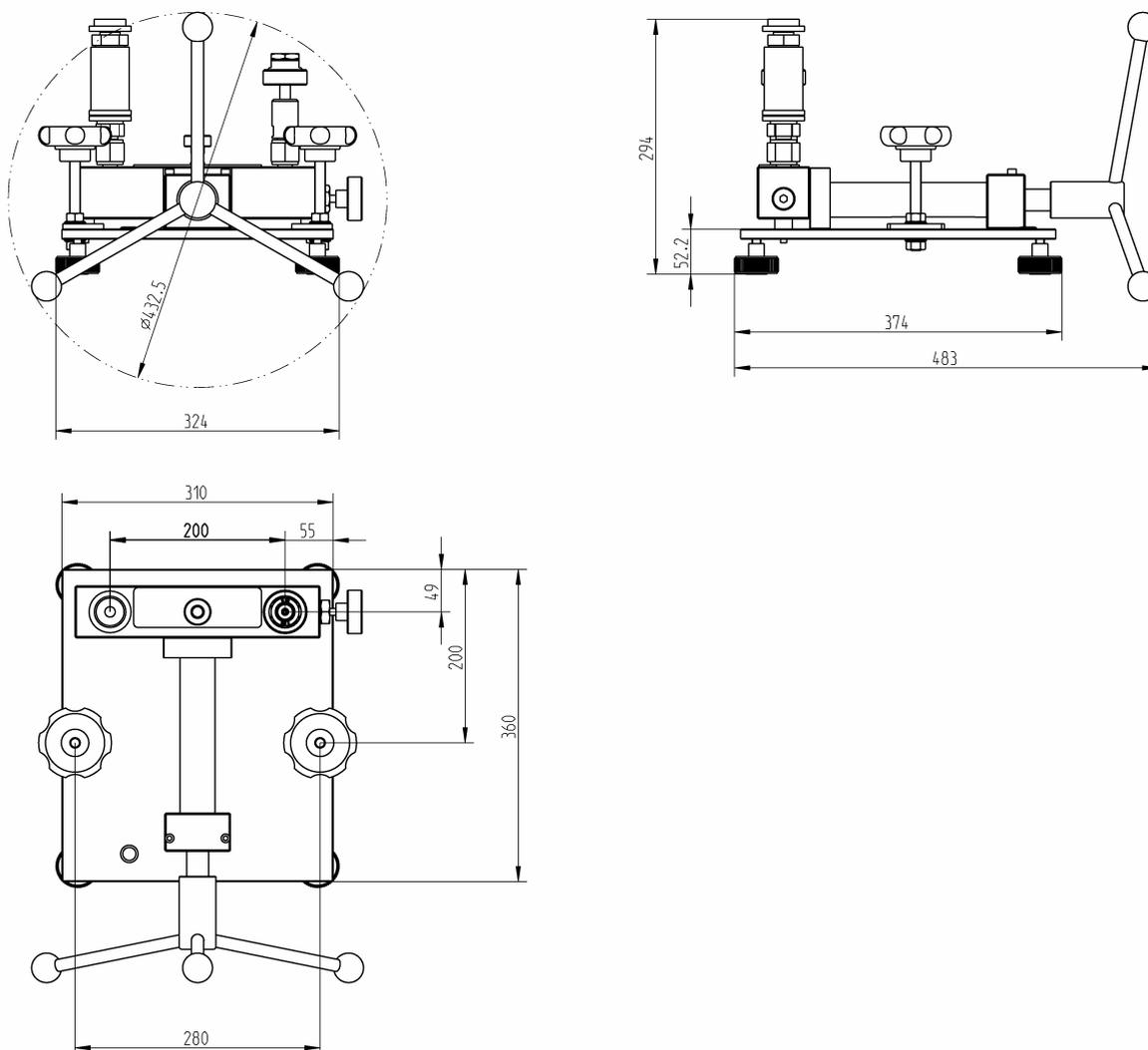
1) Der Startwert entspricht dem durch den Kolben (aufgrund seines Eigengewichtes) erzeugten Druckwert

2) Der kleinste Druckänderungswert, der aufgrund des Standardmassensatzes erreicht wird. Zur Reduzierung ist optional ein Feinmassensatz erhältlich.

3) Die Genauigkeit wird ab 10% des Messbereiches auf den Messwert bezogen. Im unteren Bereich gilt ein Festfehler, bezogen auf 10% des Bereiches

4) Messunsicherheit bei Referenzbedingungen (Umgebungstemperatur 20°C, Luftdruck 1013 mbar, relative Luftfeuchte 40 %). Bei Einsatz ohne CalibratorUnit müssen ggf. Korrekturen angebracht werden.

## Abmessungen



## Standard-Lieferumfang

- Basement mit Staubschutzhaube
- Spindelpumpe zum Druckaufbau / Feineinstellung
- Schnellanschluss für Prüflinge
- Kolben-Zylinder-System mit Glocke
- Grundmassensatz auf Basement
- Erweiterungsmassensatz im Tragekoffer (nur für Messbereiche 1000 bar bzw. 15000 psi)
- Massensatz gefertigt auf Norm-Fallbeschleunigung von  $9,80665 \text{ m/s}^2$
- Spezialöl (0,5 Liter)
- Betriebsanleitung in deutscher und englischer Sprache
- Werkskalibrierschein

## 7. Gewichtstabellen

Die folgenden Tabellen zeigen für die jeweiligen Messbereiche die Anzahl der Massestücke innerhalb eines Massensatzes mit ihren nominalen Massewerten und den daraus resultierenden Nenndrücken.

Sollten Sie das Gerät nicht unter Referenzbedingungen einsetzen (Umgebungstemperatur 20°C, Luftdruck 1013 mbar, relative Luftfeuchte 40 %), sind die Korrekturen gemäß Punkt 2.3 zu berücksichtigen.

### 7.1 Messbereiche in BAR

Messbereich [bar]	0,2 ... 60		1 ... 250		2 ... 600		2 ... 1000	
	Anzahl	Nenndruck je Stück	Anzahl	Nenndruck je Stück	Anzahl	Nenndruck je Stück	Anzahl	Nenndruck je Stück
		bar		bar		bar		bar
Kolben	1	0,2	1	1	1	2	1	2
Glocke	1	1,6	1	8	1	16	1	16
Kolbenteller	1	0,1	1	0,5	1	1	1	1
Massen zu 4 kg	6	8	5	40	6	80	11	80
Massen zu 2 kg	2	4	2	20	2	40	2	40
Massen zu 1 kg	1	2	1	10	1	20	1	20
Massen zu 0,5 kg	1	1	1	5	1	10	1	10
Massen zu 0,2 kg	1	0,4	1	2	1	4	1	4
Massen zu 0,1 kg	1	0,2	1	1	1	2	1	2
Massen zu 0,05 kg	1	0,1	1	0,5	1	1	1	1

### 7.2 Messbereiche in PSI

Messbereich [psi]	2,9 ... 1000		14,5 ... 5000		29 ... 10000		29 ... 15000	
	Anzahl	Nenndruck je Stück	Anzahl	Nenndruck je Stück	Anzahl	Nenndruck je Stück	Anzahl	Nenndruck je Stück
		psi		psi		psi		psi
Kolben	1	2,9	1	14,5	1	29	1	29
Glocke	1	23,1	1	115,5	1	231	1	231
Kolbenteller	1	1,1	1	5,5	1	11	1	11
Massen zu 3,5 kg	9	100	9	500	9	1000	14	1000
Massen zu 1,4 kg	1	40	1	200	1	400	1	400
Massen zu 1 kg	1	30	1	150	1	300	1	300
Massen zu 0,7 kg	2	20	2	100	2	200	2	200
Massen zu 0,35 kg	1	10	1	50	1	100	1	100
Massen zu 0,175 kg	1	5	1	25	1	50	1	50
Massen zu 0,14 kg	1	4	1	20	1	40	1	40
Massen zu 0,07 kg	1	2	1	10	1	20	1	20

**8. Zubehör**

**Intelligentes Kalibrier-Modul IKM**

Kompakter Rechner für den Einsatz mit einem Kolbenmanometer. Das Intelligente Kalibrier-Modul IKM bestimmt die für den gewünschten Druck erforderlichen Masseauflagen. Optional werden kritische Umgebungsparameter erfasst und korrigiert sowie Druckmessumformer mit Hilfsenergie versorgt und deren Sensorsignal erfasst.



Technische Daten nach Datenblatt IKM.

Folgende Ausführungen sind erhältlich:

Bezeichnung / Ausführung	Bestell-Nr.
IKM Basisversion	CPB5000-KM-UB
IKM Metrology-Extension <sup>1)</sup>	CPB5000-KM-ME
IKM Transmitter-Extension <sup>2)</sup>	CPB5000-KM-TE

1) beinhaltet Sensoren für Kolbentemperatur (Messung direkt am System) und Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftdruck, Feuchte)

2) Messfunktion für analoge Druckmessumformer inkl. Spannungsversorgung DC 24 V

**Weiteres Zubehör**

Bezeichnung / Ausführung	Bestell-Nr.
Feinmassensatz (1 mg bis 50 g), Klasse F1	CPB5000-FGS
Aufnahme für Prüflinganschluss für Geräte bis NG 250	11279614
Adapterset für Schnellspannverschluss im Etui mit Gewindeeinsätzen G 1/4, G 3/8, 1/2 NPT, 1/4 NPT und M20 x 1,5 zur Aufnahme in die Rändelmutter am Prüflinganschluss	LSP-ADAPTER-SET
Adapterset „NPT“ für Schnellspannverschluss im Etui mit Gewindeeinsätzen 1/8 NPT, 1/4 NPT, 3/8 NPT und 1/2 NPT zur Aufnahme in die Rändelmutter am Prüflinganschluss	LSP-ADAPTER-NPT
Winkelanschlussstück 90°, für Prüflinge mit rückseitigem Anschluss	CPB5000-WA90
O-Ring-Set bestehend aus jeweils 10 Stück Ersatzdichtungen für die beiden Druckanschlüsse des LDW 1000	LSP-DOV
Spezialöl für LDW 1000 bis max. 1000 bar, 1 Liter	CPB5000-FLUID
Reinigungsset für Kolben-/Zylinder-Systeme, hydraulisch	12481425

**Herstellereklärung  
Richtlinie 97/23/EG "Druckgeräterichtlinie (DGRL)"**

Wir erklären in alleiniger Verantwortung, dass nachstehend genanntes Produkt

Typ: **LDW 1000**

Beschreibung: Druckwaage / Kolbenmanometer

gemäß gültigem Datenblatt "LDW 1000" mit der Richtlinie übereinstimmt und entsprechend geltender guter Ingenieurpraxis ausgelegt und gefertigt wird.

---

***Declaration of the Manufacturer  
Directive 97/23/EG "Pressure Equipment Directive (PED)"***

*We declare under our sole responsibility, that the product*

*Type: **LDW 1000***

*Description: Deadweight Tester / Pressure Balance*

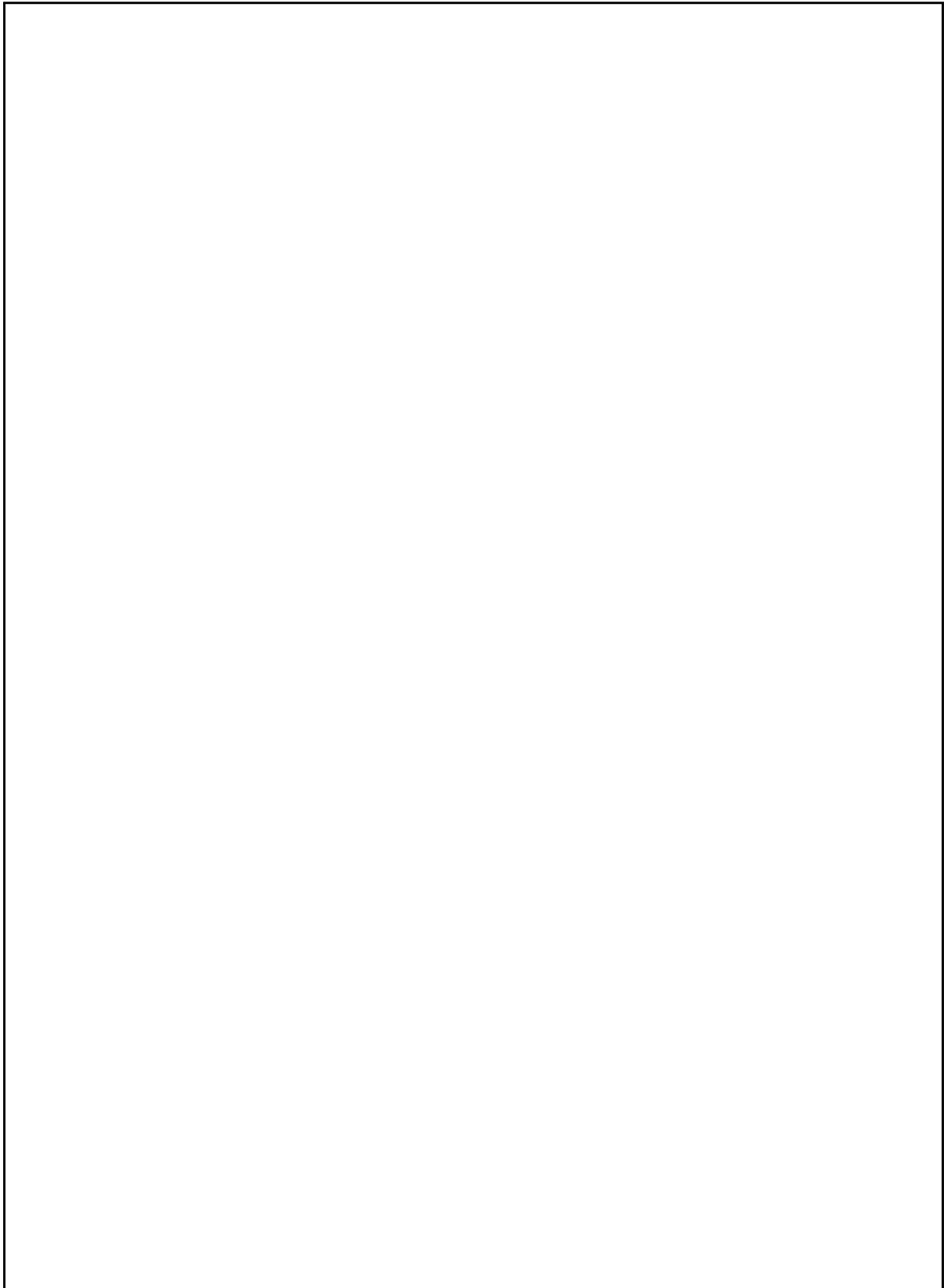
*according to the actual data sheet "LDW 1000" correspond with the directive and is designed and produced in accordance with sound engineering practice.*

---

DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH  
Kirchentellinsfurt, GERMANY - 01. September 2008

  
(Gernot Coulon - Geschäftsführer / C.E.O.)

**Notizen / Notes:**

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for taking notes. It occupies the majority of the page's vertical space.

[www.druck-temperatur.de](http://www.druck-temperatur.de)

[www.LR-Cal.de](http://www.LR-Cal.de)

[www.Kalibriersysteme.de](http://www.Kalibriersysteme.de)

[www.Kalibrier-Forum.de](http://www.Kalibrier-Forum.de)

[www.Leitenberger.de](http://www.Leitenberger.de)

[www.LR-Cal.com](http://www.LR-Cal.com)

[www.Leitenberger.com](http://www.Leitenberger.com)