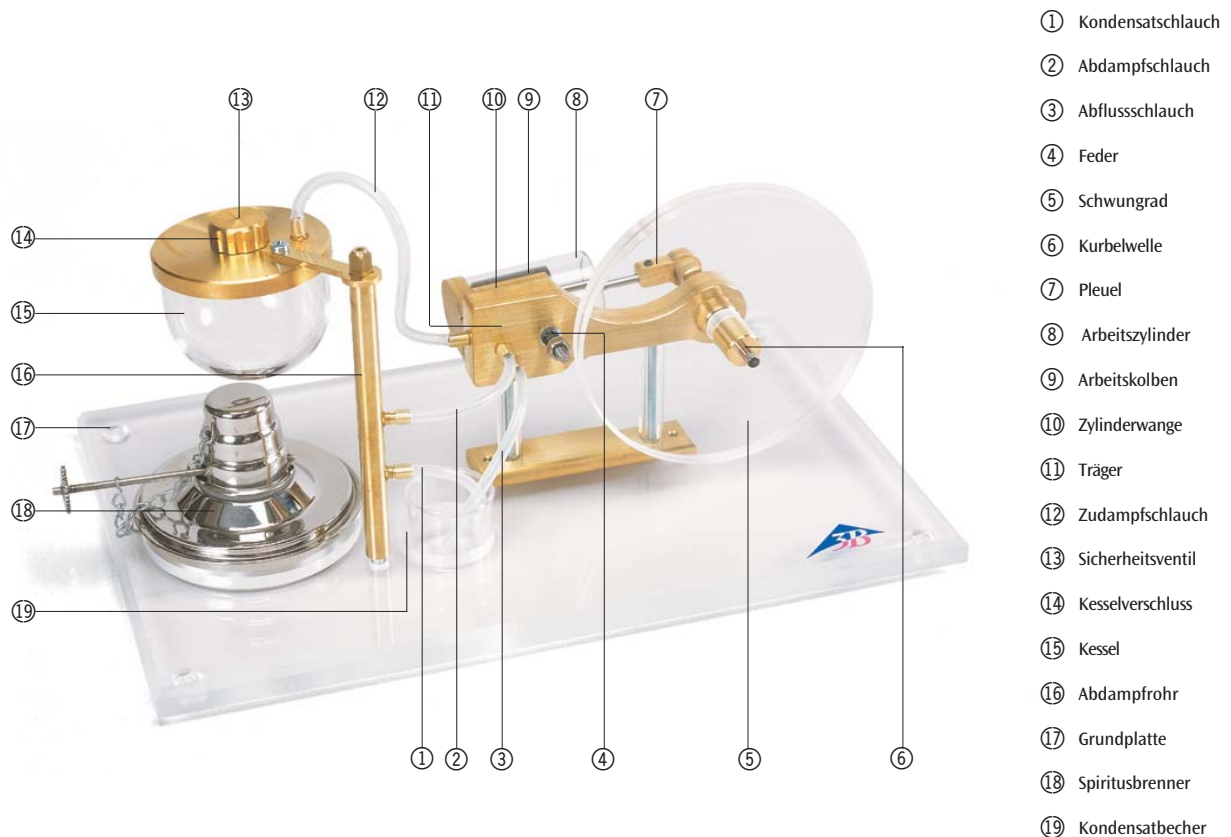


## Dampfmaschine, transparent U10055

### Bedienungsanleitung

07/05 ALF



Die Dampfmaschine dient zur Demonstration der Funktionsweise einer oszillierenden Dampfmaschine.

#### 1. Sicherheitshinweise

- Für Dampfmaschinen gelten die Sicherheitsnormen nach DIN 31000:1979-03.

| Sicherheitsnormen Dampfmaschinen allgemein                                                                           | Bezogen auf Dampfmaschine U10055                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1. Keine scharfen Ecken und Kanten                                                                                   | 1. Es sind keine scharfen Ecken und Kanten vorhanden.                  |
| 2. Schutz gegen Korrosion                                                                                            | 2. Es wurden keine korrosionsanfälligen Werkstoffe verwendet.          |
| 3. Temperaturbegrenzung bei Bedienungselementen                                                                      | 3. Der Docht des Spiritusbrenners ist verstellbar.                     |
| 4. Bei der Dampfmaschine darf der Kesselinhalt 2000 ccm und der Betriebsdruck 1,5 bar Überdruck nicht überschreiten. | 4. Der Kesselinhalt beträgt 50 ccm. Der Betriebsdruck beträgt 0,5 bar. |

| Sicherheitsnormen Dampfmaschinen allgemein                                                                                                                   | Bezogen auf Dampfmaschine U10055                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Ein unverstellbares Federsicherheitsventil aus nicht rostendem Material, wobei der Ansprechdruck unter max. 3,0 bar (2-facher Betriebsdruck) liegen muss. | 5. Ein unverstellbares Federsicherheitsventil aus nicht rostendem Material ist vorhanden, wobei der Ansprechdruck 1,0 bar (2-facher Betriebsdruck) beträgt.                                       |
| 6. Der Berstdruck des Kessels beträgt wenigstens den 3-fachen Betriebsdruck.                                                                                 | 6. Der Berstdruck des Kessels beträgt wenigstens 1,5 bar (mind. 3-facher Betriebsdruck). Jeder Kessel wird durch eine Berstdruckprüfung (2 bar+) auf seine Sicherheit und Dichtheit kontrolliert. |
| 7. Der Wasserstand muss möglichst als Schauglas angezeigt werden.                                                                                            | 7. Der Wasserstand wird jederzeit durch den gläsernen Kessel angezeigt.                                                                                                                           |
| 8. Eine leicht verständliche Gebrauchsanleitung und die Kennzeichnung mit Namen oder Zeichen des Herstellers ist vorgeschrieben.                             | 8. Eine Gebrauchsanweisung wird mit jedem Gerät geliefert. Auf der Grundplatte befindet sich ein entsprechender Siebdruck.                                                                        |

- Dampfmaschine nur in Betrieb nehmen, wenn sich alle Bauteile in einem einwandfreien Zustand befinden und deren Funktionstüchtigkeit gewährleistet ist. Insbesondere ist darauf zu achten, dass sich im gläsernen Kessel ⑮ kein Riss befindet oder er nicht anderweitig beschädigt ist.
- Ausschließlich destilliertes Wasser, entmineralisiert nach VDE 0510, verwenden. Bei Gebrauch herkömmlichen Leitungswassers ist durch entsprechende Ablagerungen an sicherheitsrelevanten Bauteilen deren Funktionsfähigkeit nicht mehr gewährleistet.
- Brennspritus vorsichtig in Spiritusbrenner ⑱ einfüllen, darauf achten, dass nichts verschüttet wird.
- Spiritusbrenner nie befüllen, solange der Docht noch glimmt oder eine andere offene Flamme in der Nähe ist.
- Spiritusflasche nach Gebrauch sofort verschließen.
- Nicht in die offene Flamme fassen.
- Vorsicht! Flamme des Spiritusbrenners nur mit dem befestigten Deckel löschen. Die Flamme nicht in der Nähe des Kessels ausblasen, da ein plötzlicher Temperaturwechsel zum Bruch des gläsernen Kessels führen kann.
- Die Beheizung des Kessels ist nicht zulässig, wenn er nicht mit Wasser gefüllt ist. Daher ist die Flamme des Spiritusbrenners rechtzeitig zu löschen.
- Während und nach dem Betrieb der Dampfmaschine Dampf führende Bauteile insbesondere Kessel ⑮, Schläuche ①, ②, ③, ⑫, Abdampfrohr ⑯, Träger ⑪ und auch Spiritusbrenner ⑱ nicht berühren. Verbrennungsgefahr!
- Dampfmaschine vor dem Wegräumen abkühlen lassen.

## 2. Beschreibung, technische Daten

Die oszillierende Dampfmaschine wurde für den Einsatz als Lehrmittel konzipiert. Um die einzelnen Bewegungsabläufe jederzeit beobachten zu können, wurde bei der Konstruktion insbesondere Wert auf Transparenz gelegt. Daher bestehen Arbeitszylinder ⑧ und Kessel ⑮ aus hitzebeständigem Spezialglas sowie das Schwungrad ⑤

aus Acryl-Glas. Die gehärtete Kurbelwelle ⑥ und das Pleuel ⑦ sind kugelgelagert. Der aus Graphit gefertigte Arbeitskolben ⑨ läuft im Arbeitszylinder trocken - ohne zusätzliche Schmierung. Deshalb arbeitet die Dampfmaschine sehr leise und dauerlauffest mit einer Leistung von ca. 1 W mechanisch. Das Sicherheitsventil ⑬ befindet sich im Kesselverschluss ⑭. Es öffnet sich, sobald der Druck im Kessel 1,0 bar überschreitet. Unabhängig hiervon verfügt die Maschine über eine zweite Überdrucksicherung. Bis zu einem Überdruck von ca. 1,5 bar wird der Wasserdampf in die Kanäle des Trägers ⑪ gepresst und über den Kondensatschlauch ① abgeführt. Bei einem Druck über 1,5 bar wird die Zylinderwange ⑩ durch Nachgeben der Feder ④ vom Träger weggedrückt, so dass der Wasserdampf ungehindert aus dem Dampfeinlassloch des Trägers strömen kann.

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| Kolbendurchmesser:                  | 19 mm           |
| Kolbenhub:                          | 10 mm           |
| Kesseldurchmesser:                  | 50 mm           |
| Kesselvolumen                       | 50 ml           |
| Laufzeit je Füllung:                | ca. 20 – 25 min |
| Drehzahl                            | 800 U/min.      |
| Mech. Leistung                      | ca. 1 W         |
| Betriebsdruck max.                  | 0,5 bar         |
| Ansprechdruck Sicherheitsventil:    | 1,0 bar         |
| Berstdruckprüfung des Kessels min.: | 2,0 bar         |

## 3. Funktionsprinzip

Im Gegensatz zu einer schiebergesteuerten Dampfmaschine bewegt sich der Zylinder bei einer oszillierenden Dampfmaschine um eine Mittelachse und öffnet bzw. schließt während seiner Bewegung den Ein- und Auslass der Dampfkanäle.

Im Kessel wird das Wasser erhitzt und Wasserdampf erzeugt. Der Wasserdampf strömt über den Zudampfschlauch ⑫ in den Träger zum Dampfeinlassloch. Sobald sich die Öffnung des Zylinders und die Frischdampfzuführung begegnen, strömt Dampf in den Zylinder und verdrängt den Kolben (Fig. 1 a). Wenn der Kolben in der untersten Stellung angekommen ist, sind die Dampfka-

nale geschlossen. Mit Hilfe des Schwungrads wird dieser Totpunkt überwunden (Fig. 1 b). In der nächsten Phase bewegt sich der Kolben zurück, öffnet das Dampfauslassloch und drückt den Dampf hinaus (Fig. 1 c). Der Dampf wird über den Abdampfschlauch ② und das Abdampfrohr ⑬ abgeführt. Angefallenes Kondensat wird

über den Kondensatschlauch ① in den Kondensatbecher ⑭ abgeleitet. Der Kolben erreicht den oberen Totpunkt, bei dem wieder beide Dampfkanäle geschlossen sind. Nach Überwindung des oberen Totpunktes mittels des Schwungrads wird wieder Dampf zugeführt und der Prozess beginnt erneut (Fig. 1 d).

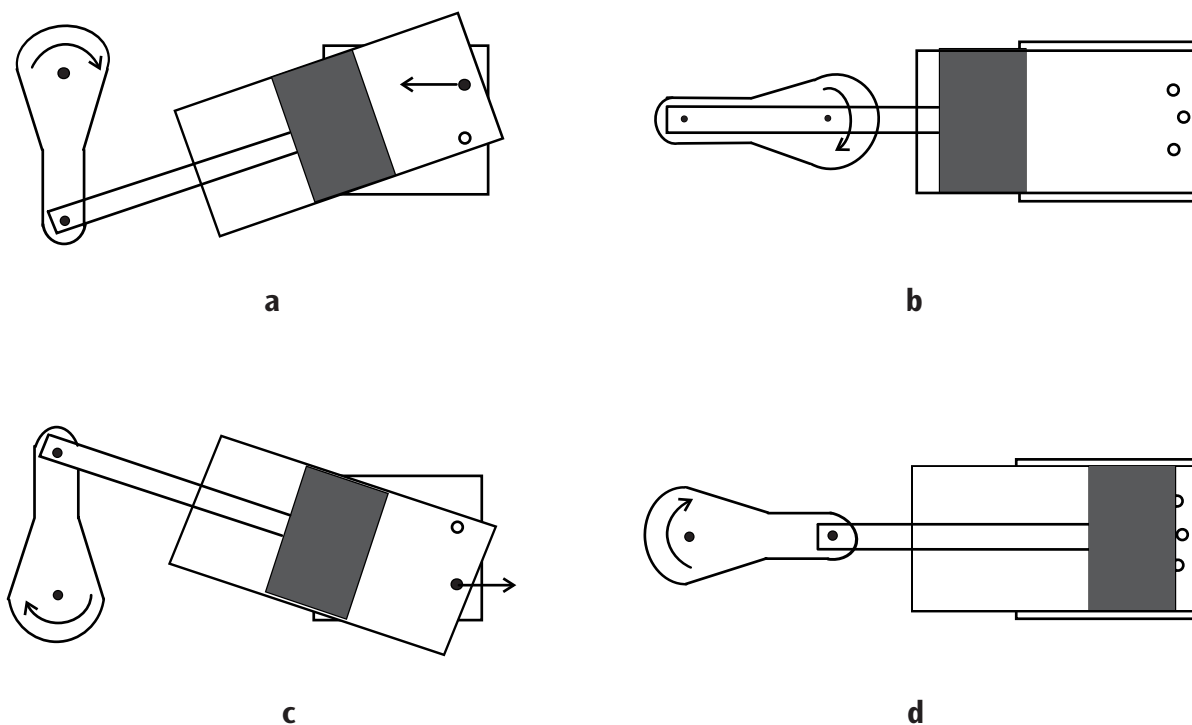


Fig.1: Arbeitszyklus der oszillierenden Dampfmaschine

#### 4. Bedienung

- Füllschraube ⑭ öffnen und Kessel mit destilliertem Wasser (entmineralisiert nach VDE 0510) befüllen. Den Kessel nicht vollständig bis zum Kesseldeckel füllen sondern ca. 5 mm Luftsäule beibehalten. Die Dampfmaschine funktioniert ebenso gut bei nur halb gefülltem Kessel. Lediglich das Betriebsintervall verringert sich entsprechend.
- Docht des Spiritusbrenners entzünden und Kessel beheizen.
- Dampfeinlassloch zum zügigeren Druckaufbau schließen.
- Nach ca. zwei Minuten beginnt das Wasser im Kessel zu sieden. Von nun an werden noch weitere ca. 2 – 3 Minuten benötigt, um den notwendigen Betriebsdruck aufzubauen. Wasserdampf strömt über den Zudampfschlauch in den Träger zum Dampfeinlassloch. Überschüssiges Kondensat wird über den Abflussschlauch ③ in den Kondensatbecher abgeleitet. Hierzu wurden Kanäle in den Träger gefräst, in denen das Kondensat gesammelt und abgeleitet wird.
- Die Maschine kann nun durch Drehung des Schwungrades im Uhrzeigersinn (bei Blick auf den Arbeitszylinder) in Betrieb genommen werden.
- Die Leistung der Maschine nimmt ab, wenn nicht mehr genügend Wasser im Kessel vorhanden ist. Die

Beheizung des Kessels ist nicht zulässig, wenn er nicht mit Wasser gefüllt ist. Daher ist die Flamme des Spiritusbrenners rechtzeitig zu löschen.

- Die Flamme des Spiritusbrenners nicht in der Nähe des Kessels ausblasen, sondern mit dem befestigten Deckel löschen.
- Während des Abkühlungsprozesses wird das Kondensat aus dem Kondensatbecher über Kondensatschlauch, Träger und Zudampfschlauch in den Kessel gesogen.

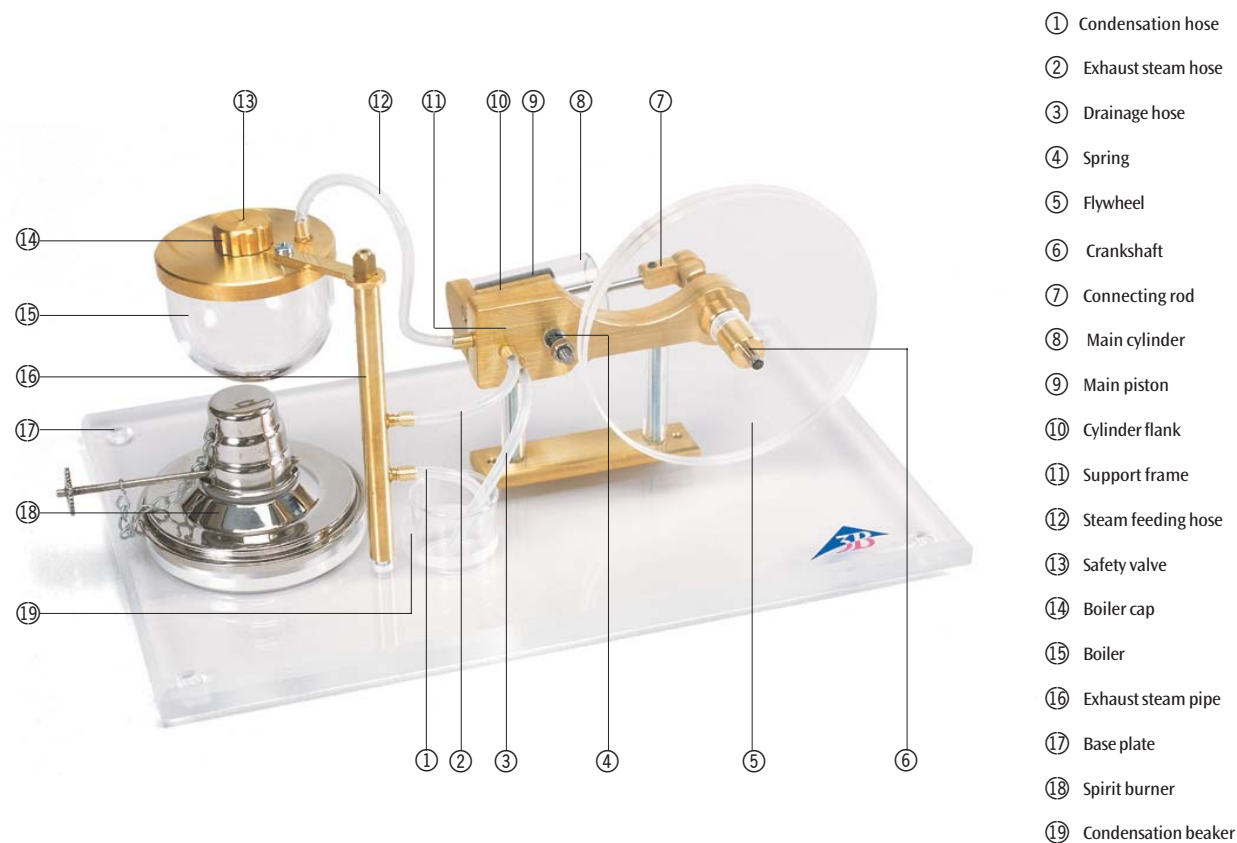
#### 5. Aufbewahrung und Reinigung

- Dampfmaschine staubfrei lagern.
- Zur Reinigung der Dampfmaschine feuchtes Tuch ggf. mit etwas Spülmittel verwenden. Acrylglasteile nie mit Lösungsmitteln oder aggressiven Putzmitteln reinigen.
- Nach häufiger Inbetriebnahme kann sich durch steti-ge Flammeneinwirkung an der Unterseite des Kessels ⑮ eine Rußschicht ablagern. Diese lässt sich jedoch mit einem in Aceton getränkten Lappen lösen und entfernen.
- Nach der Reinigung gut abtrocknen, um Wasserflecke zu vermeiden.

Steam engine, transparent U10055

Instruction Sheet

07/05 ALF



The steam engine is used to demonstrate how an oscillating steam engine functions.

1. Safety instructions

- The safety standards applicable to the steam engine are specified in DIN 31000:1979-03.

| General safety standards applicable to steam engines                                                                  | Specific conformance of steam engine U10055                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1. No sharp corners or edges                                                                                          | 1. There are no sharp corners or edges on this device.               |
| 2. Protection against corrosion                                                                                       | 2. No materials that are subject to corrosion have been used.        |
| 3. Temperature limiting for operating elements                                                                        | 3. The wick of the spirit burner can be adjusted.                    |
| 4. The boiler capacity of the steam engine may not exceed 2000 cc Maximum operating pressure may not exceed 1.5 bars. | 4. The boiler capacity is 50 cc. The operating pressure is 0.5 bars. |

| General safety standards applicable to steam engines                                                                                                                          | Specific conformance of steam engine U10055                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. An adjustable spring-operated safety valve made of non-rusting material with a safety threshold of no more than 3.0 bars (double the operating pressure) must be provided. | 5. This unit is equipped with an adjustable spring-operated safety valve made of non-rusting material with a safety threshold of 1.0 bar (double the operating pressure)                       |
| 6. The bursting pressure of the boiler should be no less than 3-times the operating pressure.                                                                                 | 6. The boiler's bursting pressure is at least 1.5 bars (at least three times the operating pressure). Each boiler is checked for safety and leaks by means of a burst pressure test (2 bars+). |
| 7. The water level must be visible, if possible, with the aid of an inspection window.                                                                                        | 7. The water level is visible at all times because of the glass boiler.                                                                                                                        |
| 8. An easy to understand instruction sheet is required plus a label with the name or logo of the manufacturer.                                                                | 8. An instruction sheet is supplied with each apparatus. An appropriate silk-screen printed label is located on the base plate.                                                                |

- Only put the steam engine into operation if all of the components are in perfect condition and their functionality is assured. Special attention must be made to ensure that there are no cracks or any other damage to the glass boiler ⑮.
- Only use distilled water that has been demineralised as per VDE 0510. If conventional tap water is used the associated deposits that form on the safety-relevant components mean that functionality can no longer be guaranteed.
- Carefully pour alcohol into the burner ⑮. Make sure that nothing spills.
- Never pour in alcohol while the wick is still glowing or if there is any other open flame in the immediate proximity.
- Seal the bottle of alcohol immediately after use.
- Keep away from the open flame. Be careful! Only extinguish the burner flame by means of the attached cover. Do not blow on the flame in the proximity of the boiler, as any sudden temperature change could cause the boiler to crack.
- The boiler may not be heated unless it is filled with water. For that reason it is important to extinguish the lamp's flame before it boils dry.
- Do not touch any components steam carrying, particularly the boiler ⑮, hoses ①, ②, ③, ⑫, steam exhaust pipe ⑬ and support frame ⑪. Do not touch the spirit burner ⑮ during or after operating the steam engine either. Risk of burns!
- Let the steam engine cool before storing.

## 2. Description, technical data

The oscillating steam engine has been designed for use in a training and educational environment. In order that individual operations and dynamic processes should be observable, particular emphasis has been placed on transparent construction. For that reason the main cylinder ⑧ and boiler ⑮ are made of heat-resistant special glass and the flywheel ⑤ is made of acrylic. The hardened crankshaft ⑥ and the connecting rod ⑦ are ball-bearing mounted. The graphite piston ⑨ runs dry in the

operating cylinder – i.e. without any added lubricant. For that reason the steam engine runs very quietly and safely for long periods, providing a mechanical power output of approx. 1 W. The safety valve ⑬ is located in the boiler cap ⑭. It opens as soon as the boiler pressure exceeds 1.0 bar. In addition, the machine is also equipped with a second, independent excess pressure safety mechanism. Up to a pressure of approx. 1.5 bars the steam is forced into the ducts of the support frame ⑪ and discharged via the condensation hose ①. When the pressure exceeds 1.5 bars the cylinder flank ⑩ is forced away from the frame because the tension in the spring ④ is overcome so that the steam can flow unimpeded out of the steam inlet hole in the frame.

|                                        |                    |
|----------------------------------------|--------------------|
| Piston diameter:                       | 19 mm              |
| Piston stroke:                         | 10 mm              |
| Boiler diameter:                       | 50 mm              |
| Boiler volume:                         | 50 ml              |
| Operating time per filling:            | approx. 20-25 mins |
| Speed:                                 | 800 rpm            |
| Mech. Power output:                    | approx. 1 W        |
| Max. operating pressure:               | 0.5 bars           |
| Trigger pressure of the safety valve:  | 1.0 bars           |
| Minimum boiler bursting pressure test: | 2.0 bars           |

## 3. How the apparatus works

Unlike a slide-valve steam-engine, an oscillating steam engine has a cylinder that rotates on a central shaft causing steam inlet and outlet ducts to open and close. Water in the boiler begins to boil, and thus steam is generated. The steam flows via the steam inlet hose ⑫ into the frame then through the steam inlet hole. As soon the opening of the cylinder is fed with fresh steam, steam flows into the cylinder and displaces the piston (Fig. 1, a). When the piston reaches its lowest point, the steam ducts are closed. This slack point is passed thanks to the inertia of a flywheel (Fig 1, b). In the next phase, the piston moves back, opens the steam outlet and pushes out the steam

(Fig. 1, c). The steam flows out via the exhaust steam hose ② and the exhaust steam pipe ⑯. The condensed water that accumulates drips out via the condensation hose ① into the condensation beaker ⑱.

When the piston has reached the dead point at the top, both of the steam ducts are closed again. The flywheel drags the engine past this top slack point, after which steam is once again fed in and the procedure repeats from the start (Fig. 1, d).

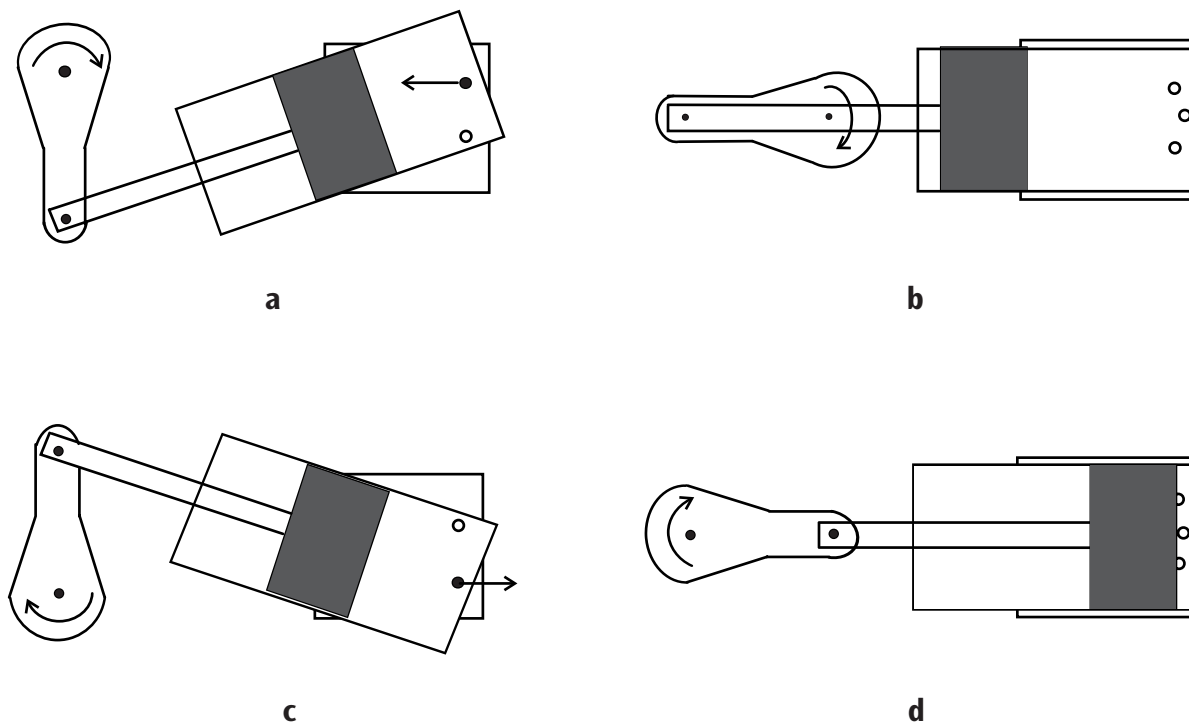


Fig. 1: Work cycle of an oscillating steam engine

#### 4. Operation

- Open the boiler cap ⑭ and fill up the boiler with distilled water (demineralised water conforming to VDE 0510). Do not fill up the boiler to the brim, maintain an air column of approx. 5 mm. The steam engine functions equally well even if the boiler is only half-filled. Only the operating duration is correspondingly reduced.
- Light the wick of the spirit burner and heat the boiler.
- Shut the steam inlet opening to enable quicker build up of pressure.
- After approx. 2 minutes, the water in the boiler begins to boil. From this point onwards, only approx. 2-3 minutes are needed to attain the required operating pressure. Steam flows via the steam feeding hose into the steam inlet opening. Excess condensed water drips into the condensate beaker via the drainage hose ③. For this purpose, channels that facilitate collection and transfer of the condensed water are milled into the frame.
- The engine can now be operated by turning the flywheel in a clockwise direction (while observing the main cylinder).

- The power of the engine decreases if there is not enough water left in the boiler. It is not permitted to heat the boiler if it is not filled with water. The spirit burner should, therefore, be extinguished at the appropriate time.
- Do not blow out the flame in the proximity of the boiler. Use the attached cap to extinguish the flame.
- During the cooling process, condensed water is sucked up from the condensation beaker via the condensation hose, frame and steam feeding hose and transferred into the boiler.

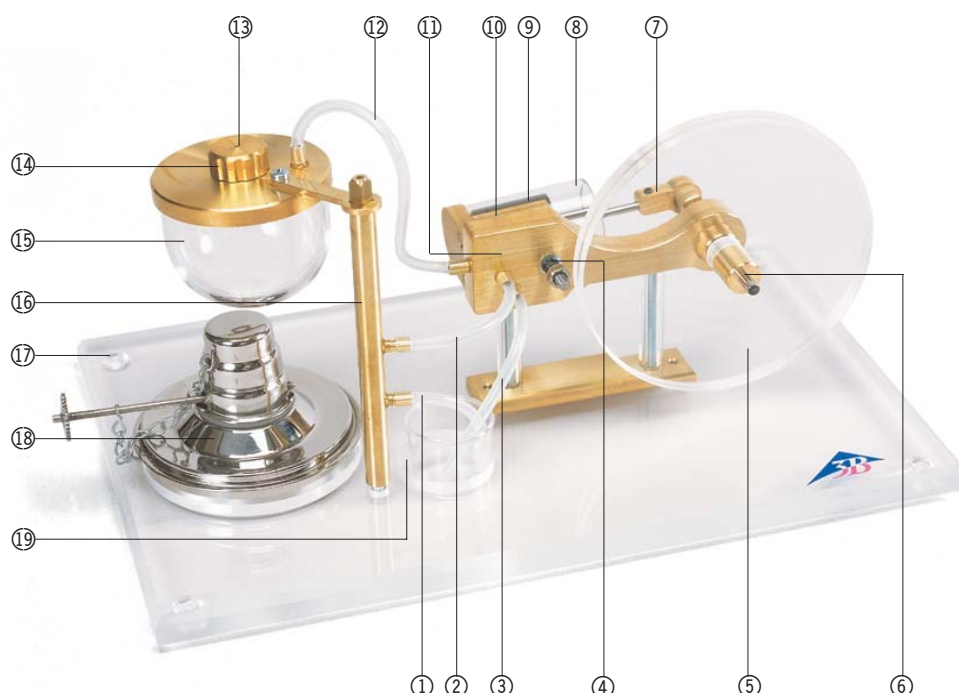
#### 5. Storage and maintenance

- Store the steam engine in a dust-free place.
- To clean use a damp cloth, if necessary, with some washing-up liquid. Never use solvents or aggressive cleaning agents to clean the acrylic glass components.
- Frequent use of the apparatus may cause a layer of soot to deposit on the underside of the boiler ⑮ due to the constant play of a flame. This, however, can be dissolved and removed by using a cloth soaked in acetone.
- In order to prevent water stains appearing, dry thoroughly after cleaning.

## Machine à vapeur transparente U10055

### Manuel d'utilisation

07/05 ALF



- ① Tuyau d'eau de condensation
- ② Tuyau de vapeur
- ③ Tuyau d'écoulement
- ④ Ressort
- ⑤ Roue volante
- ⑥ Manivelle
- ⑦ Bielle
- ⑧ Cylindre de travail
- ⑨ Piston de travail
- ⑩ Paroi de cylindre
- ⑪ Support
- ⑫ Tuyau d'amenée de vapeur
- ⑬ Soupape de sécurité
- ⑭ Fermeture de chaudière
- ⑮ Chaudière
- ⑯ Tube d'évacuation de vapeur
- ⑰ Plaque de base
- ⑱ Brûleur
- ⑲ Gobelet d'eau de condensation

La machine à vapeur permet de démontrer le fonctionnement d'une machine à vapeur oscillante.

#### 1. Consignes de sécurité

- Les machines à vapeur sont soumises aux normes de sécurité selon DIN 31000:1979-03.

| Normes de sécurité machines à vapeur en général                                                                               | Relatives à la machine à vapeur U10055                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Pas de coins ni arêtes tranchants                                                                                          | 1. Il n'y a pas de coins ni arêtes tranchants.                                                       |
| 2. Protection contre la corrosion                                                                                             | 2. Aucun matériau sensible à la corrosion n'a été utilisé.                                           |
| 3. Limitation de température pour les éléments de manipulation                                                                | 3. La mèche du brûleur peut être ajustée                                                             |
| 4. Le volume de la chaudière ne doit pas dépasser 2 000 cm <sup>3</sup> et la pression de service une surpression de 1,5 bar. | 4. La chaudière offre une capacité de 50 cm <sup>3</sup> . La pression de service s'élève à 0,5 bar. |

| Normes de sécurité machines à vapeur en général                                                                                                                     | Relatives à la machine à vapeur U10055                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Soupape de sécurité non ajustable à ressort en matériau inox, la pression de réponse ne devant pas être inférieure à max. 3,0 bars (double pression de service). | 5. La machine présente une soupape de sécurité non ajustable à ressort en matériau inox, la pression de réponse s'élevant à 1,0 bar (double pression de service).                                                                                       |
| 6. La pression d'éclatement de la chaudière doit s'élever à au moins trois fois la pression de service.                                                             | 6. La pression d'éclatement de la chaudière s'élève à au moins 1,5 bar (au moins trois fois la pression de service). La sécurité et l'étanchéité de chaque chaudière sont surveillées par un dispositif de contrôle de pression d'éclatement (2 bars+). |
| 7. Dans la mesure du possible, le niveau d'eau doit être affiché à l'aide d'un verre-regard.                                                                        | 7. Le niveau d'eau est visible à tout moment à travers la chaudière transparente.                                                                                                                                                                       |
| 8. Un manuel d'utilisation aisément compréhensible et une identification avec nom ou sigle du constructeur sont indispensables.                                     | 8. Un manuel d'utilisation est livré avec chaque appareil. Une plaquette sérigraphiée est appliquée sur la plaque de base.                                                                                                                              |

- Ne mettre la machine à vapeur en marche que si tous les composants sont en parfait état et que leur fonctionnement est garanti. Veiller notamment à ce que la chaudière en verre ⑮ ne présente aucune fissure ni aucun autre endommagement.
- Utiliser uniquement de l'eau distillée, déminéralisée selon VDE 0510. L'emploi d'eau du robinet normale entraîne des dépôts sur les composants importants pour la sécurité et ne peut donc plus garantir le parfait fonctionnement de ces derniers.
- Remplir avec précaution l'alcool dénaturé dans le brûleur ⑱, en veillant à ne rien renverser.
- Ne jamais remplir le brûleur lorsque la mèche est encore rouge ou en cas de présence d'une flamme nue à proximité.
- Refermer le flacon d'alcool dénaturé immédiatement après son emploi.
- Ne jamais toucher la flamme nue.
- Prudence ! Eteindre la flamme du brûleur uniquement avec le couvercle qui y est fixé. Ne pas souffler la flamme à proximité de la chaudière, car un brusque changement de température peut provoquer la cassure de la chaudière en verre.
- Si elle n'est pas remplie d'eau, il est interdit de chauffer la chaudière. Aussi la flamme du brûleur doit-elle être éteinte à temps.
- Pendant et après l'exploitation de la machine à vapeur, ne pas toucher les composants entrant en contact avec la vapeur, comme notamment la chaudière ⑮, les tuyaux ①, ②, ③, ⑫, le tube d'évacuation de vapeur ⑯, le support ⑪ et le brûleur ⑱. Risque de brûlure !
- Avant de la ranger, laisser la machine à vapeur refroidir.

## 2. Description, caractéristiques techniques

La machine à vapeur oscillante a été conçue pour l'enseignement. Pour permettre d'observer à tout moment chaque mouvement, nous avons attaché une grande importance à la transparence. Aussi le cylindre de travail

⑧ et la chaudière ⑮ sont-ils en verre spécial résistant aux températures élevées et la roue volante ⑤ en verre acrylique. La manivelle durcie ⑥ et la bielle ⑦ sont montées sur un roulement à billes. Le piston en graphite ⑨ marche à sec dans le cylindre - sans lubrification supplémentaire. Aussi, conçue pour une exploitation permanente, la machine à vapeur est-elle particulièrement silencieuse et offre une puissance d'env. 1 W mécanique. La soupape de sécurité ⑬ se trouve dans la fermeture de la chaudière ⑭. Elle s'ouvre dès que la pression dans la chaudière dépasse 1,0 bar. Indépendamment de cela, la machine dispose d'un second mécanisme de sûreté. En cas de surpression d'env. 1,5 bar, la vapeur d'eau est pressée dans les canaux du support ⑪ et évacuée par le tuyau d'eau de condensation ①. Lorsque la pression atteint 1,5 bar, la paroi de cylindre ⑩ est dégagée du support par le relâchement du ressort ④, de sorte que la vapeur d'eau puisse être dégagée sans obstacle par l'orifice d'alimentation de vapeur du support.

|                                                           |                  |
|-----------------------------------------------------------|------------------|
| Diamètre de piston :                                      | 19 mm            |
| Course de piston :                                        | 10 mm            |
| Diamètre de chaudière :                                   | 50 mm            |
| Volume de chaudière :                                     | 50 ml            |
| Durée par remplissage :                                   | env. 20 – 25 min |
| Vitesse de rotation :                                     | 800 t/min        |
| Puissance mécan. :                                        | env. 1 W         |
| Pression de service max. :                                | 0,5 bar          |
| Pression de réponse soupape de sécurité :                 | 1,0 bar          |
| Contrôle de pression d'éclatement de la chaudière, min. : | 2,0 bars         |

## 3. Principe du fonctionnement

Contrairement à une machine à vapeur à coulisse, le cylindre d'une machine à vapeur oscillante tourne autour d'un axe central. Son mouvement ouvre et ferme l'entrée et la sortie des canaux de vapeur.

Dans la chaudière, l'eau est réchauffée et de la vapeur se forme. La vapeur traverse le tuyau d'alimentation ⑫ dans le support pour accéder à l'orifice d'entrée de vapeur. Dès que l'ouverture du cylindre rencontre l'alimentation de vapeur fraîche, de la vapeur pénètre dans le cylindre et repousse le piston (Fig. 1 a). Lorsque le piston atteint sa position inférieure finale, les canaux de vapeur se referment. La roue volante permet de surmonter ce

point mort (Fig. 1 b). Au cours de la phase suivante, le piston revient en arrière, ouvre l'orifice de sortie de vapeur et refoule la vapeur (Fig. 1 c). La vapeur est évacuée à travers le tuyau ② et le tube ⑩. L'eau de condensation est évacuée dans le gobelet ⑨ à travers le tuyau ①. Le piston atteint le point mort supérieur, les deux canaux de vapeur sont de nouveau fermés. La roue volante ayant surmonté le point mort supérieur, de la vapeur est de nouveau introduite et le processus recommence (Fig. 1 d).

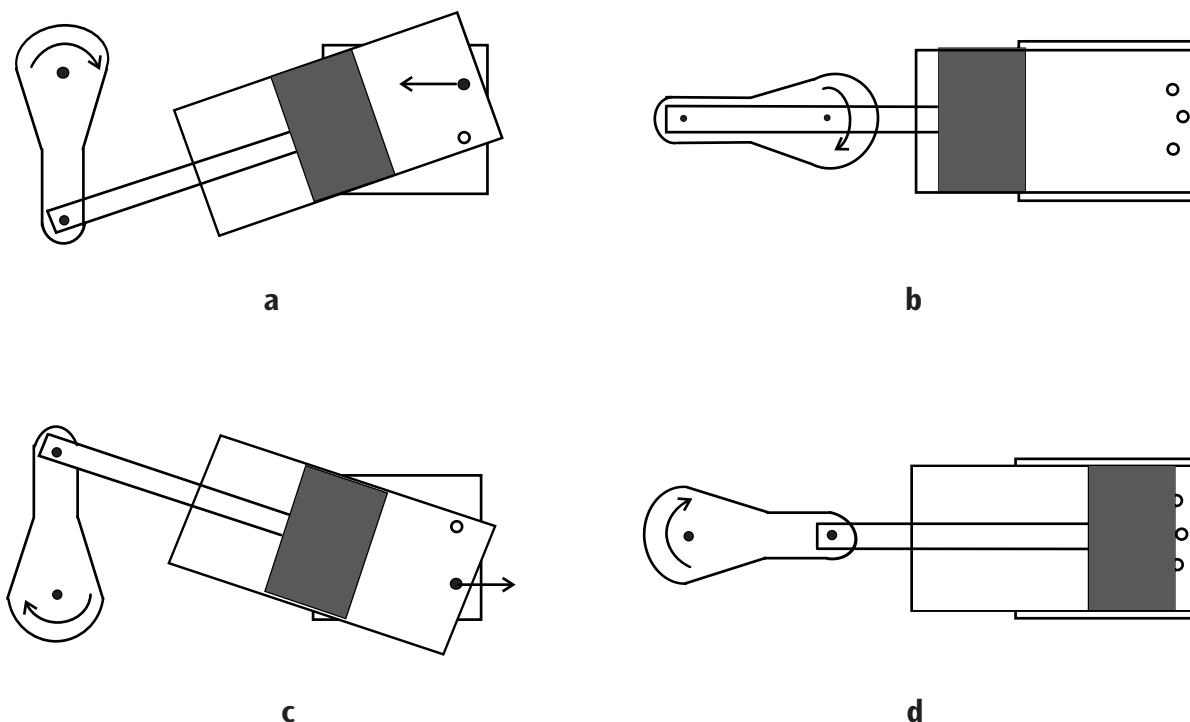


Fig.1 : Cycle de travail de la machine à vapeur oscillante

#### 4. Manipulation

- Ouvrir la vis de remplissage ⑭ et remplir la chaudière avec de l'eau distillée (démminéralisée selon VDE 0510). Ne pas remplir complètement la chaudière jusqu'au couvercle, mais garder une colonne d'air d'env. 5 mm. La machine à vapeur fonctionne tout aussi bien lorsque la chaudière n'est remplie qu'à moitié. Seule l'intervalle d'exploitation est réduit.
- Allumer la mèche du brûleur et réchauffer la chaudière.
- Refermer l'orifice d'entrée de vapeur pour que la pression augmente plus rapidement.
- Après environ deux minutes, l'eau dans la chaudière commence à bouillir. Désormais, il faut encore deux à trois minutes pour obtenir la pression de service requise. De la vapeur traverse le tuyau d'alimentation dans le support pour accéder à l'orifice d'entrée de vapeur. L'eau de condensation superflue est évacuée dans le gobelet à travers le tuyau d'écoulement ③. Des canaux ont été fraisés dans le support pour recueillir et évacuer l'eau de condensation.
- A présent, on peut mettre la machine à vapeur en route en tournant la roue dans le sens des aiguilles d'une montre (vue sur le cylindre).

- Si la quantité d'eau dans la chaudière est insuffisante, la puissance de la machine diminue. Si elle n'est pas remplie d'eau, il est interdit de chauffer la chaudière. Aussi la flamme du brûleur doit-elle être éteinte à temps.
- Ne pas souffler la flamme du brûleur à proximité de la chaudière, mais à l'aide du couvercle.
- Pendant la phase de refroidissement, l'eau de condensation est aspirée depuis le gobelet dans la chaudière, via le tuyau d'eau de condensation, le support et le tuyau d'alimentation de vapeur.

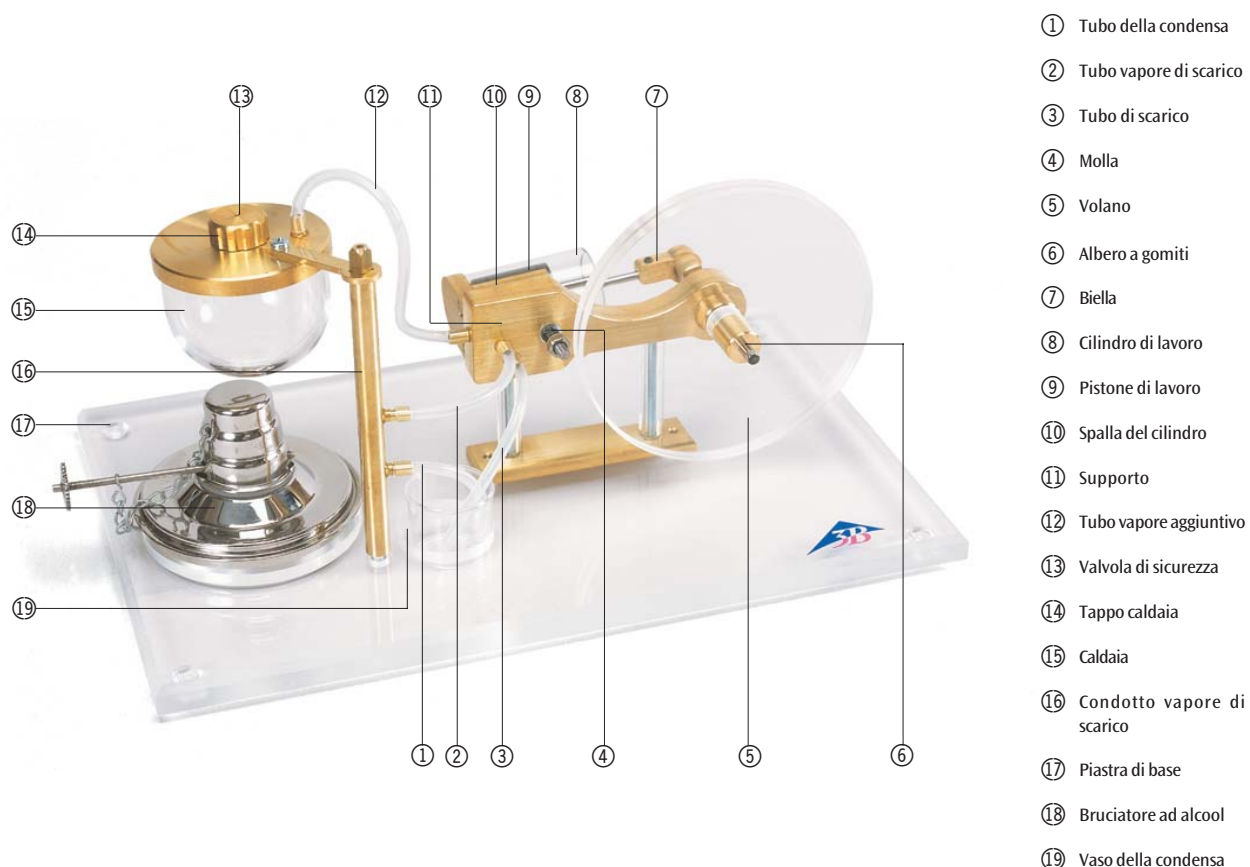
#### 5. Nettoyage et rangement

- Ranger la machine à vapeur à l'abri de la poussière.
- Pour nettoyer la machine, utiliser un chiffon humide avec éventuellement un peu de produit de rinçage. Ne pas nettoyer les pièces en verre acrylique avec des solvants ou des nettoyeurs agressifs.
- En cas d'emploi fréquent, la flamme peut entraîner le dépôt d'une couche de suie sur la partie inférieure de la chaudière ⑮. Pour l'essuyer, utiliser un chiffon imbibé d'acétone.
- Après le nettoyage, bien sécher pour éviter des taches d'eau.

## Macchina a vapore, trasparente U10055

### Istruzioni per l'uso

07/05 ALF



La macchina a vapore serve per dimostrare il funzionamento di una macchina a vapore oscillante.

#### 1. Norme di sicurezza

- Per le macchine a vapore si applicano le norme di sicurezza conformi alla normativa DIN 31000:1979-03.

| Norme di sicurezza generali macchine a vapore                                                                                                                 | Riferite alla macchina a vapore U10055                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Assenza di angoli e bordi taglienti                                                                                                                        | 1. Non sono presenti angoli e bordi taglienti.                                        |
| 2. Protezione contro la corrosione                                                                                                                            | 2. Non sono stati utilizzati materiali soggetti a corrosione.                         |
| 3. Limitazione della temperatura degli elementi di comando                                                                                                    | 3. Lo stoppino del bruciatore ad alcool è regolabile.                                 |
| 4. Nella macchina a vapore, il contenuto della caldaia non deve superare i 2000 ccm e la pressione di esercizio non deve superare 1,5 bar di sovrappressione. | 4. La capacità della caldaia è di 50 ccm. La pressione di esercizio è pari a 0,5 bar. |

| Norme di sicurezza generali macchine a vapore                                                                                                                                                                            | Riferite alla macchina a vapore U10055                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. La macchina deve essere dotata di una valvola di sicurezza a molla non regolabile in materiale inossidabile, la cui pressione di intervento deve essere inferiore a max. 3,0 bar (2 volte la pressione di esercizio). | 5. La macchina è dotata di una valvola di sicurezza a molla non regolabile in materiale inossidabile, la cui pressione di intervento è pari a 1,0 bar (2 volte la pressione di esercizio).                                     |
| 6. La pressione di scoppio minima della caldaia deve essere pari al triplo della pressione di esercizio.                                                                                                                 | 6. La pressione di scoppio della caldaia è di almeno 1,5 bar (min. 3 volte la pressione di esercizio). Ogni caldaia viene sottoposta al collaudo della pressione di scoppio (2 bar+) per verificarne la sicurezza e la tenuta. |
| 7. Il livello dell'acqua deve essere preferibilmente indicato dal vetro spia.                                                                                                                                            | 7. Il livello dell'acqua può essere controllato in ogni momento attraverso la caldaia di vetro.                                                                                                                                |
| 8. La dotazione deve contenere un manuale di istruzioni di facile comprensione e un contrassegno con nome o simbolo del produttore.                                                                                      | 8. Ogni apparecchio viene fornito con un manuale di istruzioni. Sulla piastra di base è presente una stampa serigrafica corrispondente.                                                                                        |

- Mettere in funzione la macchina a vapore solo se tutti i componenti sono in uno stato ottimale e la capacità di funzionamento è garantita. In particolar modo, assicurarsi che la caldaia di vetro ⑮ non presenti crepe o non sia danneggiata in altro modo.
- Utilizzare esclusivamente acqua distillata, demineralizzata secondo la norma VDE 0510. In caso di utilizzo di acqua corrente tradizionale, il funzionamento di componenti importanti per la sicurezza non è garantito a causa della formazione di depositi.
- Riempire con attenzione il bruciatore ad alcool ⑮ con alcool da ardere, facendo attenzione che non fuoriesca.
- Non riempire il bruciatore ad alcool se lo stoppino sta ancora bruciando o se nelle vicinanze è presente un'altra fiamma aperta.
- Dopo l'uso chiudere immediatamente il flacone di alcool.
- Non avvicinare le mani alla fiamma aperta.
- Attenzione! Spegnerla la fiamma del bruciatore ad alcool solo con il coperchio fissato. Evitare di spegnere la fiamma soffiandoci sopra nelle vicinanze della caldaia, poiché un'improvvisa variazione di temperatura può provocare la rottura della caldaia di vetro.
- Non riscaldare la caldaia in assenza di acqua. Spegnerla in tempo la fiamma del bruciatore.
- Durante e dopo l'uso della macchina a vapore, non toccare i componenti che contengono vapore, in particolar modo la caldaia ⑮, i tubi flessibili ①, ②, ③, ⑫, il condotto del vapore di scarico ⑬, il supporto ⑪ ed anche il bruciatore ad alcool ⑮. Pericolo di ustioni!
- Lasciare raffreddare la macchina a vapore prima di portarla via.

## 2. Descrizione, caratteristiche tecniche

La macchina a vapore oscillante è stata progettata per essere utilizzata come sussidio didattico. Per poter osservare i singoli movimenti in qualsiasi momento, durante la costruzione è stata data particolare importanza alla

trasparenza. Pertanto, il cilindro di lavoro ⑧ e la caldaia ⑮ sono stati realizzati in vetro speciale resistente al calore, così come il volano ⑤ realizzato in vetro acrilico. L'albero a gomiti irrigidito ⑥ e la biella ⑦ sono dotati di cuscinetti a sfere. Il pistone di lavoro in grafite ⑨ scorre a secco nel cilindro di lavoro e non necessita di ulteriore lubrificazione. Pertanto, il funzionamento della macchina a vapore è estremamente silenzioso e di lunga durata ed è caratterizzato da una potenza meccanica di ca. 1 W. La valvola di sicurezza ⑬ è situata nel tappo della caldaia ⑭. Si apre appena la pressione della caldaia supera 1,0 bar. A prescindere da ciò, la macchina dispone di un secondo dispositivo di sicurezza contro la sovrappressione. Fino ad una sovrappressione di ca. 1,5 bar, il vapore acqueo viene compresso nei canali del supporto ⑪ e scaricato attraverso il tubo della condensa ①. Ad una pressione superiore a 1,5 bar la spalla del cilindro ⑩ viene allontanata dal supporto mediante la distensione della molla ④, in modo che il vapore acqueo possa defluire senza impedimenti dal foro di immissione del vapore del supporto.

|                                                   |                 |
|---------------------------------------------------|-----------------|
| Diametro pistone:                                 | 19 mm           |
| Corsa:                                            | 10 mm           |
| Diametro caldaia:                                 | 50 mm           |
| Volume della caldaia:                             | 50 ml           |
| Durata a seconda del riempimento:                 | ca. 20 – 25 min |
| Numero di giri:                                   | 800 giri/min.   |
| Potenza mecc.:                                    | ca. 1 W         |
| Pressione di esercizio max.:                      | 0,5 bar         |
| Pressione di intervento valvola di sicurezza:     | 1,0 bar         |
| Collaudo pressione di scoppio della caldaia min.: | 2,0 bar         |

## 3. Principio di funzionamento

Contrariamente ad una macchina a vapore con valvola a cassetto, il cilindro di una macchina a vapore oscillante si muove intorno ad un asse centrale e, durante il movi-

mento, apre o chiude l'immissione e lo scarico dei canali del vapore. Nella caldaia l'acqua si riscalda e genera vapore acqueo. Il vapore acqueo scorre attraverso il tubo del vapore aggiuntivo ⑫ del supporto fino al foro di immissione del vapore. Non appena inizia l'apertura del cilindro con l'alimentazione del vapore nuovo, il vapore scorre nel cilindro e avvia la fase di compressione del pistone (fig. 1 a). Quando il pistone raggiunge la posizione più in basso, i canali del vapore si chiudono. Con l'ausilio del volano questo punto morto viene superato

(fig. 1 b). Nella fase successiva, il pistone compie il movimento di ritorno, apre il foro di scarico del vapore e spinge fuori il vapore (fig. 1 c). Il vapore viene scaricato attraverso il tubo del vapore di scarico ② e il condotto del vapore di scarico ⑩. La condensa formatasi viene deviata dal tubo della condensa ① nel vaso della condensa ⑪. Il pistone raggiunge il punto morto superiore, in corrispondenza del quale entrambi i canali del vapore sono chiusi. Dopo il superamento del punto morto superiore grazie al volano, l'alimentazione del vapore riprende e il processo ricomincia (fig. 1 d).

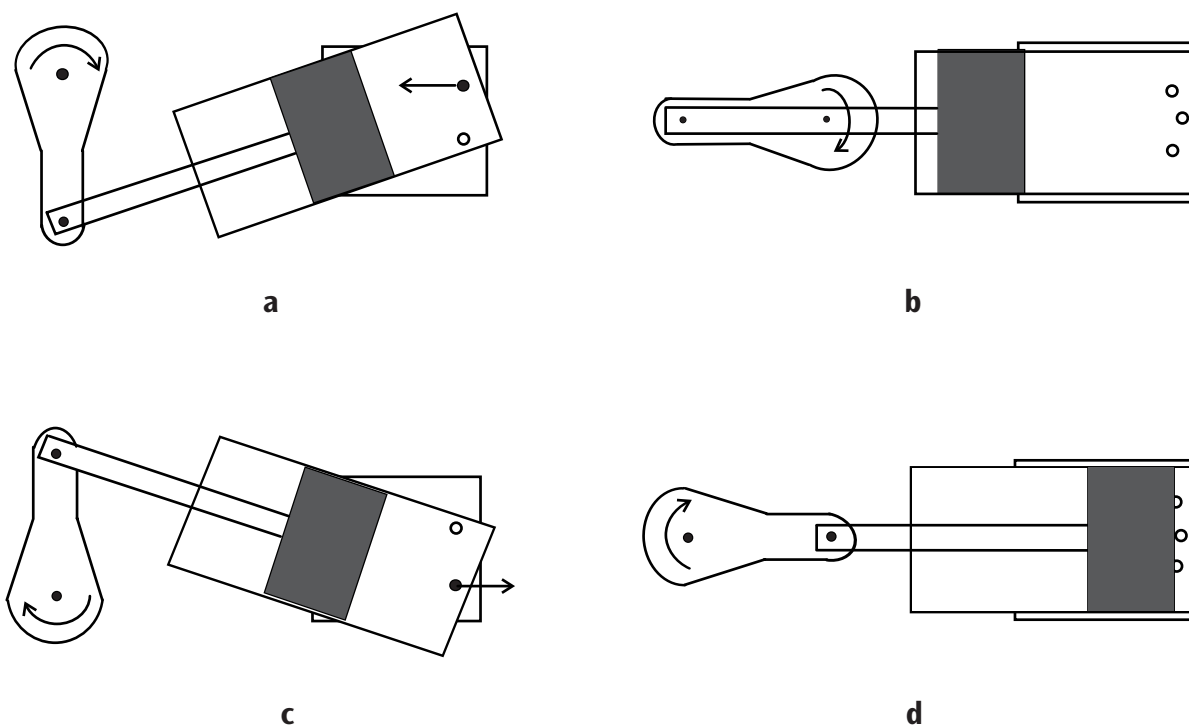


Fig.1: Ciclo di lavoro della macchina a vapore oscillante

#### 4. Utilizzo

- Aprire la vite di riempimento ⑭ e riempire la caldaia con acqua distillata (demineralizzata in conformità con la norma VDE 0510). Non riempire la caldaia completamente fino al coperchio, ma lasciare una colonna d'aria di ca. 5 mm. La macchina a vapore funziona ottimamente anche con la caldaia riempita per metà. Solo l'intervallo di esercizio si riduce in maniera proporzionale.
- Accendere lo stoppino del bruciatore ad alcool e riscaldare la caldaia.
- Chiudere il foro di immissione del vapore per ridurre la pressione più rapidamente.
- Dopo ca. due minuti, l'acqua della caldaia comincia a bollire. Da questo momento saranno necessari altri 2 – 3 minuti per raggiungere la pressione di esercizio richiesta. Il vapore acqueo scorre attraverso il tubo del vapore aggiuntivo del supporto fino al foro di

immissione del vapore. La condensa in eccesso viene deviata dal tubo di scarico nel vaso della condensa. A tale scopo, nel supporto sono stati ricavati canali nei quali la condensa si accumula e viene deviata.

- A questo punto la macchina può essere messa in funzione ruotando il volano in senso orario (sguardo rivolto verso il cilindro di lavoro).
- La potenza della macchina diminuisce quando non rimane più acqua sufficiente nella caldaia. Non riscaldare la caldaia in assenza di acqua. Spegnerla in tempo la fiamma del bruciatore.
- Evitare di spegnere la fiamma del bruciatore ad alcool soffiandoci sopra nelle vicinanze della caldaia, bensì con il coperchio fissato.
- Durante il processo di raffreddamento, la condensa viene aspirata dal vaso attraverso il tubo della condensa, il supporto e il tubo del vapore aggiuntivo fino a raggiungere la caldaia.

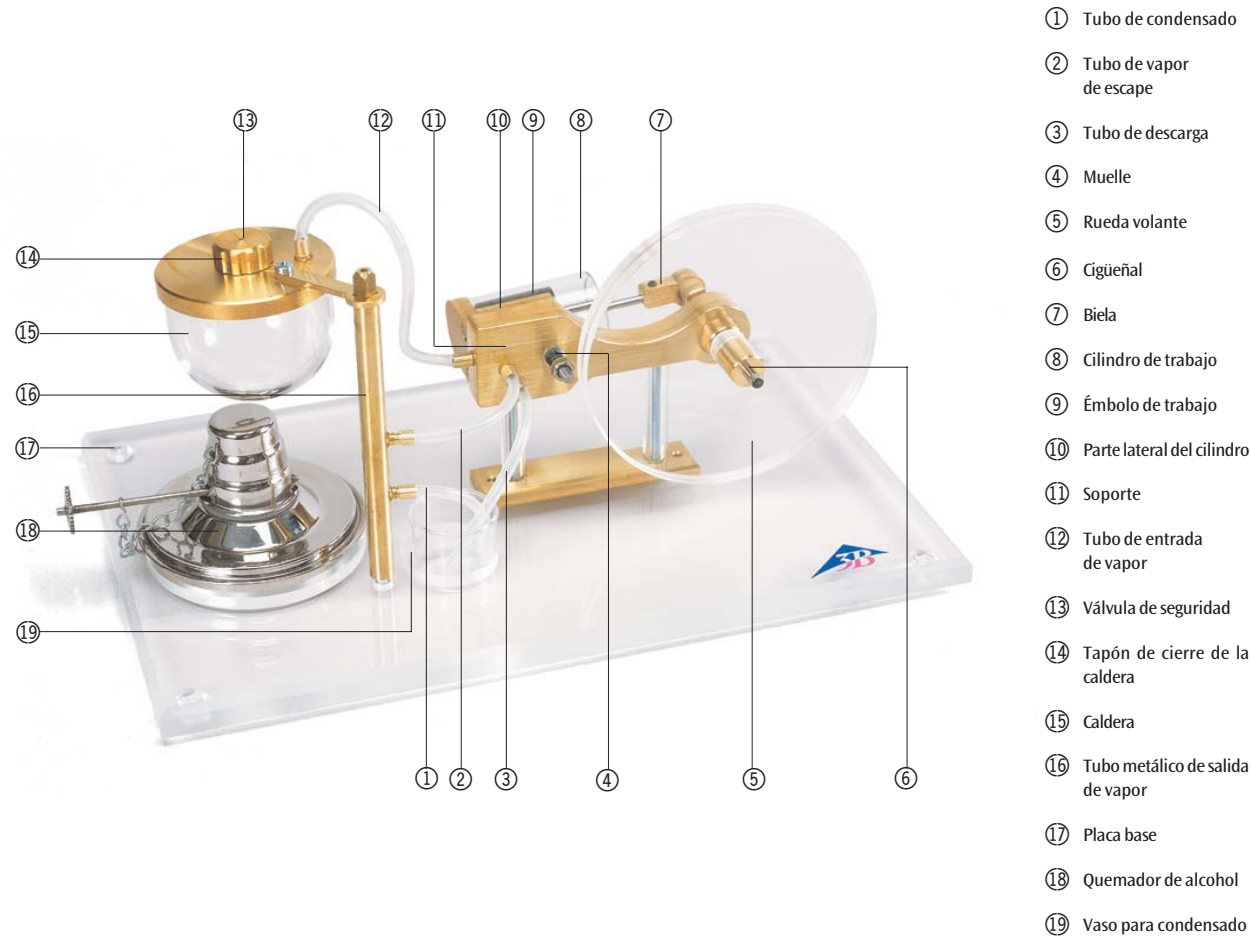
## 5. Conservazione e pulizia

- Riporre la macchina a vapore in un luogo privo di polvere.
- Per pulire la macchina a vapore, utilizzare un panno inumidito, eventualmente con una quantità minima di detergente. Non pulire le parti in vetro acrilico con solventi o detergenti abrasivi.
- Dopo frequenti cicli di funzionamento, l'azione continua della fiamma può causare la formazione di uno strato di fuliggine sulla parte inferiore della caldaia ⑮ . Per scioglierlo ed eliminarlo, utilizzare un panno imbevuto di acetone.
- Dopo la pulizia, asciugare accuratamente per evitare macchie d'acqua.

Máquina de vapor, transparente U10055

Instrucciones de uso

07/05 ALF



La máquina de vapor sirve para demostrar el funcionamiento de una máquina de vapor oscilante.

1. Avisos de seguridad

- Para máquinas de vapor rigen las normas de seguridad según DIN 31000:1979-03.

| Normas de seguridad, máquinas de vapor en general                                                                                                                         | Con respecto a la máquina de vapor U10055                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. No deben tener esquinas ni cantos cortantes.                                                                                                                           | 1. No tiene esquinas ni cantos cortantes.                                                           |
| 2. Protección contra la corrosión.                                                                                                                                        | 2. No se han empleado materiales sensibles a la corrosión.                                          |
| 3. Limitación de la temperatura en los elementos de servicio.                                                                                                             | 3. La mecha del quemador de alcohol es regulable.                                                   |
| 4. En la máquina de vapor, el contenido de la caldera no debe superar los 2000 centímetros cúbicos y la presión de trabajo no debe exceder de 1,5 barios de sobrepresión. | 4. El contenido de la caldera es de 50 centímetros cúbicos. La presión de trabajo es de 0,5 barios. |

| <b>Normas de seguridad, máquinas de vapor en general</b>                                                                                                                            | <b>Con respecto a la máquina de vapor U10055</b>                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Una válvula de seguridad de muelle no regulable de material inoxidable, debiendo estar la presión de reacción por debajo de máx. 3,0 barios (el doble de la presión de trabajo). | 5. Hay instalada una válvula de seguridad de muelle no regulable de material inoxidable, y la presión de reacción es de 1,0 bario (el doble de la presión de trabajo).                                                         |
| 6. La presión de reventón de la caldera debe ser de al menos tres veces la presión de trabajo.                                                                                      | 6. La presión de reventón de la caldera es de al menos 1,5 barios (mínimo tres veces la presión de trabajo). La seguridad y la estanqueidad de cada caldera se comprueban mediante una prueba de presión de reventón (2 bar+). |
| 7. De ser posible, el nivel de agua debe aparecer indicado en una mirilla de nivel.                                                                                                 | 7. El nivel de agua queda indicado en todo momento mediante la caldera de vidrio.                                                                                                                                              |
| 8. Es obligatorio incluir unas instrucciones de uso perfectamente inteligibles y la identificación mediante nombre o símbolo característico del fabricante.                         | 8. Junto con cada aparato se suministran unas instrucciones de uso. En la placa base hay una impresión serigráfica con los datos solicitados.                                                                                  |

- La máquina de vapor sólo se debe poner en funcionamiento, si todos los componentes están en perfecto estado y su capacidad de funcionamiento está garantizada. En particular, cabe vigilar que la caldera de vidrio ⑮ no tenga grietas y que no esté dañada en cualquier otra zona o forma.
- Debe emplearse exclusivamente agua destilada, desmineralizada según VDE 0510. Si se utiliza agua normal del grifo, ésta puede dejar los residuos propios del agua en los componentes importantes para la seguridad, con lo que ya no queda garantizada la capacidad de funcionamiento de dichos componentes.
- Introducir cuidadosamente el alcohol desnaturalizado en el quemador de alcohol ⑮, vigilar que no se derrame nada.
- Jamás debe llenarse el quemador, si la mecha todavía arde sin llama o si hay otra llama ardiendo cerca del quemador.
- Después de su uso, debe cerrarse inmediatamente la botella de alcohol.
- No acercarse demasiado a la llama.
- ¡Cuidado! La llama del quemador sólo debe apagarse con la tapa adherida. No debe apagarse mediante soplado cerca de la caldera, ya que un cambio repentino de temperatura puede conducir a la rotura de la caldera de vidrio.
- No debe calentarse la caldera, si no está llena de agua. Por eso, debe apagarse a tiempo la llama del quemador de alcohol.
- Durante y después del funcionamiento de la máquina de vapor, no se deben tocar los componentes, por los que pasa el vapor, en particular, la caldera ⑮, los tubos flexibles ①, ②, ③, ⑫, el tubo metálico de salida de vapor ⑬, el soporte ⑪ ni tampoco el quemador de alcohol ⑮. ¡Peligro de quemadura!
- Antes de retirar la máquina de vapor, es necesario dejar que se enfríe.

## 2. Descripción, datos técnicos

La máquina de vapor oscilante ha sido concebida para su empleo como instrumento didáctico. A fin de poder observar en todo momento los distintos movimientos de trabajo, se le ha prestado especial importancia a la transparencia, a la hora de su construcción. Es por ello que el cilindro de trabajo ⑧ y la caldera ⑮ están hechos de un vidrio especial termoestable y la rueda volante ⑤ es de vidrio acrílico. El cigüeñal templado ⑥ y la biela ⑦ se apoyan sobre rodamientos de bolas. El émbolo de trabajo fabricado con grafito ⑨ es de marcha en seco dentro del cilindro de trabajo, sin necesidad de lubricación adicional. Por eso, la máquina de vapor trabaja de forma muy silenciosa y es resistente a las marchas permanentes, con una potencia mecánica de aprox. 1 vatio. La válvula de seguridad ⑬ se encuentra en el tapón de cierre de la caldera ⑭. Ésta se abre, en cuanto la presión dentro de la caldera supera 1,0 bario. Independientemente de lo antedicho, la máquina dispone de una segunda válvula de corte por alta presión. Hasta una sobrepresión de aprox. 1,5 barios, el vapor de agua es empujado hacia los canales del soporte ⑪ y evacuado a través del tubo de condensado ①. Cuando la presión supera los 1,5 barios, la parte lateral del cilindro ⑩ es apartada por el soporte al ceder el muelle ④, de manera que el vapor de agua puede salir sin impedimento por la apertura de entrada de vapor del soporte.

|                                           |                           |
|-------------------------------------------|---------------------------|
| Diámetro del émbolo:                      | 19 mm                     |
| Carrera del émbolo:                       | 10 mm                     |
| Diámetro de la caldera:                   | 50 mm                     |
| Volumen de la caldera:                    | 50 ml                     |
| Duración por operación de llenado:        | aprox.<br>20 – 25 minutos |
| Número de revoluciones:                   | 800 r.p.m                 |
| Potencia mecánica de salida:              | aprox. 1 vatio            |
| Presión máx. de servicio:                 | 0,5 barios                |
| Presión de reacción válvula de seguridad: | 1,0 bario                 |

Prueba de presión mín.  
de reventón de la caldera: 2,0 barios

### 3. Principio de funcionamiento

Al contrario que en las máquinas de vapor reguladas por una válvula de compuerta, en una máquina de vapor oscilante el cilindro se mueve en torno a un eje central y abre o cierra, respectivamente, durante su movimiento, la entrada y la salida de los canales de vapor. En la caldera se calienta el agua y se genera vapor de agua. El vapor de agua pasa a través del tubo de entrada ⑫ al interior del soporte, hacia el agujero de entrada de vapor. En cuanto coinciden la apertura del cilindro con el suministro de vapor nuevo, éste entra en el cilindro y desplaza el ém-

bolo (fig. 1 a). Cuando el émbolo ha llegado a la posición inferior final, los canales de vapor están cerrados. Con ayuda de la rueda volante, se supera este punto muerto (fig. 1 b). En la fase siguiente, el émbolo se mueve hacia atrás, abre el agujero de salida de vapor y expulsa el vapor mediante presión (fig. 1 c). El vapor se disipa por el tubo de vapor de escape ② y el tubo metálico de salida de vapor ⑬. El condensado, que se ha generado, circula a través del tubo de condensado ① al vaso de condensado ⑩. El émbolo alcanza el punto muerto superior, en el que nuevamente están cerrados ambos canales de vapor. Una vez superado el punto muerto superior mediante la rueda volante, se vuelve a admitir la entrada de vapor, y el proceso comienza de nuevo (fig. 1 d).

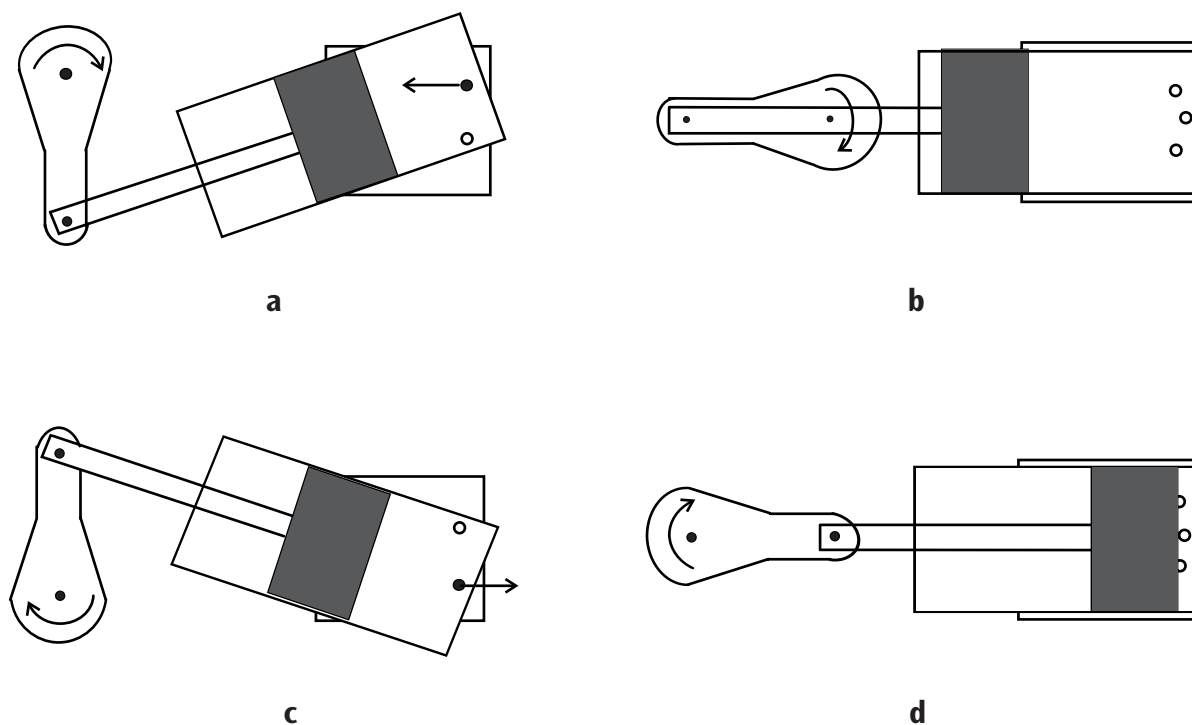


Fig.1: Ciclo de trabajo de la máquina de vapor oscilante

### 4. Servicio

- Abrir la rosca de llenado ⑭ y llenar la caldera con agua destilada (desmineralizada según VDE 0510). No es necesario llenar la totalidad de la caldera hasta la tapa de la misma, sino dejar una columna atmosférica de aprox. 5 mm. El funcionamiento de la máquina de vapor es igual de bueno con la caldera llena hasta la mitad. Lo único que varía es que el intervalo de trabajo se reduce de forma proporcional.
- Encender la mecha del quemador de alcohol y calentar la caldera.

- Cerrar el agujero de entrada de vapor para que la presión se genere con más rapidez.
- Al cabo de aprox. dos minutos comienza la ebullición del agua en la caldera. A partir de ese momento, todavía deben transcurrir otros 2 ó 3 minutos más para que se pueda generar la presión de trabajo necesaria. El vapor de agua se dirige, a través del tubo de entrada de vapor al interior del soporte, hacia el agujero de entrada de vapor. El exceso de condensado es conducido al vaso de condensado a través del tubo de descarga ③. Para tal efecto, se fresaron canales en el soporte, en los cuales el condensado se acumula y se deriva.

- Ahora, se puede poner en marcha la máquina haciendo girar la rueda volante en el sentido de las agujas del reloj (mirando hacia el cilindro de trabajo).
- El rendimiento de la máquina baja cuando ya no queda suficiente agua en la caldera. Está prohibido calentar la caldera, si no está llena de agua. Por eso, la llama del quemador de alcohol debe ser apagada con la debida antelación.
- No se debe apagar soplando la llama del quemador cerca de la caldera, sino que es necesario apagarla con el tapón adherido.
- Durante el proceso de enfriamiento, el condensado es aspirado del vaso de condensado a la caldera, a través del tubo de condensado, del soporte y del tubo de entrada de vapor.

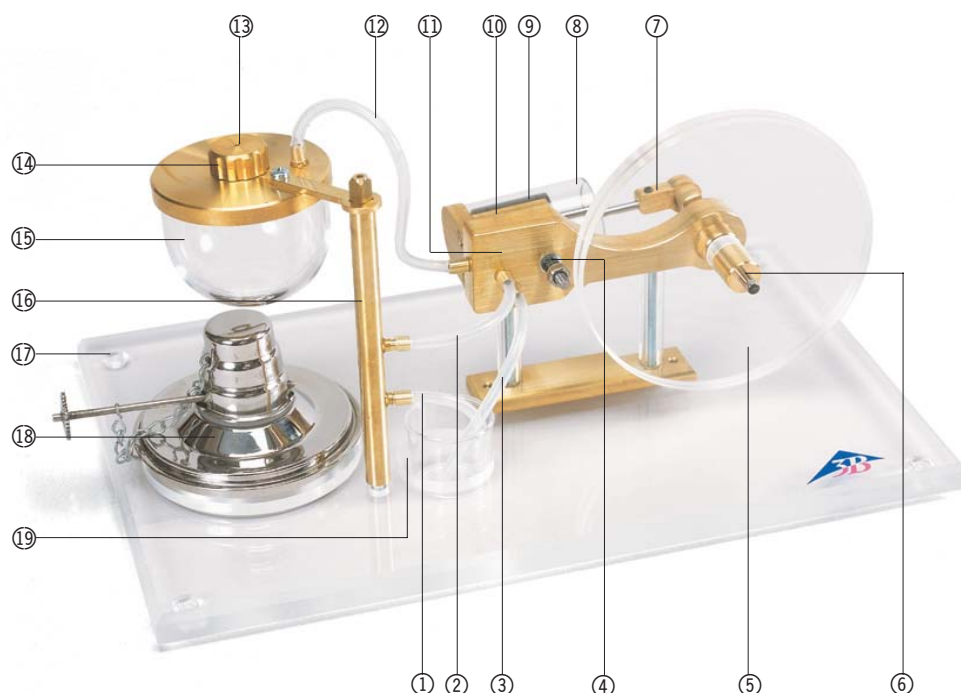
## 5. Limpieza y almacenamiento

- Guárdese la máquina de vapor en un lugar libre de polvo.
- Para limpiar la máquina de vapor, debe utilizarse un paño húmedo o, en caso necesario, un poco de detergente. No limpie jamás las partes de vidrio acrílico con disolventes o productos de limpieza agresivos.
- El uso frecuente de la máquina puede crear una capa de hollín en la parte inferior de la caldera ⑮ como consecuencia del efecto continuo de la llama. No obstante, esa capa se puede disolver y eliminar con un trapo impregnado en acetona.
- Una vez terminada la limpieza, debe secarse bien la máquina, a fin de evitar manchas de agua.

## Máquina a vapor, transparente U10055

### Manual de instruções

07/05 ALF



- ① Mangueira de condensação
- ② Mangueira de escape
- ③ Mangueira evacuação
- ④ Mola
- ⑤ Roda de impulso
- ⑥ Eixo da manivela
- ⑦ Biela
- ⑧ Cilindro
- ⑨ Êmbolo
- ⑩ Parede lateral cilindro
- ⑪ Suporte
- ⑫ Mangueira injeção vapor
- ⑬ Válvula de segurança
- ⑭ Tampa da caldeira
- ⑮ Caldeira
- ⑯ Tubo de condensação
- ⑰ Base
- ⑱ Queimador de álcool
- ⑲ Recipiente para condensação

A máquina a vapor serve para a demonstração do modo de funcionamento de uma máquina a vapor de pistão oscilatório.

#### 1. Indicações de segurança

- Para máquinas de vapor devem ser aplicadas as normas de segurança conforme DIN 31000:1979-03.

| Normas de segurança para máquinas a vapor em geral                                                                                       | Específico da máquina a vapor U10055                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1. Ausência de pontas agudas e de quinas cortantes                                                                                       | 1. Não existem pontas agudas ou quinas.                                  |
| 2. Proteção contra a corrosão                                                                                                            | 2. Não foram utilizados materiais sujeitos à corrosão.                   |
| 3. Controle da temperatura nos elementos operacionais                                                                                    | 3. A cobertura do queimador de álcool é ajustável.                       |
| 4. Numa máquina a vapor, o conteúdo não deve ultrapassar 2000 ccm e nem a pressão operativa deve ser superar uma sobrepessão de 1,5 bar. | 4. O conteúdo da caldeira é de 50 ccm. A pressão operativa é de 0,5 bar. |

| Normas de segurança para máquinas a vapor em geral                                                                                                                     | Específico da máquina a vapor U10055                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Uma válvula de segurança inalterável de mola, feita de material inoxidável, sendo que a pressão de ativação não deve superar 3,0 bar (2 vezes a pressão operativa). | 5. Existe uma válvula fixa de segurança de mola feita de material inoxidável, sendo que a pressão de ativação é de 1,0 bar (2 vezes a pressão operativa).                                                |
| 6. A pressão crítica da caldeira deve ser de no mínimo 3 vezes a pressão operativa.                                                                                    | 6. A pressão crítica da caldeira é de pelo menos 1,5 bar (no mín. 3 vezes a pressão operativa). Cada caldeira passa por um controle de sua segurança e hermetismo num teste de pressão crítica (2 bar+). |
| 7. O nível da água deve ser o mais visível possível por transparência.                                                                                                 | 7. O nível da água é permanentemente visível através da caldeira de vidro.                                                                                                                               |
| 8. Um manual de instruções de fácil compreensão e a designação do fabricante com nome ou logomarca são obrigatórios.                                                   | 8. Um manual de instruções é fornecido junto a cada aparelho. Sobre a base encontra-se um impresso correspondente.                                                                                       |

- Só operar a máquina a vapor se todos os elementos estejam num estado perfeito e sua operatividade seja garantida. Deve-se prestar particular atenção para que não se encontre alguma rachadura ou qualquer outro dano na caldeira de vidro ⑮.
- Utilizar somente água destilada, desmineralizada conforme a norma VDE 0510. Se for utilizada água comum da torneira, por causa dos depósitos consequentes nas partes relevantes para a segurança, a capacidade operativa não está mais garantida.
- Introduzir com cuidado o álcool no queimador de álcool ⑮, prestar atenção para que nada seja derramado.
- Nunca preencher o queimador de enquanto a mecha ainda esteja acesa ou caso se encontre por perto alguma outra chama aberta.
- Fechar a garrafa de álcool imediatamente após utilização.
- Nunca tocar a chama. Cuidado! Só apagar a chama do queimador de álcool fechando a tampa. Não soprar a chama perto do queimador, já que uma mudança brusca de temperatura pode provocar a quebra da caldeira de vidro.
- O aquecimento da caldeira não é permitido se ela não estiver cheia de água. Por isso deve-se apagar a chama do queimador de álcool a tempo.
- Durante e após a operação da máquina a vapor, não tocar nas partes que conduzem o vapor, em particular na caldeira ⑮, nas mangueiras ①, ②, ③, ⑫, no tubo de condensação ⑬, no suporte ⑪, assim como no queimador de álcool ⑮. Risco de queimaduras!
- Deixar a máquina de vapor esfriar antes de armazená-la.

⑧ e a caldeira ⑮ são feitos de vidro especial resistente à alta temperatura, assim como a roda de impulso ⑤ é feita de acrílico transparente. O eixo endurecido da manivela ⑥ e a biela ⑦ são montados sobre rolimã. O êmbolo ⑨ feito de grafite movimenta-se a seco no cilindro, sem necessidade de lubrificação adicional. Por isso, a máquina a vapor funciona de modo muito silencioso e garante uma operação constante com um desempenho mecânico de aproximadamente 1 W. A válvula de segurança ⑬ encontra-se na tampa da caldeira ⑮. Ela se abre assim que a pressão na caldeira ultrapassa 1,0 bar. Independente disto, a máquina possui uma segunda segurança contra sobrepressão. Até uma sobrepressão de aproximadamente 1,5 bar, o vapor de água é premido para os canais do suporte ⑪ e evacuado pela mangueira de condensação ①. No caso de uma pressão superior a 1,5 bar, a parede lateral do cilindro ⑩ separa-se por pressão do suporte ao ceder a mola ④, de modo que o vapor de água possa escapar pelo orifício de entrada do vapor sem obstrução.

|                                            |                     |
|--------------------------------------------|---------------------|
| Diâmetro do êmbolo:                        | 19 mm               |
| Curso do êmbolo:                           | 10 mm               |
| Diâmetro da caldeira:                      | 50 mm               |
| Volume da caldeira:                        | 50 ml               |
| Tempo de operação por recarga:             | aprox. 20 – 25 min. |
| Número de rotações :                       | 800 U/min.          |
| Desempenho mecânico                        | aprox. 1 W          |
| Pressão operacional:                       | máx. 0,5 bar        |
| Pressão de ativação da válvula:            | 1,0 bar             |
| Teste de pressão crítica mín. da caldeira: | 2,0 bar             |

## 2. Descrição, dados técnicos

Esta máquina a vapor de pistão oscilatório foi concebida para a utilização como instrumento pedagógico. Para poder observar cada movimento, foi dado ênfase particular à transparência na construção. Por isso o cilindro

## 3. Princípio de funcionamento

Contrariamente a uma máquina a vapor de controle por correção, numa máquina de cilindro oscilatório o cilindro se move ao longo de um eixo central, e abre ou fecha no seu movimento as saídas ou as entradas nos canais

de distribuição de vapor. Na caldeira aquece-se a água e é produzido o vapor. O vapor de água passa pela mangueira de injeção de vapor ⑫ através do suporte para o orifício de entrada de vapor. Assim que a abertura do cilindro encontra a entrada de vapor novo, entra vapor no cilindro e este empurra o êmbolo (fig. 1 a). Quando o cilindro chega na extremidade os canais de vapor estão então fechados. Graças à roda de impulso, supera-se esse ponto morto (fig. 1 b). Na fase seguinte o cilindro retorna

para trás, abre o orifício de saída de vapor e empurra o vapor para fora (fig. 1 c). O vapor é evacuado pela mangueira de escape ② e pelo tubo de condensação ⑩. A condensação residual é levada ao recipiente para condensação pela mangueira de condensação ①. O êmbolo atinge o ponto morto superior, no qual ambos canais de distribuição estão fechados. Após superar o ponto morto superior graças à roda de impulso, o vapor volta a ser introduzido e o processo repete-se desde o início (fig. 1 d).

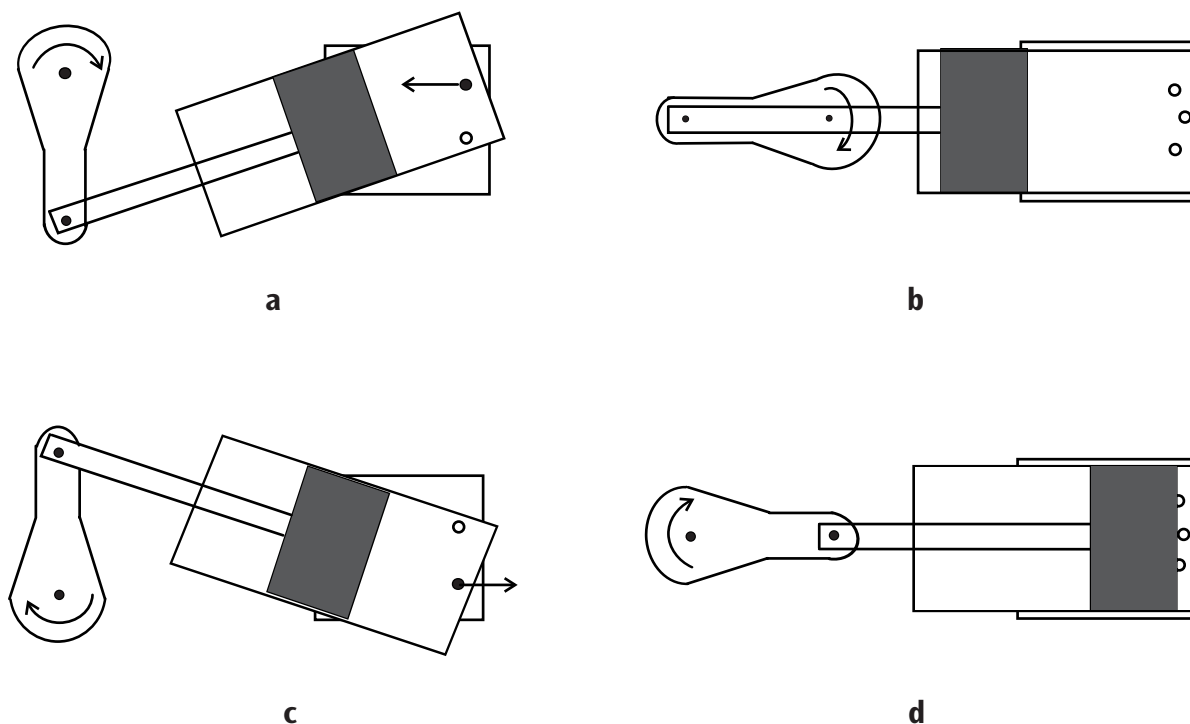


Fig.1: Ciclo de trabalho da máquina a vapor de pistão oscilatório

#### 4. Utilização

- Desenroskar e retirar a tampa da caldeira ⑭ e preencher a caldeira com água destilada (desmineralizada conforme VDE 0510). Não preencher a caldeira completamente, deixar uma coluna de ar de aproximadamente 5 mm. A máquina a vapor funciona exatamente tão bem com a caldeira preenchida na metade. Só o tempo de funcionamento fica proporcionalmente mais curto.
- Acender a mecha do queimador de álcool e aquecer a caldeira.
- Fechar o orifício de entrada de vapor para acelerar o aumento da pressão.
- Após uns dois minutos a caldeira começa a ferver. A partir de então são necessários ainda uns 2 a 3 minutos para atingir-se a pressão necessária. O vapor passa pela mangueira de injeção de vapor para o suporte e para o orifício de entrada de vapor. A condensação residual é levada para o recipiente de condensação pela mangueira de condensação. Para tal, foram perfurados canais no suporte nos quais a condensação é coletada e direcionada.

ção residual é levada para o recipiente de condensação pela mangueira de condensação. Para tal, foram perfurados canais no suporte nos quais a condensação é coletada e direcionada.

- A máquina pode agora ser posta em movimento girando a roda de impulso no sentido horário (de frente para o cilindro).
- O desempenho da máquina diminui quando já não há mais água suficiente na caldeira. O aquecimento da caldeira não é permitido se ela não estiver com água. Por isso deve-se apagar a chama do queimador de álcool a tempo.
- Não soprar a chama do queimador perto da caldeira, sempre apagar fechando a tampa.
- Durante o processo de esfriamento, a condensação retida no recipiente de condensação é absorvida para a caldeira por meio da mangueira de condensação, do suporte e da mangueira de injeção de vapor.

### 5. Armazenamento e limpeza

- Armazenar a máquina a vapor num lugar livre de poeira.
- Utilizar um pano úmido, se necessário com um pouco de detergente, para a limpeza da máquina a vapor. Nunca limpar as partes em acrílico com solventes ou produtos de limpeza agressivos.
- Após numerosas utilizações, pode se depositar uma camada de fuligem na parte inferior da caldeira ⑮ por ação da chama. A fuligem pode ser dissolvida e retirada com um pano com acetona.
- Secar bem após a limpeza para evitar manchas produzidas pela água.