

Bedienungsanleitung: Dampfmaschine

1. Sicherheitshinweise

- ! Aus Sicherheitsgründen sollten Kinder die Dampfmaschine nur unter Aufsicht von Erwachsenen in Betrieb nehmen (empfohlenes Alter ab 8 Jahren).
- ! Während des Betriebes bis zum vollständigen Abkühlen muss das Modell ständig unter Beobachtung stehen.
- ! Jede Unregelmässigkeit beim Betrieb der Dampfmaschine darf nur vom Hersteller selbst beseitigt werden, sonst erlischt jegliche Gewährleistung.
- ! Jede eigenmächtige Veränderung, Reparatur oder Manipulation führt zum Ausschluss jeglicher Haftung.
- ! Das Federsicherheitsventil darf nicht verstellt werden. **Ein Betrieb der Dampfmaschine ohne intaktes Federsicherheitsventil ist nicht zulässig.** Das Federsicherheitsventil muss vor jedem Betrieb durch ein kurzes Ziehen an der oberen Ventilstange auf seine Funktion geprüft werden. Sollten sich Kalkrückstände durch kalkhaltiges Wasser am Federsicherheitsventil festgesetzt haben, so ist das Ventil sofort gegen ein Neues auszutauschen.
- ! Funktionsbedingt treten am Brennerschieber, Kessel, Kesselgehäuse, Federsicherheitsventil, den Dampfleitungen usw. höhere Temperaturen auf. Vorsicht, nicht berühren, es besteht Verbrennungsgefahr!
- ! Während des Betriebes ist sicher zu stellen, dass Kinder nicht in bewegliche Maschinenteile greifen.
- ! Gefahr beim Heizen ohne genügend Wasser im Kessel. Es ist stets darauf zu achten, dass die Dampfmaschine nicht ohne ausreichende Wasserfüllung im Kessel in Betrieb gesetzt wird. **Achtung: Beim Nachlegen der Witabs-Trockenbrennstofftabletten unbedingt das Wasser bis zum Wasserstands-Maximum im Kessel nachfüllen.** Der Wasserstand muss während des Betriebes im Schauglas immer mindestens am unteren Rand sichtbar sein, da sonst die Lötstellen undicht werden und der Kessel damit zerstört wird. Sollten am Kessel oder an den Armaturen Undichtigkeiten auftreten, aus denen Wasser oder Dampf austritt, sollte die Dampfmaschine sofort ausser Betrieb gesetzt werden (Brennschieber herausnehmen und die Dampfpeife betätigen).
- ! Der Betriebsdruck beträgt maximal 1.5 bar.
- ! Dampfmaschine nur mit ausreichendem Abstand zu brennbaren Gegenständen an einem windstillen Platz und nicht auf temperaturempfindlicher Unterlage betreiben. Feuerfeste Unterlage verwenden.
- ! Nur mitgeliefertes Dampfmaschinenöl und Witabs-Trockenbrennstoff verwenden.
- ! **Beim Anzünden der Witabs mit der Lötlampe (Gasbrenner) besteht Verbrennungsgefahr!**
- ! **Keine brennbaren Gegenstände in der Nähe lagern.**

2. Komponenten

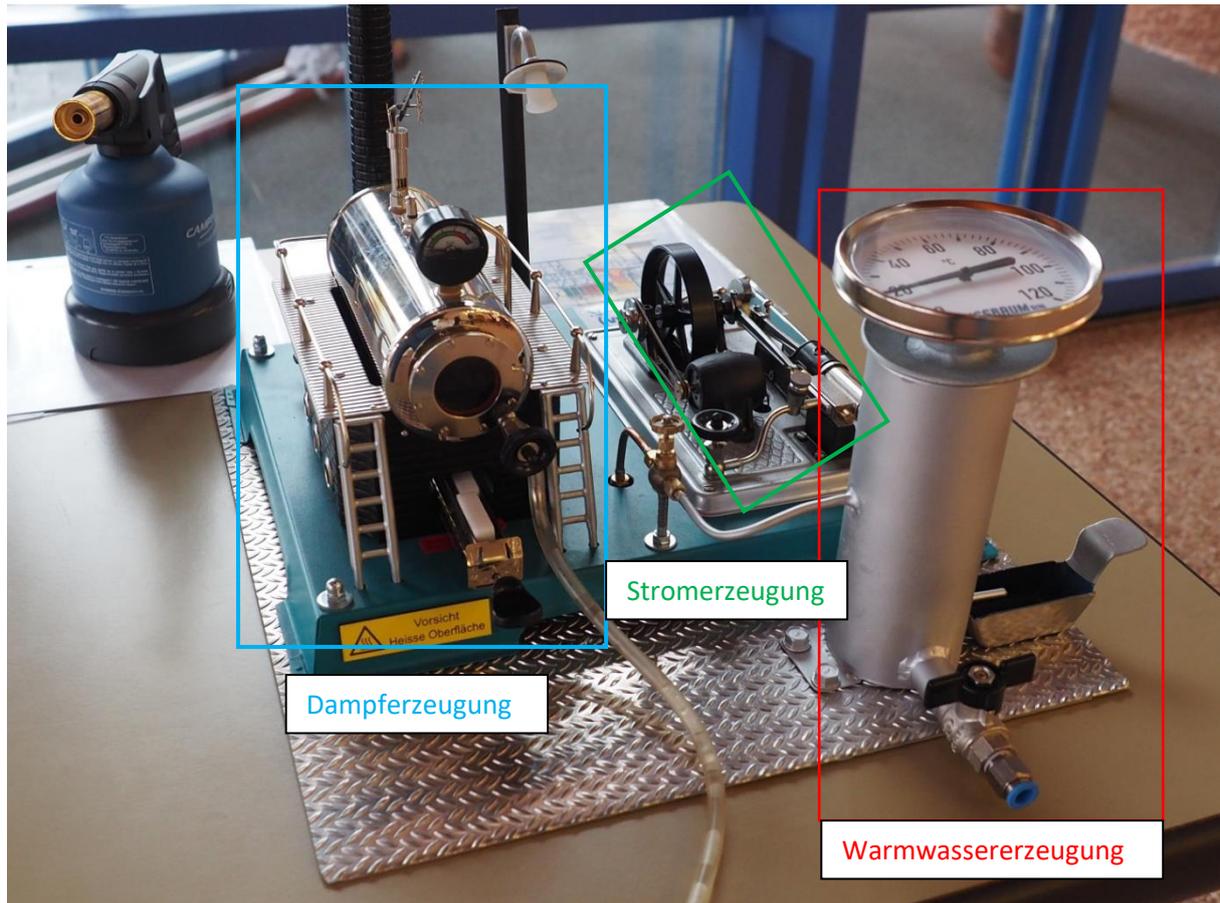


Abb. 1: Dampfmaschine Gesamtansicht

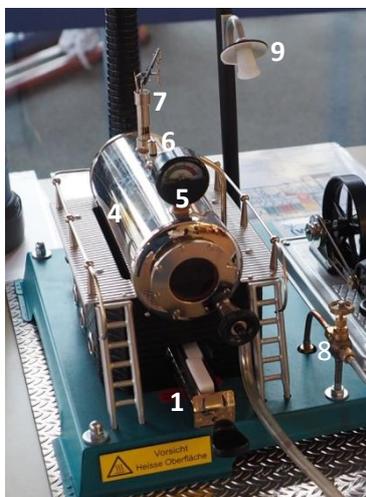


Abb. 2 Dampfzeugung

- 1 Brennerschieber mit Trockenbrennstofftabletten
- 2 Schauglas Wasserstand
- 3 Ablassventil Dampfkessel
- 4 Dampfkessel
- 5 Manometer
- 6 Federsicherheitsventil
- 7 Dampfpfeife
- 8 Absperrventil
- 9 Laterne



Abb. 3. Detailansicht



- 1 Generator
- 2 Öleinfüllschraube
- 3 Schwungrad
- 4 Schieberstangen
- 5 Dampfabsperrentil



Abb. 4 Stromerzeugung



- 1 Warmwasserbehälter
- 2 Thermometer Warmwasserbehälter
- 3 Absperrventil Warmwassererzeugung
- 4 Kondensatauslauf
- 5 Kondensatauffangwanne
- 6 Absperrhahn Warmwasserbehälter

Abb. 5 Warmwassererzeugung

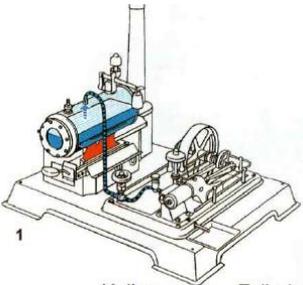


Abb. 6 Kondenswasserschale Kamin

3. Beschreibung

[1] Die Dampfmaschine ist die erste historisch bedeutsame Wärmekraftmaschine zur Umwandlung von thermischer in mechanische Energie. Die Dampfmaschine wurde von dem schottischen Techniker JAMES WATT (1776 - 1819) so weiterentwickelt, dass sie als Antriebsmaschine in den verschiedensten Bereichen (für Pumpen, Textilmaschinen, Mühlen, Pflüge, Lokomotiven) genutzt werden konnte. Das im Kessel befindliche Wasser wird durch Feuer (thermische Energie) zum Kochen gebracht. Es entsteht Dampf, der einen Dampfdruck im Kessel erzeugt. Da der Kessel geschlossen ist, kann der Dampf nur durch die Dampfleitungsrohre zum Zylinder/Kolben entweichen, der Kolben wird in Bewegung versetzt (mechanische Energie). Die Bewegung des Kolbens kann man für den Antrieb von Maschinen verwenden (Beispiel Dampflok). Treibt man mit dem Kolben einen Generator an, kann man die mechanische Energie in elektrische Energie umwandeln (Beispiel Beleuchtung).

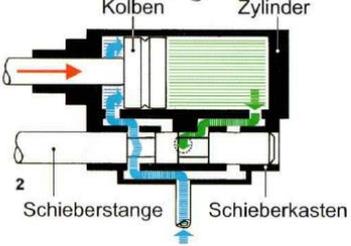
Funktionsweise der Wilesco-Dampfmaschine in Bildern



1

Erklärungen zu den Abbildungen:

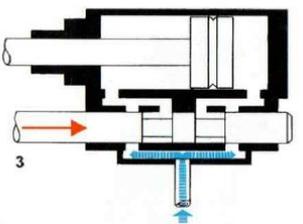
1. Feuer beheizt das im Kessel befindliche Wasser und bringt es zum Sieden. Der entstehende Dampfdruck (blau) wird durch Dampfleitungen dem Aggregat zugeführt. Zur Regelung der Dampfmenge ist hier ein Ventil zwischengeschaltet.



2

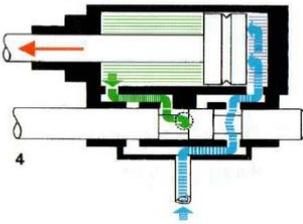
Kolben Zylinder
Schieberstange Schieberkasten

2. Durch die Stellung der Schieberstange kann der Dampf (blau) nur in die linke Seite des Zylinders gelangen. Gleichzeitig verlässt durch eine andere Öffnung der Abdampf auf der rechten Seite (grün) den Zylinder. Der Dampf drückt so den Kolben nach rechts.



3

3. Kurz vor dem Totpunkt des Kolbens schaltet die Schieberstange um. Die Dampfzufuhr ist kurz unterbrochen und wird anschließend umgesteuert. Als Totpunkt bezeichnet man die beiden Endstellungen des Kolbens. Diese Positionen werden durch die Schwungmasse des Schwungrades überwunden.



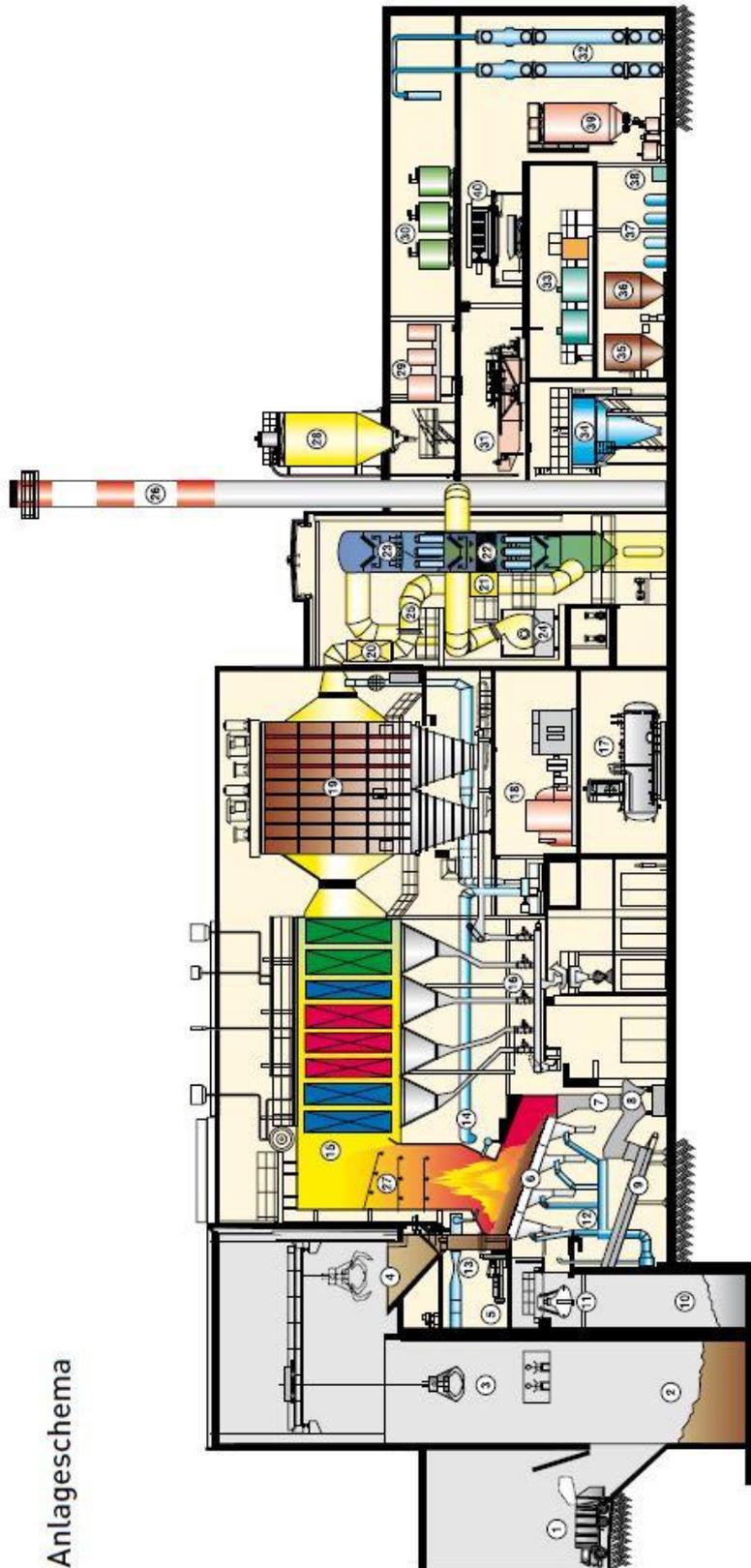
4

4. Nachdem die Schieberstange die Dampfzufuhr jetzt für die rechte Seite freigegeben hat, drückt der Dampf (blau) den Kolben wieder nach links. Der auf der linken Seite im Zylinder befindliche Abdampf (grün) kann nun ins Freie gelangen.

Die Hin- und Her- Bewegung des Kolbens wird über eine Pleuelstange in eine Drehbewegung umgewandelt, die ein Generator in elektrische Energie umwandelt. Damit wird eine kleine Lampe betrieben. Unser Modell wurde ergänzt um einen Warmwassererzeuger. Ein Teil des erzeugten Dampfes wird über ein Ventil abgezweigt und in ein Rohr geleitet. Dieses Rohr (Rohrwendel) erhitzt in einem Wasserbehälter Wasser.

Fernwärme, Dampf und Strom von der Kehrichtverbrennungsanlage Buchs

Anlageschema



- | Kehricht-Anlieferung | Energie-Produktion | Abgasreinigung | Flugaschenaufbereitung | Abwasserreinigung |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|
| 1 Anlieferung | 4 Einfülltrichter | 19 Elektrofilter | 28 Flugaschen-Silo | 33 Fällung und Flockung |
| 2 Kehricht-Bunker | 5 Dosierstößel | 20 Abhitzekeessel | 29 Schwermetall-Extraktion | 34 Absetzbecken Schwermetalle |
| 3 Kehricht-Kran | 6 Vorschub-Verbrennungsrost | 21 Quench | 30 Alkalisierung | 35 Schlammstammler |
| | 7 Zone 1 + 2 wassergekühlt | 22 Füllkörper | 31 Schwermetall Filtration | 36 Sammelstank Klarwasser |
| | 8 Schlacken-Schacht | 23 Ring-Jet | 32 Ammoniak-Rückgewinnung (Strippkolonne) | 37 Endfiltration |
| | 9 Stössel-Entschlacker | 24 Saugzug | | 38 Endkontrolle |
| | 10 Schlacken-Transportbahn | 25 Aktivkohle-Eindüsung | | 39 Kalksilo |
| | 11 Schlacken-Bunker | 26 Kamin | | 40 Filterpresse |
| | 12 Primärluft-Zuführung | 27 Entstickung SNCR-Verfahren | | Schwermetall-Filterkuchen |
| | 13 Sekundärluft-Zuführung | | | |
| | 14 Rauchgas-Resirkulation | | | |
| | 15 Dampferzeuger | | | |
| | 16 Entaschung | | | |
| | 17 Speisewasserbehälter | | | |
| | 18 Dampfturbine | | | |

4. Technische Daten der Dampfmaschine

Dampfmaschine Grundmodell

Hersteller:	Wilesco
Typ:	D18
Inhalt Dampfkessel:	500 ml
Material:	Messingkessel vernickelt
Maximaler Betriebsdruck:	1.5 bar

Warmwasserbehälter

Hersteller:	VfA Buchs
Inhalt:	ca. 350 ml

Gesamtmodell

Abmessungen:	39 x 37 cm
Gewicht:	ca. 3.6 kg

5. Zubehör

Dampfmaschinenöl

Technische Daten

- Hersteller: Wilesco

Beschreibung

Das Dampfmaschinenöl wurde speziell auf Wilesco Dampfmaschinen abgestimmt. Das Öl wird zum Abschmieren von Kolben und Zylinder sowie allen übrigen Lagerungen eingesetzt. Andere Öle können verharzen, sind zu zäh oder zu dünnflüssig und dürfen keinesfalls verwendet werden, da die Dampfmaschine dadurch kaputt gehen kann.



Einfülltrichter

Beschreibung

Trichter zum Befüllen des Dampfkessels mit Wasser, passend zur Öffnung des Sicherheitsventils.



Witabs

Technische Daten

- Trockenbrennstofftabletten
- Hersteller: Wilesco

Beschreibung

Speziell für den Betrieb von Dampfmaschinen optimierte Esbit-Tabletten. Die Tabs bieten eine höhere Ergiebigkeit als Esbit, und es bleiben bei der Verbrennung fast keine Rückstände im Brennschieber. Sie sind leicht zu handhaben, da sie sich schnell entzünden lassen. Immer trocken und gut verpackt lagern. Feuchtigkeit beeinträchtigt die Brennleistung.



Schraubenschlüssel

Technische Daten

- M 8

Beschreibung

Schlüssel zum Montieren der Dampfpfeife.



Brennerschieber

Technische Daten

- Länge: 120 mm
- Füllmenge Witabs: 3 Stück
- Hersteller: WileSCO

Beschreibung

Brennerschieber für WileSCO Dampfmachine Modell D18.



Lötlampe

Technische Daten

- Soudogaz X 2000PZ
- Gaskartusche Butan C206 GLS

Beschreibung

Gasbrenner zum Anzünden der Witabs.



Aufsetzthermometer

Technische Daten

- Messbereich 0°C bis 120 °C
- kalibrierbar

Beschreibung

Thermometer zum Messen der Wassertemperatur im Warmwasserbehälter.



6. Bedienung

Inbetriebnahme

1. Kontrolle: alle Absperrhähne und -ventile müssen geschlossen sein.

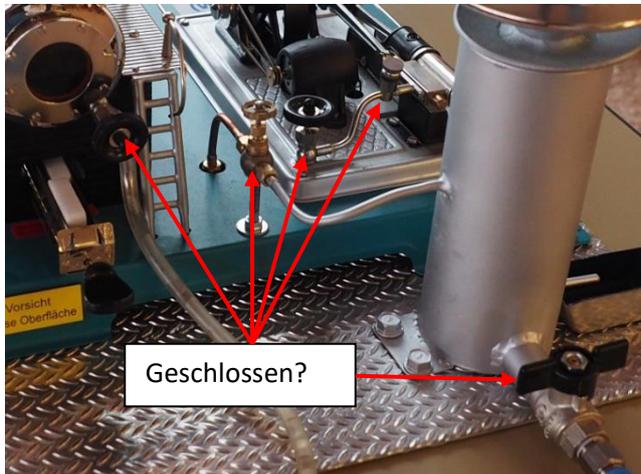
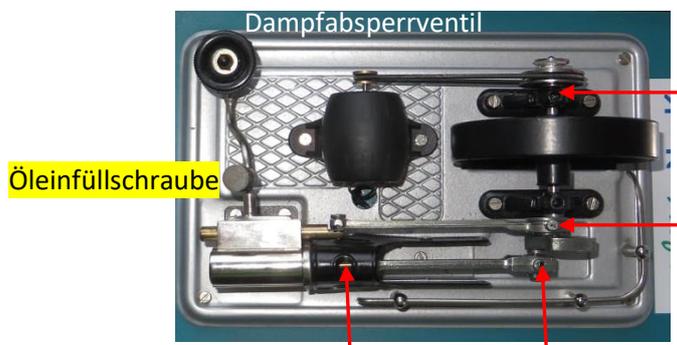


Abb. 7 Absperrhähne und -ventile

2. Kontrolle, ob Dampfkessel drucklos ist
Anzeige Manometer Dampfkessel (Abb. 2, Nr. 5) zeigt 0 bar an. Wenn Druck auf dem Dampfkessel ist, diesen durch Betätigen der Dampfpeife (Abb. 2, Nr. 7) Kessel drucklos machen.

3. Ölen der Komponenten „Stromerzeugung“

Erst nachdem der Dampfkessel drucklos und das Dampfabsperrenteil geschlossen sind, kann man die Komponenten der Stromerzeugung ölen. Dazu die **Öleinfüllschraube** abdrehen und Wilesc-Dampfmaschinenöl (**2 Tropfen für 10 Minuten Betriebszeit**) einfüllen. Hierbei das Schwungrad (Abb. 4, Nr. 3) mehrmals durchdrehen, damit das Öl angesaugt wird. Sämtliche Lager (→) leicht ölen. Öleinfüllschraube wieder von Hand einschrauben.



Achtung: Es darf keinesfalls zu viel Öl verwendet werden, da dieses dann heiss und fein verteilt und fein durch die Gegend spritzt!

4. Füllen des Warmwasserbehälters

Warmwasserbehälter (Abb. 5) mit ca. 300 ml Leitungswasser (ca. 20°C) füllen und Thermometer aufsetzen.

5. Füllen des Dampfkessels

Vor jedem Betrieb wird der Dampfkessel komplett **mit entkalktem bzw. destilliertem Wasser** gefüllt. Dafür wird das Federsicherheitsventil komplett herausgedreht. Ca. 350 ml Wasser mit Hilfe des Trichters bis **Füllhöhe Start** einfüllen. Füllhöhe unbedingt im Schauglas kontrollieren! Danach das Federsicherheitsventil wieder einschrauben. Auch während des Betriebs ist die Füllhöhe im Schauglas immer zu beobachten. Beim Erreichen der **Füllhöhe Abbruch** bevor die Witabs verbrannt sind, ist der **Betrieb sofort abubrechen**. (siehe Punkt Abstellen der Dampfmaschine im Notfall). Vor dem Wiederbefüllen Dampfkessel abkühlen lassen und durch Betätigen der Dampfpeife „drucklos“ machen (Anzeige Manometer Dampfkessel 0 bar).



Abb. 9

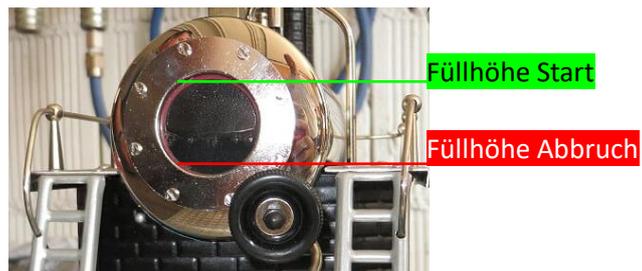


Abb. 10

6. Prüfen des Federsicherheitsventils

Vor jedem Start bzw. nach jedem Befüllen des Dampfkessels ist das Federsicherheitsventil zu überprüfen. Dafür beim eingeschraubten Ventil die „obere Ventilstange“ nach oben ziehen (ca. 4 mm) und wieder loslassen.

Sollte die „Ventilstange“ nicht bewegbar sein oder klemmen, darf die Dampfmaschine nicht betrieben werden!



Abb. 11 Kontrolle Federsicherheitsventil

7. Brennstoff einlegen/ anzünden/ einschieben
 3 Witabs in den Brennerschieber legen, Witabs mit der Lötlampe anzünden.

Vorsicht beim Umgang mit der Lötlampe:

Lötlampe nicht in der Nähe von brennbaren Gegenständen anzünden. Beim Anzünden entsteht an der Spitze eine Stichflamme. **Die Spitze weg von Gesicht und Körper halten, und auf keine andere Person oder brennbaren Gegenstände halten.** Brennschieber mit Witabs und Lötlampe zum Anzünden auf eine nichtbrennbare Unterlage stellen. Spitze der Lötlampe vom Körper und sonstigen brennbaren Teilen wegdrehen. Drehschraube (1) leicht Öffnen (nach + drehen), durch einmaliges Drücken (2) Gas entzünden, (Knopf (2) muss nicht festgehalten werden). Die Grösse der Flamme kann mit Drehknopf (1) reguliert werden. Lötlampe am Handgriff (3) festhalten und Witabs anzünden.

Lötlampe ausschalten, Drehschraube (1) bis zum Anschlag nach – drehen. Brennschieber unterhalb des Dampfkessels in die dafür vorgesehene Öffnung einschieben Abb. 2 und 3.



Abb. 12 Lötlampe

Betrieb

Sobald das Manometer am Dampfkessel 1 bar anzeigt, kann das Dampfabsperrenteil (1) geöffnet werden. Zuerst leicht öffnen und mit einem Finger (Aussen!) das Schwungrad (2) nach rechts oder links anwerfen. Mit dem Dampfabsperrenteil kann die Drehzahl des Schwungrades geregelt werden. Danach kann man zusätzlich das „Absperrventil Warmwassererzeugung“ (3) öffnen. Das Ventil sollte nur so weit geöffnet werden, dass es nur langsam in die Kondensat-Auffangwanne tropft. Wenn man das Absperrventil (3) zu weit öffnet, wird das Schwungrad immer langsamer, der Druck im Dampfkessel sinkt und eventuell bleibt das Schwungrad stehen. Sobald das Schwungrad stehen bleibt, Absperrventil Warmwassererzeugung (3) schliessen und Schwungrad erneut mit Finger anwerfen.

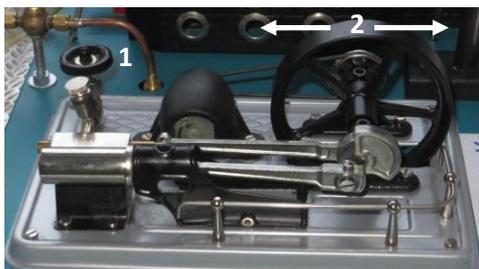


Abb. 13 Anwerfen Stromerzeugung



Abb. 14 Warmwassererzeugung

Während des Betriebs auf folgendes achten:

- Füllhöhe Dampfkessel am Schauglas kontrollieren, siehe Abb. 9
Beim Erreichen der **Füllhöhe Abbruch** bevor die Witabs verbrannt sind, ist der **Betrieb** sofort abubrechen (siehe Punkt Abstellen der Dampfmaschine im Notfall).
- Druck Manometer max. 1.5 bar
Der Druck im Dampfkessel sollte während des Betriebes auf ca. 1 bar gehalten werden. Der Druck im Dampfkessel sinkt, indem man das Dampfabsperrentil (1) und das „Absperrentil Warmwassererzeugung“ öffnet. Mit der Dampfpeife (Abb. 2, Nr. 7) kann auch etwas Druck reduziert werden. **Vorsicht heiss!**
Sollte der Druck im Dampfkessel trotzdem **über 1.5 bar steigen, muss die Dampfmaschine sofort abgestellt werden** (siehe Punkt Abstellen der Dampfmaschine im Notfall).
- Kondensatauffangwanne wenn nötig leeren, Abb. 5
- Kondenswasserschale Kamin, Abb. 6, immer wieder leeren

Betriebsende

Nachdem die Witabs restlos verbrannt sind, sinkt der Druck im Kessel. Es wird kein Dampf mehr erzeugt, der Generator produziert kein Strom mehr. Betriebsende!

1. Wichtig! Den Brennerschieber, solange er noch warm ist, aus der Führung herausziehen. Sollte der Brennerschieber festsitzen, kann man diesen durch leichtes Verkanten nach rechts und links lösen.
2. Dampfpeife betätigen. Der Kessel wird dadurch schneller „drucklos“.
3. Dampfmaschine abkühlen lassen.
Wenn kein weiterer Durchgang geplant ist:
4. Entleeren des Warmwasserbehälters und des Dampfkessels. (Absperrhähne am Dampfkessel und Warmwasserbehälter öffnen) Zum vollständigen Entleeren des Dampfkessels Federsicherheitsventil herausdrehen und nach dem Entleeren wieder einschrauben.
5. Kondenswasserschale (im Kamin) und Kondensatauffangwanne entleeren und austrocknen.
6. Dampfmaschine säubern und trocknen.

Wenn ein weiterer Durchgang geplant ist:

Der Dampfkessel darf auf keinen Fall sofort wieder beheizt werden. Das im Kessel vorrätige Wasser reicht dafür nicht aus. Vor einer neuen Inbetriebnahme muss der Kessel wieder vollständig mit Wasser befüllt werden. Die Dampfmaschine muss zuerst abkühlen und mit der Dampfpeife muss der Kessel drucklos gemacht werden, bevor erneut Wasser nachgefüllt werden kann.

Abstellen der Dampfmaschine, wenn Gefahr in Verzug ist

Gefahr ist in Verzug, wenn der Druck im Dampfkessel über **1.5 bar** ansteigt und auch trotz Betätigung der Dampfpeife nicht sinkt. Gefahr ist in Verzug, wenn das Wasser die **Füllhöhe Abbruch** erreicht hat und die Witabs noch brennen.

Brennerschieber herausziehen und auf nicht brennbaren Untergrund stellen, ausbrennen lassen, Dampfpeife betätigen.

Reinigen der Dampfmaschine/ Zubehör

Trocken, Brennschieber von Russ befreien und Ölspritzer entfernen!

Lagerung/ Rückgabe der Dampfmaschine an den Verein Energiepfad Grabs

Die Dampfmaschine und das Zubehör werden sauber und trocken in die zugehörigen Kisten verpackt. In jeder Kiste befindet sich an der Deckelinnenseite eine Inventarliste, nach der die Kiste zu packen ist. Die beim Ausleihen erhaltene Gesamtliste bitte ausfüllen und Visieren.

Transport der Dampfmaschine

Die Dampfmaschine ist in der Kiste verpackt zu transportieren.

7. Versuche mit der Dampfmaschine

Beobachtung und Dokumentation des Temperaturverlaufs der Warmwassererzeugung mit Dampf (Abb. 5, Thermometer 2). Übertragung der Daten in Excel und Darstellung des Verlaufs in einer Tabelle.

Zeit [min]	Temperatur [°C]	Beobachtung

8. Quellen

[1] [WIE FUNKTIONIERT EINE DAMPFMASCHINE](#)

niederanven.ecole.lu/home/Georges_3_00.../Wie_funktioniert_eine_dampfmasch.html