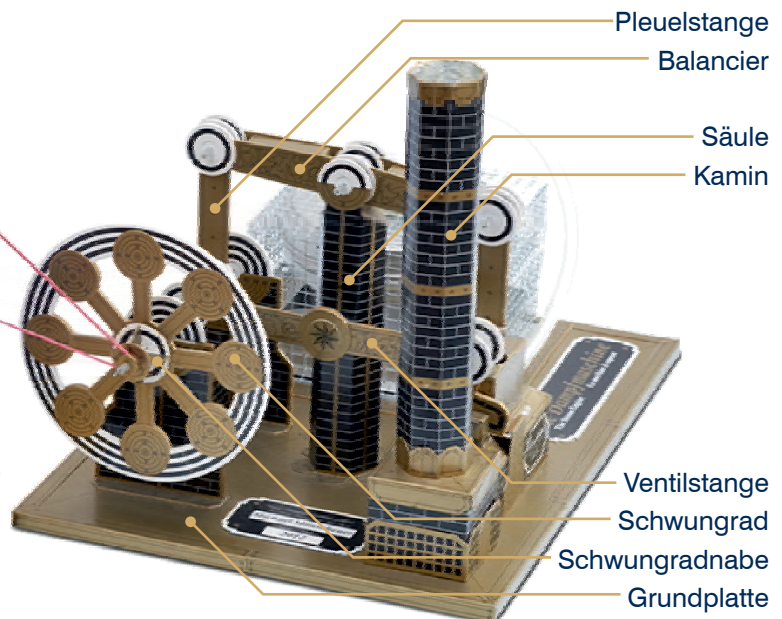
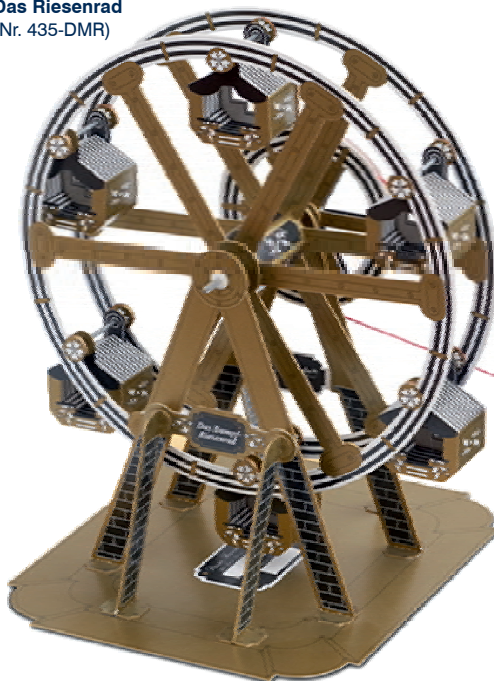
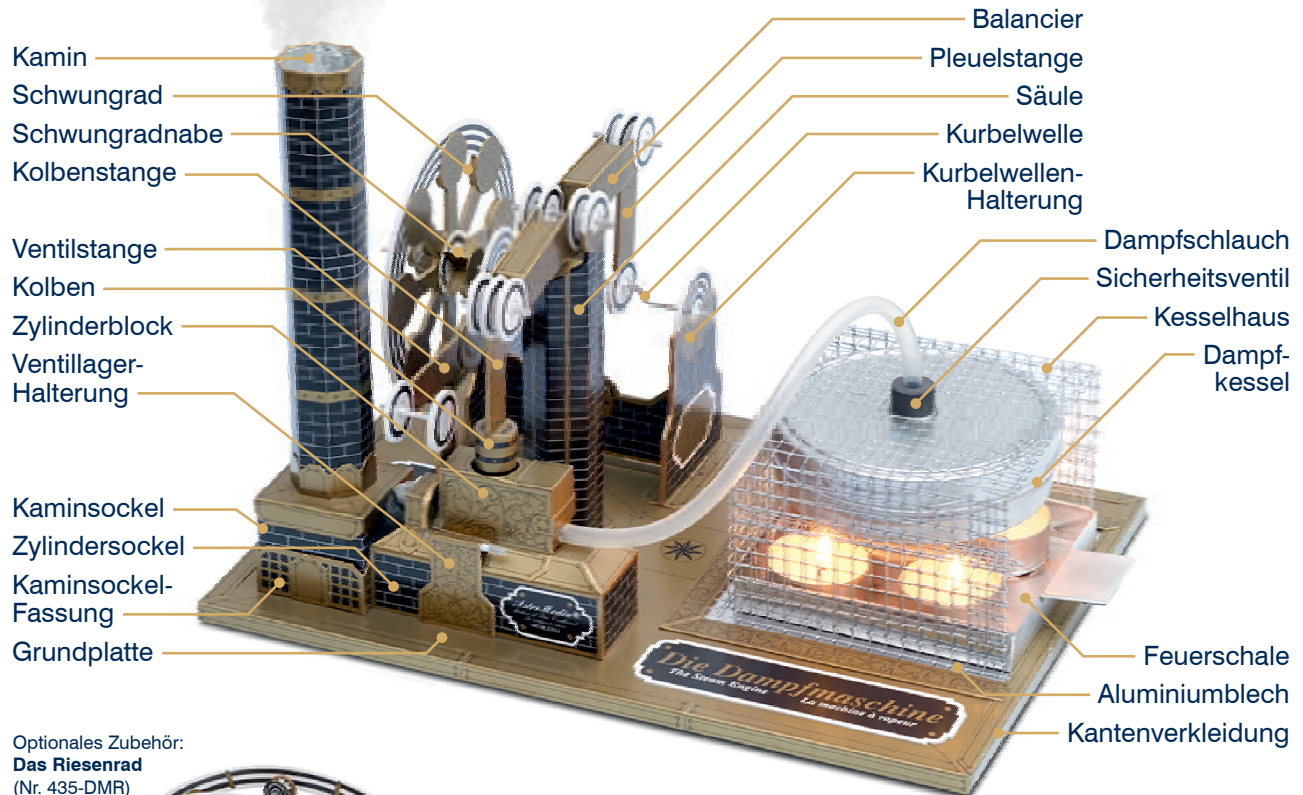


Die Dampfmaschine

Bauanleitung



AstroMedia 

Der Verlag der Wissen schafft

Dampfmaschinen

Die Erfindung der Dampfmaschine wird oft allein dem Schotten James Watt (1736-1819) zugeschrieben, der 1769 dafür ein Patent erhielt. Tatsächlich hat er die entscheidenden Verbesserungen erdacht, die der Dampfmaschine zum Siegeszug und damit der industriellen Revolution zu ihrem alles mitreißenden Schwung verhalfen, aber erfunden wurde die erste funktionsfähige und einsetzbare Dampfmaschine bereits 1712 von dem Engländer Thomas Newcomen. Und auch er hatte Vorläufer, selbst wenn ihre Konstruktionen keine Verbreitung fanden: Sein Landsmann Thomas Savery (1698), dem wir auch die Kraft-Maßeinheit „Pferdestärke“ verdanken, den Franzosen Denis Papin (1690), den Spanier Blasco de Garay (1543) und nicht zuletzt den Griechen Heron von Alexandria, der schon im ersten Jahrhundert vor Christus lebte und dessen dampfgetriebene Drehkugel das Vorbild für den AstroMedia-Bausatz „Der Dampfkreisler“ wurde.

Das Grundprinzip einer Dampfmaschine ist leicht erklärt: Wasserdampf nimmt 1.673 mal so viel Raum ein wie das Wasser, aus dem er erzeugt wird. Folglich entsteht in einem geschlossenen Kessel, in dem Wasser zum Kochen gebracht wird, ein hoher Druck. Den macht sich der Dampfmaschinenbauer zu Nutze: Er leitet den Dampf in einen Zylinder mit einem beweglichen Kolben, der dem Dampfdruck nachgibt und sich bewegt. Die Bewegung wird über ein Gestänge auf ein Rad übertragen und kann so für Arbeitszwecke genutzt werden.

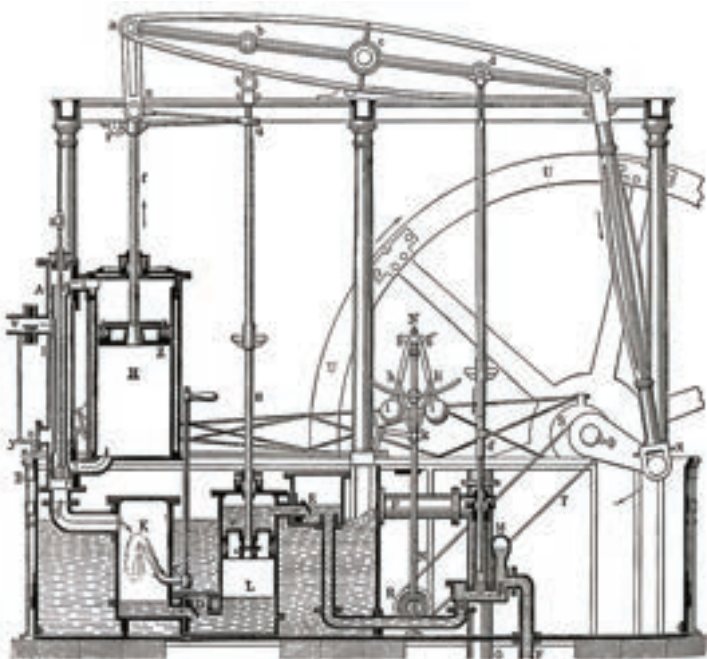
In Anbetracht dessen stellt sich bei der AstroMedia!Dampfmaschine verständlicherweise sofort die Frage, ob es eine Dampfmaschine als Kartonkonstruktion überhaupt geben kann, ja geben darf, angesichts der bekannten Unverträglichkeit von Papier, Wasser und Feuer. Die Antwort liegt Ihnen mit diesem Bausatz vor: Ja, und sie funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie ihre großen Vorbilder. Möglich machen das einige hitze- und wasserbeständige Materialien, die an den kritischen Punkten eingebaut werden, z.B. der Dampfkessel aus Aluminiumblech und der Dampfschlauch aus Silikonkautschuk. Sie sorgen dafür, dass der Dampf von seiner Entstehung im Kessel bis zu seiner Entlassung in die Atmosphäre nicht mit dem Karton in Berührung kommt. Ein abgetrennter, geschützter Bereich für das Feuer, ein geringer Dampfdruck und ein zuverlässiges Überdruckventil eliminieren mögliche Gefahren. Bitte bedenken Sie aber, dass auch hier der Dampf 100° heiß ist und diese Dampfmaschine deshalb, wie alles, woran man sich verbrennen könnte, kein Spielzeug für unbeaufsichtigte Kinder sein kann. Lassen Sie sich überraschen und freuen Sie sich auf eine Maschinenbautätigkeit der ganz anderen Art!

Dieser Bausatz enthält:

- 2 Stanzbögen aus Konstruktionskarton 0,5 mm
- 4 Stanzbögen aus Konstruktionskarton 0,4 mm
- 2 ungestanzte Bögen
- 1 Bogen Aluminiumblech 0,18 mm
- 1 Aluminiumdose mit Schraubendeckel
- 1 Drahtgitter 220 x 330 mm, punktgeschweißt und verzinkt
- 5 Teile aus 1,5 mm Federstahldraht:
 - 1 Kurbelwelle mit 2 Kröpfungen, 1 Ventilbügel,
 - 1 Achse 40 mm, 2 Achsen 27 mm
- 15 Lochscheiben d 1,5 x D 15 mm aus 1 mm Hart-PVC
- 3 Wattestäbchen
- 1 Silikonschlauch d 0,8 x D 2,8 x 110 mm
- 1 Silikonschlauch d 5 x D 7 x 275 mm
- 1 Folienhandschuh
- 1 Ringmagnet d 6 x D 16 x H 10 mm
- 1 Karosseriescheibe (Unterlegscheibe) d 8,4 x D 16 mm, verzinkt
- 2 x 2 O-Ringe D 6,5x1,5 und D 8,5x1,5
- 1 Spanplatte 6 x 210 x 297 mm
- 1 St. Schaumstoff-Dichtung („Tesamoll“) ca. 2,5 cm
- 2 Einwegspritzen 2 ml und 10 ml
- Bauanleitung und Schnittmuster für Drahtgitter und Aluminiumblech

Das benötigen Sie noch für den Zusammenbau:

- Normaler lösungsmittelhaltiger Alleskleber, z.B. Tesa oder Uhu Alleskleber. Benutzen Sie keinen lösungsmittelfreien Alleskleber auf Wasserbasis oder Weißleim, sie weichen den Karton auf, wellen ihn und haften schlecht an den mit Drucklack geschützten Kartonoberflächen. Alleskleber auf Lösungsmittelbasis bindet auch viel schneller ab.
- Hitzebeständiger Zweikomponentenkleber (2K-Kleber), z.B. Pattex Kraft-Mix Extrem Fest, für den Dampfkessel, die Karosseriescheibe und das Ventilager
- Etwas Klebefilm
- Ein scharfes Bastelmesser (sogen. Cutter-Messer, z.B. das AstroMedia Bastelmesser) oder ein Skalpell mit schlanker Spitze, um die Haltestege der gestanzten Teile, die Wattestäbchen und den dünnen Silikonschlauch durchzuschneiden
- Eine kräftige, aber nicht grobe Schere, um das Aluminiumblech zuzuschneiden
- Ein Lineal und ein geeignetes Werkzeug zum Rillen des Aluminiumblechs, z.B. ein alter Kugelschreiber oder ein Schraubenzieher.
- Eine Schneideunterlage, z.B. aus festem Karton (aber keine Wellpappe) oder Kunststoff oder Holz. Sehr praktisch sind die grünen so genannten „selbstheilenden“ Schneidematten, bei denen sich die Einschnitte wieder schließen.
- Eine Pinzette mit schmaler Spitze, um die Distanzhalter aus Wattestäbchenrohr auf den Achsen anzubringen. Mindestens genau so praktisch ist eine spitz zulaufende Kombizange.
- 0,08 Euro in 1-Cent-Münzen als Gewichte für das Schwungrad, oder Metallscheiben (Dicke bis 2 mm, Durchmesser bis 17 mm)
- Ein mittelkräftiger Nagel zum Vorbohren des Lochs im Dampfkessel, dazu ein paar einfache Hilfsmittel zur Erweiterung des Lochs (z.B. Schraubenzieher, geschlossene Schere usw.)
- Ca. 50 cm Haushalts-Alufolie in Rollenbreite zum Aufkleben als Dampfsperre im Bereich des Kamins und ein Besenstiel (oder ein vergleichbares Rundholz) zum Wickeln einer Röhre.
- Ein Stück Zwirnsfaden oder dünner Draht zum Befestigen des Einfüll-Schlauchs auf der großen Einwegspritze
- 5 rußarme Teelichter in Hüllen aus Blech (nicht Kunststoff). Versuche haben gezeigt, dass z.B. die Teelichter aus dem DM-Drogeriemarkt besonders wenig rußen.
- 1 leere Teelicht-Blechkülle zum Auffangen des Kondenswassers
- Feuerzeug zum Abflammen der scharfen Schnittkanten am Abdampfrohr
- Für Liebhaber der Perfektion: Goldener Lackstift zum Einfärben von weißen Kartonkanten



Tipps für einen erfolgreichen Zusammenbau

Bitte vor Baubeginn lesen!

1. Die Bauanleitung wurde in die **Abschnitte A bis V** und diese wiederum in kleine Schritte mit ausführlicher Beschreibung gegliedert. Das sieht auf den ersten Blick nach viel Text und vielen Schritten aus, erleichtert und beschleunigt aber sehr den Zusammenbau und hilft, Fehler zu vermeiden. Bitte lesen Sie jeden Schritt vorher ganz durch und gönnen Sie sich insgesamt je nach Erfahrung etwa 8 bis 15 Stunden für das Bastelvergnügen. Je sorgfältiger Sie Ihre Dampfmaschine zusammenbauen, umso besser wird sie funktionieren.

2. Jedes Teil trägt an einer geeigneten Stelle der Vorder- oder Rückseite seinen **Namen** und/oder seine **Teilenummer**. Diese besteht aus einem Buchstaben und einer Ziffer: Der Buchstabe steht für den Bauabschnitt, die Ziffer entspricht in der Regel der Reihenfolge des Zusammenbaus. Die Teilenummer erkennen Sie an ihrem eckigen Rahmen, z.B. **G2**. Lösen Sie am besten immer nur die Teile heraus, die Sie gerade benötigen.

3. Die Stellen, auf die etwas geklebt werden soll, sind durch **graue Flächen** gekennzeichnet. Auf jeder Klebefläche steht ein **Symbol**, das aus einer Teilenummer, einem Pfeil und einem kleinen Quadrat besteht, z.B.: K3 → □. Es bedeutet, dass das Teil mit dieser Nummer (oder eine Lasche des Teils) an diese Stelle geklebt wird. Auf einigen grauen Klebeflächen findet sich auch dieses Symbol: □. Hier wird das Teil mit sich selber zusammengeklebt. Bitte beachten Sie, dass die Klebemarkierungen meistens einige Millimeter schmaler und kürzer sind als das darauf zu klebende Teil, damit sichergestellt ist, dass die graue Markierungsfläche beim Bekleben in jedem Fall überdeckt wird.

4. Die Kartonflächen, die zum Schutz gegen den Wasserdampf mit **Haushalts-Alufolie** beklebt werden, sind durch ein Muster aus kleinen **grauen Punkten** gekennzeichnet.

5. Es empfiehlt sich, die Teile nicht aus den Kartonsbögen zu reißen, sondern die kleinen **Haltestege** mit einem Messer sauber durchzuschneiden, damit die Kanten ganz glatt werden.

6. Die **Falzlinien** sind vorgegenutzt, in einigen Fällen auch durch kleine Schnitte vorbereitet. Im Text bedeutet „nach vorne falzen“ zu mir hin, wenn ich auf die mit Gold und Schwarz bedruckte Vorderseite des Kartons blicke, „nach hinten falzen“ von mir weg. Falze werden besonders gerade, wenn Sie die Nutlinien über eine Kante (Buch, Brett) legen und dann umbiegen.

7. **Wichtig: Beachten Sie beim Betrieb der Dampfmaschine unbedingt die Sicherheitshinweise in Abschnitt V.**

8. Hier geht es zum illustrierten Baubericht unseres Kunden Michael Monscheuer: <http://www.michelswunderland.de/solderiron/steam.html>

Bauanleitung

Abschnitt A Die Grundplatte

Die Grundplatte hat einen Kern aus Spanplatte, der mit den beiden Abdeckungen [A1] und [A2] sowie den Kantenverkleidungen [A3] bis [A8] beklebt wird. Um die Spanplatte im Bereich des Kesselhauses vor Hitze zu schützen, wird dort der Karton durch ein quadratisches Stück Aluminiumblech ersetzt.

Schritt 1: Schneiden Sie die weiße quadratische Fläche aus der oberen Abdeckung [A1, Bogen 7] heraus. Es entsteht eine Lücke, die bis zum Rand geht: Der Platz für das Aluminiumblech. Die grauen gestrichelten Linien zeigen an, wo die Kantenverkleidungen auf dem Blech sitzen werden (Schritt 4). Die darin enthaltenen Typenschilder [A9 + A10] werden erst ganz zum Schluss ausgeschnitten und auf den dafür vorgesehenen grauen Klebemarkierungen angebracht. Kleben Sie dann die obere Abdeckung mit ihrer quadratischen Lücke mittig auf die eine Seite der Pressspanplatte. Schneiden Sie evtl. überstehende Kartonränder ab.

Schritt 2: Kleben Sie in gleicher Weise die untere Abdeckung [A2, Bogen 8] mittig auf die andere Seite der Pressspanplatte.

Schritt 3: Schneiden Sie die Schablone für die quadratische Bodenplatte des Kesselhauses aus dem Schnittmusterbogen für das Aluminiumblech aus (s. vorletzte Seite der Bauanleitung). Befestigen Sie es mit Klebefilm so auf dem Blech, dass eine Ecke des Quadrats genau auf einer Ecke des Blechs zu liegen kommt und schneiden Sie es dann mit einer Schere aus dem Blech.

WICHTIG: Die Schnittkanten sind scharf, seien Sie beim Schneiden vorsichtig!

TIPP: Sie können auch das aus der oberen Abdeckung geschnittene Kartonquadrat als Schablone zum Anzeichnen des Aluminiumblechs benutzen, wenn die Kanten sauber und gerade geschnitten sind.

Stellen Sie sicher, dass es in die quadratische Aussparung auf der Oberseite der Grundplatte passt, und kleben Sie es dann hinein. Es soll, wie der Karton, nicht über den Rand der Pressspanplatte hinausragen. Schmale Lücken zwischen Blech und Karton spielen keine Rolle, sie werden später überdeckt.

Schritt 4: Falzen Sie die 4 Eckteile der Kantenverkleidung [A3 bis A6, Bogen 3 + 4] an allen Nuten scharf nach hinten. Kleben Sie sie dann an den 4 Ecken der Grundplatte auf die Kante und auf die Ränder der oberen und unteren Verkleidung, bzw. des Blechs. An den kurzen Seiten der Grundplatte stoßen die Kantenverkleidungen bündig gegeneinander, an den langen bleibt eine Lücke für die Mittelteile der Kantenverkleidung.

Schritt 5: Weil das Maß der Spanplatte ganz leicht variieren kann, sind die beiden mittleren Kantenverkleidungen [A7 + A8, Bogen 5] absichtlich etwas länger als die Lücken, in die sie geklebt werden sollen. Falzen Sie sie an allen Nuten scharf nach hinten und passen Sie sie in die Lücken ein, indem Sie an beiden Enden gleich viel abschneiden. Kleben Sie sie dann fest.

Abschnitt B Die Säule

Die Säule steht zwischen dem Zylindersockel und dem Kurbelwellenständer und trägt den Balancier (s.u.). In der Mitte und am Boden wird sie durch 2 innen liegende Sechsecke versteift, an ihrem oberen Ende befinden sich 2 runde Halterungen für Lagerscheiben. Dort wird später der Balancier aufgehängt.

Schritt 6: Lösen Sie Teil 1 und 2 der Säule [B1 + B2, Bogen 3 + 4] aus dem Karton, auch die kleinen Scheiben aus der Lagerhalterung, und falzen Sie jeweils die 3 langen Nute nach hinten, ebenso die 2 kleinen dreieckigen Laschen neben der Lagerhalterung, und die 3 kleinen Klebelaschen am Fuß nach vorne. Kleben Sie dann die zwei Teile an der langen Klebelasche aneinander und nach dem Trocknen zu einer sechseckigen Säule zusammen.

Schritt 7: Falzen Sie die 6 Laschen der Innenversteifung [B3, Bogen 3] nach hinten und schieben Sie sie ohne Klebstoff von unten in die Säule, etwa bis zur Mitte. Sie können dafür einen Bleistift benutzen oder noch besser einen runden Gegenstand wie z.B. einen Schraubendrehergriff, der gerade noch in die Säule passt. Die Innenversteifung darf sich nicht verkanten, sondern muss allseitig rechtwinklig an der Säulenwand anliegen. Fixieren Sie sie anschließend mit etwas Klebstoff, den Sie von oben in die Säule tropfen lassen.

Schritt 8: Falzen Sie die 6 Klebelaschen des Säulenbodens [B4, Bogen 4] nach hinten und kleben Sie ihn mit den Laschen vorn in die Öffnung am Fuß der Säule. Der Boden soll genau bündig mit dem Ende der Säule sein, wenn sie mit ihren auseinander gespreizten Fußlaschen auf die Arbeitsfläche gestellt wird.

Schritt 9: Entfernen Sie die runden Kartonscheiben aus den Lagerhalterungen 1 und 2 [B5 + B6, Bogen 1] und kleben Sie sie mit den Rückseiten kantengenau aufeinander, ebenso die Lagerhalterungen 3 und 4 [B7 + B8, Bogen 2]. Damit haben die Lagerhalterungen die gleiche Dicke und ihr Loch den gleichen Durchmesser wie die Lagerscheiben aus Hart-PVC. Legen Sie die Halterungen auf Ihre Arbeitsfläche und drücken Sie je eine Lagerscheibe in die Löcher, bis die Scheiben auf beiden Seiten mit den Halterungen bündig sind. Dazu müssen Sie etwas Kraft und evtl. einen harten Gegenstand einsetzen, z.B. einen Löffel.

Schritt 10: Kleben Sie die beiden Lagerhalterungen mit den hineingedrückten Lagerscheiben bündig und kantengenau auf die Innenseite der Lagerhalterungen, die oben aus der Säule herausstehen.

Schritt 11: Mit der Abdeckung [B9, Bogen 5] bekommt die Säule oben einen Abschluss. Falzen Sie die Nuten an den beiden seitlichen Dreiecken nach hinten, die beiden anderen Nuten nach vorne und setzen Sie die Abdeckung zunächst ohne Klebstoff zur Probe auf die Säule. Die beiden runden Teile gehören zu den Lagerhalterungen und decken diese nach innen ab, so dass die Lagerscheiben bis auf eine 8 mm große Öffnung im Karton eingebettet sind. Die Dreiecke der Abdeckung passen auf die kleinen dreieckigen Klebelaschen der Säule. Kleben Sie die Säulen-Abdeckung in dieser Position fest.

Kleben Sie die Säule jetzt noch nicht auf die Grundplatte.

Abschnitt C

Der Balancier

Der Balancier (französisch für "Balancierstange, Schwinghebel", englisch: "walking beam") ist das zentrale kraftübertragende Element der Dampfmaschine. Er besteht aus 2 Wangen, zwischen denen 2 Verbindungsstücke sitzen, sowie 6 Lagerscheiben aus PVC mit ihren Lagerkappen. An seinem einen Ende empfängt er über die Kolbenstange die Kraft, die der Dampf auf den Kolben ausübt, an dem anderen gibt er diese Kraft über die Pleuelstange an die Kurbelwelle weiter. Seine Lagerung im Kopf der Säule ist extrem reibungsarm, wie alle anderen Lagerungen auch.

Schritt 12: Entfernen Sie die Scheiben aus den Löchern der Balancier-Teile 1 und 2 [C1 + C2, Bogen 1] und kleben Sie die Teile mit den Rückseiten passgenau gegeneinander. Kleben Sie dann auf einer Seite die Balancier-Lagerkappen 1 bis 3 [C5 bis C7, Bogen 3] auf die Mitte und die beiden runden Enden und drücken Sie anschließend von der anderen Seite her 3 Lagerscheiben in die runden Öffnungen, wieder so, dass die Scheiben bündig mit der Kartonoberfläche abschließen. Kleben Sie dann die Balancier-Lagerkappen 4 bis 6 [C8 bis C10, Bogen 4] auf die Lagerscheiben, die damit wie im vorangehenden Schritt bis auf die 8 mm große Öffnung ganz in Karton eingebettet sind.

Schritt 13: Verfahren Sie mit den Balancier-Teilen 3 und 4 [C3 + C4, Bogen 2] und den Lagerkappen 7 bis 12 [C11 bis C16] ebenso.

Schritt 14: Falzen Sie alle Nuten der beiden Balancier-Verbindungsstücke 1 und 2 [C17-C18, Bogen 5] nach hinten. Kleben Sie sie wie in Abb. 1 zu zwei trapezförmigen Vierecken zusammen, indem Sie sie zu einer eckigen Spirale wickeln. Die Kanten müssen alle bündig sein.



Abb. 1: Querschnitt Balancier-Verbindungsstück

Schritt 15: Kleben Sie die beiden Verbindungsstücke stumpf auf die mit Klebemarkierungen gekennzeichnete Seite des einen Balancier-Teils. Halten Sie dabei mindestens 2 mm Abstand zu den Lagerkappen am Ende des Balanciers. Kleben Sie dann darauf das andere Balancier-Teil. Achten Sie dabei gut darauf, dass die beiden Teile genau übereinander zu liegen kommen, indem Sie den ganzen Verbund noch vor dem Abbinden des Klebers mit der Unterseite und mit den Enden auf Ihre Arbeitsfläche aufstoßen. Wichtig: Die Löcher der Lagerscheiben müssen genau übereinander liegen, damit die Achsen genau rechtwinklig zum Balancier in den Lagern sitzen.

Schritt 16: Entfernen Sie von einem Wattestäbchen den Wattekopf und schneiden Sie von dem Plastikrohr 6 Stücke von 4 mm Länge ab. Zwei davon dienen als Distanzhalter auf der Achse des Balanciers, die anderen werden später für die Achsen von Kolben- und Pleuelstange benötigt. Schneiden Sie auch von dem dünnen Silikonschlauch 6 Achs-Arretierungen von jeweils 6 mm Länge ab. Sie werden zum Fixieren der Achsenenden benötigt. Diese Arretierungen haben nur 0,8 mm Innendurchmesser und haften dadurch fest, aber noch verschiebbar auf den Achsen. Auch hier werden zunächst nur 2 benötigt, die anderen später.

Im nächsten Schritt wird der Balancier mit der 40 mm langen Achse aus 1,5 mm starkem Federstahldraht in das Lager am Kopf der Säule eingehängt. Wichtig: Die eine Kante des Balanciers läuft von einem Ende zum anderen gerade durch, die andere steigt von den Enden zur Mitte hin leicht an. Diese Kante muss oben liegen, die gerade durchlaufende unten. Die Lagerscheiben an den beiden Enden liegen dann etwas tiefer als die Lagerscheiben in der Mitte (siehe auch die Abbildung auf dem Titelblatt). Abb. 2 zeigt Ihnen, wie der Balancier, die Distanzhalter und die Achs-Arretierungen auf der Säulenachse angeordnet sind.

Schritt 17: Schieben Sie zunächst eine der 6 mm langen Achs-Arretierungen mit kleinen Drehbewegungen so weit über das eine Ende der 40 mm langen Achse, bis sie bündig ist. Fassen Sie die Achse an dem Schlauch an wie an einem Griff, schieben Sie sie von außen ein Stück durch eine Säulen-Lagerscheibe und fädeln Sie mit Hilfe einer Pinzette oder spitzen Kombizange einen Distanzhalter aus Wattestäbchenrohr darüber. Schieben Sie dann die Achse durch die beiden mittleren Lagerscheiben des Balanciers, dann durch einen weiteren Distanzhalter und dann durch die andere Lagerscheibe der Säule.

TIPP: Wenn Sie Schwierigkeiten damit haben, den zweiten Distanzhalter in dem engen Raum zwischen Balancier und Säulenlager genau an seiner Stelle zu halten und gleichzeitig die Achse durchzuschieben, können Sie auch die Achse und mit ihm das eine Säulenlager vorsichtig soweit zur Seite biegen, dass sich die Achse am anderen Säulenlager vorbeischieben und der Distanzhalter aufstecken lässt.

Schieben Sie dann eine weitere Achs-Arretierung über das herausragende Ende der Achse prüfen Sie die Leichtgängigkeit des Lagers. Der Balancier muss sich völlig widerstandsfrei bewegen können und auch seitlich etwas Spiel haben.

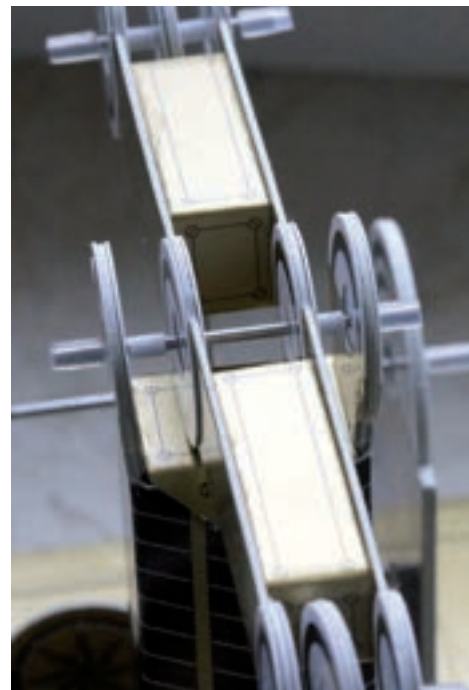


Abb. 2: Achsenmontierung Säule und Balancier

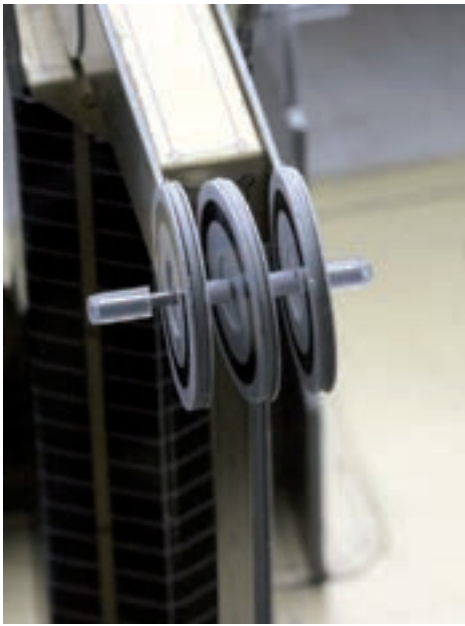


Abb. 3: Achsenmontierung Balancier und Pleuelstange / Kolbenstange

Abschnitt D

Die Pleuelstange

Die Pleuelstange stellt den Kraftschluss zwischen Balancier und Kurbelwelle her. An ihrem oberen Ende wird sie vom Balancier immer dann nach unten bewegt, wenn der Kolben vom Dampf nach oben gedrückt wird. Ihr unteres Ende sitzt auf der Kurbelwelle und wandelt so die empfangene lineare Abwärtsbewegung in eine Drehbewegung um.

Schritt 18: Kleben Sie die beiden Pleuelstangen-Innenteile 1 und 2 [D1 + D2, Bogen 1 + 2] mit den Rückseiten gegeneinander und drücken Sie in jedes der beiden Löcher eine Lagerscheibe.

Schritt 19: Kleben Sie auf die beiden Seiten die Pleuelstangen-Außenteile 1 und 2 [D3 + D4, Bogen 6].

Schritt 20: Nehmen Sie eine der beiden 27 mm langen Achsen zur Hand und schieben Sie auf das eine Ende eine der 6 mm langen Achs-Arretierungen. Stecken Sie die Achse durch eine Lagerscheibe am einen Ende des Balanciers und dann durch einen der Distanzhalter aus Wattestäbchenrohr. Schieben Sie dann eine Lagerscheibe der Pleuelstange auf die Achse, fädeln Sie einen weiteren Distanzhalter darauf und stecken Sie die Achse durch das andere Lager des Balanciers. Sichern Sie sie mit einer Achs-Arretierung und prüfen Sie die Leichtigkeit des Lagers. Die Pleuelstange sitzt richtig, wenn sie etwas Spiel hat und sich auch ein wenig seitlich verdrehen kann (Abb. 3).

Abschnitt E

Die Kolbenstange und der Kolben

Der Kolben besteht aus Karton und darf deshalb nicht mit dem Dampf in direkte Berührung kommen. Diese Aufgabe übernimmt der Kolbenbalg (s. Abschnitt S), auf dem der Kolben nur lose aufsitzt. Der Kolbenbalg wird vom Dampf rhythmisch aufgebläht und schiebt dabei jedes Mal den Kolben nach oben. Kolben und Kolbenbalg bilden gemeinsam das eigentliche Kolbensystem.

Schritt 21: Kleben Sie die Kolbenstangen-Innenteile 1 und 2 [E1 + E2, Bogen 1 + 2] gegeneinander und drücken Sie in das Loch eine Lagerscheibe.

Schritt 22: Kleben Sie auf die beiden Seiten die Kolbenstangen-Außenteile 1 und 2 [E3 + E4, Bogen 6]. Die Schlitze am unteren Ende der Kolbenstangenteile liegen genau übereinander.

Schritt 23: Kleben Sie die beiden Innenteile 1 und 2 der Kolbenhalterung [E5 + E6, Bogen 1 + 2] zusammen und dann darauf die beiden Außenteile 1 und 2 [E7 + E8, Bogen 6]. Beachten Sie auch hier, dass die Schlitze genau übereinander liegen.

Schritt 24: Stecken Sie die Kolbenhalterung mit ihrem Schlitz in den Schlitz der Kolbenstange und kleben Sie sie dort fest. Die beiden Teile bilden jetzt im Querschnitt ein Kreuz und sollten am Boden bündig miteinander sein.



Abb. 4: Kolbenstange und Kolben

Schritt 25: Biegen Sie den Kolbenmantel [E9, Bogen 6] zu einem runden Rohr. Ziehen Sie ihn dazu vorsichtig über eine Kante, damit die Rundung keine Knicke bekommt, oder wickeln Sie ihn stramm um einen dicken Filzstift o.ä. Kleben Sie dann das Verbindungsstück [E10, Bogen 6] zur

Hälfte hinter die eine Kante und nach dem Trocknen auch hinter die andere, so dass eine geschlossene runde Röhre entsteht. Lassen Sie den Kolbenmantel gut trocknen. Stecken Sie dann das untere Ende der Kolbenstange mit der quer darauf geklebten Kolbenhalterung etwa bis zur Mitte in den Kolbenmantel, so dass sie ohne Klebstoff in ihm stecken bleibt. Sie darf nicht zu locker in ihm stecken. Falls nötig, können Sie den Kolbenmantel vorher leicht verbiegen, damit er fester an der Halterung klemmt.

WICHTIG: Der Kolbenmantel bleibt zunächst verschiebbar, um die Höhe des Kolbens im Zylinder für den Betrieb optimal justieren zu können. Er wird, wenn überhaupt, erst ganz zum Schluss festgeklebt.

Schritt 26: Kleben Sie den Kolbenboden [E11, Bogen 6] auf die untere Kante des Kolbens, um ihn nach unten abzuschließen. Die Kolbendecke [E12 + 13, Bogen 6] wird erst nach Inbetriebnahme angebracht, wenn der Kolben justiert und fixiert ist.

Schritt 27: Hängen Sie die Kolbenstange im anderen Ende des Balanciers auf und verfahren Sie dabei genauso wie bei der Pleuelstange.

Kleben Sie die Säule auch jetzt noch nicht an ihrem Platz fest, sondern erst, wenn der Zylinder fertiggestellt ist.

Abschnitt F

Der Zylindersockel

Der Zylindersockel bietet dem Zylinder eine stabile Basis und hebt ihn soweit an, dass das Kondenswasser gut aus ihm abfließen kann. Er ist an seiner Stirnseite, die zum Kesselhaus zeigt, geschlossen und an der anderen, an die sich der Kamin anschließt, offen. Im Inneren wird er durch die Innenversteifungen [F2 bis F5, Bogen 3 + 4] gestützt.

Schritt 28: Falzen Sie alle Nutlinien des Zylindersockels [F1, Bogen 5] scharf nach hinten und kleben Sie die Laschen der Stirnseite auf der Innenseite fest. Der Zylindersockel bekommt dadurch den gleichen Querschnitt wie die Innenversteifungen.

Schritt 29: Kleben Sie die Innenversteifungen 1 und 2 [F2 + F3, Bogen 3] gegeneinander, ebenso die Innenversteifungen 3 und 4 [F4 + F5, Bogen 4]. Kleben Sie die beiden Teile dann stumpf ins Innere des Zylindersockels. Das muss nicht genau an den grauen Klebmarkierungen sein, denn man wird später nicht mehr in den Zylindersockel hineinblicken können, aber achten Sie darauf, dass die Versteifungen nicht schräg sitzen und nicht nur mit ihren seitlichen Kanten, sondern auch mit der Oberkante festgeklebt werden.

Schritt 30: Kleben Sie den Zylindersockel möglichst genau auf den dafür gekennzeichneten Klebmarkierungen der Grundplatte fest.

Abschnitt G

Der Zylinderblock

Der Zylinderblock beherbergt den Kolbenbalg, der sich abwechselnd aufbläht und wieder in sich zusammenfällt und so die thermische Energie des Wasserdampfs in Bewegungsenergie umwandelt. Außen am Fuß des Zylinderblocks befindet sich das Lager für das Ventil, das den Kolbenbalg in raschem Wechsel zudrückt und öffnet und ihn so zu seinen rhythmischen Bewegungen veranlasst. Der Zylinderblock besteht aus 2 Teilen: Einem Innenteil, das als erstes zusammengebaut und auf den Sockel geklebt wird, und einem Außenteil, das wie eine Hülle darüber liegt. Auf dessen Oberseite befinden sich das Loch für den Kolben und der bewegliche Zylinderdeckel, der den Zugang ins Innere freigibt.

Schritt 31: Lösen Sie die kleine runde Scheibe aus dem Inneren Zylinderblock [G1, Bogen 6] und falzen Sie alle Nuten nach hinten. Man kann bereits erkennen, dass die Innenseite grau ist.

Schritt 32: Auf der Innenseite des Zylinders befindet sich eine rechteckige, grau geringelte Klebefläche für das Ventil-Widerlager aus Schaumstoff. Schneiden Sie vom Schaumstoff-Klebeband („Tesamoll“) ein passend großes Stück zu, ziehen Sie das Schutzpapier ab und kleben Sie es auf diese Fläche.

Schritt 33: Kleben Sie die Innenwandschienen 1 und 3 [G2 + G4, Bogen 1] aufeinander, ebenso die Innenwandschienen 4 und 6 [G5 + G7, Bogen 2], und kleben Sie in gleicher Weise auch Teil 1 und 2 der Zylindertrennwand [G8 + G9, Bogen 3 + 4] gegeneinander. Legen Sie diese nunmehr doppelt dicken Teile zunächst zur Seite.

Schritt 34: Die Front des Inneren Zylinderblocks, erkennbar an ihrem 7 mm großen Loch für den Dampfschlauch, hat an jeder Seite eine Klebelasche. Kleben Sie die Innenwandschienen 2 und 5 [G3 + G6, nicht die soeben hergestellten doppelten] auf ihre Rückseiten und kleben Sie dann diese Klebelaschen auf der Innenseite des Zylinderblocks fest, an den gekennzeichneten grauen Klebemarkierungen. Kleben Sie am anderen Ende des Zylinderblocks den goldbedruckten oberen Querbügel an seine Stelle, ebenso den grauen Haltebügel für das Abdampfrohr. Es entsteht ein schmaler, länglicher und oben offener Kasten mit dunkelgrauem Innenraum.

Jetzt werden die doppelten Innenwandschienen aus dem vorletzten Schritt eingeklebt. In den Schlitz, der dabei entsteht, wird später die Zylindertrennwand geschoben, die den Dampfschlauch in seiner Position festhält.

Schritt 35: Neben den eingeklebten Laschen der Frontseite des Zylinderblocks sieht man mit einem kleinen Abstand die Klebemarkierungen für die doppelt dicken Innenwandschienen [G2+4] und [G5+7]. Der Abstand kennzeichnet den Schlitz für die Zylindertrennwand. Kleben Sie die beiden Innenwandschienen an ihre Stellen und

prüfen Sie, ob der Schlitz auch gerade breit genug ist, um die Zylindertrennwand leicht hineinschieben und wieder herausziehen zu können. Sie darf keinesfalls im Schlitz festkleben. Lassen Sie sie im Zylinderblock stecken, bis in Abschnitt S der Dampfschlauch eingezogen wird.

Schritt 36: Kleben Sie den Inneren Zylinderblock auf den Zylindersockel. Dabei zeigt die goldbedruckte Front in Richtung Aluminiumblech. Das offene andere Ende mit dem Haltebügel für das Abdampfrohr muss genau mit der offenen Kante des Zylindersockels abschließen.

Als nächstes wird der Äußere Zylinderblock [G10, Bogen 6] wie eine Hülle darüber geklebt. Er hat auf der Oberseite ein Loch, in dem sich der Kolben auf und ab bewegen wird, und gleich daran anschließend den Zylinderdeckel, eine Klappe mit Stecklasche, die den Einblick in den Zylinder ermöglicht.

Schritt 37: Lösen Sie den Äußeren Zylinderblock [G10, Bogen 6] aus der Kartonplatte, entfernen Sie die runde Scheibe und legen Sie das Teil so vor sich, wie es in der Platte war: Die goldbedruckte Seite oben, das Loch für den Kolben in der vorderen Mitte, der graue Ausleger mit dem Klebehinweis auf das Teil G11 (die Ventillager-Halterung) nach rechts zeigend. Falzen Sie folgende Teile entlang der Nutlinien nach vorne: Die größere Lasche mit den abgeschrägten Ecken ganz links, die ähnliche, aber kürzere abgeschrägte Lasche auf der rechten Seite sowie das darunter anschließende Teil, an dem hinter einer weiteren Nut die graue Ventillager-Halterung hängt. Ebenfalls nach vorne gefalzt wird die Nut oberhalb der runden Kolbenöffnung. Alle anderen Nutlinien des Äußeren Zylinderblocks werden nach hinten gefalzt.

Schritt 38: Setzen Sie den Äußeren Zylinderblock zunächst ohne Kleber auf den Inneren Zylinderblock. Die Position ergibt sich dabei aus den Klebemarkierungen auf dem Zylindersockel. Der graue Ausleger, auf den im nächsten Schritt die Ventilhalterung [G11] aufgeklebt wird, sitzt mit seiner Unterkante auf der Grundplatte auf und bildet oben eine kurze horizontale Fläche, die halb mit Gold, halb mit Grau bedruckt ist. Links schließen Innerer und Äußerer Zylinderblock bündig ab, rechts entsteht der Zylinderdeckel, der den Zugang zur Zylindertrennwand ermöglicht und zum Schließen mit seiner abgeschrägten Lasche in einen schmalen Bügel eingesteckt wird. Kleben Sie dann den Äußeren Zylinderblock in dieser Position auf dem Inneren fest. Führen Sie den schmalen Bügel um die Frontseite herum und kleben Sie ihn mit so viel Spiel fest, dass die Lasche des Zylinderdeckels hineingesteckt werden kann.

Schritt 39: Kleben Sie die Ventillager-Halterung [G11, Bogen 6] auf den grauen Ausleger. Er steht oben etwas über dessen horizontale Kante über. In den so entstandenen Winkel wird im nächsten Abschnitt das Ventillager geklebt.

Schritt 40: Falzen Sie beim Bügel für das Abdampfrohr [G12, Bogen 6] die beiden inneren Nuten nach hinten, die beiden äußeren nach vorne und kleben Sie das Teil über den schon vorhandenen grauen Bügel des Inneren Zylinderblocks.

Schritt 41: Kleben Sie jetzt die Säule auf ihre grauen Klebestellen auf der Grundplatte. Der Balancier muss genau parallel zu den kurzen Kanten der Grundplatte verlaufen. Der Kolben taucht in das dafür vorgesehene Loch im Zylinder ein, die Pleuelstange zeigt dorthin, wo später der Pleuelwellenständer hingeklebt wird.



Abb. 5: Innerer Zylinderblock

Abschnitt H

Das Ventil

Die Aufgabe des Ventils ist es, den Kolbenbalg im Wechsel zuzudrücken und wieder zu öffnen. Es besteht aus einem Bügel aus Stahldraht, der 3-fach rechtwinklig gebogen ist und mit Karton verkleidet wird. Das Lager des Ventils, ein Stück Wattestäbchen-Rohr, muss mit Zweikomponentenkleber fixiert werden, da normaler Kleber an diesem Kunststoff nicht haftet. Damit der 2K-Kleber nicht mehrfach angerührt werden muss, werden bei dieser Gelegenheit auch die beiden 2K-Klebungen am Dampfkessel vorgenommen.

Schritt 42: Kleben Sie die 4 Innenteile des Ventils [H1 bis H4, Bogen 6] kantengenau zu einem Block aufeinander, so dass die Schlitzte übereinander liegen. Kleben Sie diesen Block dann auf die Rückseite des Ventil-Außenteils 1 [H5, Bogen 6]. Dabei entsteht zusätzlich eine Rinne an der Unterkante des Ventils.

Schritt 43: Nehmen Sie den dreifach gebogenen Bügel aus Stahldraht zur Hand. Durch die 3 Biegungen sind 4 Abschnitte entstanden: zwei Mittelstücke und zwei Endstücke. Die beiden Endstücke zeigen in entgegengesetzte Richtungen, und eines von ihnen ist deutlich kürzer als das andere. Stecken Sie dieses kürzere Ende von der Rückseite her durch das kleine Loch in der Rundung des Ventil-Außenteils 2 [H6, Bogen 6] bis zum Anschlag. Legen Sie dann das Ventil-Außenteil mit eingestecktem Bügel zunächst ohne Klebstoff so auf den Ventilblock aus Karton, dass die beiden Mittelstücke im Inneren des Ventils in den dafür vorgesehenen Rinnen liegen. Kleben Sie dann alle Teile in dieser Position zusammen.



Abb. 6: Das Ventil

Schritt 44: Schneiden Sie ein 20 mm langes Stück Wattestäbchen-Rohr ab und legen Sie es in den Winkel, den die nach oben überstehende Ventilhalterung mit dem Zylinderblock bildet.

In den nächsten Schritten wird zunächst der Dampfkessel für die Verklebungen mit 2K-Kleber vorbereitet. Dafür wird in den Deckel ein Loch gebohrt, was wegen des weichen Aluminiumbleches auch ohne Spezialwerkzeug gut möglich ist.

Schritt 45: Entfernen Sie, falls vorhanden, alles Papier oder Schaum o.ä. aus der Alu-Dose und legen Sie ihn mit der Öffnung nach unten auf Ihre Arbeitsfläche. Bestimmen Sie mit einem Lineal möglichst genau die Mitte. Bohren und Drücken Sie dann an dieser Stelle z.B. mit einem spitzen Nagel ein Loch in den Deckel und erweitern Sie es vorsichtig, indem Sie z.B. einen Schraubenzieher, eine geschlossene Schere o.ä. darin drehen, bis eine runde Öffnung von mindestens 9 mm Durchmesser entstanden ist. Selbstverständlich kann das Loch auch mit einer Maschine gebohrt werden.

WICHTIG: Legen Sie zur Prüfung die Unterlegscheibe auf den Deckel: Das Loch darf auf keinen Fall kleiner sein als das Loch in der Unterlegscheibe.

Schritt 46: Legen Sie den Deckel mit der Öffnung nach oben auf Ihre Arbeitsfläche, mischen Sie eine ausreichende Menge 2K-Kleber an und bestreichen Sie damit flächig die Innenseite des Deckelhalses. Schrauben Sie dann die Dose bis zum Anschlag auf den Deckel, so dass sich der Kleber zwischen Dose und Deckel verteilt

Schritt 47: Drehen Sie dann die Dose um, bestreichen Sie die Unterlegscheibe mit 2K-Kleber und kleben Sie sie über dem Loch fest. Falls sie eine leichte Wölbung aufweist, kommt die gewölbte Seite nach oben. Es darf dabei kein Kleber auf die Oberseite der Scheibe gelangen, das magnetische Überdruckventil würde sonst nicht dicht halten.

TIPP: Prüfen Sie nach dem Abbinden des Klebers, ob der Kessel dicht ist, indem Sie die Lippen auf die Dose pressen und in das Loch blasen. Deckel und Boden werden sich leicht wölben, es darf aber keine Luft zwischen ihnen entweichen. Wenn Sie die Wirksamkeit des Überdruckventils testen wollen, setzen Sie vorher den Ringmagneten über das Loch.

Schritt 48: Geben Sie zum Schluss noch etwas 2K-Kleber auf das 20 mm lange Ventillager aus Wattestäbchenrohr, um es in dem Winkel zwischen Zylinderblock und Ventillager-Halterung zu fixieren. Es muss im Winkel der Ventillager-Halterung anliegen und darf seitlich nicht überstehen. Achten Sie darauf, dass kein Klebstoff auf die Öffnungen gelangt. Kleber gut abbinden lassen.

Schritt 49: Stecken Sie die ca. 29 mm lange Achse des Ventils durch das Ventillager und prüfen Sie, ob sie sich frei darin drehen kann. Schneiden Sie einen 2 mm langen Distanzhalter aus Wattestäbchenrohr ab, schieben Sie ihn über das überstehende Ende der Achse und sichern Sie diese dann mit einer ca. 6 mm langen Achs-Arretierung aus Silikonschlauch.

Abschnitt J

Die Ventilstange

Die Ventilstange ist das zentrale Steuerungselement. Sie wird von der Kurbelwelle hin und her bewegt und muss das Ventil

im richtigen Moment öffnen und schließen. Sie darf nicht zu kurz sein, weil dann das Ventil blockieren würde, und auch nicht zu lang, weil dann der Kolbenbalg nicht genügend zgedrückt würde. Aus diesem Grund muss die Ventilstange in der Länge veränderbar sein. Sie besteht deshalb aus einem Taschenteil und einem Zungenteil, die millimetergenau ineinander und auseinander geschoben werden können, bis die optimale Länge gefunden ist. Sie werden entweder gar nicht oder erst dann durch Klebstoff miteinander verbunden, wenn die Dampfmaschine zuverlässig läuft.

Schritt 50: Kleben Sie die beiden inneren Zungenteile 1 und 2 der Ventilstange [J1 + J2, Bogen 1 + 2] kantengenau aufeinander und drücken Sie nach dem Trocknen wieder eine Lagerscheibe in den runden Ausschnitt. Kleben Sie dann darauf die beiden äußeren Zungenteile [J3 + J4, Bogen 6].

Schritt 51: Lösen Sie die beiden inneren Taschenteile der Ventilstange [J5 + J6, Bogen 1 + 2] aus dem Karton und legen Sie die kleinen Abdeckscheiben [J11 + J12] mit dem Stern beiseite, sie werden erst später benötigt. Kleben Sie diese beiden filigranen Teile aufeinander, ohne dass Kleber in die Tasche ausläuft. Drücken Sie eine Lagerscheibe in den runden Ausschnitt und kleben Sie darüber die beiden äußeren Taschenteile [J7 + J8, Bogen 6]. Achten Sie wieder gut darauf, dass kein Klebstoff ins Innere der Tasche austritt. Gut trocknen lassen! Prüfen Sie dann vorsichtig, ob sich die Zunge gut in die Tasche stecken lässt. Evtl. müssen Sie den Kartonrand der Zungenspitze etwas zusammendrücken, so dass er dort etwas dünner wird und sich leichter in die Tasche einführen lässt. Die Zunge soll etwas schwergängig sein, darf aber nicht blockieren.

TIPP: Sollte die Zunge zu leichtgängig in der Tasche sitzen, kann man sie auf einer Seite mit einer dünnen Schicht Klebstoff bestreichen, um sie etwas zu verdicken. Der Kleber muss vollständig getrocknet sein, bevor man sie wieder in die Tasche steckt.

Schritt 52: Ziehen Sie die Zunge wieder heraus und kleben Sie die beiden Kartonscheiben [J9 + J10] so auf die Rundung am Ende des Taschenteils, dass die Löcher über dem Eingang zur Tasche liegen und Sie durch beide hindurchsehen können. Auch hier darf kein Klebstoff ins Innere auslaufen. Die Löcher ermöglichen es, nach Abschluss der Justierung die gefundene Länge mit Klebstoff zu fixieren. Sie können aber auf die Verklebung verzichten, wenn die Zunge auch so fest genug in der Tasche steckt. Die Löcher werden ganz zum Schluss mit den Abdeckscheiben [J11 + J12] überklebt.

Die Ventilstange wird erst nach dem Einbau von Kurbelwelle und Schwungrad am Ventil eingehängt und vorjustiert.

Abschnitt K

Die Kurbelwellenständer

Die beiden Kurbelwellenständer sind durch ein Mittelteil verbunden, das ihnen einen definierten Abstand und die nötige Stabilität gibt. Die Ständer sind die Träger der Kurbelwellenlager. Diese haben auf der Unterseite Zungen, mit denen sie in die entsprechenden Taschen an der Oberkante der Ständer gesteckt werden. Auf diese Weise können sie jederzeit für Justierungs- oder Wartungsarbeiten wieder abgenommen werden.

Schritt 53: Kleben Sie die beiden Innenteile 1 und 2 des Kurbelwellenständers 1 [K1 + K2, Bogen 1] mit den Rückseiten gegeneinander. Achten Sie darauf, dass in die beiden Taschen für das Kurbelwellenlager kein Klebstoff austritt.

Schritt 54: Falzen Sie die Fußlaschen der Außenteile 1 und 2 des Kurbelwellenständers 1 [K3 + K4, Bogen 3] nach vorne und kleben sie die Außenteile kantengenau auf das Innenteil.

WICHTIG: In die Taschen für das Kurbelwellenlager darf kein Klebstoff auslaufen.

Schritt 55: Verfahren Sie mit den Innen- und Außenteilen des Kurbelwellenständers 2 [K5 + K6, Bogen 2, und K7 + K8, Bogen 4] ebenso.

Schritt 56: Falzen Sie beim Mittelteil 1 des Kurbelwellenständers [K9, Bogen 3] alle Laschen nach vorne, ebenso beim Mittelteil 2 [K10, Bogen 4], und kleben Sie die Flächen der Mittelteile gegeneinander.

Schritt 57: Setzen Sie einen Kurbelwellenständer mit gespreizten Fußlaschen fest auf Ihrer Arbeitsfläche auf. Auf der einen Seite sind die Fußlaschen geteilt und bilden eine Lücke. Setzen Sie auch das Mittelteil fest auf und schieben Sie es in die Lücke, so dass seine seitlichen Klebelaschen die grauen Klebmarkierungen auf dem Kurbelwellenständer bedecken. Kleben Sie das Mittelteil in dieser Position fest und verfahren Sie dann mit dem anderen Kurbelwellenständer ebenso.

Schritt 58: Kleben Sie den Kurbelwellenständer dann auf seine Klebmarkierungen auf der Grundplatte.

Schritt 59: Lösen Sie die kleinen Scheiben mit dem Sternlogo 1 und 2 [K11 + K12, Bogen 1 + 2] aus den Schwungradteilen und kleben Sie sie auf die dafür vorgesehenen Markierungen am Mittelteil.

Abschnitt L

Die Kurbelwellenlager

Schritt 60: Kleben Sie die Innenteile 1 und 2 des Kurbelwellenlagers 1 [L1 + L2, Bogen 1] mit den Rückseiten gegeneinander und drücken Sie eine Lagerscheibe in den runden Ausschnitt. Kleben Sie anschließend die beiden Außenteile 1 und 2 [L3 + L4, Bogen 3] darauf. Das Kurbelwellenlager hat jetzt die Form einer halben Scheibe mit zwei abstehenden Zungen.

Schritt 61: Bauen Sie in gleicher Weise die Innen- und Außenteile 2 [L5 + L6, Bogen 2, und L7 + L8, Bogen 4] mit einer Lagerscheibe zum Kurbelwellenlager 2 zusammen.

Schritt 62: Stecken Sie nach gründlichem Trocknen die Kurbelwellenlager mit ihren Zungen zur Probe in die Taschen der Ständer. Sie dürfen nicht zu locker in ihnen sitzen, weil sie sonst während des Betriebs durch die Bewegungen des Balanciers aus ihren Taschen gezogen werden könnten, aber auch nicht so schwer, dass sie beim Hineinstecken knicken.

TIPP: Wenn sie zu locker in ihren Taschen sitzen, können sie wie bei der Ventilstange mit etwas Klebstoff verdickt werden. Aber gut trocknen lassen!

Abschnitt M

Das Schwungrad

Das Schwungrad überbrückt die antriebslose Phase, die etwa eine halbe Umdrehung der Kurbelwelle dauert. Es nimmt zunächst die Kraft auf, die der Kolben bei seiner vom Dampfdruck erzeugten Aufwärtsbewegung auf die Kurbelwelle überträgt, und wenn er sich kurz darauf ohne Dampfunterstützung wieder abwärts bewegen muss, gibt sie dafür einen Teil der im Schwung gespeicherten Energie an den Kolben zurück. Im Inneren des Schwungrads verdeckt befinden sich 8 Metallgewichte (z.B. Münzen), weil der Karton alleine nicht genug Masse für den nötigen Schwung hat. Gut geeignet sind 1-Eurocent-Münzen, aber selbstverständlich können Sie auch 8 gleiche Münzen einer anderen Währung oder einfache Metallscheiben nehmen, sofern sie mindestens dasselbe Gewicht haben. Eine Verwendung von Münzen einer gültigen Währung für einen solchen Zweck ist übrigens völlig legal. Sie werden ja nicht vernichtet, nur wie in einem sicheren Versteck verborgen...

Schritt 63: Lösen Sie die beiden Innenteile des Schwungrads [M1 + M2, Bogen 1] aus dem Karton und entfernen Sie die Zwischenräume der Speichen und die leeren Scheiben aus den Löchern, auch bei dem ganz kleinen Loch in der Mitte. Kleben Sie dann die beiden Teile aufeinander.

Schritt 64: Lösen Sie aus den Außenteilen des Schwungrads [M3 + M4, Bogen 2] die Zwischenräume und die Scheiben. Legen Sie die Nabenabdeckung 2 [N10] für später beiseite und kleben Sie die beiden Außenteile des Schwungrads kantengenau auf die

Innenteile.

Schritt 65: Kleben Sie die Schwungrad-Deckkappen 1 bis 8 [M5 bis M12, Bogen 3] auf einer Seite des Schwungrads über die Löcher. Die Kanten der Scheiben liegen dabei genau über denen der Rundungen am Ende der Speichen.

Schritt 66: Legen Sie das Schwungrad mit den offenen Löchern nach oben auf Ihre Arbeitsfläche und kleben Sie in jedes der Löcher eine der Münzen. Kleben Sie anschließend die Schwungrad-Deckkappen 9 bis 16 [M13 bis M20, Bogen 4] über die Münzen.

Abschnitt N

Die Schwungradnabe und die Montage der Kurbelwelle

Würde das Schwungrad so wie es ist auf die Kurbelwelle aufgesteckt, würde es durchdrehen, weil der Kraftschluss zu gering wäre. Außerdem könnte es sich nicht rechtwinklig halten und würde eiern. Um beide Probleme zu umgehen, bekommt das Schwungrad eine beidseitig etwas abstehende Nabe, die von zwei Achs-Arretierungen so fest eingeklemmt wird, dass ein fester und rechtwinkliger Sitz auf der Kurbelwelle gewährleistet ist. - Jedes der 8 Nabenteile hat zwei goldene und zwei weiße Segmente. Jeweils eines der goldenen Segmente wird gegen eines von einem anderen Teil geklebt, bis alle 4 Teile kreuzförmig aneinanderhängen. Mit den weißen Segmenten wird die fertige Nabe am Schwungrad befestigt.

Schritt 67: Falzen Sie bei den Schwungradnaben 1 bis 4 [N1 bis N4, Bogen 3] alle Nuten nach vorne. Kleben Sie das goldbedruckte Segment eines Nabenteiles mit der Rückseite gegen das eines anderen Nabenteiles. Sie können, müssen aber nicht unbedingt dabei den Klebesymbolen auf der Rückseite folgen, da alle Teile identisch sind.

Schritt 68: Kleben Sie in gleicher Weise bei den beiden anderen Nabenteilen je ein goldenes Segment des einen Teils gegen das des anderen, und anschließend die beiden so entstandenen Nabenhälften gegeneinander. Es entsteht eine Nabe mit kreuzförmigem Querschnitt, s. Abb. 7.



Abb. 7: Schwungradnabe

Schritt 69: Nehmen Sie das Schwungrad zur Hand und führen Sie das lange Ende der Kurbelwelle durch das kleine Loch in der Mitte der Scheibe und anschließend von hinten durch die Nabe, indem Sie dem Draht einen Weg genau durch die Mitte des Kreuzes bahnen. Drücken Sie die Nabe zunächst ohne Klebstoff so auf das Schwungrad, dass ihre weißen Klebelaschen auf den grauen Klebemarkierungen sitzen. Kleben Sie die Nabe in dieser Position fest und vergewissern Sie sich bis zum Trocknen des Klebers, dass die Kurbelwelle rechtwinklig aus dem Schwungrad ragt. Entfernen Sie die Achse wieder.

Schritt 70: Falzen Sie dann die Schwungradnaben 5 bis 8 [N5 bis N8, Bogen 4] und kleben Sie sie in gleicher Weise erst zusammen und dann auf das Schwungrad. Tun Sie dies wieder mit Hilfe des langen Endes der Kurbelwelle, das Sie diesmal von der bereits aufgeklebten Nabenhälfte her durch das Schwungrad stecken. Stellen Sie sicher, dass das Schwungrad rechtwinklig auf der Kurbelwelle sitzt und entfernen Sie diese nach dem Trocknen wieder.

Schritt 71: Kleben Sie die Nabenabdeckungen 1 und 2 [N9 + N10] stumpf auf die Kanten der beiden Naben, wieder mit durchgesteckter Kurbelwelle zur korrekten Ausrichtung.

In den nächsten Schritten wird die Kurbelwelle mit der Pleuelstange, der Ventilstange und dem Schwungrad verbunden und in ihre Lager montiert. Die Kurbelwelle hat zwei gleich große Auskragungen, in der Fachsprache „Kröpfungen“ genannt, eine für die Pleuelstange und eine für die Ventilstange. Deren Lagerscheiben werden jeweils auf die gleiche Art auf der Kurbelwelle gehalten, nämlich auf beiden Seiten mit einer 5 mm langen Achs-Arretierung und zwischen dieser und der Lagerscheibe mit einem 2 mm kurzen Distanzhalter aus Wattestäbchenrohr (Abb. 8). Das längere Ende der Kurbelwelle trägt das Schwungrad, das kürzere zeigt in die Richtung des Aluminiumblechs auf der Grundplatte.

Schritt 72: Prüfen Sie zunächst, ob die beiden Enden der Kurbelwelle in einer Flucht liegen, und biegen Sie sie notfalls leicht zurecht. Schneiden Sie vom Wattestäbchenrohr 6 Distanzhalter von nur 2 mm Länge ab, die damit nicht einmal so lang sind wie ihr Durchmesser, und vom dünnen Silikon-schlauch 7 Achs-Arretierungen unterschiedlicher Länge: 4 Stück zu 5 mm und 3 Stück

zu 7 mm. Es ist jetzt nur noch wenig von dem dünnen Silikon-schlauch übrig, das wird später für das Ventil benötigt.

Schritt 73: Schieben Sie zunächst eine 5mm-Achs-Arretierung vom kurzen Ende der Kurbelwelle her bis ans Ende der ersten Kröpfung, dann einen 2mm-Distanzhalter, dann die Lagerscheibe der Pleuelstange, dann einen weiteren Distanzhalter und schließlich eine weitere 5mm-Achs-arretierung (s. Abb. 8, links). Prüfen Sie, ob die Lagerscheibe der Pleuelstange auch etwas Spiel hat, und justieren Sie falls nötig die Achs-Arretierungen entsprechend.

Schritt 74: Schieben Sie vom langen Ende der Kurbelwelle her eine 5mm-Achs-Arretierung bis ans Ende der noch freien Kröpfung, dann einen Distanzhalter, die eine Lagerscheibe der Ventilstange, einen weiteren Distanzhalter und dann die letzte 5mm-Achs-Arretierung (s. Abb. 8 Mitte).

Schritt 75: Ziehen Sie die beiden Kurbelwellenlager aus den Ständern, stecken Sie sie auf die Enden der Kurbelwelle und dann mit ihren Zungen wieder in die Taschen der Ständer. Auf der Schwungradseite endet die Kurbelwelle etwa am Rand der Grundplatte, auf der Kesselhausseite ragt sie nur 10 mm weit über die Lagerscheibe des Kurbelwellenlagers hinaus. Schieben Sie auf das kurze Ende der Kurbelwelle einen 2 mm langen Distanzhalter aus Wattestäbchenrohr und eine 7 mm lange Achs-Arretierung. Auf das lange Ende kommt auch ein kleiner Distanzhalter und die zweite 7mm-Achs-Arretierung. Schieben Sie diese beiden äußeren Achs-Arretierungen nur so weit nach innen, dass zwischen den Distanzhaltern und den Kurbelwellenlagern noch etwas Spiel bleibt.

Schritt 76: Stecken Sie das Schwungrad auf das lange Ende der Kurbelwelle, bis es an die Achs-Arretierung anstößt, und schieben Sie dann die letzte 7mm-Achs-Arretierung so weit vor, bis das Schwungrad zwischen den zwei Achs-Arretierungen fest eingeklemmt ist. Vergewissern Sie sich, dass es nicht durchdrehen kann, und klemmen Sie es ggf. noch stärker fest. Achten Sie aber darauf, dass die Achs-Arretierung auf der Innenseite dabei nicht verschoben wird und die Kurbelwelle nicht ihre Leichtgängigkeit verliert. Die Kurbelwelle ragt jetzt ca. 6 - 8 mm weit aus der Achs-Arretierung. Das ermöglicht die Montage eines kleinen Treibrades für Antriebsmodelle (s. Abschnitt „Fragen und Antworten“).

Abschnitt O

Die Kaminsockelfassung

Der Kamin und die Sockelfassung, in die er lose gesteckt wird, kommen zwar im Normalfall nicht selber mit Dampf in Berührung, aber um diese Teile auch gegen Eventualitäten zu schützen, wie sie z.B. durch Bedienungsfehler entstehen können, werden sie innen mit Alufolie beklebt, ebenso der Boden der Sockelfassung. Auf ihm hat der Kondenswasser-Behälter (eine leere Tee-licht-Blechhülle) seinen Platz.

Schritt 77: Bekleben Sie Teil 1 und 2 der Kamin-Sockelfassung [O1 + O2, Bogen 3 + 4] auf den Rückseiten vollständig mit Haushalts-Alufolie, schneiden Sie sie an den Rändern ab und falzen Sie dann alle Nuten nach hinten. Achten Sie darauf, dass die Alufolie nirgends reißt.

Schritt 78: Verbinden Sie die beiden Teile so mit den Verbindungsstücken 1 und 2 [O3 + O4, Bogen 6], dass eine quadratische Sockelfassung entsteht. Die beiden Teile stoßen hinter den Verbindungsstücken mit den Kanten dicht gegeneinander und schließen oben bündig mit ihnen ab.

Schritt 79: Kleben Sie die Sockelfassung auf die dafür vorgesehenen Klebemarkierungen auf der Grundplatte, direkt anschließend an den Zylindersockel. Ihr Querschnitt ist exakt quadratisch und ihre Klebelaschen bilden in der Mitte eine runde Vertiefung für den Kondenswasser-Behälter.

Schritt 80: Schneiden Sie aus Alufolie ein Quadrat in passender Größe zurecht, das den Boden der Sockelfassung einschließlich der Klebelaschen komplett bedecken und abdichten kann, und kleben Sie es fest.

TIPP: Wischen Sie evtl. austretenden Kleber ganz weg. Er härtet zwar mit dem Trocknen aus, wird aber bei hohen Temperaturen vorübergehend wieder plastisch und könnte sich an den Kamin anhaften, wenn er in der Sockelfassung steht.

Abschnitt P

Der Kamin

Der Kamin leitet den Restdampf nach oben, der nach getaner Arbeit aus dem Abdampfrohr und dem Abdampf-Konus austritt, und führt ihn weg von den dampfempfindlichen Teilen der Kartonkonstruktion. Der Kamin und sein Sockel werden ebenfalls auf der Innenseite mit Alufolie beklebt. Außerdem bekommt der Kamin in seinem Inneren noch ein aus Alufolie gewickeltes Rohr, in dem der Restdampf teilweise kondensiert.

Schritt 81: Bekleben Sie den Kamin [O5, Bogen 5] auf der Rückseite im Bereich der grauen Punkte mit Alufolie, aber noch nicht auf den 8 kleinen Fußlaschen. Falzen Sie alle langen Nuten nach hinten und die kurzen Fuß-Klebelaschen nach vorne. Kleben Sie dann die lange Lasche auf die Klebemarkierung auf der gegenüberliegenden Seite, so dass eine achteckige Röhre entsteht.

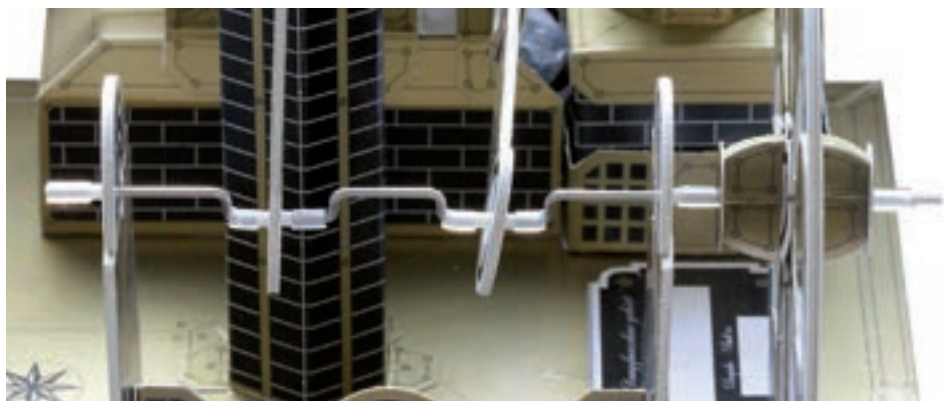


Abb. 8: Montage der Kurbelwelle

Schritt 82: Lösen Sie das Achteck aus dem Oberteil des Kaminsockels [O6, Bogen 6] und falzen Sie alle Laschen nach hinten. Stecken Sie den Kamin von der Rückseite her durch das Oberteil des Kaminsockels und kleben Sie seine Fußlaschen fest.

Schritt 83: Bestreichen Sie ein 44 x 44 mm großes Quadrat aus Alufolie vollflächig mit Klebstoff und kleben Sie es auf die Unterseite des Kaminoberteils, wobei auch die Kaminöffnung überdeckt wird. Schneiden Sie dann mit einem spitzen Messer die Alufolie von den 8 Ecken der Kaminöffnung her zur Mitte ein, so dass sie wie in 8 Totenstücke zerteilt ist. Drücken Sie diese dann in den Kamin und kleben Sie sie in ihm fest.

Schritt 84: Falzen Sie alle Nuten des Kaminsockels [O7, Bogen 5] nach hinten. Er bildet einen oben und unten offenen Kasten, der in einer Wand einen großen gerundeten Ausschnitt hat. Bekleben Sie die Rückseite mit Alufolie, auch die Rückseite der Klebelasche, lassen Sie aber die Stelle, auf die die Lasche hinkommt, frei. Kleben Sie den Sockel dann zusammen.

Schritt 85: Setzen Sie den Kamin mit dem Sockeloberteil auf den Sockel. Der runde Ausschnitt in der einen Klebelasche kommt über den runden Ausschnitt des Sockels. Kleben Sie das Oberteil in dieser Position auf dem Sockel fest.

Schritt 86: Falzen Sie alle Nuten der Oberen und die Unteren Kaminmanschette [O8 + O9, Bogen 5] nach hinten und kleben Sie beide an die gekennzeichneten Stellen auf dem Kamin.

Schritt 87: Nehmen Sie einen Besenstiel oder ein vergleichbares Rundholz mit 24 bis 25 mm Durchmesser zur Hand und schneiden Sie sich ein ca. 20 cm breites und mindestens 30 cm langes Stück Alufolie zu recht. Wickeln Sie die Alufolie mit genügend Klebstoff so um den Besenstiel, dass eine ca. 20 cm lange Röhre entsteht. Ziehen Sie sie vom Besenstiel ab und schneiden Sie sie oben und unten glatt ab, so dass das Rohr genau 18 cm lang wird. Zum Beschneiden der Enden kann die Folien-Röhre vorübergehend flach gedrückt und dann wieder zur Rundform gebogen werden.

Schritt 88: Stecken Sie die Röhre in den Kamin, so dass sie oben bündig mit ihm abschließt und unten ca. 1 cm frei in den Sockel ragt. In dieser Position wird sie am oberen Innenrand des Kamins mit ein paar Tropfen Klebstoff fixiert. Da ihr Durchmesser kleiner ist als der des Kamins, müssen Sie vorher in den oberen Rand der Röhre ca. 8 Einschnitte von etwa 2 cm Länge machen. Die so entstehenden Laschen können sich dann allseitig dem Inneren des Kamins anschmiegen.

Stellen Sie probeweise eine leere Teelicht-Hülle als Kondenswasser-Behälter in die Sockelfassung und stellen Sie den Kaminsockel darüber. Das nach unten herausragende Ende der Röhre aus Alufolie steht mittig über dem Kondenswasser-Behälter. Der um ca. 12 mm kleinere Durchmesser der Röhre stellt sicher, dass alle Wassertropfen, die sich im Kamin bilden, vom Kondenswasser-Behälter aufgefangen werden.

TIPP: Biegen Sie die Wände des Kaminsockels unten etwas zur Mitte hin ein, dann rücken auch die Ecken etwas zur Mitte und der Kaminsockel lässt sich leichter einstecken.

Abschnitt Q

Das Kesselhaus

Das Kesselhaus besteht aus einem punktgeschweißten Drahtgitter, das zu einem vorne offenen eckigen Gehäuse mit seitlich abstehenden Fußleisten gebogen wird. Es gibt dem Kessel einen festen Halt und den offenen Flammen der Teelichter eine sichere Einfassung. Die beiden seitlichen Wände des Kesselhauses sind auf der Innenseite zu zwei vorspringenden Schienen gefaltet, wie für eine Schublade. Dort wird der Kessel eingeschoben, unter ihm ist der Platz für den Feuerkasten mit den 5 Teelichtern. Das Kesselhaus steht auf dem schon auf das Brett geklebten Aluminiumblech, seine seitlich nach außen gebogenen Fußleisten werden mit Kartonstreifen fixiert, so dass es einen zuverlässigen Halt auf der Grundplatte hat. Die Drähte des Gitters sind weich und nur einen halben Millimeter dick. Sie lassen sich gut mit einer kleinen, stabilen Schere (oder einem Seitenschneider) zuschneiden und von Hand leicht und genau biegen. Zum Biegen können Sie das Gitter auch über eine scharfe Kante legen (Buch, Brett) oder ein Lineal zur Hilfe nehmen. Das Gitter ist etwas größer als A4 und liegt dem Bausatz deshalb gefaltet bei. Es wird nach dem beiliegenden Schnittmuster zugeschnitten und in Form gebogen.

Schritt 89: Falten Sie das Drahtgitter auseinander und drücken Sie es auf Ihrer Arbeitsfläche ganz glatt.

Schritt 90: Lösen Sie das Doppelblatt mit dem Schnittmuster für das Kesselhaus aus der Mitte der Bauanleitung und streichen Sie den Falz in der Mitte glatt. Das Schnittmuster hat im Hintergrund eine Karozeichnung, deren Kästchengröße der Maschenweite des Gitters entspricht. Legen Sie das Drahtgitter so auf das Blatt mit dem Schnittmuster, dass sich die Maschen mit den Kästchen decken und der rot markierte Umriss noch innerhalb des Gitters liegt. Produktionsbedingt kann die Maschenweite des Gitters etwas von der des Schnittmusters abweichen. Legen Sie die beiden dann so aufeinander, dass sie in der Mitte am besten übereinstimmen. Kleben Sie dann das Gitter an jeder Seite mit 3 bis 4 nicht zu kurzen Streifen Klebefilm an den Rändern auf dem Papier fest.

Schritt 91: Schneiden Sie das Gitter zunächst an der roten Umfassungslinie aus. Wichtig: Sobald Sie eine Seite des Gitters ausgeschnitten haben, sind auch die Klebestreifen an dieser Seite durchgeschnitten und das Papier ist wieder lose. Kleben Sie deshalb das Gitter dort erneut fest, indem Sie Klebefilm auf der Unterseite des Papiers anbringen und auf die Oberseite des Gitters umschlagen. Bringen Sie dann anschließend die mit einem roten Pfeil gekennzeichneten Schnittlinien an, die ins Gitter

hineinführen. Schneiden Sie auch das rot markierte Quadrat in der Mitte aus. Diese Öffnung liegt in der Oberseite des Kesselhauses und ermöglicht, das magnetische Überdruckventil auf der Kesselöffnung anzubringen. Evtl. in das Quadrat hinein abstehende Drahtenden sollten deshalb bis zum Schweißpunkt der nächsten Gitterkreuzung abgeschnitten werden.

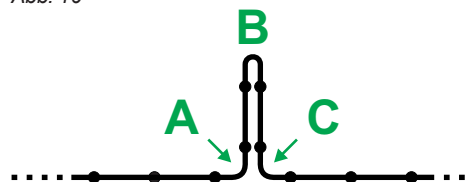
Schritt 92: Legen Sie das Gitter so vor sich, dass die Buchstaben auf dem Schnittmuster korrekt ausgerichtet sind. Falzen Sie den rechten vorderen Flügel des Drahtgitters an der grünen, mit A markierten Linie nach oben, so dass er rechtwinklig vom Gitter nach oben steht. Das Papier wird dabei mitgefalzt. Wenn Sie sich nicht sicher sind, ob die grüne Faltlinie unter der richtigen Maschenreihe liegt, können Sie die Maschen anhand der angegebenen Zahlen sicherheitshalber noch einmal nachzählen. Legen Sie zum Falzen ein Lineal (oder auch nur einen Finger) in den Winkel und drücken Sie den Flügel auf der anderen Seite nach oben. Der Falz soll deutlich rechteckig werden, kann aber ruhig statt einer scharfen Kante noch eine kleine Rundung haben, s. Abb. 9.

Abb. 9



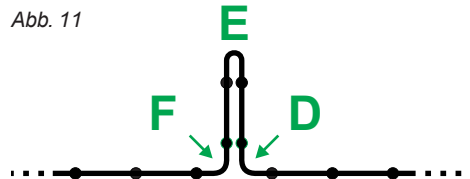
Schritt 93: Falzen Sie dann das Gitter an der Linie B um 180° scharf nach unten und an der Linie C wieder um 90° zurück, so dass im Querschnitt eine Form wie in Abb. 10 entsteht. Das ist eine der seitlichen Schienen für den Dampfkessel.

Abb. 10



Schritt 94: Falzen Sie in gleicher Weise an den Falzlinien D, E und F eine Schiene in den linken vorderen Flügel, s. Abb. 11.

Abb. 11



Schritt 95: Falzen Sie die beiden Flügel an den Linien G und H rechtwinklig nach oben. Das sind die beiden Seitenwände des Kesselhauses. Falzen Sie dann die beiden Fußleisten an den Linien J und K nach außen. Jetzt wird die Form des Kesselhauses schon erkennbar, auch wenn es noch auf dem Kopf steht. Im Querschnitt sieht es jetzt so aus wie in Abb. 12:



Abb. 12

Schritt 96: Falzen Sie die Frontleiste entlang der Linie L ins Innere des Kesselhauses, auf diese Weise verschwinden die überstehenden spitzen Drahtenden. Entfernen Sie nun das Papier und die Klebstreifen im Bereich der bisher verarbeiteten Flächen und merken Sie sich dabei die Lage der kurzen Leisten, die durch die noch nicht gefalzten Linien Q, R, S und T entstehen werden.

Schritt 97: Falzen Sie die Rückwand des Kesselhauses entlang der Linie M nach oben und dann deren Fußleiste entlang der Linie N nach außen.

Schritt 98: Die beiden Stützflügel, die seitlich an der Rückwand hängen, werden entlang der Linien O und P außen auf die Seitenwände des Kesselhauses geklappt. Entfernen Sie nun das restliche Papier mit den Klebstreifen und sichern Sie die beiden Stützflügel, indem Sie die bis jetzt noch nach vorne abstehenden Leisten entlang der gemerkten Linien Q, R, S und T nach außen falten.

Schritt 99: Drehen Sie das Kesselhaus um, so dass es auf den Fußleisten steht, und biegen Sie es, falls nötig, so zurecht, dass es einen korrekten rechtwinkligen Quader bildet. Stellen Sie es zur Probe auf die mit Aluminiumblech beklebte Fläche der Grundplatte. Die äußeren Enden der Fußleisten sollen glatt auf ihm aufliegen und mit den Kanten des Blechs abschließen. Stecken Sie auch zur Probe den Dampfkessel in das obere Fach des Kesselhauses und überzeugen Sie sich davon, dass er darin einen guten Sitz hat. Falls Korrekturen an den Biegungen nötig sind, nehmen Sie sie jetzt vor.

In den nächsten Schritten werden die Kesselhaus-Einfassungen an 3 Seiten der Aluminiumplatte angebracht. Sie bestehen aus 2 Lagen, von denen die obere 6 mm weit nach innen über das Blech ragt. In dem so entstehenden Spalt werden die Fußleisten des Kesselhauses fixiert. – Aus technischen Gründen haben die seitlichen Einfassungsstücke an beiden Enden eine Gehrungsschräge, obwohl diese nur an einem Ende benötigt wird. Am anderen wird sie abgeschnitten (weiße Fläche).

Schritt 100: Kleben Sie die untere hintere Einfassungsleiste des Kesselhauses [P3, Bogen 5] auf ihre Klebemarkierung auf der Grundplatte, nicht weit von der Säule. Ihre kürzere Längskante muss bündig mit dem Karton der Grundplatte abschließen.

Schritt 101: Legen Sie die untere linke Einfassungsleiste [P1, Bogen 3] so auf ihre Klebemarkierung, dass ihre schräge Kante an der hinteren anliegt, und markieren Sie die Stelle, wo sie über die Kantenverkleidung der Grundplatte hinausragt. Schneiden Sie sie dort ab, so dass sie an die Kantenverkleidung anstößt. Kleben Sie sie in dieser Position fest und verfahren Sie mit der unteren rechten Einfassungsleiste [P2, Bogen 4] entsprechend.

Schritt 102: Kleben Sie die hintere obere Kesselhaus-Einfassung [P6, Bogen 5] so auf die hintere untere, dass die äußeren Kanten mit ihren Spitzen bündig übereinander liegen. Auf der Innenseite entsteht auf diese Weise ein 6 mm tiefer Spalt über dem Aluminiumblech. Gut trocknen lassen.

Schritt 103: Schieben Sie das Kesselhaus mit der flachgedrückten hinteren Fußleiste so weit in diesen Spalt hinein, bis es vorne mit dem sichtbaren Blech abschließt. Falls nötig, müssen Sie die hintere Fußlasche des Kesselhauses etwas kürzen, damit sie sich genügend tief in den Spalt hineinschieben lässt. Prüfen Sie auch, ob seine seitlichen Fußleisten ebenfalls flach auf dem Blech aufliegen und mit ihm abschließen und kürzen Sie ggf. auch hier.

Schritt 104: Legen Sie die linke obere Einfassungsleiste [P4, Bogen 3] so auf die untere Einfassung, dass die goldbedruckten Teile mit ihren schrägen Kanten glatt aneinander stoßen und die Fußleiste des Kesselhauses in dem entstehenden Spalt festgehalten wird. Markieren Sie, wo die Einfassungsleiste über die Kantenverkleidung der Grundplatte ragt und schneiden Sie sie dort ab. Kleben Sie die Einfassungsleiste in dieser Position fest und verfahren Sie dann mit der rechten oberen Einfassungsleiste [P5, Bogen 4] entsprechend.

Damit sind alle technisch relevanten Kartonteile der Dampfmaschine verbaut. Übrig sind noch die beiden Typenschilder, die aus dem weißen Quadrat ausgeschnittene werden müssen, die beiden Taschenabdeckungen der Ventilstange [J11, Bogen 1 und J12, Bogen 2] sowie die beiden Teile der Kolbendecke [E12 und E13, Bogen 6].

Abschnitt R

Der Feuerkasten

Der Feuerkasten nimmt die 5 Teelichter auf. Er wird mit einer Schere aus dem Aluminiumblech geschnitten. Wichtig: Die Schnittkanten sind scharf, seien Sie beim Schneiden vorsichtig! Das Blech lässt sich recht gut von Hand biegen, Sie können aber auch ein Lineal o.ä. zur Hilfe nehmen. Der Feuerkasten hat den Grundriss eines Quadrats mit niedrigen seitlichen Wänden und einem kleinen Griff. Er wird auch nach längerem Betrieb nicht heiß, nur warm, er muss deshalb nicht isoliert werden.

Schritt 105: Schneiden Sie die Schablone für den Feuerkasten aus dem Schnittmusterbogen für die Aluminiumblech-Zuschnitte mit ein paar Millimetern Randzugabe aus (das entspricht der Grenze zwischen Grau und Weiß), auch das Quadrat in der Mitte.

WICHTIG: Dieses Quadrat dient nur der besseren Fixierung auf dem Aluminiumblech und wird deshalb nur im Papier ausgeschnitten, nicht im Blech!

Kleben Sie dann die inneren und äußeren Ränder der Schablone mit Klebefilm auf dem Aluminiumblech fest und achten Sie dabei darauf, dass genügend Blech für den Abdampf-Konus übrig bleibt.

Schritt 106: Rillen Sie das Blech mit einem Lineal und einem geeigneten Werkzeug entlang der grünen gestrichelten Linien (alte Kugelschreiberminen, spitzer Schraubenzieher o.ä.). Legen Sie das Blech dafür auf eine leicht nachgiebige Unterlage, z.B. mehrere Lagen Zeitungen, damit sich die Rillen besser durchdrücken. Sie sollten deutlich auf der Rückseite des Blechs zu erkennen sein.

Schritt 107: Schneiden Sie das Blech entlang der roten Linie aus und schneiden Sie auch die zwei roten Linien zwischen Griff und vorderer Kastenwand ein. Wo der Klebefilm durchgeschnitten wird, löst sich zwar die Schablone vom Blech, sie wird aber durch die Klebstreifen des Quadrates in der Mitte immer noch festgehalten.

Schritt 108: Biegen Sie die Rückwand entlang der Nutlinie A scharfkantig um 90° nach oben und danach die beiden seitlichen Flügel entlang der Linien B und C um 90° nach vorne. Sie stehen dann ungefähr über den Linien L und N.

Schritt 109: Biegen Sie in gleicher Weise die Vorderwand entlang der Linie D nach oben und deren seitliche Flügel entlang der Linien E und F nach vorne.

Schritt 110: Biegen Sie den Griff entlang Linie G um 90° zurück, so dass er wieder parallel zur Bodenfläche ist, und schlagen Sie dann seine beiden seitlichen Flügel entlang der Linien H und J ganz um, bis sie unter dem Griff liegen und ihn so verstärken. Schlagen Sie zuletzt die vordere, an den Ecken abgeschrägte Lasche entlang der Linie K ebenfalls komplett um, entfernen Sie aber vorher das Papier aus dem Bereich des Griffs.

TIPP: Der Griff ist praktisch, aber auch verzichtbar. Sollte er Ihnen einmal abbrechen, lässt sich die Schale auch gut an den Ecken anfassen.

Schritt 111: Biegen Sie die linke Seitenwand an der Nutlinie L rechtwinklig nach oben, so dass sie an den seitlichen Flügeln von Rück- und Vorderwand anliegt. Falten Sie dann die obere Hälfte der Seitenwand an der Linie M ganz nach innen um, so dass die Flügel von Rück- und Vorderwand von der doppelten Seitenwand eingeschlossen sind. Das gibt den Wänden des Feuerkastens eine gute Stabilität. Entfernen Sie vorher ggf. das Papier.

Schritt 112: Verfahren Sie mit der rechten Seitenwand an den Nutlinien N und O ebenso und entfernen Sie alle Papier- und Klebstreifenreste.

Damit ist der Feuerkasten fertig. Er ist gerade groß genug, dass 5 Teelichter in ihm zu einem Fünfeck angeordnet werden können.

Abschnitt S

Das Dampfsystem

Der Dampfschlauch besteht aus hitzebeständigem Silikongummi. An seinem einen Ende befindet sich das magnetische Überdruckventil, das ihn mit dem Kessel verbindet, am anderen ist der Kolbenbalg befestigt. Der Kolbenbalg wiederum geht in das Abdampfrohr über. – Im ersten Schritt wird die Dosierpumpe zur exakten Befüllung des Kessels vorbereitet.

Schritt 113: Schneiden Sie vom Dampfschlauch ein exakt 2 cm langes Stück ab und stecken Sie es auf die Düse der größeren Einwegspritze (10 ml). Befestigen Sie das Schlauchstück mit mehreren strammen Windungen Zwirnsfaden, den Sie mit Knoten und Klebstoff sichern, so dass der Schlauch nicht mehr von der Düse abrutschen kann. Wenn Sie die Düse vorher mit etwas Sandpapier oder einem scharfen Gegenstand anrauen, wird der Schlauch noch besser haften. Der Gebrauch der Dosierpumpe wird bei der Inbetriebnahme erklärt.

Schritt 114: Nehmen Sie den Handschuh aus hauchdünner PE-Folie und schneiden Sie den Mittelfinger am Ansatz ab. Das wird der Kolbenbalg. Schneiden Sie von der Fingerkuppe ein kleines Stück ab, so dass ein Loch entsteht, in das der Dampfschlauch gerade so passt. Schieben Sie den Dampfschlauch in das weite Ende des Kolbenbalgs und ziehen Sie ihn durch das Loch wieder heraus, bis sein Ende nur noch etwa 10 mm tief in ihm steckt. In dieser Position soll der Kolbenbalg auf dem Dampfschlauch befestigt werden. Nehmen Sie dazu die beiden kleineren O-Ringe zur Hand. Sie haben einen Innendurchmesser von 6,5 mm, das sind 0,5 mm weniger als der Außendurchmesser des Dampfschlauchs. Fädeln Sie einen O-Ring auf den Kolbenbalg und schieben Sie ihn vor bis zum darin liegenden Ende des Dampfschlauchs und dann noch weiter, bis er auf dem Schlauchende sitzt und der Kolbenbalg zwischen ihm und dem Schlauch eingeklemmt ist.

TIPP: Wenn der Schlauch nicht in den O-Ring rutschen will, können Sie sein Ende vorübergehend so zusammendrücken, dass es wie in sich samengefalt ist. So lässt es sich leicht durchstecken.

Schieben Sie dann den zweiten O-Ring neben den ersten. Der Abstand zwischen dem Schlauchende und den O-Ringen muss 1 cm betragen. Auf der anderen Seite der O-Ringe soll der Kolbenbalg ein paar Millimeter überstehen, damit die Verbindung auch ganz dicht ist.

TIPP: Prüfen Sie die Dichtigkeit der O-Ring-Verbindung, indem Sie das Ende des Kolbenbalgs zuhalten und gleichzeitig in den Schlauch blasen, allerdings nicht so fest, dass die Folie des Kolbenbalgs platzt. Sollte etwas undicht sein, überprüfen Sie als erstes die Dichtigkeit der O-Ring-Verbindungen. Wenn der Kolbenbalg selber undicht ist, ersetzen Sie ihn durch einen anderen Finger des Handschuhs.

Schritt 115: Nehmen Sie die kleine Einmalspritze zur Hand und entfernen Sie den Kolben. Schneiden Sie mit einem scharfen Messer den Griff und die Düse ab, so dass ein 35 mm langes Röhrchen übrig bleibt, das Abdampfrohr. Damit die Grate an den Schnittkanten den Kolbenbalg nicht verletzen können, halten Sie die Enden des Abdampfrohrs kurz über eine Feuerzeugflamme. So werden die scharfen Kanten rund geschmolzen.

Schritt 116: Schieben Sie die beiden größeren O-Ringe über den Kolbenbalg und stecken Sie das Abdampfrohr ca. 10 mm tief in dessen offenes Ende. Schieben Sie dann die beiden O-Ringe so über das Abdampfrohr, dass sie den Kolbenbalg zwischen sich und dem Abdampfrohr einklemmen. Justieren Sie anschließend die Ringe so, dass der freie Kolbenbalg zwischen dem Ende des Dampfschlauchs und dem Anfang des Abdampfrohrs 65 mm lang ist. Prüfen Sie erneut, ob das Dampfsystem dicht ist.

Abschnitt T

Der Einbau des Dampfsystems und der Abdampf-Konus

Das dampfführende System aus Dampfschlauch, Kolbenbalg und Abdampfrohr wird so eingebaut, dass es bei Bedarf leicht entnommen und gewartet werden kann. – Der kleine, aber sehr wichtige Abdampfkonus aus Aluminiumblech steht im Kondenswasser-Behälter über dem Ende des Abdampfrohrs und leitet den Dampf direkt nach oben in den Kamin. Auf diese Weise kondensiert praktisch kein Wasser im Inneren des Kaminsockels. Das passiert erst im Innenrohr des Kamins aus Alufolie, von wo es zielsicher direkt in den Kondenswasser-Behälter tropft.

Schritt 117: Klappen Sie das Ventil zurück, öffnen Sie den Zylinderdeckel und entfernen Sie die Trennwand aus dem Zylinderblock. Stecken Sie den Dampfschlauch mit seinem freien Ende von der Kaminseite her unter dem Abdampfrohr-Bügel hindurch in den Zylinderblock, bis er zu dem Loch in der Zylinderfront austritt. Ziehen Sie ihn so weit heraus, bis die beiden kleinen O-Ringe, die den Kolbenbalg auf dem Dampfschlauch festhalten, auf der Innenseite der Zylinderfront liegen. Stecken Sie dann die Zylindertrennwand wieder so an ihren Platz, dass sie den Dampfschlauch mit dem runden Ausschnitt an ihrer Unterkante festhält. Die O-Ringe liegen jetzt zwischen Trennwand und Front des Zylinders und damit außerhalb der eigentlichen Zylinderkammer. Der Kolbenbalg liegt jetzt fast ganz im Inneren des Zylinderblocks, das Abdampfrohr endet in der Sockelfassung. Stellen Sie den Kondenswasser-Behälter in die Sockelfassung unter das Abdampfrohr. Klappen Sie das Ventil wieder vor: Es kann jetzt mit seiner Unterkante den Kolbenbalg in den Schaumstoff des Gegenlagers drücken.

Schritt 118: Stecken Sie den Anfang des Dampfschlauchs in den Ringmagneten, das wichtige Überdruckventil. Falten Sie die Mündung des Schlauchs wieder zu einer schmalen Spitze zusammen, so dass er sich gut hineinschieben lässt, und ziehen Sie ihn dann ganz durch, bis er das Loch gleichmäßig ausfüllt und ca. 1 bis 2 mm auf der Unterseite des Magneten herausragt. Da der Schlauch etwas dicker ist als dessen Innendurchmesser, drückt er sich an die Innenwand und sorgt so für die nötige Abdichtung. Setzen Sie dann das Überdruckventil auf das Loch im Kessel. Es klickt sich auf der Unterlegscheibe fest, wird sich aber öffnen, wenn der Druck im Kessel zu hoch werden sollte. Zum Befüllen des Kessels kann es problemlos abgenommen werden.

Schritt 119: Schneiden Sie die Schablone für den Abdampfkonus mit etwas Randzugabe aus und kleben Sie sie mit Klebefilm auf den Rest des Aluminiumblechs. Rillen Sie die Falze der zwei kleinen Laschen, die an der einen Seite hervorstehen, und schneiden Sie das ganze Teil aus.



Abb. 13: Das Dampfsystem

Schritt 120: Biegen Sie das Blech zu einem Kegelstumpf („Konus“), der unten eine große, oben eine kleine Öffnung und an der Seite einen hohen gerundeten Einschnitt hat. Das geht gut mit den Fingern, Sie können aber auch z.B. einen runden Bleistift zu Hilfe nehmen. Biegen Sie die kleinen Laschen um, stecken Sie sie in die Schlitz auf der gegenüber liegenden Seite und falten Sie sie innen wieder ganz zurück, s. Abb. 14.



Abb. 14: Der Abdampf-Konus

TIPP: Wenn Sie die Laschen mit einer spitzen Kombizange andrücken, wird die Verbindung besonders stabil. Stellen Sie den Konus dann in den Kondenswasser-Behälter über das Abdampfrohr, das in dem gerundeten Einschnitt genügend Platz findet.

Abschnitt U

Die Justierung von Kolbenstange und Ventilstange

Jetzt erfolgt eine erste Justierung von Kolbenstange und Ventilstange, und mit etwas Glück wird die Dampfmaschine damit beim ersten Test auch schon laufen.

Schritt 121: Ziehen Sie Kolben und Kolbenstange, die ja nicht verklebt sind, so weit wie möglich auseinander, so dass der Balancier auf dieser Seite ganz hoch steht und der Kolben zugleich den Kolbenbalg auf den Boden des Zylinderblocks drückt. Schieben Sie dann die Kolbenstange wieder so tief in den Kolben hinein, bis der Balancier auf der anderen Seite die Pleuelstange ganz hoch gezogen hat, so dass sie zwischen Kurbelwelle und Balancier aufgespannt ist.

WICHTIG: Der Zug auf die Pleuelstange darf nicht so groß werden, dass die Kurbelwelle ihr Lager aus dem Ständer zieht.

Jetzt ist der Kolben so justiert, dass er bei seiner Abwärtsbewegung den Kolbenbalg ganz zusammendrückt und den Boden des Zylinderblocks fast berührt. Prüfen Sie anschließend, ob sich das Schwungrad noch gut dreht und der Kolben sich frei bewegen kann. Falls er die Umdrehungen blockiert, weil er unten im Zylinder anstößt, muss die Kolbenstange noch etwas tiefer in ihn hineingedrückt werden.

TIPP: Vergewissern Sie sich auch, dass das Ende des Dampfschlauchs nicht so weit in die Zylinderkammer ragt, dass der Kolben daran anstoßen kann.

Schritt 122: Schneiden Sie einen 2 mm langen und einen 8 mm langen Distanzhalter aus Wattestäbchenrohr und eine 7 mm lange Achs-Arretierung aus Silikonschlauch zurecht. Stecken Sie den 8 mm langen Distanzhalter auf die Achse, die aus dem runden Ende des Ventils seitlich absteht (technische Bezeichnung: „Anlenkhebel“). Stecken Sie die Lagerscheibe der Ventilstange auf diese Achse, dann den kurzen Distanzhalter und dann die Achsarretierung. Das Lager muss genügend Spiel haben, um ganz leichtgängig zu sein. Wenn die Ventilstange schräg und nicht parallel zur Kante der Bodenplatte steht, können Sie statt des 8 mm langen Distanzhalters auch einen längeren oder kürzeren einsetzen und evtl. auch die Position der Ventilstange auf der Kurbelwelle verändern.

Schritt 123: Drehen Sie vorsichtig das Schwungrad. Wenn das Ventil blockiert, weil es mit der Unterkante schon an den Zylinderboden aufstößt, bevor sich die Kurbelwelle ganz drehen konnte, müssen Sie die Ventilstange etwas verlängern. Das Ventil soll den Kolbenbalg nur so tief in das Schaumstoff-Widerlager drücken, dass das Schwungrad dabei nur kaum merklich gebremst wird. Drückt das Ventil den Kolbenbalg dagegen zu wenig zu, wird der Dampf einfach durchströmen und es kann sich kein Dampfdruck in ihm aufbauen. Machen Sie auch einen ersten Funktionstest, indem Sie in den Schlauch blasen. Bei dieser Gelegenheit können Sie sich auch vergewissern, dass sich der Folienbalg nicht im Zylinderblock verdreht hat.

Jetzt ist Ihre Dampfmaschine bereit für den ersten Betriebsversuch.

Abschnitt V

Die erste Inbetriebnahme

Bitte beachten Sie immer folgende Sicherheitshinweise:

- Nie die Dampfmaschine unbeaufsichtigt laufen lassen.
- Nie den Kessel leer beheizen, er könnte dauerhaften Schaden nehmen.
- Vorsicht mit offenen Flammen und heißem Dampf: Verbrennungsgefahr!
- Kinder müssen immer unter Aufsicht eines Erwachsenen sein.
- Kondenswasserstand wiederholt prüfen und Behälter rechtzeitig leeren.
- Nach Betrieb Kondenswasser leeren, Kamin ausschleudern und trocknen lassen.

Befüllen Sie den Dampfkessel nur mit sauberem Wasser. Wenn Ihr Leitungswasser eine hohe Härte hat, ist destilliertes Wasser auf Dauer besser geeignet, weil der Kessel dann nicht verkalkt (Baumarkt, Drogeriemarkt). Er sollte nicht höher als bis ungefähr zur Hälfte befüllt werden, sonst wird Wasser in den Dampfschlauch gespritzt. Für den richtigen Füllstand sorgt die Dosierpumpe, die aus der großen Einwegspritze und dem 2 cm langen Schlauchstück hergestellt wurde.

Schritt 124: Ziehen Sie mehrmals Wasser in die Dosierpumpe und füllen Sie es in den Kessel. Stecken Sie jedes mal die Spitze der Dosierpumpe bis zum Anschlag in das Loch und versuchen Sie, Wasser wieder aus dem Kessel heraus zu ziehen. Solange nur Luft kommt, können Sie noch Wasser nachfüllen. Sobald die Dosierpumpe Wasser aus dem Kessel ziehen kann, hat er seine maximale Füllhöhe erreicht.

Schritt 125: Setzen Sie 5 Teelichter in den Feuerkasten, zünden Sie sie an und stellen Sie den Feuerkasten unter den Dampfkessel. Stellen Sie den Kamin zunächst noch nicht in die Kaminsockel-Fassung.

Schritt 126: Wenn nach einigen Minuten Dampf aus dem Abdampfrohr austritt, kann das Schwungrad angeworfen werden. Es kann sich nur gegen den Uhrzeigersinn drehen. Wenn die Dampfmaschine nicht anspringt, müssen der Feuerkasten sofort entfernt und die Teelichter gelöscht werden. Überprüfen und verfeinern Sie in diesem Fall die Justierung von Kolben- und Ventilstange sowie die Dichtigkeit des Dampfsystems, auch des Dampfkessels und des Überdruckventils, bis die Maschine läuft. Stellen Sie dann den Kamin vorsichtig in die Sockelfassung. Achten Sie dabei darauf, dass das herausstehende weiche Ende der Röhre aus Alufolie nicht zusammengedrückt wird. Nur dann ist sichergestellt, dass der Dampf vom Abdampfkonus direkt in den Kamin geleitet wird und sich kein Kondenswasser an den Wänden des Kaminsockels bildet.

Schritt 127: Wenn die Maschine gut läuft, können Sie die beiden Hälften der Kolbendecke [E12 + E13, Bogen 6] aufkleben und die beiden Typenschilder [A9 + A10, Bogen 7] ausschneiden und auf der Grundplatte anbringen.

Herzlichen Glückwunsch! Sie haben mit eigenen Händen eine Dampfmaschine zusammengebaut und zum Laufen gebracht. Wenn Sie Kommentare oder Anregungen für uns haben, schreiben Sie uns bitte: service@astromedia.de.

Fragen und Antworten

Kann ich mit der Dampfmaschine etwas antreiben?

- Im Prinzip ja. Sie können zwischen dem Schwungrad und der äußeren Achsarretierung noch ein schmales Treibrad einklemmen. Da die Kraft, die man an der Schwungradachse abnehmen kann, aber nicht sehr groß ist, muss das angetriebene Objekt sehr leichtgängig sein, wie zum Beispiel das extra dafür konstruierte Riesenrad von AstroMedia (Best. Nr. 435.DMR)

Wie kann ich die Leistung meiner Dampfmaschine steigern?

- Den größten Leistungsschub erzielen Sie, wenn Sie den Schlauch etwas (aber nie ganz!) zusammendrücken, z.B. mit einer Büroklammer.
Kesseldruck und Temperatur erhöhen sich dann, und damit auch der Energiegehalt des Dampfes.
- Sorgen Sie für minimale Reibung an allen beweglichen Stellen, indem Sie für ausreichend Spiel sorgen und mit einer Nadelspitze winzige Tröpfchen Öl in die Lager geben.
- Geben Sie einen Tropfen Öl zwischen den Magneten und die Beilagscheibe, das wirkt wie eine zusätzliche Dichtung.
- Probieren Sie kleine Veränderungen in der Länge von Kolbenstange und Ventilstange aus, bis sie das Optimum gefunden haben.
- Vermeiden Sie Luftzug, er reduziert die Hitze unter dem Kessel.
- Verwenden Sie frische Teelichter.
- Heben Sie den Feuerkasten ein paar Millimeter an, indem Sie etwas unterlegen. Die Flammen sind dann näher am Kessel.
- Entfernen Sie ggf. den Ruß vom Kesselboden.
- Experimentieren Sie mit unterschiedlichen Füllhöhen.
Aber Vorsicht: Bei zu hohem Füllstand spritzt Wasser in den Dampfschlauch, bei zu geringem besteht die Gefahr, dass der Kessel leer erhitzt wird und Schaden nimmt.

Woran merke ich, ob meine Dampfmaschine optimal justiert ist?

- Prüfen Sie, ob sie auch mit weniger als 5 Teelichtern läuft. Mit 4 sollte sie in jedem Fall noch laufen können, wenn auch langsamer. Wenn sie auch mit 3 Teelichtern läuft, ist sie sehr gut justiert. Dass sie es auch mit nur 2 Kerzen schafft, halten wir für sehr schwierig. Wenn es Ihnen dennoch gelingt, lassen Sie es uns bitte wissen, das ist eine Rekordleistung!

Wenn Sie noch mehr Antworten auf diese oder auch ganz andere Fragen gefunden haben, würden wir uns über eine Zuschrift von Ihnen an service@astromedia.de sehr freuen.

Liste der Teilennamen und -nummern

A1	Bogen 7	Grundplatte, Abdeckung oben	J1+2	Bogen 1+2	Ventilstange, Zunge innen 1+2
A2	Bogen 8	Grundplatte, Abdeckung unten	J3+4	Bogen 6	Ventilstange, Zunge außen 1+2
A3-6	Bogen 3+4	Grundplatte, Kantenverkleidung Eckteil 1-4l	J5+6	Bogen 1+2	Ventilstange, Tasche innen 1+2
A7+8	Bogen 5	Grundplatte, Kantenverkleidung Mittelteil 1+2	J7-10	Bogen 6,1,2	Ventilstange, Tasche außen 1-4
A9	Bogen 7	Typenschild	J11+12	Bogen 1+2	Ventilstange, Abdeckung 1+2
B1+2	Bogen 3+4	Säule, Teil 1+2	K1+2	Bogen 1	Kurbelwellenständer 1, Innenteil 1+2
B3	Bogen 3	Säule, Innenversteifung	K3+4	Bogen 3	Kurbelwellenständer 1, Außenteil 1+2
B4	Bogen 4	Säule, Boden	K5+6	Bogen 2	Kurbelwellenständer 2, Innenteil 1+2
B5-8	Bogen 1+2	Säule, Lagerhalterung 1-4	K7+8	Bogen 4	Kurbelwellenständer 2, Außenteil 1+2
B9	Bogen 5	Säule, Abdeckung	K9+10	Bogen 3+4	Kurbelwellenständer, Mittelteil 1+2
C1-4	Bogen 1+2	Balancier, Teil 1-4	K11+12	Bogen 1+2	Kurbelwellenständer, Sternlogo
C5-16	Bogen 3,4,6	Balancier, Lagerkappe 1-12	L1+2	Bogen 1	Kurbelwellenlager 1, Innenteil 1+2
C17+18	Bogen 5	Balancier, Verbindungsstück 1+2	L3+4	Bogen 3	Kurbelwellenlager 1, Außenteil 1+2
D1+2	Bogen 1+2	Pleuelstange innen 1+2	L5+6	Bogen 2	Kurbelwellenlager 2, Innenteil 1+2
D3+4	Bogen 6	Pleuelstange außen 1+2	L7+8	Bogen 4	Kurbelwellenlager 2, Außenteil 1+2
E1+2	Bogen 1+2	Kolbenstange innen 1+2	M1+2	Bogen 1	Schwungrad innen 1+2
E3+4	Bogen 6	Kolbenstange außen 1+2	M3+4	Bogen 2	Schwungrad außen 1+2
E5+6	Bogen 1+2	Kolbenhalterung innen 1+2	M5-20	Bogen 3+4	Schwungrad Abdeckungen
E7+8	Bogen 6	Kolbenhalterung außen 1+2	N1-8	Bogen 3+4	Schwungrad, Nabe 1-8
E9	Bogen 6	Kolbenmantel	N9+10	Bogen 1+2	Schwungrad, Nabenabdeckung 1+2
E10	Bogen 6	Kolbenmantel, Verbindungsstück	O1+2	Bogen 3+4	Kamin, Sockelfassung 1+2
E11	Bogen 6	Kolbenboden	O3+4	Bogen 6	Kamin, Sockelfassung Verbindung 1+2
E12+13	Bogen 6	Kolbendecke	O5	Bogen 5	Kamin
F1	Bogen 6	Zylindersockel	O6	Bogen 6	Kaminsockel, Oberteil
F2-5	Bogen 3+4	Zylindersockel, Innenversteifung 1-4	O7	Bogen 5	Kaminsockel
G1	Bogen 6	Zylinderblock innen	O8	Bogen 6	Kamin, Manschette unten
G2-7	Bogen 1+2	Zylindertrennwand, Schiene 1-6	O9	Bogen 6	Kamin, Manschette oben
G8+9	Bogen 3+4	Zylindertrennwand 1+2	P1	Bogen 3	Kesselhaus-Einfassung links, unten
G10	Bogen 6	Zylinderblock außen	P2	Bogen 4	Kesselhaus-Einfassung rechts, unten
G11	Bogen 6	Ventillager-Halterung	P3	Bogen 5	Kesselhaus-Einfassung hinten, unten
G12	Bogen 6	Bügel für Abdampfrohr	P4	Bogen 3	Kesselhaus-Einfassung links, oben
H1-4	Bogen 6	Ventil innen 1-4	P5	Bogen 4	Kesselhaus-Einfassung rechts, oben
H5+6	Bogen 6	Ventil außen 1+2	P6	Bogen 5	Kesselhaus-Einfassung hinten, oben

Instructions de montage en français et en espagnol

Afin de vous offrir un meilleur service, les instructions de montage de nos produits sont disponibles en **français et en espagnol en téléchargement** gratuit sur notre boutique en ligne.

Pour éviter les impressions inutiles et réduire la quantité de papier utilisée, nous ne joignons pas systématiquement ces versions imprimées à l'emballage.

Avantage important : les instructions disponibles en ligne peuvent être **mises à jour ou complétées plus rapidement**. Vous avez ainsi toujours accès à la version la plus récente des instructions, notamment en cas d'ajout de précisions ou de modifications.

Vous pouvez télécharger gratuitement les instructions correspondant à votre produit sur notre boutique en ligne : <https://astromedia.de/pdf/DMS.BA-FR-WEB.pdf>

Merci de votre compréhension et de votre confiance.



Scannez le code QR et téléchargez les instructions de montage

Instrucciones de montaje en francés y en español

Con el fin de ofrecerte un mejor servicio, las instrucciones de montaje de nuestros productos están disponibles **en francés y en español para su descarga gratuita** en nuestra tienda online.

Para evitar impresiones innecesarias y reducir la cantidad de papel utilizado, no incluimos sistemáticamente estas versiones impresas en el embalaje.

Ventaja importante: las instrucciones disponibles en línea pueden **actualizarse o completarse más rápidamente**. De este modo, siempre tendrá acceso a la versión más reciente de las instrucciones, especialmente en caso de que se añadan precisiones o se realicen modificaciones.

Vous pouvez télécharger gratuitement les instructions correspondant à votre produit sur notre boutique en ligne: <https://astromedia.de/pdf/DMS.BA-SP-WEB.pdf>

Gracias por su comprensión y su confianza.



Escanea el código QR y descarga las instrucciones de montaje

Der Verlag der Wissen schafft

Seit 1981 entwickelt, produziert und vertreibt die AstroMedia GmbH Kartonbausätze der ganz besonderen Art: Voll funktionstüchtige Modelle, Geräte und Apparate aus den Bereichen Astronomie, Physik, Chemie, Technik u.v.a.m. Die preisgünstigen und zugleich prachtvollen Bausätze machen Geschichte und Funktion vieler Meilensteine von Wissenschaft und Technik für jedermann im wörtlichen Sinne begreifbar.



Das Kopernikus-Planetarium



Das Riesenrad



Das Newton-Spiegelteleskop



Das Tisch-Planetarium



Der Nitinol-Motor



Der Sextant



Der Stirling-Motor



Der Sonnen-Projektor

AstroMedia

AstroMedia GmbH, im Wirrigen 30, 45731 Waltrop, Germany, astromedia.de