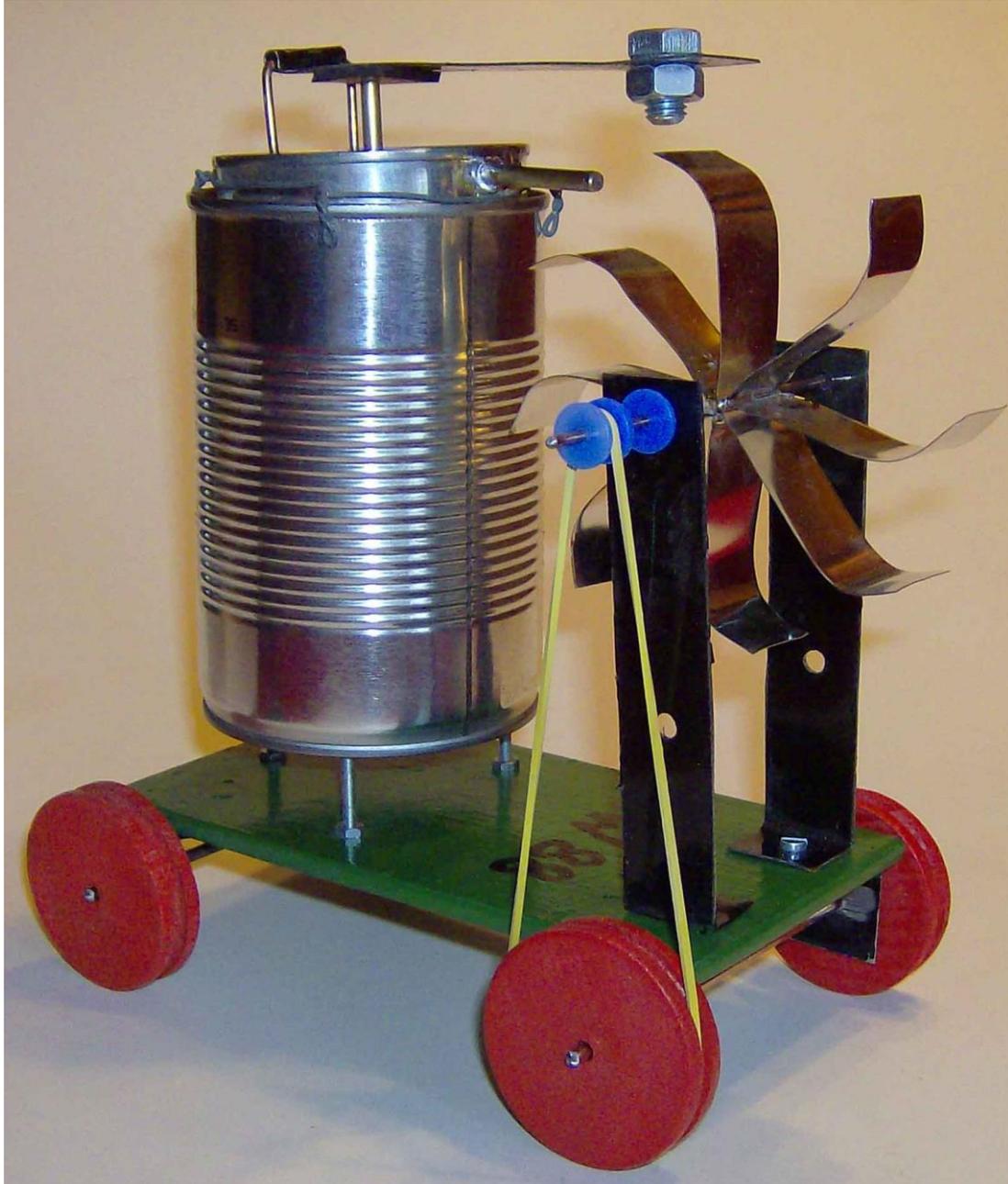


Der Dampfwagen DW 88

Ein Projekt der Elektronik-AG. der Realschule-Fockbek

Version: 7.01.2018

J. Mohr: motec@web.de



Wir haben das **Projekt „Dampfwagen“** ab 1988 im **Technikunterricht der 8. Klassen** durchgeführt. Der Heizkessel entsteht aus einer **400g- Dose**. Als Dampfkessel dient eine **170 g- Milchdose**, die wegen des gebördelten Randes sehr stabil ist. **Zwei 4 mm- Messingrohre** sind vorne als Düse und oben als **Sicherheitsventil** eingelötet. Der Kessel wird mit **Brennspiritus** geheizt. Das **Sicherheitsventil** ist **schwer genug**, um einen ausreichend **starken Dampfstrahl** zu gewährleisten. Ist die **Düse verstopft**, so hebt es sich und der **Dampf entweicht**.

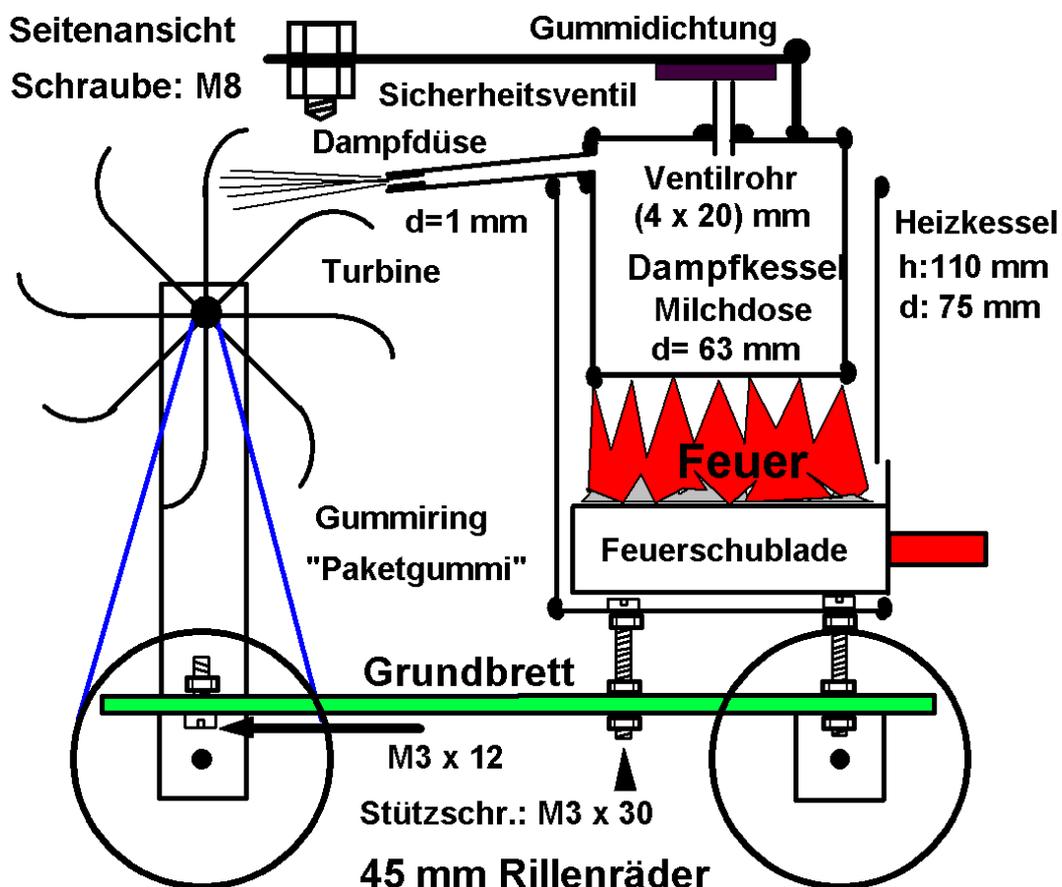
Vorbereitung des Projektes

Die benötigten Dosen kann man entweder in „Billigläden“ kaufen, oder von den **Schülern mitbringen** lassen. Wir haben Schülern, die mehrere Dosen mitbrachten, die Dosen für den **halben Preis abgekauft**, und sie dann an die anderen Schüler **weiterverkauft**, die keine Dosen mitbringen konnten.

Notfalls haben wir Milchdosen und Ananas-Dosen **im Supermarkt gekauft** und im Werkraum leergetrunken und gegessen.

1. Dampfkessel: **gebördelte 170g- Dose** (zur Zeit nur noch Bärenmarke).
Die Dose muss voll Wasser einen Tag lang stehen und dann heftig geschüttelt werden. Zurückbleibende „Käsekrümel“ verstopfen die Düse!!!
2. Heizkessel: **400 g-Dose** (Gemüse, Ananas, Würstchen, Tierfutter).

Die **Bohrlade**, die **Bohrvorlagen** und die **Helligen** könnten schon **vor Beginn des eigentlichen Projektes** (Projektwoche) hergestellt werden.



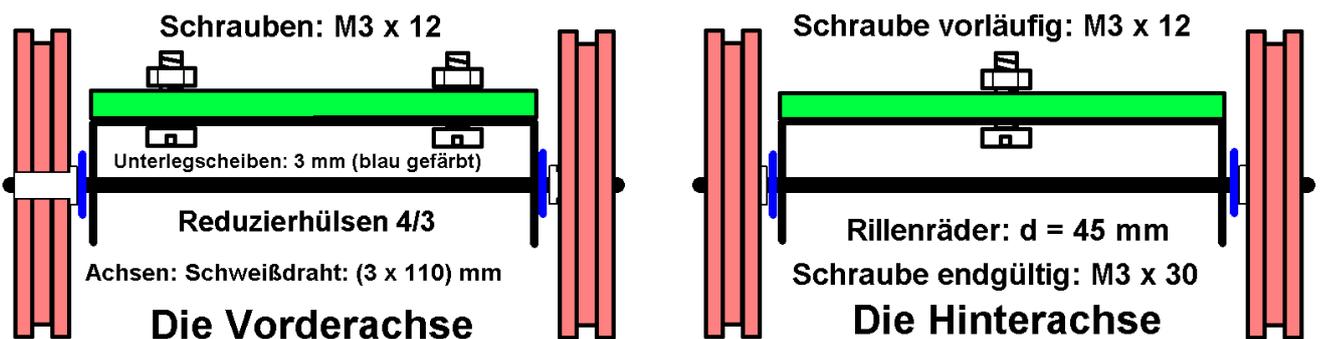
Erklärung: Im Folgenden beschreibe ich, wie wir unser Projekt durchgeführt haben. Die Erfahrungen, die wir dabei gemacht haben, sind in den Text eingearbeitet. Ich kann natürlich keine Erfolgsgarantie geben, noch übernehme ich die Haftung für Schäden, die bei der Durchführung des Projektes auftreten könnten.

Jürgen Mohr

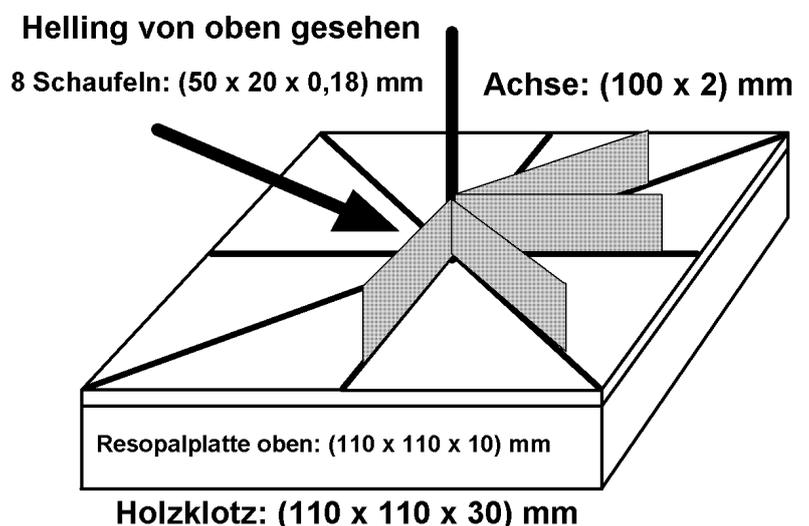
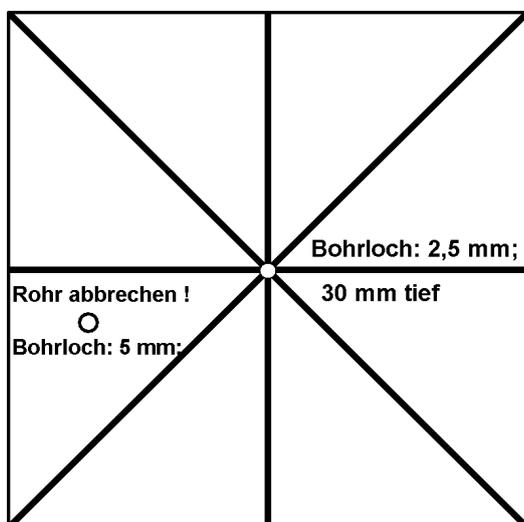
Arbeitsbögen für die Teilnehmer.

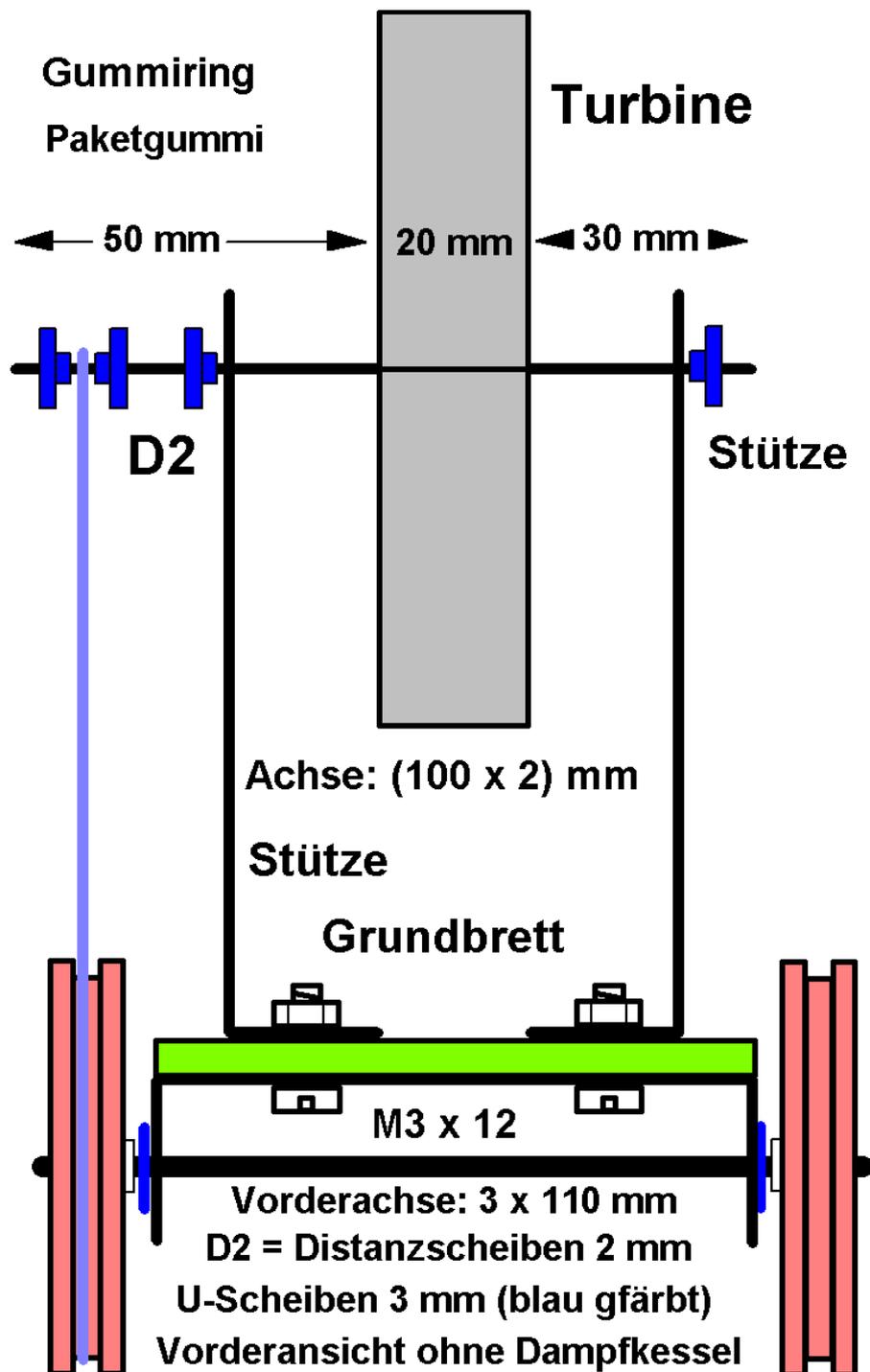
Bauausführung in 17 Schritten:

1. Säge aus **Sperrholz (4 mm)** das **Grundbrett** nach der **Bohrschablone** (am Ende) und bohre die angegebenen **3 mm- Löcher**. Schreibe auf die **Unterseite deinen Namen** in Druckbuchstaben (oder Namenszeichen: **P.M.** für Peter Müller) und streiche die **Oberseite mit Acrylfarbe** an.
2. Schneide vom **Schwarzblech 20 mm breite Streifen** ab und schneide daraus **8 Stücke von 120 mm Länge**: Es entstehen **2 Achsträger, 2 Stützen**, das **Sicherheitsventil** und **3 Bohrvorlagen**. Streiche die **5 Teile mit Acrylfarbe** an (Rostschutz). Drucke die „**Bohrschablonen in Originalgröße**“ aus und klebe sie auf die 3 anderen Bleche. Bohre die angegebenen Löcher (vorkörnen) in der **Bohrlade** (Seite 8). Klebe für eine Bohrvorlage auch die **Schablone des Grundbrettes** auf Sperrholz (4 x 80 x 150 mm) und bohre die angegebenen Löcher. Die **Bohrvorlagen** werden für eine Gruppe **nur einmal** gebraucht.



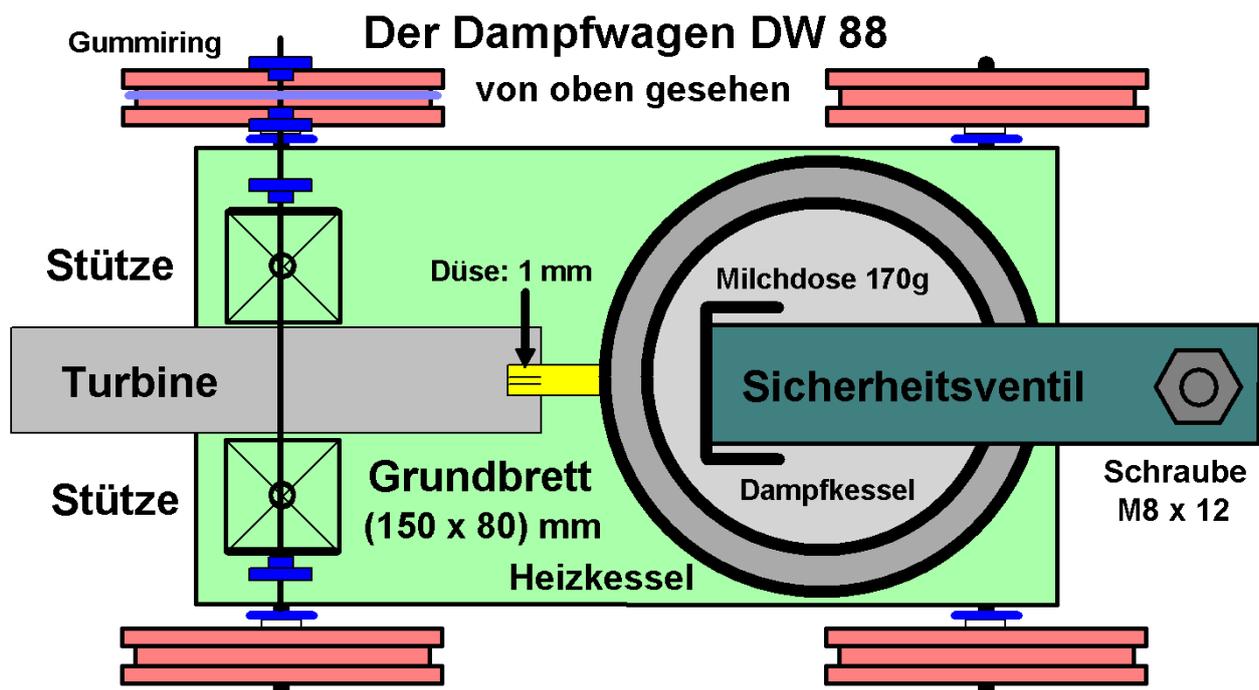
3. **Setze die 4 Rillenträger mit Reduzierhülsen zum Anstreichen provisorisch** auf die zwei **Achsen**. Du kannst sie nun **mit Acrylfarbe** anstreichen, ohne dir die Hände zu beschmutzen. Sie müssen einen Tag lang trocknen. Ziehe je ein Rad danach wieder von den Achsen ab.





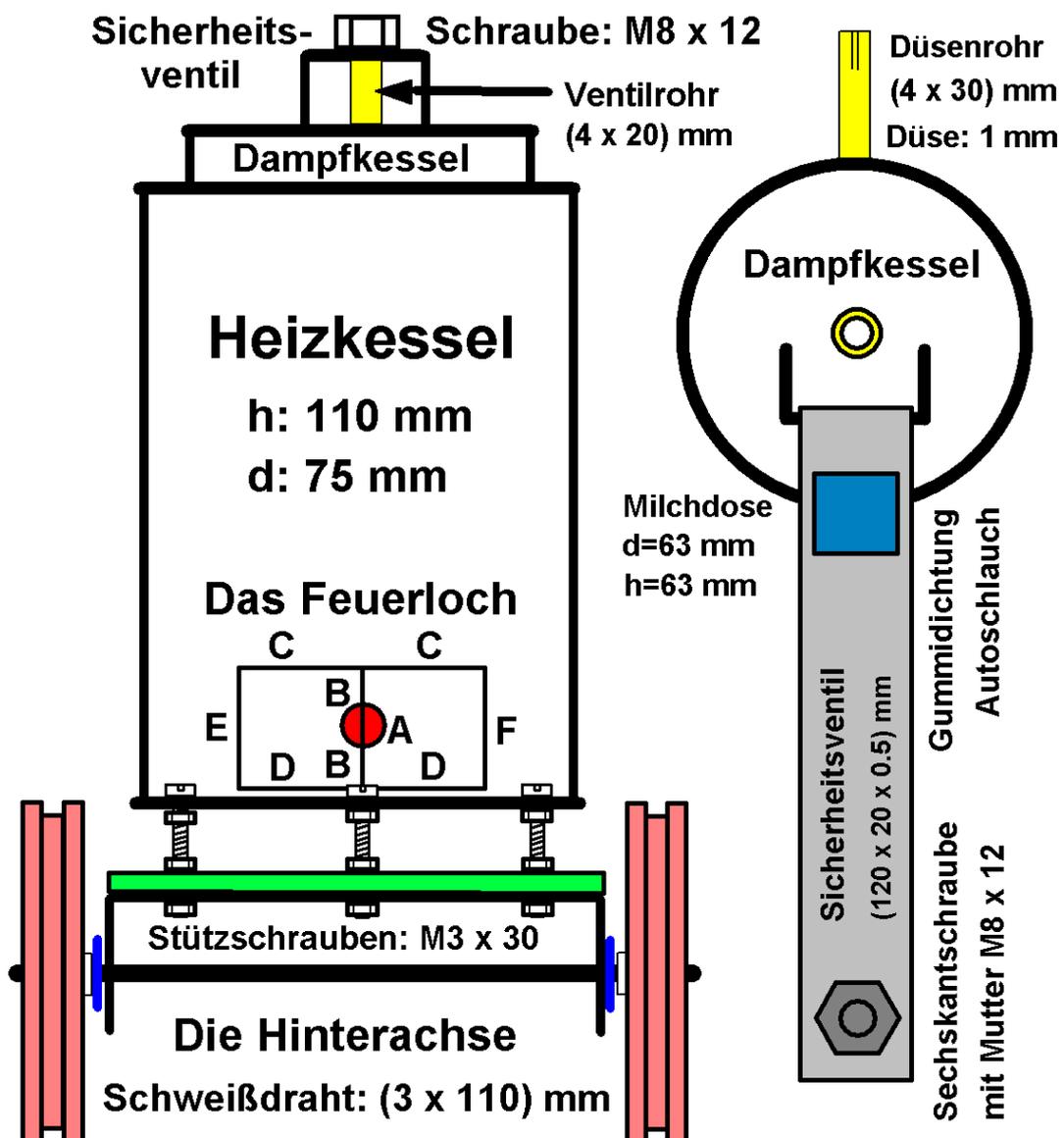
4. Die Turbine entsteht auf einer „Helling“. Klebe auf den Holzklotz eine „Resopalplatte“ (Bild) und zeichne mit einem Filzstift die angegebenen Linien. Bohre in der Mitte ein **2,5 mm-Bohrloch 30 mm** tief und setze die Achse in das Bohrloch. Auf dieser Helling kannst du die Schaufeln an die Achse löten. Für die Hellingen eignen sich auch Reste einer alten „Küchenarbeitsplatte“ oder Ähnliches (40 mm dick). **Im dem Bohrloch 5 mm** kannst du die **eingefeilten Messingröhrchen abbrechen**.

5. Setze die **Achse** (2 x 100 mm) in das Bohrloch und verzinne sie **in der Mitte**, wo später die Schaufeln angelötet werden (Bild Seite 2). Schneide aus dem **Weißblech (0,18 mm Dicke)** 4 Streifen von 20 mm Breite und 100 mm Länge. Knicke die Streifen in der Mitte zusammen und **verzinne die Knickstelle außen**. Nachdem Achse und Schaufeln verzinkt sind, kannst du sie leicht miteinander verbinden. Löte sie **zuerst nur sehr lose an**, um sie auszurichten (**heften**). Danach werden sie **endgültig fest** mit der Achse verbunden (**zwischenlöten**). Die Achse steht nun an einer Seite 30 mm und an der anderen Seite 50 mm über.

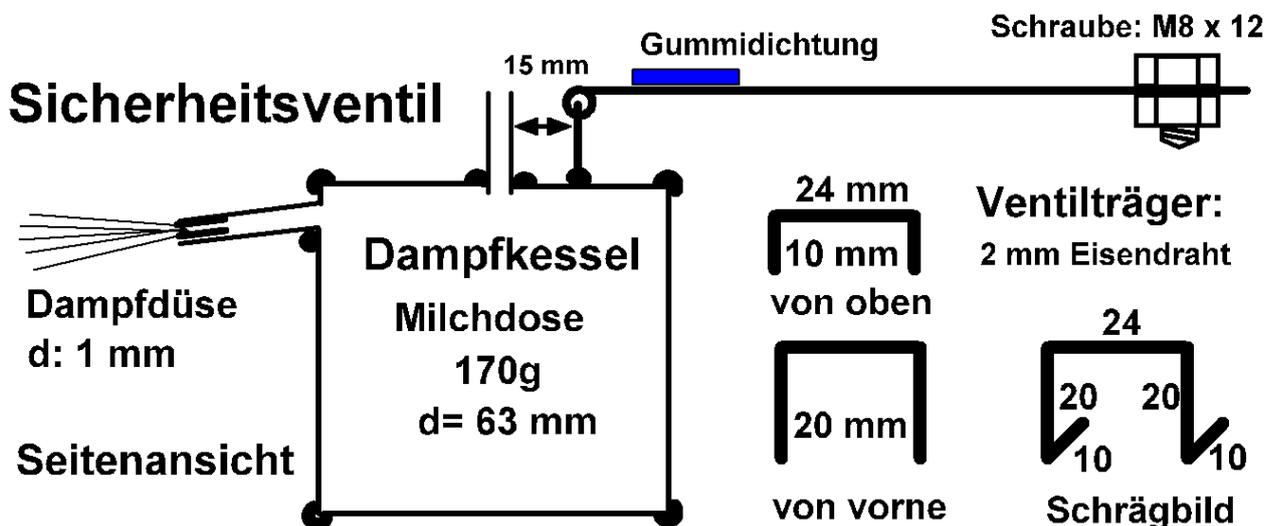
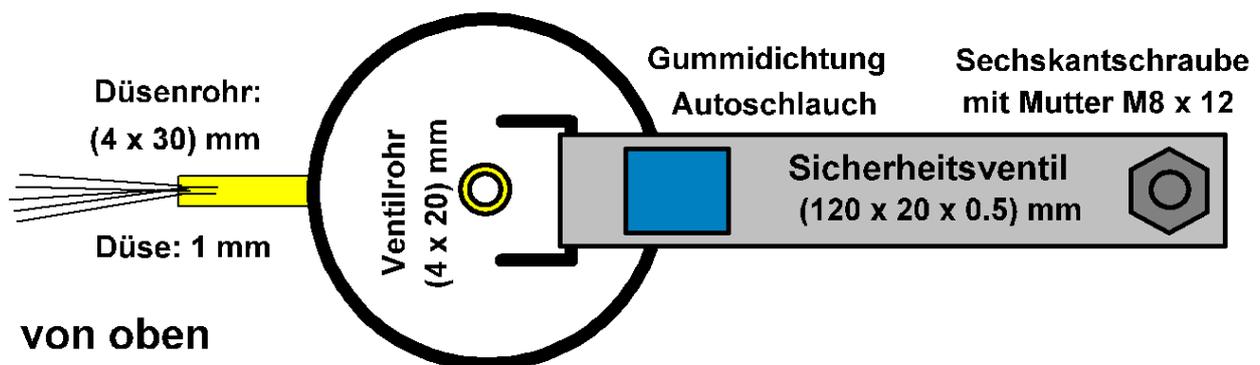


- Test:** Wenn du die Achse zwischen den Fingern rollst, sollten die **Schaufeln möglichst gerade laufen**. Biege die Blechstreifen so, dass sie den Dampfstrahl „auffangen“ (Bild Seite 1).
6. Der „Heizkessel“ steht auf **3 „Stützschauben“** (M3 x 30 mm). Zeichne zunächst die drei Bohrlöcher (3 mm) für die Stützschauben ein und schlage mit einem Zirkel Halbkreise ($r = 20$ mm) herum (Daumen). Diese Gebiete müssen **unbeschädigt bleiben**, sonst wird der Kessel instabil. Schlage mit einem **Vorstecher „Luftlöcher“** in den Rest des Bodens. Der Dosenboden soll möglichst viel Luft hindurchlassen, damit das Feuer gut brennt, aber die **Löcher dürfen sich nicht „vereinigen“!!!**
7. **Zeichne das „Feuerloch“** für die „Feuerschublade“ (40 x 20 mm) unten auf die Dose (Bild Seite 4). Bohre das Loch „A“ (10 mm) und schneide mit der Blechscher die Mittellinie „B“ und die Linien „C“ und „D“ auf. Biege nun die beiden Laschen um die Linien E und F nach innen.

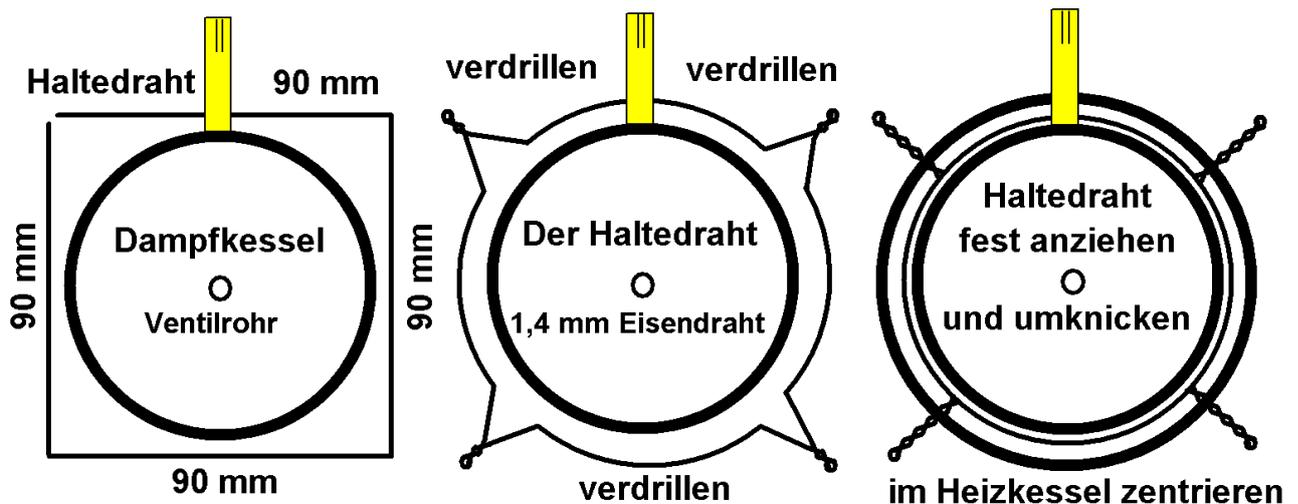
8. Schiebe die **drei Stützschrauben von innen** durch die Löcher im Boden der Dose und halte sie mit einem **Schraubendreher von innen** fest. Drehe nun Muttern auf die Schrauben und ziehe sie sehr fest. Drehe 3 **weitere Muttern etwa 10 mm weit** auf die Schrauben und schiebe sie durch die Löcher im Grundbrett. Drehe zwei Muttern auf die vorderen Stützschrauben und befestige so den Feuerkessel auf dem Grundbrett.
9. Bohre die Löcher in die Stützen, Achsträger und das Sicherheitsventil. Benutze dazu die **Bohrvorlagen und die „Bohrlade“**. Der **vordere Achsträger** erhält **zwei Befestigungslöcher**, der **hintere eins** (die Hinterachse ist steuerbar). Befestige die **Hinterachse** mit der dritten Stützschraube am Grundbrett. Öffne die Schrauben der Vorderradachse und schraube die **zwei Stützen** oben auf das Grundbrett. Setze die Turbine mit vier Distanzscheiben ein und ziehe den Gummiring auf. Durch richtiges „**Pusten**“ in die **Turbine** fährt nun der Wagen.



10. **Der Dampfkessel** ist eine Milchdose mit **gebördeltem Rand** (z.B. „Bärenmarke“ oder „Glücksklee“). Ein Löttrand könnte „auflöten“ und zu einer Dampfexplosion führen. Bohre mit einem **4 mm-Vorstecher** ein Bohrloch in die Mitte des oberen Deckels (vorhandene Löcher zulöten). Setze das „Ventilrohr“ (20 mm Messingrohr: $d=4$ mm) einen Millimeter tief ein und löte das Rohr „wasserdicht“ ein. Wenn es hineinfällt, mache einen **zweiten Versuch** mit einer „**Manschette**“ (20 x 20 x 0,18) mm Weißblech), in die du das Rohr einsetzt und mit auflötest. **Das Rohr dient als „Einfüllstutzen“** und wird vom Sicherheitsventil verschlossen. Setze ebenso ein **zweites Messingrohr (4 mm x 30) mm** vorne direkt unter dem Rand ein. **Löte es vorne zu** und durchbohre die Lötstelle mit einem **1 mm-Bohrer**. So entsteht die „**Düse**“ für den **Dampfstrahl**.
11. Schneide für **das Sicherheitsventil** aus dem Schwarzblech einen Streifen von (120 x 20 x 0,5) mm und biege vorne ein Röhrrchen von etwa 4 mm Durchmesser. Benutze dazu eine **Rundzange**, oder ziehe den Blechstreifen vorne mit einer **Flachzange um eine 3 mm-Achse herum, bis das Röhrrchen fast geschlossen ist**. Es bleibt ein Spalt von etwa 2 mm. So kannst du es später leicht über den Ventilträger schieben und dann zudrücken.

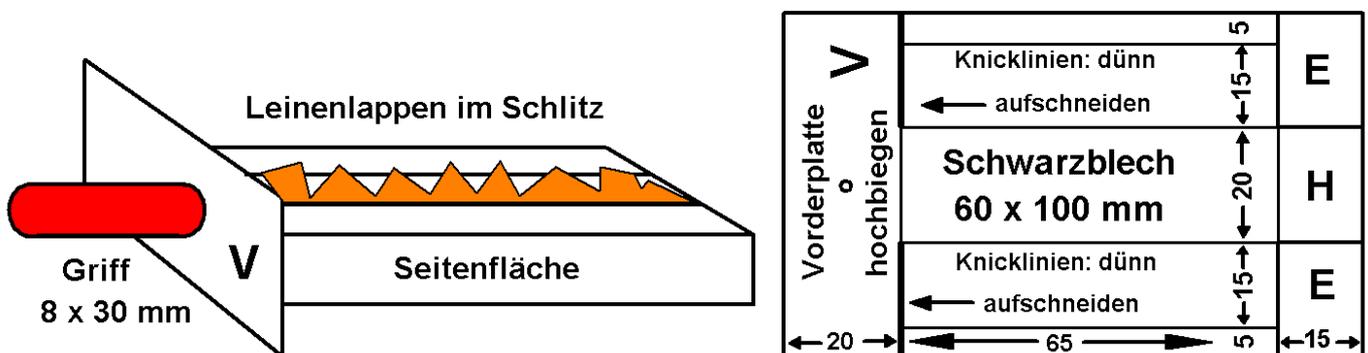


12. Schneide für den **Ventilträger** vom verkupferten Eisendraht (2 mm) ein 84 mm langes Stück ab und zeichne die Punkte für die Knickstellen mit einem Filzstift darauf (10 mm; 30 mm; 54 mm; 74 mm; 84 mm). Knicke den Draht 10mm rechtwinklig nach hinten ab und dann 24 mm nach rechts. Knicke nun die restlichen 10 mm nach hinten ab (Bild oben). Klebe eine **Gummidichtung (Autoschlauch, eventuell auch 2 Lagen Fahrradschlauch)** unter den Ventilhebel und löte den Träger auf die Milchdose. Das Ventilrohr soll etwa 15 mm vor dem Ventilträger liegen (Bild oben). Setze nun das Sicherheitsventil über den Träger und drücke das Röhrchen mit einer Flachzange zu. Das Sicherheitsventil muss mit etwas Spiel **leicht auf dem Träger** laufen. Setze eine **M8-Schraube mit einer Mutter** in das Sicherheitsventil ein. Damit das Ventil dicht schließt, musst du das **Ventilrohr** mit einer Feile **plan** schleifen. Das **Gummi muss rings herum fest auf dem Ventilrohr** liegen, sonst entweicht der Dampf am Sicherheitsventil, und der **Wagen fährt nicht**, weil der Dampfstrahl zu schwach ist (häufigster Fehler)!!! Wird der Druck zu groß, und Dampf tritt aus, so kannst du **noch eine zweite Mutter** aufschrauben (**mehr aber auf keinen Fall**: Explosionsgefahr!!!).



13. Mit dem **Haltedraht** (1,4 mm Eisendraht, verzinkt, von 360 mm Länge) wird der Dampfkessel im Feuerkessel gehalten. Knicke ein **Quadrat** von 90 mm Kantenlänge und beginne die **Ecken zu verdrillen**, bis sich der Haltedraht **eng um den oberen Rand** des Dampfkessels gelegt hat. Setze ihn in den Feuerkessel und knicke mit der Flachzange die Verdrillungen nach unten, bis **die Spitzen den Heizkessel berühren**. So kannst du erreichen, dass der **Dampfkessel fest im Heizkessel** sitzt. Der Dampfkessel muss im Heizkessel **zentriert** werden, damit die **Wärmeenergie optimal an den Dampfkessel** abgegeben wird. Ein **Blick von oben** zeigt dir, ob **Dampfkessel** und **Heizkessel** „konzentrisch“ zueinander liegen (Bild oben).

14. Schneide die **Feuerschublade** aus 0,5 mm-Schwarzblech nach der Schablone aus. Entferne die zwei Rechtecke **E** und biege **H** hoch. Schneide die Linien bei der Vorderwand ein und biege **V** ebenfalls hoch. Nun folgen noch vier Knicke in den Seitenwänden, und die Feuerschublade ist fertig. Benutze eine **Leiste (20 x 15 x 100 mm)** um die Seitenwände zu biegen. Benutze als Griff ein Rundholz (8 x 30) mm und als **Docht und Schwamm ein Stück Leinen**. Die **Öffnung**, aus der der Docht oben herausragt (Schlitz), ist entscheidend für das Feuer. Je breiter er ist, umso stärker brennt das Feuer, aber es ist auch schnell ausgebrannt (und umgekehrt). Eine **Schlitzbreite von 8 mm bis 10 mm** hat sich bewährt.



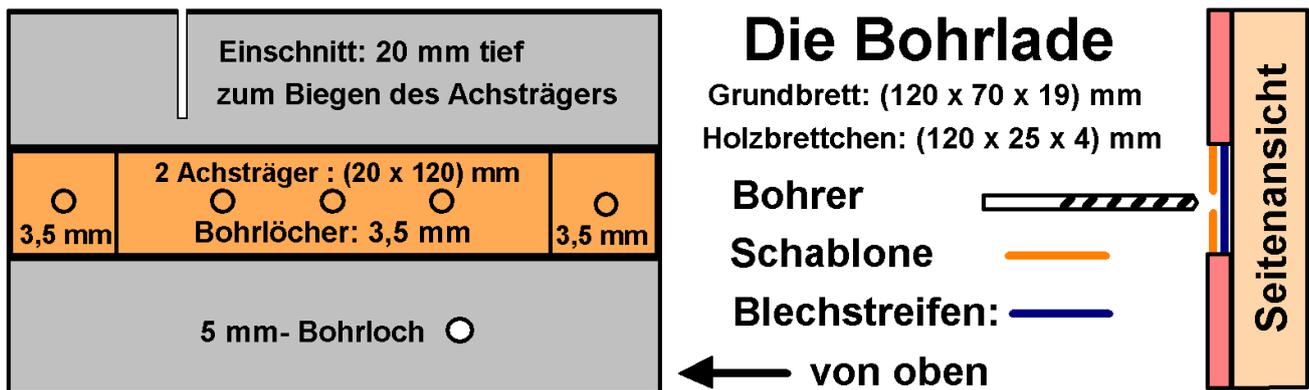
15. **Vorbereitungen für die Fahrt.** Fülle den **Dampfkessel zur Hälfte mit Wasser**, indem du das Ventilröhrchen unter einen dünnen Wasserstrahl hältst. **Kippe den Kessel zur Seite** damit du siehst, wie voll er ist (Wasser läuft heraus). Ist er **zu hoch** gefüllt, so spritzt **zuerst Wasser** heraus. Wenn **alles Wasser verdampft** ist (zu geringe Füllung), steigt die Temperatur im Kessel über 100°C und **die Lötstellen zerfließen**. Fülle Brennspritus in den Schlitz der Feuerschublade, **bis der erste Tropfen herausläuft**. Weil die **Schublade nicht dicht** ist, wird der Brennspritus **nur vom Lappen aufgesaugt** (Schwammwirkung).

Achtung: Stelle die **Brennspritus- Flasche stets weit entfernt von der Fahrbahn** ab. Halte zur Sicherheit eine **feuerfeste Löschdecke** bereit.

16. Setze nun den **Dampfwagen auf eine glatte Fahrbahn** (Unebenheiten stören die Fahrt erheblich!!!). Zünde den Spiritus an und warte **ein bis zwei Minuten**, bis das Wasser kocht und der Dampfstrahl in das Schaufelrad bläst. Wahrscheinlich brennt nun das Feuer **nur noch schwach**, weil die **Energie** für das **Erwärmen des Wassers** gebraucht wurde. Ziehe die Schublade heraus und puste das Feuer aus. Fülle nun den Lappen **erneut mit Brennspritus** und zünde das Feuer an. **Jetzt fährt der Dampfwagen!!!**

17. Für einen leichten Lauf ist es wichtig, dass die Gummibänder den **richtigen Druck** auf Achsen und Räder erzeugen: Sitzen sie zu locker, so rutschen sie, bei zu festem Druck laufen die Achsen wegen der großen Reibung zu schwer. Durch „**Recken**“ kannst du Gummibänder dauerhaft **dehnen**, so dass **der Druck angepasst** wird. Die Turbine und die Räder müssen leicht laufen! Stelle mit den Distanzscheiben ein „**Spiel**“ von **etwa 1 mm** ein. Schiebe auf die Achsen der Räder jeweils eine Unterlegscheibe zwischen Rad (Reduzierhülse) und Achsträger.

Auf der **Bohrlade** werden Achsträger, Stützen und das Sicherheitsventil nach der Schablone gebohrt. Sie verhindert gefährliche Verletzungen, wenn das Schwarzblech beim Bohren "außer Kontrolle" gerät und sich "um den Bohrer wickelt"!! Der **Sägeschnitt** (20 mm tief) dient zum Abknicken der Stützen und Achsträger. Sie werden dann noch auf dem Schraubstock weiter bearbeitet. In dem **5 mm- Bohrloch** kann das Röhrrchen nach dem Einfeilen leicht abgebrochen werden.



Abschlussbetrachtung.

Der Dampfwagen wurde bei uns viele Jahre lang im Technikunterricht der 8. Klassen gebaut. Es ist dabei **kein ernsthafter Unfall** aufgetreten (abgesehen von **leichten Verbrennungen** am Dampfstrahl oder am Heizkessel). **Brennspiritus** ist der **am besten geeignete** Brennstoff. Trockenbrennstoff ESBIT erzeugt eine starke Geruchsbelästigung. **Auf keinen Fall** dürfen **Benzin** oder **Petroleum** verwendet werden: Sie sind in **diesem Rahmen nicht beherrschbar**. Die Schüler lernen, mit Feuer und heißen Gegenständen umzugehen; Das baut Angst ab und erhöht die Selbstsicherheit. Der Lehrer sollte die Wirkung der **Löschdecke** demonstrieren. Der Erfolg (**Geschwindigkeit**) beruht auf dem **Zusammenwirken** vieler Einzelheiten.

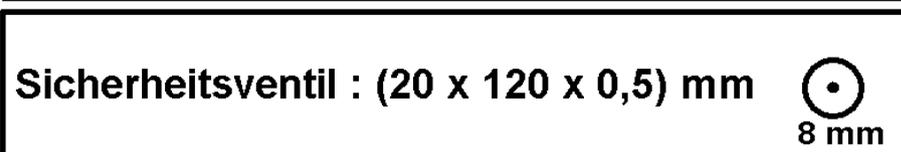
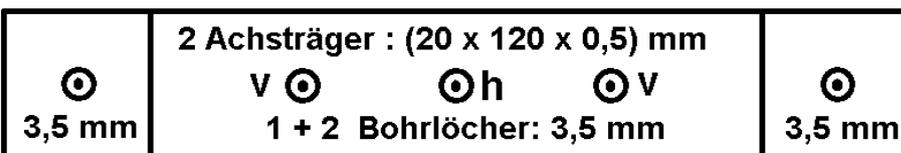
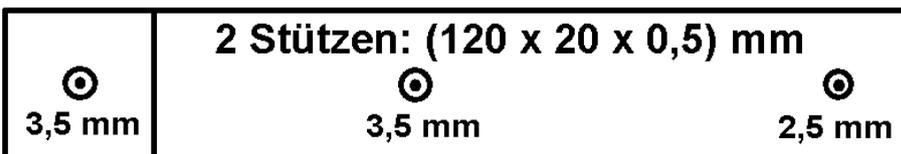
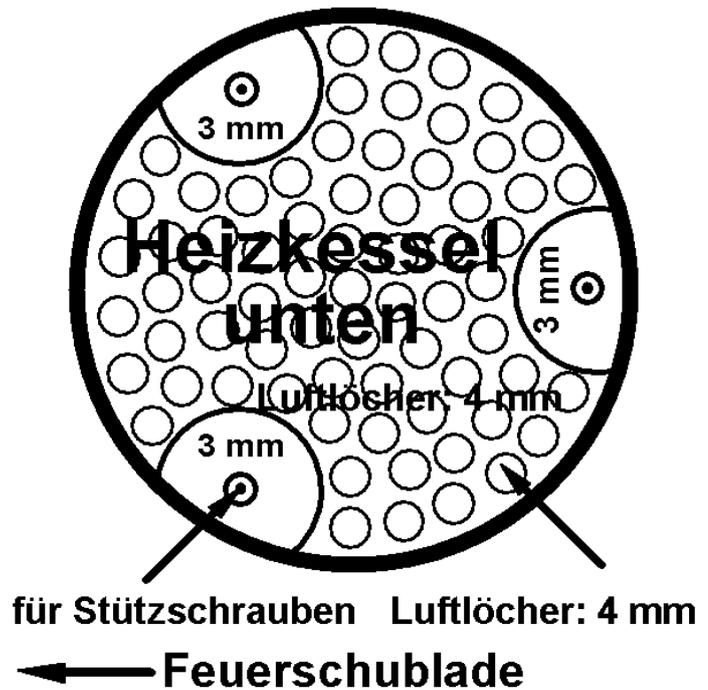
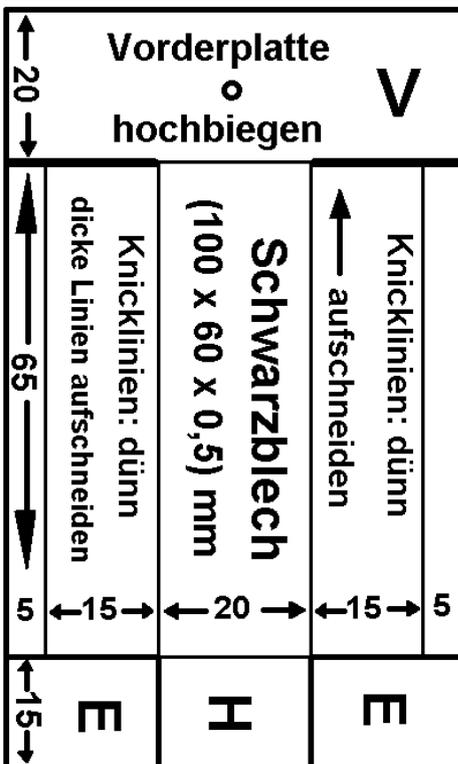
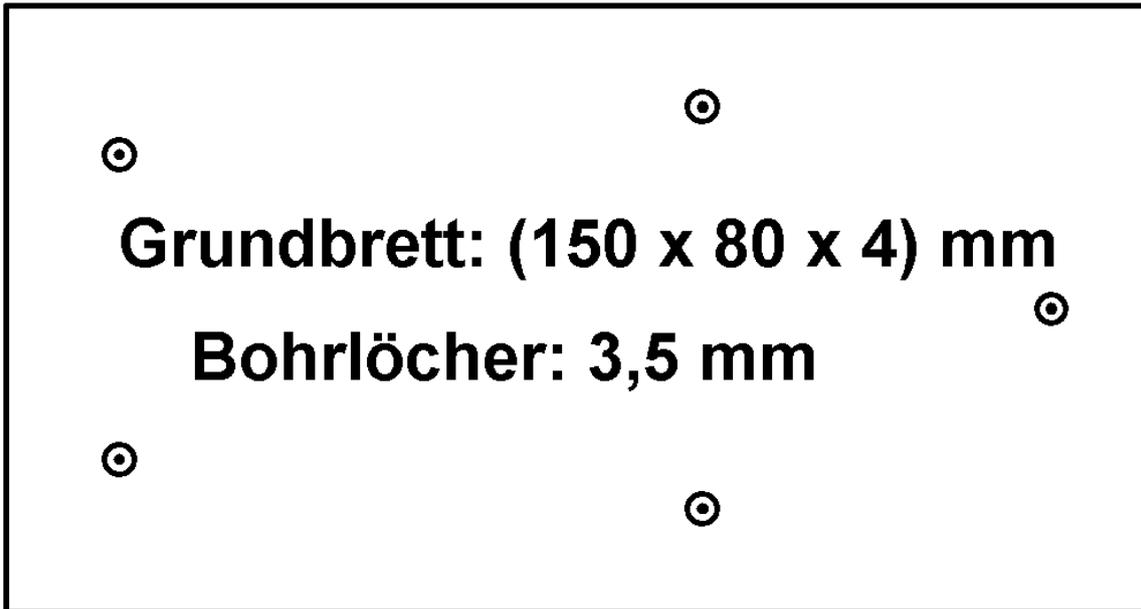
Wir haben die schnellsten Dampfwagen durch Wettfahrten ermittelt!!!

Viel Spaß und Erfolg.

Jürgen Mohr

motec@web.de

Schablonen in Originalgröße



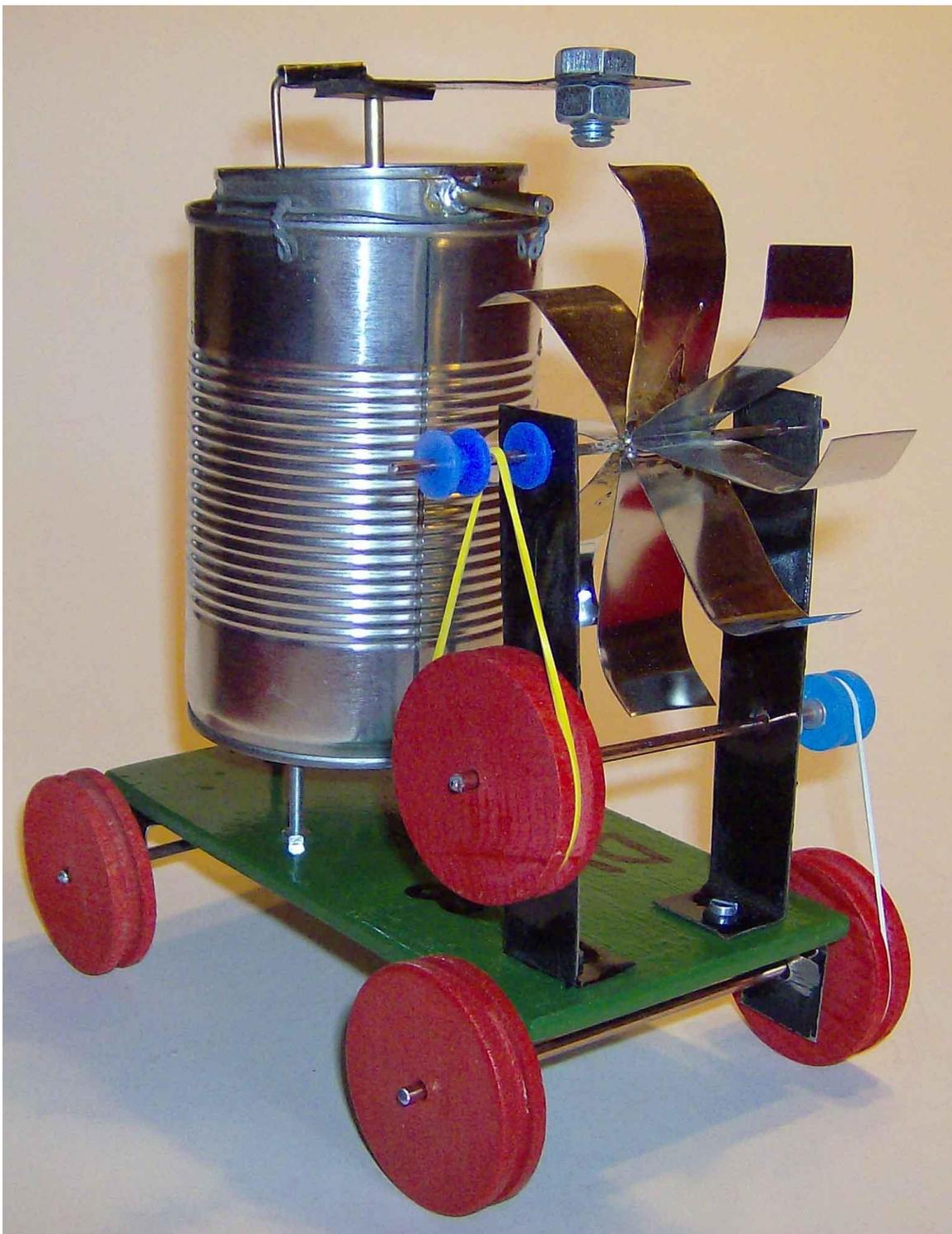
Warum fährt der Dampfwagen nicht ???

„Dampfwagen - TÜV“: Mängelliste

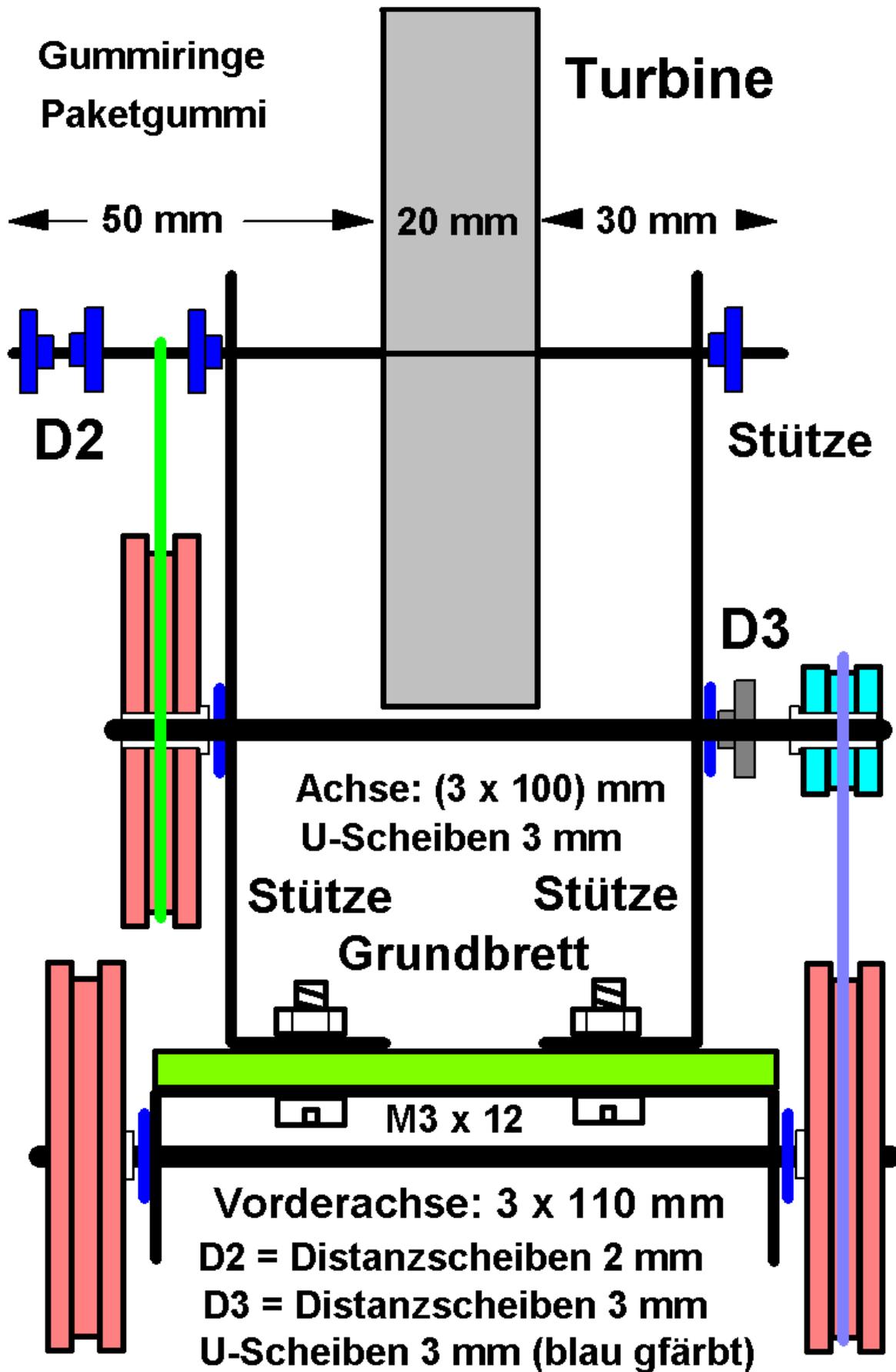
- 1) **Der Dampfkessel ist undicht;** Dampf strömt neben den „kalten Lötstellen“ heraus!!!
Abhilfe: Löte die Röhrchen heraus, **verzinne sie sorgfältig** und baue sie wieder ein.
- 2) **Das Sicherheitsventil schließt nicht dicht;** Dampf zischt heraus!!!
Abhilfe: Feile das obere Ende des Röhrchens waagrecht plan. Die Gummidichtung muss ebenfalls waagrecht, dicht aufliegen. Klebe eventuell ein zweites Stück Autoschlauch auf das erste; verbiege den Ventilhebel nahe bei der Achse, bis die Dichtung einwandfrei ist.
- 3) **Der Dampfkessel ist nicht genau zentriert;** Die meiste Wärme streicht seitlich vorbei!!!
Abhilfe: Verbiege die 4 verdrillten Enden des Haltedrahtes, so dass der Dampfkessel genau zentriert im Heizkessel hängt.
- 4) **Der Dampfstrahl "pustet" nicht genau in die Turbine.** Die Energie wird nur mangelhaft auf die Turbine übertragen!!!
Abhilfe: Drehe den Kessel in die **richtige Richtung** und biege das Düsenrohr nach oben oder unten. Mit den **hinteren Stützschrauben** kannst du den **Abstand der Düse von der Turbine** einstellen.
- 5) **Das Gummiband ist zu fest.** Die zu große Reibung in den Lagern vernichtet viel Bewegungsenergie!!!
Abhilfe: Recke das Gummiband aus, bis du einen starken Gegendruck spürst („geht nicht mehr“). Gib eine Tropfen Fahrradöl auf die Lager.
- 6) **Das Gummiband** ist zwischen den beiden Distanzscheiben (Bild: Seite 2) auf der Achse der Turbine **eingeklemmt**.
Abhilfe: Schiebe die Scheiben auseinander, aber achte darauf, dass das Turbinenrad (ebenso wie alle anderen Räder) etwa 1mm „Spiel“ hat.
- 7) **Der Feuerkessel** hat zu kleine Luftlöcher im Boden, das Feuer bekommt **zu wenig Luft** (siehe Schablonen: Heizkessel unten)
Abhilfe: Luftlöcher erweitern, **mindestens 4 mm Durchmesser!**
- 8) **Der Spalt auf der Feuerschublade ist zu eng.** Das Feuer brennt zu schwach!!!
Abhilfe: Biege den Feuerspalt auf **etwa 8 mm bis 10 mm** auseinander. Wenn das Wasser kocht, kannst du noch einmal „nachtanken“. Vorher musst du aber unbedingt das Feuer löschen!!!! Die **Brennspiritus-Flasche** muss **weit entfernt von der Fahrbahn** abgestellt werden!!!!

Anhang:

In 80ern und zu Beginn der 90er Jahre haben wir den Dampfwagen immer mit einem **Untersetzungsgetriebe** gebaut. Dann kamen einige Schüler darauf, dass es auch „ohne“ ging. Der Wagen läuft bei „Direktantrieb“ (Turbine an Antriebsrad) **an der Leistungsgrenze** und stoppt bei geringen Unebenheiten der Fahrbahn. Das **Untersetzungsgetriebe verringert die Geschwindigkeit** des Dampfwagens auf etwa $\frac{1}{4}$, aber die **Antriebskraft wird 4 mal so groß**. Es kann als **Modell einer Gangschaltung** dienen!



Der Dampfwagen DW88 U (mit Untersetzungsgerriebe).



Bestellliste für den Dampfwagen DW 88 (15 Teilnehmer)

Traudl Riess KG St-Georgen-Straße 6 95463 Bindlach

Email: www.traudl-riess.de

Telefon: 09208 9119

Version: 18.02.10

1.	Messingrohr	09.036.0	4 mm Außendurchmesser	5 Stück
2.	Schwarzblech	09.012.1	0,5 mm; 400 x 250mm	5 Stück
3.	Weißblech	09.011.1	0,18 mm; 373 x 318mm	5 Stück
4.	Eisendraht verkupf.	09.022.0	für Turbinenachsen (2 mm)	1 kg
5.	Eisendraht verkupf.	09.023.0	für Radachsen (3 mm)	1 kg
6.	Reduzierhülsen	05.016.0		
7.	Lötdraht 1kg	17.030.0		1 kg
8.	Muttern M3	21.014.0		1 Pack
9.	Zyl.schr. M3x12	21.106.0		1 Pack
10.	Zyl.schr. M3x30	21.161.0	Stützschrauben für Heizkessel	1 Pack
11.	Sperrholz	08.024.0	4 x 300 x 400 mm	3 Platten
12.	Rillenräder	08.035.0	45 mm Durchmesser	2 Pack
13.	Rillenräder	08.033.0	(d = 15 mm, Untersetzung)	1 Pack
14.	Beilagscheiben	40.017.0	(oder „Unterlegscheiben“) 3 mm	1 Pack
15.	Maulschlüssel	14.118.0	(5,5 mm für M3 und 7 mm für M4)	10 Stück
16.	Achsen 3 x 70 mm	01.327.0	(Herstellung von Vorstechern 3 mm)	10 Stück
17.	Achsen 4 x 95 mm	27.079.0	(Herstellung von Vorstechern 4 mm)	10 Stück
18.	Distanzscheiben	35.058.5	2 mm für Turbinenachse	1 Pack
19.	Distanzscheiben	01.350.0	(für Untersetzung)	1 Pack

Sperrholz, 1,4 mm-Eisendraht, verzinkt (Blumendraht) und Sechskantschrauben M8 x 12 mm mit Muttern erhalten Sie beim **örtlichen Fachhandel (Baumarkt)**.